

2. 研究報告

2. 1. 研究課題

本節には、気象研究所が令和5年度に実施した全ての研究について、研究区分（または外部資金）ごとに分類し、研究課題名を掲載している。

経常研究

中期研究計画の5年間（令和元年度開始）では、気象業務の発展に資するため、気象・気候・海洋分野については目的に応じた3つの研究に分類し、地震・津波・火山研究と合わせて大きく4分類して経常的に実施する研究（以下「経常研究」という。）を実施する。令和5年度は、次の9課題を実施した。

基盤技術研究

研究課題	研究期間	代表研究部
地球システム・海洋モデリングに関する研究	R1～R5	全球大気海洋研究部
大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究	R1～R5	気象予報研究部
データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究	R1～R5	気象観測研究部

課題解決型研究

研究課題	研究期間	代表研究部
台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究	R1～R5	台風・災害気象研究部
気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究	R1～R5	気候・環境研究部

地震・津波・火山研究

研究課題	研究期間	代表研究部
地震と津波の監視・予測に関する研究	R1～R5	地震津波研究部
南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究*	R3～R7	地震津波研究部
火山活動の監視・予測に関する研究	R1～R5	火山研究部

* R5年度の間評価をもって終了とし、令和6年度からは「地震と津波の監視・予測に関する研究」と統合して効果的な研究の推進を図る。

応用気象研究

研究課題	研究期間	代表研究部
シームレスな気象予測の災害・交通・産業への応用に関する研究	R1～R5	応用気象研究部

地方共同研究

地方共同研究は、気象業務の現場において取り組むべき研究課題について、気象研究所と気象官署が共同して行う研究である。地方共同研究により、気象業務の現場における潜在的なニーズを的確にとらえ、気象研究所の研究方針や内容に適宜反映させることによって、気象業務の高度化に貢献する。

また、研究活動を通じて気象研究所と気象官署の連携を強化し、気象官署における調査業務の支援を

図るとともに、職員の資質向上にも貢献する。令和5年度は、次の2課題を実施した。

研究課題	研究期間	実施官署	担当研究部
メソアンサンプルを利用した決定論的予測技術の改善	R4～R5	札幌管区气象台、仙台管区气象台	台風・災害気象研究部
台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究	R4～R5	東京管区气象台	台風・災害気象研究部

他省庁予算による研究

他省庁予算による研究は、国土交通省以外の省庁が運用する制度のもとで実施する研究である。

令和5年度は、次の5課題を実施した。

(1) 地球環境保全等試験研究費による研究（環境省）

地球環境保全等試験研究費は、地球環境問題のうち、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点から計画的かつ着実に関係研究機関において実施すべき研究に活用される経費である。

研究課題	研究期間
大気成分の長期観測による海洋貯熱量および生態系への気候変動影響のモニタリング	R1～R5
民間航空機を利用した大都市から全球までの温室効果ガス監視体制の構築	R3～R7
日本域に沈着する光吸収性不純物に起因する雪氷面放射強制力の時空間変動監視と気候システムへの影響解明	R4～R8

(2) 放射能調査研究費による研究（環境省）

放射能調査研究費は、放射能・放射線に対する国民の安全を確保し、安心感を醸成するため、環境中の天然放射能、及び核爆発実験、原子力施設、投棄された放射性廃棄物等からの人工放射能の環境放射能レベルに関する調査研究を目的とする研究に活用される経費である。

研究課題	研究期間
人工放射性核種の大気長期変動監視に関する研究	R5

(3) 研究開発と Society5.0 との橋渡しプログラム（BRIDGE）による研究（内閣府）

総合科学技術・イノベーション会議の司令塔機能を生かし、官民研究開発投資拡大が見込まれる領域における研究開発等を推進し、各省庁の研究開発等の施策で生み出された革新技術等の成果を社会課題解決や新事業創出、ひいては、我が国が目指す将来像（Society 5.0）に橋渡しするための経費である。

研究課題	研究期間
局地的・突発的な荒天対策のためのスタートアップとの連携：AIを用いたリアルタイム防災フィールド構築	R5～R7

共同研究

共同研究は、気象研究所が、その所掌事務と密接に関連する事項について、気象庁以外の者と共同して行う調査及び研究である。令和5年度は、次の76課題を実施した。

・主な共同研究

共同研究区分	研究課題名	相手機関
気候変動予測先端研究プログラム	領域課題1「気候変動予測と気候予測シミュレーション技術の高度化（全球気候モデル）」の一部業務「イベント・アトリビューション研究の深化と発展」及び領域課題3「日本域における気候変動予測の高度化」	気象業務支援センター
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期	線状降水帯の早期発生予測の精度向上に関する基礎的研究	福岡大学 防災科学技術研究所

・その他の共同研究

研究課題名	相手機関
気象研究所大気大循環モデル（MRI-AGCM）を用いた気候変動の影響評価に関する研究	京都大学防災研究所
水蒸気のリモートセンシングに関する研究開発	情報通信研究機構
東海地域における弾性波アクロスを用いた地殻状態変化検出に関する研究	名古屋大学 静岡大学
粒子画像解析に基づく乱流計測技術に関する研究	国立環境研究所
気候システムの形成と変動に係わる諸過程の研究	筑波大学
なだれ予測の精度向上に資する積雪変質モデルの基礎的研究	防災科学技術研究所
南鳥島におけるハロカーボン類のモニタリング	国立環境研究所環境計測研究センター
エアロゾルモデルのモジュールの開発と検証に関する共同研究	東京大学 名古屋大学
傾斜・ひずみデータを活用したスロー地震解析等に関する研究	防災科学技術研究所
火山ガス等の化学的手法と物理観測データに基づく火山活動評価研究	東海大学
古気候の形成とその変動に係わる諸過程の研究	京都大学
大雨や大雪をもたらす降水雲・降雪雲の観測的数値的研究	北海道大学
ひまわり8号大気追跡風を用いた台風強化プロセスに関する研究	富山大学
高精度センシング技術を用いた、列車運行判断のための災害気象の監視・予測手法の開発	JR 東日本研究開発センター
南鳥島における二酸化炭素鉛直平均濃度観測	東京大学大気海洋研究所
領域モデルを用いた長期再解析に関する研究	東北大学
筑波山頂におけるエアロゾル雲相互作用のプロセス解明に関する研究	筑波大学 国立環境研究所 防災科学技術研究所
東京スカイツリーを利用した東京圏の温室効果ガス排出のモニタリング研究	国立環境研究所
民間航空機を用いた温室効果ガス観測に関する研究	国立環境研究所 日本航空株式会社 株式会社ジャムコ 財団法人日航財団

石垣島のスロースリップ域における重力変化に関する研究	東京大学理学部 沖縄気象台
積雪地域における雲の放射影響の研究	北見工業大学
シチズンサイエンスによる気象観測データのデータセット作成と応用可能性に関する研究	三重大学
メソアンサンブル予報を用いた再生可能エネルギー出力予測に関する研究	気象庁情報基盤部 産業技術総合研究所 日本大学
台風の強度解析・予報精度向上に資する台風の衰弱時や多重壁雲時における風・中心気圧の関係及び強度変化メカニズム解明	気象庁大気海洋部 名古屋大学
顕著現象の監視・予測におけるフェーズドアレイレーダーの利用可能性に関する研究	大阪大学
レーダーと AI 深層学習による竜巻等突風の探知・予測に関する基礎的研究	東京大学 東北大学
南九州の活動的火山の災害軽減に関する共同研究（その2）	京都大学防災研究所 防災科学技術研究所 気象庁地震火山部 福岡管区気象台地震火山課 鹿児島地方気象台
日本海寒帯気団収束帯による豪雪対策のための研究開発	防災科学技術研究所
現地観測と気象予報モデルの連携によるヒマラヤにおける降水システムに関する研究	名古屋大学
メソアンサンブル予報を用いた確率洪水予報に関する研究	気象庁予報部 東京大学生産技術研究所
航空機の動態情報取得システムからの気象データによる数値予報の精度向上と航空機の安全運航に関わる気象予測情報の高度利用のための研究	海上・港湾・航空技術 研究所
日本の海洋大循環モデルを用いるコミュニティのための前処理、後処理、解析基盤の構築	東京大学 九州大学 海洋研究開発機構
西部太平洋における海洋熱波の発生メカニズムと予測可能性に関する研究	東北大学
雲核・氷晶核の観測・実験によるエアロゾル-雲相互作用に関する研究	金沢大学
線状降水帯の発生環境場および内部構造の観測的研究	高知大学
海氷放射スキームの高度化に向けた海氷コアの微物理特性の測定	防災科学技術研究所
ドローンによる継続的な気象観測データの取得と配信に関する実証実験	情報・システム研究機 構
高知県で発生する急潮のメカニズム解明及び予測情報に資する技術開発に関する共同研究	高知県水産試験場
水文気象アンサンブル計算と衛星リモートセンシングの活用による水災害予測に関する研究	東京工業大学
極端気象・海象の予測精度向上に資する次世代海面水温解析システムの開発に向けた共同研究	京都大学 気象庁大気海洋部
分布型音響センシングを用いた地震・津波観測技術に関する研究	東京大学

二重偏波レーダー及び地上固形降水観測システムを用いた固形降水関連物理量の推定手法の開発に関する共同研究	防災科学技術研究所
関東における局地気象の鉛直構造の実態調査	産業技術総合研究所 防災科学技術研究所
水災害予測モデルの開発とその応用に関する研究	神戸大学
局地気象モデル境界層過程の高度化に関する研究	日本気象協会
気象衛星高頻度観測と巨大アンサンブル計算の利用による水文気象災害予測の革新	東京大学
衛星搭載ドップラー風ライダーの開発・利用に関する研究	東京都立大学
稠密地上気象観測と数値モデルによる降雪雲の微細構造に関する研究	酪農学園大学
電力設備のための気象・気候ハザードの温暖化影響評価	電力中央研究所
長基線レーザー伸縮計を用いた地殻変動現象に関する研究	東京大学地震研究所 富山大学
高頻度高層観測データを利用した重力波の発生メカニズム及び乱流強度推定に関する研究	東京大学
炭素・水素同位体比観測と大気化学輸送モデルに基づく全球メタン収支の解明	東北大学
深層学習（DL）技術等を用いた衛星データ同化の高度化に関する研究	千葉大学
JPN モデルの海洋ゴミ漂流、赤潮伝搬への適用、および、海洋エネルギー利用技術創出可能性の検討	長崎大学
南海トラフ地震想定震源域東部海域の地震活動に関する共同研究	東海大学
JPN モデルの沿岸海域への適用と湾スケールの物理環境変動特性の解明	北海道大学 筑波大学
2つの海洋大循環モデルを用いた環境適応型海洋低次生態系－物質循環モデルの相互比較	海洋研究開発機構
地上ガンマ線観測及びレーダー観測を組み合わせた雷放電の予知に関する共同研究	大阪大学
雷放電経路3次元観測システムと C-Band 二重偏波気象レーダーを用いた帯電した降水粒子の分布の実態把握及び発雷危険度の推定手法に関する共同研究	防災科学技術研究所
伊豆半島周辺の沿岸域における海洋酸性化状況の把握	筑波大学
大雨や大雪をもたらす降水雲・降雪雲の時間発展に関する観測的数値的研究	叡啓大学
翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発	気象庁情報基盤部 産業技術総合研究所 日本大学
長期の気候予測情報を活用した農業支援情報の高度化に関する研究	気象庁大気海洋部 食品産業技術総合研究機構
現地観測と気象予報・気候予測モデルの連携による北極域大気・雪氷環境変化の実態把握	情報・システム研究機構
全球降水観測計画（GPM）等の衛星データと地上観測測器による線状降水帯の機構解明に関する研究	宇宙航空研究開発機構 東海大学

線状降水帯の発生環境場（特に水蒸気場）の観測	三重大学
線状降水帯の発生環境場（特に水蒸気場）および内部構造の観測	琉球大学
線状降水帯の発生環境場（特に水蒸気場）の観測・解析	長崎大学
線状降水帯の発生環境場（特に水蒸気場）の観測	鹿児島大学
線状降水帯などの降水系内部構造の観測的研究	山口大学
積乱雲の発雷非発雷予測と雷パラメーター推定に関する共同研究	静岡県立大学
地球システムモデルの高度化と成層圏過程を通じた予測可能性に関する研究	九州大学
顕著現象のリアルタイム検出・予測技術の社会実装に向けた研究	政策研究大学院大学
小型衛星のデータ同化及び、衛星搭載降水ドップラーレーダの観測有効性調査に関する研究	情報通信研究機構

公募型共同利用による研究

公募型共同利用による研究は、大学及び研究機関の教官または研究者が研究代表者となり、他の研究機関の研究者とともに、特定の研究課題について当該研究所の施設、設備、データ等を利用して共同で行う研究である。令和5年度は、次の51件の研究を実施した。

相手機関	共同利用区分	課題名	期間
総合地球環境学研究所	共同研究	空気浄化と住民の健康改善に向けた農業残渣焼却を低減させるためのスマートシステムの構築に関する研究	R1～R5
宇宙航空研究開発機構、国立環境研究所、環境省	共同研究	地上全天型天空輝度計のデータ処理アルゴリズムの開発・検証およびGOSAT シリーズの雲・大気エアロゾルプロダクトの検証	R2～R6
京都大学防災研究所	共同研究	レーダマルチセンシングを用いた極端現象のモニタリング	R5～R6
京都大学生存圏研究所	共同研究	2022年1月のフンガ・トンガ＝フンガ・ハアパイ火山噴火に伴う成層圏気候変動の研究	R5
統計数理研究所	研究集会	データ同化ワークショップ	R5
	研究集会	データ同化夏の学校	R5
	公募利用	雲解像非静力学気象モデルを用いた粒子フィルタの開発	R5
東京大学地震研究所 京都大学防災研究所	共同研究	地盤と建物特性を考慮した建物被害分析と後発地震への応答予報モデルの構築	R5
東京大学地震研究所	共同研究	超稠密 GNSS 観測による地球科学への応用研究	R5
		高頻度 SAR 観測による地殻・地表変動研究	R5
		蔵王・御釜と鳴子・湯沼における地下熱水系の動的変動に関する比較研究	R5
		水蒸気噴火を起こす火山の活動把握：火山ガス・火口湖水・温泉水等の化学分析に基づく地球化学的アプローチ	R5

東京大学地震研究所	共同研究	超精密地球物理観測記録の分野横断的活用	R 5
		伊豆大島火山マグマ活動の解明に向けた精密重力観測	R 5
東京大学地震研究所	共同利用	複合災害を考慮した確率論的津波浸水評価	R 5
		大規模シミュレーションによる Slow-to-Fast 地震の理解と予測実験	R 5
		伊豆大島における地震波速度変化検出に関する研究	R 5
		過去の活発な地震活動の震源再決定	R 5
	研究集会	固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用：更なる高度化と新たな展開	R 5
東京大学大気海洋研究所	外来研究員	熱帯低気圧・温帯低気圧・ハイブリッド低気圧の高解像度シミュレーション	R 5
		線状降水帯を生ずる梅雨前線上のメソ低気圧の階層構造に関する研究	R 5
		メソ気象における雲降水プロセスの解明とデータ同化に関する研究	R 5
	共同研究	世界海洋大循環モデルの相互比較	R 5
海洋研究開発機構	外来研究員	地域気候モデルを用いた大規模将来予測計算の整備と評価	R 5
	共同利用	海鳥バイオロギングで推定した海上風のアンサンブルデータ同化	R 5
		アンサンブル同化手法を用いた観測システムの最適化に関する研究	R 5
国立環境研究所	外来研究員	大都市圏における大気境界層の気象場及び温室効果ガスの高解像度シミュレーション	R 5
		大気化学輸送モデルによる全球メタン収支・トレンド推定に関する研究	R 5
九州大学応用力学研究所	共同研究	若狭湾における定置網漁業及び底曳網漁業の漁場環境に関する研究	R 5
	研究集会	日本周辺海域における環境急変現象（急潮）のメカニズム解明および防災に関する研究集会	R 5
北海道大学低温科学研究所	共同研究	札幌の積雪における融解水流出過程の解明とモデル化	R 5
		海洋モデル用海水放射スキームの高度化～透過率の精度向上にむけて～	R 5
	研究集会	第2期グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会	R 5
千葉大学環境リモートセンシング研究センター	共同利用	次世代気象気候ライブラリ SCALE を用いた大気質研究	R 5
データサイエンス共同利用基盤施設	共同研究	海洋データシステムにおけるアルゴフロート観測データやその誤差のインパクト評価に関する研究（2）	R 5
		アンサンブルデータを用いた気象現象の理解	R 5

金沢大学環日本海域環境研究センター	共同研究	エアロゾル・雲相互作用に及ぼす越境汚染と国内排出の影響評価	R 5
東京工芸大学	共同研究	日本版改良藤田スケールにおける DI、DOD と被害風速の評価	R 5
国立極地研究所	共同研究	近年の極端気象の激甚化に関わる極域寒気の動態の解明	R 4 ～R 5
一般社団法人カーボンリサイクルファンド	共同研究	海洋における CO ₂ 吸収・循環過程の見える化のための次世代モビリティの開発と沿岸浅海域のブルーカーボンの解析	R 4 ～R 6
東北大学サイバーサイエンスセンター	共同研究	日本領域長期再解析 (RRJ-Conv.) に関わる研究開発	R 5
東北大学東北アジア研究センター	共同研究	鳴子火山火口湖・湯沼の熱水活動調査	R 5 ～R 7
高度情報科学技術研究機構	共同利用	気象学および数理的アプローチによる線状降水帯のメカニズム解明	R 5
筑波大学アイソトープ環境動態研究センター	共同研究	衛星マイクロ波放射計の雲水・土壌水分推定アルゴリズムの精度向上のための地上マイクロ波放射計を用いた地上観測	R 5
宇宙航空研究開発機構	共同研究	地上放射観測による検証データの取得と GCOM-C 大気プロダクトの評価	R 4 ～R 6
		km-スケールの数値天気予報モデルのための雲と降水同化	R 4 ～R 6
		複数の衛星データを利用した火山灰アルゴリズムの高度化	R 4 ～R 6
		衛星による大気観測と地表面プロダクトを用いたエアロゾル再解析による気候変動の監視	R 4 ～R 6
		PIXEL グループによる高頻度 SAR 観測による地殻・地表変動研究	R 4 ～R 6
		イメージャー及び衛星搭載ライダーデータを用いた複合エアロゾル同化予測システムの開発	R 4 ～R 6
		衛星搭載レーダーと気象庁全球予報システムを用いたモデル検証と全球同化	R 4 ～R 6

環境研究総合推進費による研究

環境研究総合推進費は、研究活動による科学的知見の集積や科学的側面からの支援等を通じ、オゾン層の破壊や地球温暖化など、数々の地球環境問題を解決に導くための政策に貢献・反映を図ることを目的とした研究に活用される経費である。平成 29 年度からは環境再生保全機構交付の個人補助金となった。

研究課題	研究期間
北極気候に関わるエアロゾルの長期的変化の把握と放射・気候影響評価	R 5 ～R 7
大気中マイクロプラスチックの実態解明と健康影響評価	R 3 ～R 5
船舶観測に基づく海洋 CO ₂ フラックスデータの精緻化	R 3 ～R 5
アジアモンスーン・熱帯域の温暖化予測不確実性の低減を踏まえた東アジアでの気候変化予測	R 4 ～R 5

科学研究費助成事業による研究

科学研究費助成事業（科研費）は、人文・社会科学から自然科学まであらゆる分野で、独創的・先駆的な研究を発展させることを目的として文部科学省、日本学術振興会により制度化されている研究助成費であり、研究者が計画する学術研究に対して、ピア・レビュー（専門分野の近い複数の研究者による審査）が行われ、重要と認められた計画に助成される「競争的研究資金」である。

なお、科研費は個人としての研究者に交付されるものであるが、研究者が所属する研究機関が、科研費について管理・諸手続を研究者に代わって行うことと定められている。

【研究代表者として実施している研究課題】

課題区分	課題名	研究期間
新学術領域研究 （研究領域提案型）	対流圏ジェットの季節予測可能性に対する対流圏成層圏結合と中緯度海洋前線帯の役割	R4～R5
	温暖化する中緯度大気海洋場における台風温帯低気圧化の力学過程の解明	R4～R5
基盤研究(S)	低高度孤立峰を利用した多角的観測に基づく非線形気象化学過程のシームレスな理解	R5～R9
基盤研究(A)	豪雨早期予測に向けた船舶搭載型水蒸気・風観測ライダーの開発と海上実証実験	R4～R8
基盤研究(B)	新世代衛星観測の同化がもたらす、台風と大気上層場との相互作用メカニズムの解明	R4～R5
	森林火災から大量に生じる固体有機エアロゾルの発生・除去過程の解明と気候影響	R4～R5
	ハイブリッド低気圧の形成メカニズムと多様性の体系的解明	R3～R6
	グリーンランド氷床雪氷質量変動に対する北極温暖化増幅の影響解明	R3～R5
	深層学習を使った気象場ダウンスケーリングと大気環境予測	R3～R7
	複雑に混じりあう自然起源のエアロゾル粒子が氷晶核として雲形成に与える影響	R5～R8
	雪の再分配を考慮した気象・積雪モデルが解き明かす北アルプスの高山環境の維持機構	R5～R8
特別研究員奨励費	夏季の北極低気圧の理解と短期～季節内スケールの北極大気予測精度向上	R4～R6
	熱帯気候変動の力学および季節予報モデルによる延長予測可能性	R5～R7
	大アンサンブルを用いた数理手法による豪雨メカニズム解明研究	R5～R7
国際共同研究加速基金	グリーンランド氷床気候システム研究最前線の開拓	H30～R5
	環境場の違いがもたらす多様な温帯低気圧構造の形成機構解明	R1～R5
	海氷放射伝達モデルと衛星観測の複合利用による気候モデル用海氷放射スキームの高度化	H29～R4
国際共同研究加速基金 （海外連携研究）	気候の年々変動と極端気象がパナマ運河流域水循環に与える影響の要因解明	R5～R10

挑戦的研究（萌芽）	固体粒子のナノスケール構造・化学分析から挑む氷晶核メカニズムの解明	H31～R5
挑戦的研究（開拓）	可搬型雲チャンバーの設計開発と山岳観測による雲粒の混合相微物理・化学過程の解明	R5～R10
基盤研究(C)	観測情報の拡充による全球大気予測の高度化に関する研究	H29～R5
	巻雲を介した熱帯成層圏対流圏結合と気候変動影響の解明	R1～R5
	衛星観測データを活用した次世代炭素循環解析システムの構築	R1～R5
	夏季の成層圏-対流圏結合系における力学-放射-化学過程の解明と気候影響評価	R2～R5
	積乱雲を解像した高解像度モデルを用いた新たな竜巻等突風の予測手法に関する研究	R2～R5
	二重偏波レーダーによる豪雨形成過程の観測手法の開発ー大粒の雨はどこで生成するかー	R2～R5
	パナマにおける将来気候下での降水変化予測とメカニズム解明	R2～R5
	フェーズドアレイ気象レーダーを用いた竜巻の機構解明と三次元検出技術の開発	R3～R6
	高頻度高密度観測データ活用のための多重スケールを考慮した変分法データ同化の確立	R3～R5
	稠密・面的な非ガウス観測データの同化手法の刷新	R3～R7
	集中豪雨の発達機構を解明する水物質同化手法の研究	R3～R5
	地球温暖化による大雨の頻度・強度変化の機構解明	R3～R6
	高解像度・大アンサンブルシミュレーションを用いた線状降水帯に寄与する環境場の解明	R3～R5
	津波想定はなぜ外れる？ー波源形成から海岸到達の各伝播過程で生じる予測誤差の比較	R3～R6
	観測点1点だけからの地震波動伝播の情報抽出：地震動即時予測の高度化に向けて	R3～R5
	地殻内の歪みエネルギーの可視化による内陸地震発生メカニズムの解明	R3～R5
	津波波源の多様な時間履歴に対応した波源推定とそれを活用したリアルタイム津波予測	R3～R6
	大気エアロゾルの混合状態による雲核能・氷晶核能の変化に関する実験的研究	R3～R5
	地上・衛星観測網による東アジアのエアロゾルの半世紀の変動とコロナ禍の影響の解明	R3～R5
	温度成層下の乱流境界層における秩序構造とその空間分布の解明	R4～R6
	雲微物理素過程分類による降水組成マッピングを用いた降水メカニズム解明に関する研究	R4～R6
	海洋表層温暖化を通じた大気環境場・台風活動変質過程の理解	R4～R7
	経験的調整パラメーターのない高精度大気解析の実現	R4～R7

基盤研究(C)	二重偏波気象レーダーによる火山噴煙内部の凝集プロセスの観測及び解明	R4～R6
	高解像度波浪再解析による日本沿岸長期変動特性の解明	R4～R6
	物理・仮想トレーサー同時データ同化による線状降水帯の水蒸気起源の推定	R5～R8
	解析誤差と成長モードを考慮したアンサンブル予測による線状降水帯の高精度確率予測	R5～R7
	衛星と地上からの観測と気象モデルに基づく火山ガス放出率の推定技術とマグマ活動解明	R5～R7
	粒子フィルタとガウス過程回帰を用いた洪水予測手法の開発	R5～R7
若手研究	内部減衰と散乱減衰の3次元不均質構造推定-震度予測の高度化へむけて	H30～R5
	台風の温帯低気圧化に伴う竜巻発生環境場形成に関する数値的研究	R1～R5
	高解像度アンサンブルシミュレーションによる首都圏の降雪現象の機構解明	R2～R5
	同時多発地震に対応した自動震源推定法による隠れた微小地震活動の解明	R2～R5
	エアロゾル粒子の表面形態が及ぼす水晶形成への影響解明	R2～R5
	スプリット前線を伴う温帯低気圧の構造とそれに関わる大雨・集中豪雨の発現機構	R2～R5
	衛星観測を活用した陸域雲降水粒子のより分け推定と鉛直分布推定アルゴリズムの開発	R2～R6
	梅雨と秋雨の過去120年間の長期変動の実態とメカニズムの解明	R3～R6
	顕著現象予測精度向上を目指した粒子フィルタによるハイブリッドデータ同化手法の構築	R3～R6
	地震の震源特性はどれだけ空間変化するのか:散乱波を用いた精密推定	R3～R6
	放射性炭素同位体比観測と数値モデル解析に基づく全球メタン収支の解明	R3～R5
	中間圏および下部熱圏の温度構造形成機構における大気微量化学種の役割	R4～R8
	大気-化学同時データ同化による気象モデルの再現精度向上	R5～R8
研究活動スタート支援	風台風・雨台風の決定因子と予測可能性の解明	R5～R8
	二重偏波レーダーを用いた新たな降水粒子判別手法の開発と雷・突風の前兆把握への応用	R1～R5
	黒潮海流系に対する大規模大気・海洋変動の影響評価	R3～R5
	巨大アンサンブルを用いた浸水危険度と被災者数の確率的な高精度推定手法の開発	R4～R5

【研究分担者として実施している研究課題】

課題区分	課題名	研究期間
新学術領域研究 (研究領域提案型)	台風・爆弾低気圧の予測可能性とスケール間大気海洋相互作用	R1～R5
	急速に温暖化する日本周辺海域での大気海洋相互作用と極端気象	R1～R5
	雲・エアロゾルを介した中緯度大気海洋相互作用	R1～R5
	ハイブリッド海洋観測：黒潮続流域の循環変動とその大気・生物地球化学への影響	R1～R5
	黒潮・親潮等海洋前線帯の大気海洋結合系における役割とその経年変動の予測可能性	R1～R5
学術変革領域研究(A)	時空間マルチスケールモデルからの予測：大規模計算と Slow-to-Fast 地震学	R3～R7
	情報科学と地球物理学の融合による Slow-to-Fast 地震現象の包括的理解領域名「Slow-to-Fast 地震学」	R3～R7
	河口から大陸棚における物質とエネルギー拡散過程	R4～R8
基盤研究(S)	世界一の確度をもつ過去 200 年間の沈着エアロゾルのデータベース創成と変遷解明	H30～R5
	航空機観測によるスーパー台風の力学的・熱力学的構造と強化プロセスの解明	R3～R7
	革新的大気成分広域観測による気候変動及び炭素・酸素循環の包括的評価	R4～R8
	ミレニアム大気再解析プロダクトの創出	R4～R8
基盤研究(A)	実環境大気エアロゾルの帯電状態が生体および地表面への粒子沈着へ及ぼす影響評価	R2～R5
	氷河融解を加速する3大光吸収性不純物の定量評価	R2～R5
	北極温暖化増幅に対する北極の水・物質循環の影響評価	R3～R6
	大気と海洋の波動エネルギーのシームレス追跡解析による熱帯・中緯度相互作用の解明	R4～R8
	アジア高山域における氷河水体温度の地理的分布把握と次世代氷河変動モデルの開発	R4～R8
	梅雨末期の豪雨の水蒸気起源の追跡－異なる水蒸気の立体構造の降水システムへの影響－	R4～R8
	先端遠隔計測観測と数値モデルを結合したエアロゾル多元要素同時同化に関する研究	R4～R7
	大気海洋境界領域の微生物学：海泡濃集と雲核へのリンケージ	R4～R8
	温暖化に伴う両極の雲形成過程の変化の影響評価	R5～R7
	アイスコアを用いた産業革命前から現在までの硫酸エアロゾル粒径分布の復元	R5～R8
	多成分気体分析に基づく成層圏物質循環の長期変動の評価	R5～R9
	季節予報を用いた高解像度作物収量予報・早期警戒システムの開発	R5～R7

基盤研究 (A)	革新的超高解像度リアルタイム水蒸気観測が解き明かす積乱雲発生の前兆と発達過程	R5～R7
	地上・衛星高頻度リモートセンシングによる海上水蒸気量3次元分布推定システムの開発	R5～R9
	超水滴法で迫る雲降水システムの粒子レベルからの理解	R5～R8
基盤研究 (B)	次世代の天気予報での雷予報を見据えた先駆的雷気象モデルの開発	R2～R5
	西岸境界流と内側沿岸循環の力学的相互作用	R2～R5
	成層圏力学場が熱帯低気圧の発生・発達過程に与える影響	R3～R6
	都市における「暖かい雨」メカニズムの解明と数値予報モデルの最適化	R3～R5
	太陽光発電システム上の積雪動態の解明と予測への展開	R3～R5
	科学的モデリングによる気象レーダーの高解像度化	R3～R6
	ダストの視点から見た地球人間圏：ダストモデル精度向上のための広域枯れ草量推定	R4～R6
	線状降水帯の停滞メカニズムおよびその環境場形成に寄与する大気擾乱の階層構造の解明	R4～R7
	アジョイントモデルによる津波の後続最大波予測	R4～R7
	気温0℃近傍で形成される多様な融解粒子のモデル化と探知	R4～R6
	適切な感情喚起による減災意図-行動ギャップの解消を目指したfMRI実験と行動実験	R4～R7
	大気・海洋・雪氷中の鉱物ダスト粒子の粒径別数濃度の標準測定法の開発	R4～R7
	豪雨による複合的な水害を考慮した新たな浸水ハザードの提示	R5～R8
	地震ビッグデータと測地データを組合せたプレート固着状態の推定：日変化検出への挑戦	R5～R8
基盤研究 (C)	沖合津波観測記録を用いた非地震性津波の自動検知と津波波源即時推定手法の開発	H30～R5
	非正常な地震活動に対する点過程モデルと予測手法の開発	R2～R5
	大気自由振動モード群の生成・維持・減衰機構の解明	R3～R5
	遠く離れた沖合域への河川水流入プロセス解明と生物生産へのインパクト評価	R4～R6
	機械学習を利用したハイブリッド緊急地震速報の開発	R4～R7
国際共同研究加速基金(B)	気候変動に対するエアロゾルの放射効果-気候変動-大気汚染の相乗作用の評価	R3～R6
国際共同研究加速基金 (海外連携研究)	温暖なグリーンランド南部での自然起源エアロゾルに関する国際共同調査	R5～R7
	地上観測・リモートセンシング・雲解像モデルを駆使したヒマラヤ降水系研究の新展開	R5～R9
特別研究促進費	トンガ海底火山噴火とそれに伴う津波の予測と災害に関する総合調査	R3～R5

特別研究促進費	2023 年 5 月 5 日の地震を含む能登半島北東部陸海域で継続する地震と災害の総合調査	R 5 ～R 6
挑戦的研究(萌芽)	超小型衛星による地域主体水管理の概念実証に向けた水文気象情報と衛星条件の地域分析	R 3 ～R 5

2. 2. 研究中間報告

本節には、気象研究所が令和5年度に中間評価を実施した経常研究について、課題毎に研究計画と研究成果等を掲載した。

2. 2. 1. 経常研究

- ・ N 南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究…………… 25

N 南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究

研究年次：3年目／5年計画（令和3年度～令和7年度）

研究代表者：干場充之（地震津波研究部長／令和2～3年度）
中村雅基（地震津波研究部長／令和4～5年度）

研究担当者

〔地震津波研究部〕小林昭夫（～令和4年度）、露木貴裕、田中昌之、西宮隆仁、弘瀬冬樹、溜渕功史、野田朱美、永田広平（～令和3年度）、木村久夫（令和4年度～）、下條賢梧（令和5年度～）

研究協力者：【氏名（機関）】

勝間田明男（富山大学）、馬場久紀（東海大学）

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

地震調査研究推進本部は、平成25年に「南海トラフの地震活動の長期評価」の改訂版（第二版）を公表し、その中で次の南海トラフの大地震の規模をM8～9クラスとし、今後30年の発生確率を60～70%と推定した（令和2年時点では70～80%）。

昭和53年には南海トラフ地震の一部である東海地震を念頭に、「大規模地震対策特別措置法」が制定され、地震の予知がされた場合の対策が制度化された。しかし、中央防災会議が平成29年9月にとりまとめた「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対策のあり方について（報告）」では、確度の高い地震の予測は現在の科学的知見では難しいことが指摘され、新たな防災対応が定められるまでの当面の対応として、平成29年11月から気象庁が「南海トラフ地震に関連する情報」の発表を開始するなど、不確実ではあるものの、大規模地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まっていると評価された際の防災対応へと方向性が大きく変わってきた。

内閣府が令和元年5月に一部改訂した「南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドライン【第1版】」では、大規模地震の発生可能性が相対的に高まったと判断できるケースとして、「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり（スロースリップ）ケース」の3通りをあげ、それぞれのケースに対する防災対応を検討している。

気象庁では、これらのケースが発生した場合、有識者からなる「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」を開催し、その評価結果に基づき「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒や巨大地震注意）」を発表し、一定期間警戒や注意を呼び掛け、その後も引き続き、地震活動や地殻変動の状況について「南海トラフ地震関連解説情報」を適宜発表することとした。

これらの評価検討や情報発表のためには、発生した地震の地震像や余震活動、スロースリップの即時解析技術が必要となる。

（学術的背景・意義）

20年ほど前から、全国の陸域に高密度のGNSSや高感度地震計が展開され、南海トラフ沿いでは深部低周波微動・地震を伴うプレート境界の短期的スロースリップ、長期的スロースリップなどが観測され、それらの検知能力が向上してきた。一方、南海トラフの海域では、10年ほど前から地震・津波観測監視システム（DONET）が運用開始され、固着域浅部で発生する低周波微動や超低周波地震が報告されているが、常時監視には至っていない。

2016年4月に発生した紀伊半島沖の地震について、破壊領域に関する各機関の解析結果が一致せず、見解の一致をみるまで時間がかかるという事態が発生した。この原因は、海域における観測点の不足と海域の地震波速度構造の把握が不十分なことによる。1946年南海地震の破壊開始点付近の地震について、プレート境界の地震か否かを即時に判断できないという事実は、地震関係者に重く受け止められた。

10年ほど前から、光ファイバーケーブルを用いた振動計測DAS（Distributed Acoustic Sensing；分散型音響センシング）技術がパイプライン監視などセキュリティ分野で実用化されている。これは光ケーブルに光パルスを入射し、後方散乱光を観測するもので、長さ40から70kmまで、数メートルおきの場所の振動を計測できる。2、3年前からはDASを地震観測へ適用する試みも報告され

始めている。地震観測への DAS の活用が可能になれば、点から線への観測となり、既存の海底光ケーブルの活用も期待され、海域における地震監視の強化につながる可能性がある。

(気象業務での意義)

気象庁からの「南海トラフ地震臨時情報」発表のきっかけとなる「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり（スロースリップ）ケース」が発生した場合、大規模地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まっていると判断するためには、発生した地震の地震像やスロースリップの規模、広がり、時間発展などについての確に把握する必要がある。また、これらの現象発生後、大規模地震発生に至るまでの時間経過が不明なため、できる限り早く臨時情報を発表することが望ましく、解析の即時性も重要となる。このため、発生した地震の地震像を即時把握する技術の向上、大地震後の余効変動に隠れた新たなスロースリップをはじめ、各種スロースリップの把握精度向上は、「南海トラフ地震臨時情報」発表の迅速化、情報発表につながるスロースリップの監視強化のために不可欠な研究である。

また、気象庁からの要望の一つとして、南海トラフ付近での地震やスロースリップ発生がその後の巨大地震に結び付くか否かの予測がある。一つの方法として数値シミュレーションがあり、今後数年では信頼できる予測は困難ではあるものの、中長期的にモデルの改善を継続する必要がある。

研究の目的

内閣府のガイドラインに示された南海トラフでの「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり（スロースリップ）ケース」の3通りのケースに対応し、気象庁が行う解析に貢献し、地震像を即時把握することで「南海トラフ地震臨時情報」の確実な早期発表と、情報発表につながるスロースリップの監視強化に寄与することを目的とする。

研究の目標

発生した地震の規模、破壊領域など地震像を即時把握する手法を改善するとともに、把握精度を向上させる。また、多様なスロースリップの監視技術開発、把握精度向上を図る。さらに、地震観測活用のための光ファイバー振動計の検証、現在観測されているより小規模な現象を再現できるよう地震発生の数値モデルの改善を行う。

中間評価時の到達目標

- ・ 光ファイバー振動計（DAS）の試験観測を行い、地震観測への適用を検討する。
- ・ 近地地震波形を使った震源過程解析の自動化手法を開発する。
- ・ 自動震源決定について、ノイズ除去手法を開発する。
- ・ 浅部低周波微動検出手法を開発する。
- ・ 余効変動の事例解析を行い、余効変動除去について検討する。
- ・ 地震発生シミュレーションについて、メッシュの細分化、計算速度の高速化を行う。

研究成果

(1) これまで得られた成果の概要

(DAS)

- ・ 年間を通じて温度がほぼ一定であるトンネル内に全長 1 km の光ファイバーをほぼ南北、直線状に敷設し、令和 4 年 2 月から令和 4 年 12 月まで光ファイバー振動計（DAS）の試験観測を実施した。途中モルタル、土中、及び FEP 管と埋設方法を変えた折返区間を設けて加振器による振動実験を行った結果、モルタル埋設区間で観測された振幅が最も大きくなり、設置環境が振動観測に及ぼす影響を確認した。
- ・ 試験観測期間中に得られた自然地震の振幅とスペクトルは場所によって異なり、光ファイバーの敷設方法による地盤とのカップリングの違いを反映したものと推定される。埋設した区間の光ファイバーで観測した波形は、地震計で観測した南北成分の波形と相関が高く、DAS による地震観測の有効性を確認できた。

(震源過程)

- ・ 近地地震波形を用いた震源過程解析の自動化に先立ち従来方法で 2016 年 4 月 1 日の三重県南東沖の地震（Mw 5.8）を解析したところ、妥当な結果が得られなかった。これは構造不均質の影響が大きいことが原因であると推定した。この影響を回避するため、あらかじめ沈み込むプレート

面上に小断層を配置して三次元速度構造に基づくグリーン関数を計算しておく手法の開発を進め、プロトタイプを構築した。南海トラフ沿いでは観測事例が少ないため合成波形を作成し、開発した手法の検証を行った。

(自動震源決定)

- ・自動震源決定の課題の一つであるエアガン対策について、エンベロープ波形を用いた自己相関解析をPF法に組み込んで事例検証を行い、令和3年7月に気象庁の地震処理業務システムに導入された。
- ・自動震源に含まれるノイズ等の誤検知を除去するため、機械学習の一種であるアンサンブル学習（ランダムフォレストとAdaBoost）による地震ノイズ判別手法を開発した。学習の結果、AdaBoostでは震源決定数を99%以上保ったまま、ノイズを約1/5（全体の1%に相当）に低減できた。
- ・従来手法を用いて地震波を検出し深層学習(CNN)を用いてP/S/ノイズ判定することで、従来よりも約8割の誤決定が抑制されることを確認した。2011年3月から1年間の長期間にわたる地震波形に適用し、従来の地震カタログ（32万個）の約3倍に相当する92万個の微小地震カタログを新たに作成した。

(浅部低周波)

- ・DONETを用いた最大振幅とエンベロープ相関のハイブリッド法による浅部微動検出プログラムを開発し、2016年4月以降の波形から長期間にわたる浅部微動の活動状況を明らかにした。このモニタリングシステムを常時稼働させるため、プログラムを気象庁に提供するとともに、微動検出時には評価検討会等に報告した。
- ・プレート境界浅部で発生する超低周波地震を検出するため、三次元速度構造に基づく理論計算によってテンプレート波形を作成し、テンプレートマッチング法による超低周波地震検出の事例検証を進めた

(地殻変動)

- ・大地震発生後の余効変動について、他の現象が同時に発生している場合にも分離して余効変動を評価できるようにした。この手法を南海トラフ沿いのGNSS客観検知に適用し、2013年から2016年にかけて発生していた東海地方の長期的スロースリップと東北地方太平洋沖地震の余効変動を適切に分離し、長期的スロースリップの監視が行えるようになることを確認した。
- ・大地震発生後の余効変動の逐次推定・除去処理を開発した。この手法を日向灘のGNSS客観検知に適用し、1996年日向灘の地震に伴う余効変動が除去され、日向灘南部の1998～2001年の長期的スロースリップが検出されることを確認した。その長期的スロースリップのすべりの中心は宮崎・鹿児島県境沖にあり、すべりの規模はMw6.7相当であった。
- ・すべり位置推定ツールに、ひずみ、傾斜、GNSSのデータを同時に用いてすべり分布を推定するジョイントインバージョン手法を使えるよう改良した。

(地震発生シミュレーション)

- ・南海トラフ沿いプレート境界における地震性／非地震性すべりの空間的な広がりや発生周期、近年明らかになった海域での不均一なすべり欠損レート分布をある程度再現するシミュレーションモデルを構築し、東海・東南海と南海の地震連動性や長期的スロースリップの発生条件などを明らかにした。
- ・地震発生シミュレーションについて、長期的スロースリップ（LSSE）だけでなく、より小規模な短期的スロースリップ（SSSE）を再現するため、細かなメッシュの平面断層モデルを用いて各種パラメータに対するモデルの挙動を検証した。昭和東南海地震時の東海沖の割れ残りを勘案して地震発生層（アスペリティ）のパラメータを東西で変え、その深部にLSSEとSSSEに対応するパッチを置いた。その結果、M8程度の地震（西側アスペリティの破壊2回と全域破壊1回を繰り返す）間に10年間隔でM6程度のLSSE、2か月間隔でM5程度のSSSEが現れ、各現象の発生間隔や規模を概ね再現できた。なお、LSSEは全域破壊後には現れないが、SSSEは定常的に発生した。
- ・地震発生シミュレーションの計算高速化に関する手法について調査し、Hマトリクス法コードを用いることにより、これまで開発してきたコードに比べ、比較に用いたケースでは1/3程度計算時間の短縮が図られることを確認した。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

特になし。

(3) 成果の他の研究への波及状況

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」（大学及び関係機関）（令和元～5年度）において、関連分野の研究者と情報共有を行っている。

(4) 事前評価の結果の研究への反映状況

特になし。

今後の研究の進め方

光ファイバー振動計 (DAS) は、海底ケーブルを利用した観測を継続して自然地震の観測事例を積み重ね、地震観測業務に活用するための解析手法を開発する。震源過程解析は、構築したプロトタイプの性能検証とそれに基づく改良を行って南海トラフのプレート境界地震に特化した手法を完成させるとともに、特化しない迅速解析手法の開発を目指す。自動震源決定は、深層学習を用いた手法の事例検証と精度評価により業務実装に向けた検討を行う。浅部低周波微動検出は、他の現象の誤検知を除去する手法を開発して検出率の向上を図る。大地震発生後の余効変動について、より迅速な推定・除去の手法の開発を目指すとともに、スロースリップ検出手法の開発・改良を行う。地震発生シミュレーションは、短期的スロースリップ現象の再現を行う。また、多様な地震シナリオの検討を行う。

なお、本課題は、R5年度の中間評価をもって終了とし、令和6年度からはS課題（地震と津波の監視・予測に関する研究）と統合して効果的な研究の推進を図っていく。

自己点検

(1) 到達目標に対する進捗度

全体として概ね当初の計画通り進捗している。

(2) 到達目標の設定の妥当性

研究手法については計画策定時から特に変更の必要は生じておらず、妥当であった。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

研究担当者で定期的に打ち合わせを行い、研究手法について確認するなど、相互の研究がスムーズに進むようにするとともに、併任を含む本庁担当者とも適宜打ち合わせ（オンライン形式含む）を行い、研究の進捗状況や要望を共有している。

また、地震津波研究部において実施している「地震と津波の監視・予測に関する研究」（S 課題）と密接に連携して、相互に成果を活用しながら進めている。

さらに、共同研究の実施による他研究機関との連携や、以下のような競争的外部資金による研究との連携により効率的に研究を進めている。

(科研費：研究担当者が代表を務めるもの)

- ・基盤研究(C) 地殻内の歪みエネルギーの可視化による内陸地震発生メカニズムの解明
(代表：野田朱美) (2021～2023 年度)
- ・若手研究 同時多発地震に対応した自動震源推定法による隠れた微小地震活動の解明
(代表：溜渕功史) (2020～2023 年度)
- ・基盤研究(C) 地殻内大地震の発生予測に向けた応力蓄積分布の推定
(代表：野田朱美) (2018～2021 年度)

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

研究成果は、以下のように業務への活用、各種会議での検討に寄与を果している。

- ・自動震源決定の課題の一つであるエアガン対策について、エンベロープ波形を用いた自己相関解析をPF法に組み込んで事例検証を行い、令和3年7月に本庁地震火山部のREDCに導入された。作成された震源カタログは研究者に広く活用されている。
- ・日向灘沿いのGNSS客観検知ツールを作成し、令和3年8月以降評価検討会に資料を提出している。同ツールは令和4年3月に本庁地震火山部のEPOSに導入された。
- ・南海トラフの浅部低周波微動検出時に評価検討会等に資料を提出した。
- ・地殻変動データのジョイントインバージョンによるすべり分布推定ツールをEPOSに移植した。

(5) 総合評価

発生した地震の地震像を即時把握する手法の改善に向けて、機械学習等を活用し自動震源決定の精度の向上を図ることができた。また、三次元速度構造に基づく震源過程解析の開発を進めている。

多様なスロースリップの監視については、浅部低周波微動、超低周波地震検出の手法の開発・検証を進め、また、大地震発生後の余効変動の推定・除去の手法を開発してスロースリップの把握精度向上が図られた。さらに、光ファイバー振動計の地震観測の有効性が確認された。地震発生数値モデルのメッシュの細分化、計算の高速化についても着手している。

以上のように、いずれの研究目標についてもこれまでのところ研究は順調に進展しており、成果の蓄積がなされている。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：15 件

1. Kamigaichi, O., N. Matsumoto, and F. Hirose, 2021: Green's function at depth of borehole observation required for precise estimation of the effect of ocean tidal loading near coasts. *Geophysical Journal International*, 227, 275-286.
2. Matsubara, M., Shiomi, K., Baba, H., Sato, H., and Nishimiya T., 2021: Improved geometry of the subducting Philippine Sea plate beneath the Suruga Trough. *Global and Planetary Change*, 204, 103562.
3. Noda, A., T. Saito, E. Fukuyama, and Y. Urata, 2021: Energy-based scenarios for great thrust-type earthquakes in the Nankai trough subduction zone, southwest Japan, using an interseismic slip-deficit model. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 126, e2020JB020417.
4. Tamaribuchi, K., Hirose, F., Noda, A., Iwasaki, Y., Iwakiri, K., Ueno, H., 2021: Noise classification for the unified earthquake catalog using ensemble learning: the enhanced image of seismic activity along the Japan Trench by the S-net seafloor network. *Earth, Planets and Space*, 73, 91.
5. Yamada, M., K. Tamaribuchi, S. Wu, 2021: The Extended Integrated Particle Filter Method (IPFx) as a High-Performance Earthquake Early Warning System. *Bulletin of the Seismological Society of America*.
6. Tsuyuki, T., A. Kobayashi, R. Kai, T. Kimura and S. Itaba, 2021: Joint inversion of strain and tilt data using the Akaike's Bayesian information criterion to map detailed slip distributions of short-term slow slip events. *Earth, Planets and Space*, 73, 181.
7. Hirose, F., K. Maeda, K. Fujita, and A. Kobayashi, 2022: Simulation of great earthquakes along the Nankai Trough: reproduction of event history, slip areas of the Showa Tonankai and Nankai earthquakes, heterogeneous slip-deficit rates, and long-term slow slip events. *Earth, Planets and Space*, 74, 131.
8. Ogiso, M., and K. Tamaribuchi, 2022: Spatiotemporal evolution of tremor activity near the Nankai Trough trench axis inferred from the spatial distribution of seismic amplitudes. *Earth, Planets and Space*, 74, 49.
9. Saito, T., and A. Noda, 2022: Mechanically Coupled Areas on the Plate Interface in the Nankai Trough, Japan and a Possible Seismic and Aseismic Rupture Scenario for Megathrust Earthquakes. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 127, e2022JB023992.
10. Tamaribuchi, K., M. Ogiso, and A. Noda, 2022: Spatiotemporal distribution of shallow tremors along the Nankai Trough, Southwest Japan, as determined from waveform amplitudes and cross-correlations. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 127, e2022JB024403.
11. Panayotopoulos, Y., H. Baba and T. Nishimiya, 2023: Ocean Bottom Seismometers in Suruga Bay reveal a shear zone inside the Philippine Sea plate slab. *Tectonophysics*, 861, 229902.
12. Tamaribuchi, K., S. Kudo, K. Shimojo, and F. Hirose, 2023: Detection of hidden earthquakes after the 2011 Tohoku earthquake by automatic hypocenter determination combined with machine learning. *Earth, Planets and Space*, 75, 155.
13. 西宮隆仁, 勝間田明男, 2021: スロー型津波地震に対する気象庁マグニチュードの評価.

気象研究所研究報告, 70, 1-19.

14. 工藤祥太, 下條賢梧, 溜渕功史, 2023: 1次元畳み込みニューラルネットワークを用いた地震波形検出. 駿震時報(論文), 86, 4.
15. 小林昭夫, 2023: GNSS データによる非定常地殻変動検出手法の改良ー共通ノイズ除去手法の改善・日向灘への対象領域の拡張・余効変動を除去した非定常変位監視手法の提案ー. 気象研究所研究報告.

(2) 査読論文以外の著作物(翻訳、著書、解説): 13 件

1. 気象研究所, 2021: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検出. 地震予知連絡会会報, 106, 433-435.
2. 気象研究所, 2021: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 106, 23-27.
3. 気象研究所, 2022: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検出. 地震予知連絡会会報, 107, 395-397.
4. 気象研究所, 2022: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 107, 40-44.
5. 野田朱美, 2022: エネルギー収支を考慮した地震発生シナリオ構築の新手法. 地震予知連絡会会報, 107, 515-521.
6. 気象研究所, 2022: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検出. 地震予知連絡会会報, 108, 439-441.
7. 気象研究所, 2022: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 108, 24-28.
8. 気象研究所, 2023: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 109, 38-42.
9. 気象研究所, 2023: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検出. 地震予知連絡会会報, 109, 433-435.
10. 気象研究所, 2023: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 110, 20-24.
11. 気象研究所, 2023: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検出. 地震予知連絡会会報, 110, 287-289.
12. 野田朱美, 2023: 南海トラフで将来発生するのはどんな地震?ープレート境界における地震シナリオ作成手法の開発ー. 日本地震学会広報誌「なみふる」, 132, 6-7.
13. 野田朱美, 2023: 力学的カップリングに基づくプレート境界大地震のシナリオ作成手法の開発. Slow-to-Fast 地震学ニュースレター, 2.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等: 3 件

1. Noda, A., and T. Saito, Energy-based method to generate rupture scenarios for megathrust earthquakes in the Nankai trough subduction zone, southwest Japan: A necessary condition for earthquake generation, AGU Fall Meeting 2021, 2021 年 12 月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
2. Noda, A., and T. Saito, Energy-based scenarios for Nankai trough earthquakes: The impacts of aseismic slip events on strain energy accumulation, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2022, 2022 年 9 月, 奈良
3. Tamaribuchi, K. and H. Kimura, Detection of hidden earthquakes after the 2011 Mw9.0 Tohoku earthquake and their relation to regional crustal deformation, 第 28 回国際

測地学地球物理学連合総会（IUGG2023），2023年7月，ドイツ，ベルリン

・国内の会議・学会等：30件

1. 西宮隆仁，長周期成分モニターを活用したマグニチュード推定，JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月，オンライン
2. 野田朱美，齊藤竜彦，エネルギーバランスを考慮した南海トラフプレート境界地震の発生シナリオ：地震履歴に基づく応力蓄積モデル，JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月，オンライン
3. 松原 誠，汐見勝彦，馬場久紀，佐藤比呂志，西宮隆仁，駿河トラフから東海地域に沈み込むフィリピン海プレート形状，日本地震学会 2021 年度秋季大会，2021 年 10 月，オンライン
4. 野口恵司，林元直樹，溜渕功史，小寺裕貴，Hi-net 活用のための IPF 法の高度化，東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象のリアルタイム監視予測システムと利活用」，2022 年 1 月，オンライン
5. 小木曾 仁，溜渕功史，地震波振幅の空間分布から推定した紀伊半島南東沖で発生する浅部低周波微動の時空間分布：2020 年 12 月から 2021 年 1 月，日本地震学会 2021 年度秋季大会，2021 年 10 月，オンライン
6. 溜渕功史，小木曾 仁，野田朱美，浅部低周波地震モニタリングシステムの構築，東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象のリアルタイム監視予測システムと利活用」，2022 年 1 月，オンライン
7. 溜渕功史，機械学習による地震波検測の実用化に向けた検討，研究集会「機械学習時代の地震研究」，2022 年 3 月，オンライン
8. 永井あすか，馬場久紀，笠谷貴史，横山由香，中尾風佐，佐柳敬造，大上隆史，西宮隆仁，坂本泉，阿部信太郎，篠原雅尚，Exploration of Turbidity Current occurred in northern Suruga Bay by Typhoon No. 24 in 2018. -Traces Turbidity Current survey by R/V Shinsei Maru KS-21-1 Cruise-, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月，千葉県千葉市&オンライン
9. 西宮隆仁，3次元構造を反映した地震波の Green 関数を用いた震源過程解析の試み，JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月，千葉県千葉市&オンライン
10. Noda, A., and T. Saito, Energy-based scenarios for interplate great earthquakes taking aseismic slips outside seismogenic zone into account, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月，千葉県千葉市&オンライン
11. 溜渕功史，深層学習による地震波検測の検討，第 41 回若手地震工学研究者の会セミナー，2022 年 9 月，長崎県長崎市
12. 平松祐一，田中愛幸，小林昭夫，スロースリップ信号の検出に向けた石垣島地方気象台における連続重力データの解析（第二報），日本測地学会第 138 回講演会，2022 年 10 月，鹿児島（ハイブリッド）
13. 西宮隆仁，永井あすか，中尾風佐，馬場久紀，小林昭夫，溜渕功史，駿河湾における OBS 観測の概要と観測記録への微動検出手法適用の試み，2022 年度 第 1 回「南海トラフ～南西諸島海溝の地震・津波に関する研究会」，2022 年 10 月，東京都千代田区
14. 中川茂樹，青山 裕，高橋浩晃，前田拓人，内田直希，山本 希，大竹和生，鶴岡 弘，青木陽介，前田裕太，大見士朗，中道治久，大久保慎人，松島 健，八木原寛，汐見勝彦，植平賢司，上田英樹，宮岡一樹，溜渕功史，本多亮，関根秀太郎，マルチプラットフォーム次世代 WIN システムの開発（2），日本地震学会 2022 年度秋季大会，2022 年 10 月，北海道札幌市
15. 野田朱美，齊藤竜彦，プレート境界の力学的カップリングの推定：相模トラフ沿いプレート境界で発生する大地震の多様性，日本地震学会 2022 年度秋季大会，2022 年 10 月，北海道札幌市
16. 溜渕功史，工藤祥太，2011 年東北地方太平洋沖地震後の未カタログイベントの検出，日本地震学会 2022 年度秋季大会，2022 年 10 月，北海道札幌市
17. 永井あすか，西宮隆仁，中尾風佐，馬場久紀，長尾年恭，駿河湾の海底地震計で観測される

波形の種類についてー巨大地震震源域での低周波微動検出の試みー，日本地震予知学会 2022 年度学術講演会，2022 年 12 月，京都府京都市

18. 溜瀧功史，工藤祥太，下條賢梧，機械学習を実装した自動震源決定システムの開発，東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測・情報利活用」，2023 年 1 月，東京都文京区
19. 溜瀧功史，工藤祥太，下條賢梧，機械学習を併用した自動震源決定による微小地震の検出，第 238 回地震予知連絡会，2023 年 2 月，東京都
20. 溜瀧功史，ランダムフォレストを用いたクラスタリングによる前震活動の検出，研究集会「機械学習×地震研究」，2023 年 3 月，オンライン
21. 野田朱美，プレート境界の力学的カップリング・インバージョン：地震シナリオの不確定性評価に向けて，震源インバージョンワークショップ，震源インバージョンは地震現象をどこまで解像できるのか？，2023 年 7 月，東京都文京区
22. 溜瀧功史，野口恵司，林元直樹，震源即時推定における観測網の統合解析，第 42 回若手地震工学研究者の会セミナー，2023 年 9 月，新潟県妙高市
23. Panayotopoulos, Y., H. Baba, T. Nishimiya, Seismological evidence of a shear zone inside the Philippine Sea plate slab in Suruga Bay, 日本地震学会 2023 年度秋季大会，2023 年 10 月，神奈川県横浜市
24. 野口恵司，溜瀧功史，林元直樹，小寺祐貴，緊急地震速報の震源推定手法の IPF 法への一本化，日本地震学会 2023 年度秋季大会，2023 年 11 月，神奈川県横浜市
25. 中川茂樹，青山 裕，高橋浩晃，前田拓人，山本 希，鶴岡 弘，青木陽介，内田直希，前田裕太，大見士朗，中道治久，大久保慎人，松島 健，八木原寛，汐見勝彦，植平賢司，上田英樹，下山利浩，溜瀧功史，大竹和生，本多 亮，関根秀太郎，マルチプラットフォーム次世代 WIN システムの開発（3），日本地震学会 2023 年度秋季大会，2023 年 11 月，神奈川県横浜市
26. 溜瀧功史，地震識別手法の高度化に基づく地震動即時予測の改善と特異な地震活動の解明，日本地震学会 2023 年度秋季大会，2023 年 10 月，神奈川県横浜市
27. 直井 誠，溜瀧功史，大柳修慧，加藤慎也，一元化震源データを利用した深層学習検出器の再学習の試み，東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用：更なる高度化と新たな展開」，2024 年 1 月，東京都文京区
28. 溜瀧功史，機械学習を実装した自動震源決定システムの開発（その 2），東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用：更なる高度化と新たな展開」，2024 年 1 月，東京都文京区
29. 山田真澄，鶴岡 弘，溜瀧功史，ETAS モデルを考慮した震源推定：能登半島地震のケーススタディ，東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用：更なる高度化と新たな展開」，2024 年 1 月，東京都文京区
30. 溜瀧功史，木村久夫，弘瀬冬樹，山本剛靖，2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動と地殻変動の関係，ISM STAR-e workshop，2024 年 2 月，東京都立川市

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等：5 件

1. Noda, A., and T. Saito, Energy-based scenarios for megathrust earthquakes in the Nankai trough subduction zone, southwest Japan, International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021, 2021 年 9 月，（オンライン）
2. Tamaribuchi, K. and M. Ogiso, Shallow low frequency earthquake monitoring system based on envelope cross-correlation and amplitude, International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021, 2021 年 9 月，オンライン
3. Yuichi Hiramatsu, Yoshiyuki Tanaka and Akio Kobayashi, Gravity data analysis to extract temporal gravity anomalies during the slow slip events in the Ryukyu Trench, International Joint Workshop on Slow Earthquakes 2021, 2021 年 9 月

4. Yamada, M., K. Tamaribuchi, S. Wu, and D.Y. Chen, IPFx: extended integrated particle filter method for earthquake early warning and application to the international networks, AGU Fall Meeting 2023, 2023 年 12 月, 米国, San Francisco
5. Tamaribuchi, K. and H. Kimura, Relationship between inland seismicity and crustal deformation after the 2011 Tohoku earthquake derived from the refined earthquake catalog, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール

・国内の会議・学会等：20 件

1. 平松祐一, 田中愛幸, 小林昭夫, 琉球海溝におけるスロースリップ起源の重力変動を抽出するための重力データ解析, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
2. 小林昭夫, スロースリップ客観検出手法の GNSS 時間値への適用, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
3. 溜渕功史, 2011 年東北地方太平洋沖地震後の自動微小地震カタログ: 教師ありアンサンブル学習による地震ノイズ判別の適用, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
4. 田中昌之, 小林昭夫, 西宮隆仁, 依田幸英, 中原 剛, さまざまな設置方法の光ファイバを用いた DAS 試験観測, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
5. 溜渕功史, 小木曾 仁, エンベロープ相関と振幅に基づく浅部低周波地震モニタリングシステム, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
6. 平松祐一, 田中愛幸, 小林昭夫, スロースリップ信号の検出に向けた石垣島気象台における重力解析 (第一報), 日本測地学会第 136 回講演会, 2021 年 11 月, オンライン
7. 平松祐一, 田中愛幸, 小林昭夫, Preliminary analysis of continuous gravity measurement data obtained at a long-term slow slip area in the Ryukyu Trench, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
8. 勝間田明男, 西宮隆仁, 速度構造の震源決定位置への影響について (4), JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
9. 小林昭夫, 木村一洋, 発生した地震の余効変動を除去した GNSS 非定常変位の検出, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
10. 溜渕功史, 深層学習による地震波検出の検討: 2011 年東北地方太平洋沖地震前後への適用, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
11. 勝間田明男, 島淳元, 西宮隆仁, 能登半島で発生している群発地震について, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
12. 西宮隆仁, 3 次元構造を反映した地震波の Green 関数を用いた 2004 年紀伊半島沖の地震 (MJ 7.1) の震源過程解析, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
13. Panayotopoulos, Y., S. Abe, H. Baba, N. Nakao and T. Nishimiya, Report from 5 years Ocean Bottom Seismometer observations in Suruga Bay, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
14. 田中昌之, 小林昭夫, DAS で捉えた人工振動の振幅について, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
15. Noda, A., and T. Saito, An Inversion Method to Estimate Mechanically Coupled Areas on the Plate Interface, AGU Fall Meeting 2022, 2022 年 12 月, 米国, シカゴ&オンライン
16. 勝間田明男, 島淳元, 西宮隆仁, 能登半島で発生している群発地震について (2), JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
17. 西宮隆仁, 弘瀬冬樹, 疑似観測波形を用いた南海トラフ地震の近地震源過程解析の試み, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
18. 溜渕功史, 木村久夫, 自動震源カタログによる 2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動度の定量評価, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン

19. 田中昌之, 小林昭夫, DAS で捉えた人工振動の振幅について (2), JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
20. 西宮隆仁, 弘瀬冬樹, 南海トラフ沿いのプレート間地震を対象とした近地震源過程解析手法, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 神奈川県横浜市

(4) 投稿予定論文

報道・記事

- ・弘瀬冬樹、ラヂオつくば（コミュニティ FM）（2020 年 6 月 7、14、21 日）「地震の話」他
- ・溜瀧功史、より早く正確な緊急地震速報に向けて－複数の地震観測網を統合した計算手法を開発－、2021 年 5 月 7 日、報道発表（京都大学、気象研究所、統計数理研究所）
- ・野田朱美、関東大震災から 100 年～次の関東地震に備える、海洋研究開発機構広報誌 Blue Earth（2023 年 3 月）

その他（「成果の他の研究への波及状況」関連）

なし

2. 3. 研究終了報告

本節には、気象研究所が令和5年度に終了時評価を実施した経常研究、地方共同研究について、課題毎に研究成果等を掲載した。

2. 3. 1. 経常研究

・ M 地球システム・海洋モデリングに関する研究	36
・ P 大気の流れ過程の解明とモデル化に関する研究	98
・ D データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究	147
・ T 台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究	196
・ C 気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究	244
・ S 地震と津波の監視・予測に関する研究	302
・ A シームレスな気象予測の災害・交通・産業への応用に関する研究	326
・ V 火山活動の監視・予測に関する研究	354

2. 3. 2. 地方共同研究

・ メソアンサンブルを利用した決定論的予測技術の改善	385
・ 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究	394

M 地球システム・海洋モデリングに関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：山中吾郎（全球大気海洋研究部長／令和3～5年度）
 行本誠史（全球大気海洋研究部長／令和2年度）
 前田修平（全球大気海洋研究部長／令和元年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

副課題代表者：石井正好（全球大気海洋研究部）

研究担当者：

- 〔全球大気海洋研究部〕 吉村裕正、出牛 真、吉田康平、新藤永樹（令和3～4年度）、
 高谷祐平、足立恭将（令和2～5年度）、
 大島 長、中野英之（令和3～5年度）、
 浦川昇吾、平原翔二（令和4～5年度）
- 〔気象予報研究部〕 川合秀明、長澤亮二、庭野匡思（令和3～5年度）、
 新藤永樹（令和5年度）
- 〔気象観測研究部〕 堀田大介（令和3年度）
- 〔気候・環境研究部〕 保坂征宏、水田 亮、田中泰宙（令和3年度）、
 辻野博之、行本誠史（令和3～5年度）
- 〔応用気象研究部〕 小畑 淳（令和元～4年度）

（副課題2）マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

副課題代表者：中野英之（全球大気海洋研究部／令和3～5年度）、
 山中吾郎（全球大気海洋研究部／令和元～2年度）

研究担当者：

- 〔全球大気海洋研究部〕 豊田隆寛、坂本 圭（令和元～4年度）、
 浦川昇吾、川上雄真（令和3～5年度）、
 青木邦弘（令和5年度）、高野洋雄（令和元～3年度）、
 藤井陽介、碓氷典久、広瀬成章、吉村裕正、高谷祐平、
 新藤永樹（令和元～4年度）
- 〔気象予報研究部〕 新藤永樹（令和5年度）
- 〔気候・環境研究部〕 辻野博之
- 〔応用気象研究部〕 高野洋雄（令和4～5年度）

（副課題3）次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

副課題代表者：石川一郎（全球大気海洋研究部／令和4～5年度）、
 高野洋雄（全球大気海洋研究部／令和元～3年度）

研究担当者：

- 〔全球大気海洋研究部〕 藤井陽介、碓氷典久、広瀬成章、山中吾郎、中野英之、豊田隆寛、
 坂本 圭（令和元～4年度）、浦川昇吾、青木邦弘（令和5年度）、
 川上雄真（令和4～5年度）、石川一郎（令和元～3年度）、高谷祐平
- 〔気象観測研究部〕 岡本幸三、石橋俊之
- 〔気候・環境研究部〕 遠山勝也
- 〔応用気象研究部〕 高野洋雄（令和3～5年度）

（副課題4）全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

副課題代表者：吉村裕正（全球大気海洋研究部／令和4～5年度）、
 石川一郎（全球大気海洋研究部／令和元～3年度）

研究担当者：

- 〔全球大気海洋研究部〕 高谷祐平、新藤永樹（令和元～4年度）、齊藤直彬（令和元～2年度）、
 足立恭将（令和2～5年度）、平原翔二（令和5年度）、

藤井陽介、豊田隆寛、山中吾郎（令和元～2年度）、
中野英之（令和3～5年度）、浦川昇吾、吉田康平、
出牛 真（令和3～5年度）

〔気象予報研究部〕川合秀明、新藤永樹（令和5年度）

〔気候・環境研究部〕保坂征宏、今田由紀子（令和元～4年度）、小林ちあき、辻野博之

〔応用気象研究部〕行本誠史（令和元年度）

（副課題5）化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

副課題代表者：眞木貴史（全球大気海洋研究部）

研究担当者：

〔全球大気海洋研究部〕関山 剛、出牛 真、大島 長、梶野瑞王、足立光司

〔気象観測研究部〕酒井 哲、吉田 智、近藤圭一（令和元～3年度）

〔台風・災害気象研究部〕永井智広（令和元～3年度）

〔気候・環境研究部〕直江寛明、田中泰宙（令和元～3年度）

〔応用気象研究部〕川端康弘（令和元～2年度）

研究協力者：【氏名（機関）】

金濱貴史（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和2年度、同数値予報モデル技術開発室；令和3～5年度）、平原幹俊（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、延与和敬（環境・海洋気象課；令和元～3年度）、山田広大（環境・海洋気象課；令和4～5年度）、檜垣将和（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～4年度）、櫻木智明（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、吉田拓馬（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和2～5年度）、浅井博明（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、杉本裕之（気候情報課）、田口幸輝（海洋気象情報室、令和3～4年度）、八木晃司（海洋気象情報室；令和3～5年度）、桜井敏之（海洋気象情報室；令和元～2年度）、吉田久美（海洋気象情報室；令和元～2年度）、小林熙（海洋気象情報室；令和元～2年度）、伊藤享洋（海洋気象情報室、令和元年度）、坂本 圭（海洋気象情報室；令和5年度）、後藤恭敬（海洋気象情報室、令和5年度）、平原翔二（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～3年度）、小森拓也（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、久保勇太郎（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～3年度、同数値予報モデル基盤技術開発室；令和4～5年度）、上清直隆（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～2年度）、永井康之（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～2年度）、高倉寿成（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和3～5年度）、中村 貴（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、鎌田 茜（数値予報課地球システムモデル技術開発室）、中川勝之（数値予報課地球システムモデル技術開発室；令和元～3年度）、小木昭典（環境・海洋気象課）、佐々木泰憲（環境・海洋気象課；令和元～2年度）、諸藤隆史（環境・海洋気象課；令和元～2年度）、千葉丈太郎（気候情報課；令和元年度）、石崎士郎（気候情報課；令和元年度）

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

近年、集中豪雨・台風等の災害をもたらす顕著な現象が激甚化している。また、地球温暖化の進行を背景として大気や海洋の長期変化の予測の重要性が増大している。さらに、温室効果ガスや汚染物質の排出増加にともない、地球環境の監視・予測技術の重要性が増大している。これらの相互作用を適切に取り扱いながら数値解析予測モデルの研究を進めることは、「気候変動適応」の法制化に対応する高精度の温暖化予測と気候変動が全球から地域までのそれぞれにもたらす影響の評価に大きく資する。

一方、気象庁では平成30年交通政策審議会気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」、及びそれを受けた「2030年に向けた数値予報技術開発重点計画」が策定され、2030年を見据え、数日先の台風・集中豪雨の予測から数十年以上先の地球温暖化予測まで精度向上が求められている。

（学術的背景・意義）

これまでの数値解析予報モデルは地球温暖化予測や季節予報を目的としたモデルを除き、大気、海洋、波浪、物質輸送など（以下、構成要素）のモデルが個別に開発されてきた。気象庁の現業

で使用しているモデルも多くがそれぞれの業務目的に対応した構成要素を予測対象としており、他は境界値などの形で与えて各構成要素間の相互作用が適切に扱われていない。

このため、大気、海洋、波浪、陸面、雪氷、物質輸送等の地球システムを構成する多様な地球システムの各構成要素とそれらの相互作用を「地球システム」として総合的に扱う数値解析予測モデルによって精緻に解析・予測することが重要である。多様な目的に対応するための階層的な「地球システムモデル」（気象庁「2030 年に向けた数値予報技術開発重点計画」より）の考え方にに基づき、現業と研究の双方に利用できる最先端の数値解析予測システムを構築する。

ここで、階層的な「地球システムモデル」とは、対象とする現象の予測に重要な各地球システム要素のモデルを組み込み、目的ごとに必要とされる複雑さと精密さで地球の諸現象をより正確に再現するためのモデルを意味する。予測の精度を上げていくには、各要素モデル間で連携しながら開発を進めていく必要がある。本研究課題ではその考え方に基づいて研究を進める。

（気象業務での意義）

「地球システムモデル」の成果が気象庁の現業モデルで最大限利用できるように研究を進める。利用方法としては、ひとつの同じモデルを多業務に適用するのではなく、階層的な「地球システムモデル」の考え方に基づいたモデルを開発し、それを構成する「コンポーネント」をできるだけ共有できるようにして各現業モデルで利用する形で貢献することを想定する。これにより、地球温暖化を背景とする台風・集中豪雨などの顕著現象、季節予報、海況監視予測、物質循環等の予測に貢献する。また、「気候変動適応法」に対応するための温暖化予測情報に高い精度を持つ情報を提供する。

研究の目的

（全体）

気象研究所における数値予報モデル開発関連の研究について、地球の大気、海洋、陸面・雪氷、大気微量成分など地球システムを構成する各要素を総合的に扱う「地球システムモデル」の考え方に基づいた研究を進める。これにより、地球システムの構成要素の関連性とそれらの相互作用を適切に扱い、その成果を様々な時間・空間スケールの現象の高精度の解析と予測に適用させられる「階層的」な「地球システムモデル」の考え方に基づいた統合的な研究課題とし、次世代の現業数値予報モデルの仕様に係る指針を得る。

（副課題 1）気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

幅広い時間・空間スケールの現象を高精度に表現可能な地球システムモデルを開発することにより、気象・気候予測の精度向上と不確実性低減に貢献する。

（副課題 2）マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

様々な時空間スケールに対応した海洋予測技術を開発することにより、気候変動予測情報や日本周辺の海洋環境情報の高度化に貢献する。

（副課題 3）次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

海洋及び大気海洋結合に関連したデータ同化システムの改良を通じて、沿岸の詳細な海況情報の発表や大気海洋結合モデルを用いた週間・1 か月アンサンブル予報や季節予報などで用いる初期値の改善に貢献する。

（副課題 4）全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

季節予測システムの改良を通じて、現業季節予報の精度向上に貢献する。その成果を利用しながら週間・1 か月予報の改良を進める。

（副課題 5）化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

エアロゾル、オゾン、温室効果ガス等（大気微量成分）の動態をシミュレートする化学輸送モデルを高度化する。また、これらの物質に関して多様なリモートセンシング観測データを用いて分布に関する監視と、化学輸送モデルを検証・改良すると共に、データ同化技術を開発・改良する。また、これらの各種プロダクトや手法を用いた応用研究（視程、排出量逆解析等）を実施する。

研究の目標

(全体)

地球システムの構成要素の関連性とそれらの相互作用を適切に扱い、地球システムの様々な時間・空間スケールの現象について高精度の解析と予測を行う。

(副課題1) 気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

高解像度化を可能にする新しい地球システムモデルを開発し、数日以上前からの台風の発生や強度の予測など、気象予測の新たな可能性を探る。また、積雲対流過程、境界層過程、雲物理過程など各種物理過程や物質循環過程を高度化し、全球規模の気候変動予測の高精度化を図るとともに、台風や梅雨など地域規模の現象の高精度な再現と変動予測を可能とする。

(副課題2) マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

- ・海洋モデルの高解像度化に対応して、物理プロセスを改良する。
- ・様々な時空間スケールに対応した海洋予測技術を開発する。
- ・開発した海洋モデルを用いて、気候変動に関わる海洋循環や海面水位等の変動プロセスを解明する。
- ・海洋モデルの開発効率を向上させるため、海洋モデル開発基盤の整備を行う。

(副課題3) 次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

- ・平成30年度までに開発した全球海洋データ同化システム及び日本近海海洋データ同化システムを現業化する。
- ・海況の再現性改善に向け、衛星海面水温の直接同化などを用いた新たな海洋データ同化手法を開発する。
- ・開発した海洋データ同化システムを適用して大気海洋結合同化システムを改良し、改善した大気海洋結合モデル初期値を作成すると共に、結合同化の解析インパクトを明らかにする。
- ・海洋観測の効率化や最適化に向け、海洋観測データのインパクト評価を行う。

(副課題4) 全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

令和3年度現業化を目標として次期季節予測システムの開発・改良を行う。さらに将来の季節予測システムに向けた開発と1か月より短い予報の大気海洋結合化を含むフィジビリティ研究を行う。

(副課題5) 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

- ・気象研究所地球システムモデル(MRI-ESM2)におけるエアロゾル、オゾン等の化学輸送モデルを高度化する。
- ・領域化学輸送モデルを高解像度化すると共に、気象庁領域モデル(asuca)対応を行う。
- ・エアロゾル、オゾン等大気微量気体をシームレスに取り扱う全球化学統合モデルを開発する。
- ・ライダー・衛星・地上(分光日射)観測により、エアロゾル等の分布を監視する。
- ・衛星に関しては衛星から組成別の光学的厚さ算出を目指す。
- ・大気微量成分のデータ同化システムを開発・高度化して、エアロゾル・オゾンに関しては本庁での業務開始・高度化を支援する。
- ・エアロゾル・オゾンに関する再解析を高度化する。
- ・温室効果ガス輸送モデルや逆解析を高度化する。
- ・視程・排出量逆解析に関する技術開発を進める。

研究成果

(1) 成果の概要

(全体)

地球システムを構成する各要素技術が本研究課題の下で集約されたことにより、有機的なモデル開発が可能になった。大気モデル、海洋-海氷モデルなど各コンポーネントの改良を行い、地球システムモデルの気候変動再現性能を向上させるとともに、高速化・高解像度化への対応を進め、地球システムモデルの高度化を達成した。また各要素の相互作用を精緻に扱うことにより、大気化学と気候との相互作用の研究や高分解能大気海洋結合モデルの開発が進むとともに、衛星海面水温直接同化手法や大気海洋結合同化システム、AIの活用など、次世代の現業数値予報モデルの高度化に繋がる技術の開発が進展した。加えて、日本沿岸海況監視予測システムや季節予報システムなどの現

業システムの開発や、CMIP6 への参加を通じた IPCC AR6 への貢献、「日本の気候変動 2020」の執筆など、気象庁業務にも貢献した。

(副課題 1) 気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

(a) 新地球システムモデル開発

- ・気象庁現業使用の大気モデルと陸面モデルを、新しく開発した地球システムモデル (MRI-ESM) に導入し、大気・海洋モデルの力学フレームや物理過程の改良を行い、MRI-ESM バージョン 3.2 を構築した。陸面モデルでは、この気候モデル化に加えて、最新の積雪アルベドスキームや陸域炭素循環モデルの導入を行い、陸上での気候状態や物質循環過程の改善を図った。前バージョンのモデルは高い気候変動再現性能を持つことが分かっているが、初期実験の結果によれば、MRI-ESM3.2 はそれを上回ることが確認された。また、境界層スキームと浅い対流スキームには、MRI-ESM2 の独自開発となる Eddy-Diffusivity Mass-Flux (EDMF) を導入し、対流圏下層の温度や湿度のバイアスの低減を試み、EDMF の導入効果は大きいことや、問題となっている大気対流圏下部の乾燥バイアス低減が期待できることが分かった。

(b) 大気モデルの高解像度化と高速化

- ・空間解像度 10km 以下の全球大気モデルを実現するために、現業モデルをベースとする新しい大気モデル (MRI-AGCM4) に、スペクトルモデルの計算効率を高める二重フーリエ級数によるスペクトル表現の開発、非静力学モデルへの拡張、そして格子モデルとスペクトルモデルを併用するハイブリッドモデルの開発を進めた。二重フーリエ級数と非静力化の作業は完了し、成果をとりまとめた。二重フーリエ級数を採用した高解像度非静力学全球大気スペクトルモデル (解像度 3.9km) に低解像度の海洋モデルを結合した現実的な台風再現実験からは、現実的な台風示度や降水分布を再現できる可能性が高いことを確認した。現業モデルの導入や当課題で実施した通信性能の向上により、以前の大気モデルよりも 4 倍以上の高速計算が実現し、さらに上述の二重フーリエ級数を導入したことで高解像度計算においても速度向上が可能となった。

(c) 地球システムモデル評価とモデル利用拡充

- ・中期計画の 1、2 年目に第 6 期国際結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP6) の参加のために、当研究所開発の地球システムモデル MRI-ESM2 による計算の実施を行い、予定していた全ての計算 (コア実験と 12 のサテライト実験) を完了して、CMIP6 の国際データ交換システム (ESGF) へ実験データを提出した。併せて、MRI-ESM2 に関連する記述論文などの 5 編を作成し、各種物理プロセスを改良したことによる大気と海洋のモデル気候値が改善されたことや、雲に関連した物理スキームや化学との相互作用過程についての丹念な検証・改良作業により劇的に雲や放射のバイアスが改善されたことを示した。また、CMIP6 成果とりまとめ論文の作成に国際協力の下で関与した。以上の成果は、気候変動に関する政府間パネルの第六次評価報告書で多数引用され、現在深刻化する地球温暖化の実態と今後の見通しに関する情報の信頼性向上に貢献した。さらに、研究成果は、上記の MRI-ESM3.2 の開発に反映され、陸域生態系モデルの改良による炭素循環プロセスの再現性の向上などの成果にも結びついた。地球温暖化の感度を左右する当機関開発の層積雲スキームは、国際的な注目を得た。上記のように MRI-ESM2 は CMIP6 の中で十年規模気候予測実験を含む様々な応用実験で使用され成果を挙げた。加えて、気象研究所のモデル開発者と利用者の意思疎通を高めながら、更なるモデル応用の拡大に努めた。

(d) 最先端地球化学モデルの成果

- ・CMIP6 で用いられた地球システムモデルでは、大気化学変化を表現するモデルとエアロゾル輸送モデルの両者が結合するように構成された国際的にも先進的なモデルとして位置付けられる。この構成による最先端レベルの CMIP6 実験が国内唯一で実施され、多くの国際連携研究が進行し、20 編以上の共著論文の形で成果がまとめられた。これらの成果から、MRI-ESM2 で再現された対流圏オゾン量は CMIP6 参加モデル中では平均的水準にあり衛星観測などとの対応も良く、中国における日射量観測や東アジアの PM2.5 観測された季節変化を再現しているなど、MRI-ESM2 の化学変数の再現性能が高いことが分かった。以上の大気化学関連モデルの評価・検証結果は MRI-ESM3.2 の開発において考慮され、新しい大気モデルへのエアロゾルモデルと大気化学モデルを結合する作業を行った。

(副課題2) マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究**(a) 海洋モデルのプロセス改良**

以下を気象研究所共用海洋モデル(MRI.COM)に導入した。

- ・海面境界過程におけるサブグリッドスケールのパラメタリゼーションの改良として、気象庁の全球大気モデル(GSAM)で使われているECMWF基準のバルク法に基づく海面フラックスを導入し、GSAMとの結合の際のショックの低減を図った。
- ・海氷モデルの再現性向上のため、海氷中塩分を一定値でなく可変とし、海氷にメルトポンドプロセスを表現可能とし、観測データを基に海氷モデルの最適なパラメータを決定した。
- ・中規模渦を解像できない解像度のモデル用に、数値不安定による偽の負値が生じない新しい等密度面混合スキームを導入した。
- ・潮汐による碎波の影響を考慮した鉛直拡散スキームを導入し、低解像度モデルにおいては長い時間スケールの深層循環を改善し、高解像度モデルにおいては、海底地形等の不均一性による影響を表現できるようになった。
- ・格子内で一様でない温度／塩分分布の効果を圧力に反映したスキームを導入することで、様々な解像度のモデルにおいてより高解像度の効果の一部を取り込んだ。

(b) 次世代の海洋予測技術の開発

- ・大気の短期予報への海洋結合のインパクトの予備調査として、海洋の初期化や上記の海面フラックスを変更することで、結合時の初期ショックを抑えた高分解能大気海洋結合モデルを構築した。また、このモデルを用いて短期(～10日先)の予報実験を実施するとともに、予報結果における大気モデルや海洋モデルの水平解像度依存性などについて本庁数値予報課と協力して調査を進め、台風及び、赤道不安定波動について論文化した。
- ・大気モデルへの波浪結合のインパクトの予備調査として、大気波浪結合モデルのプロトタイプ(大気モデル: TL319L100、波浪モデル: MRI-III、解像度 0.5°)を開発し、動作確認・改良を進めるとともに、予備的な調査として結合インパクトを調べた。
- ・日本海況監視予測システムのさらなる利活用を進める上で、日本海況監視予測システムからのダウンスケールを可能とするモデルの開発を進め、津軽海峡および室戸岬沖モデルを開発した。

(c) 海洋変動機構の解明

- ・海洋モデルの国際比較実験(OMIP)の解析を通じて海洋モデルのバイアス等の特性を把握し、パラメタリゼーションの違いによるそれらのバイアスと水塊変質過程の関係等を調査した。
- ・海洋変動の時空間的構造を理解する上での新しい取り組みとして、エネルギーフラックスの定式化(Aiki et al., 2017)に基づいたエネルギー収支診断ツールを用いて、1997-1998年と2005-2006年の大きなエルニーニョ発達のエネルギー循環および結合モデルにおける熱帯不安定波動を解明した。
- ・黒潮流量や水塊形成及び黒潮続流の長期変動等について観測資料(船舶観測)解析及び海洋モデル実験による調査を行い、その主導的な要因を明らかにした。また、日本近海海洋データ同化システムの結果と現場観測を組み合わせることで駿河湾の上層の循環に対する黒潮水分岐流の貫入の影響を調査した。
- ・日本周辺の家況(海水温、海面水位、海氷、海洋循環)の将来予測結果を解析した。また、20世紀を通じた日本付近の海面水位を調査した。その成果の一部は、令和2年12月2日に「日本の気候変動2020」に反映された。
- ・海洋結合の大気へのインパクトを調べるために、高解像度の大気海洋結合モデルによる数値実験から、日本近海における台風通過時の海面水温変化(海面水温低下)について調査し、黒潮域と外洋域とで異なる特徴を定量的に明らかにした。

(d) 海洋モデルの開発基盤の整備

- ・海洋モデルの高速化を図るため、高精度時間積分スキームである、3次のleapfrog+Adams-Moulton(LFAM3)スキームをMRI.COMに導入した。その結果、約3割の高速化を達成するとともに、水や熱の保存性や、時間積分精度を向上させた。
- ・GitHubを用いて部外利用者の要望等を海洋モデル開発に反映させた。湾モデルの構築を容易にする「湾モデル構築パッケージ」を作成した。
- ・MRI.COM ver5の開発と共に、英文マニュアルを改訂した。

(副課題3) 次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究**(a) 既存海洋データ同化システムの精度評価等**

- ・ 気象研究所が開発を進めてきた日本沿岸海況監視予測 (JPN) システムは令和2年10月から気象庁で運用されている。運用開始に先立って検証を実施し、システムの特性を取りまとめた技術報告 (広瀬ら、2020) に発表した。また、設定ファイルの整備や追加実験を行なって、運用開始を支援した。
- ・ JPN システムは、令和3年12月よりオホーツク海の海氷予測にも用いられている。海氷現業運用に向けて、同システムの海氷分布の系統誤差を評価し、その要因について解析した。また、誤差の改善策を提案し、令和4年1月に現業モデルに反映された。
- ・ 台風強度予報ガイダンス (TIFS) の説明変数である海面水温と表層貯熱量に JPN システムの予報値を用いた台風強度予測実験を行った。海洋変数を初期値固定かつ海面水温にリアルタイム MGD SST を用いた従来設定と比較して 10% 程度予測スコアが改善されることを確認した。
- ・ JPN システムの解析値や他の観測データを用いて、急潮や異常潮位等のメカニズム等について調査を進めた。特に 2022 年 8 月に福井県で漁業被害をもたらした急潮について、JPN システムの再現性を確認し、気象庁に情報共有を行った。急潮に関しては、高知県の室戸岬東岸で発生した事例のメカニズムも調べた。また、1971 年 9 月および 2011 年 9 月に日本南岸で発生した異常潮位の発生メカニズムを明らかにした (Hirose et al, 2022, Usui et al. 2021)。
- ・ 日本沿岸水位と黒潮および黒潮続流の流路変動との関係を調査し、黒潮続流の十年変動および黒潮大蛇行が特に沿岸水位への影響が大きいこと、また沿岸捕捉波の重要性を明らかにした (Usui and Ogawa 2022)。2017 年に発生し、観測史上最長記録を更新している黒潮大蛇行の長期化要因について、黒潮流量、北太平洋の風の場合との関係について調べた。
- ・ 気象研究所が開発を進めてきた気候監視と季節予報のための全球海洋データ同化システム (MOVE-G3) については、海氷再現性の向上などのための改良を行い、令和4年2月に気象庁でその運用が開始された。
- ・ MOVE-G3 に 4 次元変分法を導入したことが解析精度に及ぼすインパクトを詳しく検証し、従来の三次元変分法とくらべ、特に、海面水温場や太平洋熱帯域の温度躍層などが、海面水温客観解析データやアルゴフロートによる観測プロファイルに近づいており、改善していることを確認した (Fujii et al. 2023)。
- ・ 将来の季節予報システムに向けて、水平解像度 1/4 度の 4 次元変分法による全球海洋データ同化システムのプロトタイプを開発し、気象庁数値予報開発センターと協力して検証・改良を進めた。
- ・ 季節予報のための海洋初期摂動作成の新しい手法を開発し (藤井ら、2022)、令和4年2月に運用開始された気象庁の現業システム (CPS3) に採用された。

(b) 新たな海洋同化手法

- ・ 海面水温を独立変数とし、海面水温の衛星観測データを直接同化する新たな解析スキームを開発した。Himawari SST のバイアスを補正して同化することによる精度の向上を確認した。
- ・ 新しい海洋モデルに対応したアジョイントコードを開発した。これにより、今後の 4 次元変分法海洋同化システムにおいて、MPI-IO の導入などの高速化や安定実行のための改良を取り入れることができるようになる。

(c) 大気海洋結合同化システムの改良

- ・ 前の中期計画から開発を進めてきた大気海洋結合同化システム (MRI-CDA1) の性能評価のための再解析実験を行い、結合化により海面水温と降水量との変動の再現性の向上が確認された (Fujii et al. 2021, Kobayashi et al. 2021)。
- ・ 気象庁の現業季節予報システム CPS3 をベースとした新たな大気海洋結合同化システム (MRI-CDA2) を開発した。海洋部分の同化に従来の 3 次元変分法に替えて 4 次元変分法を、海氷の 3 次元変分法による同化を導入し、大気部分は気象庁における改良を反映するとともに高解像度化を行なった。開発したシステムを用いて、性能評価のための再解析実験を行なった。

(d) 海洋観測のインパクト評価と最適化

- ・ 気象研究所が主導的に提案していた海洋・結合予測システムにおける海洋データのインパクト評価に関する国際協力を促進するための「Synergistic Observing Network for Ocean Prediction」 (SynObs) が「国連海洋科学の 10 年」プロジェクトに採択され、そのキックオフワークショップを令和4年11月に開催した。
- ・ SynObs の主要な活動として、海況予測と季節予報に対する海洋観測データのインパクトを調べるためのマルチシステムによる観測システム実験 (OSE) を推進し、気象研究所の取組みとし

て、CPS3 や MOVE-G3 を用いた実験を進めている。

- ・アルゴフロートの高塩化ドリフトの影響評価のための観測システム実験（OSE）を実施し、各国機関の同様の実験との比較を行った（論文投稿準備中）。
- ・JPN システムを用いて、新たに打ち上げが予定されている面的海面高度衛星（SWOT）の観測システムシミュレーション実験を実施し、改善のインパクトを確認した（SWOT はその後令和 4 年 12 月に打ち上げられた）。

（副課題 4）全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

（a）次期季節予測システムの運用開始（令和 3 年度予定）に向けた開発・精度評価

- ・新季節予測システム JMA/MRI-CPS3（以後 CPS3）の開発を進め、大規模な再予報実験を実施し、性能評価を行った。旧システム（CPS2）と比較して、全体的な予測精度の向上が確認され、令和 4 年 2 月に現業化された。主な仕様の変更は大気・海洋の高解像度化（大気 TL319L100、海洋水平 0.25 度鉛直 60 層）、全球大気モデル GSM2003 の採用と季節予測に適合させるための改善（Kawai et al. (2017) の層積雲スキームの導入を含む）、海洋モデル MRI.COMv4.6 の採用、大気初期値の改善（JRA-3Q）、海洋初期値の改善（渦なしモデルによる 4DVAR の解析結果を渦許容モデルに IAU で反映する新たな手法を開発）、アンサンブル手法の改良（4DVAR における海洋解析誤差の情報を利用した摂動の作成）である。これらの変更により、熱帯の渦活動や ENSO、MJO の再現性などに、性能の向上が見られた。精度評価のとりまとめを行い、記述論文を発表した（Hirahara et al. 2023、本庁と連携）。
- ・CPS3 の海洋モデルの水平解像度の違いが季節内予測の精度に及ぼす影響を調査した。海洋の高解像度化が中緯度海洋前線付近の SST 領域平均値の予測精度向上をもたらし、近傍の大気場の予測精度向上にも繋がることを確認した（Adachi et al. 2023, revised.）。

（b）将来の季節予測システムに向けた開発・フィジビリティ研究

- ・次期季節予測システム CPS4 に向けて湖モデルの改修を行った。これにより中緯度の夏季湖水温度の低温バイアスが改善された。
- ・オゾン（化学）の取り扱いを変えたフィジビリティ研究を行った。アンサンブルハインドキャスト実験を行ない、成層圏突然昇温後に生じた大規模なオゾン分布の偏差が、季節内～季節スケールで対流圏中高緯度の循環に影響を及ぼすことが分かった。将来の季節予測システムへの成層圏オゾン過程導入の有効性を調べるため、線形オゾンパラメタリゼーションのプロトタイプを開発し、本庁に提供した（副課題 1、副課題 5 と連携）。
- ・ネスティングによる熱帯海洋の高解像度化についてフィジビリティ研究を行った。熱帯不安定波動（TIW）が解像されるようになった結果、ENSO の非対称性の再現が改善し、double-ITCZ バイアスが軽減するなど、大気循環場の再現性も向上した。
- ・渦解像海洋結合モデルによる季節予報フィジビリティ研究を実施した。海洋モデル高解像度化の影響が主に熱帯海洋の平均場のバイアス改善を通して大気にも波及し、冬季北半球の亜熱帯ジェットや極夜ジェットのバイアスを改善しうることが分かった。
- ・結合同化システム（MRI-CDA1）の短期再解析実験を用いて、大気海洋結合プロセスの再現性を評価した（Kobayashi et al. 2021）。結合同化では大気単体同化に比べて、季節内スケールの SST-降水量のラグ相関がより現実的に再現されていた。TIW およびそれに対する大気の応答の再現性についても、結合同化の方がより現実的であることを確認した（Fujii et al., 2021）。
- ・大気海洋結合モデルの季節内予測への適用についてフィジビリティ研究を行い、特に第三週以降の予測で海洋結合の有効性を確認した（本庁と連携）。
- ・アンサンブル予測の改善に資する研究を行った。
 - －季節内予測でのラグアンサンブルの有効性（Vitart and Takaya, 2021）。
 - －情報量に基づく新たな検証手法の提案（Takaya et al. 2023）。
- ・季節内・季節予測改善や変動プロセス解明のため、予測への影響評価と予測可能性に関する研究・活動を行った。
 - －バレンツーカラ海氷に対するユーラシア気温の応答をマルチモデルによって調査（Komatsu, Takaya et al. 2022）。
 - －チベットの地上気温の季節内予測への影響を理解するため、国際プロジェクト（LS4P）に参加（Xue et al. 2021, Xue et al. 2022, Xue et al. 2023）。
 - －ユーラシアの積雪による季節内予測への影響について調査（Komatsu et al., 2023, Takaya et al. 投稿中）。

- －大規模アンサンブル再予報実験で、夏季アジアモンスーンおよびそれに関連する熱帯低気圧の活動を1年前から予測可能 (Takaya et al., 2021)。
- －北極振動の負位相で予測可能性が向上 (Minami and Takaya 2020)。
- －第10回熱帯低気圧に関する国際ワークショップにおいて、熱帯低気圧予測の最新の知見をレビュー (Takaya et al. 2023、Schleck et al. 2023)。
- －過去の夏季アジアモンスーン予測の評価をまとめ、第7回国際モンスーンワークショップ (IWM-7) における議論に貢献 (Takaya et al. 2023)。
- ・異常天候のメカニズム解明に関する以下の現象を対象とする研究を行った (C 課題と連携)。
これらは季節予測システムの予測性能を示すものでもあり、今後のモデル開発や業務利用の検討に資する。
 - －2018年夏の北西太平洋の台風活発 (Takaya et al. 2019)。
 - －2018年夏の北半球高温 (Kobayashi and Ishikawa 2019)。
 - －2010年夏の顕著高温に及ぼす北大西洋熱帯域の影響 (Takaya et al. 2021)。
 - －2020年梅雨期の多雨に及ぼすインド洋の変動の影響 (Takaya et al. 2020)。
- ・将来の季節予測システム改善に向けて、MRI-ESM3の地球システム要素を使用した季節予測フィジビリティ研究を行うための開発・整備を行った。
 - －MRI-ESM3のモニタ出力・実行環境・初期値等を季節予測向けに整備。
 - －本庁提供のオフライン陸面モデルの陸面スキーム (CPS3と同じ) をMRI-ESM3に導入し、季節予測用MRI-ESM3陸面初期値を作成可能に。
 - －MRI-ESM3の積雲スキーム・境界層スキーム等の物理過程を改良。
 - －CPS3の物理過程をMRI-ESM3にオプションとして導入。
 - －カップラーSCUPについて、モデルの間の格子変換時の水平内挿法の改良や4バイト実数化への対応、専用出力ノードへの対応。
- (c) 海洋観測システムの季節予報への影響に関する研究。
 - ・海洋観測の季節予報へのインパクトを評価する実験を実施した。海洋観測データがMJ0の予測の改善などに対して正のインパクトを持つことなどがわかった (Subramanian et al. 2020)。
 - ・CPS3に導入した海氷密接度の同化が予測に及ぼすインパクトを、比較実験を行なって調査した。
 - ・副課題3と連携して、OceanPredict 会合、および SynObs のキックオフ会合 (国際会議) をつくばにおいて開催した (気象研究所がホスト)。
 - ・CPS3を用いた海洋観測インパクト実験を副課題3と連携して進めている。

(副課題5) 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

(a) 化学輸送モデルに関する研究

- ・副課題1と連携して全球エアロゾル、オゾンモデル諸過程の改良を行い、CMIP6 実験や関連する MIP (AerChemMIP, DAMIP など) 等に貢献するとともに、エアロゾルやオゾン等の気候影響を評価した。これらの成果は、IPCC AR6 WG1 の政策決定者向け要約 SPM や各章で記載・引用された。
- ・次期地球システムモデルに導入するため大気化学統合モデルの開発を進めた。
- ・領域化学輸送モデルの高度化を進めると共に、asuca 対応、領域拡張及びデータ同化システムの開発を行い、本庁大気汚染気象業務にて業務化された。
- ・ライダー観測を継続し、地球システムモデルとの比較検証を行った。
- ・各種地上観測データ等を用いて検証を行いつつ全球・領域化学輸送モデル諸過程の改良を進めた。
- ・地球システムモデルを用いて北極気候の影響評価を行うとともに、北極評議会/北極圏監視評価プログラム作業部会 (AMAP) /短寿命気候強制因子 (SLCFs) の評価報告書の共同執筆を行い、SPM に貢献した。
- ・地球システムモデルを用いて、COVID-19 に伴う気候影響を国際的な枠組みで迅速に評価した。この成果は、IPCC AR6 WG1 SPM に記載された。
- ・地球システムモデルを用いてゴビ砂漠における黄砂放出量の気候影響についてとり纏めた。
- ・エアロゾルから雲微物理過程・大気放射過程を通じた気象へのフィードバック過程を実装し、事例検証によりモデルの検証を行った。
- (b) データ同化・応用技術に関する研究
 - ・外部機関と協力してひまわり8号エアロゾル光学的厚さ (組成別解析結果の導入など) のデータ

同化システム（2D-Var）の改良（観測データの品質評価も含む）を進め、本庁の黄砂情報提供業務にて業務化された。

- ・アンサンブルカルマンフィルタ（LETKF）を用いた全球・領域エーロゾルデータ同化手法の開発（気象場の同時解析、鉛直分布同化等）を進めた。
- ・全球オゾンデータ同化システムの開発および高度化を行い、精度向上を達成した。
- ・長期再解析 JRA-3Q 用オゾン解析システムと衛星観測データバイアス補正法を開発して本庁にてオゾン解析値を作成した。
- ・エーロゾル（JRAero）に関して再解析プロダクトの期間延長を行った。
- ・CO₂逆解析にバイアスを補正しつつ衛星観測データを導入するシステムを開発し、本庁に移植支援等を行った。
- ・深層学習を用いた視程ガイダンスのプロトタイプを開発するとともに、気象場のダウンスケーリング手法の開発を行った。

（2）当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

変更なし。

（3）成果の他の研究への波及状況

（副課題1）気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

- ・MRI-ESM2 で実施された CMIP6 関連の気候再現・予測実験結果は、世界中の 500 件近くの気候研究で活用された。また、モデル気候値の改善が著しいことから、10 年規模気候予測システムや文科省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」の「統合的気候変動予測」課題で開発する温暖化予測システムの基盤モデルとして MRI-ESM2 が採用された。また、既存の大気モデル（MRI-AGCM3.2）は、国内の温暖化対策を進めるための基盤データとなった「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）」で採用され、データベースは約 200 件の気候研究や温暖化影響評価研究での利活用が拡充した。さらに、同モデルは 150 年間の大気再解析にも採用された。次期中期計画では、副課題4で計画されている季節予報研究で MRI-ESM を導入した実験も計画されている。

（副課題2）マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

- ・本課題で開発している気象研究所共用海洋モデル（MRI.COM）は、本庁の現業システムの基盤となっているほか、モデル貸与の枠組みを通じて部外の研究機関にも活用されている。また、文科省「統合的気候モデル高度化研究プログラム」、「気候変動予測先端研究プログラム」や、科研費などの外部資金における研究、海洋研究開発機構や北大等との共同研究においても広く使われている。また、全球海洋モデル（GONDOLA_100）の結果は、海洋モデルの国際比較研究（OMIP）で活用されている。また、本研究課題は本庁全球グループの短期予報における海洋結合の事前評価システムの構築に貢献した。

（副課題3）次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

- ・日本沿岸海況監視予測システムで作成したデータは、海洋、気象、水産、地震、機械学習など幅広い研究分野で、国内の研究機関や大学において利用されており、これまでに 50 件以上の提供実績がある。また、気候変動予測先端研究プログラムの領域課題3において、同システムを用いた日本近海 60 年海洋再解析実験を実施している。日本沿岸海況監視予測システムを用いて室戸岬の急潮事例を調べていたことをきっかけとして、高知県水産試験場と令和5年6月から3ヶ年の共同研究を開始することに繋がっている。
- ・本課題の海洋観測のインパクト評価は、国際研究プロジェクト OceanPredict の観測システム評価タスクチームの活動、及び「国連海洋科学の 10 年」の枠組みにおける研究プロジェクト” Synergistic Observing Network for Ocean Prediction”（SynObs）の一環としても進められており、OceanObs’19 のコミュニティーホワイトペーパーにも活用されるなど、国際的な共同研究に貢献する。
- ・海洋同化システム開発の過程で得た知見や経験は、OceanPredict や世界気象機関（WMO）世界気候研究プログラム（WCRP）のコアプロジェクトの一つである気候と海洋の変動と予測可能性に関する研究（CLIVAR）の全球統合観測パネル（GSOP）などでも共有された。

(副課題4) 全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

- ・新しい季節予測システム (CPS3) が令和3年度に現業化され、季節予報の精度向上につながっている。CPS3 は各コンポーネント (大気モデル、海洋・海水モデル、海洋・海水同化など) の開発者と協力して開発を進めてきており、CPS3 の開発成果がこれらコンポーネントの改善としてフィードバックされている。
- ・CPS3 の予測データは、世界気象研究計画 (WWRP) と世界気候研究計画 (WCRP) の国際研究プロジェクトである「季節内から季節予測プロジェクト」 (S2S) や、欧州が主導する「コペルニクス気候変動 (監視) サービス」に提供され、現業予測や季節予報研究に利用されている。

(副課題5) 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究**(a) 化学輸送モデルに関する研究**

- ・全球エロゾルモデル、オゾンモデルの改良やエロゾルやオゾン等の気候影響評価は M 課題で構築している地球システムモデルの改良に貢献した。
- ・領域化学輸送モデルの高度化は P 課題で進めている降水過程の理解に貢献した。
- ・ライダー観測によるモデル検証は M 課題で構築している地球システムモデルの改良に貢献した。

(b) データ同化・応用技術に関する研究

- ・エロゾル再解析 (JRAero) 結果を用いた数値予報精度に関する研究を行い、M 課題で構築している地球システムモデル改良に繋がる知見を得ることができた。
- ・CO₂ 逆解析にバイアスを補正しつつ衛星観測データを導入するシステムを開発する際に C 課題等で実施している航空機観測データを検証に用い知見を共有できた。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況**(事前評価)**

- ・研究の目標について、時間的な期限のある具体的な目標を設けることにより、メリハリのある研究活動を展開していただきたい。
- ➔ 中間評価時の目標を設定し、期間前半の研究の達成度を評価できるようにした。
- ・本研究は、気象・気候分野の他の5つの研究課題と密接な連携が必要になると思われる。効率的かつ効果的な開発が進むように、開発全体を調整する役割を担う人が重要である。
- ➔ 他課題との連携に留意して、研究代表者が開発全体の調整を進めた。
- ・化学輸送モデルとエロゾルモデルのためのデータ作りや領域スケールの事例解析は P 課題と D 課題に集まっているため、その連携を研究調整官がウォッチしておくことが重要である。
- ➔ P 課題とは研究調整官の取りまとめの元で気象フィードバックを含めた領域化学輸送モデル開発で、D 課題とは、気象衛星センターとの連絡会やデータ同化輪講等の場を通じて連携を強化してきた。
- ・地球システムモデルの開発としてみた場合には、海水及び陸面水文過程、エロゾル・雲・降水・微物理のモデル開発が弱いという印象を受ける。海水のモデル開発は IPCC の重要課題であるが、近年、急速な海水の減少が観測されたことから近未来の問題としてもその重要性が増している。P 課題と同様に本研究の課題としても重要であるため、本研究の視点で重複を恐れず検討することを望む。陸面水文過程も気候変動とともに変化するため、陸面水文過程モデルの精密化に取り組んでいただきたい。
- ➔ 海水過程については、海水パラメータの再設定を行ったほか、海水内の塩分濃度を可変にし、メルトポンド過程を導入するなど、海水モデルの再現性向上に向けた取り組みを進めた。また、初期値となる海水解析手法についても、現行の問題点の特定や改良に注力した。海水過程については季節予報や海況予報においても重要な要素であることから、現業予測システムでは特に重要な計算安定性を考慮しながら、海水の予測精度を向上させた。陸面水文過程については、陸面モデル開発チームを新設し、陸面水文過程に関するスキーム開発のために、所外の関係機関との連携をとりつつ、本格的な氷床モデルの導入なども含めた陸面モデル開発に取り組んだ。なお、雲・降水・微物理のモデル開発については、物理と化学モデルの連携を強化して取り組んだ。
- ・エロゾル・雲・降水・微物理のモデルは、世界中のモデルの弱点とされる問題である。本研究において、P 課題との重複を恐れず、異なる視点でモデルの評価を行っていくことを望みたい。
- ➔ P 課題と連携しつつ領域化学輸送モデルに詳細な降水フィードバック過程を組み込みつつある。
- ・化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究 (副課題5) と C 課題は、有機的に知見やデータを交換して研究を進めるべきである。

- CO₂ 逆解析にバイアスを補正しつつ衛星観測データを導入するシステムを開発する際に C 課題等で実施している航空機観測データを検証に用いるなどした。

(中間評価)

- ・非静力学全球モデルの開発は特に台風予測に重要な課題であり、将来の現業数値予報システムを見据えた研究戦略を策定することを期待する。
- 非静力学全球モデルの開発については、本庁と適宜情報を共有しつつ、フィジビリティ研究を進めていく。モデル高速化については、2次元分割法の変更によるセミラグランジュ法通信等の高速化の知見を本庁に提供し、現業モデルで採用されることになった。
- ・海氷モデルの精度向上が報告された。優れた成果であり、数値予報や季節予報に対するインパクトについても研究していただきたい。
- 海氷の季節予報に対するインパクトを調べるために、海氷の大気循環場に対する影響評価を実施した (Komatsu et al., 2022)。秋のバレンツーカラ海の海氷は冬のユーラシアの大気循環場の予兆ではなく、ユーラシアの大気循環場がバレンツーカラ海の海氷やユーラシアの地上気温偏差を作っていることが示唆された。
- ・大気海洋結合同化システムの開発では季節予報や気候変動予測など具体的な活用法を検討していただきたい。
- 大気海洋結合同化システムについては、将来の気象庁の気候データ同化（長期再解析）と季節予測システムの初期値化に活用すべく、本庁と連携して開発を進めている。
- ・大気化学は扱える物質の種類が大幅に増加するとともに、領域モデルへの導入も進んでいる。観測データが少ない大気微量成分の実況監視や予測の精度向上には衛星観測データの高度利用が鍵となる。
- JAXA や九州大学と連携して衛星観測によるエーロゾルデータ同化システムの高度化を図っている。
- ・大気化学輸送モデルは活用範囲が広いので、地球システムモデルのパーツというだけでなく、大気質に関する情報を社会に積極的に提供することを期待する。
- JAXA のひまわりモニタ、エーロゾル予測のための国際協力 (ICAP)、WMO 植生火災・煙害警報勧告システム (VFSP-WAS) に気象研究所が毎日データ同化・予測計算した結果を提供している。
- ・外部資金などを獲得して、より多くの研究者を雇用できるように努めていただきたい。
- 文科省の「統合的気候モデル高度化研究プログラム」や「気候変動予測先端研究プログラム」、環境研究総合推進費、科研費などの外部資金の獲得により、より多くの研究者を雇用できるように努めた。
- ・アジアモンスーンの活動と熱帯低気圧の活動を1年前から予測できるというのには驚かされた。これは多くの社会的需要があると思うので、積極的に成果を発信されるとよい。
- 当該研究については、気象研究所が主体となって報道発表を行うとともに、「気象業務はいま2022」のコラムとして掲載し、社会に向けて成果を発信した。
- ・この研究の行きついた先で社会の受け止め方がどう変わるのかという大きな問題意識も忘れないでほしい。
- 「日本の気候変動 2020」は気候変動適応策に活用されていることから、そのフォローアップをする過程で社会と対話する機会をもつことができた。引き続き、社会の受け止め方を意識したアウトリーチ活動を通じて、研究成果の社会への還元を行ってまいりたい。

(5) 今後の課題

(副課題1) 気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

- ・完成した MRI-ESM3.2 開発成果をとりまとめ、モデル記述論文や技術報告等で成果を公表する。また、次期の CMIP7 に向けて、今回のモデル開発で棚上げとなっている問題の解決を図る。今後、EDMF 導入などの物理モデルの開発は継続的に取り組むことになるが、モデルの応用事例を増やし、多面的にモデル評価を行うことが重要である。上記のように、陸面モデル開発体制を今回強化したとはいえ、本格的なモデル開発や研究予算の獲得を進める上では、その組織化は未だ十分ではない。今後の対応が必要である。

(副課題2) マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

- ・大気海洋結合モデル実験における大気場への海洋結合の影響評価の解析を進めるとともに、短期予報へ適用の可能性をさらに調べていく。
- ・温暖化予測の精度を高めるために、長期間積分する場合に海洋内部のバイアスが小さいとされる、新しい鉛直座標の導入の本格化に努める。

- ・海面水位変動への解析は、感度実験などを引き続き行う。湾モデルの極端事例等への応用を検討する。
- ・今後のモデル高速化には GPU 対応や倍精度計算の単精度化等など、世界の計算機開発の趨勢を見据えたモデル開発が必要となる。また、モデルの解析には大アンサンブルや、AI 等利用等の新しい技術の導入を検討する必要がある。

(副課題3) 次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

- ・海面水温解析の品質向上は気象予報の精度向上にも資すると考えられ、海洋同化のプロダクトが活用できるよう、現業システムに海面水温直接同化を導入して、品質の向上を図る予定であるが、気象予報へのインパクト評価のため、気象研究所の関連する研究課題や気象庁との連携が必要になる。
- ・気象庁全球モデル(GSM)に下部境界条件を提供するためには、全球海洋データ同化の水平解像度を現行の 0.25 度から 0.1 度程度に高解像度化する必要がある、計算資源の確保が課題である。
- ・大気海洋結合同化は気象庁の新しい全球大気解析システムを取り入れて性能向上を図っている。一方、季節予報へのインパクト評価には 30 年程度の長期再解析が必要で、そのため大気の過去の観測システムの変遷に対応させるなど、JRA-3Q までの長期再解析のノウハウが不可欠であり、気象庁の気候データ同化(長期再解析)担当者らとの連携が重要である。

(副課題4) 全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

- ・次期季節予測システム(CPS4)や将来の季節予測システムの開発に資する研究を実施する必要がある。具体的には、線形オゾンパラメタリゼーションの導入と検証、地球システム要素(オゾンモデル・エーロゾルモデル・波浪モデル等)を含む予測システムを使用した季節予測フィジビリティ研究、海洋観測・初期値の予測への影響評価などが挙げられる。
- ・台風・顕著現象の季節内・季節予測改善に向けた開発・研究を行う必要がある。具体的には、モデル高解像度化のインパクト、アンサンブル手法の改善、予測可能性評価などが挙げられる。

(副課題5) 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

- ・地球システムモデルの改良を継続し、エーロゾル・オゾン等の諸過程を高度化するためには、引き続き部横断的な所内研究協力体制の維持が必要である。これら大気微量成分のデータ同化システムを高度化するためには、所内のみではマンパワー等に限界があるため外部機関との連携が重要である。
- ・大気微量成分は放射や雲・降水過程を通じて気象とのフィードバックを行い、数値予報にも少なくない影響を及ぼす。海外の先進的な機関ではこれらの過程を数値予報に取り込みつつある。気象庁がこれらの機関と対抗していくためには、先に挙げたモデルとデータ同化システムの高度化を進めると共に気象研究所と本庁数値予報関係各課との連携強化が不可欠である。

自己点検

(1) 到達目標に対する達成度

(副課題1) 気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究

新しい地球システムモデルの開発をモデル利用者との連携を強めながら進め、モデルを完成させた。これにより、台風の発生や強度予測などの短期的なものから地球温暖化スケールの現象を対象とした当モデル研究利用の裾野が拡大した。大気と海洋のモデルは、共に 10km 以下の高解像度化を実現できる段階にあり、高解像度の地球システムモデルを活用した気象・気候予測の試みなども可能となった。また、CMIP6 を通して得られたモデル評価結果やその結果を受けた今回のモデル開発により、従来の大気・海洋だけではなく化学過程や物質循環に関わるモデル出力も含めて、今後、幅広い分野で利活用できることが示唆された。地球システムモデルのコンポーネントのいくつかは、既に、現業利用されているが、今回の現業大気モデルを MRI-ESM3.2 に導入したことにより、当課題で開発するモデルやコンポーネントの現業での高度利用が促進されると期待される。地球システムモデル自体が現業利用可能であるという水準に到達することは、今後の中長期的課題である。以上のことから、計画どおりの進捗が得られたと考える。

(副課題2) マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究

時間積分スキームの変更も含めた海洋モデルの大幅な高度化、及びそれを利用した大気海洋結合実験や解析等が進んでいる。当初の目標を達成することができた。

海洋モデルの高度化については、当初予定していた各プロセスの開発・改良、モデル開発と過去再現実験に基づく再現性能評価とメカニズム解明が概ね計画通り進んだ。並行して、MRI.COMバージョン5および英文マニュアルの改訂を行い、海洋モデルの開発基盤の整備を行った。海洋モデルを利用した大気海洋結合実験や解析等も進んだ。中期研究計画の到達目標に向け着実に研究開発を進めることができた。

(副課題3) 次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究

令和2年度に日本沿岸海況監視予測システムが現業化され、令和3年度に全球海洋同化システムMOVE-G3を含む季節予報システム(CPS3)が現業化され、これらの現業システムの開発に大きく貢献した。また、海面水温直接同化の開発や、アジョイントコードの更新、新しい大気海洋結合同化システムの開発・性能評価も進め、これらは今後の現業システムの性能向上にも貢献すると考えられる。海洋観測のインパクト評価については国内外の解析・予測システムとの比較をできる体制も確立し、気象庁システムによる実験も進めている。以上のように、当初の目標は十分に達成した。

(副課題4) 全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究

新季節予測システムは、開発と再予報実験による検証が順調に進み、計画通り令和3年度中に現業化された。また、将来の季節予測システムに向けて、湖モデルの改修、線形オゾンパラメタリゼーションのプロトタイプの開発、更なる高解像度化のインパクト評価、大気海洋結合同化による結合プロセスの再現性向上の評価、大気海洋結合モデルの季節内予測への適用に関するフィジビリティ研究、アンサンブル予測の改善のための研究、予測への影響評価と予測可能性の研究、MRI-ESM3の地球システム要素を使用した季節予測フィジビリティ研究を行うための開発・整備等、様々な研究・開発を行っており、当初の計画どおりの成果を上げつつ、それ以上の成果も得られた。以上のことから、当初の目標は十分に達成した。

(副課題5) 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究

他課題と連携しつつ地球システムモデルの構築に取り組むと共に、MRI-ESM2の性能や気候影響などを評価・解析できた。外部機関との連携の元でひまわり8号から算出されるエアロゾル光学的厚さのデータ同化システムを開発し、黄砂情報やエアロゾル再解析に適用することができた。領域化学輸送モデルのasuca対応やデータ同化システムを開発して業務運用を開始した。JRA-3Qオゾンの作成に貢献しつつ二酸化炭素逆解析に衛星観測データの導入システムを開発した。このように当初の目標通りの成果を挙げることができた。領域化学輸送モデルにおける気象フィードバック過程の導入や深層学習を用いた気象場のダウンスケーリングなど、一部で目標以上の成果を得ることができた。

(2) 到達目標の設定の妥当性

「(1) 到達目標に対する進捗度」で示したように、ほとんどの副課題の項目で当初の目標に到達しており、研究計画時に設定した到達目標の設定は妥当と考えている。

(3) 研究の効率性(実施体制、研究手法等)について

気象研究所が所有する研究施設や観測測器(大型計算機、電子顕微鏡等)を活用して研究を行うことにより、効率的に研究開発を進めることができた。また、副課題1と5の間での「気候と化学物質の相互作用の高度化」、副課題2と3の間での「次期海況監視予測システムの共同開発」、副課題3と4の間での「大気海洋結合同化システムに関する知見の共有」、副課題1と2と4の間での「高分解能大気海洋結合モデルの共同開発や知見の共有」など、副課題間の連携が適切に行われた。

他の課題との連携については、P課題、C課題、D課題と知見の共有や研究分担者としての参画を進めてきたほか、新規システムの開発等では情報基盤部数値予報課など本庁関係部署とも適時の情報交換を行い、連携を強化してきた。また、文科省の「統合的気候モデル高度化研究プログラム」や「気候変動予測先端研究プログラム」、環境研究総合推進費、科研費など外部資金の活用や他機関との協力により遂行した。

以上から、研究効率性(実施体制、研究手法等)は妥当と考えている。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

本研究で開発された地球システムモデルをはじめとする各モデルは、集中豪雨・台風等の災害をもたらす顕著な現象の今後の激甚化の可能性予測、地球温暖化の進行を背景として大気や海洋の長期変化の予測、温室効果ガスや汚染物質の排出増加にともなう地球環境の監視・予測ができることから、「気候変動適応」の法制化に対応する高精度の温暖化予測と気候変動が全球から地域までのそれぞれにもたらす影響の評価に大きく資する。海洋モデルや海洋データ同化システムの研究を進めることは、海洋を巡る総合的な安全保障上の情勢を踏まえ、日本周辺海域の監視・予測能力の向上に資するとともに、「第三期海洋基本計画」が推進する海洋状況把握（MDA）の強化に大きく資する。また、本課題で得られた日本周辺の海況の将来予測に関する知見は、国土交通省の「気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会」において、気候変動に伴う海面上昇量を検討する際に活用された。大気微量成分に関する監視・予測情報の高度化は、運輸、産業、エネルギー、社会、疫学等の場面においてスマート社会の実現に貢献することができる。

また、大気、海洋、波浪、陸面、雪氷、大気微量成分等の地球システムを構成する多様な要素とそれらの相互作用を精緻に扱うモデル開発を進めることは、それ自体が最先端の研究テーマでもあり学術的な意義も大きい。本課題の学術的意義は、査読付き論文（共著含む）249編、査読なし論文や解説68編、口頭発表299件、ポスター発表107件という成果発表の数にも表れている。

(5) 総合評価

本研究課題で開発した地球システムモデルや季節予報モデル、海洋モデル、大気化学モデルは、気候変動適応に資する高精度の温暖化予測情報や地球環境の監視・予測の高度化など、社会が必要とする情報の作成に応えることができる。季節予報、海況予報、黄砂情報など気象庁が発表する予測情報が改善されることにより、国民の社会経済活動における生産性向上へ貢献する。また、階層的な「地球システムモデル」の開発を通じて、気象予測における海洋結合の影響やモデルの高速化に関する知見の蓄積など、次世代の現業数値予報モデルの仕様に係る指針を得ることができた。したがって、本研究を実施した意義は高い。加えて、多数の論文発表等に見られる通り、学術的にも価値の高い成果が数多く得られており、いずれの研究も日本における気象学や海洋学の進展に貢献するものである。以上のことから、本研究課題の目標は達成されたと考えている。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：249件

1. Kawakami, Y., H. Nakano, S. L. Urakawa, T. Toyoda, K. Aoki, and N. Usui, 2023: Northward shift of the Kuroshio Extension during 1993–2021. *Scientific Reports*. (in press)
2. Takaya, Y., L.-P. Caron et al., 2023: Recent advances in seasonal and multi-annual tropical cyclone forecasting. *Tropical Cyclone Research and Review*. (in press)
3. Toyoda, T., L. S. Urakawa, H. Aiki, H. Nakano, E. Shindo, H. Yoshimura, Y. Kawakami, K. Sakamoto, A. Yamagami, Y. Ushijima, Y. Harada, C. Kobayashi, H. Tomita, T. Tozuka, and G. Yamanaka, 2023: Effective generation mechanisms of tropical instability waves as represented by high-resolution coupled atmosphere-ocean prediction experiments. *Scientific Reports*. (in press)
4. Holzinger, R., O. Eppers, K. Adachi, H. Bozem, M. Hartmann, A. Herber, M. Koike, D.B. Millet, N. Moteki, S. Ohata, F. Stratmann, and A. Yoshida, 2023: A signature of aged biogenic compounds detected from airborne VOC measurements in the high arctic atmosphere in March/April 2018. *Atmospheric Environment*, 309, 119919.
5. Sakamoto, K., H. Nakano, T. Toyoda, S. L. Urakawa, and H. Tsujino, 2023: Average coastal residence time distribution estimated by a 2-km resolution Japanese coastal model. *Journal of Oceanography*. (in press)
6. Maki, T., K. Kondo, K. Ishijima, T. T. Sekiyama, K. Tsuboi, T. Nakamura, 2023: Independent bias correction method for satellite observation data introduced to CO₂ flux inversion. *SOLA*, 19, 157–164.

7. Toyoda, T., K. Sakamoto, T. Toyota, H. Tsujino, L. S. Urakawa, Y. Kawakami, A. Yamagami, K. K. Komatsu, G. Yamanaka, T. Tanikawa, R. Shimada, and H. Nakano, 2023: Improvement of sea ice thermodynamics with variable sea ice salinity and melt pond parameterizations in an OGCM. *Ocean Modelling*. (revised)
8. Wu, J., Y. Kurosaki, T. T. Sekiyama, and T. Maki, 2023: Effects of Dry Vegetation Coverage Estimated from the MODIS Soil Tillage Index on Dust Occurrence: Verification by Surface Synoptic Observations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101, 67–77.
9. Reid, J. S., H. B. Maring, G. T. Narisma, S. van den Heever, L. Di Girolamo, R. Ferrare, R. E. Holz, P. Lawson, G. G. Mace, J. B. Simpas, S. Tanelli, L. Ziemba, B. van Diedenoven, R. Brientjes, A. Bucholtz, B. Cairns, M. O. Cambaliza, G. Chen, G. S. Disk, 2023: The coupling between tropical meteorology, aerosol lifecycle, convection, and radiation, during the Cloud, Aerosol and Monsoon Processes Philippines Experiment (CAMP2Ex). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 104, E1179–E1205.
10. Xue, Y., et al., 2023: Remote effects of Tibetan Plateau spring land temperature on global subseasonal to seasonal precipitation prediction and comparison with effects of sea surface temperature: the GEWEX/LS4P Phase I experiment. *Climate Dynamics*.
11. Schreck, C.J., et al., 2023: Advances in Tropical Cyclone Prediction on Subseasonal Time Scales during 2019–2022. *Tropical Cyclone Research and Review*.
12. Takaya, Y., K. K. Komatsu, H. Hino, and F. Vitart, 2023: Information-based Probabilistic Verification Scores for Two-dimensional Ensemble Forecast Data: A Madden-Julian Oscillation Index Example. *Monthly Weather Review*.
13. Chakrabarty, R.K., N.J. Shetty, A.S. Thind, P. Beeler, B.J. Sumlin, C. Zhang, P. Liu, J.C. Idrobo, K. Adachi, N.L. Wagner, J.P. Schwarz, A. Ahern, A.J. Sedlacek, A. Lambe, C. Daube, M. Lyu, C. Liu, S. Herndon, T.B. Onasch, and R. Mishra, 2023: Shortwave absorption by wildfire smoke dominated by dark brown carbon. *Nature Geoscience*.
14. DeLang, M. N., J. S. Becker, Kai-Lan Chang, M. L. Serre, O. R. Cooper, M. G. Schultz, S. Schröder, X. Lu, L. Zhang, M. Deushi et al., 2023: Using Regionalized Air Quality Model Performance and Bayesian Maximum Entropy data fusion to map global surface ozone concentration and associated uncertainty. *Elementa: Science of the Anthropocene*. (in press)
15. Law, K. S., J. Liengard Hjorth, J. B. Pernov, C. H. Whaley, H. Skov, M. Collaud Coen, J. Langner, S. R. Arnold, D. Tarasick, J. Christensen, M. Deushi, P. Effertz, G. Faluvegi, M. Gauss, U. Im, N. Oshima, et al., 2023: Arctic Tropospheric Ozone Trends. *Geophysical Research Letters*, 50. (in press)
16. Takaya, Y., K. K. Komatsu, N. G. Ganeshi, T. Tokyoda, and H. Hasumi, 2023: A sub-monthly timescale causality between snow cover and surface air temperature in the Northern Hemisphere inferred by Liang-Kleeman information flow analysis. *Climate Dynamics*. (submitted)
17. Ishibashi, T., 2023: Network structure of atmospheric perturbations. *Monthly Weather Review*, 151, 1849–1861.
18. Ohata, S., N. Moteki, H. Kawanago, Y. Tobo, K. Adachi, and M. Mochida, 2023: Evaluation of a method to quantify the number concentrations of submicron water-insoluble aerosol particles based on filter sampling and complex forward-scattering amplitude measurements. *Aerosol Science and Technology*.
19. Tozuka, T., T. Toyoda, and M. F. Cronin, 2023: Role of mixed layer depth in Kuroshio Extension decadal variability. *Geophysical Research Letters*, 50, e2022GL101846.
20. Forster, P. M. et al., 2023: Indicators of Global Climate Change 2022: annual update of large-scale indicators of the state of the climate system and human influence. *Earth System Science Data*, 6, 2295–2327. (in press)

21. Moteki, N., S. Ohata, A. Yoshida, and K. Adachi, 2023: Constraining the complex refractive index of black carbon particles using the complex forward-scattering amplitude. *Aerosol Science and Technology*.
22. Planchat, A., L. Kwiatkowski, L. Bopp, O. Torres, H. Tsujino, et al., 2023: The representation of alkalinity and the carbonate pump from CMIP5 to CMIP6 Earth system models and implications for the carbon cycle. *Biogeosciences*, 20, 1195-1257.
23. Terao, T. et al., 2023: AsiaPEX: Challenges and prospects in Asian precipitation research. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 104, E884-E908.
24. Trieu, T.T.N., I. Morino, O. Uchino, Y. Tsutsumi, T. Izumi, T. Sakai, T. Shibata, H. Ohyama, T. Nagahama, 2023: Long-range transport of CO and aerosols from Siberian biomass burning over northern Japan during 18-20 May 2016. *Environmental Pollution*, 322, 121129.
25. Takaya, Y., H.-L. Ren, F. Vitart, A. W. Robertson, 2023: Current status and progress in the seasonal prediction of the Asian summer monsoon. *MAUSAM*, 74, 455-466.
26. Jiang, L.-Q., J. Dunne, B. R. Carter, H. Tsujino, et al., 2023: Global Surface Ocean Acidification Indicators From 1750 to 2100. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 15, e2022MS003563.
27. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2023: A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature over the autumnal Eurasian continent. *Journal of Climate*.
28. Karaki, T., K. Sakamoto, G. Yamanaka, S. Kimura, and A. Kasai, 2023: Inshore migration of Japanese eel *Anguilla japonica* encouraged by active horizontal swimming during the glass eel stage. *Fisheries Oceanography*.
29. Takaya, Y., L.-P. Caron et al., 2023: Recent advances in seasonal and multi-annual tropical cyclone forecasting. *Tropical Cyclone Research and Review*. (submitted)
30. Ganeshi, G. N., M. Mujumdar, Y. Takaya, M. M. Goswami, B. B. Singh, R. Krishnan, and T. Terao, 2023: Soil moisture revamps the temperature extremes in a warming climate over India. *npj Climate and Atmospheric Science*.
31. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2023: A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature on the autumnal Eurasian continent. *Journal of Climate*. (submitted)
32. Nakano H., S. Urakawa, K. Sakamoto, T. Toyoda, Y. Kawakami, and G. Yamanaka, 2023: Long-term sea-level variability along the coast of Japan during the 20th century revealed by a $1/10^\circ$ OGCM. *Journal of Oceanography*, 79, 123-143.
33. Whaley, C. H., Law, K. S., Hjorth, J. L., Skov, H., Arnold, S. R., Langner, J., Pernov, J. B., Bergeron, G., Bourgeois, I., Christensen, J. H., Chien, R.-Y., Deushi, M., Oshima, N. et al., 2023: Arctic tropospheric ozone: assessment of current knowledge and model performance. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23, 637-661.
34. Kobashi, F., N. Usui, N. Akimoto, N. Iwasaka, T. Suga, and E. Oka, 2023: Influence of North Pacific subtropical mode water variability on the surface mixed layer through the heaving of the upper thermocline on decadal timescales. *Journal of Oceanography*. (in press)
35. Sekiyama, T. T., Y. Kurosaki, M. Kajino, M. Ishizuka, B. Buyantogtokh, J. Wu, and T. Maki, 2023: Improvement in dust storm simulation by considering stone coverage effects for stony deserts in East Asia. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 128, e2022JD037295.
36. Masuda, Y., Y. Yamanaka, S. Smith, T. Hirata, H. Nakano, A. Oka, H. Sumata, and M. Aita, 2023: Acclimation by diverse phytoplankton species determines oceanic carbon to nitrogen ratios. *Limnology & Oceanography*.

37. Fujii, Y. T. Yoshida, H. Sugimoto, I. Ishikawa, and S. Urakawa, 2023: Evaluation of a global ocean reanalysis generated by a global ocean data assimilation system based on a four-dimensional variational (4DVAR) method. *Frontiers in Climate*, 4.
38. Takano, Y., et al., 2023: Simulations of Ocean Deoxygenation in the Historical Era: Insights from Forced and Coupled Models. *Frontiers in Marine Science*. (submitted)
39. Kawakami, Y., H. Nakano, S. L. Urakawa, T. Toyoda, K. Sakamoto, G. Yamanaka, and S. Sugimoto, 2023: Cold- versus warm-season-forced variability of the Kuroshio and North Pacific subtropical mode water. *Scientific Reports*, 13, 256.
40. Kajino, M., A. Kamada, N. Tanji, M. Kuramochi, M. Deushi, and T. Maki, 2022: Quantitative influences of interannual variations in meteorological factors on surface ozone concentration in the hot summer of 2018 in Japan. *Atmospheric Environment*, 16 卷, 100191.
41. Terao, T., et al., 2022: AsiaPEX: Challenges and Prospects in Asian Precipitation Research. *Bulletin of the American Meteorological Society*. (in press)
42. Gregory, J. M., J. S. Bloch-Johnson, M. P. Couldrey, E. Exarchou, S. M. Griffies, T. Kuhlbrodt, E. Newsom, O. A. Saenko, T. Suzuki, Q. Wu, S. Urakawa, and L. Zanna, 2022: A new conceptual model of global ocean heat uptake. *Climate Dynamics*. (submitted)
43. Hirose, N., N. Usui, K. Sakamoto, N. Kohno, and G. Yamanaka, 2022: Superposition of coastal-trapped waves and Kuroshio warm water intrusions caused unusually high sea levels around the southern coasts of Japan in early September 1971. *Journal of Oceanography*, 78, 475-493.
44. Doan, V.-Q., F. Chen, H. Kusaka, J. Wang, M. Kajino, and T. Takemi, 2022: Identifying a new normal in extreme precipitation at a city scale under warmer climate regimes: A case study of the Tokyo metropolitan area, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 127 卷 21 号, 036810.
45. Adachi, K., Y. Tobo, M. Koike, G. Freitas, P. Zieger, and R. Krejci, 2022: Composition and mixing state of Arctic aerosol and cloud residual particles from long-term single-particle observations at Zeppelin Observatory, Svalbard. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 14421-14439.
46. von Salzen, K., Whaley, C. H., Anenberg, S. C., Dingenen, R. V., Klimont, Z., Flanner, M. G., Mahmood, R., Arnold, S. R., Beagley, S., Chien, R.-Y., Christensen, J., Eckhardt, S., Ekman, A. M. L., Oshima, N. et al., 2022: Clean air policies are key for successfully mitigating Arctic warming. *Communications Earth & Environment*, 3, 222.
47. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Importance of Minor-Looking Treatments in Global Climate Models. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 14, e2022MS003128.
48. Iizuka, Y., Uemura, R., Matsui, H., Oshima, N., Kawakami, K., Hattori, S., Ohno, H., and Matoba, S., 2022: High Flux of Small Sulfate Aerosols During the 1970s Reconstructed From the SE-Dome Ice Core in Greenland. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD036880.
49. Andrews, T., A. Bodas-Salcedo, J. M. Gregory, Y. Dong, K. C. Armour, D. Paynter, P. Lin, A. Modak, T. Mauritsen, J. N. S. Cole, B. Medeiros, J. J. Benedict, H. Douville, R. Roehrig, T. Koshiro, H. Kawai, T. Ogura, J.-L. Dufresne, R. P. Allan, and C. Liu, 2022: On the effect of historical SST patterns on radiative feedback. *Geophysical Research Letters*, 127, e2022JD036675.
50. Xue, Y., I. Diallo, A. A. Boone, T. Yao, Y. Zhang, et al., 2022: Spring Land Temperature in Tibetan Plateau and Global-Scale Summer Precipitation - Initialization and Improved Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.

51. Ushijima, Y., H. Tsujino, K. Sakamoto, M. Ishii, T. Koshiro, N. Oshima, 2022: Effects of Anthropogenic Forcings on Multidecadal Variability of the Sea Level Around the Japanese Coast Simulated by MRI-ESM2.0 for CMIP6. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL099987.
52. Yukimoto, S., N. Oshima, H. Kawai, M. Deushi, and T. Aizawa, 2022: Role of Interhemispheric Heat Transport and Global Atmospheric Cooling in Multidecadal Trends of Northern Hemisphere Precipitation. *Geophysical Research Letters*, 49.
53. Morgenstern, O., D. E. Kinnison, M. Mills, M. Michou, L. W. Horowitz, P. Lin, M. Deushi, K. Yoshida, F. M. O' Connor, Y. Tang, N. L. Abraham, J. Keeble, F. Dennison, E. Rozanov, T. Egorova, T. Sukhodolov, G. Zeng, 2022: Comparison of Arctic and Antarctic stratospheric climates in chemistry versus no-chemistry climate models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD037123.
54. Brown, F., G. A. Folberth, S. Sitch, S. Bauer, M. Bauters, P. Boeckx, A. W. Cheesman, M. Deushi, I. D. Santos, C. Galy-Lacaux, J. Haywood, J. Keeble, L. M. Mercado, F. M. O' Connor, N. Oshima et al., 2022: The ozone-climate penalty over South America and Africa by 2100. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 12331-12352.
55. Maki, T., T. Y. Tanaka, T. Koshiro, A. Shimizu, T. T. Sekiyama, M. Kajino, Y. Kurosaki, T. Okuro, and N. Oshima, 2022: Changes in Dust Emissions in the Gobi Desert due to Global Warming Using MRI-ESM2. 0. *SOLA*, 18, 218-224.
56. Zeng G., O. Morgenstern, J.H.T. Williams, F.M. O' Connor, P.T. Griffiths, J. Keeble, M. Deushi, L.W. Horowitz, V. Naik, L.K. Emmons, N.L. Abraham, A.T. Archibald, S.E. Bauer, B. Hassler, M. Michou, M.J. Mills, L.T. Murray, N. Oshima, L.T. Sentman et al., 2022: Attribution of stratospheric and tropospheric ozone changes between 1850 and 2014 in CMIP6 models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD036452.
57. Yamagami, A., M. Kajino, and T. Maki, 2022: Statistical evaluation of the temperature forecast error in the lower-level troposphere on short-range timescales induced by aerosol variability. *Journal of Geophysical Research*, 127 巻13号, 036595.
58. Matsui, H., Mori, T., Ohata, S., Moteki, N., Oshima, N., Goto-Azuma, K., Koike, M., and Kondo, Y, 2022: Contrasting source contributions of Arctic black carbon to atmospheric concentrations, deposition flux, and atmospheric and snow radiative effects. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 8989-9009.
59. Usui, N., and K. Ogawa, 2022: Sea level variability along the Japanese coast forced by the Kuroshio and its extension. *Journal of Oceanography*, 78, 515-527.
60. Vaittinada Ayar, B., L. Bopp, J. R. Christian, T. Ilyina, J. P. Krasting, R. Seferian, H. Tsujino, M. Watanabe, A. Yool, J. Tjiputra, 2022: Contrasting projections of the ENSO-driven CO2 flux variability in the equatorial Pacific under high-warming scenario. *Earth System Dynamics*, 13, 1097-1118.
61. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, 2022: Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 119, e2200635119.
62. Konsta, D., J.-L. Dufresne, H. Chepfer, J. Vial, T. Koshiro, H. Kawai, A. Bodas-Salcedo, R. Roehrig, M. Watanabe, and T. Ogura, 2022: Low-level marine tropical clouds in six CMIP6 models are too few, too bright but also too compact and too homogeneous. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL097593.
63. Hirahara, S., Y. Kubo, T. Yoshida, T. Komori, J. Chiba, T. Takakura, T. Kanehama, R. Sekiguchi, K. Ochi, H. Sugimoto, Y. Adachi, I. Ishikawa, and Y. Fujii, 2022: Japan Meteorological Agency/Meteorological Research Institute Coupled Prediction System version 3 (JMA/MRI-CPS3). *Journal of the Meteorological Society of Japan*.

64. Hassan, T., R. J. Allen, W. Liu, S. Shim, T. van Noije, P. Le Sager, N. Oshima, M. Deushi, C. A. Randles and F. M. O' Connor, 2022: Air quality improvements are projected to weaken the Atlantic Meridional Overturning Circulation through radiative forcing effects. *Communications Earth & Environment*, 3, 149.
65. Adachi, K., N. Oshima, N. Takegawa, N. Moteki, M. Koike, 2022: Meteoritic materials within sulfate aerosol particles in the troposphere are detected with transmission electron microscopy. *Communications Earth & Environment*, 3, 134.
50. Xue, Y., I. Diallo, A. A. Boone, T. Yao, Y. Zhang, et al., 2022: Spring Land Temperature in Tibetan Plateau and Global-Scale Summer Precipitation Initialization and Improved Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
66. Whaley, C. H., Mahmood, R., von Salzen, K., Winter, B., Eckhardt, S., Arnold, S., Beagley, S., Becagli, S., Chien, R.-Y., Christensen, J., Damani, S. M., Dong, X., Eleftheriadis, K., Evangeliou, N., Faluvegi, G., Flanner, M., (略), Oshima, N., et al., 2022: Model evaluation of short-lived climate forcings for the Arctic Monitoring and Assessment Programme: a multi-species. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 5775-5828.
67. Kawakami, Y., H. Nakano, S. L. Urakawa, T. Toyoda, K. Sakamoto, H. Yoshimura, E. Shindo, and G. Yamanaka, 2022: Interactions between ocean and successive typhoons in the Kuroshio region in 2018 in atmosphere-ocean coupled model simulations. *Journal of Geophysical Research Oceans*.
68. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2022: Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-Model Seasonal Prediction. *Geophysical Research Letters*.
69. Otaki T., H. Fudeyasu, N. Kohno, T. Takemi, N. Mori, K. Iida, 2022: Investigation of Characteristics of Maximum Storm Surges in Japanese Coastal Regions Caused by Typhoon Jebi (2018) Based on Typhoon Track Ensemble Simulations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 661-676.
70. Trieu, T.T.N., I. Morino, O. Uchino, Y. Tsutsumi, T. Sakai, T. Nagai, A. Yamazaki, H. Okumura, K. Arai, K. Shiomi, D. F. Pollard, and B. Liley, 2022: Influences of aerosols and thin cirrus clouds on GOSAT XCO₂ and XCH₄ using Total Carbon Column Observing Network, sky radiometer, and lidar data. *International Journal of Remote Sensing*, 43, 1770-1799.
71. Shimura, T., W. J. Pringle, N. Mori, T. Miyashita, and K. Yoshida, 2022: Seamless Projections of Global Storm Surge and Ocean Waves Under a Warming Climate. *Geophysical Research Letters*, 49.
72. Bowman, H., Turnock, S., Bauer, S. E., Tsigaridis, K., Deushi, M., Oshima, N., O'Connor, F. M., Horowitz, L., Wu, T., Zhang, J., and Parrish, D. D., 2022: Changes in anthropogenic precursor emissions drive shifts in the ozone seasonal cycle throughout the northern midlatitude troposphere. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 3507-3524.
73. Yoshimura, H., 2022: Improved double Fourier series on a sphere and its application to a semi-implicit semi-Lagrangian shallow-water model. *Geoscientific Model Development*, 15, 2561-2597.
74. Yamanaka, G., H. Nakano, K. Sakamoto, T. Toyoda, L. S. Urakawa, S. Nishikawa, T. Watanabe, H. Tsujino, and Y. Ishikawa, 2022: Correction to: Projected climate change in the western North Pacific at the end of the 21st century from ensemble simulations with a high-resolution regional ocean model. *Journal of Oceanography*.
75. Watanabe, M., M. Kajino, K. Ninomiya, Y. Nagahashi, and A. Shinohara, 2022: Eight-year variations in atmospheric radiocesium in Fukushima city. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22 巻1号, 675-692.

76. Kajino, M., A. Watanabe, M. Ishizuka, K. Kita, Y. Zaizen, T. Kinase, R. Hirai, K. Konnai, A. Saya, K. Iwaoka, Y. Shiroma, H. Hasegawa, N. Akata, M. Hosoda, S. Tokonami, and Y. Igarashi, 2022: Reassessment of the radiocesium resuspension flux from contaminated ground surfaces in eastern Japan. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22 巻 2 号, 783–803.
77. Kondo, M., S. Sitch, P. Ciais, F. Achard, E. Kato, J. Pongratz, R. Houghton, J. Canadell, P. Patra, P. Friedlingstein, W. Li, P. Anthoni, A. Arneth, F. Chevallier, R. Ganzenmüller, A. Harper, A. Jain, C. Koven, S. Lienert, D. Lombardozzi, T. Maki, et al, 2022: Are Land-Use Change Emissions in Southeast Asia Decreasing or Increasing?. *Global Biogeochemical Cycles*, 36, 1–19.
78. Shimura, T., N. Mori, D. Urano, T. Takemi, and R. Mizuta, 2022: Tropical cyclone characteristics represented by the ocean wave coupled atmospheric global climate model incorporating wave-dependent momentum flux. *Journal of Climate*, 35, 499–515.
79. Aizawa, T., N. Oshima, and S. Yukimoto, 2022: Contributions of anthropogenic aerosol forcing and multidecadal internal variability to mid-20th century Arctic cooling—CMIP6/DAMIP multimodel analysis. *Geophysical Research Letters*, 49.
80. Takemura, K., H. Mukougawa, Y. Takaya, and S. Maeda, 2022: Seasonal Predictability of Summertime Asian Jet Deceleration near Japan in JMA/MRI-CPS2. SOLA.
81. Adachi, K., J.E. Dibb, E. Scheuer, J.M. Katich, J.P. Schwarz, A.E. Perring, B. Mediavilla, H. Guo, P. Campuzano-Jost, J.L. Jimenez, J. Crawford, A. J. Soja, N. Oshima, M. Kajino, T. Kinase, L. Kleinman, A.J. Sedlacek, R.J. Yokelson, P.R. Buseck, 2022: Fine Ash-Bearing Particles as a Major Aerosol Component in Biomass Burning Smoke. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2021JD035657.
82. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2022: Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-model Seasonal Predictions. *Geophysical Research Letters*. (in press)
83. Hermanson, L., et al., 2022: WMO Global Annual to Decadal Climate Update: A prediction for 2021–2025. *Bulletin of the American Meteorological Society*. (in press)
84. Zanis, P., D. Akritidis, S. Turnock, V. Naik, S. Szopa, A. K. Georgoulas, S. E. Bauer, M. Deushi, L. W. Horowitz, J. Keeble, P. Le Sager, F. M. O'Connor, N. Oshima, K. Tsigaridis, T. van Noije, 2022: Climate change penalty and benefit on near surface ozone: A global perspective based on CMIP6 Earth System Models. *Environmental Research Letters*, 17, 024014.
85. Imada, Y. and H. Kawase, 2021: Potential Seasonal Predictability of the Risk of Local Rainfall Extremes Estimated Using High-Resolution Large Ensemble Simulations. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL096236.
86. Kuroda, Y., K. Kodera, K. Yoshida, S. Yukimoto, and L. Gray, 2021: Influence of the solar cycle on the North Atlantic Oscillation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127.
87. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2021: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the double-intertropical convergence zone problem in MRI-ESM2. *Atmospheric Science Letters*, 22, e1064.
88. Ohata, S., Koike, M., Yoshida, A., Moteki, N., Adachi, K., Oshima, N., Matsui, H., Eppers, O., Bozem, H., Zanatta, M., and Herber, A. B., 2021: Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 15861–15881.

89. Kawakami, Y., A. Kojima, K. Murakami, T. Nakano, and S. Sugimoto, 2021: Temporal variations of net Kuroshio transport based on a repeated hydrographic section along 137° E. *Climate Dynamics*.
90. Aiki, N., Y. Fukutomi, Y. Kanno, T. Ogata, T. Toyoda, and H. Nakano, 2021: The energy flux of three-dimensional waves in the atmosphere: Exact expression for a basic model diagnosis with no equatorial gap. *Journal of the Atmospheric Sciences*. (in press)
91. Ohata, S., Mori, T., Kondo, Y., Sharma, S., Hyvärinen, A., Andrews, E., Tunved, P., Asmi, E., Backman, J., Servomaa, H., Veber, D., Eleftheriadis, K., Vratolis, S., Krejci, R., Zieger, P., Koike, M., Kanaya, Y., Yoshida, A., Moteki, N., Zhao, Y., et al., 2021: Estimates of mass absorption cross sections of black carbon for filter-based absorption photometers in the Arctic. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14, 6723–6748.
92. Niwano, M., M. Kajino, T. Kajikawa, T. Aoki, Y. Kodama, T. Tanikawa, and S. Matoba, 2021: Quantifying Relative Contributions of Light-Absorbing Particles from Domestic and Foreign Sources on Snow Melt at Sapporo, Japan during the 2011–2012 Winter. *Geophysical Research Letters*. (in press)
93. Toyoda, T., N. Kimura, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, G. Yamanaka, K. K. Komatsu, Y. Matsumura, and Y. Kawaguchi, 2021: Improved representation of Arctic sea-ice velocity field in ocean-sea ice models based on satellite observations. *Climate Dynamics*, 57, 2863–2887.
94. Inomata, Y., M. Takeda, N. Thao, M. Kajino, T. Seto, H. Nakamura, and K. Hayakawa, 2021: Particulate PAH transport associated with adult chronic cough occurrence closely connected with meteorological conditions: A modelling study. *Atmosphere*, 12 卷9号, 1163.
95. Toyoda, T., K. Sakamoto, N. Usui, N. Hirose, K. Tanaka, T. Katsumata, D. Takahashi, M. Niki, K. Kutsumada, T. Miyama, H. Nakano, L. S. Urakawa, K. K. Komatsu, Y. Kawakami, and G. Yamanaka, 2021: Surface-layer circulations in Suruga Bay induced by intrusions of Kuroshio branch water. *Frontiers in Marine Science*, 8, 721500.
96. Abalos, M., Calvo, N., Benito-Barca, S., Garny, H., Hardiman, S. C., Lin, P., Andrews, M. B., Butchart, N., Garcia, R., Orbe, C., Saint-Martin, D., Watanabe, S., and Yoshida, K., 2021: The Brewer-Dobson circulation in CMIP6. *Atmospheric Chemistry and Physics*. (in press)
97. Kajino, M., M. Deushi, T. T. Sekiyama, N. Oshima, K. Yumimoto, T. Y. Tanaka, J. Ching, A. Hashimoto, T. Yamamoto, M. Ikegami, A. Kamada, M. Miyashita, Y. Inomata, S. Shima, P. Khatri, A. Shimizu, H. Irie, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Mak, 2021: Comparison of three aerosol representations of NHM-Chem (v1.0) for the simulations of air quality and climate-relevant variables. *Geoscientific Model Development*, 14, 2235–2264.
98. Kusano, K., K. Yoshida, et al., 2021: PSTEP: project for solar-terrestrial environment prediction. *Earth, Planets and Space*, 73:159.
99. Yoshida, K. and R. Mizuta, 2021: Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?. *Geophysical Research Letters*, 48.
100. Vitart, F. and Y. Takaya, 2021: Lagged Ensembles in sub-seasonal predictions. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
101. Itahashi, S., B. Ge, K. Sato, Z. Wang, J. Kurokawa, T. Jiani, J. S. Fu, X. Wang, K. Yamaji, T. Nagashima, J. Li, M. Kajino, G. R. Carmichael, and Z. Wang, 2021: Insights into seasonal variation of wet deposition over Southeast Asia via precipitation adjustment from the findings of MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 8709–8734.

102. Xue, Y. et al., 2021: Impact of Initialized Land Surface Temperature and Snowpack on Subseasonal to Seasonal Prediction Project, Phase I (LS4P-I): Organization and Experimental design. Geoscientific Model Development. (in press)
103. Parrish, D. D., Derwent, R. G., Turnock, S. T., O' Connor, F. M., Staehelin, J., Bauer, S. E., Deushi, M., Oshima, N., Tsigaridis, K., Wu, T., and Zhang, J., 2021: Investigations on the Anthropogenic Reversal of the Natural Ozone Gradient between Northern and Southern Mid-latitudes. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 9669–9679.
104. Usui, N., K. Ogawa, K. Sakamoto, H. Tsujino, G. Yamanaka, T. Kuragano, and M. Kamachi, 2021: Unusually high sea level at the south coast of Japan in September 2011 induced by the Kuroshio. *Journal of Oceanography*, 77, 447–461.
105. Yamanaka, G., H. Nakano, K. Sakamoto, T. Toyoda, S. Urakawa, S. Nishikawa, T. Wakamatsu, H. Tsujino, and Y. Ishikawa, 2021: Projected climate change in the western North Pacific at the end of the 21st century from ensemble simulations with a high-resolution regional ocean model. *Journal of Oceanography*, 77, 539–560.
106. Misra, P., M. Takigawa, P. Khatri, S. K. Dhaka, A. P. Dimri, K. Yamaji, M. Kajino, W. Takeuchi, R. Imasu, P. K. Patra, and S. Hayashida, 2021: Nitrogen oxides concentration and emission change detection during COVID-19 restrictions in North India. *Scientific Reports*, 11, 9800.
107. Mori, T., Y. Kondo, S. Ohata, K. Goto-Azuma, K. Fukuda, Y. Ogawa-Tsukagawa, N. Moteki, A. Yoshida, M. Koike, P. R. Sinha, N. Oshima, H. Matsui, Y. Tobo, M. Yabuki and W. Aas, 2021: Seasonal variation of wet deposition of black carbon at Ny-Ålesund, Svalbard. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 126, e2020JD034110.
108. Anstey, J.A., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2021: Teleconnections of the quasi-biennial oscillation in a multi-model ensemble of QBO-resolving models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
109. Hattori, S., Y. Iizuka, B. Alexander, S. Ishino, K. Fujita, S. Zhai, T. Sherwen, N. Oshima, R. Uemura, A. Yamada, N. Suzuki, S. Matoba, A. Tsuruta, J. Savarino, N. Yoshida, 2021: Isotopic Evidence for Acidity-driven Enhancement of Sulfate Formation after SO₂ emission control. *Science Advances*, 7(19), eabd4610.
110. Toyoda, T., H. Nakano, H. Aiki, T. Ogata, Y. Fukutomi, Y. Kanno, L. S. Urakawa, K. Sakamoto, G. Yamanaka, and M. Nagura, 2021: Energy flow diagnosis of ENSO from an ocean reanalysis. *Journal of Climate*, 34, 4023–4042.
111. Kim, C.-H., F. Meng, M. Kajino, J. Lim, W. Tan, J.-J. Lee, Y. Kiriya, J.-H. Woo, K. Sato, T. Kitada, J. Kim, K. B. Lee, S. A. Roh, H.-Y. Jo, and Y.-J. Jo, 2021: Comparative numerical study of PM_{2.5} in exit-and-entrance areas associated with transboundary transport over China, Japan, and Korea. *Atmosphere*, 12, 469.
112. Kawamiya, M., Ishii, M., Mori, N., I. Takayabu, and Watanabe, M., 2021: Preface for "Projection and impact assessment of global change". *Progress in Earth and Planetary Science*, 8. (in press)
113. Takaya, Y., Y. Kosaka, M. Watanabe, S. Maeda, 2021: Skilful predictions of the Asian summer monsoon one year ahead. *Nature Communications*, 12.
114. Jones, C. D., J. E. Hickman, S. T. Rumbold, J. Walton, R. D. Lamboll, R. B. Skeie, S. Fiedler, P. M. Forster, J. Rogelj, M. Abe, M. Botzet, K. Calvin, C. Cassou, J. N. S. Cole, P. Davini, M. Deushi, M. Dix, J. C. Fyfe, N. P. Gillett, T. Ilyina, et al., 2021: The Climate Response to Emissions Reductions due to COVID - 19: Initial Results from CovidMIP. *Geophysical Research Letters*, 48.
115. Shuhei MAEDA, Kazuto TAKEMURA, Chiaki KOBAYASHI, 2021: Planetary wave modulations associated with the Eurasian teleconnection pattern. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99. (in press)

116. Kajino, M., H. Hagino, Y. Fujitani, T. Morikawa, T. Fukui, K. Onishi, T. Okuda, and Y. Igarashi, 2021: Simulation of the transition metal-based cumulative oxidative potential in East Asia and its emission sources in Japan. *Scientific Reports*, 11, 6550.
117. Amino, T., Y. Iizuka, S. Matoba, R. Shimda, N. Oshima, T. Suzuki, T. Ando, T. Aoki, and K. Fujita, 2021: Increasing dust emission from ice free terrain in southeastern Greenland since 2000. *Polar Science*, 27.
118. Koike, M., K. Goto-Azuma, Y. Kondo, H. Matsui, T. Mori, N. Moteki, S. Ohata, H. Okamoto, N. Oshima, K. Sato, T. Takano, Y. Tobo, J. Ukita, and A. Yoshida, 2021: Studies on Arctic aerosols and clouds during the ArCS project. *Polar Science*.
119. Aizawa, T., M. Ishii, N. Oshima, S. Yukimoto, and H. Hasumi, 2021: Arctic warming and associated sea ice reduction in the early 20th century induced by natural forcings in MRI-ESM2.0 climate simulations and multi-model analyses. *Geophysical Research Letters*, 48.
120. Tebaldi, C., and Coauthors, 2021: Climate model projections from the Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) of CMIP6. *Earth System Dynamics*, 12, 253-293.
121. DeLang et al., 2021: Mapping yearly fine resolution global surface ozone through the Bayesian Maximum Entropy data fusion of observations and model output for 1990-2017. *Environmental Science & Technology*.
122. Derwent et al., 2021: Intercomparison of the representations of the atmospheric chemistry of pre-industrial methane and ozone in earth system and other global chemistry-transport models. *Atmospheric Environment*, 248, 118248.
123. Keeble et al., 2021: Evaluating stratospheric ozone and water vapor changes in CMIP6 models from 1850-2100. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 5015-5061.
124. Garfinkel et al., 2021: Influence of ENSO on entry stratospheric water vapor in coupled chemistry-ocean CCM and CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3725-3740.
125. Griffiths, P.T., L. T. Murray, G. Zeng, Y. M. Shin, N. L. Abraham, A. T. Archibald, M. Deushi, L. K. Emmons, I. Galbally, B. Hassler, L. W. Horowitz, J. Keeble, J. Liu, O. Moeini, V. Naik, F. M. O' Connor, N. Oshima et al., 2021: Tropospheric ozone in CMIP6 Simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 4187-4218.
126. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, 2021: Two Tropical Routes for the Remote Influence of the Northern Tropical Atlantic on the Indo-western Pacific Summer Climate. *Journal of Climate*, 34, 1619-1634.
127. Adachi, K., Oshima, N., Ohata, S., Yoshida, A., Moteki, N., and Koike, M., 2021: Compositions and mixing states of aerosol particles by aircraft observations in the Arctic springtime, 2018. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3607-3626.
128. Allen, R. J., L. W. Horowitz, V. Naik, N. Oshima, F. M. O'Connor, S. Turnock, S. Shim, P. Le Sager, T. van Noije, K. Tsigaridis, S. E. Bauer, L. T. Sentman, J. G. John, C. Broderick, M. Deushi, G. A. Folberth, S. Fujimori, and W. J. Collins, 2021: Significant climate benefits from near-term climate forcer mitigation in spite of aerosol reductions. *Environmental Research Letters*, 16, 034010.
129. Fujiwara, M., T. Sakai, T. Nagai, K. Shiraishi, Y. Inai, S. Khaykin, H. Xi, T. Shibata, M. Shiotani, and L. L. Pan, 2021: Lower-stratospheric aerosol measurements in eastward shedding vortices over Japan from the Asian summer monsoon anticyclone during the summer of 2018. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3073-3090.
130. Iizumi, T, Y. Takaya, W. Kim, T. Nakaegawa, S. Maeda, 2021: Global within-season yield anomaly prediction for major crops derived using seasonal forecasts of large-scale climate indices and regional temperature and precipitation. *Weather and Forecasting*, 36, 285-299.

131. Yoshida, M., K. Yumimoto, T. M. Nagao, T. Y. Tanaka, M. Kikuchi, and H. Murakami, 2021: Satellite retrieval of aerosol combined with assimilated forecast. *Atmospheric Chemistry and Physics*.
132. Keen, A., E. Blockley, D. Bailey, J. B. Debernard, M. Bushuk, S. Delhay, D. Docquier, D. Feltham, F. Massonnet, S. O'Farrell, L. Ponsoni, J. Rodriguez, D. Schroeder, N. Swart, T. Toyoda, H. Tsujino, M. Vancoppenolle, and K. Wyser, 2021: An inter-comparison of the mass budget of the Arctic sea-ice in CMIP6 models. *The Cryosphere*, 15, 951-982.
133. Kajino, M., K. Adachi, Y. Igarashi, Y. Satou, M. Sawada, T. T. Sekiyama, Y. Zaizen, A. Saya, H. Tsuruta, and Y. Moriguchi, 2021: Deposition and dispersion of radio-cesium released due to the Fukushima nuclear accident: 2. Sensitivity to aerosol microphysical properties of Cs-bearing microparticles (CsMP). *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 126, e2020jd033460.
134. Nishikawa, S., T. Wakamatsu, H. Ishizaki, K. Sakamoto, Y. Tanaka, H. Tsujino, G. Yamanaka, M. Kamachi and Y. Ishikawa, 2021: Development of high-resolution future ocean regional projection datasets for coastal applications in Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8, 7.
135. Fujii, Y., T. Ishibashi, T. Yasuda, Y. Takaya, C. Kobayashi, and I. Ishikawa, 2021: Improvements in tropical precipitation and sea surface air temperature fields in a coupled atmosphere-ocean data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1317-1343.
136. Gillett, N. P., M. Kirchmeier-Young, A. Ribes, H. Shiogama, G. Hegerl, R. Knutti, G. Gastineau, J. G. John, L. Li, L. Nazarenko, N. Rosenbloom, Ø. Seland, T. Wu, S. Yukimoto, and T. Ziehn, 2021: Constraining human contributions to observed warming since the pre-industrial period. *Nature Climate Change*.
137. Nakano, H., Y. Matsumura, H. Tsujino, S. Urakawa, K. Sakamoto, T. Toyoda, G. Yamanaka, 2021: Effects of eddies on the subduction and movement of water masses reaching the 137° E section using Lagrangian particles in an eddy-resolving OGCM. *Journal of Oceanography*, 77, 283-305.
138. Thornhill, G. D., W. J. Collins, R. J. Kramer, D. Olivié, R. B. Skeie, F. M. O'Connor, N. L. Abraham, R. Checa-Garcia, S. E. Bauer, M. Deushi, L. K. Emmons, P. M. Forster, L. W. Horowitz, B. Johnson, J. Keeble, J.-F. Lamarque, M. Michou, et al., 2021: Effective radiative forcing from emissions of reactive gases and aerosols - a multi-model comparison. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 853-874.
139. Kobayashi, C., Y. Fujii, I. Ishikawa, 2021: Intraseasonal SST-Precipitation Relationship in a coupled reanalysis experiment using the MRI coupled atmosphere-ocean data assimilation system. *Climate Dynamics*.
140. Kinase, T., K. Adachi, T. T. Sekiyama, M. Kajino, Y. Zaizen, and Y. Igarashi, 2020: Temporal variations of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs in atmospheric depositions after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident with long-term observations. *Scientific Reports*, 10, 21627.
141. Moseid, K. O., M. Schulz, T. Storelvmo, I. R. Julsrud, D. Olivié, P. Nabat, M. Wild, J. N. S. Cole, T. Takemura, N. Oshima, S. E. Bauer, and G. Gastineau, 2020: Bias in CMIP6 models as compared to observed regional dimming and brightening. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 16023-16040.
142. Kubota, T., H. Kuroda, M. Watanabe, A. Takahashi, R. Nakazato, M. Tarui, S. Matsumoto, K. Nakagawa, Y. Numata, T. Ouchi, H. Hosoi, M. Nakagawa, R. Shinohara, M. Kajino, K. Fukushima, Y. Igarashi, N. Imamura, G. Katata, 2020: Role of advection in atmospheric ammonia: A case study at a Japanese lake basin influenced by agricultural ammonia sources. *Atmospheric Environment*, 243, 117856.

143. Kosugi, N., N. Hirose, T. Toyoda and M. Ishii, 2020: Rapid freshening of Japan Sea Intermediate Water in the 2010s. *Journal of Oceanography*, 76.
144. Archibald et al., 2020: Tropospheric Ozone Assessment Report: A critical review of changes in the tropospheric ozone burden and budget from 1850 to 2100. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 8, 1.
145. Kawai, H., and S. Shige, 2020: Marine low clouds and their parameterization in climate models. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 1097–1127.
146. Takaya, Y., I. Ishikawa, C. Kobayashi, H. Endo, and T. Ose, 2020: Enhanced Meiyu-Baiu Rainfall in Early Summer 2020: Aftermath of the 2019 Super IOD Event. *Geophysical Research Letters*.
147. Turnock, S. T., R. J. Allen, M. Andrews, S. E. Bauer, M. Deushi, L. Emmons, P. Good, L. Horowitz, J. G. John, M. Michou, P. Nabat, V. Naik, D. Neubauer, F. M. O'Connor, D. Olivie, N. Oshima, M. Schulz, A. Sellar, S. Shim, T. Takemura, S. Tilmes, et al., 2020: Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 14547–14579.
148. Zhao, Y. H. et al., 2020: On the role of trend and variability of hydroxyl radical (OH) in the global methane budget. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 13011–13022.
149. Niwa, Y., and Y. Fujii, 2020: A conjugate BFGS method for accurate estimation of a posterior error covariance matrix in a linear inverse problem. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146, 3118–3143.
150. Stockdale, T. N., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto et al., 2020: Prediction of the quasi-biennial oscillation with a multi-model ensemble of QBO-resolving models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–22.
151. Couldrey, MP, J. M. Gregory, S. M. Griffies, H. Haak, A. Hu, M. Ishii, J. Jungclaus, O. A. Saenko, A. Shao, T. Suzuki, A. Todd, L. Zanna, 2020: What causes the spread of model projections of ocean dynamic level change in response to greenhouse gas forcing?. *Climate Dynamics*.
152. Adachi, K., Oshima, N., Gong, Z., de Sá, S., Bateman, A. P., Martin, S. T., de Brito, J. F., Artaxo, P., Cirino, G. G., Sedlacek III, A. J., and Buseck, P. R., 2020: Mixing states of Amazon basin aerosol particles transported over long distances using transmission electron microscopy. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 11923–11939.
153. Ito, R., T. Ose, H. Endo, R. Mizuta, K. Yoshida, A. Kitoh, T. Nakaegawa, 2020: Seasonal characteristics of future climate change over Japan and the associated atmospheric circulation anomalies in global model experiments. *Hydrological Research Letters*, 14, 130–135.
154. Ishii, M., and N. Mori, 2020: d4PDF: large-ensemble and high-resolution climate simulations for global warming risk assessment. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7.
155. Morgenstern et al., 2020: Reappraisal of the climate impacts of ozone-depleting substances. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088295.
156. Urakawa, L. S., H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, G. Yamanaka, and T. Toyoda, 2020: The sensitivity of a depth-coordinate model to diapycnal mixing induced by practical implementations of the isopycnal tracer diffusion scheme. *Ocean Modelling*, 154, 101693.
157. Ge, B., S. Itahashi, K. Sato, D. Xu, J. Wang, F. Fan, Q. Tan, J. S. Fu, X. Wang, K. Yamaji, T. Nagashima, J. Li, M. Kajino, H. Liao, M. Zhang, Z. Wang, M. Li, J.-H. Woo, J. Kurokawa, Y. Pan, Q. Wu, X. Liu, and Z. Wang, 2020: Model Inter-Comparison Study for Asia (MICS-Asia) phase III: multi-model comparison of reactive nitrogen deposition over China. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 10587–10610.

158. Dragović, S., M. Yamauchi, M. Aoyama, M. Kajino, J. Petrović, M. Ćujić, R. Dragović, M. Đorđević, J. Bór, 2020: Synthesis of studies on significant atmospheric electrical effects of major nuclear accidents in Chnrobyl and Fukushima. *Science of Total Environment*, 733, 139271.
159. Kita, K., Y. Igarashi, T. Kinase, N. Hayashi, M. Ishizuka, K. Adachi, M. Koitabashi, T. T. Sekiyama and Y. Onda, 2020: Rain-induced bioecological resuspension of radiocaesium in a polluted forest in Japan. *Scientific Reports*, 10, 15330.
160. Kajino, M., H. Hagino, Y. Fujitani, T. Morikawa, T. Fukui, K. Onishi, T. Okuda, T. Kajikawa, and Y. Igarashi, 2020: Modeling transition metals in East Asia and Japan and its emission sources. *GeoHealth*, 4, e2020GH000259. (in press)
161. Takemura, K., H. Mukougawa, S. Maeda, 2020: Large-scale atmospheric circulation related to frequent Rossby wave breaking nearJapan in boreal summer. *Journal of Climate*, 33, 6371–6744.
162. Dhaka, S. K., Chetna, V. Kumar, V. Panwar, A. P. Dimri, N. Singh, P. K. Patra, Y. Matsumi, M. Takigawa, T. Nakayama, K. Yamaji, M. Kajino, P. Misra, and S. Hayashida, 2020: PM2.5 diminution and haze events over Delhi during the COVID-19 lockdown period: an interplay between the baseline pollution and meteorology. *Scientific Reports*, 10, 13442.
163. Allen, R. J., S. Turnock, P. Nabat, P. Neubauer, U. Lohmann, D. Olivié, N. Oshima, et al., 2020: Climate and air quality impacts due to mitigation of non-methane near-term climate forcers. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 9641–9663.
164. Mori, T., Y. Kondo, S. Ohata, Y. Zhao, P. R. Sinha, N. Oshima, H. Matsui, N. Moteki, and M. Koike, 2020: Seasonal variation of wet deposition of black carbon in Arctic Alaska. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD032240.
165. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, 2020: Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7, 38.
166. Tsujino, H., L. S. Urakawa, S. M. Griffies, G. Danabasoglu, 他 38 名, 2020: Evaluation of global ocean-sea-ice model simulations based on the experimental protocols of the Ocean Model Intercomparison Project phase 2 (OMIP-2). *Geoscientific Model Development*, 13, 3643–3708.
167. Smith, C. J. et al., 2020: Effective radiative forcing and adjustments in CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*.
168. Skeie et al., 2020: Historical total ozone radiative forcing derived from CMIP6 simulations. *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 32.
169. Takagi, M., T. Ohara, D. Goto, Y. Morino, J. Uchida, T. T. Sekiyama, S. F. Nakayama, M. Ebihara, Y. Oura, T. Nakajima, H. Tsuruta, and Y. Moriguchi, 2020: Reassessment of early 131I inhalation doses by the Fukushima nuclear accident based on atmospheric 137Cs and 131I/137Cs observation data and multi-ensemble of atmospheric transport and deposition models. *Journal of Environmental Radioactivity*, 218, 106233.
170. Zanis, P., Akritidis, D., Georgoulas, A. K., Allen, R. J., Bauer, S. E., Boucher, O., Cole, J., Johnson, B., Deushi, M., Michou, M., Mulcahy, J., Nabat, P., Olivié, D., Oshima, N., Sima, A., Schulz, M., Takemura, T., and Tsigaridis, K., 2020: Fast responses on pre-industrial climate from present-day aerosols in a CMIP6 multi-model study. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 8381–8404.
171. Ching, J. and M. Kajino, 2020: Rethinking Air Quality and Climate Change after COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(14), 5167.

172. Amos, M. et al., 2020: Projecting ozone hole recovery using an ensemble of chemistry-climate models weighted by model performance and independence. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 9961–9977.
173. Tan, J., J. S. Fu, G. R. Carmichael, S. Itahashi, Z. Tao, K. Huang, X. Dong, K. Yamaji, T. Nagashima, X. Wang, Y. Liu, H.-J. Lee, C.-Y. Lin, B. Ge, M. Kajino, J. Zhu, M. Zhang, L. Hong, and Z. Wang, 2020: Why do models perform differently on particulate matter over East Asia? A multi-model intercomparison study for MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(12), 7393–7410.
174. Yoshida, A., N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, M. Koike, Y. Kondo, M. Matsui, N. Oshima, A. Takami, and K. Kita, 2020: Abundances and microphysical properties of light-absorbing iron oxide and black carbon aerosols over East Asia and the Arctic. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD032301.
175. Ishibashi, T., 2020: Improvement of accuracy of global numerical weather prediction using refined error covariance matrices. *Monthly Weather Review*, 148, 2623–2643.
176. Toyoda, T., T. Aoki, M. Niwano, T. Tanikawa, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, N. Hirose, and G. Yamanaka, 2020: Impact of observation-based snow albedo parameterization on global ocean simulation results. *Polar Science*, 24, 100521.
177. Holt, L. A., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto et al., 2020: An evaluation of tropical waves and wave forcing of the QBO in the QBOi models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–27.
178. Sugi, M., Y. Yamada, K. Yoshida, R. Mizuta, M. Nakano, C. Kodama, M. Satoh, 2020: Future changes in the global frequency of tropical cyclone seeds. *SOLA*, 16, 70–74.
179. Takigawa, M., P. K. Patra, Y. Matsumi, S. K. Dhaka, T. Nakayama, K. Yamaji, M. Kajino, and S. Hayashida, 2020: Can Delhi's pollution be affected by crop fires in the Punjab region?. *SOLA*, 16, 86–91.
180. Sekiyama, T. and M. Kajino, 2020: Reproducibility of surface wind and tracer transport simulations over complex terrain using 5-, 3-, and 1-km grid models. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 59(5), 937–952.
181. Takegawa, N., T. Seto, N. Moteki, M. Koike, N. Oshima, K. Adachi, K. Kita, A. Takami, and Y. Kondo, 2020: Enhanced new particle formation above the marine boundary layer over the Yellow Sea: Potential impacts on cloud condensation nuclei. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
182. Minami, A. and Y. Takaya, 2020: Enhanced Northern Hemisphere correlation skill of subseasonal predictions in the strong negative phase of the Arctic Oscillation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
183. Notz, D., J. Dorr, D. A. Bailey, E. Blockley, M. Bushuk, J. B. Debernard, E. Dekker, P. DeRepentigny, D. Docquier, N. S. Fuckar, J. C. Fyfe, A. Jahn, M. Holland, E. Hunke, D. Iovino, N. Khosravi, F. Massonnet, G. Madec, S. O'Farrell, A. Petty, et al., 2020: Arctic Sea Ice in CMIP6. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086749.
184. Katata G., K. Matsuda, A. Sorimachi, M. Kajino, K. Takagi, 2020: Effects of aerosol dynamics and gas-particle conversion on dry deposition of inorganic reactive nitrogen in a temperate forest. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 4933–4949.
185. Naoe, H., T. Matsumoto, K. Ueno, T. Maki, M. Deushi, and A. Takeuchi, 2020: Bias correction of multi-sensor total column ozone satellite data for 1978–2017. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 353–377.
186. Goto, D., Y. Morino, T. Ohara, T. T. Sekiyama, J. Uchida, and T. Nakajima, 2020: Application of linear minimum variance estimation to the multi-model ensemble of atmospheric radioactive Cs-137 with observations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 3589–3607.

187. Itahashi, S., B. Ge, K. Sato, J. S. Fu, X. Wang, K. Yamaji, T. Nagashima, J. Li, M. Kajino, H. Liao, M. Zhang, Z. Wang, M. Li, J. Kurokawa, G. R. Carmichael, and Z. Wang, 2020: MICS-Asia III: Overview of model inter-comparison and evaluation for acid deposition over Asia. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(5), 2667-2693.
188. Orbe, C., Plummer, D. A., Waugh, D. W., Yang, H., Jöckel, P., Kinnison, D. E., Josse, B., Marecal, V., Deushi, M., Abraham, N. L., Archibald, A. T., Chipperfield, M. P., Dhomse, S., Feng, W., and Bekki, S., 2020: Description and Evaluation of the specified-dynamics experiment in the Chemistry-Climate Model Initiative. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 3809-3840.
189. Merryfield, W. et al., 2020: Current and emerging developments in subseasonal to decadal prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
190. Kusunoki, S., T. Ose, and M. Hosaka, 2020: Emergence of unprecedented climate change in projected future precipitation. *Scientific Reports*, 10.
191. Huang, Y., J. F. Kok, K. Kandler, H. Lindqvist, T. Nousiainen, T. Sakai, A. Adebisi, and O. Jokinen, 2020: Climate Models and Remote Sensing Retrievals Neglect Substantial Desert Dust Asphericity. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL08659.
192. Noguchi, S., Y. Kuroda, H. Mukougawa, R. Mizuta, and C. Kobayashi, 2020: Impact of satellite observations on forecasting sudden stratospheric warmings. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086233.
193. Imamura, N., G. Katata, M. Kajino, M. Kobayashi, Y. Itoh, A. Akama, 2020: Fogwater deposition of radiocesium in the forested mountains of East Japan during the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: A key process in regional radioactive contamination. *Atmospheric Environment*, 224.
194. Stewart, K. D., W. M. Kim, S. Urakawa, A. McC. Hogg, S. Yeager, H. Tsujino, H. Nakano, A. E. Kiss, and G. Danabasoglu, 2020: JRA55-do-based repeat year forcing datasets for driving ocean-sea-ice models. *Ocean Modelling*, 147, 101557.
195. Bushell, A.C., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2020: Evaluation of the Quasi - Biennial Oscillation in global climate models for the SPARC QBO - initiative. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-31.
196. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, Sh. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, and Hiroaki Kawase, 2020: Developments of a system for efficient content-based retrieval to analyze large volume climate data. *Progress in Earth and Planetary Science*.
197. Hatsuzuka D, Sato T, Yoshida K, Ishii M, and Mizuta R, 2020: Regional projection of tropical-cyclone-induced extreme precipitation around Japan based on large ensemble simulations. *SOLA*, 16, 23-29.
198. Watanabe, Sh., M. Fujita, S. Kawazoe, S. Sugimoto, Y. Okada, R. Mizuta, M. Ishii, 2020: Frequency change of clear-air turbulence over the North Pacific under 2 K global warming - ensemble projections using a 60-km atmospheric general circulation model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 757-771.
199. Itahashi, S., K. Yumimoto, J. Kurokawa, Y. Morino, T. Nagashima, K. Miyazaki, T. Maki and T. Ohara, 2020: Inverse estimation of NO_x emissions over China and India 2005-2016: contrasting recent trends and future perspectives. *Environmental Research Letters*, 14, 124020.
200. Nicely, J. M., Duncan, B. N., Hanisco, T. F., Wolfe, G. M., Salawitch, R. J., Deushi, M., Haslerud, A. S., Jöckel, P., Josse, B., Kinnison, D. E., Klekociuk, A., Manyin, M. E., Marécal, V., Morgenstern, O., Murray, L. T., Myhre, G., Oman, L. D., Pitari, G., 2020: A machine learning examination of hydroxyl radical differences among model simulations for CCM1-1. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 1341-1361.

201. Kawakami, Y., Y. Kitamura, T. Nakano, and S. Sugimoto, 2020: Long - Term Thermohaline Variations in the North Pacific Subtropical Gyre from a Repeat Hydrographic Section Along 165° E. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 125, e2019JC015382.
202. Kong, L., X. Tang, J. Zhu, Z. Wang, J. S. Fu, X. Wang, S. Itahashi, K. Yamaji, T. Nagashima, H.-J. Lee, C.-H. Kim, C.-Y. Lin, L. Chen, M. Zhang, Z. Tao, J. Li, M. Kajino, H. Liao, K. Sudo, Y. Wang, Y. Pan, G. Tang, M. Li, Q. Wu, B. Ge, G. R. Carmichael,, 2020: Evaluation and uncertainty investigation of the NO₂, CO and NH₃ modeling over China under the framework of MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 181-202.
203. Richter, J.H., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2020: Response of the Quasi - Biennial Oscillation to a warming climate in global climate models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-29.
204. Smith, A. K., H. Naoe, K. Yoshida, et al., 2020: The equatorial stratospheric semiannual oscillation and time - mean winds in QBOi models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-17.
205. Kinase, T., K. Adachi, N. Oshima, K. Goto - Azuma, Y. Ogawa - Tsukagawa, Y. Kondo, N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, M. Hayashi, K. Hara, H. Kawashima, and K. Kita, 2020: Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.
206. Rahaman, H., U. Srinivasu, P. Swapana, J. V. Durgadoo, S. M. Griffies, M. Ravichandran, H. Tsujino, et al., 2020: An assessment of the Indian Ocean mean state and seasonal cycle in a suite of interannual CORE-II simulation. *Ocean Modelling*, 145, 101503.
207. Kuai, L., Bowman, K. W., Miyazaki, K., Deushi, M., Revell, L., Rozanov, E., Paulot, F., Strode, S., Conley, A., Lamarque, J.-F., Jöckel, P., Plummer, D. A., Oman, L. D., Worden, H., Kulawik, S., Paynter, D., Stenke, A., and Kunze, M., 2020: Attribution of Chemistry-Climate Model Initiative (CCMI) ozone radiative flux bias from satellites. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 1341-1361.
208. Kajino, M., S. Hayashida, T. T. Sekiyama, M. Deushi, K. Ito, and X. Liu., 2019: Detectability assessment of a satellite sensor for lower tropospheric ozone responses to its precursors emission changes in East Asian summer. *Scientific Reports*, 9, 19629.
209. Mori, T., K. Goto-Azuma, Y. Kondo, Y. Ogawa-Tsukagawa, K. Miura, M. Hirabayashi, N. Oshima, M. Koike, K. Kupiainen, N. Moteki, S. Ohata. P. R. Sinha, K. Sugiura, T. Aoki, M. Schneebeli, K. Steffen, A. Sato, A. Tsushima, V. Makarov, S. Omiya, A. Sugimoto, 2019: Black carbon and inorganic aerosols in Arctic snowpack. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 13325-13356.
210. Jackson, L. C., C. Dubois, G. Forget, K. Haines, M. Harrison, D. Iovino, A. Kohl, D. Mignac, S. Masina, K. A. Peterson, C. G. Piecuch, C. Roberts, J. Robson, A. Storto, T. Toyoda, M. Valdivieso, C. Wilson, Y. Wang, and H. Zuo, 2019: The mean state and variability of the North Atlantic circulation: a perspective from ocean reanalyses. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 124, 9141-9170.
211. Bagtasa, G., M. G. Cayetano, C-S. Yuan, O. Uchino, T. Sakai, T. Izumi, I. Morino, T. Nagai, R. C. Macatangay, V. A. Velazco, 2019: Long-range transport of aerosols from East and Southeast Asia to northern Philippines and its direct radiative forcing effect. *Atmospheric Environment*, 218, 1352-2310.
212. Hirose, N., N. Usui, K. Sakamoto, H. Tsujino, G. Yamanaka, H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, Y. Fujii, and N. Kohno, 2019: Development of a new operational system for monitoring and forecasting coastal and open ocean states around Japan. *Ocean Dynamics*, 69, 1333-1357.

213. Zhao, Y. et al., 2019: Inter-model comparison of global hydroxyl radical (OH) distributions and their impact on atmospheric methane over the 2000-2016 period. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 13701-13723.
214. Qian Y, Murakami H, Nakano M, Hsu P.-C, Delworth T. L, Kapnick S. B, Ramaswamy V, Mochizuki T, Morioka Y, Doi T, Kataoka T, Nasuno T, Yoshida K, 2019: On the Mechanisms of the Active 2018 Tropical Cyclone Season in the North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 46, 12293-12302.
215. Yukimoto, S., H. Kawai, T. Koshiro, N. Oshima, K. Yoshida, S. Urakawa, H. Tsujino, M. Deushi, T. Tanaka, M. Hosaka, S. Yabu, H. Yoshimura, E. Shindo, R. Mizuta, A. Obata, Y. Adachi, M. Ishii, 2019: The Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0, MRI-ESM2.0: Description and basic evaluation of the physical component. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97.
216. Li, J., T. Nagashima, L. Kong, B. Ge, K. Yamaji, J. S. Fu, X. Wang, Q. Fan, S. Itahashi, H.-J. Lee, C.-H. Kim, C.-Y. Lin, M. Zhang, Z. Tao, M. Kajino, H. Liao, M. Li, J.-H. Woo, J.-I. Kurokawa, Q. Wu, H. Akimoto, G. R. Carmichael, Z. Wang,, 2019: Model evaluation and inter-comparison of surface-level ozone and relevant species in East Asia in the context of MICS-Asia phase III Part I: overview. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 12993-13015.
217. Chen, L., Y. Gao, M. Zhang, J. S. Fu, J. Zhu, H. Liao, J. Li, K. Huang, B. Ge, X. Wang, Y. F. Lam, C. Y. Lin, S. Itahashi, T. Nagashima, M. Kajino, K. Yamaji, Z. Wang, J.-I. Kurokawa, 2019: MICS-Asia III: Multi-model comparison and evaluation of aerosol over East Asia. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 11911-11937.
218. Adachi, K., A. J. Sedlacek, L. Kleinman, S. R. Springston, J. Wang, D. Chand, J. M. Hubbe, J. E. Shilling, T. B. Onasch, T. Kinase, K. Sakata, Y. Takahashi, P. R. Buseck, 2019: Spherical tarball particles form through rapid chemical and physical changes of organic matter in biomass-burning smoke. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 116.
219. Toyoda, T., K. Iwamoto, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, G. Yamanaka, Y. Komuro, S. Nishino, and J. Ukita, 2019: Incorporation of satellite-derived thin-ice data into a global OGCM simulation. *Climate Dynamics*, 53, 7113-7130.
220. Chrysanthou, A., A. C. Maycock, M. P. Chipperfield, S. Dhomse, H. Garny, D. Kinnison, H. Akiyoshi, M. Deushi, R. R. Garcia, P. Jöckel, O. Kirner, G. Pitari, D. A. Plummer, L. Revell, E. Rozanov, A. Stenke, T. Y. Tanaka, D. Visoni, and Y. Yamashita, 2019: The effect of atmospheric nudging on the stratospheric residual circulation in chemistry-climate models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 11559-11586.
221. Klotzbach, P. J., E. Blake, J. Camp, L.-P. Caron, J. Chan, N. Kang, Y. Kuleshov, S.-M. Lee, H. Murakami, M. Saunders, Y. Takaya, F. Vitart, R. Zhan, 2019: Seasonal Tropical Cyclone Forecasting. *Tropical Cyclone Research and Review*, 8(3), 134-149.
222. Johnson, G. C., J. M. Lyman, T. Boyer, L. Chen, C. M. Domingues, J. Gilson, M. Ishii, R. Killick, D. Monselesan, and S. E. Wijffels, 2019: Ocean heat content [in “State of the Climate in 2018”]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100, 74.
223. Kondo, K., and T. Miyoshi, 2019: Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics: a study with a 10240-member ensemble Kalman filter using an intermediate atmospheric general circulation model. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 26, 211-225.
224. Sakamoto, K., H. Tsujino, H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, N. Hirose, N. Usui and G. Yamanaka, 2019: Development of a 2km-resolution ocean model covering the coastal seas around Japan for operational application. *Ocean Dynamics*.

225. Takaya, Y., 2019: Positive Phase of Pacific Meridional Mode Enhanced Western North Pacific Tropical Cyclone Activity in Summer 2018. SOLA, 15A, 55-59.
226. Lamy, K., Deushi, M., Tanaka, T. Y., Yoshida, K., et al., 2019: Clear-sky ultraviolet radiation modelling using output from the Chemistry Climate Model Initiative. Atmospheric Chemistry and Physics, 19, 10087-10110.
227. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. Journal of Geophysical Research Biogeosciences, Volume 124, Issue 7, 1865-1886.
228. Strommen, K., I. Mavilia, S. Corti, M. Matsueda, P. Davini, J. von Hardenberg, P.-L. Vidale, and R. Mizuta, 2019: The sensitivity of Euro-Atlantic regimes to model horizontal resolution. Geophysical Research Letters, 46, 7810-7818.
229. Takemura, K., S. Wakamatsu, H. Togawa, A. Shimpo, C. Kobayashi, S. Maeda, and H. Nakamura, 2019: Extreme moisture flux convergence over western Japan during the Heavy Rain Event of July 2018. SOLA, 15A-009.
230. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, 2019: Significant Improvement of Cloud Representation in Global Climate Model MRI-ESM2. Geoscientific Model Development, 12, 2875-2897.
231. Naoe, H. and K. Yoshida, 2019: Influence of quasi-biennial oscillation on the boreal winter extratropical stratosphere in QBOi experiments. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 145, 2755-2771.
232. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, 2019: Prolonged northern-mid-latitude tropospheric warming in 2018 well predicted by the JMA operational seasonal prediction system. SOLA, 15A, 31-36.
233. Sekizawa S., T. Miyasaka, H. Nakamura, A. Shimpo, K. Takemura, S. Maeda, 2019: Anomalous Moisture Transport and Oceanic Evaporation during a Torrential Rainfall Event over Western Japan in Early July 2018. SOLA, 15A-005.
234. Bonino, G., S. Masina, D. Iovino, A. Storto, H. Tsujino, 2019: Eastern Boundary Upwelling Systems response to different atmospheric forcing in a global eddy-permitting ocean model. Journal of Marine Systems, 197, 103178.
235. Toyoda, T., N. Hirose, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, N. Usui, Y. Fujii, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, 2019: Effects of inclusion of adjoint sea ice rheology on backward sensitivity evolution examined using an adjoint ocean-sea ice model. Monthly Weather Review, 147, 2145-2162.
236. Shimpo A., and co-authors, 2019: Primary Factors behind the Heavy Rain Event of July 2018 and the Subsequent Heat Wave in Japan. SOLA, 15A-003.
237. 松井仁志, 大畑 祥, 當房 豊, 松木 篤, 板橋秀一, 大島 長, 鈴木健太郎, 佐藤陽祐, 2023: 大気化学の将来構想 2022-2032: 各論第2集 7. エアロゾル・放射・雲「エアロゾル-放射・雲相互作用」. 大気化学研究, 48, 048A01.
238. 関山 剛, 梶野瑞王, 2023: アンサンブルカルマンフィルタにおける変数局所化 を利用した気象場と大気濃度場の同時データ同化. 統計数理, 70(2), 165-179.
239. 関山 剛, 梶野瑞王, 2022: アンサンブルカルマンフィルタにおける変数局所化を利用した気象場と大気濃度場の同時データ同化. 統計数理, 70(2), 165-179.
240. 丹羽洋介, 藤井陽介, 2022: 共役ベクトルと BFGS 公式を用いた解析誤差共分散行列の導出. 統計数理, 70, 195-208.
241. 藤井陽介, 吉田拓馬, 久保勇太郎, 2022: 変分法データ同化システムにおける BFGS 公式を利用したアンサンブルメンバーの生成について. 統計数理, 70, 209-233.
242. 大島 長, 2022: 気候システムでエアロゾルがもたらす便益と不利益. エアロゾル研究, 37, 189-200.
243. 向井苑生, 佐野 到, 中田真木子, Brent Holben, AERONET group, 今須良一, 岡本 渉, 梶野瑞王, 小林 拓, 齊藤保典, 佐藤陽祐, 清水 厚, 高見昭憲, 中口 譲, 西 典宏, 朴

- 虎東, 藤戸俊行, 松見 豊, 溝渕昭二, 宮原裕一, 森山達天喜, 2022: エアロゾル集中観測 DRAGON/J-ALPS を終えて. エアロゾル研究, 37 巻 2 号, 136-144.
244. 行本誠史, 2022: 気象研究所における気候モデルの歩み. 天気 (論文・短報), 69, 299-317.
245. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 大島 長, 梶野瑞王, 大沼友貴彦, 藤田耕史, 山口 悟, 島田利元, 竹内 望, 津滝 俊, 本山秀明, 石井正好, 杉山 慎, 平沢尚彦, 阿部彩子, 2021: 氷床表面質量収支の実態とそのモデリングの試み: 2020 年夏最新版. 雪氷, 83, 27-50.
246. 高橋 麗, 梶野瑞王, 津口裕茂, 林 修吾, 橋本明弘, 2021: 雲凝結核が降水に与える影響ー平成 27 年 9 月関東・東北豪雨を対象としてー. エアロゾル研究, 36, 55-64.
247. 伊藤耕介, 藤井陽介, 2020: 逆問題としての 4 次元データ同化. ながれ, 39, 167-179.
248. 猪股弥生, 梶野瑞王, 植田洋匡, 2020: 2001-2015 年における大気中有害大気汚染物質濃度のトレンド解析. 大気環境学会誌, 55(2), 78-91.
249. 泉敏 治, 内野 修, 酒井 哲, 永井智広, 森野 勇, 2019: つくばと佐賀に設置したミーライダーデータから算出した混合層高度の日変動・季節変動およびラジオゾンデ・客観解析データとの比較. 天気 (論文・短報), 66, 345-357.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説等) : 68 件

1. Yonehara, H., Y. Kuroki, M. Ujiie, C. Matsukawa, T. Kanehama, R. Nagasawa, K. Ochi, M. Higuchi, Y. Ichikawa, R. Sekiguchi, S. Hirahara, 2023: Upgrade of JMA's Operational Global Numerical Weather Prediction System. CAS/JSC WGN Research Activities in Earth System Modelling, 53, 615-616.
2. Sekiyama, T. T., S. Hayashi, R. Kaneko, and K. Fukui, 2023: Surrogate Downscaling of Mesoscale Wind Fields Using Ensemble Super-Resolution Convolutional Neural Networks. Artificial Intelligence for the Earth Systems, 2, e230007.
3. Ihsan, I. M., A. Ma'rufatin, M. A. Salim, A. Rifai, I. N. Ikhsan, R. Anjani, M. Nishihashi, S. Hashimoto, H. Mukai, and N. Suwedi, 2023: Effect of the implementation of community activity restriction policies during the COVID-19 pandemic on air quality. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1201, 012040.
4. Ohyama, H., M. M. Frey, I. Morino, K. Shiomi, M. Nishihashi, T. Miyauchi, H. Yamada, M. Saito, M. Wakasa, T. Blumenstock, and F. Hase, 2023: Anthropogenic CO2 emission estimates in the Tokyo Metropolitan Area from ground-based CO2 column observations. EGU sphere. (submitted)
5. Yoden, S., and K. Yoshida, 2023: Impacts of Solar Activity Variations on Climate. In: Kusano, K. (eds) Solar-Terrestrial Environmental Prediction. Solar-Terrestrial Environmental Prediction, 445-459.
6. Sakamoto, K., H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, Y. Kawakami, H. Tsujino, and G. Yamanaka, 2023: Reference Manual for the Meteorological Research Institute Community Ocean Model version 5 (MRI.COMv5). 気象研究所技術報告, 87, 1-334.
7. Wada, R., S. Yonemura, A. Tani, and M. Kajino, 2023: Review: Exchanges of O3, NO, and NO2 between forest ecosystems and the atmosphere. Journal of Agricultural Meteorology, 79 巻 1 号, 38-48.
8. Kohno N., C. Fritz, P. L. N. Murty, D. Greenslade, D. Telford, M. C. Uson, and S. Rabitu, 2022: Forecasting Tropical Cyclone Coastal and Marine Hazards and Impacts.
9. Takaya, Y., L.-P. Caron, et al., 2022: Seasonal Tropical Cyclone Forecasting. WMO 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10) Report.
10. Khaykin, S., A. Podglajen, F. Ploeger, J. Grooß, F. Tence, S. Bekki, K. Khlopenkov, K. Bedka, L. Rieger, A. Baron, S. Beekmann, B. Legras, P. Sellitto, T. Sakai, J. Barnes, O. Uchino, I. Morino, T. Nagai, R. Wing, G. Baumgarten, M. Gerding, et al., 2022: Global perturbation of stratospheric water and aerosol burden by Hunga eruption. Communications Earth & Environment, 3, 316.

11. Deushi, M., 2022: Climate Impacts: Impacts of ozone on Southern Hemisphere climate. Handbook of Air Quality and Climate Change.
12. Wang, K.-Y., P. Nedelec, H. Clark, N. Harris, M. Kajino, and Y. Igarashi, 2022: Impacts on air dose rates after the Fukushima accident over the North Pacific from 19 March 2011 to 2 September 2015. PLOS ONE, 17 巻8号.
13. Takakura, T., K. Ochi, Y. Adachi, T. Komori, 2022: Assessing the feasibility for Atmosphere–Ocean Coupling of JMA’s Global Ensemble Prediction System. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 52, 605–606.
14. Yamaguchi, H., Y. Adachi, S. Hirahara, Y. Ichikawa, T. Iwahira, Y. Kuroki, C. Matsukawa, R. Nagasawa, K. Ochi, R. Sekiguchi, T. Takakura, M. Ujiie, and H. Yonehara, 2022: Upgrade of JMA’s Global Ensemble Prediction System. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 52, 609–610.
15. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Cloud feedbacks in MRI-ESM2. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 52, 707–708.
16. Nomura, D., H. Ikawa, Y. Kawaguchi, N. Kanna, T. Kawakami, Y. Nosaka, S. Umezawa, M. Tozawa, T. Horikawa, R. Sahashi, T. Noshiro, I. Kaba, M. Ozaki, F. Konko, K. Ono, I. S. Yabe, E. Y. Son, T. Toyoda, S. Kameyama, C. Wang, H. Obata, A. Ooki, et al., 2022: Atmosphere–sea ice–ocean interaction study in Saroma-ko Lagoon, Hokkaido, Japan 2021. Bulletin of Glaciological Research. (in press)
17. Qin, X., M. Yamaguchi, N. Usui, and N. Hirose, 2022: Environmental conditions determining the timing of the lifetime maximum intensity of tropical cyclones over the western North Pacific and their frequency of occurrence. Journal of Tropical Meteorology, 28, 1–11.
18. Toyoda, T., Y. Kitamura, R. Okada, K. Matsumura, K. Komatsu, K. Sakamoto, S. Urakawa, and H. Nakano, 2022: Sea ice variability along the Okhotsk coast of Hokkaido based on long-term JMA meteorological observatory data. Okhotsk Sea and Polar Oceans Research, 6, 27–35.
19. Nakata M., M. Kajino, and Y. Sato, 2021: Effects of mountains on aerosols determined by AERONET/DRAGON/J–ALPS measurements and regional model simulations. Earth Space Sci, 8 巻12号, 001972.
20. Wu, J., Y. Kurosaki, B. Gantsetseg, M. Ishizuka, T. T. Sekiyama, B. Buyantogtokh, and J. Liu, 2021: Estimation of dry vegetation cover and mass from MODIS data: Verification by roughness length and sand saltation threshold. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 102, 102417.
21. Buyantogtokh, B., Y. Kurosaki, A. Tsunekawa, M. Tsubo, B. Gantsetseg, A. Davaadorj, M. Ishizuka, T. T. Sekiyama, T. Y. Tanaka, and T. Maki, 2021: Effect of stones on the sand saltation threshold during natural sand and dust storms in a stony desert in Tsogt-Ovoo in the Gobi Desert, Mongolia. Journal of Arid Land, 13, 653–673.
22. Kajino, M., N. Tanji, and M. Kuramochi, 2021: Better prediction of surface ozone by a superensemble method using emission sensitivity runs in Japan. Atmospheric Environment: X, 12, 100120.
23. Chiba, J., and H. Kawai, 2021: Improved SST-shortwave radiation feedback using an updated stratocumulus parameterization. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 51, 403–404.
24. Masuda, Y., Y. Yamanaka, S. Smith, T. Hirata, H. Nakano, A. Oka, and H. Sumata, 2021: Photoacclimation by phytoplankton determines the distribution of global subsurface chlorophyll maxima in the ocean. COMMUNICATIONS EARTH & ENVIRONMENT, 2, 128.
25. Lu, B. and Y. Takaya, 2021: Record meiyu-baiu of 2020: reflections for prediction. Science Bulletin. (in press)

26. Ching, J., M. Kajino, and H. Matsui, 2020: Resolving aerosol mixing state increases accuracy of black carbon respiratory deposition estimates. *One Earth*, 3, 763-776.
27. Fudeyasu, H., K. Yoshida, and R. Yoshida, 2020: Future Changes in Western North Pacific Tropical Cyclone Genesis Environment in High-Resolution Large-Ensemble Simulations. *Oceans*, 1, 355-368.
28. Kosaka, Y., Y. Takaya, Y. Kamae, 2020: The Indo-western Pacific Ocean capacitor effect. *Tropical and Extratropical Air-Sea Interactions Modes of Climate Variations*, 141-162.
29. Sato, Y., T. T. Sekiyama, S. Fang, M. Kajino, A. Qu  rel, D. Qu  lo, H. Kondo, H. Terada, M. Kadowaki, M. Takigawa, Y. Morino, J. Uchida, D. Goto, and H. Yamazawa, 2020: A Model intercomparison of atmospheric ¹³⁷Cs concentrations from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, Phase III: Simulation with an identical source term and meteorological field at 1 km resolution. *Atmospheric Environment: X*, 7.
30. Séférian, R., S. Berthet, A. Yool, J. Palm  ri, L. Bopp, A. Tagliabue, L. Kwiatkowski, H. Nakano, H. Tsujino, 他 19 名, 2020: Tracking improvement in simulated marine biogeochemistry between CMIP5 and CMIP6. *Current Climate Change Reports*, 6, 95-119.
31. Mugo, R., S.-I. Saitoh, H. Igarashi, T. Toyoda, S. Masuda, T. Awaji, and Y. Ishikawa, 2020: Identification of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) pelagic hotspots applying a satellite remote sensing-driven analysis of ecological niche factors: A short-term run. *PLOS ONE*, 15, e0237742.
32. Sekiyama, T. T., 2020: Statistical Downscaling of Temperature Distributions from the Synoptic Scale to the Mesoscale Using Deep Convolutional Neural Networks. *arXiv*.
33. Koshiro, T., H. Kawai, and S. Yukimoto, 2020: Impact of cloud microphysics parameter on 20th century warming simulated in MRI-CGCM3. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 50, 713-714.
34. Kawai, H., and T. Koshiro, 2020: Does Radiative Cooling of Stratocumulus Strengthen Summertime Subtropical Highs?. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO*, 50, 711-712.
35. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2020: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the ITCZ in MRI-ESM2. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO*, 50, 709-710.
36. Kondo, M., P. K. Patra, S. Sitch, P. Friedlingstein, B. Poulter, F. Chevallier, P. Ciais, J. G. Canadell, A. Bastos, R. Lauerwald, L. Calle, K. Ichii, P. Anthoni, A. Arneeth, V. Haverd, A. K. Jain, E. Kato, M. Kautz, R. M. Law, S. Lienert, T. Maki et al., 2019: State of the science in reconciling top-down and bottom-up approaches for terrestrial CO₂ budget. *Global change biology*.
37. Meyssignac, B., T. Boyer, Z. Zhao, M. Z. Hakuba, F. W Landerer, D. Stammer, A. K  hl, S. Kato, T. L'Ecuyer, M. Ablain, J. P. Abraham, A. Blazquez, A. Cazenave, J. A. Church, R. Cowley, L. Cheng, 2019: Measuring Global Ocean Heat Content to estimate the Earth Energy Imbalance. *Front. Mar. Sci.*, 20.
38. Subramanian, A. et al., 2019: Ocean observations to improve our understanding, modeling, and forecasting of subseasonal-to-seasonal variability. *Frontier in Marine Science*, 6:427.
39. Penny, S.G, Y. Fujii, et al., 2019: Observational Needs for Improving Ocean and Coupled Reanalysis, S2S Prediction, and Decadal Prediction. *Frontiers in Marine Science*, 6, 391.
40. Fujii, Y., N. Usui, et al., 2019: Observing System Evaluation Based on Ocean Data Assimilation and Prediction Systems: On-Going Challenges and a Future Vision for Designing and Supporting Ocean Observational Networks. *Frontiers in Marine Science*, 6, 417.

41. Kessler, W.S., S. E. Wijffels, S. Cravatte, N. Smith, Y. Fujii, Y. Takaya, et al., 2019: Second Report of TPOS 2020. Second Report of TPOS 2020, G00S-234, 265.
42. Usui, N., 2019: Progress of studies on Kuroshio path variations south of Japan in the past decade. "Kuroshio Current: Physical, Biogeochemical and Ecosystem Dynamics", Takeyoshi Nagai, Hiroaki Saito, Koji Suzuki, Motomitsu Takahashi (eds.), AGU Geophysical Monograph Series. AGU-Wiley, 147-161.
43. 小池 真, 端野典平, 大島 長, 2024: 北極域の研究ーその現状と将来構想ー、1-1-2 (2) 雲微物理とエアロゾル-雲相互作用. 北極域研究の長期構想 2024. (in press)
44. 藤井陽介, 2023: 海洋予測のための相乗的な海洋観測網 SynObs について. Ocen Newsletter, 547, 2-3.
45. 関山 剛, 2023: 衛星搭載ライダーエアロゾルデータ同化. レーザセンシング学会誌, 4(1), 21-32.
46. 川上雄真、中野英之、浦川昇吾、豊田隆寛、坂本 圭、吉村裕正、新藤永樹、山中吾郎, 2023: 黒潮域における台風通過時の海面水温変化 ー気象庁気象研究所の大気海洋結合モデル実験からー. 月刊海洋, 2023-4, 188-196.
47. 梶川友貴, 梶野瑞王, 2023: 大気汚染物質が都市域豪雨の雲微物理過程と化学過程に及ぼす影響に関する数値実験とその検証. 第1回都市極端気象シンポジウム (第18回台風研究会) 報告書, 56-67.
48. 豊田隆寛, 坂本 圭, 豊田威信, 辻野博之, 浦川昇吾, 川上雄真, 山上晃央, 小松謙介, 山中吾郎, 谷川朋範, 中野英之, 2023: 気象研海洋モデルにおける海水熱力学過程の改良について. 月刊海洋, 55, 197-202.
49. 関山 剛, 石島健太郎, 大島 長, 梶野瑞王, 出牛 真, 藤田 遼, 眞木貴史, 石戸谷重之, 亀崎和輝, 竹川暢之, 加藤俊吾, 三澤健太郎, 岩本洋子, 内田里沙, 坂本陽介, 2023: 第27回大気化学討論会開催報告. 大気化学研究, 48, 048N02.
50. 豊田隆寛, 坂本 圭, 豊田威信, 辻野博之, 浦川昇吾, 川上雄真, 山上晃央, 小松謙介, 山中吾郎, 谷川朋範, 中野英之, 2023: 気象研海洋モデルにおける海水熱力学過程の改良について. 月刊海洋, 55. (in press)
51. 江口菜穂, 山下陽介, 秋吉英治, 酒井 哲, 長濱智生, 富川喜弘, 中島英彰, 杉田考史, 坂崎貴俊, 斉藤拓也, 水野 亮, 2023: 成層圏・中間圏の大気化学の諸問題. 大気化学研究, 48, 10-12.
52. 石橋俊之, 2023: 大気解析のための変分法データ同化における背景誤差共分散行列の根の定式化. 統計数理, 第70巻 第2号, 181-193.
53. 小林ちあき, 石川一郎, 2022: 季節予報モデルで予測された北半球中緯度の高温偏差. 気象研究ノート第246号, 246, 73-79.
54. 相澤拓郎, 大島 長, 2022: 北極の気候変動の謎に挑む. ArCS II ニュースレター, 5, 01-02.
55. 石井正好・森 信人, 2022: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースの開発と気候変動リスク評価研究成果の社会実装ー2021年度岸保・立平賞受賞記念講演ー. 天気, 69, 413-429.
56. 金谷有剛, 須藤健悟, Prabir Patra, 坂本陽介, 関谷高志, 藤縄 環, 谷本浩志, 江口菜穂, 齋藤尚子, 笠井康子, 出牛 真, 佐藤知紘, 2022: 大気化学の将来構想 2022-2032: 各論第1集 3. 反応性気体「大気汚染物質群の新たな科学: 化学理論の更新と排出-気候変動・健康問題の解決へ向けて」. 大気化学研究, 47, 047A03.
57. 杉 正人, 2022: 真鍋さんとの思い出・地球温暖化と台風の研究. 科学, 92:5, 447-449.
58. 山中吾郎, 2021: 真鍋淑郎先生のノーベル物理学賞受賞に寄せて. 気象学会九州支部だより, 136, 27-29.
59. 早坂忠裕, 片桐秀一郎, 丸山拓海, 神代 剛, 佐藤大卓, 西井和晃, 中村 尚, 小川晨一, 宮本 歩, 宮坂貴文, 西川はつみ, 山内 晃, 河本和明, 万田敦昌, 2021: 夏季北太平洋の雲と海洋. 気象研究ノート「気候系の Hotspot: 中緯度大気海洋相互作用研究の新展開」, 244, 163-191.

60. 豊田隆寛, 中野英之, 相木秀則, 尾形友道, 菅野湧貴, 福富慶樹, 浦川昇吾, 坂本 圭, 山中吾郎, 名倉元樹, 2021: 海洋再解析を用いた ENSO のエネルギーフロー診断. 月刊海洋, 53, 535-540.
61. 広瀬成章, 大石 俊, 黒田 寛, 山中吾郎, 2021: 総論: 日本周辺を中心とした現業海洋システムの最先端. 月刊海洋, 53, 401-407.
62. 大島 長, 2021: コロナ禍による人為起源物質の排出量の減少が気候に及ぼす影響. ArCS II ニュースレター, 2, p03.
63. 山中吾郎, 広瀬成章, 坂本 圭, 碓氷典久, 高野洋雄, 2021: JPN システムによる海洋情報の利活用. 月刊海洋, 53, 428-433.
64. 吉田康平, 2021: 太陽活動変動の気候影響評価実験 : 地球システムモデルシミュレーション. 太陽地球圏環境予測 オープン・テキストブック.
65. 碓氷典久, 広瀬成章, 2020: 高解像度海洋モデル・データ同化システムを用いた黒潮流路変動研究. 月刊海洋, 52, 339-345.
66. 植田宏昭, 前田修平, 谷本陽一, 立花義裕, 2020: 2019 年秋季「気候形成・変動機構研究連絡会」の報告. 天気, 67, 51-53.
67. 広瀬成章, 坂本 圭, 碓氷典久, 山中吾郎, 高野洋雄, 2020: 日本沿岸海況監視予測システム 10 年再解析値 (JPN Atlas 2020) . 気象研究所技術報告, 83.
68. 豊田隆寛, 木村詞明, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 坂本 圭, 山中吾郎, 2020: 海洋・海水シミュレーションにおける海水速度データの利用. 月刊海洋, 52, 42-47.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表 : 合計 299 件

・国際的な会議・学会等 : 119 件

1. Fujii, Y., T. Ishibashi, T. Yoshida, and S. Masuda, Development of coupled atmosphere-ocean data assimilation: Achievements and a perspective, ECMWF Annual Seminar 2023, 2023 年 9 月, イギリス, レディング
2. Kiyoshi, T., T. Miyama, T. Toyoda, K. Kutsuwada, M. Niki, D. Takahashi, K. Uehara, Y. Unno, and K. Kobayashi, Dynamical and ecological interaction between the Kuroshio and coastal circulation: Collaboration study with stakeholders around Suruga Bay, Japan, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール
3. Kawakami, Y., H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, K. Sakamoto, G. Yamanaka, and S. Sugimoto, Cold- versus warm-season-forced variability of net Kuroshio transport south of Japan, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール
4. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing of Anthropogenic Gases and Aerosols in MRI-ESM2.0, 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, 2023 年 7 月, 埼玉県さいたま市
5. Takaya, Y., Summary of S2S Ensemble Sub-project, WWRP/WCRP S2S Summit, 2023 年 7 月, イギリス, レディング
6. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and I. Ishikawa, Assimilation of Himawari-8 sea surface temperature with weak-constraint 4D-Var, Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山県富山市
7. Oshima, N., T. Aizawa, T. Maki, S. Yukimoto, and M. Deushi, Contributions of anthropogenic aerosol forcing to mid-20th century Arctic cooling/ Changes in dust emissions in the Gobi Desert due to global warming, CACTI Workshop 2023, 2023 年 6 月, ドイツ, キール
8. Fujii, Y., M. Balmaseda, I. Ishikawa, and T. Yoshida, Collaborative OSE activity in the UN Ocean Decade Project, SynObs, WCRP Workshop on Improving climate models and projections using observation, 2023 年 6 月, USA, Cambridge

9. Oshima, N., Modelling Arctic BC sources and radiative effect, ABC-iCAP sponsored BC workshop at Pallas, Finland, 2023 年 6 月, フィンランド, パラス
10. Oshima, N., T. Aizawa, S. Yukimoto, and AMAP SLCF model co-authors, Effects of SLCF on the Arctic sea ice using AMAP Earth System Models, AMAP-SLCF assessment follow-up project group meeting, 2023 年 6 月, フィンランド, ヘルシンキ
11. Oshima, N., T. Aizawa, and S. Yukimoto, Contributions of anthropogenic aerosols and multidecadal internal variability to mid-20th century Arctic cooling, 5th PACES Open Science Meeting, 2023 年 6 月, フィンランド, ヘルシンキ
12. Hirahara, S., Y. Kubo, T. Yoshida, T. Komori, T. Takakura, H. Sugimoto, Y. Adachi, I. Ishikawa, Y. Fujii, and Y. Takaya, Subseasonal to seasonal scale prediction with JMA/MRI-CPS3 and its future challenges, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
13. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and I. Ishikawa, Assimilation of high-resolution sea surface temperature into an eddy-resolving ocean model with a weak-constraint 4D-Var method, OceanPredict DA-TT meeting, 2023 年 5 月, Italy, Rome
14. Fujii, Y., SynObs Introduction, OceanPredict COSS-TT International Coordination Meeting 9, 2023 年 5 月, カナダ, ハリファックス
15. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments in GCMs --- Can satellite observation reduce uncertainty in such treatments?, 第 2 回 EarthCARE モデリングワークショップ, 2023 年 3 月, 修善寺
16. Imada, Y., T. Kataoka, T. Iwakiri, S. Hirahara, Y. Takaya, M. Ishii, T. Doi, Y. Morioka, and T. Tatebe, Decadal prediction intercomparison plan in Japan, EPESC/DCPP workshop on integrated attribution and prediction, 2023 年 3 月, イギリス, エクセター
17. Oshima, N., M. Deushi, T. Aizawa, and S. Yukimoto, Impacts of Short-lived Climate Forcers on the Arctic Climate by MRI-ESM2.0 and Multi-model Analyses, Seventh International Symposium on Arctic Research (ISAR-7), 2023 年 3 月, 東京都立川市
18. Toyoda, T., K. Sakamoto, T. Toyota, H. Tsujino, L. S. Urakawa, Y. Kawakami, A. Yamagami, K. K. Komatsu, G. Yamanaka, T. Tanikawa, and H. Nakano, Improvements of sea ice thermodynamics and salt content parameterizations in an OGCM, The 37th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2023, 2023 年 2 月, 紋別市
19. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and I. Ishikawa, Improvement of the ocean 4D-Var scheme for high-accuracy sea surface temperature analysis and forecast, International Symposium on Data Assimilation - Online, 2023 年 2 月, (オンライン)
20. Inoue, T., and T. T. Sekiyama, Development of a Temperature Prediction Method Combining Deep Neural Networks and a Kalman Filter, 103th Annual Meeting, 2023 年 1 月, USA, Denver
21. Fujii, Y., N. Hirose, Y. Kim, Y. Miyazawa, N. Usui, and N. Hirose, Ocean prediction systems in the western North Pacific and the adjacent marginal seas, Ocean Prediction Decade Collaboration Center Kick-off Meeting, 2023 年 1 月, オンライン
22. Imada, Y., and scientific team of d4PDF, Use of high-resolution large ensemble simulations for attribution and prediction of extreme events., American Geophysical Union 2022 Fall meeting, 2022 年 12 月, アメリカ, シカゴ
23. Fritz C., N. Kohn, P.L.N. Murty, D. Greenslade, D. Telford, M. C. Uson, and S. Rabitu, Coastal Inundation/ Storm Surge, 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10), 2022 年 12 月, インドネシア, バリ
24. Takaya, Y. and L. P. Caron, Seasonal Tropical Cyclone Forecasting, WMO 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10), 2022 年 12 月, インドネシア, デンパサール

25. Fujii, Y., N. Usui, and N. Hirose, Evaluation of Argo array impacts in the global and regional ocean data assimilation systems in JMA/MRI and the international collaboration through SynObs, SynObs キックオフワークショップ, 2022 年 11 月, つくば市
26. Yamagami, A., M. Kajino, T. Maki, and T. Toyoda, Synoptic-timescale variability of Arctic aerosol in three reanalyses and its relationship to the atmospheric circulation in summer., The 13th Symposium on Polar Science, 2022 年 11 月, 東京都
27. Yoshida, T., H. Sugimoto, Y. Kubo, S. Hirahara, T. Takakura, T. Komori, J. Chiba, T. Kanehama, R. Sekiguchi, K. Ochi, Y. Fujii, Y. Adachi, and I. Ishikawa, Ocean Initialization of the Coupled Prediction System Version 3 (CPS3) for Seasonal Forecasts, SynObs キックオフワークショップ, 2022 年 11 月, つくば市
28. Takaya, Y., and Y. Fujii, Importance of ocean observations for sub-seasonal to seasonal forecast in East Asia, SynObs キックオフワークショップ, 2022 年 11 月, つくば市
29. Fujii, Y., Synergistic Observing Network for Ocean Prediction (SynObs) Introduction, SynObs キックオフワークショップ, 2022 年 11 月, つくば市
30. Maki, T., Recent DSS related activities at the Meteorological Research Institute, The 15th Meeting of Working Group (I) for Joint Research on Dust and Sand Storms, 2022 年 11 月, 韓国, 済州
31. Maki, T., T. T. Sekiyama, N. Oshima, J. Ohtake, Y. Nagai, T. Y. Tanaka, M. Kajino, K. Yumimoto, and A. Shimizu, Current project and activities in Japan, 8th SDS-WAS Asian node RSG meeting, 2022 年 10 月, 韓国, 済州
32. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 16th Conference on Cloud Physics, 2022 年 8 月, アメリカ, マディソン
33. Kawai, H., J. Chiba, and T. Koshiro, Simple parameterization of breakup processes of low clouds for GCMs, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2022 年 7 月, アメリカ, シアトル
34. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2022 年 7 月, アメリカ, シアトル
35. Takaya, Y., A. Minami, S. Iwasaki, Y. Imada, H. Kawase, Flow-dependent forecast skill in S2S time-scales, 2022 ASP workshop, 2022 年 7 月, アメリカ, ボルダー
36. Fujii, Y., and E. Remy, Co-design Experiences in the OceanPredict community, Ocean Decade Co-Design Workshop, 2022 年 6 月, オンライン, オンライン
37. Merryfield, W., J. Baehr, L. Batté, A. Beraki, L. Hermanson, D. Hudson, S. Johnson, J.-Y. Lee, F. Massonnet, Á. Muñoz, Y. Orsolini, H.-L. Ren, R. Saurral, D. Smith, Y. Takaya, and K. Raghavan, Some key challenges for subseasonal to decadal prediction research, EGU General Assembly 2022, 2022 年 5 月, Austria, Vienna
38. Fujii, Y., T. Yoshida, and Y. Kubo, Generation of oceanic perturbations using information on the gradient of the cost function in the JMA's new operational coupled prediction system, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
39. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, How can the double-ITCZ problem be alleviated in climate models?, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
40. Kohno, N., S.M.Q. Hassan, and A. Hossain, Case study of storm surges by Bhola Cyclone in 1970, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
41. Fujii, Y., OceanPredict and its contribution to UN Decade for Ocean Science, 4D Virtual Ocean for Sustainable Development and Smart Application, 2022 年 5 月, オンライン
42. Fujii, Y., ForeSea (UN Decade program) and
43. SynObs (UN Decade project) , 23rd Argo Science Team Meeting, 2022 年 3 月, Monaco, Monaco

44. Hirose, N., N. Usui, K. Sakamoto, N. Nadao, and G. Yamanaka, Mechanism of unusually high sea level around the southern coasts of Japan in early September 1971 revealed by coastal ocean assimilation system, Ocean Sciences Meeting 2022, 2022年3月, アメリカ, オンライン
45. Toyoda, T., Y. Kitamura, R. Okada, K. Matsumura, K. Komatsu, K. Sakamoto, S. Urakawa, and H. Nakano, Sea ice variability along the Okhotsk coast of Hokkaido based on long-term JMA meteorological observatory data, The 36th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2022, 2022年3月, 紋別市
46. Fujii, Y., Y. Adachi, I. Ishikawa, T. Yoshida, S. Hirahara, Y. Kubo, and H. Sugimoto, Four-Dimensional Variational (4DVAR) Global Ocean Data Assimilation System for Coupled Predictions in Japan Meteorological Agency (JMA), Ocean Sciences Meeting 2022, 2022年2月, アメリカ, オンライン
47. Kawai, H., and T. Koshiro, Examples of possible evaluation of GCMs using cloud radar and lidar satellite data, EarthCARE モデリングワークショップ, 2022年2月, オンライン
48. Yoshida, K., and R. Mizuta, Do Sudden Stratospheric Warmings Boost Convective Activity in the Tropics?, AMS 102nd Annual Meeting, 2022年1月, アメリカ, オンライン
49. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, AGU Fall Meeting 2021, 2021年12月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
50. Kohno, N., S.M.Q. Hassan, and A. Hossain, Numerical analysis of storm surges by Bhola Cyclone in 1970, International Conference on Meteorology and Climate Science (ICMCS) 2021, 2021年12月, バングラデシュ, ダッカ
51. Hirose, N, Applications and services with operational ocean forecasting system in JMA, UN Ocean Decade Kickoff Conference for the Western Pacific and its Adjacent Areas, 2021年11月, タイ, (オンライン)
52. Imada, Y., and H. Kawase, Long-term potential predictability of regional extreme events in East Asia estimated from a high-resolution large ensemble, WCRP Workshop on Extremes in Climate Prediction Ensembles, 2021年10月, 韓国, 釜山
53. Usui, N., Progress in Kuroshio forecasting at JMA, East Asian Workshop on A Predicted Ocean, 2021年9月, オンライン
54. Fujii, Y., Synergistic Observing Network for Impactful and Relevant Ocean Predictions (SynObs): An Introduction, UN Decade “A Predicted Ocean” Laboratory, 2021年9月, オンライン
55. Takaya, Y., I. Ishikawa, C. Kobayashi,
56. H. Endo, and T. Ose, Enhanced Meiyu - Baiu Rainfall in Early Summer 2020:
57. Aftermath of the 2019 Super IOD Event, 2021 ASP summer workshop, 2021年8月, 米国, ボールダー
58. Usui, N., and N. Hirose, Interdecadal changes of surface-to-subsurface temperature in the East China Sea, International workshop for mid-latitude air-sea interaction: advancing predictive understanding of regional climate variability and change across timescales, 2021年6月, オンライン, オンライン
59. Kawai, H., and T. Koshiro, Do Low-level Clouds Strengthen Summertime Subtropical Highs?, International workshop for mid-latitude air-sea interaction, 2021年6月, オンライン
60. 相木秀則, 福富慶樹, 菅野湧貴, 尾形友道, 豊田隆寛, 中野英之, Recirculation of atmospheric wave energy associated with idealized MJO events, Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021年6月, (オンライン)

61. Imada, Y. and H. Kawase, Potential predictability of regional extreme events associated with large-scale variations in the tropical ocean, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
62. Kohn, N., and Y. Fujii, Wave assimilation system of JMA and its improvement plan, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
63. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, Takaya, T. Ishibashi, and T. Yoshida, Development of a coupled atmosphere-ocean data assimilation system in the Japan Meteorological Agency: evaluation and future plan, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
64. Saitoh, S., Y. Miyakoshi, F. Takahashi, T. Hirata, M. Kaeriyama, I. D. Alabia, T. Hosokawa, T. Miyoshi and K. Sakamoto, Optimization of salmon release operation under changing climate in the Okhotsk coast, Ecosystem Studies of Subarctic and Arctic Seas (ESSAS) Annual Science Meeting 2021, 2021年6月, オンライン
65. Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, Y. Shoji, O. Uchino, I. Morino, A. Ugajin, B. Liley, R. Querel, K. Sergey, Operations Discussion: open for topics: Calibration altitude, NDACC Lidar Working Group 2021 Annual Meeting, 2021年6月, 米国, virtual
66. Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, Y. Shoji, O. Uchino, I. Morino, A. Ugajin, B. Liley, R. Querel, Lauder aerosols, NDACC Lidar Working Group 2021 Annual Meeting, 2021年6月, 米国, virtual
67. Yoshimura, H., Improved double Fourier series on a sphere and its application to semi-implicit semi-Lagrangian models, The Workshop on Partial Differential Equations on the Sphere, 2021年5月, (オンライン)
68. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, Y. Takaya, T. Ishibashi, and T. Yoshida, Evaluation of the coupled atmosphere-ocean reanalysis and future development of the coupled data assimilation system in JMA, Joint ECMWF/OceanPredict workshop on Advances in Ocean Data Assimilation, 2021年5月, オンライン, オンライン
69. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Realities of Developing and Improving Parameterizations Related to Clouds in GCMs, モデルにおける雲の改良と較正に関するワークショップ, 2021年4月, オンライン
70. 今田由紀子, Potential Predictability of Extremes Estimated by Large Ensemble Simulations, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
71. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, Y. Kosaka, M. Watanabe, Rethinking the ENSO-monsoon relationship in light of trans-basin interactions, 2020 AGU Fall Meeting, 2020年12月, アメリカ, サンフランシスコ
72. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, Y. Takaya, and T. Ishibashi, Evaluation of the lead-lag relationship between SST and precipitation in a coupled reanalysis using TAO-TRITON data, 2020 AGU Fall Meeting, 2020年12月, アメリカ, サンフランシスコ
73. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Significant Improvement of Cloud Representation in MRI-ESM2, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
74. 眞木貴史, 田中泰宙, 関山 剛, 大島 長, 小木昭典, 弓本桂也, 鎌田 茜, 大竹 潤, 齋藤篤思, 上清直隆, Recent DSS related activities at the Japan Meteorological Agency and Meteorological Research Institute, 日中韓黄砂共同研究第一作業部会会合, 2020年10月, (オンライン)
75. Tanaka, K., K. Kutsuwada, T. Miyama, T. Toyoda, B. Casareto, and M. Omori, Toward understanding interaction between coastal circulations and Kuroshio current, CSK-2 Science Plan, 2020年8月, N/A
76. Takaya, Y., Y. Kosaka, M. Watanabe, S. Maeda, N. Saito, I. Ishikawa, Rethinking the ENSO-monsoon relationship in light of trans-basin interactions, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン

77. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing Estimates of Anthropogenic Aerosols in MRI-ESM2, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
78. Taichu Y Tanaka, Johannes Flemming, Alexander Baklanov, Greg Carmichael, James H. Crawford, Vincent-Henri Peuch, Guy Brasseur, Ranjeet Sokji, Sean Khan, Slobodan Nickovic, Xiao-ye Zhang, Christopher Gan, Kobus Pienaar, Nathalie Laure Roebbel, Radenko Pav, Towards a globally harmonized air quality forecasting: GAFIS, a new WMO-GAW initiative, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
79. 碓氷典久, 広瀬成章, 坂本 圭, 藤井陽介, 高野洋雄, 山中吾郎, Development of a high-resolution ocean data assimilation system and evaluation of ocean observing systems, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
80. Imada, Y., H. Tatebe, M. Ishii, Y. Chikamoto, M. Mori, M. Arai, S. Kanae, M. Watanabe, and M. Kimoto, Predictability of two flavors of El Nino and statistical downscaling by SVD analysis using the MIROC5 seasonal prediction system, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
81. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, and Y. Takaya, Enhanced correlations between SST and precipitation in the weather time scale represented by a coupled atmosphere-ocean data assimilation system, 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, 2020 年 7 月, オンライン
82. Jackson, L. C., C. Dubois, G. Forget, K. Haines, M. Harrison, D. Iovino, A. Kohl, D. Mignac, S. Masina, K. A. Peterson, C. G. Piecuch, C. Roberts, J. Robson, A. Storto, T. Toyoda, M. Valdivieso, C. Wilson, Y. Wang, and H. Zuo, The mean state and variability of the North Atlantic circulation: a perspective from ocean reanalyses, EGU General Assembly 2020, 2020 年 5 月, オーストリア, ウィーン
83. Toyoda, T., N. Kimura, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, Optimization of dynamic parameters of sea ice models based on satellite-derived sea ice velocity field, Sixth International Symposium on Arctic Research, 2020 年 3 月, 東京都千代田区
84. Yoshida, K., Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, WCRP/SPARC SATIO-TCS joint workshop on Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling in the Tropics, 2020 年 2 月, 京都府京都市
85. Kawasaki, T., H. Hasumi, Y. Matsumura, H. Tatebe, Y. Komuro, and S. Urakawa, Simulation of the deep and intermediate Pacific meridional overturning circulation, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
86. Usui, N., N. Hirose, K. Sakamoto, N. Kohno, and G. Yamanaka, Ocean circulation and Sea ice variability in the southern part of the Okhotsk Sea in a high-resolution ocean-ice assimilation model, 第 35 回北方圏国際シンポジウム「オホーツク海と流氷」2020, 2020 年 2 月, 紋別市
87. Toyoda, T., N. Kimura, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, Optimization of dynamic parameters of sea ice models based on satellite-derived sea ice velocity field, The 35th International Symposium on Okhotsk Sea & Polar Oceans, 2020 年 2 月, 紋別市
88. Yoshida, K., Solar influence on climate with MRI-ESM2.0 and its behavior in CMIP6 simulations, PSTEP-4 & ISEE-2 International Symposium, 2020 年 1 月, 愛知県名古屋市
89. Usui, N., N. Hirose, K. Sakamoto, N. Kohno, and G. Yamanaka, Japanese Coastal Ocean Monitoring and Forecasting System: system configuration and reanalysis experiment, OceanPredict 4th Data Assimilation Task Team Meeting, 2020 年 1 月, フランス, トゥールーズ
90. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta,

- A. Murata, H. Kawase, A Content-Based Database System for Large Volume Climate Data, AGU Fall Meeting, 2019年12月, 米国, サンフランシスコ
91. Takaya, Y., The Indian Ocean-origin seasonal rainfall predictability in the South and Southeastern Asian summer monsoons, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
 92. Kosaka, Y., Y. Takaya, M. Watanabe, S. Maeda, Seasonal prediction of Asian summer climate enabled by the Pacific-Indian Ocean coupling, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
 93. Fujii, Y., Tropical Pacific Observing System 2020 (TPOS2020) Project and Relevant Ocean Observing System Evaluation Activities, WMO scoping workshop on future activities to assess impact of Various observing systems on earth system prediction, 2019年12月, スイス, ジュネーブ
 94. Kotsuki, S., T. Miyoshi, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
 95. Funaki, M., S. Meke, S. Waibuta, L. Bale, and N. Kohno, Storm surge forecast at Fiji Meteorological Service, 2nd International Workshop on Waves, Storm Surges, and Coastal Hazards, 2019年11月, オーストラリア, メルボルン
 96. Maki, T., T. Y. Tanaka, T. T. Sekiyama, A. Ogi, J. Ohtake, A. Saito, S. Yabu, K. Yumimoto, A. Shimizu and N. Sugimoto, Current project and activities in Japan, 7th SDS-WAS Asian node RSG meeting, 2019年11月, 中国, 杭州市
 97. Oshima, N., Evaluation of Radiative Forcing using MRI Earth System Model, AMAP short-lived climate forcers (SLCF) expert group meeting, 2019年11月, アメリカ, アナーバー
 98. Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, Y. Shoji, O. Uchino, Lidar Research at MRI, Steering committee meeting of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), 2019年10月, 茨城県つくば市
 99. Maki, T., T. T. Sekiyama, T. Y. Tanaka, A. Ogi, K. Yumimoto, A. Saito and S. Yabu, Recent DSS related activities at the Japan Meteorological Agency and Meteorological Research Institute, The 12th meeting of Working Group I for Joint Research on DSS, 2019年9月, 韓国, 釜山
 100. Takaya, Y., Collaborative Studies with Other Research Projects: Subseasonal to decadal predictions, International Workshop on Decadal Challenges in Asian Monsoon Process Studies, 2019年9月, 名古屋
 101. Fujii, Y., Toward better coordination between observational and forecasting communities through OS-Eval activities, OceanObs'19, 2019年9月, アメリカ, ホノルル
 102. Takaya, T., F. Vitart, A. Robertson, Sub-seasonal to Seasonal Prediction Project: Science Plan of Phase 2, EMS Annual Meeting 2019, 2019年9月, デンマーク, コペンハーゲン
 103. Takaya, Y., Y. Kubo, S. Hirahara, and S. Maeda, New sources of the seasonal tropical cyclone predictability in the western North Pacific, EMS Annual Meeting 2019, 2019年9月, デンマーク, コペンハーゲン
 104. Takaya, Y., Current status and challenges in seasonal predictions of the Asian summer monsoon, AsiaPEX Kick-off Conference, 2019年8月, 札幌
 105. Oshima, N., Development of the MRI-ESM2 and evaluation of black carbon in the Arctic, Summer Session 2019 Tsukuba on Air Quality Modeling in Asia, 2019年8月, 茨城県つくば市
 106. Keen, A., E. Blockley, D. Docquier, and T. Toyoda, Intercomparison of the mass budget of Arctic sea ice and snow in CMIP6 models: a SIMIP activity, International Symposium on Sea Ice at the Interface, 2019年8月, カナダ, Winnipeg

107. Oshima, N., Development of the MRI Earth System Model (MRI-ESM2) and Evaluations of Radiative Effects of Black Carbon, The Workshop on Air Quality and Climate Research Across Scales, 2019 年 7 月, 東京都
108. Yoshida, K., and R. Mizuta, SSW Influence on the Tropical Troposphere with High Resolution Large Ensemble Simulations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 7 月, シンガポール, シンガポール
109. Oshima, N., K. Kaiho, K. Adachi, Y. Adachi, T. Mizukami, M. Fujibayashi, and R. Saito, Global Climate Change Driven by Soot Ejection Following the Asteroid Impact as the Cause of the Extinction of the Dinosaurs, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
110. Yoshida, K. and R. Mizuta, Influence of Sudden Stratospheric Warmings on the Tropical Troposphere with High Resolution Large Ensemble Simulations, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
111. Fujii, Y., N. Usui, N. Hirose, Y. Takatsuki, T. Kuragano, and T. Sakurai, Use of satellite Sea Surface Height (SSH) and Sea Surface Temperature (SST) data in operational 4DVAR Ocean Data Assimilation Systems in JMA, 1st International Operational Satellite Oceanography Symposium, 2019 年 6 月, アメリカ, カレッジパーク
112. Maki, T., Implications for bias in flux inversions, The 15th Meeting of the Atmospheric Composition Virtual Constellation, 2019 年 6 月, 東京都中野区
113. Maki, T., T. T. Sekiyama, K. Kondo and T. Nakamura, Constructing a carbon flux estimation system with bias corrected satellite data, 15th International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space, 2019 年 6 月, 北海道札幌市
114. Fujii, Y., C. Kobayashi, T. Ishibashi, and Y. Takaya, Development of weakly coupled atmosphere-ocean data assimilation system and the evaluation of the coupled reanalysis in JMA/MRI, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
115. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, Northern mid-latitude warming prolonged for more than 6 months in 2018 well-predicted by the JMA's operational seasonal prediction system, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
116. Fujii, Y., C. Kobayashi, T. Ishibashi, and Y. Takaya, Development of weakly coupled atmosphere-ocean data assimilation system and the evaluation of the coupled reanalysis in JMA/MRI, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
117. Fujii, Y., Y. Xue, F. gasparin, and O. Alves, 10-Year Effort Evaluating the Tropical Pacific Observing Systems using Ocean Data Assimilation and Prediction Systems, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
118. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, T. Toyoda, N. Kohno, T. Kuragano, and M. Kamachi, Development of regional high-resolution assimilation systems based on four-dimensional variational method at JMA/MRI, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
119. Takaya, Y., and M. Yamaguchi, Drought monitoring and prediction using sub-seasonal predictions, Workshop on predictability, dynamics and applications research using the TIGGE and S2S ensembles, 2019 年 4 月, イギリス, レディング

・国内の会議・学会等 : 180 件

1. 碓氷典久, 広瀬成章, 藤井陽介, 石川一郎, Assimilation of high-resolution sea surface temperature into an eddy-resolving ocean model with weak-constraint 4D-Var, 第 27 回データ同化夏の学校, 2023 年 8 月, むつ市
2. 大島 長, 出牛 真, 行本誠史, 地球システムモデルによる大気環境と気候変動の予測, 第 64 回大気環境学会年会, 2023 年 9 月, 茨城県つくば市

3. 川上雄真, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 坂本 圭, 山中吾郎, 杉本周作, 寒候期の大气強制が主導する黒潮流量の変動, 「中緯度域の海洋変動と大気・生物地球化学への影響」研究集会(大槌シンポジウム海洋パート), 2023 年 8 月, 岩手県大槌町
4. 豊田隆寛, 浦川昇吾, 相木秀則, 中野英之, 新藤永樹, 吉村裕正, 川上雄真, 坂本 圭, 山上晃央, 牛島悠介, 原田やよい, 小林ちあき, 富田裕之, 東塚知己, 山中吾郎, 高分解能の結合予測実験を用いた熱帯不安定波の形成過程の解析, 「中緯度域の海洋変動と大気・生物地球化学への影響」研究集会(大槌シンポジウム海洋パート), 2023 年 8 月, 岩手県大槌町
5. 大島 長, 過去 200 年間のグリーンランドアイスコア観測と気象研究所地球システムモデル計算との比較, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会」, 2023 年 8 月, (ハイブリッド)
6. 豊田隆寛, 坂本 圭, 碓氷典久, 広瀬成章, 田中 潔, 勝間田高明, 高橋大介, 仁木将人, 轡田邦夫, 美山 透, 中野英之, 浦川昇吾, 小松謙介, 川上雄真, 山中吾郎, 高分解能海洋モデルを用いた駿河湾への黒潮水貫入と湾内循環の解析, 2023 年度山中湖シンポジウム, 2023 年 8 月, 山梨県
7. 川上雄真, 中野英之, 豊田隆寛, 坂本 圭, 浦川昇吾, 杉本周作, 船舶観測、アルゴフロート、および数値モデルを用いた黒潮と水塊の時間変動の研究, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
8. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 気象庁現業季節予測システムにおける中緯度海洋前線帯の冬季北大西洋の季節内予測への影響, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
9. 大塚英人, 太田雄策, 碓氷典久, 日野亮太, 久保田達矢, MRI.COM-JPN モデルを用いた日本近海における海底水圧記録の海洋変動低減効果の定量評価, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
10. 碓氷典久, 小川浩司, 黒潮・黒潮続流に強制された日本沿岸水位変動, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
11. 川上雄真, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 坂本 圭, 山中吾郎, 杉本周作, 寒候期の大气強制が主導する黒潮と北太平洋亜熱帯モード水の変動, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
12. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
13. 高谷祐平, アジアモンスーンと台風の季節予報の進展, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
14. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性 —Part 2 雲関係—, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
15. 平原翔二, 吉田康平, 出牛 真, 石井正好, 地上気圧に見られる半日周期大気潮汐と成層圏準 2 年周期振動との同期と乱れ, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
16. 吉田康平, 大規模アンサンブル実験から見える北半球冬季成層圏 対流圏結合, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
17. 平原翔二, 石井正好, 地上気圧の観測時刻と半日周期大気潮汐位相の整合性, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
18. 石井正好, 釜堀弘隆, 川瀬宏明, 久保田尚之, 財城真寿美, 野沢 徹, 竹見哲也, 全球大気 60km 解像度気候再解析: OCADA, 日本気象学会 2023 年春季大会, 2023 年 5 月, (オンライン)
19. 吉村裕正, 全球スペクトルモデルの二重フーリエ級数オプションの改良, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
20. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, モデルのマイナーに見える取り扱いは雲表現にとってどんなに重要か?, エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン
21. 今田由紀子, 気候変動予測の不確実性と異常気象の考え方, 自然科学研究機構シンポジウム「自然の中に潜む不確実性とは何か? ~持続可能性を考える~」, 2023 年 3 月, 東京
22. 碓氷典久, 広瀬成章, 黒潮続流と同期した日本海貯熱量の十年規模変動, 中緯度大気海洋相互作用 hotspot2 研究集会, 2023 年 3 月, 福岡県福岡市

23. 直江寛明, 足立恭将, 久保勇太郎, 気象庁現業季節予測システムを用いた中緯度海洋前線帯の冬季北大西洋の季節内予測への影響の評価, 中緯度大気海洋相互作用 hotspot2 研究集会, 2023 年 3 月, 福岡
24. 藤井陽介, 海洋予測研究と海洋観測ネットワークへの貢献, 「国連海洋科学の 10 年」シンポジウムー日本の大気・海洋科学のコミュニティがどう貢献できるか?ー, 2023 年 2 月, 千葉県柏市
25. 吉村裕正, 二重フーリエ級数を基底関数とした全球スペクトルモデルの改良, 第 36 回数値流体力学シンポジウム, 2022 年 12 月, (オンライン)
26. 広瀬成章, 岩崎俊祐, 碓氷典久, 坂本 圭, 石川一郎, 中野英之, 越前海岸で発生した 2022 年 8 月の急潮について, 日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会, 2022 年 12 月, 福岡県春日市
27. 川上雄真, 浦川昇吾, 坂本 圭, 豊田隆寛, 中野英之, 吉村裕正, 新藤永樹, 山中吾郎, 黒潮域における台風通過時の水温変化, 大気海洋相互作用に関する研究集会, 2022 年 11 月, 京都市
28. 大島 長, アイスコアと気象研究所地球システムモデルによるエアロゾル沈着量の長期変化, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2022 年 11 月, 北海道函館市
29. 佐藤寛通, 唐木達郎, 坂本 圭, 山中吾郎, 高木 力, 笠井亮秀, ファインメッシュモデルを用いた津軽海峡における流動構造の解析, 水産海洋学会創立 60 周年記念大会, 2022 年 11 月, 神奈川県横浜市
30. 神代 剛, 川合秀明, 野田 暁, 推定雲頂エントレインメント指標が正の下層雲量フィードバックを説明する, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
31. 行本誠史, 大島 長, 川合秀明, 出牛 真, 相澤拓郎, 北半球降水量の長期変化における半球間熱輸送と全球大気冷却の役割, 気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
32. 酒井 哲, 永井智広, 内野 修, 吉田 智, 小司禎教, 森野 勇, Richard Querel, Ben Liley, and Sergey Khaykin, トンガ火山噴火後につくばとニュージーランド・ローダーのライダーで観測された成層圏エアロゾル, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
33. 今田由紀子, 近年の気候シミュレーションの技術革新がもたらす ENSO 研究の新展開, 気候形成・変動機構研究連絡会, 2022 年 10 月, 札幌
34. 小松謙介, 高谷祐平, 豊田隆寛, 羽角博康, 海水変動に対する冬季ユーラシア気温の応答評価 ～季節予報モデルを用いて～, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
35. 眞木貴史, 中村 貴, 現地観測と衛星観測データによる CO2 収支解析, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
36. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
37. 藤井陽介, 国際海洋科学の 10 年プロジェクト SynObs について, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
38. 広瀬成章, 碓氷典久, 藤井陽介, 高野洋雄, 海面高度偏差と現場観測データを組合せた平均海面力学高度の推定, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
39. 浦川昇吾, 中野英之, 豊田隆寛, 坂本 圭, 川上雄真, 気象研究所共用海洋モデルへの一般鉛直座標導入の試み, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
40. 和川 拓, 井桁庸介, 坂本 圭, 竹内茉莉香, 奥山 忍, 阿部祥子, 矢部いつか, 遠く離れた日本海沖合域への沿岸水流出過程, 2022 年度日本海洋学会秋季研究発表大会, 2022 年 9 月, 名古屋
41. 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 川上雄真, 坂本 圭, 碓氷典久, 広瀬成章, 石川洋一, 五十嵐弘道, 杉山 徹, 黒木聖夫, 西川 悠, 西川史朗, 牛島悠介, 水田 亮, 辻野博之, 日本近海の近未来大アンサンブルデータの作成について, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市
42. 平原翔二, 久保勇太郎, 吉田拓馬, 小森拓也, 千葉丈太郎, 高倉寿成, 金浜貴史, 杉本裕之, 足立恭将, 石川一郎, 藤井陽介, 大気海洋結合予測システム JMA/MRI-CPS3 による 季節内～季節規模変動予測, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン

43. 豊田隆寛, 浦川昇吾, 相木秀則, 中野英之, 新藤永樹, 吉村裕正, 川上雄真, 坂本 圭, 山上晃央, 原田やよい, 小林ちあき, 富田裕之, 大気海洋結合予測実験における熱帯不安定波について, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市
44. 辻野博之, 海洋気候モデリングにおける黒潮: 回顧と展望, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会 シンポジウム 3 「黒潮大蛇行研究 –これまでの歩みと今後の展望–」, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
45. 豊田隆寛, 坂本 圭, 豊田威信, 辻野博之, 浦川昇吾, 川上雄真, 山上晃央, 小松謙介, 中野英之, 気象研海洋モデル開発における海氷熱力学過程の改良について, 日本周辺の海流の力学過程およびその影響の理解 (大槌シンポジウム海洋パート), 2022 年 8 月, 大槌町
46. 川上雄真, 浦川昇吾, 坂本 圭, 豊田隆寛, 中野英之, 吉村裕正, 新藤永樹, 山中吾郎, 黒潮域における台風通過時の水温変化, 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター研究集会 (大槌シンポジウム) 「日本周辺の海流の力学過程およびその影響の理解」, 2022 年 8 月, 大槌町
47. 川合秀明, 地球の温度上昇予測に大きなばらつきがあるのはなぜか? –答えは、雲–, 日本気象学会第 56 回夏季大会, 2022 年 8 月, オンライン
48. 豊田隆寛, 北村佳照, 道東の海氷変動と大規模大気・海洋場との関係について, 知床とオホーツク海の海氷-海洋-物質循環-生態系の連関と変動, 2022 年 6 月, 札幌市
49. 坂本 圭, 中野英之, 豊田隆寛, 浦川昇吾, 川上雄真, 辻野博之, 気象研究所共用海洋モデル「MRI.COM」の開発状況 (2): v5.0 の公開, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
50. 今田由紀子, 最新の気候モデルが描き出す地球温暖化と日本の異常気象, 気象学会 2022 年度春季大会 真鍋淑郎先生ノーベル賞受賞記念特別公開シンポジウム, 2022 年 5 月, Tokyo
51. 新藤永樹, 水惑星実験及び AMIP 実験による ITCZ と長波雲放射効果の関係について, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
52. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 気候モデルにおけるダブル ITCZ 問題は どうしたら緩和できるか?, 第 13 回熱帯気象研究会, 2022 年 3 月, オンライン
53. 大島 長, 出牛 真, MRI-ESM2 でのエアロゾルと大気化学の評価, GCM 検討会+ESM 勉強会, 2022 年 3 月, オンライン, オンライン
54. 唐木達郎, 坂本 圭, 山中吾郎, 木村伸吾, 笠井亮秀, ニホンウナギの仔魚輸送シミュレーション~シラスは泳いで川を目指す!?~, 水産海洋学会地域研究集会「第 4 回海と漁業と生態系に関する研究集会」, 2022 年 2 月, オンライン, オンライン
55. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 南大洋の雲は熱帯降水に影響するか?, 2021 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2022 年 2 月, オンライン
56. 石川一郎, 季節予測システムの共同開発, 気象庁施設等機関研究報告会, 2022 年 2 月, 東京都
57. 山中吾郎, IPCC AR6 WG1 報告書の概要, 港湾における気候変動適応策の実装に向けた技術検討委員会, 2022 年 1 月, 東京都
58. 平原翔二, 久保勇太郎, 吉田拓馬, 小森拓也, 千葉丈太郎, 関口亮平, 越智健太, 高倉寿成, 金浜貴史, 杉本裕之, 足立恭将, 石川一郎, 藤井陽介, 次期季節アンサンブル予報システム JMA/MRI-CPS3, 令和 3 年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2022 年 1 月, 東京都
59. 今田由紀子, 川瀬宏明, 高解像度のラージアンサンブルシミュレーションによって見積もられる局所的な大雨の発生確率の季節予測可能性, 令和 3 年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2022 年 1 月, 東京都
60. 出牛 真, 成層圏オゾンが季節内から季節スケールで対流圏循環に及ぼす影響について, 令和 3 年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2022 年 1 月, 東京都
61. 川合秀明, 地球温暖化を考える! (祝! 真鍋さんノーベル賞受賞) ~気候モデルによる温暖化シミュレーション~, 船橋市オンライン市民公開講座, 2022 年 1 月, オンライン
62. 山中吾郎, 変化する気候と海, 2021 年度日本気象学会関西支部第 2 回例会, 2021 年 12 月, 高松市

63. 藤井陽介, 石橋俊之, 小林ちあき, 石川一郎, 気象研究所における結合同化システムの開発の成果と今後について, 名古屋大学宇宙地球環境研究所 研究集会 「宇宙地球環境の理解に向けての統計数理的アプローチ」, 2021 年 12 月, オンライン
64. 今田由紀子, 川瀬宏明, 高解像度のラージアンサンブルシミュレーションによって見積もられる豪雨の発生頻度の季節予測可能性, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
65. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 中野英之, 高野洋雄, 山中吾郎, 2017 年 9 月の室戸岬東部の急潮の要因と予測不確実性について, 日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会, 2021 年 12 月, 福岡県春日市
66. 酒井 哲, 内野 修, 永井智広, 吉田 智, 小司禎教, 大島 長, 眞木貴史, 森野 勇, Richard Querel, and Ben Liley, 成層圏エアロゾルの長期変動: ライダー観測と気象研究所地球システムモデルとの比較, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
67. 碓氷典久, 黒潮大蛇行研究のこれまでとこれから, 黒潮大蛇行セミナー, 2021 年 11 月, (オンライン)
68. 川合秀明, 気候モデルで地球温暖化を予測する!, 科学ライブショー「ユニバース」ノーベル物理学賞特別番組, 2021 年 11 月, 千代田区
69. 碓氷典久, 広瀬成章, 平原幹俊, 檜垣将和, 気象庁現業海況システムにおけるオホーツク海の海洋・海水場のバイアス低減に向けた取り組み, 研究集会 「縁辺海と外洋とを繋ぐ対馬暖流系の物理・化学・生物過程」, 2021 年 10 月, 北海道札幌市
70. 藤井陽介、足立恭将、石川一郎、吉田拓馬、平原翔二、久保勇太郎、杉本裕之, 気象庁季節予報用全球海洋データ同化システムの更新, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
71. 豊田隆寛, 坂本 圭, 碓氷典久, 広瀬成章, 田中 潔, 勝間田高明, 高橋大介, 仁木将人, 轡田邦夫, 美山 透, 中野英之, 浦川昇吾, 小松謙介, 川上雄真, 山中吾郎, 駿河湾への黒潮水貫入とそれに伴う湾内の表層循環, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, (オンライン)
72. 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 新藤永樹, 吉村裕正, 川上雄真, 坂本 圭, 山中吾郎, 大気海洋結合モデルによる短期の予報可能性について, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
73. 相木秀則, 福富慶樹, 尾形友道, 菅野湧貴, 豊田隆寛, 中野英之, MJ0 が中緯度に励起する波動エネルギー循環の診断にむけて, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, (オンライン)
74. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 中野英之, 高野洋雄, 山中吾郎, 2017 年 9 月中旬の室戸岬東部で発生した急潮の要因について, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
75. 大島 長, アイスコア観測と全球モデル計算との比較, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2021 年 9 月, オンライン
76. 関山 剛, 大気エアロゾルの確率予測、データ同化、そして深層学習, 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2021 年 8 月, オンライン, オンライン
77. 豊田隆寛, 坂本 圭, 碓氷典久, 広瀬成章, 田中 潔, 勝間田高明, 高橋大介, 仁木将人, 轡田邦夫, 美山 透, 中野英之, 浦川昇吾, 小松謙介, 川上雄真, 山中吾郎, 黒潮変動に影響される駿河湾の循環構造, 海洋力学における海岸/海底地形の役割と影響 (大槌シンポジウム海洋パート), 2021 年 7 月, 岩手県大槌町
78. 大島 長, 気象研究所地球システムモデルを用いた北極気候研究 (放射強制力、20 世紀前半の北極温暖化、COVID-19 による気候影響評価), ArCS II 第 2 回全体会合, 2021 年 6 月, (オンライン)
79. 中野英之, 浦川昇吾, 坂本 圭, 豊田隆寛, 山中吾郎, 渦解像モデルで再現された 20 世紀の日本沿岸の海面水位の長期変動, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン

80. 吉田康平, 水田 亮, 成層圏突然昇温は熱帯対流活動を励起するか? ~大規模アンサンブルシミュレーションからの視座~, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
81. 関山 剛, 深層畳み込みニューラルネットワークを用いた気象場の総観スケールからメソスケールへの統計的ダウンスケーリング, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
82. 小林ちあき, 前田修平, 2019 年南半球成層圏突然昇温後の対流圏における負の南極振動の持続と季節予測可能性, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
83. 碓氷典久, 広瀬成章, 藤井陽介, 高野洋雄, なぜ 2017 年黒潮大蛇行は長期化しているのか?, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
84. 坂本 圭, 浦川昇吾, 広瀬成章, 中野英之, 豊田隆寛, 碓氷典久, 山中吾郎, 日本沿岸海況監視予測システムにおける河川流出の高度化に向けて, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
85. 川合秀明, 気候モデルにおける南大洋の雲, 国立極地研究所気水圏コロキウム, 2021 年 5 月, オンライン
86. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, MRI-ESM2 における南大洋の短波放射バイアスとダブル ITCZ 問題の関係, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
87. 石橋俊之, 観測誤差共分散行列の流れ依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
88. 広瀬成章, 碓氷典久, 藤井陽介, 高野洋雄, 海面高度偏差と現場観測データを組合せた平均海面力学高度の推定, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
89. 高谷祐平, 石川一郎, 小林ちあき, 遠藤洋和, 尾瀬智昭, 2020 年の活発な梅雨・メイユに対するインド洋の影響, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
90. 高谷祐平, 高野洋雄, 気象庁における波浪結合の開発(続報その 1), 海洋波および大気海洋相互作用に関するワークショップ, 2021 年 3 月, オンライン
91. 伊藤耕介, 藤井陽介, 4 次元データ同化による解析インクリメントの構造はどう決まるのか?, 第 11 回データ同化ワークショップ, 2021 年 2 月, オンライン
92. 川合秀明, 総説: 海上の下層雲の概要、気候モデルにおけるそのパラメタリゼーション, エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
93. 川合秀明, 何が地球の将来の温度を決めるのか?, 地球環境講演会, 2021 年 1 月, オンライン
94. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 高野洋雄, 山中吾郎, 気象庁領域海況予測システム(日本沿岸海況監視予測システム)の開発と利用, 研究集会「宇宙環境の理解に向けての統計数理的アプローチ」, 2020 年 12 月, オンライン
95. 豊田隆寛, 中野英之, 相木秀則, 尾形友道, 福富慶樹, 菅野湧貴, 浦川昇吾, 坂本 圭, 山中吾郎, 名倉元樹, ENSO のエネルギーフローの海洋再解析からの診断, 黒潮/親潮続流域の力学過程とその学際的応用, 2020 年 12 月, 岩手県大槌町
96. 伊藤耕介, 山田広幸, 栗原晴子, 宮田龍太, 平野創一朗, 坂本 圭, 豊田隆寛, 大気海洋生態系結合モデルにより再現された 2018 年台風第 24 号通過に対する海洋応答, 日本海洋学会 2020 年度九州沖縄地区合同シンポジウム, 2020 年 12 月, 沖縄県中頭郡西原町
97. 碓氷典久, 広瀬成章, 東シナ海海面水温と黒潮変動の関係, 2020 年度九州沖縄地区合同シンポジウム「南西諸島近海における大気・海洋・生態系」, 2020 年 12 月, 沖縄県中頭郡西原町
98. 川合秀明, 地球温暖化によって将来の気候はどう変わるのか?, 船橋市・オンライン市民公開講座, 2020 年 12 月, オンライン
99. 豊田隆寛, 中野英之, 相木秀則, 尾形友道, 福富慶樹, 菅野湧貴, 浦川昇吾, 坂本 圭, 山中吾郎, 名倉元樹, 海洋再解析を用いた ENSO のエネルギーフロー診断, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, (オンライン)

100. 中野英之, 松村義正, 辻野博之, 坂本 圭, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 山中吾郎, 粒子追跡法と渦解像モデルを用いた、東経 137 度に到達する水塊に対する中規模渦の働き, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
101. 牛島悠介, 辻野博之, 坂本 圭, 気象研究所地球システムモデル MRI-ESM2.0 における日本沿岸の海面水位変動とその変動要因, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
102. 辻野博之, 小室芳樹, 浦川昇吾, 海洋モデル相互比較プロジェクトと日本からの貢献, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
103. 藤井陽介, 国際共同研究プロジェクト OceanPredict について, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
104. 尾形友道, 相木秀則, 豊田隆寛, 結合モデルの ENSO に伴う海洋波動のエネルギー経路同定, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, (オンライン)
105. 唐木達郎, 坂本 圭, 木村伸吾, 笠井亮秀, 気象庁海洋大循環モデルを用いたニホンウナギの仔魚輸送実験, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
106. 坂本 圭, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 山中吾郎, 辻野博之, 解像度 2 km 日本沿岸モデルを用いた沿岸滞留時間の推定 (2), 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
107. 浅井博明, 檜垣将和, 平原幹俊, 桜井敏之, 小林 熙, 碓氷典久, 坂本 圭, 広瀬成章, 気象庁現業海洋データ同化・予測システムの更新, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
108. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 高野洋雄, 山中吾郎, 2 km 高解像度現業海況システムを用いた 1971 年 9 月異常潮位の再現実験とその要因, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
109. 山中吾郎, 広瀬成章, 坂本 圭, 碓氷典久, 高野洋雄, JPN システムによる海洋情報の利活用, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
110. 眞木貴史, 田中泰宙, 関山 剛, 大島 長, 梶野瑞王, 気象研究所地球システムモデルを用いた黄砂発生量予測, 大気化学討論会, 2020 年 11 月, (オンライン)
111. 大島 長, 行本誠史, 出牛 真, 神代 剛, 川合秀明, 田中泰宙, 吉田康平, 気象研究所地球システムモデルを用いた人為起源気体とエアロゾルによる有効放射強制力の推定, 第 25 回大気化学討論会, 2020 年 11 月, 名古屋市
112. 川合秀明, 神代 剛, 亜熱帯下層雲の放射冷却は夏季の亜熱帯高気圧を強化するか?, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
113. 眞木貴史, 近藤圭一, 中村 貴, 衛星観測データバイアス補正による炭素収支解析への影響, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
114. 千葉丈太郎, 川合秀明, 層積雲スキーム改良による SST-SW フィードバックの改善, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
115. 酒井 哲, 内野 修, 永井智広, 吉田 智, 小司禎教, 大島 長, 眞木貴史, 森野 勇, Richard Querel, Ben Liley, ニュージーランド・ローダー上空高度 24-31 km で観測された非球形粒子と低濃度オゾン, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
116. 川合秀明, 神代 剛, 遠藤洋和, 荒川 理, 全球の海霧の分布とその温暖化時の変化, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
117. 高谷祐平, 齊藤直彬, 石川一郎, ENSO-アジアモンスーン関係の再考, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
118. 酒井 哲, 内野 修, 永井智広, 吉田 智, 小司禎教, 大島 長, 眞木貴史, 森野 勇, Richard Querel, Ben Liley, ニュージーランド・ローダー上空高度 24-31 km で観測されたオーストラリア森林火災起源と考えられる非球形粒子と低濃度オゾン, 第 38 回レーザーセンシングシンポジウム, 2020 年 9 月, 日本

119. 藤井陽介, 広瀬成章, 豊田隆寛, 高槻 靖, 石川一郎, 足立恭将, 杉本裕之, 小森拓也, 気象予測での海洋データ同化システムの利用に向けて, 第24回データ同化夏の学校, 2020年8月, オンライン
120. 石橋俊之, 数値天気予報のための全球大気解析の高精度化に関する研究, 神戸大学惑星科学研究センターセミナー, 2020年8月, リモート
121. 小杉如央, 広瀬成章, 豊田隆寛, 石井雅男, 栄養塩をトレーサーとした日本海中層水に含まれる淡水起源の推定, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
122. 関山 剛, 弓本桂也, 眞木貴史, 田中泰宙, 竹村俊彦, 多波長光学イメージャを用いた大気エアロゾルの監視, 同化予測および再解析プロダクトの作成, 日本地球惑星科学連合2020年大会, 2020年7月, オンライン
123. 千葉丈太郎, 川合秀明, 層積雲スキーム改良による SST-SW フィードバックの改善, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 神奈川県川崎市
124. 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
125. 川合秀明, エアロゾルの雲への影響についての認識は適切か?, エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 東京都立川市
126. 碓氷典久, 高解像度海洋データ同化システムの開発とそれを用いた観測システム評価, 2019 年度 名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会, 2020 年 2 月, 名古屋
127. 藤井陽介, 準ニュートン法の海洋データ同化・予測システムでの利用について, 準ニュートン法の海洋データ同化・予測システムでの利用について, 名古屋大統数研共同ワークショップ「宇宙地球環境の理解に向けての統計数理的アプローチ」, 2019 年 12 月, 愛知県名古屋市
128. Deushi, M., Subseasonal Hindcast Experiments with Different Treatment on Ozone Chemistry and Radiation Processes after Major Sudden Stratospheric Warming Events, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
129. 坂本 圭, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 辻野博之, 山中吾郎, 日本沿岸海況監視予測システムを利用した湾スケール・モデルの機動的開発, 日本海及び日本周辺海域の海況モニタリングと波浪計測に関する研究集会, 2019 年 12 月, 福岡県春日市
130. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 山中吾郎, 高野洋雄, 海洋短波レーダ等を用いた日向灘周辺における 2km 高解像度現業海況システムの検証, 海洋レーダを用いた海況監視システムの開発と応用, 2019 年 12 月, 福岡県春日市
131. 竹村和人, 向川 均, 前田修平, 夏季日本付近におけるロスビー波の碎波頻度と関連する大気循環, 日本気象学会研究連絡会「長期予報と大気大循環」, 2019 年 12 月, 東京
132. 小林ちあき, 石川一郎, 季節予測システムで予測された 2018 年北半球中緯度高温偏差, 研究会「長期予報と大気大循環」, 2019 年 12 月, 東京都千代田区
133. 豊田隆寛, 海氷モデルにおける力学パラメータの状態変数への依存性の検討, 第2回次世代海洋海氷結合モデル・ワークショップ 2019, 2019 年 11 月, 新潟市
134. 吉田康平, 成層圏突然昇温は熱帯の対流を促進するか?, 異常気象研究会 2019・第7回観測システム・予測可能性研究連絡会「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」, 2019 年 11 月, 京都府宇治市
135. 小林ちあき, 石川一郎, 2018 年の北半球中緯度高温偏差, 異常気象研究会 2019・第7回観測システム・予測可能性研究連絡会「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」, 2019 年 11 月, 京都府宇治市
136. 大島 長, SE-Dome コアによるエアロゾルデータベースのモデル研究への適用・応用と MRI-ESM2 による放射強制力の推定, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2019 年 11 月, 北海道札幌市
137. 出牛 真, 北半球冬季における成層圏オゾン変動が季節内スケールの対流圏循環に及ぼす影響, 異常気象研究会 2019・第7回観測システム・予測可能性研究連絡会「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」, 2019 年 11 月, 京都府宇治市

138. 今田由紀子, 辻野博之, 山中吾郎, 浦川昇吾, 熱帯不安定波が大気大循環に与える影響, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
139. 眞木貴史, 田中泰宙, 大島 長, 弓本桂也, 板橋秀一, 黒川純一, 大原利眞, 逆推計を用いた東アジアにおける BC 排出量推定, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
140. 中川友進, 尾上洋介, 川原慎太郎, 荒木文明, 小山田耕二, 松岡大祐, 石川洋一, 藤田実季子, 杉本志織, 岡田靖子, 川添 祥, 渡辺真吾, 石井正好, 水田 亮, 村田昭彦, 川瀬宏明, 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
141. 前田修平, 気候形成・変動に関する素朴な疑問～気候系監視・季節予報の現場の視点から～, 第 1 回気候形成・変動機構研究連絡会, 2019 年 10 月, 福岡
142. 直江寛明, 吉田康平, QBOi 実験における Holton-Tan メカニズムの温暖化応答, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
143. 新藤永樹, 気象研究所地球システムモデルへの JPL Eddy-Diffusivity / Mass-Flux and Shallow Convection Scheme の導入, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
144. 神代 剛, 川合秀明, 行本誠史, 新しい統合的推定指標で理解される亜熱帯海洋下層雲フィードバック, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
145. 行本誠史, 相澤拓郎, 神代 剛, 20 世紀における半球規模の気温トレンド変化の要因, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
146. 石橋俊之, 4 次元の背景誤差共分散行列を使った 4D-Var によるアンサンブル生成と決定論的解析 (4), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
147. 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス分布を考慮したアンサンブル同化手法, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
148. 小林ちあき, 石川一郎, 藤井陽介, 結合同化システムの短期再解析実験における降水量と SST、海面フラックスとの関係, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
149. 川合秀明, 行本誠史, 神代 剛, 大島 長, 田中泰宙, 吉村裕正, 長澤亮二, MRI-ESM2 の雲表現の改良における様々な苦労, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
150. 豊田隆寛, 中野英之, 海洋再解析における ENSO に関わるエネルギーフラックスの診断, 「微細規模から惑星規模にかけての海洋力学過程と規模間相互作用の研究」研究会, 2019 年 10 月, 大分県
151. 碓氷典久, 水産利用に資する高解像度海洋再解析データの作成, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会ナイトセッション「海洋・水産分野への利用に向けたデータ同化と衛星観測」, 2019 年 9 月, 富山県富山市
152. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 山中吾郎, 高野洋雄, 2km 高解像度現業海況システムを用いた紀伊水道における急潮の統計評価, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
153. 豊田隆寛, 木村詞明, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 坂本 圭, 山中吾郎, 海氷速度データを利用した北極海モデリングの改善, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山市
154. 中野英之, 辻野博之, 坂本 圭, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 山中吾郎, 気象研究所共用海洋モデル (MRI.COM) の時間積分スキーム更新, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
155. 山中吾郎, 中野英之, 豊田隆寛, 坂本 圭, 浦川昇吾, 辻野博之, 西川史朗, 若松 剛, 石川洋一, SI-CAT 海洋プロダクトに基づく日本周辺海況の将来予測, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
156. 大島 長, MRI-ESM2 でのエアロゾルコンポーネント, 第一回気候モデル開発コンソーシアム, 2019 年 9 月, 東京
157. 碓氷典久, 高解像度海洋モデル・データ同化システムを用いた黒潮研究, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会シンポジウム「今後の黒潮と周辺海域の国際共同観測を考える」, 2019 年 9 月, 富山県富山市

158. 小林ちあき, 2018 年夏季の北半球中緯度高温偏差, 第 8 回波と平均流の相互作用に関する研究会, 2019 年 9 月, 新潟県新潟市
159. 石橋俊之, 全球解析に関する最近の研究から, 第 3 回 理研・気象庁 データ同化に関する情報交換会, 2019 年 8 月, 東京都
160. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 山中吾郎, 高野洋雄, 2 km 解像度沿岸海況システムで再現された急潮及び暖水波及, 日本海及び日本周辺海域における環境急変現象(急潮)のモニタリング、モデリング及びメカニズム解明に関する研究集会, 2019 年 8 月, 福岡県春日市
161. 坂本圭, MRI.COM 開発における部外との連携強化について(2), 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター研究集会「陸域・沿岸海域・外洋域をつなぐ数値モデリングシステムの構築に向けて」, 2019 年 7 月, 岩手県上閉伊郡大槌町
162. 坂本 圭, 気象庁現業運用に向けた日本沿岸海況監視予測システムの開発, 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター研究集会(大槌シンポジウム海洋パート)「北太平洋を中心としたマルチスケール海洋変動と分野横断研究」, 2019 年 7 月, 岩手県上閉伊郡大槌町
163. 豊田隆寛, 木村詞明, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 坂本 圭, 山中吾郎, 海洋・海氷シミュレーションにおける海水速度データの利用, 太平洋を中心としたマルチスケール海洋変動と分野横断的研究(大槌シンポジウム・海洋パート), 2019 年 7 月, 岩手県大槌町
164. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 山中吾郎, 高野洋雄, 日本近海 2 km 解像度海況データ同化システムを用いた 10 年再解析, 研究集会「縁辺海と外洋とを繋ぐ対馬暖流系の物理・化学・生物過程」, 2019 年 7 月, 北海道札幌市
165. 近藤圭一, 不完全な背景誤差共分散がアンサンブルデータ同化に与える影響, 統数研・気象研勉強会, 2019 年 6 月, 港区
166. 豊田隆寛, 海洋モデルにおける海水速度データの利用, 次世代大気ー海洋ー海氷結合モデリング研究会, 2019 年 6 月, 新潟市
167. 藤井陽介, 海洋データ同化システムを用いた全球海洋観測システムのインパクト評価, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
168. Deushi, M., Possible impacts of stratospheric ozone on circulation changes in the tropical troposphere following a stratospheric sudden warming event, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
169. 大島 長、田中泰宙、神代 剛、出牛 真、相澤拓郎、保坂征宏、川合秀明、行本誠史、飯塚芳徳、東久美子、青木輝夫, 気象研究所地球システムモデルによる過去再現実験での北極域のエアロゾルと気候変動, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
170. 碓氷典久, 広瀬成章, 坂本 圭, 藤井陽介, 高野洋雄, 2017 年黒潮大蛇行の長期予測, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
171. 前田修平, ENSO に伴う気候システム変動の諸相, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
172. 坂本 圭, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 辻野博之, 山中吾郎, 日本沿岸海況監視予測システムを利用した湾スケール・モデルの機動的開発, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
173. 中野英之, 辻野博之, 坂本 圭, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 山中吾郎, 松村義正, OGCM と粒子追跡法を用いた 137E 測線に到達する水塊における中規模渦に捕捉された輸送の影響, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
174. 中川友進, 川原慎太郎, 荒木文明, 松岡大祐, 石川洋一, 藤田実季子, 杉本志織, 岡田靖子, 川添祥, 渡辺真吾, 石井正好, 水田 亮, 村田昭彦, 川瀬宏明, 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市
175. 山中吾郎, 中野英之, 坂本 圭, 豊田隆寛, 浦川昇吾, 辻野博之, 西川史朗, 若松 剛, 石川洋一, 日本周辺の SI-CAT 海洋プロダクトの検証, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

176. 高谷祐平, 2018 年夏季の活発な台風活動に対する太平洋南北モードの影響, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
177. 小畑 淳, 辻野博之, 行本誠史, 早魃、飢饉を地球システムモデルで探る, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
178. 川合秀明, 神代 剛, 吉村裕正, 遠藤洋和, 中川雅之, 積雲対流スキームの役割の実情, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
179. 小林ちあき, 石川一郎, 結合モデルで予測された半年以上継続する 2018 年北半球中緯度高温偏差, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
180. 豊田隆寛, 人工衛星観測データ同化, 研究会: 気候研究における新手法の活用, 2019 年 5 月, 長崎市

イ. ポスター発表: 合計 107 件

・国際的な会議・学会等: 75 件

1. Kawakami, Y., H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, K. Sakamoto, H. Yoshimura, E. Shindo, and G., Interactions between ocean and successive typhoons in the Kuroshio region in 2018 in atmosphere-ocean coupled model simulations, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール
2. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Effect of SST-front on the sub-seasonal prediction in North Atlantic winter circulation using the JMA operational seasonal prediction system, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
3. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments for Clouds in GCMs, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2023 年 7 月, フランス, パリ
4. Maki, T., K. Kondo, K. Ishijima, T. T. Sekiyama, K. Tsuboi, and T. Nakamura, Impact of independent satellite bias correction method on CO2 flux inversion, 第 19 回宇宙からの温室効果ガス観測ワークショップ, 2023 年 7 月, フランス, パリ
5. Takaya, Y., K. K. Komatsu, T. Toyoda, and H. Hasumi, A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature on the autumnal Eurasian continent, WWRP/WCRP S2S Summit, 2023 年 7 月, イギリス, レディング
6. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Subseasonal forecast response to ocean-model resolution in the North Atlantic winter in a JMA seasonal prediction system, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
7. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and I. Ishikawa, Assimilation of high-resolution sea surface temperature into an eddy-resolving ocean model using a weak-constraint 4D-Var method, JpGU2023, 2023 年 5 月, 千葉
8. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Effect of SST-front on the sub-seasonal prediction in North Atlantic winter circulation using the JMA operational seasonal prediction system, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
9. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 第 2 回 EarthCARE モデリングワークショップ, 2023 年 3 月, 静岡県伊豆市
10. Maki, T., T. T. Sekiyama, K. Kondo, K. Ishijima, K. Tsuboi, and T. Nakamura, Introduction of Satellite Observation Data with Independent Bias Correction Method to Carbon flux Inverse Analysis, WMO International Greenhouse Gas Monitoring Symposium, 2023 年 1 月, スイス, ジュネーブ

11. Yoshida, T., H. Sugimoto, Y. Fujii, T. Takakura, Y. Kubo, T. Komori, I. Ishikawa, and T. Toyoda, A New Operational Ocean-Sea Ice Coupled Analysis System with Four-Dimensional Variational Method (MOVE-G3), AGU Fall Meeting 2022, 2022 年 12 月, アメリカ, シカゴ
12. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-Model Seasonal Predictions, 第 13 回極域科学シンポジウム, 2022 年 11 月, (ハイブリッド)
13. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and N. Kohno, Impact of the assimilation of simulated wide-swath altimeter data in a regional eddy-resolving assimilation system at JMA/MRI, SynObs キックオフワークショップ, 2022 年 11 月, つくば市
14. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 6th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models, 2022 年 11 月, イギリス, レディング
15. Hirose, N., N. Usui, and Y. Fujii, A new method for estimating steric mean sea surface dynamic height in MOVE system combining in-situ profiles and sea level anomalies, OSTST2022, 2022 年 11 月, イタリア, ベネチア
16. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments in Global Climate Models, 6th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models, 2022 年 11 月, イギリス, レディング
17. Yoshida, K., The polar stratosphere-troposphere coupling variation with El Niño Southern Oscillation and Quasi-Biennial Oscillation in large-ensemble simulations, SPARC 2022 7th General Assembly (GA), 2022 年 10 月, オンライン (ボルダー、レディング、青島)
18. Fujii, Y., E. Remy, H. Zuo, P. Oke, L. Cheng, and Y. Wang, Evaluation of Argo in the UN Ocean Decade Project SynObs, 7th Argo Science Workshop, 2022 年 10 月, ベルギー, ブリュッセル
19. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, Response of winter Eurasian temperature to Barents-Kara sea ice conditions: Evaluation by multi-model seasonal predictions, Year of Polar Prediction Final Summit 2022, 2022 年 8 月, (ハイブリッド)
20. Kawai, H., J. Chiba, and T. Koshiro, Simple parameterization of breakup processes of low clouds for GCMs, 16th Conference on Cloud Physics, 2022 年 8 月, アメリカ&オンライン, マディソン&オンライン
21. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of “Minor Treatments” in Global Climate Models, The 3rd Pan-GASS meeting, 2022 年 7 月, アメリカ, モントレー
22. Usui, N., Y. Fujii, N. Hirose, and N. Kohno, Improvement of the ocean 4D-Var scheme for accurate sea surface temperature analysis, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
23. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, and N. Kohno, Why has the 2017 Kuroshio large meander lasted so long?, Ocean Sciences Meeting 2022, 2022 年 3 月, アメリカ, オンライン
24. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Significant Reduction of the Southern Ocean Radiation Bias in a Climate Model, AMS 102nd Annual Meeting, 2022 年 1 月, アメリカ, オンライン
25. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0, Tri-MIPathlon-3, 2021 年 12 月, イギリス, (オンライン)
26. Imada, Y., and H. Kawase, Long-term potential predictability of regional extreme events in East Asia estimated from a high-resolution large ensemble, WCRP

- workshop on attribution of multi-annual to decadal changes in the climate system, 2021 年 9 月, (オンライン)
27. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2021 年 9 月, オンライン
 28. Toshiyuki Ishibashi, Improvement of Accuracy of Global Numerical Weather Prediction Using Refined Error Covariance Matrices, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021 年 9 月, (オンライン)
 29. Sugi, M., and H. Yoshimura, Cumulus parameterization scheme for gray zone, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021) High-Resolution Climate Modeling and Hazards; https://www.pco-prime.com/tougou2021_ws/index.html, 2021 年 9 月, (オンライン)
 30. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, and Y. Takaya, Evaluation of a coupled atmosphere-ocean reanalysis using tropical Pacific mooring data, US CLIVAR Tropical Pacific Observing Needs Workshop, 2021 年 5 月, オンライン, オンライン
 31. Kosaka, Y., Y. Takaya, M. Watanabe, S. Maeda, The Pacific-Indian Ocean coupling and seasonal prediction of the Asian summer climate, WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins, 2021 年 2 月, オンライン
 32. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, Two Tropical Routes for the Remote Influence of the Northern Tropical Atlantic on the Indo-western Pacific Summer Climate, WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins, 2021 年 2 月, オンライン
 33. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, Prolonged Northern-Mid-Latitude Tropospheric Warming in 2018 Well Predicted by the JMA Operational Seasonal Prediction System, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtua
 34. Subramanian, A., Y. Fujii, Y. Takaya, et al., Impact of ocean observation systems on ocean analyses and subseasonal forecasts in the Indo-Pacific region, 2020 AGU Fall Meeting, 2020 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
 35. Toyoda, T., N. Kimura, L. S. Urakawa, H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, Optimization of dynamic parameters of sea ice models based on satellite-derived sea ice velocity data, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, 2020 年 7 月, 千葉市
 36. Ganeshi, N., M. Mujumdar, R. Krishnan, M. Goswami, Y. Takaya and T. Terao, Understanding the impact of soil moisture variations on temperature extremes over the Indian region, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
 37. Tanaka, T. Y., K. Yumimoto, M. Yoshida, H. Murakami, T. M. Nagao, M. Okata, Aerosol data assimilation experiment using GCOM-C SGLI aerosol product, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
 38. 吉田康平, Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
 39. Ishibashi, T., Observation impact study in global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
 40. Ishibashi, T., Data assimilation of lightning observation data for global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
 41. Tsujino, H., A. Obata, S. Yukimoto, M. Hosaka, T. Tanaka, K. Toyama, T. Koshiro, S. Urakawa, H. Nakano, Evaluation of carbon cycles in a suite of CMIP6-C4MIP experiments by Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0 (MRI-ESM2.0), JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉県千葉市

42. Kawai, H., and T. Koshiro, Stability Index for Marine Low Cloud Cover over the Mid-latitudes, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
43. Urakawa, S., H. Tsujino, H. Nakano, T. Toyoda, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, Water mass transformation by surface buoyancy flux in the Southern Ocean and its possible impact on AMOC in CMIP6 experiments of JMA/MRI, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
44. Yamanaka, G., H. Nakano, T. Toyoda, K. Sakamoto, S. Urakawa, H. Tsujino, S. Nishikawa, T. Wakamatsu and Y. Ishikawa, Assessing future climate changes in the northwestern North Pacific around Japan using a high-resolution regional ocean model, Ocean Science Meeting 2020, 2020 年 2 月, 米国, サンディエゴ
45. Wagawa, T., Y. Igeta, K. Sakamoto and M. Kuga, Offshore spreading of river discharge in the Japan Sea: glider surveys and numerical experiments, Ocean Science Meeting 2020, 2020 年 2 月, 米国, サンディエゴ
46. Sakamoto, K., H. Tsujino, H. Nakano, S. L. Urakawa, T. Toyoda and G. Yamanaka, Estimate of the shelf residence time using a 2-km resolution Japanese coastal model, Ocean Science Meeting 2020, 2020 年 2 月, 米国, サンディエゴ
47. Takano, Y., J. Tjiputra, J. Schwinger, M. Gröger, J. Hieronymus, T. Koenigk, S. Berthet, R. Séférian, L. Bopp, A. Yool, J. Palmieri, M. Watanabe, S. Urakawa, H. Nakano, H. Tsujino, M. C. Long, J. P. Krasting, J. P. Dunne, and T. Ilyina, Ocean Modeling Perspectives of Multi-Decadal Ocean Deoxygenation and Heat Content Evolutions, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
48. Sakamoto, T. T., S. Urakawa, S. Itoh, H. Hasumi, and K. Tanaka, Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
49. Ishizaki, S, H. Sugimoto, T. Yoshida, Y. Fujii, I. Ishikawa, S. Hirahara, Y. Adachi, Y. Kubo, J. Chiba, and T. Komori, Development of the next-generation operational global ocean data assimilation system in JMA, Ocean Science Meeting 2020, 2020 年 2 月, 米国, サンディエゴ
50. Miyoshi, T., S. Kotsuki, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, AMS 100th Annual Meeting, 2020 年 1 月, アメリカ, ボストン
51. Kondo, K., T. Miyoshi, Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics with a 10240-member ensemble Kalman filter experiment using an intermediate AGCM, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
52. Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo, and O. Arakawa, Mechanisms of Changes in Marine Fog in CMIP5 Multi-Model Simulations, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
53. T. Maki, T. Nakamura, K. Kondo, S. Yabu, Constructing a carbon flux estimation system with originally bias corrected satellite data, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
54. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based database system for large volume climate data, VizAfrica Botswana 2019, 2019 年 11 月, ボツワナ, ハボローネ
55. Yoshida, K., Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, Workshop: Stratospheric predictability and impact on the troposphere, 2019 年 11 月, イギリス, レディング

56. Kohno, N., and Y. Takaya, Development of an atmosphere-wave coupled model, 2nd International Workshop on Waves, Storm Surges, and Coastal Hazards, 2019年11月, オーストラリア, メルボルン
57. Naoe, H. and K. Yoshida, Holton-Tan mechanism in the effect of the QBO on the polar vortex in MRI-ESM 2.0 QBOi experiments, 大気力学変動モデル相互比較プロジェクト (DynVarMIP), 2019年10月, スペイン, マドリード
58. T. Maki, K. Kondo, S. Yabu and T. Nakamura, Constructing a global carbon flux estimation system with bias corrected satellite data, The Integrated Global Greenhouse Gas Information System (IG3IS) -Transcom Workshop, 2019年10月, フランス, パリ
59. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based retrieval system for conventional and machine learning methods to analyze large volume climate data, The 9th International Workshop on Climate Informatics, 2019年10月, フランス, パリ
60. Koshiro, T., H. Kawai, and S. Yukimoto, Can low cloud feedback be explained based on low cloud indices?, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2019年10月, ギリシャ, ミコノス
61. Fujii, Y. and N. Usui et al., Observing System Evaluation Based on Ocean Data Assimilation and Prediction Systems: On-going Challenges and a Future Vision for Designing and Supporting Ocean Observational Networks, OceanObs'19, 2019年9月, アメリカ, ホノルル
62. Usui, N., N. Hirose, Y. Fujii, T. Toyoda, and Y. Takatsuki, FORA-WNP30 high-resolution ocean reanalysis for the western North Pacific, OceanObs'19, 2019年9月, アメリカ, ホノルル
63. Yamanaka, G., K. Sakamoto, N. Usui, N. Hirose, S. Urakawa, H. Nakano, T. Toyoda, Y. Fujii, H. Tsujino, and N. Kohno, Development of the Japanese Coastal Ocean Monitoring and Forecasting System and future plans for the next decade, OceanObs'19, 2019年9月, アメリカ, ホノルル
64. Mizuta, R., Changes in very extreme precipitation due to global warming in a large ensemble by 60-km AGCM, The Large Ensembles Workshop, 2019年7月, アメリカ, ボルダー
65. T. Maki, T. Y. Tanaka, N. Oshima, T. T. Sekiyama, K. Kondo, J. Kurokawa, K. Yumimoto, and T. Ohara, Analysis of BC emissions in East Asia using inverse model, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
66. 豊田隆寛, 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 坂本 圭, 広瀬成章, 山中吾郎, Impact of observation-based snow albedo with starting temperature of -2°C for surface melting effect on a global ocean simulation, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
67. Ishibashi, T., T. Iriguchi, Y. Fujii, T. Yasuda, Y. Takaya, N. Saito, T. Onog, Numerical Weather Prediction Experiments using a Coupled Atmosphere-Ocean Data Assimilation System in JMA/MRI (3), JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
68. 坂本 天, 浦川昇吾, 伊藤幸彦, 羽角博康, 田中 潔, Modeling productivity in lower trophic levels in Otsuchi Bay, northeast of Japan, using a nested OGCM with a biogeochemical component, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
69. 浦川昇吾, 中野英之, 辻野博之, 坂本 圭, 豊田隆寛, 山中吾郎, Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
70. Hirose N., N. Usui, K. Sakamoto, H. Tsujino, G. Yamanaka, H. Nakano, S. Urakawa, T. Toyoda, Y. Fujii and N. Kohno, Development of a new operational ocean system for

monitoring and forecasting coastal and open ocean states around Japan, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス

71. Mine, K., M. Hirabara, M. Higaki, H. Asai, H. Kobayashi, T. Sakurai, N. Usui, N. Hirose, and Y. Fujii, Operational ocean data assimilation/prediction system for the western North Pacific at JMA, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, ハリファックス
72. Wakamatsu, T., N. Usui, Y. Fujii, Y. Tanaka, and Y. Ishikawa, Post validation of the Four-dimensional Ocean Reanalysis of the Western North Pacific over 30 years (FORA-WNP30), OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
73. Ishizaki, S, H. Sugimoto, Y. Fujii, I. Ishikawa, S. Hirahara, Y. Adachi, Y. Kubo, and T. Komori, Developing the next-generation operational global ocean data assimilation system at JMA, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
74. Fujii, Y., N. Usui, et al., Contribution of the GODAE OceanView Observing System Evaluation Task Team to OceanObs'19, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス
75. Fujii, Y., A. Storto, and S. R. Jayne, Activity of CLIVAR-GSOP and its contribution to the GODAE OceanView community, OceanPredict'19, 2019 年 5 月, カナダ, ハリファックス

・国内の会議・学会等：32 件

1. 杉 正人, 村田昭彦, グレーゾーンの積雲対流スキーム (2), 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
2. 広瀬成章, 碓氷典久, 日本近海 60 年海洋再解析 (FORA-JPN60), 第 27 回データ同化夏の学校, 2023 年 8 月, むつ市
3. 吉田康平, 大規模アンサンブルデータによる北半球冬季成層圏対流圏結合, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
4. 藤井陽介, 高谷祐平, 石川一郎, 新しい熱帯太平洋観測システム (TPOS) を対象とした観測システム実験 (OSE) の計画について, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
5. 藤井陽介, アルゴフロート品質管理の海洋データ同化システムに対するインパクトの検証, 第 13 回データ同化ワークショップ, 2023 年 2 月, 兵庫県神戸市
6. 藤井陽介, 中野慎也, 気象庁・気象研海洋データ同化システムにおけるアルゴフロート観測データのインパクト調査, 2022 年度 ROIS-DS 成果発表会, 2023 年 2 月, オンライン
7. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 小寺邦彦, 中緯度海洋前線の予測への影響評価ー冬季の大西洋領域の季節内予測ー, Hotspot2 領域全体会議ポスターセッション, 2022 年 11 月, オンライン
8. 碓氷典久, 広瀬成章, 黒潮続流と同期した日本海貯熱量の十年規模変動, Hotspot2 領域全体会議ポスターセッション, 2022 年 11 月, オンライン
9. 佐藤寛通, 唐木達郎, 坂本 圭, 山中吾郎, 高木 力, 笠井亮秀, 高解像度モデルを用いた津軽海峡における流動構造の季節変動の解析, 超異分野学会 北海道フォーラム 2022, 2022 年 11 月, 札幌
10. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 小寺邦彦, 中緯度海洋前線の予測への影響評価ー2020 年 2 月の大西洋サイクロン事例ー, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
11. 佐藤利典, 鈴木雅博, 村田耕一, 碓氷典久, 塩原 肇, 山田知朗, 篠原雅尚, MSSA 解析とパラメトリック関数のフィッティングを併用した海洋モデルを用いた海底圧力計からのスロースリップによる変動の抽出, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
12. 川上雄真, 浦川昇吾, 坂本 圭, 豊田隆寛, 中野英之, 山中吾郎, 杉本周作, 寒候期の大気強制による黒潮流量と亜熱帯モード水形成のコントロール, 2022 年度日本海洋学会秋季研究発表大会, 2022 年 9 月, 名古屋
13. 藤井陽介, 国連海洋科学 10 年プロジェクト SynObs とアルゴフロートの塩分ドリフトを対象とした観測システム実験, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン

14. 高野洋雄, 対馬弘晃, 林 豊, Entel Mikhail, トンガ火山噴火に伴う潮位振動について, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
15. 杉山 徹, 西川史郎, 黒木聖夫, 西川 遥, 辻野博之, 坂本 圭, 石川洋一, 低次生態系を含めた北太平洋域の海洋将来予測データセットの作成, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
16. 伊藤大樹, 川口悠介, 和川 拓, 坂本 圭, 対馬暖流のフロントジェネシスー乱流スケール現象への影響一, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
17. 山上晃央, 梶野瑞王, 眞木貴史, 北極でのエアロゾルの変動と循環場の関係, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, 東京
18. 平原翔二, 久保勇太郎, 吉田拓馬, 小森拓也, 千葉丈太郎, 関口亮平, 越智健太, 高倉寿成, 金浜貴史, 市川悠衣子, 杉本裕之, 足立恭将, 石川一郎, 藤井陽介, 次期季節予測システム JMA/MRI-CPS3, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
19. 行本誠史, 大島 長, 相澤拓郎, CMIP6 モデルによる北半球平均降水量の長期変化, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
20. 杉 正人, 吉村裕正, グレーゾーンの積雲対流スキーム, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
21. 清水健太, 佐藤利典, 村田耕一, 碓氷典久, 塩原 肇, 山田知朗, 篠原雅尚, マルチチャンネル特異スペクトル解析を用いた海底圧力計データからの海洋変動成分の除去, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
22. 和川 拓, 井桁庸介, 坂本 圭, 春季における佐渡島沖合域の上層低塩水の形成過程, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
23. 田中泰宙, 辻野博之, 足立恭将, 小畑 淳, 中野英之, 保坂征宏, 神代 剛, 行本誠史, 地球システムモデルによる CMIP6 実験での大気 CO2 分布再現性の評価, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
24. 石橋俊之, 雷光観測の全球同化(序), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
25. 田中泰宙, 弓本桂也, 吉田真由美, 村上 浩, 永尾 隆, エーロゾルデータ同化に向けた GCOM-C SGLI エーロゾルプロダクトの検証, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
26. 坂本 天, 浦川昇吾, 伊藤幸彦, 羽角博康, 田中 潔, ネスティング手法を用いた大槌湾における低次生産過程モデリング, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
27. 伊藤耕介, 坂本 圭, 豊田隆寛, 大気-海洋-生態系結合モデルを用いた台風停滞に伴う生態系応答の再現, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
28. 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 豊田隆寛, 坂本 圭, 山中吾郎, 気象研究所地球システムモデル及び海洋モデルにおける南大洋海面過程と大西洋子午面循環の関係, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
29. 坂本 圭, 山中吾郎, 中野英之, 浦川昇吾, 豊田隆寛, 辻野博之, 気象研究所共用海洋モデル「MRI.COM」開発における部外との連携強化, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
30. 広瀬成章, 碓氷典久, 坂本 圭, 山中吾郎, 高野洋雄, 2 km 解像度データ同化モデルで再現された 2017 年黒潮大蛇行とその沿岸域への影響, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
31. 中野俊也, 延与和敬, 笹野大輔, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 石井雅男, 北太平洋メラネシア海盆の底層水におけるフロン類の最初の検出, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
32. 近藤圭一, モデルが不完全な場合における背景誤差相関について, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区

報道・記事

(1) 報道・記事：1件

1. 令和3年10月20日「ノーベル賞真鍋さんの功績、いまの気象予報にも 温暖化予測の「礎」」(朝日新聞)

(2) 報道発表：15件

1. 令和元年12月「CO₂の放出と吸収のより正確な推定に成功」(千葉大学他)
2. 令和2年1月「黄砂に関する情報を拡充します」(気象庁他)
3. 令和2年10月「きめ細かな海流・海水温の情報提供を開始～潮位情報の改善～」(気象庁)
4. 令和3年1月「過去の温暖化への人間活動の寄与を評価する国際共同研究に貢献」(気象研)
5. 令和3年2月「令和2年の活発な梅雨に熱帯インド洋が与えた影響を解明」(気象研)
6. 令和3年4月「1年先の夏季アジアモンスーンの予測に成功」(気象研)
7. 令和3年4月「我が国における金属由来の粒子酸化能の大気中濃度について、初めて予測に成功し、発生源別の寄与率を評価しました」(気象研)
8. 令和3年5月「SO₂排出削減にもかかわらず硫酸エアロゾル減少が鈍化する原因を特定」(東京工業大学他)
9. 令和3年5月「コロナ禍によるCO₂等排出量の減少が地球温暖化に与える影響は限定的」(海洋研究開発機構他)
10. 令和3年6月「温室効果ガス収支をマルチスケールで監視するための環境研究総合推進費プロジェクトの開始について」(国立環境研究所他)
11. 令和4年2月「新しい大気海洋結合モデルを利用した季節予測の精度向上」(気象庁)
12. 令和4年4月「20世紀中頃の北極寒冷化は人間活動による大気中の微粒子の増大と気候の自然変動が複合的に影響～北極温暖化の将来予測の信頼性向上に貢献～」(国立極地研究所他)
13. 令和4年7月「対流圏で採取したエアロゾル粒子から隕石由来の物質を電子顕微鏡分析で検出し、それらが成層圏から流れていることを示しました」(気象研)
14. 令和4年8月「物理的な推定指標を用いて下層雲による温暖化の増幅が説明できることを示しました」(海洋研究開発機構他)
15. 令和4年9月「1970年代の硫酸エアロゾルの粒径復元にはじめて成功～硫酸エアロゾルが雲をつくる作用の解明による、地球温暖化メカニズム研究の進展に期待～」(北海道大学他)

その他((3) 「成果の他の研究への波及状況」関連)

- ・前中期計画で開発し、本課題で現業化支援を行った日本沿岸海況監視予測システムが、令和2年10月に気象庁海洋気象業務にて運用開始された。
- ・本課題で解析を行った日本周辺の海況(海水温、海面水位、海氷、海洋循環)の将来予測結果は、令和2年12月に「日本の気候変動2020」として公表された。
- ・本課題で開発した海氷同化・予測手法を導入した日本沿岸海況監視予測システムによる海氷予測情報が令和3年12月から発表開始された。
- ・本課題で本庁と共同開発した季節予測システムが、令和4年2月に本庁で運用を開始した。
- ・本課題で開発した領域化学輸送モデルの高解像度版(asuca 対応)が令和2年に気象庁大気汚染気象業務にて運用開始された。
- ・本課題で開発したエアロゾルデータ同化システムが令和2年に黄砂情報提供業務において運用開始された。
- ・本課題で本庁と共同で開発したオゾンデータ同化システムを用いて、本庁がJRA-3Q用オゾン解析値の作成を行った。
- ・本課題で開発した二酸化炭素衛星逆解析システムが令和5年度末に本庁の二酸化炭素分布情報にて運用を開始する予定である。
- ・気象庁の気候系監視プロダクトに用いるデータセットのうち、海洋表層水温等のデータとして、本課題で開発した全球海洋同化システム MOVE-G3(運用は令和4年2月に開始)のデータが、令和

5年5月に利用開始された。

- 令和3年3月に「21世紀の気候を将来シナリオに応じて予測する国際共同研究に貢献」を気象研ホームページのお知らせに公開した。
- 本課題で開発した地球システムモデルが、国内の温暖化予測を行うためのシステムに採用され、今後、予測研究と予測データの応用研究への貢献が見込まれる。
- 本課題で開発した地球システムモデルによる十年規模予測結果が、WMOの十年規模気候予測リードセンタ（LC-ADCP）が毎年発表する報告書に貢献した。
- 本課題で実施したCMIP6実験結果がIPCC AR6へ貢献した。

P 大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：山田雄二（気象予報研究部長／令和元～3年度）
高槻 靖（気象予報研究部長／令和4～5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上

副課題代表者：山田芳則（気象予報研究部／令和元年度）
藤田 匡（気象予報研究部／令和2～4年度）
橋本明弘（気象予報研究部／令和5年度）

研究担当者：

[気象予報研究部] 林 修吾、橋本明弘（令和元～4年度）、新藤永樹（令和5年度）、渡邊俊一
[気象観測研究部] 山田芳則（令和2年度）
[台風・災害気象研究部] 和田章義（令和元～3年度）、小野耕介（令和元～2年度）、
辻野智紀（令和4～5年度）

（副課題2）接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

副課題代表者：毛利英明（気象予報研究部）

研究担当者：

[気象予報研究部] 北村祐二（令和元年度）、水野吉規、守永武史、安斎太朗（令和2～3年度）、
大野知紀（令和4年度）
[併任：本庁情報基盤部] 米原 仁、草開 浩（令和元～3年度）

（副課題3）雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発

副課題代表者：大河原 望（気象予報研究部）

研究担当者：

[気象予報研究部] 庭野匡思、谷川朋範
[全球大気海洋研究部] 豊田隆寛（令和4～5年度）
[気候・環境研究部] 保坂征宏
[併任：本庁大気海洋部] 酢谷真巳、長屋幸一（令和元～4年度）、畑中謙一郎（令和5年度）、
白野和浩（令和4～5年度）、野村幸弘（令和4～5年度）、
高橋直子（令和4年度）、迫田桂太（令和5年度）、
三浦甚哉（令和4～5年度）、赤尾和紀（令和4～5年度）、
小野文睦（令和4～5年度）、小室光仙（令和4～5年度）

（副課題4）積雲対流スキームのグレーゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化

副課題代表者：中川雅之（気象予報研究部）

研究担当者：

[気象予報研究部] 川合秀明、長澤亮二、新藤永樹（令和5年度）
[全球大気海洋研究部] 吉村裕正、新藤永樹（令和元～4年度）
[台風・災害気象研究部] 和田章義

（副課題5）エアロゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発

副課題代表者：財前祐二（気象予報研究部／令和元～2年度）、
折笠成宏（気象予報研究部／令和3～5年度）

研究担当者：

[気象予報研究部] 財前祐二（令和3年度）、折笠成宏（令和元～2年度）、
田尻拓也、岩田 歩（令和4～5年度）、橋本明弘
[全球大気海洋研究部] 足立光司、梶野瑞王
[応用気象研究部] 川端康弘（令和元～4年度）
[台風・災害気象研究部] 川端康弘（令和5年度）

研究協力者：【氏名（機関）】

伊藤純至（東北大学）
 大竹秀明（産業技術総合研究所／令和元年度）
 宇野史睦（産業技術総合研究所／令和元年度）
 萩野谷成徳（元気象研究所）
 小野木 茂（元気象研究所／令和元年度）
 西澤誠也（理化学研究所／令和元年度）
 青木輝夫（国立極地研究所／令和元～2年度）
 島田利元（宇宙航空研究開発機構）
 村上正隆（名古屋大学宇宙地球環境研究所）

研究の動機・背景 ※現状、問題点、研究の必要性及び緊急性についても記載**（社会的背景・意義）**

近年、集中豪雨や台風等による被害が相次いで発生しており、また雨の降り方が局地化、集中化、激甚化していることから、国土交通省では平成 27 年 1 月、「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」をとりまとめた。これを受けて、交通政策審議会気象分科会では、防災・減災のためにソフト面から気象庁が取り組むべき事項を審議し、平成 27 年 7 月に「「新たなステージ」に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方」を、気象庁への提言としてとりまとめた。この中では、新たなステージに対応できるよう、おおむね 10 年先を見据えた観測・予測技術の高度化が求められている。

引き続いて同分科会では、上の提言のフォローアップとして、平成 30 年 8 月に「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」という、気象庁への提言をとりまとめた。ここでは「現在の気象状況から 100 年先まで、社会ニーズに応じた観測・予測の高精度化」が目標として掲げられており、「社会的ニーズに応じた観測・予測」の具体例として集中豪雨、台風、季節予報、温暖化予測があげられている。

これらの予測の基盤技術は数値予報モデルであり、予測精度の向上には数値予報モデルの改善が必要である。数値予報モデルは大気の運動や状態変化のシミュレーションであるから、大気の様々な物理プロセスの再現性がその予測精度を大きく左右する。

（学術的背景・意義）

集中豪雨や短時間強雨、突風などの激しい気象現象は一般的に時間空間スケールが小さく、積乱雲が関与していることが多い。したがって、これらの現象の予測精度を向上させるためには、積乱雲を精度良く再現する高解像度の非静力学モデルを開発していくことが求められている。気象研究所では高解像度化が予測精度に与える影響を調べてきたが、必ずしも高解像度化が予測精度向上に結びつくわけではないことが分かっている。これは「グレーゾーン問題¹」がその一因である。したがって、モデルの高解像度化に伴う問題点を精査し、それを解決するための新たな物理過程スキームを提案することは、今日のモデル開発における国際的な課題となっている。

エアロゾルは、降水に影響を与える雲形成プロセスにおいて、雲核（CCN）、氷晶核（IN）として作用し、また放射を直接的に散乱・吸収する。これらのエアロゾルのプロセスは現在の予報モデルでは考慮されていないが、雲の出現特性や降水、放射過程の予報精度を高めるためには、将来的に重要性が増すと考えられる。特に IN や光吸収性の粒子については未解明部分が多い。そのため、地上モニタリング観測による IN 数濃度の変動特性や、実際に大気中で IN として働くエアロゾル粒子、黒色炭素やブラウンカーボンなど光吸収性粒子の物理化学特性の把握は重要である。また現実のエアロゾルの多くは内部混合であり、その特性について基礎的な研究が必要である。これまで気象研究所では連続モニタリングや雲生成チェンバー実験、顕微鏡的手法による粒子解析で各種エアロゾルの IN 能、CCN 能、物理化学特性を調査し、それらを基にボックスモデルの構築を行ってきたが、これをさらに継続発展させ、数値予報モデルの中でエアロゾルの影響を考慮できるようにする必要がある。

¹ 物理過程パラメタリゼーションを必要とする現象とそうでない現象が混在する解像度ではパラメタリゼーションの適用方法が難しく、予測精度が上がらない問題。

台風は、広範な領域に局地的な豪雨や強風をもたらして甚大な災害を発生させる場合がある。このような被害を軽減するためには、単に台風の進路を予測するだけでなく、台風による雨や風の予測を改善することが重要となる。このためには、広域で運用できる高解像度モデルを開発し、その利用可能性を検討する必要がある。

気象研究所では現業モデルのための境界層過程を作成し、さらに運動量や顕熱の地表面フラックス評価法を改良して実装してきた。世界的には、過去数年間で中立な接地境界層の相似則について理解が進展した結果、次の課題として安定・不安定成層における相似則や粗度の取り扱いを再検討し、その成果を Large Eddy Simulation (LES) や気象モデルに取り込む機運が高まっている。現在の気象庁のモデルによる地上気象予測は、特に強安定・強不安定で精度が高くないので、平成 30 年夏季のような災害的な猛暑を適切に予測するために接地境界層過程を精緻化する必要がある。

季節予報や地球温暖化予測に用いられる全球モデルの改善のために、これまで層積雲スキームや積雲対流スキームの改良に取り組んできた。長期の予測では放射収支が重要な役割を果たすことを踏まえると、さらに部分雲の表現や放射のアルゴリズムを精緻化する必要がある。また、雪氷圏はアイスアルベドフィードバックのもと、気候変動に対して脆弱であることを踏まえ、これまで測器の開発や継続的なモニタリング、および、積雪物理モデルの構築を行ってきた。モニタリングを継続するとともに、数値予報モデルにおける雪氷面と大気との相互作用を精緻化することが重要である。

(気象業務での意義)

上記の提言を踏まえて、気象庁では「2030 年に向けた数値予報技術開発重点計画」を策定し、平成 30 年 10 月に公開した。ここでも、主たるターゲットは集中豪雨、台風、2 週間から半年程度先までの予測（社会経済活動への貢献）、温暖化への適応策である。上に述べたとおり、数値予報技術の改善の根幹には、個々の物理プロセスの再現性向上がある。

研究の目的

(全体)

観測や実験と数値シミュレーションを組み合わせることで大気の種類物理過程を解明し、それを数値予報モデルに反映させることによって、集中豪雨、台風の予測、季節予報、地球温暖化予測に用いられる数値予報モデルの予測精度を向上させる。

(副課題 1) 高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上

高解像度非静力学モデルにより局地的な激しい現象の再現性を向上させる。このモデルを広領域で実行して、フィリピン域や北西太平洋域での降水量や風の予測精度を向上させる。

(副課題 2) 接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

気象庁現業領域モデル (asuca) の接地境界層過程を精緻化して地上気象予測の精度を改善する。

(副課題 3) 雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発

放射伝達理論等の物理過程に基づき、雪氷面の観測を行い、雪氷圏変動の実態把握を行う。その状態変化に係るモデル化を進め、予測精度向上に寄与する。

(副課題 4) 積雲対流スキームのグレイゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化

数値予報モデルの積雲対流、部分雲、放射スキームを精緻化し、予測精度向上に寄与する。

(副課題 5) エーロゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発

エーロゾルの物理化学特性を解明し、また、雲の生成から降水に至る物理過程を精緻化することにより、降水や放射の予測精度向上に寄与する。

研究の目標

(全体)

現業数値予報モデルで使用されている各種物理過程の問題点を明らかにし、有効な改善方法を提案する。あわせて、モデルの高解像度化と領域モデルの広域化について利用可能性を評価し、次世代の現業数値予報モデルの仕様に係る指針を得る。

(副課題1) 高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上

高解像度モデルの予測精度の解像度依存性について評価して問題点を抽出し改善の方策を示すとともに、高解像度モデルに適した力学フレームを検討する。広領域で実行可能な高解像度領域モデルを開発し、台風による局地的な降水や風の予測精度を評価して問題点の抽出と改善のための方策を示す。また、他副課題で得られた物理過程改良の成果を現業数値予報モデルを用いて総合的に確認し、予報精度向上にかかる改善の提案を目指す。

(副課題2) 接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

接地境界層における運動量・熱などの乱流輸送の特性を①数値計算②風洞実験③野外観測から明らかにする。得られた知見を総合的に検討して気象庁領域モデル(asuca)に接地境界層過程として実装する乱流輸送スキームを精緻化し、副課題1と連携して、数値予報におけるインパクトを確認する。

(副課題3) 雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発

観測のための測器等を開発・整備しつつ、地上観測・試料分析を継続して高精度な長期監視を行うとともに、未だに十分な理解が進んでいない雪氷の物理過程の解明を行う。これを衛星リモートセンシングアルゴリズムの開発・改良に活かし、時空間的に連続的かつ広域にわたる、量的・質的な雪氷圏監視を行う。また、積雪モデルや海氷モデルの開発・改良を進め、これらを大気モデルに結合させることで大気と雪氷面の相互作用を精緻化し、雪氷面の状態変化に係る予測精度を向上させる。

(副課題4) 積雲対流スキームのグレイゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化

メソモデルによる顕著現象などの予測精度向上や、将来の全球モデルの水平高解像度化に向け、水平格子間隔約10kmからそれ以下のグレイゾーンに対応した積雲対流スキームを提案する。また、格子内の部分雲の表現を改善、および、雲が放射に及ぼす効果を改善するなど雲・放射全般の改善を図る。これらに関連する課題・副課題と連携し、研究成果を数値予報モデルに適用して、予測精度を向上させる。

(副課題5) エ어로ゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発

電子顕微鏡による大気エアロゾル粒子の個々のレベルでの分析により、存在状態や物理化学特性などを明らかにする。また、雲生成チェンバー等の装置を用いた実験、各種大気エアロゾルのモニタリング観測、新たに開発する詳細微物理モデルによる数値実験の結果を用いて、CCN能、IN能の定量的なモデル化を進める。さらに航空機観測データ等も用いて、雲・降水プロセス全般について検討を行い、3次元モデル用の新たな雲物理モデリングの提案を行って、降水や放射予測精度向上に向けた改善点を明らかにする。

研究成果

(1) 成果の概要

(全体)

現業数値予報モデルで使用されている各種物理過程について、観測や実験と数値シミュレーションを組み合わせ解析・評価することで、問題点を明らかにするとともに有効な改善方法を検討した。また、それらの成果を本庁や関連課題に提供し、現業システム等の改善に寄与した。

副課題1では、非静力学領域モデルNHM及びasucaの実験環境の整備・更新を行い他課題にも供するとともに、それにより系統的实验による予測精度のモデル解像度依存性検証を行った。また、個々の線状降水帯再現性の客観的な評価手法を定義し、モデル間・解像度間での線状降水帯再現性の統計的な比較を行えるようにした。これにより、線状降水帯の再現性が高解像度化により向上することが示された。激しい気象現象の再現性の検証及び予測精度の評価のため、素過程追跡スキームを開発し日本海側の大雪事例などで再現実験・評価を行うことで、雪・霰生成への各過程の寄与を明らかに

した。また、2 km 以下の 125m までの水平格子間隔で線状降水帯の理想化実験を実施し、LES の結果と比べることで、各解像度で解像可能な空間スケールの対流雲を十分に解像できていること等の再現性の評価を行うとともに、解像度に応じた雲乱流の物理過程パラメタリゼーションに向けて、サブグリッドでの鉛直輸送の評価とその近似の検討を行い、スケール相似則に基づく新たな定式化のほうが、サブグリッドでの鉛直輸送をより精度よく表現することを確認した。また、様々な観測結果と高解像度モデルとの比較なども実施した。さらに、広領域高解像度モデルにより、台風の発達過程、中心付近の内部構造、下層風速場の再現性を評価し、高解像度化のメリットを示すとともに、適切な乱流スキームの選択が必要であることを示した。

副課題 2 では、気象モデルの高解像度化に向けて乱流輸送の評価式を改善するため、風洞実験データから得られた知見をもとに理論式を提案し、その精度を風洞実験や野外観測で確認するとともに、理論式を LES に実装して計算結果が風洞実験や野外観測のデータを再現することを確認した。また、乱流統計量の普遍的な振舞を見出すために、数値計算と風洞実験から乱流統計量の様々な普遍的振舞を検出した。さらに、接地境界層に陸面粗度が及ぼす影響について他機関と共同で事例研究を行い、水田における二酸化炭素濃度の上昇に対する潜熱フラックスの応答を明らかにした。

副課題 3 では、雪氷物理量の長期監視と雪氷物理過程の解明のため、国内外の様々な場所で気象・雪氷の長期観測を実施するとともに、それら観測に基づいて積雪・海氷等の物理・放射過程について調査し、積雪粒径、積雪不純物濃度の導出に最適な光散乱粒子モデルの提案や、積雪の偏光特性について、新たに積雪粒径や形状等に依存しない測定幾何条件で決まる中立点の存在を明らかにするなどした。また、衛星リモートセンシングによる雪氷物理量プロダクトのアルゴリズムの開発・改良を行い、その成果は気象庁の静止気象衛星業務等に活用された。さらに、積雪変質モデル SMAP を高度化し雲放射効果の影響調査を行い、雲量の増加で雪氷表面融解面積は拡大する一方、雲量の減少により雪氷質量損失は加速されることを世界で初めて明らかにしたほか、局地モデルと結合した日本域での積雪質量収支予測手法を開発し、気象庁の現業プロダクトの精度向上に寄与した。また、海洋アルベド物理モデルを開発して気象研究所共用海洋モデルに組み込み、その海氷物理過程を精緻化するなどした。

副課題 4 では、積雲対流スキームや層積雲スキームの開発、雲微物理過程や放射スキームの改良や評価などを進めた。これら成果は随時本庁や関係する他課題に共有している。放射スキームにおける氷雲有効サイズ診断式の見直しについては本庁の現業システムである全球アンサンブル予報システム及び全球数値予報システムに、層積雲スキームについては季節予報システムにそれぞれ実装され、その精度向上に寄与した。また、各種スキームにおける様々なパラメータのモデルの振舞への影響を調査するなどし、論文にまとめた。

副課題 5 では、採取したエアロゾルを電子顕微鏡で分析等することにより、化学組成や混合状態、さらに雲生成の核となる粒子の特徴を明らかにした。また、雲生成チャンバー実験や地上モニタリング観測の結果と比較検証可能な、詳細雲微物理モデルの開発・改良を行い、CCN 能・IN 能の定式化を行った。また、観測・実験に基づき詳細微物理モデルの評価を行った。このモデルを組み込んだ領域化学輸送モデルにエアロゾルから雲・放射過程へのフィードバック過程を実装し、都市型豪雨へのエアロゾルの影響や、それに伴う雲微物理過程・化学過程の不確実性を明らかにした。また、M5 課題と連携し、詳細微物理モデルを本庁の領域化学輸送モデルに実装し、現業化した。

より詳細な内容は以下のとおりである。

(副課題 1) 高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上

① 系統的实验による予測精度のモデル解像度依存性の検証

- ・ 気象研究所スパコン更新に伴い、新スパコンでの NHM による実験環境を再構築し、実行性能調査を行った。また、新たに気象庁の現業モデル asuca の実験環境整備を T 課題と連携して行い、実行性能を調査した。NHM、asuca について、研究用途での新たな入力データ (JRA3Q および ERA5) への対応機能の整備や、最近の事例での数値実験に必要となる、現業数値予報システムの更新への対応 (NHM 前処理ツールでの asuca-Var メソ解析の初期値・境界値利用への対応など) を行った。
- ・ 実験環境を整備した NHM、asuca による系統的实验を行い、予測精度のモデル解像度依存性の調査に取り組んだ。本実験システムでは、副課題 2 により asuca に実装された大気境界層のグレーゾーンに対応した乱流スキームを導入している。令和 2 年 7 月豪雨事例について、現業数値予報で運用されている水平解像度 2 km と、より高解像度の 1 km, 500m, 250m 格子での再現実験を行い、

解析雨量による検証を実施した。総降水量でみたモデル間の差は小さいが、asuca はやや強雨を過剰に表現する傾向が見られた。1 時間降水量の再現性は 1 km 解像度で向上したが、500m、250m 解像度では 1 km 解像度とほぼ同等であった。

- ・線状降水帯再現性を評価する手法を調査し、Griffin et al. (2017)の手法を参考にすることで、個々の線状降水帯の再現性を数値的に評価することを可能とした。これによりモデル間・解像度間での線状降水帯再現性の統計的な比較が可能となり、モデル高解像度化により再現性が向上することが示された。

②激しい気象現象の再現性の検証および予測精度の評価

- ・バルク法雲物理モデルをベースに、粒子クラス（雲粒・雨滴・氷晶・雪・霰）それぞれの生成量を雲物理素過程別に大気中から地上まで追跡する素過程追跡スキームを開発した。日本海側の大雪事例における水平格子間隔 1 km の数値実験を行い、素過程追跡スキームにより雪、霰生成への各過程の寄与率を調べ、日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）内外での傾向の違いが観測結果と一致していることを確認した。また、JPCZ の動きと降雪粒子の分布特性の対応を調査し、観測結果と整合していることを確認した。地上降水に対する昇華成長の温度別寄与率は、地上気温と対応が見られた。JPCZ やその南側の筋状雪雲域など比較的強い対流がある場所では雲水が分布し、雲粒捕捉の寄与率が大きかった。一方、粒径と落下速度の関係について、落下速度関数と雪粒子の凝集率を見直すことで観測の結果をより良く再現できるようになった。また、雲内の雪粒子の雲粒付き度合いを、微物理過程（落下速度）にフィードバックすることで、地上降水に対する雲粒寄与率の再現性が向上した。南岸低気圧に伴う降水の事例で水平格子間隔 1km の再現実験を行った。解析雨量におけるブライトバンドと、モデルによる融解層付近の雲物理量から診断した分布の比較を行い、両者の分布および時間発展が良く対応づけられる結果が得られた。降水粒子撮像ゾンデ観測で得られた降水粒子の特性をモデルは良く再現できていることが分かった。
- ・東京スカイツリーの雲粒子観測点における雲粒数濃度観測について、モデルによる再現実験を行った。雲粒数濃度の再現性は、雲物理過程の、雲凝結核過飽和度スペクトルのパラメータ値に依存しており、その最適値は事例によって異なることが示唆された。大雪事例について、雲核、氷晶核の効果を想定して、雲物理過程の降水粒子生成率を変えた感度実験を行い、降雪量への影響を調査した。雲核の効果（雲粒からの雨滴生成）が、降雪量、霰寄与率に影響を及ぼすことが分かった。
- ・二重偏波レーダーの粒子判別による積乱雲内の水物質の分布構造と、発雷観測との関係について統計的に分析した。霰や雹をはじめとする氷粒子や反射強度の体積指標が発雷頻度と高い相関を持つことが分かり、さらに霰の存在高度を考慮することにより発雷頻度との相関関係の向上が見られることが分かった。
- ・水平格子間隔 1 km のモデルによる水物質の予測と発雷観測の対応について、平成 29 年 7 月九州北部豪雨事例と平成 30 年 7 月豪雨事例による調査を進めた。両事例についてモデルによる霰の体積と発雷観測の増減の時間推移に対応が見られた。
- ・2 km 以下、LES としての計算が可能な 125m までの水平格子間隔での線状降水帯の理想化実験を行った。高解像度でより強い上昇流、下降流が表現されたほか、低解像度では上昇流のピークの高度が低い傾向が見られた。各解像度での格子間隔の 4-8 倍以上の空間スケールを持つ対流雲の個数は高解像度の結果と一致し、十分解像されていることが分かった。
- ・LES の結果を用いて、サブグリッドの鉛直輸送の評価を行った。解像度に応じた雲乱流の物理過程パラメタリゼーションに向けて、サブグリッドスケール輸送のスケール相似則に基づいた近似について検討した。スケール相似則に基づく新たな定式化のほうが、より精度よくサブグリッドスケールの輸送を表現することが分かった。積雲対流中のエントレインメント率の格子間隔依存性を解析した。平均的なエントレインメント率は格子間隔が小さいほど大きくなっていた。積雲対流を空間スケールで分類してエントレインメント率を評価すると、空間スケールが小さい積雲対流ほどエントレインメント率が大きくなっていた。一方、同じような空間スケールの積雲対流に対しては、エントレインメント率の格子間隔依存性が小さかった。
- ・水平格子間隔 5 km, 1 km でヒマラヤ域における降水種別の標高特性の調査、衛星降水プロダクトとの比較を行った。特に夏季と秋季に、1 km の 5 km に対する優位性が見られた。水平格子間隔 200m で、局地気象の再現性を地上自動観測との比較により調査した。水平格子間隔 1 km と比較して局地風系、降水量の再現性が高いことが分かった。また、降水日変化において日中午後のピークは日射によって生じる斜面滑昇流によって生じていることが分かった。一方、夜間の降水のピークの再現性に課題があることが分かった。

- ・グリーンランドにおける強風事例の水平格子間隔 1 km での再現実験を行った。強風がモデルによって再現されることを確認し、風速場をもとに後方流跡線解析を実施した。強風がおろし風のメカニズムで生じていること、同方向の地衡流を生じる気圧パターンと同期していることが分かった。現地観測との比較から、モデルの降雪粒子特性が観測と整合的であることが分かった。
- ・三陸沿岸における冬季日中の強風について、水平格子間隔 100m とした再現実験を行い、1 km との比較を行った。この現象は、上空の季節風の対流混合と北上山地のおろし風の寄与によるものである。地上付近の風速強化について、水平格子間隔 100m では、1 km で表現されないような対流混合による運動量輸送が表現され、強風が出現した。
- ・デュアル・フェーズドアレイレーダー解析によって、活発な対流活動を伴う降水システム内の 3 次元構造の時間発展を時間解像度 30 秒で解析した。強い上昇流を持つセル内には強い下降流が存在していた（共に 10m/s 以上）。上昇流、下降流の時間変化は速く、対流雲の実態解明には、少なくとも 1～2 分より短い時間解像度が望ましいことが分かった。また、降水粒子が雲の上部や中層部で成長して地表付近に落下している様子が解析された。

③広領域の高解像度モデルによる台風予測の精度検証

- ・2019 年にフィリピンに上陸した台風第 28 号及び第 29 号について、NHM を元にした大気波浪海洋結合モデルを用いて数値シミュレーション及び雨・雪・あられの蒸発率に関する感度実験を実施し、得られた結果をマイクロ波衛星によるプロダクトと比較した。1 時間降水分布を比較した結果、蒸発を考慮しない場合は台風域内に降水が集中、考慮した場合はレインバンドがより明瞭となり、非対称的な分布が顕在化することが分かった。
- ・asuca の広領域高解像度での実験環境を整備した上で、2018 年にフィリピンに上陸した台風第 22 号について数値シミュレーションを実施し、同領域同水平解像度の NHM の結果と比較することにより今後の台風予測の分析に向けた設定を検討した。asuca の実験設定において、鉛直層を増強（76 層→96 層）することにより、NHM と同程度の台風強度・強度変化の再現性が得られた。
- ・2020 年台風第 10 号について、水平格子間隔 2 km による asuca による数値シミュレーションを行った。鉛直層を増強（モデル上端高度引き上げ）することで、台風の急激な発達の再現性が向上した。温位収支解析から、鉛直層増強が上層での暖気核の強化（台風の発達）につながったことを示した。この結果は鉛直層増強が asuca の台風発達を促進するように働くことを示唆する。海面水温を固定した当初の設定で鉛直層増強のみを行うと台風は過発達となったが、海洋結合により過発達は抑制され、ベストトラックに近い結果が再現された。
- ・多重壁雲が観測された 2020 年台風第 10 号について、asuca の水平解像度依存性を調査した。水平格子間隔を 8, 4, 2, 1, 0.5km と変化させると、2 km より細かい解像度の実験において多重壁雲構造が再現された。多重壁雲周辺でのシア変形時間（水平シア一流により渦度が散逸する特徴的時間）を調査した。解像度が細くなるにつれて、内側壁雲と外側壁雲の間でシア変形時間が短い領域が形成されることが分かった。このシア変形が卓越する半径の外側に、新しい壁雲（外側壁雲）が形成し、解像度が高い（シア変形時間が短い）ほど多重壁雲形成が有利である可能性を示唆した。
- ・日本に上陸する直前で急発達した 2022 年台風第 14 号について、水平解像度 2 km の設定で 2 種類の非静力学大気モデル asuca と CReSS による数値実験を実施し、急発達時の台風構造を相互比較した。CReSS では衛星観測に類似した急発達時の壁雲の収縮、ドロップゾンドの観測と整合する台風中心付近の薄いインフロー境界層をよく表現していた。一方、asuca で表現された台風は CReSS に比べて約 3 倍厚い境界層を伴い、壁雲収縮も明瞭ではなかった。CReSS と asuca の境界層構造の違いは、乱流スキームの違いに起因しており、急発達時の台風構造の再現において、乱流スキームの選択が重要であることを示唆する。角運動量収支解析から、壁雲の収縮は最大風速半径の内側での超傾度風（傾度風より強い接線風）極大の形成と関連することを示した。asuca で表現された台風は超傾度風極大半径が最大風速半径とほぼ重なっており、この構造が急発達時の壁雲収縮を阻害したと考えられる。

（副課題 2）接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

- ・気象モデルの解像度が高い場合でも信頼できる地表面フラックス評価を実現するため、②風洞実験データの機械学習(Ito and Mouri 2021)から得られた知見をもとに理論式を提案し、その精度を②風洞実験や③野外観測で確認した(Mouri and Ito 2022, 2023)。さらに理論式を LES に実装して①数値計算を行い、計算結果が②風洞実験や③野外観測のデータを再現することを示した。

また気象モデルの差分誤差に起因する乱流エネルギー散逸について評価法を提案し、その精度を①数値計算で確認した(Kitamura and Nishizawa 2019)。

- ・ 接地境界層の平均風速や平均温位について強安定状態の Monin-Obukhov 普遍関数を MYNN モデルに基づいた①数値計算から導出した(Nakanishi et al. 2022)。また風速・温位変動の分散(守永ほか 2020)、風速変動の高次モーメントや相関関数(Mouri et al. 2020)、風速変動のスペクトル(Mizuno et al. 2022a,b)について普遍的な振舞を②風洞実験から明らかにした。
- ・ 接地境界層に陸面粗度が及ぼす影響について事例研究を行なった。農環研と共同で水田におけるエネルギー収支の①数値計算を行い、二酸化炭素濃度の上昇に対する潜熱フラックスの応答を明らかにした(Ikawa et al. 2021)。また国環研と共同で都市街区における風速や温位の分布を、龍谷大と共同で森林内に大気汚染物質が侵入する過程を②風洞実験から明らかにした(Lin et al. 2020, 市川ほか 2020)。

(副課題3) 雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発

①雪氷物理量を測定するための技術開発、連続観測

- ・ 札幌・北見・長岡における放射・気象・積雪観測および現地で取得した積雪サンプルからの光吸収性不純物濃度測定を計画通り実施した。
- ・ 北海道でアメダス積雪深計を2か所新設して観測を開始し、観測データを活用した積雪変質モデルを組み込んだ本庁システムの改良への協力を行った。
- ・ 札幌で取得している気象・雪氷データを国際積雪モデル相互比較プロジェクト ESM-SnowMIP に提供し(同時に、オープンデータレポジトリにおいて公開された)、その成果が論文発表された。アジアからの貢献が我々のデータのみであることは特筆に値する。
- ・ 当研究室で構築してきた積雪アルベド測定手法によって取得されたデータが、欧州宇宙機関 ESA で運用されている Sentinel-3 OLCI 雪氷プロダクトの検証に活用された。
- ・ 札幌等に設置した地上全天分光日射計データから、積雪粒径、積雪不純物濃度の導出に最適な光散乱粒子モデルを提案した。また、積雪粒径、積雪不純物濃度の長期モニタリングを実施し、その結果が論文発表された。この光散乱粒子モデルは後述する衛星観測用の光学テーブル(ルックアップテーブル)の作成に用いられた。
- ・ 様々な雪氷面を対象とした分光反射測定装置の開発を行い、積雪や海氷表面の分光反射特性・偏光特性を取得した。また、積雪の偏光特性について、新たに積雪粒径や形状等に依存しない測定幾何条件で決まる中立点の存在が明らかになり、その結果を論文発表した。
- ・ サロマ湖海氷上で取得した気象・放射観測データを用いて、大気-積雪/海氷放射伝達モデルに反射・透過特性の精緻化を行った他、結氷初期の海氷凍結過程における積雪の影響評価に関する研究や、海氷に含まれるアイスアルジー(海氷藻類)のバイオマス推定に関する研究を行った。

②リモートセンシングによる雪氷物理量の監視、アルゴリズム開発・改良

- ・ ひまわり8号による積雪・海氷プロダクトを開発し、東アジア域の積雪、オホーツク海海氷面積監視のため定常的な作成を開始した。また、アルゴリズム解説書を作成し、気象衛星センター技術報告書にまとめた。
- ・ ひまわり雪氷・海氷プロダクトの短期数値予報への活用をはかることを目指し、数値予報課で積雪解析への活用を試みているマイクロ波衛星データに基づく積雪被覆情報との比較を行なった。
- ・ 積雪物理量のリモートセンシングの高度化を目的に、①で開発した光散乱積雪粒子モデルを MODIS、ひまわり8号イメージャに適用し、衛星リモートセンシングアルゴリズムの改良を行った。
- ・ 上記手法を SGLI にも応用し、JAXA GCOM-C/SGLI の公式プロダクトに定義されている粒径物理量の高度化を行った。
- ・ 偏光リモートセンシングによる雪氷面上大気エアロゾル観測の可能性を調査するため、大気-積雪放射伝達モデルを開発して感度解析を行い、ダスト情報を推定できる可能性を示唆する結果を得た。

③雪氷物理過程モデルの高度化と活用

- ・ 領域気候モデル NHM-SMAP を用いて、北半球最大の氷床であるグリーンランド氷床の表面質量収支変動の数値シミュレーションを実現した。NHM-SMAP は、世界的に見ても非常に先進的な雪氷物理過程を組み込んだ気候モデルであるとして、IPCC AR6 WG I 報告書にて評価された。
- ・ グリーンランド氷床における雲放射効果の定性的・定量的影響を NHM-SMAP を用いて調べた。その結果、雲量が増加するほど雪氷表面融解面積は拡大するものの、雪氷質量損失は雲量の減少によって加速されることを世界で初めて明らかにした。本成果は、IPCC AR6 WG I 報告書にて引用された。

- ・日本周辺および極域での領域気候モデル計算を実施し、上記観測データなども利用してモデル精度評価を随時実施した。
- ・積雪変質モデル SMAP と領域気象化学モデルにより積雪不純物が札幌の融雪に与える影響を国内・国外由来に分離して推定し、融雪の助長や国内・国外由来の寄与について定量的にとりまとめた論文にて発表した。
- ・積雪変質モデル SMAP と局地モデルにより日本全国の積雪の質量収支を定量的に把握する手法を開発し、成果を取りまとめた論文にて発表した。
- ・同手法を本庁・気象技術開発室で取り組んでいる解析積雪深・降雪量及び降雪短時間予報プロダクトへ提供し、技術的なサポートを行ってプロダクトの精度向上を図り、令和4年10月からの現業利用開始に貢献した。
- ・大気-積雪/海氷放射伝達モデルをもとに、海洋モデル用海氷アルベド物理モデルを開発し、気象研究所海洋モデルへの提供を行った。

(副課題4) 積雲対流スキームのグレーゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化

①積雲対流スキームの開発

- ・積雲対流スキームにおいて、まず積雲から格子平均場へのフィードバックをグレーゾーンに対応させるため、積雲の上昇流・対流性下降流と補償下降流が一カラム内で閉じるという仮定を排除する Malardel and Bechtold (2019)、松林（私信）に基づく手法を GSM（気象庁全球モデル）に導入した。超低解像度や現業と同じ水平解像度の3次元モデルの単発実験から、補償下降流に伴う気温や比湿の時間変化が、従来の手法では積雲対流スキームの中で表現されるのに対し、新しい手法では力学過程の中で表現されていることを確認した。またサイクル実験の結果から、本手法の導入により熱帯平均で気温が低くなる傾向があること、台風の進路予測や強度予測は平均的には大きく変わらないものの進路予測が改善する事例や二次循環が強くなる事例があることがわかった。Galarneau and Davis (2013) の手法による台風移動速度の誤差の解析を行い、環境場の風の誤差による寄与が大きくなる一方、台風の半径の誤差による寄与が小さくなり、全体では平均的には差は小さくなっていたことがわかった。さらに熱帯気温の変化を緩和するチューニングとして雲スキームにおいて上層雲を増やすことで、サイクル実験において予測後半に台風進路予測誤差が小さくなることを示した。
- ・Malardel and Bechtold (2019)、松林（私信）に基づく手法を導入した GSM で TL1919（水平格子間隔約 10km）の単発予測実験を行った。線状降水帯事例で従来手法と予測を比較し、この解像度では降水の予測の差は大きくないという、先行研究（Malardel and Bechtold 2019）と整合的な結果が得られた。
- ・数値予報モデルの計算安定性や予測精度に影響を及ぼす力学過程や物理過程の計算順序およびそれらのテンデンシーの加え方について調査した。Malardel and Bechtold (2019)、松林（私信）に基づく手法を導入した GSM で、積雲対流スキームを力学過程や他の物理過程と並行に計算すると、風の場に何らかの原因で振動が起きたときに周期が時間ステップ幅の2倍の振動が大きくなりやすいこと、積雲対流スキームを他の物理過程の前後に計算するとこの振動は顕著でないことがわかった。またこの振動の原因は積雲による水平運動量の鉛直輸送であり、時間ステップ幅が長いときに特に強く現れることを示した。
- ・これらの成果は気象学会大会や数値予報課全球モデルチームの物理過程開発者ミーティング、Redmine Global のチケットで報告した。

②層積雲スキームの開発

- ・GSM に Kawai et al. (2017) の層積雲スキームを導入すると放射フラックスのバイアスが減少するとともに、亜熱帯大陸西岸沖の層積雲に見られる不自然に不連続な鉛直構造が解消される。さらに小森 (2009) に基づく浅い積雲対流スキームを導入することで、冬型時の日本海や南大洋において境界層の構造が現実大気に近づき放射フラックスのバイアスが減少することを示した。また浅い積雲対流スキームについて、層積雲スキームを従来のままとして導入すると東太平洋赤道付近で境界層内に生じる不自然な層積雲が増加するが、Kawai et al. (2017) の層積雲スキームを同時に導入することでこの不自然な層積雲は生じなくなるため、両スキームは組み合わせて導入するべきであることを示した。一方で両スキームを導入した GSM による予報・データ同化サイクル実験では対流圏下層の気温の予測精度には悪化が見られ、これは浅い積雲対流スキームの効果が十分でないことが原因と考えられることがわかった。

- ・Kawai et al. (2017) の層積雲スキームと組み合わせて導入した小森 (2009) に基づく浅い積雲対流スキームに Malardel and Bechtold (2019) の手法を導入し、単発予報実験や低解像度一年積分実験で正しく適用できていることを確認した。Redmine Global のチケットで報告した。

③ 全球モデルにおける雲微物理過程の改良

- ・MRI-ESM2 (気象研地球システムモデルバージョン 2) の雲関係の改良に関する論文を出版 (Geosci. Model Dev.) した。MRI-ESM2 の放射収支の改善は著しいが、本論文では、雲関連の多岐にわたる変更を on/off して実験することでそれぞれの変更のインパクトを明らかにした。また、雲氷落下スキームや CTE (雲頂エントレインメント) 層積雲スキームについて記述した。
- ・全球気候モデル、全球数値予報モデルの下層雲のパラメタリゼーションに関する招待レビュー論文 (J. Meteor. Soc. Jpn.) を出版した。下層雲の特徴や性質、そのパラメタリゼーションのコンセプトや困難さも丁寧に記述しており、学生等も含め、初心の研究者らが下層雲のパラメタリゼーションに関わる際の導入となる文献を目指した。
- ・MRI-ESM2 における南大洋などの放射バイアスと熱帯降水帯の関係を調査した。南大洋の放射バイアスが大きいほど南半球の熱帯降水帯の表現が悪化していくという明瞭な関係が示されると共に、MRI-CGCM3 (気象研全球大気・海洋結合モデルバージョン 3) から MRI-ESM2 の熱帯降水帯表現の改善は、ESM2 における南大洋の放射バイアスの大幅な軽減によるものであることが示され、Atmos. Sci. Let. で出版した。
- ・モデルにおける、マイナーに見える取り扱い (パラメータの下限値、上限値、スキームやプロセスの閾値による on/off、2 つのスキームを並行して動かすか 1 つのみを排他的に動かすか、鉛直解像度、物理過程の詳細な数値計算法) が、モデルの雲や雲微物理に及ぼす影響を詳細に調査し、包括的な論文としてまとめ、J. Adv. Model. Earth Syst. で出版した (Kawai et al. 2022)。雲関係のみならず、大気モデル開発者全体にとって有益な内容となっている。
- ・MRI-ESM2 の雲フィードバック (温暖化時の雲の変化) について詳しく調査を行い、その結果を WGNE Blue Book で出版した (Kawai et al. 2022)。
- ・GSM (2020 年 3 月までの現業版)、MRI-ESM2 の上層雲を比較調査した。放射収支、雲放射効果、雲水量、雲量などの比較を行い、どのような違いがあるかを明らかにした。

④ 全球モデルにおけるエアロゾル雲相互作用の高度化

- ・MRI-ESM2 におけるエアロゾルの雲への影響を、産業革命前・及び現在のエアロゾル放出量を与えた実験の違いを元に調査した。このモデルにおいて、エアロゾルは、雲量・雲水量・雲氷量にはほとんど影響しない (雲寿命効果は小さい) が、雲粒数密度・雲氷数密度には大きく影響する (Twomey 効果は大きい) ことが示された。この結果は、Oshima et al. (2020, Prog. Earth Planet. Sci.) に記述した。
- ・MRI-ESM2 では、MRI-CGCM3 で考慮していない微小な海洋性エアロゾルを簡易的に考慮するため、観測的知見に基づき雲凝結核数を 2 倍するという扱いを採用したが、これにより海上の雲の数密度がどの程度増加し、その結果雲の光学的厚さが増えることでどの程度南大洋の放射バイアスが軽減するかを定量的に示した。また南大洋における放射バイアスの軽減を通じ、これが熱帯降水帯の表現の改善に寄与していることを示した。これらについては上記③の MRI-ESM2 に関する 2 本の論文に記述した。
- ・エアロゾル雲相互作用の不確実性については、上記③の招待レビュー論文に、近年の動向のレビューを記述した。
- ・MRI-ESM2 におけるエアロゾルの活性化の計算において使用される上昇流の下限値が、雲粒の数密度に大きく影響する例などを詳しく調査し、上記③のマイナーに見える取り扱いの論文 Kawai et al. (2022, J. Adv. Model. Earth Syst.) に記述した。

⑤ 放射スキームの改良

- ・全球モデルの放射計算で様々な雲オーバーラップの仮定 (Cloud Overlap Assumption, COA) や雲の水平非一様性 (Cloud Horizontal Inhomogeneity, CHI) を扱うことができるようにするため「放射計算を行う各サブカラムでの雲の有無と雲水量を格子平均の雲量と雲水量の値から確率論的に決定する部分 (Stochastic Cloud Generator, SCG)」を開発した。曇天域 (全雲量) のみをサブカラムに分割し晴天域を 1 本のサブカラムで扱う高速で効率的な SCG の開発も行った。また、雲量や雲水量の濃淡の鉛直方向の相関距離 (decorrelation length, DL) を SCG に導入し様々な COA や CHI を扱うことができるようにした。これらの SCG の開発に際しては雲量のプロファイルについての多くのテストケースを用いて十分な動作確認と挙動調査を行った。その結果、

SCG で様々な COA を扱うことができること、多くのテストケースにおいて SCG は想定どおりの挙動をすること、曇天域のみをサブカラムに分割する SCG ではサブカラムによる全雲量の再現性がよいこと、を確認した。また、COA をサブグリッド（サブカラム）にまで適用するか否かで診断された全雲量の値に大きな差が生じることも確認した。

- ・開発した SCG を 全球モデルの放射スキームに実装し、放射計算で様々な COA や CHI を扱う時間積分を行った。SCG により COA をより現実的に扱ったところ全雲量が大きくなり、雲の放射効果が増加した。その一方、放射計算において雲水量を水平方向に非一様とした場合（CHI を考慮した場合）に雲の放射効果は減少した。後者の効果は前者の効果を上回る場合があった。これらの結果は先行研究と同様の傾向であった。
- ・氷雲光学特性診断式と氷雲有効サイズ診断式について文献調査を行い、全球モデルの放射計算におけるそれらを より信頼性の高い方法へと見直し、鉛直 1 次元モデルによる理想実験、3 次元全球モデルによる 1 年積分実験、データ同化サイクル実験でその影響を調査した。その結果、現行の氷雲光学特性診断式は氷雲の効果を過大評価していることがわかった。また、従来、齟齬が生じがちであった氷雲有効サイズの定義を整理し、開発者間で情報共有した。これらの調査結果や開発したソースコードは数値予報開発センターに共有した。氷雲有効サイズ診断式の見直しについては 2022 年 3 月に全球アンサンブル予報システム、2023 年 3 月に全球数値予報システムで現業化された。氷雲光学特性診断式の見直しについては、他の物理過程の変更と合わせた上での将来的な現業化の候補となっている。

(副課題 5) エーロゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発

① エーロゾル存在状態、物理化学特性等の解明

- ・アマゾンの森林で採取されたエーロゾル試料を電子顕微鏡で解析し、アフリカ大陸からのダスト輸送や、森林からの放出現象等によってその物理化学特性が大きく異なることを明らかにした（Adachi et al., 2020 ACP）。
- ・北極上空の航空機観測で得られたエーロゾル試料の物理化学特性を電子顕微鏡分析し、北極域にとって重要となる 森林火災粒子のエーロゾル粒子の特徴や、エーロゾルの混合状態がその起源や輸送過程によって異なることを明らかにした（Adachi et al., 2021 ACP）。
- ・森林火災から生成する有機エーロゾルの生成メカニズムと光学特性を明らかにした（Adachi et al., 2019, PNAS; Chakrabarty, Adachi et al., 2023, Nature Geoscience）。
- ・北西太平洋上空で採取したエーロゾル粒子を解析し、対流圏に運ばれた粒子に鉄とマグネシウムを含む隕石由来と考えられるエーロゾル粒子が多く含まれることを明らかにした（Adachi et al., 2022 Commun. Earth Environ.）。
- ・北極のグリーンランドとスバルバル諸島で地上観測を行い、春季北極の特徴的なエーロゾル種の特徴を明らかにした（Adachi et al., 2023 AE）。
- ・北極における航空機観測で、海洋起源のエーロゾルが IN として機能する可能性を示した（Hartmann, Adachi et al., 2020 GRL）。
- ・北極の観測サイトで雲（水及び氷雲）の 残渣粒子の電子顕微鏡分析を行い、ダスト粒子が IN として働いた証拠を示した（Adachi et al., 2022 ACP）。
- ・森林火災から放出されたエーロゾルを電子顕微鏡で分析し、微小な灰粒子が長距離輸送され、IN や CCN になることを明らかにした（Adachi et al., 2022 JGR）。
- ・北極の夏季にローカルなバイオエーロゾルの発生が IN 形成に重要な働きをしていることを明らかにした（Freitas, Adachi et al., 2023 Nature Communications）。
- ・エーロゾルと IN に関する観測を南極海、北極海において観測船を用いて、また北海道沖で航空機観測を行い、IN として効果的に機能する固体エーロゾル粒子の測定法を開発した（Yoshida et al., 2024 Scientific Reports）。
- ・同様にエーロゾルと IN に関する観測として西部北太平洋亜寒帯域および亜熱帯域調査航海に参加し、亜熱帯とりわけ北緯 30 度以南では陸域から空気塊流入の影響が小さくなることに伴い IN 濃度は極端に減少した。
- ・海洋に含まれる有機物の雲形成への寄与を明らかにするために海水サンプリングを行い、粒子に含まれる有機物が粒子付着力増加に大きく寄与することを明らかにした（Ono, Iwata et al., 2023, Atmos. Environ.）。また、海洋藻類に含まれる特に糖類に着目した標準有機物の IN 能を調べ、単糖類に比べ多糖類が高いことを示し、その中でもフコイダンやキシランが高い IN 能を

示した。一方で、採取した海洋有機物の IN 能は雲生成チェンバー、IN 計により調査したものの、標準物質よりもはるかに高い IN 能を示した。

- ・日本での代表的な IN として考えられる森林起源のバイオエロゾルについて、放射性セシウムをトレースとして動態解析を実施した (Kajino et al., 2022; Watanabe, Kajino et al., 2022)。
- ・東京都心部における視程の気候学的特徴を調査したところ、東京の視程は人為起源の吸湿性エアロゾルに大きく影響し、相対湿度が高いほど視程が低下することがわかった (川端ほか, 2021)。
- ・NHM-Chem による視程予測や、過去のエロゾル濃度の視程による再現、都市化 (ヒートアイランド、相対湿度低下) による視程への影響に関する研究を実施し、筑波大学の 2022 年度修士論文としてまとめた (石川[連携大学院学生])。

②CCN 能・IN 能の定量的モデル化

- ・つくばでの地上モニタリング観測で得られた大気エロゾルの CCN 能・IN 能の季節変動に関する特徴を明らかにした (Orikasa et al., 2020)。
- ・吸湿度および INAS (エロゾル総表面積当たりの IN 活性表面サイト数) 密度を共通指標として、つくばで観測された大気エロゾルの CCN 能・IN 能を、これまでに得られた多様なエロゾル種を対象とした CCN 計・IN 計・雲生成チェンバーによる実験結果と比較し、大気中で有効に CCN・IN として働くエロゾル種について解析し、最も実効的な氷晶核が鉱物ダストであることに加えて、ダスト粒子が存在しない場合の代表的なエロゾルの CCN 能・IN 能について示した (田尻ほか, 2022, エアロゾル研究)。
- ・実大気エロゾルの IN 能の変動幅等の調査を進めるため、IN 計によるつくばでの地上モニタリング観測の月平均値を参照し、雲生成チェンバーによる氷晶発生実験事例を分析し、INAS 温度依存性は金属酸化物 (Kuo et al., 2019 JMSJ) およびバイオエロゾルに類似することや混合状態を考慮する必要性を示した。
- ・大気中で実効的に CCN・IN として働くエロゾル粒子のサイズを定量するため、雲生成チェンバーによる氷晶発生実験事例を分析し、ミクロンサイズの粒子が主要であることを示した。
- ・大西洋上空の航空機観測で得られた粒子試料から、IN 特性と個別粒子種を調査し、 -20°C 以下では IN 特性に対する鉱物粒子の寄与が大きくなる傾向を明らかにした。
- ・2023 年 4 月よりエロゾル・CCN の地上モニタリング観測として、気象研究所低温実験施設のほか、金沢大学能登大気観測スーパーサイトでの同観測項目を比較し、観測体制の整備を行った。夏季にかけて二次生成有機物粒子の増加に伴う粒子数の増加を示す能登サイトに対し、夏季の気象研サイトではサブミクロン粒子が特に減少し総粒子数濃度が減少した。これに伴い CCN 数濃度も気象研サイトでは減少する傾向を示した。都市域 (横浜) および遠隔地 (能登) で捕集された IN 数濃度の計測およびその濃度に対する生物起源粒子の寄与を調査し、粒子化学成分と IN 数濃度との関係性を明らかにした。
- ・大気エロゾル粒子の CCN 能・IN 能の定式化には、混合度合いの影響を精度良く定量的に理解する必要がある、つくばを想定した混合状態のエロゾル粒子に関する雲生成チェンバー実験の解析を進めるとともに、海洋上の高湿な環境下を想定した外部混合にある CCN による競合的雲粒発生に関する雲生成実験について実験機能を拡張し、初期的な結果として外部混合による初期雲粒粒径分布の変調を明らかにした。
- ・硫酸アンモニウムと鉱物ダスト (ATD) を用いた雲生成チェンバーによる外部混合・内部混合の試験結果を ATD の IN 能と比較し、混合状態による IN 能の相違を確認し、雲粒生成から氷晶発生過程において活性化し氷晶を形成するエロゾル粒子のサイズに差異があることを示した。
- ・サブミクロンサイズの大気エロゾルの吸湿度を内部混合粒子に拡張できることを確認するため、NaCl 粒子やダスト標準粒子を用いて、CCN 計で計測された水滴粒径情報と詳細雲微物理モデルによる CCN 計内部における水滴成長の計算結果を比較検証した。純物質においてモデルによる水滴成長の再現を確認した。
- ・混合状態にある吸湿性粒子 2 種の CCN 特性に関する室内実験および詳細雲微物理モデルによる初期雲粒分布の感度実験を行い、吸湿度、上昇速度、背景エロゾルに付加する粒子量等を変化させて、雲粒数濃度、雲粒粒径分布拡がりと比較検討し、付加する粒子径の影響が大きいことなど指摘した (Kuo et al., 2024 JMSJ)。

③3次元モデル用の新たな雲物理モデリング提案、今後に向けた改善点

- ・アラブ首長国連邦での夏季日周対流雲を対象とした航空機観測の事例解析を行い、上昇流コア内とその周辺で氷晶数濃度に顕著な差があることがわかり、IN 計による観測値等との比較から、

周辺部での二次氷晶の可能性を指摘した (Orikasa et al., 2020)。また、観測データを数値実験の検証に利用した。

- ・大西洋上空でエアロゾル・雲の直接サンプリングの航空機観測を行い、エアロゾル特性とアンビル雲の微物理特性との相関を調査し、下層で暖かい雨のプロセスが効率的に働いている事例では上層の冷たい雨のプロセスが抑制されていることがわかった。また、これを定量的に検証するため、数値実験による事例解析を行った。
- ・初期雲粒分布の情報から実測が困難な条件での吸湿度を詳細雲微物理モデルから推定する手法の開発を進めるとともに、複数の吸湿度を扱えるモデルの開発・改良を行った。
- ・NHM において CCN 活性化スペクトルに対する依存性を平成 30 年 7 月豪雨などの事例で調べた結果、CCN が少ない場合、雲粒サイズは大きくなり、霰生成が促進されることがわかった。
- ・素過程追跡モデル (Hashimoto et al., 2020) を用いて、冬季北陸山岳上空の降雪粒子特性を再現し、雲粒子ゾンデ観測データで検証した。昇華成長率や落下速度等の定式化に改善の必要性を示す結果を得た。
- ・NHM-Chem が予報するエアロゾルの粒径分布、化学組成、混合状態（内部・外部混合）から CCN 数濃度を算出し、NHM の雲スキームに受け渡すスキームを開発した。
- ・NHM-Chem が予報するエアロゾル情報と、実験から得られる INAS から IN 数濃度を算出し、NHM の雲スキームに受け渡すスキームを開発した。
- ・asuca とオフライン結合した asuca-Chem モデルを開発した (Kajino et al., 2022)。またそれを現業化した（2022 年 12 月から 5 km 格子で東アジア域を予測）。
- ・詳細エアロゾル微物理モデルを組み込んだ領域化学輸送モデル (Kajino et al., 2019; 2021) に、エアロゾルから雲・放射過程へのフィードバック過程を実装し、東京首都圏の都市型豪雨へのエアロゾルの影響と、それにとまなう雲微物理過程・化学過程の不確実性を明らかにした (梶川・梶野, 2023)。

（2）当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

（副課題 2）接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

R4 年度から R5 年度にかけて大型風洞装置と回転実験装置の改修工事を実施した。工事期間中は小型風洞装置を用いて改修後に向けた予備的実験を行った。

（3）成果の他の研究への波及状況

（副課題 1）高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上

- ・気象研スパコンに整備した、NHM、asuca の実験環境、及び、前処理ツールは、気象研究所におけるこれらのモデルを用いた研究（T, A, V 課題）での基盤システムとなっている。実験環境構築によって得られた知見の共有により、「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」での「富岳」への asuca 移植に協力した。

（副課題 2）接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化

- ・数値計算から得られた強安定時における Monin-Obukhov 普遍関数 (Nakanishi et al., 2022) を気象モデル asuca に実装のうえ課題 P1（高解像度気象モデル）に提供した。
- ・野外観測から得られた気象研露場のデータを課題 D4（GPS による土壌水分観測）にも提供した。

（副課題 3）雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発

- ・開発・改良したリモートセンシング手法および積雪変質モデル SMAP や領域気候モデル NHM-SMAP は地球環境保全試験研究費（地球一括計上）による研究「光吸収性エアロゾルの監視と大気・雪氷系の放射収支への影響評価」および「日本域に沈着する光吸収性不純物に起因する雪氷面放射強制力の時空間変動監視と気候システムへの影響解明」等にも活用している。
- ・開発した積雪変質モデル SMAP の次世代気象研究所地球システムモデル MRI-ESM の陸面モデルへの組み込み作業を実施中（M1 課題関連）。
- ・開発した海洋モデル用海水アルベド物理モデルを海氷物理プロセス精緻化のため気象研究所海洋モデルに提供した（M2 課題関連）。

（副課題 4）積雲対流スキームのグレーゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化

- ・Kawai et al. (2019, Geosci. Model Dev.) は、CMIP6（第 6 期結合モデル相互比較プロジェクト

ト)の参加モデル MRI-ESM2 の雲関連過程の改良について記述している。このモデルの結果は、2021 年に発表される気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第6次評価報告書(AR6)で活用され、地球温暖化問題に関する科学的知見の深化と予測の不確実性の低減に貢献するが、本論文は気候モデルにとって重要な雲関連過程の記述論文として位置づけられる。また、改善の著しい雲関連過程の詳細な記述は、MRI-ESM2 の優位性を CMIP コミュニティに周知することにも貢献する。

- MRI-ESM2、現業季節予報システム CPS3 に導入された層積雲スキームに関する論文である Kawai et al. (2017)が IPCC の AR6 WG1 報告書の第7章(地球のエネルギー収支・雲フィードバック・気候感度の章)において引用された。気候感度にとって重要な下層雲の将来変化のメカニズムについて記述されている部分において引用されている。
- 全球モデルにおける雲微物理過程の改良、エアロゾル雲相互作用の高度化で得られた知見は課題 M1 (気象・気候予測のための地球システムモデリング)に提供した。

(副課題5) エーロゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発

- 副課題 M5 と連携して asuca とオフライン結合した asuca-Chem モデルを開発し、それを現業化した(2022 年 12 月から 5 km 格子で東アジア域を予測)。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

事前評価において、「衛星データを活用した領域スケールの現象解明が重要」というご指摘をいただいた。当課題において衛星データの活用は不可欠であり、副課題3においては、様々な衛星のデータを活用した雪氷圏の物理量推定技術の研究を行うことを大きな研究課題の一つとするとともに、副課題1、4において、領域数値モデルの精度検証等のために衛星データを利用した。

「積雪を精密に扱えるモデルの開発を期待する」というご意見を受け、気象研で開発されてきた積雪変質モデル SMAP の高度化に継続的に取り組んだ。また、「領域モデルにおけるエーロゾルのパラメタリゼーション開発を」、というご意見については、観測や実験を通じて得られたエーロゾルの特性を数値モデルの精度向上に活用する研究を着実に進めた。

なお、「大学等の研究を鼓舞するような対外的なリーダーシップが必要」というご指摘もいただいた。当課題において、国の内外で高く評価される研究成果が得られつつあるところであるが、内外の研究をけん引できる人材の育成に向けて今後も着実に歩みを進めてまいりたい。

中間評価において、「優先順位をつけて研究を進めるべきである」とのご意見をいただいた。数値予報モデルにおける特に重要な課題は、領域モデルにおける顕著気象現象の再現性、全球モデルにおける放射収支等のバイアスや不確実性にあることを改めて明確に意識し、これらの改善に資することを優先して研究を進めた。

また、「各副課題間での連携に関する観点を示したり、最終的な目標を明確にする必要がある」とのご意見を受け、副課題間の連携を明記するとともに最終的な目標も明確となるよう「研究の目標」を見直した。連携に関しては、副課題2において乱流輸送スキームについて強安定時の普遍関数を導出して asuca に実装し、副課題1においてその特性の評価を行うなど、各副課題間で成果を共有して研究の推進に役立てた。

(5) 今後の課題

気象予報モデルにおいては、線状降水帯による大雨等の社会的インパクトの大きい顕著気象現象の再現性や予測精度の向上、また、長期の予測やデータ同化において重要となる予報モデルのバイアスや不確実性の低減が求められており、これに応えるため、大気の物理過程の解明や物理過程モデルの高度化を継続的に行っていく必要がある。なお、現業システム等への反映は本庁の技術開発部門の役割が大きく、またシステムとしての総合的な性能評価が必要であるため、今後も緊密な連携を図っていく必要がある。具体的には以下のような課題が挙げられる。

- 線状降水帯の再現性の客観的評価手法を洗練させるとともに、これを用いた検証を進める必要がある。
- 数値予報モデルの高解像度化への対応と予測精度の向上のため、解像度に応じた適切な物理過程パラメタリゼーションスキームの検討等を行う必要がある。また、降水粒子の多様な特徴を粒子の成長率や落下速度に反映させ微物理過程を改良するとともに、これをリファレンスモデルとして予報モデルの改良の方策を検討する必要がある。

- ・ asuca（接地境界層スキームに MYNN3 を使用）は台風中心付近で過剰に厚い境界層を表現しており、改善に向けた検討が必要である。
- ・ 地表面フラックス評価法については安定・不安定状態における検証と気象モデルへの実装が完了しておらず、現計画の残された期間さらに次期計画において取り組む必要がある。
- ・ 接地境界層乱流の普遍的な振舞については、とくに安定・不安定状態において未解明な点が多く、このことにも目配りしつつ次期計画を立案・実施していく必要がある。
- ・ 雪氷圏はアイスアルベドフィードバックなどを通じて気候変動に大きな影響を与えることが知られているが、雪氷物理過程の理解は十分に進んでおらず、気候変動予測等の精度向上に向けた数値モデルの改善のため、積雪変質モデルや海氷モデルの更なる高度化を図る必要がある。
- ・ 積雪変質モデルでは光吸収性不純物の影響の考慮が課題となっており、光吸収性不純物の積雪時空間変動への影響を陽に考慮した高度化が必要と考えられる。
- ・ 海氷モデルにおいては、特に融解期における海氷面積再現の不確実性軽減のため、海氷アルベド物理モデルを開発して海洋モデルへの組込を行ったが、海氷アルベドの精緻化のみでは依然として海氷融解時の海氷の加熱率の不確かさ軽減が不十分であり、海洋モデル中の放射過程を精緻化する必要があると考えられる。
- ・ 海氷融解の更なる不確実性軽減のため、近年特に重要視されているメルトポンドの影響を考慮した海氷放射物理モデルの開発が必要と考えられる。
- ・ 数値予報モデルは気象業務の最も重要な技術基盤の一つであり、その予測精度をさらに向上させるためには物理過程の精緻化を継続的に進める必要がある。特に、積雲対流スキームや層積雲スキーム、雲スキーム、放射スキームといった物理過程は、大気の加熱率・加湿率を適切に再現し、台風や温帯低気圧などの個々の擾乱における降水や雲の表現を担うのに加え、ハドレー循環などの全球的な循環場を維持する役割を持つ。また長期の予測やデータ同化において重要となる、放射収支やモデルバイアスに大きな影響がある。このことから、モデルの予測性能を大きく左右する上記の物理過程を引き続き精緻化する必要がある。
- ・ 内部混合粒子の混合度合いを表す共通的な指標が無いため、標準粒子を用いた室内実験結果と大気エアロゾル粒子の観測結果との比較評価を複雑にしている。典型的な CCN 能・IN 能を持つ大気エアロゾル粒子に着目して、標準粒子からの混合度合いと CCN 能・IN 能の変調との定量的な関係を現計画の残りの期間および次期計画においてさらに取り組む必要がある。
- ・ 室内実験と直接比較評価が可能な詳細雲微物理モデルにおいて、数値実験結果を詳細に比較した場合、雲粒・氷晶粒径分布や数濃度増減など一致しない特徴が見られ、室内実験におけるチェンバー壁の影響、数値実験における粒子落下の考慮など、まだモデル改良の余地がある。
- ・ 台風等の発生環境を考慮した高温高湿な初期条件からの室内実験の実績が無いことから、次期計画において取り組む必要がある。
- ・ エアロゾル-雲フィードバックを考慮した雲スキームの開発・導入まで現計画で達成できたが、このスキームを用いた数値シミュレーションの高精度な評価・検証、スキームの改良・精緻化を進めることが課題である。さらに次期計画では、開発した雲スキームを用いて現業モデルで使用されている雲生成スキームの評価、この評価結果に基づいた雲生成スキームの改善を順に進めることも課題である。

自己点検

（１）到達目標に対する達成度

高解像度モデルの予測精度の解像度依存性や激しい気象現象等の再現性・予測精度の検証評価、より精度の高い地表面フラックスの評価法の開発、雪氷圏の観測監視と雪氷物理過程モデルの高度化、積雲対流スキーム等の開発や雲微物理過程・放射スキームの改良、エアロゾルの CCN 能・IN 能の定式化や詳細微物理モデル等の開発など、各副課題において目標としていた研究をほぼ達成することができた。得られた成果は適時、気象庁本庁の関係部門や他研究課題と共有され、活用された。

（２）到達目標の設定の妥当性

到達目標に対する達成度から判断して、概ね妥当であった。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

気象研究所が保有する研究施設（スーパーコンピューター、風洞実験施設、低温実験施設）を活用して研究を行うことにより、効率的に研究開発を進めることができた。副課題2で開発した境界層スキームを副課題1で連携して評価したり、雲微物理モデルに関して副課題5と副課題1で連携して行うなど、副課題間の連携を行った。また、海洋アルベド物理モデルの海洋モデルへの組み込みや、詳細微物理モデルの領域化学輸送モデルへの組み込みなどにおいては、基盤技術研究 M 課題と連携して取り組んだほか、雲微物理過程、放射スキームについては M 課題と課題解決型研究 C 課題、台風予測精度向上に向けた物理過程改善の検討は課題解決型研究 T 課題と連携して行うなど、他研究課題との連携も積極的に行った。さらに、本庁現業システムへの効率的な反映のため、各種スキームを本庁数値予報課と同様の実験システムを用いて開発を行い、適時の情報交換を行うほか、局地モデルと結合した積雪変質モデルを気象庁の積雪・降雪に関するプロダクトの改善に役立てるなど、本庁との連携を強めてきた。各種外部資金の活用や、他機関との共同研究による協力連携により、先進的な研究を遂行できた。

以上により、研究は効率的に行われたと認識している。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

本課題への取り組みを通じて明らかになった数値予報モデルの各種物理過程についての問題点、解決策などをはじめ、各種成果を適時、気象庁本庁の関係部門と共有するなど、現業業務の改善に貢献している。具体的には以下のような施策への活用がなされた。

- ・ 全球モデルにおける氷雲光学特性診断式と氷雲有効サイズ診断式の見直しについては、数値予報課に調査結果の情報共有を行いソースコードの提供も行った。氷雲有効サイズ診断式の見直しは2022年3月に全球アンサンブル予報システム GEPS、2023年3月に GSM で現業化された。
- ・ Kawai et al. (2017) の層積雲スキームは数値予報課にソースの移植等の協力を行った。2022年2月に季節予報システム CPS3 で現業化された。
- ・ 野外観測については AMeDAS 露場の積雪深を監視カメラ画像から推定するアルゴリズムを開発し(水野 2020)、気象官署における地温・積雪深の日原簿をデジタルアーカイブ化して公開した(Saito et al. 2020)。また気象研露場の観測データをひまわり8号による地表面温度推定の検証用として気象技術開発室に提供した。
- ・ 開発したひまわり8号積雪・海水プロダクトについて、令和元年に気象衛星センターにおいて定常作成が開始された。
- ・ 積雪変質モデル SMAP を令和2年に予報業務（解析積雪深等）の精度向上のため本庁へ提供し、令和4年10月から業務利用が開始された。
- ・ asuca とオフライン結合した asuca-Chem モデルの開発・評価から現業化まで進め、オゾンを予測し、スモッグ気象情報に活用されている。

また、学術的にも以下のような成果があり、116 件の論文発表もなされた。

- ・ 二重偏波レーダーの粒子判別と発雷観測をもとに、霰や雹をはじめとする氷粒子や反射強度の体積指標が発雷頻度と高い相関を持つことを示し、さらに霰の存在高度を考慮することで、発雷頻度とより強く関係づけられることを示した点は、学術的意義が高い。
- ・ LES の結果を用いて、サブグリッドスケール輸送のスケール相似則に基づく新たな定式化を試み、より良い精度でサブグリッドスケール輸送を表現できることを示した。解像度に応じた雲乱流の物理過程パラメタリゼーションに向けて前進したことは学術的意義が高い。
- ・ 2020 年台風第 10 号の再現実験から、鉛直層増強により急発達再現性が向上することを示すとともに、水平解像度を 2 km より細かくすることで多重壁雲構造が再現されることを示した。水平解像度をさらに細かくすることで、壁雲周辺でシア変形時間が短い領域が形成され、その外側に新しい壁雲が形成されることが分かった。つまり、解像度が高い（シア変形時間が短い）ほど多重壁雲形成に有利である可能性を示唆しており、学術的意義が高い。
- ・ 接地境界層に関しては地表面フラックスの乱流変動則の理論的導出と実験的・観測的検証、強安定時の普遍関数の導出、都市街区における風速・温度場や森林内における汚染物質の挙動の解明など、一定の学術的意義があった。

- ・特に、詳細エアロゾル微物理モデルを組み込んだ領域気象化学モデル（NHM-Chem）の開発を行い、エアロゾル-雲フィードバックを評価することが可能となり、エアロゾルを考慮した降水・放射予測精度向上への貢献に進むと考えられる。
- ・国内外の多様な地点で採取された個別粒子の分析データ等から得られた数々の成果は、エアロゾルによる気候影響、エアロゾルによる雲・降水影響を理解するうえで重要なものであり、世界的にみて学術的意義は大きい。

（５）総合評価

本課題で得られた研究成果は、現業数値予報モデルの予測精度向上等に貢献する可能性を持ったものであり、すでに現業数値予報モデルや現業プロダクト作成に反映されたものもある。線状降水帯による大雨等の予測精度向上は気象庁の重要な課題となっており、長期の予測やデータ同化において重要となる予報モデルのバイアスや不確実性の低減とあわせ、数値予報モデルの予測精度向上等のためには、重要度を勘案しつつ大気の物理過程を解明と物理過程モデルに引き続き取り組んでいくことが重要である。また、多数の論文発表等にみられる通り、学術的にも価値の高い成果が数多く得られており、気象学の進展に貢献した。

全般的にみて、業務的及び学術的に成果を得たと判断される。

参考資料

研究成果リスト

（１）査読論文：116 件

1. N. Hiranuma, K. Adachi, D. M. Bell, F. Belosi, H. Beydoun, B. Bhaduri, H. Bingemer, C. Budke, H. -C. Clemen, F. Conen, K. M. Cory, J. Curtius, P. J. DeMott, O. Eppers, S. Grawe, S. Hartmann, N. Hoffmann, K. Höhler, E. Jantsch, A. Kiselev, T. Koop, G. Kul, 2019: A comprehensive characterization of ice nucleation by three different types of cellulose particles immersed in water. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 4823-4846.
2. Kuo, T.-H., M. Murakami, T. Tajiri, and N. Orikasa, 2019: Cloud Condensation Nuclei and Immersion Freezing Abilities of Al_2O_3 and Fe_2O_3 Particles Measured with the Meteorological Research Institute's Cloud Simulation Chamber. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 597-614.
3. Kitamura, Y. and S. Nishizawa, 2019: Estimation of energy dissipation caused by odd order difference schemes for an unstable planetary boundary layer. *Atmospheric Science Letters*, 20, e905.
4. Ménard, C. B., Essery, R., Barr, A., Bartlett, P., Derry, J., Dumont, M., Fierz, C., Kim, H., Kontu, A., Lejeune, Y., Marks, D., Niwano, M., Raleigh, M., Wang, L., and Wever, N., 2019: Meteorological and evaluation datasets for snow modelling at ten reference sites: description of in situ and bias-corrected reanalysis data. *Earth System Science Data*, 11, 865-880.
5. Masashi Niwano, Akihiro Hashimoto, and Teruo Aoki, 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt. *Scientific Reports*, 9, 10380.
6. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, 2019: Significant Improvement of Cloud Representation in Global Climate Model MRI-ESM2. *Geoscientific Model Development*, 12, 2875-2897.
7. Kouji Adachi, Arthur J. Sedlacek, Lawrence Kleinman, Stephen R. Springston, Jian Wang, Duli Chand, John M. Hubbe, John E. Shilling, Timothy B. Onasch, Takeshi Kinase, Kohei Sakata, Yoshio Takahashi, Peter R. Buseck, 2019: Spherical tarball particles form through rapid chemical and physical changes of organic matter in biomass-burning smoke. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 116.

8. Yamaguchi S., M. Ishizaka, H. Motoyoshi, S. Nakai, V. Vionnet, T. Aoki, K. Yamashita, A. Hashimoto, and A. Hachikubo, 2019: Measurement of specific surface area of fresh solid precipitation particles in heavy snowfall regions of Japan. *The Cryosphere*, 13, 2713–2732.
9. Kokhanovsky, A., Lamare, M., Danne, O., Brockmann, C., Dumont, M., Picard, G., Arnaud, L., Favier, V., Jourdain, B., Le Meur, E., Di Mauro, B., Aoki, T., Niwano, M., Rozanov, V., Korkin, S., Kipfstuhl, S., Freitag, J., Hoerhold, M., Zühr, A., Vladimirov, 2019: Retrieval of snow properties from the Sentinel-3 Ocean and Land Colour Instrument. *Remote Sensing*, 11, 2280.
10. Kajino, M., S. Hayashida, T. T. Sekiyama, M. Deushi, K. Ito, and X. Liu., 2019: Detectability assessment of a satellite sensor for lower tropospheric ozone responses to its precursors emission changes in East Asian summer. *Scientific Reports*, 9, 19629.
11. Kong, L., X. Tang, J. Zhu, Z. Wang, J. S. Fu, X. Wang, S. Itahashi, K. Yamaji, T. Nagashima, H.-J. Lee, C.-H. Kim, C.-Y. Lin, L. Chen, M. Zhang, Z. Tao, J. Li, M. Kajino, H. Liao, K. Sudo, Y. Wang, Y. Pan, G. Tang, M. Li, Q. Wu, B. Ge, G. R. Carmichael,, 2020: Evaluation and uncertainty investigation of the NO₂, CO and NH₃ modeling over China under the framework of MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 181–202.
12. T. Kinase, K. Adachi, N. Oshima, K. Goto - Azuma, Y. Ogawa - Tsukagawa, Y. Kondo, N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, M. Hayashi, K. Hara, H. Kawashima, and K. Kita, 2020: Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.
13. Lin, Y., T. Ichinose, Y. Yamao, and H. Mouri, 2020: Wind velocity and temperature fields under different surface heating conditions in a street canyon in wind tunnel experiments. *Building and Environment*, 168, 106500.
14. Itahashi, S., B. Ge, K. Sato, J. S. Fu, X. Wang, K. Yamaji, T. Nagashima, J. Li, M. Kajino, H. Liao, M. Zhang, Z. Wang, M. Li, J. Kurokawa, G. R. Carmichael, and Z. Wang, 2020: MICS-Asia III: Overview of model inter-comparison and evaluation for acid deposition over Asia. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(5), 2667–2693.
15. Katata G., K. Matsuda, A. Sorimachi, M. Kajino, K. Takagi, 2020: Effects of aerosol dynamics and gas-particle conversion on dry deposition of inorganic reactive nitrogen in a temperate forest. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 4933–4949.
16. Takigawa, M., P. K. Patra, Y. Matsumi, S. K. Dhaka, T. Nakayama, K. Yamaji, M. Kajino, and S. Hayashida, 2020: Can Delhi' s pollution be affected by crop fires in the Punjab region?. *SOLA*, 16, 86–91.
17. Sekiyama, T. and M. Kajino, 2020: Reproducibility of surface wind and tracer transport simulations over complex terrain using 5-, 3-, and 1-km grid models. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 59(5), 937–952.
18. Mouri, H., T. Morinaga, T. Yagi, and K. Mori, 2020: Logarithmic and nonlogarithmic scaling laws of two-point statistics in wall turbulence. *Physical Review E*, 101, 053103.
19. Tan, J., J. S. Fu, G. R. Carmichael, S. Itahashi, Z. Tao, K. Huang, X. Dong, K. Yamaji, T. Nagashima, X. Wang, Y. Liu, H.-J. Lee, C.-Y. Lin, B. Ge, M. Kajino, J. Zhu, M. Zhang, L. Hong, and Z. Wang, 2020: Why do models perform differently on particulate matter over East Asia? A multi-model intercomparison study for MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20(12), 7393–7410.
20. Cuizhi Sun, Kouji Adachi, Kentaro Misawa, Hing Cho Cheung, Charles C. - K. Chou, Nobuyuki Takegawa, 2020: Mixing State of Black Carbon Particles in Asian Outflow Observed at a Remote Site in Taiwan in the Spring of 2017. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.

21. M. Hartmann, K. Adachi, O. Eppers, C. Haas, A. Herber, R. Holzinger, A. Hunerbein, E. Jakel, C. Jentzsch, M. van Pinxteren, H. Wex, S. Willmes, and F. Stratmann, 2020: Wintertime airborne measurements of ice nucleating particles in the high Arctic. *Geophysical Research Letters*, 47.
22. Joseph Ching and Mizuo Kajino, 2020: Rethinking Air Quality and Climate Change after COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17(14), 5167.
23. Toyota, T., T. Ono, T. Tanikawa, P. Wongpan, and D. Nomura, 2020: Solidification effects of snowfall on sea-ice freeze-up: results from an onsite experimental study. *Annals of Glaciology*, 1-10.
24. Onuma, Y., Takeuchi, N., Tanaka, S., Nagatsuka, N., Niwano, M., and Aoki, T., 2020: Physically based model of the contribution of red snow algal cells to temporal changes in albedo in northwest Greenland. *The Cryosphere*, 14, 2087-2101.
25. Dhaka, S. K., Chetna, V. Kumar, V. Panwar, A. P. Dimri, N. Singh, P. K. Patra, Y. Matsumi, M. Takigawa, T. Nakayama, K. Yamaji, M. Kajino, P. Misra, and S. Hayashida, 2020: PM2.5 diminution and haze events over Delhi during the COVID-19 lockdown period: an interplay between the baseline pollution and meteorology. *Scientific Reports*, 10, 13442.
26. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, 2020: Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7, 38.
27. Wingspan, P., Nomura, D., T. Toyota, T. Tanikawa, K. M. Meiners, T. Ishino, T. P. Tamura, M. Tozawa, Y. Nosaka, T. Hiratake, A. Ooki, and S. Aoki, 2020: Using under-ice hyperspectral transmittance to determine land-fast sea-ice algal biomass in Saroma-ko Lagoon, Hokkaido, Japan. *Annals of Glaciology*, 1-10.
28. Vandecrux, B., Fausto, R. S., van As, D., Colgan, W., Langen, P. L., Haubner, K., Ingeman-Nielsen, T., Heilig, A., Stevens, C. M., MacFerrin, M., Niwano, M., Steffen, K., Box, J. E., 2020: Firn cold content evolution at nine sites on the Greenland ice sheet between 1998 and 2017. *Journal of Glaciology*.
29. Tanikawa, T., K. Kuchiki, T. Aoki, H. Ishimoto, A. Hachikubo, M. Niwano, M. Hosaka, S. Matoba, Y. Kodama, Y. Iwata, and K. Stamnes, 2020: Effects of snow grain shape and mixing state of snow impurity on retrieval of snow physical parameters from ground-based optical instrument. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD031858.
30. Ge, B., S. Itahashi, K. Sato, D. Xu, J. Wang, F. Fan, Q. Tan, J. S. Fu, X. Wang, K. Yamaji, T. Nagashima, J. Li, M. Kajino, H. Liao, M. Zhang, Z. Wang, M. Li, J.-H. Woo, J. Kurokawa, Y. Pan, Q. Wu, X. Liu, and Z. Wang, 2020: Model Inter-Comparison Study for Asia (MICS-Asia) phase III: Multi-model comparison of reactive nitrogen deposition over China. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 10587-10610.
31. Dragović, S., M. Yamauchi, M. Aoyama, M. Kajino, J. Petrović, M. Čujić, R. Dragović, M. Đorđević, J. Bór, 2020: Synthesis of studies on significant atmospheric electrical effects of major nuclear accidents in Chrnobyl and Fukushima. *Science of Total Environment*, 733, 139271.
32. Yutaka Kurosaki, Sumito Matoba, Yoshinori Iizuka, Masashi Niwano, Tomonori Tanikawa, Takuto Ando, Akira Hori, Atsushi Miyamoto, Shuji Fujita, and Teruo Aoki, 2020: Reconstruction of sea ice concentration in northern Baffin Bay using deuterium excess in a coastal ice core from the northwestern Greenland Ice Sheet. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.

33. Yoshizue M, Taketani F, Adachi K, Iwamoto Y, Tohjima Y, Mori T, Miura K, 2020: Detection of Aerosol Particles from Siberian Biomass Burning over the Western North Pacific. *Atmosphere*, 11, 1175.
34. Adachi, K., Oshima, N., Gong, Z., de Sá, S., Bateman, A. P., Martin, S. T., de Brito, J. F., Artaxo, P., Cirino, G. G., Sedlacek III, A. J., and Buseck, P. R., 2020: Mixing states of Amazon basin aerosol particles transported over long distances using transmission electron microscopy. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 11923–11939.
35. Orikasa, N., M. Murakami, T. Tajiri, Y. Zaizen, and T. Shinoda, 2020: In Situ Measurements of Cloud and Aerosol Microphysical Properties in Summertime Convective Clouds over Eastern United Arab Emirates. *SOLA*, 16, 185–191.
36. Kleinman L. I., Sedlacek III A. J., Adachi K., Buseck P. R., Collier S., Dubey M. K., Hodshire A. L., Lewis E., Onasch T. B., Pierce J. R., Shilling J., Springston S. R., Wang J., Zhang Q., Zhou S., and Yokelson R. J., 2020: Rapid evolution of aerosol particles and their optical properties downwind of wildfires in the western US. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 13319.
37. Orikasa, N., A. Saito, K. Yamashita, T. Tajiri, Y. Zaizen, T.-H. Kuo, W.-C. Kuo, and M. Murakami, 2020: Seasonal Variations of Atmospheric Aerosol Particles Focused on Cloud Condensation Nuclei and Ice Nucleating Particles from Ground-Based Observations in Tsukuba, Japan. *SOLA*, 16, 212–219.
38. Niwano, M., Yamaguchi, S., Yamasaki, T., and Aoki. T., 2020: Near-surface snow physics data from a dog-sledge traverse expedition in the northwest Greenland ice sheet during 2018 spring. *Polar Data Journal*, 4, 133–144.
39. Vandecrux, B. et al., 2020: The firn meltwater Retention Model Intercomparison Project (RetMIP): evaluation of nine firn models at four weather station sites on the Greenland ice sheet. *The Cryosphere*, 14, 3785–3810.
40. Fettweis, X. et al., 2020: GrSMBMIP: intercomparison of the modelled 1980–2012 surface mass balance over the Greenland Ice Sheet. *The Cryosphere*, 14, 3935–3958.
41. Kubota, T., H. Kuroda, M. Watanabe, A. Takahashi, R. Nakazato, M. Tarui, S. Matsumoto, K. Nakagawa, Y. Numata, T. Ouchi, H. Hosoi, M. Nakagawa, R. Shinohara, M. Kajino, K. Fukushima, Y. Igarashi, N. Imamura, G. Katata, 2020: Role of advection in atmospheric ammonia: A case study at a Japanese lake basin influenced by agricultural ammonia sources. *Atmospheric Environment*, 243, 117856.
42. Kawai, H., and S. Shige, 2020: Marine low clouds and their parameterization in climate models. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 1097–1127.
43. Nomura, D., P. Wongpan, T. Toyota, T. Tanikawa, Y. Kawaguchi, T. Ono, T. Ishino, M. Tozawa, T. Tamura, I. Yabe, E. Y. Son, F. Vivier, A. Lourenco, M. Lebrun, Y. Nosaka, T. Hirawake, A. Ooki, S. Aoki, B. Else, F. Fripiat, J. Inoue, and M. Vancoppenolle, 2020: Saroma-ko Lagoon Observations for sea ice Physico-chemistry and Ecosystems 2019 (SLOPE2019). *Bulletin of Glaciological Research*, 38, 1–12.
44. Hashimoto, A., H. Motoyoshi, N. Orikasa, and R. Misumi, 2020: Process-tracking scheme based on bulk microphysics to diagnose the features of snow particles. *SOLA*, 16, 51–56.
45. Junshi Ito, Hiroshige Tsuguchi, Syugo Hayashi, and Hiroshi Niino, 2021: Idealized High-Resolution Simulations of a Back-Building Convective System that Causes Torrential Rain. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 78, 117–132.
46. Sugiyama, S. et al., 2021: Rapidly changing glaciers, ocean and coastal environments, and their impact on human society in the Qaanaaq region, northwestern Greenland. *Polar Science*.
47. Menard, C. B. et al., 2021: Scientific and human errors in a snow model intercomparison. *Bulletin of the American Meteorological Society*, E61–E79.

48. Hayashi, S., A. Umehara, N. Nagumo, and T. Ushio, 2021: The relationship between lightning flash rate and ice-related volume derived from dual-polarization radar. *Atmospheric Research*, 248, 105166.
49. Ikawa, H., T. Kuwagata, S. Haginoya, Y. Ishigooka, K. Ono, A. Maruyama, H. Sakai, M. Fukuoka, M. Yoshimoto, S. Ishida, C. P. Chen, T. Hasegawa, and T. Watanabe, 2021: Heat-Mitigation Effects of Irrigated Rice-Paddy Fields Under Changing Atmospheric Carbon Dioxide Based on a Coupled Atmosphere and Crop Energy-Balance Model. *Boundary-Layer Meteorology*, 179, 447-476.
50. Adachi, K., Oshima, N., Ohata, S., Yoshida, A., Moteki, N., and Koike, M., 2021: Compositions and mixing states of aerosol particles by aircraft observations in the Arctic springtime, 2018. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3607-3626.
51. Wehrlé, A., Box, J. E., Niwano, M., Anesio, A. M., Fausto, R. S., 2021: Greenland bare ice albedo from PROMICE automatic weather station measurements and Sentinel-3 satellite observations. *GEUS Bulletin*, 47, 5284.
52. Hayashi, S., Nakaike, C. & Fujibe, F, 2021: Radar characteristics of summer thunderstorms in the Kanto Plain of Japan with and without cloud-to-ground lightning. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 133, 233-244.
53. Niwano, M., Box, J. E., Wehrlé, A., Vandecrux, B., Colgan, W. T., and Cappelen, J., 2021: Rainfall on the Greenland ice sheet: present-day climatology from a high-resolution non-hydrostatic polar regional climate model. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL092942.
54. Inomata, Y., M. Takeda, N. Thao, M. Kajino, T. Seto, H. Nakamura, and K. Hayakawa, 2021: Particulate PAH transport associated with adult chronic cough occurrence closely connected with meteorological conditions: A modelling study. *Atmosphere*, 12 卷9号, 1163.
55. Yousuke Sato, Syugo Hayashi, Akihiro Hashimoto, 2021: Difference in the lightning frequency between the July 2018 heavy rainfall event over central Japan and the 2017 northern Kyushu heavy rainfall event in Japan. *Atmospheric Science Letters*, 23, e1067.
56. Iizuka, Y., S. Matoba, M. Minowa, T. Yamasaki, K. Kawakami, A. Kakugo, M. Miyahara, A. Hashimoto, M. Niwano, T. Tanikawa, K. Fujita, T. Aoki, 2021: Ice Core Drilling and the Related Observations at SE-Dome site, southeastern Greenland Ice Sheet. *Bulletin of Glaciological Research*, 39, 1-12.
57. Niwano, M., M. Kajino, T. Kajikawa, T. Aoki, Y. Kodama, T. Tanikawa, and S. Matoba, 2021: Quantifying Relative Contributions of Light-Absorbing Particles from Domestic and Foreign Sources on Snow Melt at Sapporo, Japan during the 2011-2012 Winter. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL093940.
58. Tanikawa, T., K. Masuda, H. Ishimoto, T. Aoki, M. Hori, M. Niwano, A. Hachikubo, S. Matoba, K. Sugiura, T. Toyota, N. Ohkawara, and K. Stamnes, 2021: Spectral degree of linear polarization and neutral points of polarization in snow and ice surfaces. *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 273, 107845.
59. Ohata, S., Koike, M., Yoshida, A., Moteki, N., Adachi, K., Oshima, N., Matsui, H., Eppers, O., Bozem, H., Zanatta, M., and Herber, A. B., 2021: Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 15861-15881.
60. Watanabe, I. S., H. Niino, T. Spengler, 2021: Formation of Maritime Convergence Zones within Cold Air Outbreaks due to the Shape of the Coastline or Sea Ice Edge. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*.
61. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2021: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the double-intertropical convergence zone problem in MRI-ESM2. *Atmospheric Science Letters*, 22, e1064.

62. Watanabe, M., M. Kajino, K. Ninomiya, Y. Nagahashi, and A. Shinohara, 2022: Eight-year variations in atmospheric radiocesium in Fukushima city. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22 巻1 号, 675-692.
63. Kajino, M., A. Watanabe, M. Ishizuka, K. Kita, Y. Zaizen, T. Kinase, R. Hirai, K. Konnai, A. Saya, K. Iwaoka, Y. Shiroma, H. Hasegawa, N. Akata, M. Hosoda, S. Tokonami, and Y. Igarashi, 2022: Reassessment of the radiocesium resuspension flux from contaminated ground surfaces in eastern Japan. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22 巻2 号, 783-803.
64. Adachi, K., J.E. Dibb, E. Scheuer, J.M. Katich, J.P. Schwarz, A.E. Perring, B. Mediavilla, H. Guo, P. Campuzano-Jost, J.L. Jimenez, J. Crawford, A. J. Soja, N. Oshima, M. Kajino, T. Kinase, L. Kleinman, A.J. Sedlacek, R.J. Yokelson, P.R. Buseck, 2022: Fine Ash-Bearing Particles as a Major Aerosol Component in Biomass Burning Smoke. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2021JD035657.
65. Vandecrux, B., Box, J. E., Wehrlé, A., Kokhanovsky, A. A., Picard, G., Niwano, M., Hörhold, M., Faber, A.-K., and Steen-Larsen, H. C., 2022: The determination of the snow optical grain diameter and snowmelt area on the Greenland ice sheet using spaceborne optical observations. *Remote Sensing*.
66. Mouri, H., and J. Ito, 2022: Momentum flux fluctuations in wall turbulence: A formula beyond the law of the wall. *Physics of Fluids*, 34, 035109.
67. Mizuno, Y., T. Yagi, and K. Mori, 2022: Momentum flux in turbulent boundary layers with weakly unstable stratification. *Journal of the Physical Society of Japan*, 91, 054402.
68. Adachi, K., N. Oshima, N. Takegawa, N. Moteki, M. Koike, 2022: Meteoritic materials within sulfate aerosol particles in the troposphere are detected with transmission electron microscopy. *Communications Earth & Environment*, 3, 134.
69. Yamagami, A., M. Kajino, and T. Maki, 2022: Statistical evaluation of the temperature forecast error in the lower-level troposphere on short-range timescales induced by aerosol variability. *Journal of Geophysical Research*, 127 巻13 号, 036595.
70. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, 2022: Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 119, e2200635119.
71. Kaneyasu, N., S. Kutsuna, K. Iida, Y. Sanada, and T. Tajiri, 2022: Cloudwater Deposition Process of Radionuclides Based on Water Droplets Retrieved from Pollen Sensor Data. *Environmental Science & Technology*, 56, 17, 12036-12044.
72. Niwano, M., Suyu, M., Nagaya, K., Yamaguchi, S., Matoba, S., Harada, I., and Ohkawara, N., 2022: Estimation of seasonal snow mass balance all over Japan using a high-resolution atmosphere-snow model chain. *SOLA*, 18, 193-198.
73. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Importance of Minor-Looking Treatments in Global Climate Models. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 14, e2022MS003128.
74. Doan, V.-Q., F. Chen, H. Kusaka, J. Wang, M. Kajino, and T. Takemi, 2022: Identifying a new normal in extreme precipitation at a city scale under warmer climate regimes: A case study of the Tokyo metropolitan area, Japan. *Journal of Geophysical Research*, 127 巻21 号, 036810.
75. Adachi, K., Y. Tobo, M. Koike, G. Freitas, P. Zieger, and R. Krejci, 2022: Composition and mixing state of Arctic aerosol and cloud residual particles from long-term single-particle observations at Zeppelin Observatory, Svalbard. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 14421-14439.
76. Kinase, T., K. Adachi, M. Hayashi, K. Hara, K. Nishiguchi, and M. Kajino, 2022: Characterization of aerosol particles containing trace elements (Ga, As, Rb, Mo,

- Cd, Cs, Tl, and others) and their atmospheric concentrations with a high temporal resolution. *Atmospheric Environment*, 290, 119360.
77. Kajino, M., A. Kamada, N. Tanji, M. Kuramochi, M. Deushi, and T. Maki, 2022: Quantitative influences of interannual variations in meteorological factors on surface ozone concentration in the hot summer of 2018 in Japan. *Atmospheric Environment*, 16 卷, 100191.
 78. Ono, K., Iwata, A., Fukuma, T., Iwamoto, Y., Hamasaki, K., Matsuki, A., 2023: Characterization of adhesivity of organic enriched sea spray aerosols by atomic force microscopy. *Atmospheric Environment*, 294, 119468.
 79. Maki, T., K. Hosaka, K. Lee, Y. Kawabata, M. Kajino, M. Uto, K. Kita, and Y. Igarashi, 2023: Vertical distribution of airborne microorganisms over forest environments: A potential source of ice-nucleating bioaerosols. *Atmospheric Environment*, 302, 119726.
 80. Orr, A., Deb, P., Clem, K. R., Gilbert, E., Bromwich, D. H., Boberg, F., Colwell, S., Hansen, N., Lazzara, M. A., Mooney, P. A., Mottram, R., Niwano, M., Phillips, T., Pishniak, D., Reijmer, C. H., van de Berg, W. J., Webster, S., and Zou, X., 2023: Characteristics of surface “melt potential” over Antarctic ice shelves based on regional atmospheric model simulations of summer air temperature extremes from 1979/80 to 2018/19. *Journal of Climate*, 36, 3357–3383.
 81. Yoshida, A., N. Moteki, and K. Adachi, 2023: Identification and particle sizing of submicron mineral dust by using complex forward-scattering amplitude data. *Aerosol Science and Technology*, 56, 609–622.
 82. Moteki, N., S. Ohata, A. Yoshida, and K. Adachi, 2023: Constraining the complex refractive index of black carbon particles using the complex forward-scattering amplitude. *Aerosol Science and Technology*.
 83. Ohata, S., N. Moteki, H. Kawanago, Y. Tobo, K. Adachi, and M. Mochida, 2023: Evaluation of a method to quantify the number concentrations of submicron water-insoluble aerosol particles based on filter sampling and complex forward-scattering amplitude measurements. *Aerosol Science and Technology*.
 84. Mouri, H., J. Ito, 2023: Momentum flux fluctuations in wall turbulence formulated along the distance from the wall. *Physics of Fluids*, 35, 075104.
 85. Chakrabarty, R.K., N.J. Shetty, A.S. Thind, P. Beeler, B.J. Sumlin, C. Zhang, P. Liu, J.C. Idrobo, K. Adachi, N.L. Wagner, J.P. Schwarz, A. Ahern, A.J. Sedlacek, A. Lambe, C. Daube, M. Lyu, C. Liu, S. Herndon, T.B. Onasch, and R. Mishra, 2023: Shortwave absorption by wildfire smoke dominated by dark brown carbon. *Nature Geoscience*.
 86. Holzinger, R., O. Eppers, K. Adachi, H. Bozem, M. Hartmann, A. Herber, M. Koike, D.B. Millet, N. Moteki, S. Ohata, F. Stratmann, and A. Yoshida, 2023: A signature of aged biogenic compounds detected from airborne VOC measurements in the high arctic atmosphere in March/April 2018. *Atmospheric Environment*, 309, 119919.
 87. Pasquier, J.T., R.O. David, G. Freitas, R. Gierens, Y. Gramlich, S. Haslett, G. Li, B. Schäfer, K. Siegel, J. Wieder, K. Adachi, F. Belosi, T. Carlsen, S. Decesari, K. Ebell, S. Gilardoni, M. Gysel-Beer, J. Henneberger, J. Inoue, Z.A. Kanji, and M. Koike, 2023: The Ny-Ålesund Aerosol Cloud Experiment (NASCENT): Overview and First Results. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103, E2533–E2558.
 88. Tomioka, T., Y. Sato, S. Hayashi, S. Yoshida & T. Iwashita, 2023: Advantage of bulk lightning models for predicting lightning frequency over Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 60.
 89. Y. Wada, M. Kamogawa, M. Kubo, T. Enoto, S. Hayashi, T. Sawano, D. Yonetoku, H. Tsuchiya, 2023: Negative Excursion of Surface Electric Fields During Gamma-Ray Glows in Winter Thunderstorms. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 128, e2023JD039354.

90. Fujiwara, H., H. Okochi, M. Kamogawa, T. Suzuki, S. Hayashi, N. Sato, Y. Orihara, J. Matsumoto, J. Hamada, K. Murata, E. Yoshikawa, T. Kudo, 2023: Characteristics of hailfall and lightning in a splitting thunderstorm observed on May 4, 2019 in the Tokyo Metropolitan Area, Japan. *Journal of Atmospheric Electricity*, 42, 1–14.
91. Pachniak, E., W. Li, T. Tanikawa, C. Gatebe, and K. Stammes, 2023: Remote sensing of snow parameters: a sensitivity study of retrieval performance based on hyperspectral versus multispectral data. *Remote Sensing*, 16, doi:10.3390/a16100493. (in press)
92. Aoki, T., A. Hachikubo, M. Nishimura, M. Hori, M. Niwano, T. Tanikawa, K. Sugiura, R. Inoue, S. Yamaguchi, S. Matoba, R. Shimada, H. Ishimoto and JC Gallet, 2023: Development of a handheld integrating sphere snow grain sizer (HISSGraS). *Annals of Glaciology*, 1–12, doi:10.1017/aog.2023.72
93. Nishimura, M., Aoki, T., Niwano, M., Matoba, S., Tanikawa, T., Yamasaki, T., Yamaguchi, S., and Fujita, K., 2023: Quality-controlled meteorological datasets from SIGMA automatic weather stations in northwest Greenland, 2012–2020. *Earth System Science Data*, 15, 5207–5226, doi:10.5194/essd-15-5207-2023.
94. Nakayama, M., K. Naoki, T. Tanikawa, and K. Cho, 2024: Development of a sea ice tank system for measuring microwave properties of sea ice. *Journal of Glaciology*, doi:10.1017/jog.2024.6.
95. Toyoda, T., K. Sakamoto, T. Toyota, H. Tsujino, L. S. Urakawa, Y. Kawakami, A. Yamagami, K. K. Komatsu, G. Yamanaka, T. Tanikawa, R. Shimada, and H. Nakano, 2024: Improvement of sea ice thermodynamics with variable sea ice salinity and melt pond parameterizations in an OGCM. *Ocean Modelling*, 187, 102288, doi:10.1016/j.ocemod.2023.102288.
96. Cho, K., K. Naoki, M. Nakayama, and T. Tanikawa, 2024: The relationship between microwave brightness temperature, salinity and thickness of sea ice acquired with a tank experiment. *IEEE Transactions: Geoscience and Remote Sensing*, 62, 1–9, doi:10.1109/TGRS.2024.3361904.
97. Box, J. E., Nielsen, K. P., Yang, X., Niwano, M., Wehrlé, A., van As, D., Fettweis, X., Køltzow, Morten A. Ø., Palmason, B., Fausto, R. S., van den Broeke, M. R., Huai, B., Ahlstrøm, A. P., Langley, K., Dachauer, A., and Noël, B., 2023: Greenland ice sheet rainfall climatology, extremes and atmospheric river rapids. *Meteorological Applications*, 30, e2134, doi:10.1002/met.2134.
98. Onuma, Y., Fujita, K., Takeuchi, N., Niwano, M., and Aoki, T., 2023: Modelling the development and decay of cryoconite holes in northwestern Greenland. *The Cryosphere*, 17, 3309–3328, doi:10.5194/tc-17-3309-2023.
99. Yamashita, K., W.-C. Kuo, M. Murakami, T. Tajiri, A. Saito, N. Orikasa, and H. Ohtake, 2024: Physical Properties of Background Aerosols and Cloud Condensation Nuclei Measured in Kochi City in June 2010 and Its Implication for Planned and Inadvertent Cloud Modification. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)
100. Kuo W.-C., K. Yamashita, M. Murakami, T. Tajiri, and N. Orikasa, 2024: Numerical Simulation on Feasibility of Rain Enhancement by Hygroscopic Seeding over Kochi Area, Shikoku, Japan in Early Summer. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (accepted)
101. Mizuno, Y., T. Yagi, and K. Mori, 2024: Vortices behind a submerged cylinder in a rotating system. *Journal of Visualization*, 27(2), 149–158.
102. Watanabe, I. S., J. Ito, 2024: A priori test of scale-similarity parameterizations for subgrid-scale fluxes in convective storms. *Monthly Weather Review*. (in press)
103. Mouri, H., T. Morinaga, and T. Yagi, 2024: Experiments for a power law of near-surface mean velocity profiles in stratified boundary layers. *Fluid Dynamics Research*, 56, 025502.

104. 小野崎晴佳, 阿部善也, 中井 泉, 足立光司, 五十嵐康人, 大浦泰嗣, 海老原 充, 宮坂貴文, 中村 尚, 末木啓介, 鶴田治雄, 森口祐一, 2019: 福島第一原子力発電所事故により1号機から放出された放射性エアロゾルの物理・化学的性状の解明. 分析化学, 68, 757-768.
105. 猪股弥生, 梶野瑞王, 植田洋匡, 2020: 2001-2015年における大気中有害大気汚染物質濃度のトレンド解析. 大気環境学会誌, 55(2), 78-91.
106. 高橋 麗, 梶野瑞王, 津口裕茂, 林 修吾, 橋本明弘, 2021: 雲凝結核が降水に与える影響ー平成27年9月関東・東北豪雨を対象としてー. エアロゾル研究, 36, 55-64.
107. 川端康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 田中泰宙, 清野直子, 2021: 東京都心における視程の変化. 天気(論文・短報), 68, 5-12.
108. 青木輝夫, 的場澄人, 庭野匡思, 朽木勝幸, 谷川朋範, 竹内 望, 山口 悟, 本山秀明, 藤田耕史, 山崎哲秀, 飯塚芳徳, 堀 雅裕, 島田利元, 植竹 淳, 永塚尚子, 大沼友貴彦, 橋本明弘, 石元裕史, 田中泰宙, 大島 長, 梶野瑞王, 足立光司, 黒崎 豊, 杉山 慎, 津滝俊, 東久美子, 八久保晶弘, 川上 薫, 木名瀬健, 2021: SIGMA及び関連プロジェクトによるグリーンランド氷床上的大気・雪氷・雪氷微生物研究ーArCS II プロジェクトへのつながりー. 雪氷, 83(2).
109. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 大島 長, 梶野瑞王, 大沼友貴彦, 藤田耕史, 山口 悟, 島田利元, 竹内 望, 津滝 俊, 本山秀明, 石井正好, 杉山 慎, 平沢尚彦, 阿部彩子, 2021: 氷床表面質量収支の実態とそのモデリングの試み: 2020年夏最新版. 雪氷, 83, 27-50.
110. 廣瀬 聡, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, 2021: 北西グリーンランド氷床上SIGMA-Aサイトで観測された雪面熱収支の特徴. 雪氷, 83(2), 143-154.
111. 庭野匡思, 青木輝夫, 2021: 気象研究所における積雪モデリング研究. 大気化学研究, 44, 044A03.
112. 木村宏海, 八久保晶弘, 舘山一孝, 谷川朋範, 小嶋真輔, 2021: 塩を含む積雪の含水率測定法. 雪氷, 83(6), 579-590.
113. 谷川朋範, 青木輝夫, 堀 雅裕, 八久保晶弘, 庭野匡思, 杉浦幸之助, 的場澄人, 島田利元, 2021: 光学リモートセンシングによる雪氷プロダクトの地上検証観測. 日本リモートセンシング学会誌, 41(5), 582-594.
114. Nakanishi, M., H. Niino, and T. Anzai, 2022: Stability Functions in the Stable Surface Layer Derived from the Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino (MYNN). Journal of the Meteorological Society of Japan, 100, 1.
115. 向井苑生, 佐野 到, 中田真木子, Brent Holben, AERONET group, 今須良一, 岡本 渉, 梶野瑞王, 小林 拓, 齊藤保典, 佐藤陽祐, 清水 厚, 高見昭憲, 中口 譲, 西 典宏, 朴虎東, 藤戸俊行, 松見 豊, 溝渕昭二, 宮原裕一, 森山達天喜, 2022: エアロゾル集中観測DRAGON/J-ALPSを終えて. エアロゾル研究, 37巻2号, 136-144.
116. 田尻拓也, 折笠成宏, 村上正隆, 2022: 大気中で実効的に氷晶核として働くエアロゾル粒子とシーディング物質. エアロゾル研究, 37(3), 178-188.

(2) 査読論文以外の著作物(翻訳、著書、解説等): 49件

1. Wada, A., R. P. Gile, 2019: Roles of ocean coupling and cumulus parameterization in predicting rainfall amounts caused by landfalling typhoons in the Philippines. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-09.
2. Hashimoto, A., T. Mori, T. Shimbori and A. Takagi, 2019: An experiment in numerical prediction of volcanic gas transportation. CAS/JSC WGN Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 5-07.
3. Ioka, Y., Y. Yogo, T. Tanikawa, M. Hosaka, H. Ishida, and T. Aoki, 2019: Algorithm Theoretical Basis for the Himawari-8, -9/AHI Cryosphere Product Part 2: Sea Ice Distribution. Meteorological Satellite Center Technical Note, 64, 13-21.

4. Yogo, Y., Y. Ioka, T. Tanikawa, M. Hosaka, H. Ishida, and T. Aoki, 2019: Algorithm Theoretical Basis for the Himawari-8, -9/AHI Cryosphere Product Part 1: Snow Cover. Meteorological Satellite Center Technical Note, 64, 1-12.
5. Wada, A., H. Yoshimura, and M. Nakagawa, 2020: The effect of the cloud-water conversion rate in the cumulus parameterization on the simulation of Typhoon Lionrock (2016). Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-09.
6. YONEHARA Hitoshi, MATSUKAWA Chihiro, NABETANI Takashi, KANEHAMA Takafumi, TOKUHIRO Takayuki, YAMADA Kazutaka, NAGASAWA Ryoji, ADACHI Yukimasa, and SEKIGUCHI Ryouhei, 2020: Upgrade of JMA's Operational Global Model. CAS/JSC WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 50, 6-11-12.
7. Wada, A., 2020: Rainfall simulations of Typhoons Kammuri and Phanfone landfalling in the Philippines. Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-11.
8. Saito, K., K. Watanabe, S. Haginoya, K. Takeda, T. Sueyoshi, T. Hirota, M. Mizoguchi, K. Harada, H. Hosaka, M. Kimura, H. Yabuki, 2020: Database for ground temperature and freezing depth in Japan. Polar Data Journal, 4, 83-96.
9. Hashimoto, A., M. Niwano, H. Fujinami, A. Sakai, and K. Fujita, 2020: Numerical simulation of the seasonal precipitation amount over the Himalayan mountain region using the JMA-NHM. CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 50, 5-07.
10. Hashimoto, A., and S. Hayashi, 2020: Numerical simulations of the cloud and precipitation processes during the heavy rainfall events of early July 2017 and 2018 in Japan. CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 50, 5-05.
11. Kawai, H., and T. Koshiro, 2020: Does Radiative Cooling of Stratocumulus Strengthen Summertime Subtropical Highs?. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 50, 711-712.
12. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2020: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the ITCZ in MRI-ESM2. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 50, 709-710.
13. Shima, S., Y. Sato, A. Hashimoto, and R. Misumi, 2020: Predicting the morphology of ice particles in deep convection using the super-droplet method: development and evaluation of SCALE-SDM 0.2.5-2.2.0, -2.2.1, and -2.2.2. Geoscientific Model Development, 13, 4107-4157.
14. Sato, Y., T. T. Sekiyama, S. Fang, M. Kajino, A. Quérel, D. Quélo, H. Kondo, H. Terada, M. Kadowaki, M. Takigawa, Y. Morino, J. Uchida, D. Goto, and H. Yamazawa, 2020: A Model intercomparison of atmospheric ¹³⁷Cs concentrations from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, Phase III: Simulation with an identical source term and meteorological field at 1 km resolution. Atmospheric Environment: X, 7.
15. Ito, J., H. Mouri, 2021: Estimating instantaneous surface momentum fluxes in boundary layers using a deep neural network. AIP Advances, 11, 045021.
16. Wada, A., 2021: Rainfall simulations of Typhoon Mangkhut (2018) landfalling in the Philippines. Research activities in Earth system modelling. Working Group on Numerical Experimentation, 51, 9-11.
17. Chiba, J., and H. Kawai, 2021: Improved SST-shortwave radiation feedback using an updated stratocumulus parameterization. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 51, 403-404.
18. Ryoji Nagasawa, 2021: Impact of ice cloud treatment on the OLR in the radiation calculation of JMA global NWP model. CAS/JSC WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 51, 4-13-14.

19. Nakata M., M. Kajino, and Y. Sato, 2021: Effects of mountains on aerosols determined by AERONET/DRAGON/J-ALPS measurements and regional model simulations. *Earth Space Sci*, 8 巻 12 号, 001972.
20. Yamaguchi, H., Y. Adachi, S. Hirahara, Y. Ichikawa, T. Iwahira, Y. Kuroki, C. Matsukawa, R. Nagasawa, K. Ochi, R. Sekiguchi, T. Takakura, M. Ujiie, and H. Yonehara, 2022: Upgrade of JMA's Global Ensemble Prediction System. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 52, 609-610.
21. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Cloud feedbacks in MRI-ESM2. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 52, 707-708.
22. Hashimoto, A., S. Nakai, M. Katsumata, S. Hayashi, 2022: Numerical simulation of the melting layer with a distorted bright band, observed on February 15, 2014, in Japan. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 52, 5-05.
23. Wang, K.-Y., P. Nedelec, H. Clark, N. Harris, M. Kajino, and Y. Igarashi, 2022: Impacts on air dose rates after the Fukushima accident over the North Pacific from 19 March 2011 to 2 September 2015. *PLOS ONE*, 17 巻 8 号.
24. Niwano, M., 2022: Roles of Clouds in the Greenland Ice Sheet Surface Energy and Mass Balances. *Handbook of Air Quality and Climate Change*.
25. Onuma, Y., Takeuchi, N., Uetake, J., Niwano, M., Tanaka, S., Nagatsuka, N., and Aoki, T., 2022: Modeling seasonal growth of phototrophs on bare ice on the Qaanaaq Ice Cap, northwestern Greenland. *Journal of Glaciology*.
26. Mizuno, Y., T. Yagi, and K. Mori, 2022: Experimental study on a transition of flow in weakly unstably stratified turbulent boundary layers. *Proceedings of 12th International Symposium on Turbulence and Shear Flow Phenomena*, 12D-176.
27. Tanikawa, T., 2022: Spectropolarimetry of snow and ice surfaces: measurements and radiative transfer calculations. *Springer Series in Light Scattering*, 8, 87-124. (in press)
28. Wada, R., S. Yonemura, A. Tani, and M. Kajino, 2023: Review: Exchanges of O₃, NO, and NO₂ between forest ecosystems and the atmosphere. *Journal of Agricultural Meteorology*, 79 巻 1 号, 38-48.
29. Sato, Y., M. Kajino, S. Hayashi, and R. Wada, 2023: A numerical study of lightning-induced NO_x and formation of NO_y observed at the summit of Mt. Fuji using an explicit bulk lightning and photochemistry model. *Atmospheric Environment: X*, 18, 100218.
30. Yonehara, H., Y. Kuroki, M. Ujiie, C. Matsukawa, T. Kanehama, R. Nagasawa, K. Ochi, M. Higuchi, Y. Ichikawa, R. Sekiguchi, S. Hirahara, 2023: Upgrade of JMA's Operational Global Numerical Weather Prediction System. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 53, 615-616.
31. Hashimoto, A., and R. Misumi, 2023: Numerical simulations of a warm rain event observed in Tokyo, Japan. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 53, 5-09.
32. 水野吉規, 八木俊正, 森 一安, 2019: 弱い不安定成層を伴う乱流境界層における運動量輸送のスケール. *数理解析研究所講究録*, 2117, 16.
33. 佐藤陽祐, 當房 豊, 山下克也, 荒木健太郎, 橋本明弘, 梶野瑞王, 中島 孝, 三隅良平, 小池 真, 岩崎杉紀, 川合秀明, 飯塚芳徳, 高橋 麗, 山内 晃, 折笠成宏, 齋藤 泉, 藤田啓恵, 酒井健人, 郭 威鎮, 田尻拓也, 島伸一郎, 岩本洋子, 2019: 「2018 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. *天気*, 66, 479-484.
34. 橋本明弘, 山崎哲秀, 青木輝夫, 庭野匡思, 山口 悟, 2019: グリーンランド北西部シオラパーク・カナックにおける 強風の出現特性. *北海道の雪氷*, 38, 81-84.
35. 川合秀明, 北村祐二, 柴田清孝, 2020: 下位層気楼の光路計算 - マダガスカルで見た層気楼 -. *天気*, 67 巻 2 号, 129-137.

36. 市川陽一, 露木敬允, 薦田直人, 宮元健太, 廣畑智也, 中園真衣, 関 光一, 毛利英明, 守永武史, 2020: 森林における大気汚染物質の輸送におよぼす遮蔽による流体力学的効果の解析. 大気環境学会誌, 55, 50-59.
37. 中井専人, 橋本明弘, 山口 悟, 本吉弘岐, 2020: 降雪・積雪系オンラインワークショップ 2020 開催報告. 雪氷, 82, 280-281.
38. 木村宏海, 八久保晶弘, 谷川朋範, 2020: 塩濃度測定と融点降下から求める積雪含水率測定法. 北海道の雪氷, 39, 9-12.
39. 守永武史, 毛利英明, 八木俊政, 森 一安, 萩野谷成徳, 2020: 境界層乱流における不安定成層時の平均風速と風速変動. 風工学研究論文集, 26, 25.
40. 橋本明弘, 林 修吾, 佐藤陽祐, 2020: 第3回雲・降水研究会報告. 天気, 67, 713-714.
41. 橋本明弘, 中井専人, 山口 悟, 本吉弘岐, 2021: 降雪・積雪系オンラインワークショップ 2020 報告. 天気, 68.
42. 庭野匡思, 2021: 新刊紹介「サイエンス・パレット 037 南極と北極ー地球温暖化の視点から」. 雪氷, 83, 211-212.
43. 石田純一, 和田章義, 柄本英伍, 杉本志織, 三好建正, 澤田 謙, 佐藤陽祐, 太田行哉, 2021: 第22回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 59-74.
44. 庭野匡思, 2022: グリーンランド氷床では今、何が起きているのか?ー温暖化の最前線からの報告ー. 太陽エネルギー, 48, 45-49.
45. 谷川朋範, 2022: 海氷のアルベドと分類. リモートセンシング事典.
46. 平島寛行, 山口 悟, 庭野匡思, 山崎 剛, 加茂祐一, 荒川逸人, 安達 聖, 勝島隆史, 大澤 光, 橋本明弘, 石元裕史, 2023: 積雪ワークショップ開催報告. 雪氷, 85, 25-42.
47. 梶川友貴, 梶野瑞王, 2023: 大気汚染物質が都市域豪雨の雲微物理過程と化学過程に及ぼす影響に関する数値実験とその検証. 第1回都市極端気象シンポジウム(第18回台風研究会)報告書, 56-67.
48. 佐藤陽祐・稲津 将・南出将志・柳瀬友朗・近藤 誠・大塚成徳・吉田龍二・佐藤拓人・宮本佳明・藤原 泰・末木健太・高須賀大輔・伊藤純至・橋本明弘・八代尚, 2024: 第6回非静力学モデルに関する国際ワークショップの報告. 天気, 71, 75.
49. 鈴木健太郎, 川合秀明, 2024: 雲の基本的描像と放射・気候影響. 北極域の研究ーその現状と将来構想ー, 海文堂出版, 480pp, ISBN: 978-4-303-56230-4.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表: 合計 245 件

・国際的な会議・学会等: 53 件

1. Li, W., N. Chen, C. Gatebe, T. Tanikawa, M. Hori, T. Aoki, R. Shimada, and K. Stamnes, The effect of surface roughness and polarization on snow bi-directional reflectance: Model simulations and validation using NASA Cloud Absorption Radiometer measurements, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019年4月, オーストリア, ウィーン
2. Vandecrux, B., R. Fausto, D. van As, W. Colgan, P. Langen, K. Sampson, K. Steffen, K. Haubner, T. Ingemann-Nielsen, M. Niwano, and J. Box, Heat budget of Greenland firn: observed and simulated changes from 1998-2015, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019年4月, オーストリア, ウィーン
3. Wongpan, P., T. Toyota, T. Tanikawa, D. Nomura, T. Hirawake, A. Ooki, and S. Aoki, Using under-ice spectra to determine land-fast ice algal biomass in Lake Saroma, Japan, SOLAS Open Science Conference, 2019年4月, 北海道札幌市
4. Wongpan, P., T. Toyota, T. Tanikawa, D. Nomura, T. Hirawake, A. Ooki, and S. Aoki, Using under-ice spectra to determine land-fast ice algal biomass in Lake Saroma, Japan, SOLAS Open Science Conference, 2019年4月, 北海道札幌市

5. 広沢陽一郎, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 兒玉裕二, 谷川朋範, Effect of snow impurities on the radiation budget and snow melting observed at Sapporo during 10 winter seasons, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
6. 青木輝夫, 庭野匡思, 山口 悟, 的場澄人, 谷川朋範, 堀 雅裕, 島田利元, 八久保晶弘, Preliminary analysis result of the Handheld Integrating Sphere Snow Grain Sizer (HISSGraS), 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
7. 青木輝夫, 庭野匡思, 末吉哲雄, Towards the understanding of mass balance variation of Arctic and Antarctic ice sheets, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
8. 庭野匡思, 橋本明弘, 青木輝夫, Impacts of clouds on the Greenland ice sheet surface melt and mass balance, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
9. Yamada, Y., Damaging wind fields associated with Typhoon Jebi in the Kansai region in Japan on the 4th September 2018 derived from multiple-Doppler wind synthesis over complex terrain, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
10. K. Adachi, and T. Kinase, Single-particle analyses of aerosol particles using transmission electron microscopy and cold stages with an optical and scanning electron microscopes, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
11. Orikasa, N., M. Murakami, T. Tajiri, Y. Zaizen, and T. Shinoda, In Situ Measurements of Aerosol and Cloud Microphysical Properties and Cloud Seeding Experiments over the UAE, 22nd Conference on Planned and Inadvertent Weather Modification, 2020 年 1 月, アメリカ, ボストン
12. Tajiri, T., N. Orikasa, Y. Zaizen, T.-H. Kuo, W.-C. Kuo, and M. Murakami, CCN and INP Abilities of Hybrid Flare Particles Measured with MRI Continuous Flow Diffusion Chamber-type IN Counter and MRI Cloud Simulation Chamber, 22nd Conference on Planned and Inadvertent Weather Modification, 2020 年 1 月, アメリカ, ボストン
13. Niwano, M., Recent advances in the polar RCM NHM-SMAP, HOPE (High Elevation Precipitation in High Mountain Asia) KICKOFF MEETING, 2020 年 2 月, スイス, チューリッヒ
14. Niwano, M. and A. Hashimoto, Detailed description, capabilities, and modelling strategy (domain, years, resolution) for NHM, HOPE (High Elevation Precipitation in High Mountain Asia) KICKOFF MEETING, 2020 年 2 月, スイス, チューリッヒ
15. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, In situ measurements of aerosol and cloud microphysical properties and cloud seeding experiments over the UAE: Part 2, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
16. 庭野匡思, 橋本明弘, 津滝 俊, 本山秀明, 平沢尚彦, 阿部彩子, Estimation of the Antarctic ice sheet surface mass balance using the polar regional climate model NHM-SMAP, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
17. 青木輝夫, 島田利元, 堀 雅裕, 庭野匡思, 谷川朋範, 的場澄人, 飯塚芳徳, 藤田耕史, Interannual trend of satellite-derived snow grain size over the Greenland Ice Sheet, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
18. 對馬あかね, 庭野匡思, 青木輝夫, 大河原望, 谷川朋範, 的場澄人, 足立光司, 木名瀬健, 藤田耕史, Annual and seasonal variation trend of light-absorbing snow impurities components at Sapporo, Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
19. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing Estimates of Anthropogenic Aerosols in MRI-ESM2, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン

20. 庭野匡思, 橋本明弘, Meteorological and snow/ice data around the Greenland ice sheet (1980-2019) calculated by the high-resolution polar regional climate model NHM-SMAP, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
21. Niwano, M., Application of the polar regional climate model NHM-SMAP in the Antarctic ice sheet, Polar CORDEX Workshop, 2020 年 10 月, オンライン, オンライン
22. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Significant Improvement of Cloud Representation in MRI-ESM2, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
23. Wehrlé, A., Box, J., Niwano, M., Anesio, A. M. B., and Fausto, R. S., Greenland surface processes from PROMICE automatic weather station measurements and Sentinel-3 satellite observations, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
24. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Realities of Developing and Improving Parameterizations Related to Clouds in GCMs, モデルにおける雲の改良と較正に関するワークショップ, 2021 年 4 月, オンライン
25. Kawai, H., and T. Koshiro, Do Low-level Clouds Strengthen Summertime Subtropical Highs?, International workshop for mid-latitude air-sea interaction, 2021 年 6 月, オンライン
26. Niwano, M., Recent studies related to the northwest Greenland ice sheet, Northwest Greenland online meeting, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
27. Hashimoto, A., M. Ishizaka, K. Yamashita, H. Motoyoshi, S. Nakai, and S. Yamaguchi, Numerical simulation of microphysical feature in the heavy snowfall event on February 5, 2018, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021) High-Resolution Climate Modeling and Hazards; https://www.pco-prime.com/tougou2021_ws/index.html, 2021 年 9 月, (オンライン)
28. Niwano, M., Challenges to model complex snow-atmosphere interaction processes in the Greenland ice sheet, IMAU online seminar, 2021 年 9 月, オランダ, ユトレヒト
29. Hori, M., Niwano, M., Shimada, R., Aoki, T., Heterogeneous response of snow cover in the Northern Hemisphere to the recent Arctic warming, The 12th Symposium on Polar Science, 2021 年 11 月, オンライン
30. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, AGU Fall Meeting 2021, 2021 年 12 月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
31. Niwano, M., Rainfall on the Greenland ice sheet: Present-day states estimated from a high-resolution non-hydrostatic polar regional climate model, 2022 IASC NAG workshop, 2022 年 1 月, Sweden, online
32. Kawai, H., and T. Koshiro, Examples of possible evaluation of GCMs using cloud radar and lidar satellite data, EarthCARE モデリングワークショップ, 2022 年 2 月, オンライン
33. T. Tajiri, N. Orikasa, Y. Zaizen, Kuo, W-C., and M. Murakami, MRI adiabatic-expansion-type cloud chamber experiments: CCN and INP abilities of atmospheric aerosol particles measured at Tsukuba, Japan, 4th International Workshop on Cloud Turbulence, 2022 年 3 月, オンライン
34. Jouberton, A., Sato, Y., Hashimoto, A., Niwano, M., Shaw, T. E., Miles, E. S., Buri, P., Fugger, S., McCarthy, M., Fujita, K., and Pellicciotti, F., Combining high resolution atmospheric simulations and land-surface modelling to understand high elevation snow processes in an Himalayan catchment, EGU General Assembly 2022, 2022 年 5 月, Austria, Vienna
35. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, How can the double-ITCZ problem be alleviated in climate models?, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン

36. Niwano, M., 2022 summer meteorological/glaciological field measurements in northwest Greenland, GEUS cool science, 2022 年 6 月, デンマーク, コペンハーゲン
37. N. Ohkawara and T. Tanikawa, Spectral radiation measurements using the ground based spectral radiometer system for albedo and flux in Ny Ålesund, 17 th BSRN Scientific Review and Workshop, 2022 年 6 月, イタリア, イスプラ
38. S. Nyeki, J. Gröbner, L. Vuilleumier, C. Lanconelli, A. Driemel, W. Knap, M. Maturilli, N. Ohkawara, L. Riihimäki, and H. Schmithüsen, Extending the Calibration Traceability of Longwave Radiation Time-Series (ExTrac), International Radiation Symposium 2022, 2022 年 7 月, ギリシャ, テッサロニキ
39. Kawai, H., J. Chiba, and T. Koshiro, Simple parameterization of breakup processes of low clouds for GCMs, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2022 年 7 月, アメリカ, シアトル
40. Yamagami, A., M. Kajino, T. Maki, and T. Toyoda, Synoptic-timescale variability of Arctic aerosol in three reanalyses and its relationship to the atmospheric circulation in summer., The 13th Symposium on Polar Science, 2022 年 11 月, 東京都
41. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments in GCMs --- Can satellite observation reduce uncertainty in such treatments?, 第 2 回 EarthCARE モデリングワークショップ, 2023 年 3 月, 修善寺
42. N. Ohkawara, Results of the ACP in Japan, WMO ACP workshop, 2023 年 4 月, スイス, ダボス
43. K. Greg, J. Grobner, N. Fox, N. Ohkawara, K. Schuckmann, M. Shankar, and M. Wild, Summary of Earth Energy Balance Assessment Report from the 2022 BIPM-WMO Metrology for Climate Action Worksho, Earth Energy Imbalance Assessment Workshop, 2023 年 5 月, Italy, Rome
44. Kuo, W.-C., K. Yamashita, M. Murakami, T. Tajiri, A. Hashimoto, and N. Orikasa, Numerical Simulation on Feasibility of Rain Enhancement by Hygroscopic Seeding over Kochi Area, Shikoku, Japan in Early Summer, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
45. K. Greg, J. Grobner, N. Fox, N. Ohkawara, K. Schuckmann, M. Shankar, and M. Wild, Earth energy balance assessment at the 2022 BIPM-WMO Metrology for Climate Action Workshop, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
46. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing of Anthropogenic Gases and Aerosols in MRI-ESM2.0, 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, 2023 年 7 月, 埼玉県さいたま市
47. Kamada, M., Y. Sato, and A. Hashimoto, Future change of the solid precipitation in okkaido, Japan ~ an insight from process tracking cloud microphysical model, 第 6 回国際非静力学モデルに関するワークショップ, 2023 年 9 月, 札幌
48. Hashimoto, A., M. Ishizaka, H. Motoyoshi, K. Yamashita, S. Nakai, and S. Yamaguchi, Process-oriented simulations of winter snowfall in Japan, 第 6 回国際非静力学モデルに関するワークショップ, 2023 年 9 月, 札幌市
49. Watanabe, S, K. Sueki and J. Ito, Dependency of the entrainment rate on the grid spacing, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023 年 9 月, 札幌市
50. Ito, J, and H. Mouri, Large eddy simulation with a parameterization of fluctuating surface momentum fluxes, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023 年 9 月, 札幌市
51. Orikasa, N., M. Murakami, A. Iwata, A. Matsuki, M. Toda, and HIWC Science Team, CCN and INP abilities of aerosol particles measured during HIWC-2022 and CPEX-CV campaigns, 高濃度氷晶雲 (HIWC) 2022 年キャンペーンに関するワークショップ, 2023 年 11 月, アメリカ, ボルダー

52. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, What determines earth system model performance? Physics or ...?, AGU Fall Meeting 2023, 2023 年 12 月, 米国, San Francisco
53. Orikasa, N., M. Murakami, A. Iwata, A. Matsuki, M. Toda, and HIWC Science Team, CCN and INP abilities of aerosol particles measured during HIWC-2022 and CPEX-CV flight campaigns, 第5回雲乱流に関する国際ワークショップ, 2024 年 3 月, 愛知県名古屋市

・国内の会議・学会等：192 件

1. 大河原望, 南極昭和基地における地表面放射の長期変化傾向, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 6 月, 東京都
2. 守永武史, 毛利英明, 萩野谷成徳, 八木俊政, 森 一安, 境界層乱流における安定成層時の風速変動と温度変動, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
3. 林 修吾, 南雲信宏, 梅原章仁, 2018 年 5 月 10 日に発生した背の低い雷雲の偏波レーダーによる観測, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
4. 川合秀明, 神代 剛, 吉村裕正, 遠藤洋和, 中川雅之, 積雲対流スキームの役割の実情, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
5. 田尻拓也, 郭 威鎮, 折笠成宏, 財前祐二, 村上正隆, 内部混合したサブミクロン粒子の吸湿度, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
6. 吉住蓉子, 村上正隆, 折笠成宏, 田尻拓也, 篠田太郎, 加藤雅也, アラブ首長国連邦の低地における日周対流雲の発達要因と微物理構造, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
7. 中川雅之, 川合秀明, 気象庁全球モデルにおける下層雲の表現の改善 (第四報), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
8. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, and N. Orikasa, Using Parcel Model to Simulate the Particle Distribution of Hygroscopic Flares in CCNC., 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
9. 伊藤純至, 毛利英明, 瞬時的な風速に適用可能な接地境界層モデルの深層学習による構築, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
10. 花土 弘, 川村誠治, 岩井宏徳, 佐藤晋介, 中川勝広, 田尻拓也, 折笠成宏, 小司禎教, 荒木健太郎, 瀬古 弘, 地デジ放送波を用いた水蒸気量推定手法の研究開発ーマイクロ波放射計との同時観測ー, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
11. 庭野匡思, 積雪変質モデルを組み込んだ領域気候モデルの高度化と有効活用の方性, 日本海寒帯気団収束帯による豪雪対策のための研究開発」研究集会, 2019 年 6 月, 長岡
12. 庭野匡思, 極域気候モデル NHM-SMAP の紹介, ヒマラヤ科研会合, 2019 年 7 月, 名古屋
13. 毛利英明, 守永武史, 萩野谷成徳, 壁乱流の $1/k$ スペクトル則は実在するのだろうか, 研究会「乱流基礎相似則の再検討」, 2019 年 7 月, 京都府京都市
14. 庭野匡思, 札幌における気象・雪氷観測からグリーンランド氷床雪氷質量変動研究へ, 低温科学研究所 共同研究集会シンポジウム「変化する環オホーツク陸域・海域環境と今後の展望」, 2019 年 7 月, 札幌
15. 橋本明弘, 2018 年北陸大雪時の雲・降水機構に関する数値実験, 雪氷圏変動把握にむけた積雪表面近傍の現象理解に関する研究集会, 2019 年 8 月, 長岡市
16. 直木和弘, 中山雅茂, 谷川朋範, 長 幸平, 海氷の厚さとマイクロ波輝度温度の関係 2, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
17. 中山雅茂, 直木和弘, 谷川朋範, 長 幸平, 海氷のマイクロ波放射計観測を目的とした実験用プールの製作と運用, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
18. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 橋本明弘, 北陸平野部に強い降雪をもたらす条件ー2018 年冬季の降雪粒子観測からー, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市

19. 黒崎 豊, 的場澄人, 飯塚芳徳, 庭野匡思, 谷川朋範, 安藤卓人, 青木輝夫, グリーンランド北西部 SIGMA-A アイスコアによる海水変動の復元, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
20. 對馬あかね, 庭野匡思, 青木輝夫, 谷川朋範, 的場澄人, 大河原望, 2007-2018 年冬季の札幌の表面積 雪中の EC、OC および dust 濃度の変動傾向, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
21. 北村智文, 小林健二, 水野吉規, 森 将人, 宮武真一, 渋谷和孝, アメダス観測環境監視カメラから積雪深を推定するアルゴリズムの開発, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理 (AI) 研究会, 2019 年 9 月, 鹿児島市
22. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 的場澄人, 気温上昇に伴う積雪粒径の増加と近赤外アルベド 低下効果の普遍性, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
23. 北村祐二, 西澤誠也, 西本秀祐, MYNN モデルにおける接地境界層での特徴的長さの検討, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
24. 川合秀明, 行本誠史, 神代 剛, 大島 長, 田中泰宙, 吉村裕正, 長澤亮二, MRI-ESM2 の雲表現の 改良における様々な苦勞, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
25. 庭野匡思, 橋本明弘, 青木輝夫, グリーンランド氷床表面融解に対する雲の影響, 日本気象 学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
26. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE 上空におけるエアロゾル・雲の 直接観測 (その 1), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
27. 吉住蓉子, 村上正隆, 長谷川晃一, 榊原篤志, 橋本明弘, 篠田太郎, 加藤雅也, 簡易型吸湿 性シーディングスキームを導入した雲解像モデル CReSS によるシーディング実験, 日本 気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
28. 村上正隆, 辻野智紀, 吉住蓉子, 橋本明弘, 加藤雅也, ダブルモーメント雲微物理パラメタ リゼーションにおける CCN 活性化スキーム, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
29. 山口 悟, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 中井専人, 山下克也, 橋本明弘, Vionnet V., 八久保晶弘, 青木 輝夫, 新雪の比表面積の測定, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
30. 田尻拓也, 郭 威鎮, 折笠成宏, 財前祐二, 村上正隆, 内部混合したサブミクロン粒子の 吸湿度と雲粒生成, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
31. 水野吉規, 八木俊政, 森 一安, 乱流境界層における大規模構造の運動量輸送への寄与の評価, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
32. 中川雅之, 吉村裕正, 和田章義, 全球 7km 非静力学および 20km 静力学モデルによる台風進路 予測誤差の要因の調査, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
33. 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果と雷活動の関係, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
34. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 橋本明弘, 北陸平野部の大雪時の降雪 粒子の特徴と雲物理過程, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
35. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, N. Orikasa, and K. Yamashita, Droplet Size Distribution Activated and Grown from Hygroscopic Particles in CCNC, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
36. 庭野匡思, 極域気候モデリング, 第 3 期ドームふじ計画対応 WG 観測小委員会, 2019 年 11 月, 立川
37. 庭野匡思, 極域気候モデル NHM-SMAP v1.0 で計算されたグリーンランド氷床表面質量収支 1978-2019, SE-Dome アイスコアに関する研究集会, 2019 年 11 月, 札幌
38. 橋本明弘, 現地観測と数値実験をもとに捉えられた気象現象, グリーンランド南東ドームア イスコアに関する研究集会, 2019 年 11 月, 北海道札幌市
39. 橋本明弘, 本吉弘岐, 山下克也, 石坂雅昭, 中井専人, 山口 悟, 2018 年北陸に大雪をもたらした降雪雲の雲物理特性に関する数値実験, ワークショップ「降雪に関するレーダーと数値モ デルによる研究(第 18 回)」, 2019 年 11 月, 新潟県長岡市

40. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 橋本明弘, 日本海上に形成される各種降雪雲 (JPCZ、Tmode、L mode) が北陸平野部にもたらす降雪粒子の特徴と強い降雪の雲物理, 日本気象学会中部支部研究発表会, 2019 年 11 月, 富山市
41. 村上正隆, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 増永浩彦, 堀江宏昭, 山田広幸, 折笠成宏, Walter Strapp, Lyle Lilie, Tom Bond, 航空機観測計画 ー高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究ー, 「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会, 2019 年 12 月, 東京都文京区
42. 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別を用いた雷雲の特徴, 第 14 回航空気象研究会, 2020 年 2 月, 東京都
43. 川合秀明, エアロゾルの雲への影響についての認識は適切か?, エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 東京都立川市
44. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 混合核の形態的特性と雲粒子生成に関する考察, 2019 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 東京都立川市
45. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE 上空におけるエアロゾル・雲の直接観測, 2019 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 東京都立川市
46. 橋本明弘, 折笠成宏, 田尻拓也, 林 修吾, 平成 30 年 7 月豪雨の雲微物理特性に関する数値実験, 2019 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 東京都立川市
47. 庭野匡思, NHM-SMAP の現状と将来展望, 近年のグリーンランド氷床表面の暗色化と急激な表面融解に関する研究会, 2020 年 3 月, オンライン
48. 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダによる粒子判別を用いた雷雲内の粒子分布と雷活動の関係, 雲・降水研究会 (第三回), 2020 年 5 月, Web 開催
49. 村上正隆, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 増永浩彦, 堀江宏昭, 山田広幸, 折笠成宏, 田尻拓也, 財前祐二, 川合秀明, 松木 篤, 牧 輝弥, 竹村俊彦, Walter Strapp, Lyle Lilie, Thomas Ratvasky, 高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究 ー研究計画概要ー, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
50. 千葉丈太郎, 川合秀明, 層積雲スキーム改良による SST-SW フィードバックの改善, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 神奈川県川崎市
51. 中川雅之, 川合秀明, 気象庁全球モデルへの浅い積雲対流スキームの導入, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
52. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで計測された大気エアロゾル粒子の氷晶核能, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
53. 守永武史, 毛利英明, 萩野谷成徳, 八木俊政, 森 一安, 境界層乱流における不安定成層時の風速・温度変動, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
54. 谷川朋範, 庭野匡思, 大河原望, 石元裕史, 青木輝夫, ニーオルスンにおける全天分光日射計を用いた積雪粒径・積雪不純物濃度の推定, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
55. 川端康弘, 田中泰宙, 財前祐二, 梶野瑞王, 足立光司, 東京と熊谷における視程の経年変化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
56. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, N. Orikasa, and K. Yamashita, Droplet Size Distribution Activated and Grown from Hygroscopic Particles in CCNC, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 神奈川県川崎市
57. 庭野匡思, 南極に適用した極域気候モデル NHM-SMAP の設定と初期評価結果, 南極新学術 SMB オンラインミーティング, 2020 年 6 月, オンライン
58. 橋本明弘, 石坂雅昭, 山下克也, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季大雪事例の降雪粒子特性に関する数値実験, 降雪・積雪系オンラインワークショップ 2020, 2020 年 7 月, オンライン
59. 庭野匡思, 南極新学術公募研究成果報告, 科研費新学術領域研究「南極の海と氷床」2020 年度全体会議, 2020 年 8 月, オンライン

60. 橋本明弘, 雲・降水の数値シミュレーション, 日本気象学会 2020 年度夏季大学, 2020 年 8 月, オンライン
61. 千葉丈太郎, 川合秀明, 層積雲スキーム改良による SST-SW フィードバックの改善, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
62. 川合秀明, 神代 剛, 亜熱帯下層雲の放射冷却は夏季の亜熱帯高気圧を強化するか?, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
63. 庭野匡思, 極域・雪氷研究への誘い, 気象大学校オンラインコロキウム, 2020 年 11 月, オンライン
64. 大島 長、行本誠史、出牛 真、神代 剛、川合秀明、田中泰宙、吉田康平, 気象研究所地球システムモデルを用いた人為起源気体とエアロゾルによる有効放射強制力の推定, 第 25 回大気化学討論会, 2020 年 11 月, 名古屋市
65. 中山雅茂, 直木和弘, 谷川朋範, 長 幸平, 野外プールを使った海水成長過程観測システムの開発, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
66. 直木和弘, 中山雅茂, 谷川朋範, 長 幸平, 海水の厚さと 3 周波数帯のマイクロ波輝度温度の関係, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
67. 西村基志, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, グリーンランド・カナック氷帽上 SIGMA-B における熱収支解析に基づく表面融解メカニズムの考察, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
68. 谷川朋範, 青木輝夫, 石元裕史, 増田一彦, 庭野匡思, 堀 雅裕, 八久保晶弘, 的場澄人, 杉浦幸之助, 島田利元, 大河原望, 積雪と海水の波長別偏光特性, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
69. 守永武史, 毛利英明, 八木俊政, 森 一安, 萩野谷成徳, 境界層乱流における不安定成層時の平均風速と風速変動, 第 26 回風工学シンポジウム, 2020 年 11 月, オンライン
70. 村上正隆, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 増永浩彦, 堀江宏昭, 山田広幸, 折笠成宏, 田尻拓也, 財前祐二, 川合秀明, 松木 篤, 牧 輝弥, 竹村俊彦, Walter Strapp, Lyle Lilie, Thomas Ratvasky, Kris Bedka, 高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究 ― 航空機観測実施時期の検討 ―, 「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会, 2020 年 12 月, オンライン
71. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE 上空におけるエアロゾル・雲の直接観測, 「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会, 2020 年 12 月, オンライン
72. 川合秀明, 地球温暖化によって将来の気候はどう変わるのか?, 船橋市・オンライン市民公開講座, 2020 年 12 月, オンライン
73. 庭野匡思, 北極域の急速な温暖化, 2020 年気象庁気象研究所成果発表会, 2020 年 12 月, オンライン
74. 庭野匡思, 最新の積雪モデルで拓く次世代雪関連防災情報確立への道, 令和 2 年度関東甲信地区調査研究会, 2021 年 1 月, オンライン
75. 川合秀明, 何が地球の将来の温度を決めるのか?, 地球環境講演会, 2021 年 1 月, オンライン
76. 庭野匡思, グリーンランド氷床表面融解と表面質量収支に対する雲放射の影響, ArcS II 気候予測課題連携グループ: 雲放射-雪氷相互作用 オンライン会議, 2021 年 2 月, オンライン
77. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 大気エアロゾル粒子の氷晶核能 (つくばの事例), 2020 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
78. 折笠成宏, 斎藤篤思, 山下克也, 田尻拓也, 財前祐二, Tzu-Hsien Kuo, Wei-Chen Kuo, 村上正隆, つくば地上モニタリング観測による実大気エアロゾルの雲核能・氷晶核能の変動 (その 2), エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
79. 川合秀明, 総説: 海上の下層雲の概要、気候モデルにおけるそのパラメタリゼーション, エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン

80. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, N. Orikasa, and K. Yamashita, 雲核計内における吸湿性フレイア粒子の雲核活性と雲粒粒径分布に関する数値計算, 2020 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
81. 庭野匡思, 公募研究第 2 期: 「過去 40 年間の南極氷床表面質量収支高精度計算」進捗状況, 第 2 回南極新学術 SMB ミーティング, 2021 年 3 月, オンライン
82. 庭野匡思, Antarctic ice sheet surface mass balance 1980-2020 from the polar regional climate model NHM-SMAP, 新学術『南極の海と氷床』2020 年度年次報告会, 2021 年 3 月, virtual
83. 庭野匡思, 積雪モデル SMAP の日本全国運用, 科研費基盤 B 「積雪が稀な地域での大雪発生状況の把握と現在及び将来の大雪発生ポテンシャルの評価」 (代表: 川瀬宏明) オンライン全体会合, 2021 年 3 月, オンライン
84. 渡邊俊一, 伊藤純至, asuca を用いた線状降水帯の表現の格子間隔依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
85. 川端康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 田中泰宙, 清野直子, 東京および東京国際空港における視程の変化, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
86. 村上正隆, 吉住蓉子, 長谷川晃一, 紀平旭範, 榊原篤志, 橋本明弘, 篠田太郎, 加藤雅也, ダブルモーメント雲微物理パラメタリゼーション (CReSS-4ICE) の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
87. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, MRI-ESM2 における南大洋の短波放射バイアスとダブル ITCZ 問題の関係, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
88. 庭野匡思, 酢谷真巳, 長屋幸一, 中里真久, 石井恭介, 大河原望, 山口 悟, 平島寛行, 本吉弘岐, 積雪変質モデルを用いた日本全域における積雪域推定, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
89. 川合秀明, 気候モデルにおける南大洋の雲, 国立極地研究所気水圏コロキウム, 2021 年 5 月, オンライン
90. 庭野匡思, 橋本明弘, 青木輝夫, 廣瀬 聡, 島田利元, 西村基志, 堀 雅裕, 2019 年にグリーンランド氷床で引き起こされた顕著な表面融解域拡大に対する雲放射の影響, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
91. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専入, 山口 悟, 橋本明弘, 北陸平野部の大雪と降雪粒子の特徴 -2018 年と 2021 年の大雪から-, 日本雪氷学会北信越支部研究発表会, 2021 年 6 月, オンライン
92. 折笠成宏, 観測・実験に基づく雲物理学の知見, 第 7 回メソ気象セミナー, 2021 年 7 月, オンライン
93. 本吉弘岐, 橋本明弘, 第 2 部 地上降雪粒子観測とメソ降水系への洞察, 第 7 回メソ気象セミナー, 2021 年 7 月, オンライン
94. 橋本明弘, 第 3 部 雲微物理モデリングと数値シミュレーション, 第 7 回メソ気象セミナー, 2021 年 7 月, オンライン
95. 堀 雅裕, 庭野匡思, 島田利元, 青木輝夫, 衛星搭載光学センサデータから抽出される積雪域分布の軌道時刻依存性, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
96. 島田利元, 堀 雅裕, 庭野匡思, 複数衛星を用いた 2018 年および 2019 年のグリーンランド氷床表面融解面積と領域気候モデルによる再現結果との比較, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
97. 庭野匡思, 梶野瑞王, 梶川友貴, 青木輝夫, 兒玉裕二, 谷川朋範, 的場澄人, 光吸収性不純物粒子を介した大気-積雪相互作用に関する研究の新展開, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
98. 渡邊俊一, 伊藤純至, 雲解像モデルと LES を用いた線状降水帯の理想化実験, 第 23 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2021 年 10 月, オンライン
99. 西村基志, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, グリーンランド北西部カナック氷帽上 SIGMA-B サイトで観測された雲の放射強制力, 日本山の科学会 2021 年秋季研究大会, 2021 年 10 月, オンライン

100. 庭野匡思, 領域気象・化学モデルと積雪変質モデルの結合の取り組みの現状と課題, ISEE 研究集会プログラム「アジア高山域における氷河融解を加速する光吸収性不純物に関する研究集会」, 2021 年 11 月, 名古屋
101. 橋本明弘, 講演 1 「降雪と積雪」, サイエンスアゴラ 2021, 2021 年 11 月, オンライン
102. 庭野匡思, 講演 1 「降雪と積雪」, サイエンスアゴラ「温暖化時代の雪と私達の暮らし～雪氷研究の最前線から～」, サイエンスアゴラ, 2021 年 11 月, オンライン
103. 川合秀明, 気候モデルで地球温暖化を予測する!, 科学ライブショー「ユニバース」ノーベル物理学賞特別番組, 2021 年 11 月, 千代田区
104. 村上正隆, 長谷川晃一, 紀平旭範, 榊原篤志, 吉住蓉子, 篠田太郎, 加藤雅也, エアロゾル・雲・降水統一雲微物理パラメタリゼーション (CRESS-4ICE-AEROSOL) の開発, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
105. 橋本明弘, 石坂雅昭, 山下克也, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 林 修吾, 2018 年冬季降雪シミュレーションから得られた 降雪粒子特性の時空間分布, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
106. 庭野匡思, 最新の積雪変質モデルで拓く雪関連気象防災情報高度化への道, 令和 3 年度札幌管区気象研究会, 2021 年 12 月, 札幌
107. 川合秀明, 地球温暖化を考える! (祝! 真鍋さんノーベル賞受賞) ～気候モデルによる温暖化シミュレーション～, 船橋市オンライン市民公開講座, 2022 年 1 月, オンライン
108. 庭野匡思, グリーンランド氷床では今、何が起きているのか?ー温暖化の最前線からの報告ー, 一般社団法人日本太陽エネルギー学会太陽光発電部会 第 32 回セミナー気象・環境セミナー「気候変動」, 2022 年 1 月, オンライン
109. 庭野匡思, 雪に関する気象防災情報の高度化に資する積雪変質モデルの開発, 令和 3 年度・気象庁施設等機関研究報告会, 2022 年 2 月, オンライン
110. 庭野匡思, 勝山祐太, 雪氷圏における気候変動と気象防災, 気象雪氷サイエンスカフェつくば, 2022 年 2 月, つくば
111. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 大気エアロゾル粒子の氷晶核能に対する混合状態の影響, 2021 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2022 年 2 月, オンライン開催
112. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 南大洋の雲は熱帯降水に影響するか?, 2021 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2022 年 2 月, オンライン
113. 庭野匡思, SMAP を用いた今冬期のリアルタイム積雪計算, 科研費基盤 B「積雪が稀な地域での大雪発生状況の把握と現在及び将来の大雪発生ポテンシャルの評価」2021 年度末会合, 2022 年 3 月, 津
114. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 気候モデルにおけるダブル ITCZ 問題はどうしたら緩和できるか?, 第 13 回熱帯気象研究会, 2022 年 3 月, オンライン
115. 庭野匡思, 極域向け領域気候モデル NHM-SMAP の紹介, ROIS 共同利用研究集会「機械学習による昭和基地からみる大気中微量物質の輸送予測システムの構築研究打ち合わせ」, 2022 年 3 月, 東京都立川市
116. 庭野匡思, 南極氷床表面質量収支に対する雲放射効果, 科研費南極新学術 2021 年度年次報告会, 2022 年 3 月, 立川
117. 水野吉規, 八木俊政, 森 一安, 安定温度成層下の乱流境界層における運動量輸送に関する実験的研究, 日本物理学会第 77 回年次大会, 2022 年 3 月, (オンライン)
118. 村上正隆, 長谷川晃一, 紀平旭範, 榊原篤志, 竹村俊彦, 吉住蓉子, 篠田太郎, 加藤雅也, エアロゾル・雲・降水統一 (CRESS-4ICE-AEROSOL) モデルを用いた UAE 日周対流雲の再現実験, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
119. 中川雅之, 吉村裕正, 松林健吾, 気象庁全球モデルにおけるグレーゾーンに対応した積雲対流スキームの開発 (1), 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン

120. 林 修吾, 渡邊俊一, 橋本明弘, 藤田 匡, NHM と asuca によるモデル間相互比較実験 (冬季), 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
121. 橋本明弘, 庭野匡思, 山口 悟, 山崎哲秀, 青木輝夫, 北西グリーンランド・シオラパルク周辺に生じる強風に関する数値実験, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
122. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 橋本明弘, 北陸平野部における集中降雪の現象論, 雪氷学会北信越支部大会, 2022 年 6 月, 新潟県長岡市
123. 橋本明弘, 降雪-積雪系の統合的理解に向けた降雪種モデリングの現状と展望, 積雪ワークショップ 2022, 2022 年 6 月, オンライン
124. 庭野匡思, 積雪変質モデル SMAP と雪氷圏向け領域気候モデル NHM-SMAP の現状と将来展望, 積雪ワークショップ 2022, 2022 年 6 月, オンライン
125. 毛利英明, 伊藤純至, 境界層乱流における運動量フラックスの変動法則, 乱流の予測可能性と可制御性, 2022 年 7 月, 京都府京都市
126. 鎌田萌花, 佐藤陽祐, 橋本明弘, 数値モデルを用いた冬季北海道における降雪結晶に関する解析, 2022 年度日本気象学会北海道支部第 1 回研究発表会, 2022 年 7 月, 北海道札幌市
127. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 大気エアロゾル粒子の氷晶核能 (その 2), 第 39 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2022 年 8 月, 東京都
128. 川合秀明, 地球の温度上昇予測に大きなばらつきがあるのはなぜか? - 答えは, 雲 -, 日本気象学会第 56 回夏季大会, 2022 年 8 月, オンライン
129. 大竹秀明, 大関 崇, 今井正堯, 庭野匡思, 小野耕介, 太陽光発電システム上の積雪の動態 - 2022 年 2 月 20 日の多雪事例 -, 電気学会 電力・エネルギー部門 (B 部門) 大会, 2022 年 9 月, 福井
130. 水野吉規, 八木俊政, 森 一安, 回転系において水没円柱の後流に発生する渦, 日本流体力学会年会 2022, 2022 年 9 月, 京都
131. 橋本明弘, 的場澄人, 山崎哲秀, 青木輝夫, グリーンランド北西部で観測された強風に関する数値実験, 日本流体力学会年会 2022, 2022 年 9 月, 京都市
132. 庭野匡思, 酢谷真巳, 長屋幸一, 山口 悟, 的場澄人, 原田育郎, 大河原望, 気象庁 LFM-SMAP モデルシステムを用いた日本全域における積雪水当量時空間変動推定, 雪氷研究大会, 2022 年 10 月, 札幌
133. 大沼友貴彦, 藤田耕史, 竹内 望, 庭野匡思, 青木輝夫, グリーンランド北西部氷河上で発生するクリオコナイトホール崩壊現象の数値モデル開発, 雪氷研究大会, 2022 年 10 月, 札幌
134. 西村基志, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, グリーンランド北西部 SIGMA-B サイトにおける表面熱収支と表面融解量の経年変動, 雪氷研究大会, 2022 年 10 月, 札幌
135. 青木輝夫, 八久保晶弘, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 西村基志, 石元裕史, 島田利元, 井上 峻, Gallet Jean Charles, 堀 雅裕, 山口 悟, 可搬型積分球積雪粒径測定装置の開発, 雪氷研究大会, 2022 年 10 月, 札幌
136. 鎌田萌花, 佐藤陽祐, 橋本明弘, 数値モデルを用いた冬季北海道における降雪結晶に関する解析, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市
137. 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 橋本明弘, 北陸平野部に大雪をもたらす条件と降雪粒子の特徴, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市
138. 堀 雅裕, 杉浦幸之助, 青木輝夫, 谷川朋範, 庭野匡思, 八久保晶弘, 的場澄人, 島田利元, GCOM-C/SGLI を用いた雪氷域環境監視と地上検証, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市
139. 中山雅茂, 直木和弘, 谷川朋範, 長 幸平, 成長速度の異なる薄氷のマイクロ波輝度温度の測定, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市

140. 谷川朋範, 増田一彦, 石元裕史, 大河原望, 中山雅茂, 海氷の放射計算に必要な海氷面ラフネスの推定, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市
141. 橋本明弘, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 山下克也, 中井専人, 山口 悟, 冬季日本海における降雪形成機構に関する数値実験, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
142. 村上正隆, 折笠成宏, 長谷川晃一, 紀平旭範, 榊原篤志, 竹村俊彦, 吉住蓉子, 篠田太郎, 加藤雅也, エアロゾル・雲・降水統一 (CReSS-4ICE-AEROSOL) モデルを用いた UAE 日周対流雲の再現実験 (その 2), 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
143. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, 実大気中で氷晶核として働くエアロゾル粒子の比較評価, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
144. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
145. 大野知紀, 野田 暁, 温暖化に伴う成層変化が乱流混合を通じて上層雲の変化に及ぼす影響, 気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
146. 林 修吾, 渡邊俊一, 橋本明弘, 藤田 匡, NHM と asuca によるモデル間相互比較実験 (その 3), 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
147. 橋本明弘, 素過程追跡モデルによる降雪粒子再現実験, SE-Dome アイスコア研究会, 2022 年 11 月, 函館市
148. 大野耕平, 岩田 歩, 福岡剛士, 岩本洋子, 濱崎恒二, 松木 篤, 原子間力顕微鏡による海洋起源有機エアロゾルの付着性評価, 第 27 回大気化学討論会, 2022 年 11 月, 茨城県つくば市
149. 村上正隆, 折笠成宏, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, エアロゾル・雲の航空機観測 (高濃度氷晶雲プロジェクト) 一概要一, 2022 年度「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会, 2022 年 12 月, オンライン
150. 折笠成宏, エアロゾル・雲・降水に関する最新の研究と課題, 令和 4 年度東北地方調査研究会, 2022 年 12 月, 宮城県仙台市
151. 林 修吾, 数 km から数百 m 解像度の数値モデルの降水・降雪再現性, 令和 4 年度 日本気象学会関西支部第 2 回例会, 2022 年 12 月, 大阪
152. 林 修吾, 研究者から見た気象研究所における研究活動について, 令和 4 年度 大阪管区気象台近畿地区気象研究会, 2022 年 12 月, 大阪
153. 渡邊俊一, 伊藤純至, LES を用いた対流雲内のサブグリッド輸送の検討, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022 年 12 月, つくば市
154. 伊藤純至, 毛利英明, 瞬時的な地表面フラックス診断を導入した LES, 第 24 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022 年 12 月, 茨城県つくば市
155. 橋本明弘, 北西グリーンランドでの降雪数値実験, 氷河氷床変動に関する現地観測ーリモートセンシングー数理モデリング研究の新展開, 2023 年 1 月, 札幌
156. 谷川朋範, 積雪-裸氷放射伝達モデルの開発, ISEE 研究集会プログラム「アジア高山域における氷河融解を加速する光吸収性不純物に関する研究集会」, 2023 年 1 月, 名古屋
157. 折笠成宏, 気象研低温実験施設を活用した雲粒・氷晶発生機構に関する研究, 令和 4 年度気象庁施設等機関研究報告会, 2023 年 2 月, 東京都港区
158. 橋本明弘・黒崎 豊・的場澄人, グリーンランドにおける局地風系と降雪過程に関する数値実験, 南極領域スケール雪氷研究集会, 2023 年 2 月, 立川
159. 橋本明弘, 鈴木賢士, 梅原章仁, Rainscope ゾンデ観測と数値モデルによる降水形成機構解明, 第 18 回ヤマセ研究会, 2023 年 3 月, 宮城県仙台市
160. 岩本洋子, 関口俊男, 濱崎恒二, 岩田 歩, 大林由美子, 「波の花」に含まれる界面活性物質の化学的性質と起源に関する研究, 金沢大学環日本海域環境研究センター 2022 年度共同研究成果報告会, 2023 年 3 月, 石川県金沢市
161. 鎌田萌花, 佐藤陽祐, 橋本明弘, 数値モデルを用いた冬季北海道における降雪結晶の将来変化に関する解析, 2022 年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン

162. 岩田 歩, Samuel Gray MURRAY HORWITZ, 栗原一嘉, 松木 篤, 奥田知明, 国内2地点における粒子化学特性と 氷晶形成粒子濃度の変動, 2022 年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年3月, オンライン
163. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 実大気中エアロゾル粒子の氷晶核能に関する比較評価, 2022 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2023 年3月, オンライン
164. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, モデルのマイナーに見える取り扱いが雲表現にとってどんなに重要か?, エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年3月, オンライン
165. 渡邊俊一, 新野 宏, JPCZ 発生地点の変化要因, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年5月, 東京
166. 渡邊俊一, 伊藤純至, スケール相似則に基づく対流雲内のサブグリッド輸送, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年5月, 東京
167. 守永武史, 毛利英明, 八木俊政, 萩野谷成徳, 速度変動分散と温度変動分散の鉛直勾配の安定度依存性, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年5月, オンライン
168. 村上正隆, 折笠成宏, 岩田 歩, 松木 篤, Walter Strapp, Lyle Lilie, Thomas Ratvasky, その他米国 HIWC チーム, 高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究ー航空機観測(Florida Campaign)初期解析結果ー, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年5月, オンライン
169. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性ーPart 2 雲関係ー, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年5月, オンライン
170. 川合秀明, 吉田康平, 神代 剛, 行本誠史, 全球気候モデルにおけるマイナーに見える取り扱いの重要性, JpGU meeting 2023, 2023 年5月, 千葉県千葉市&オンライン
171. 山下克也, 本吉弘岐, 中井専人, 橋本明弘, 地上ネットワーク観測を用いた降雪強化メカニズムに関する研究構想, 日本雪氷学会北信越支部研究発表会, 2023 年6月, 富山市
172. 毛利英明, 大気境界層乱流の研究: 今後の展望, 乱流の素過程, 2023 年7月, 京都府京都市
173. 橋本明弘, 黒崎 豊, 的場澄人, 北西グリーンランドにおける雲・降水過程に関する数値実験, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2023 年8月, 札幌市
174. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 村上正隆, 大気エアロゾル粒子の氷晶核能 (その3), 第40回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2023 年9月, 桐生市
175. 橋本明弘, 降雪粒子特性に対する山岳地形効果に関する数値実験, 雪氷研究大会(2023・郡山), 2023 年9月, 郡山市
176. 中山雅茂, 直木和弘, 谷川朋範, 長 幸平, 今岡啓治, 海氷のマイクロ波輝度温度特性の把握を目的とした海氷・積雪の重ね合わせ実験, 雪氷研究大会(2023・郡山), 2023 年9月, 郡山市
177. 毛利英明, 伊藤純至, 壁乱流における運動量フラックスの変動則, 日本流体力学会 年会 2023, 2023 年9月, 東京都小金井市
178. 吉田龍二, 筆保弘徳, 村上正隆, 北野湧斗, 折笠成宏, 田尻拓也, 岩田 歩, 梶野瑞王, 宮本佳明, 梶川友貴, 去田尚悟, 赤見彰一, 室内実験と数値実験に基づいたシーディングによる台風制御手法開発, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年10月, 仙台市
179. 小林ちあき, 石川一郎, 結合モデルで予測された半年以上継続する 2018 年北半球中緯度高温偏差, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年5月, 東京都
180. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 村上正隆, 氷晶核として働くエアロゾル粒子径に関する考察, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年10月, 仙台市
181. 鎌田萌花, 佐藤陽祐, 橋本明弘, Process Tracking Model を用いた北海道の降雪粒子の将来変化, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年10月, 仙台市
182. 渡邊俊一, 伊藤純至, 末木健太, 積乱雲内のエントレインメント率の格子間隔依存性, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年10月, 仙台市
183. 林 修吾, 渡邊俊一, 橋本明弘, 廣川康隆, 線状降水帯再現性検証のための評価手法の検討, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年10月, 仙台市

184. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 雲フィードバックの鉛直プロファイル解析, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
185. 谷川朋範, 大気-積雪-海水系の偏光放射伝達モデルの開発と雪氷面上大気エアロゾル観測の可能性, 日本リモートセンシング学会第 75 回 (令和 5 年度秋季) 学術講演会, 2023 年 11 月, 宮城県仙台市
186. 橋本明弘, ネパール・ロールワリン領域を対象とする数値気象実験, 氷河氷床変動の精緻な理解に向けた現地観測-衛星観測-数値モデルの連携, 2024 年 1 月, 札幌
187. 橋本明弘, 北海道の降雪粒子特性分布に関する数値実験, 南極領域スケール雪氷研究集会, 2024 年 1 月, 立川
188. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, HIWC-2022 と CPEX-CV キャンペーンで直接観測された雲核・エアロゾルの特性, 2023 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2024 年 2 月, 東京都立川市
189. 田尻拓也, 折笠成宏, 岩田 歩, 郭 威鎮, 村上正隆, 吉田龍二, 高温多湿な環境条件における雲生成チェンバー実験, 2023 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2024 年 2 月, 東京都立川市
190. 戸田雅之, 岩田 歩, 折笠成宏, 村上正隆, 松木 篤, 大西洋上空における氷晶核活性粒子の個別分析, 第 15 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 2024 年 2 月, 大阪府大阪市
191. 岩田 歩, エアロゾル雲相互作用に及ぼす越境汚染と国内排出の影響, 金沢大学環日本海域環境研究センター2023 年度共同研究報告会, 2024 年 3 月, オンライン
192. 大野耕平, 岩田 歩, 松本彩乃, 戸田雅之, 松木 篤, SML 由来の有機物が海洋起源エアロゾルの雲凝結核および氷晶核形成に与える影響: 速報, SOLAS-JIPS2023 フォローアップ会合, 2024 年 3 月, 千葉県柏市

イ. ポスター発表: 合計 115 件

・国際的な会議・学会等: 31 件

1. Ando, T., Y. Iizuka, M. Shibata, S. Matoba, S. Sugiyama, S. Adachi, S. Yamaguchi, K. Fujita, A. Hori, M. Niwano, T. Aoki, and S. Fujita, History of snow grain modification evaluated by specific surface area (SSA) and density using two ice cores from Greenland, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019 年 4 月, オーストリア, ウィーン
2. Hori, M., T. Aoki, T. Tanikawa, M. Niwano, and R. Shimada, Retrieving temperature and specularity of sea-ice surface from remotely sensed thermal infrared brightness temperatures, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019 年 4 月, オーストリア, ウィーン
3. Shimada, R., M. Hori, T. Aoki, T. Tanikawa, S. Matoba, M. Niwano, K. Stamnes, W. Li, and N. Chen, Introduction of the GCOM-C/SGLI Cryosphere product and validation result, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019 年 4 月, オーストリア, ウィーン
4. Kawai, H., T. Koshiro, H. Yoshimura, R. Oyama, H. Endo, and M. Nakagawa, Convective and large-scale precipitation in models, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2019 年 10 月, ギリシャ, ミコノス
5. Yogo, Y., Y. Ioka, T. Tanikawa, M. Hosaka, and T. Aoki, New Snow & Sea Ice Detection Algorithm Using The New Geostationary Meteorological Satellites Himawari-8 and 9/AHI, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
6. Niwano, M., A. Hashimoto, and T. Aoki, Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt, from 2012 to 2014, 2019 AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
7. Tajiri, T., N. Orikasa, Y. Zaizen, W.-C. Kuo, and M. Murakami, Internal structure and INP ability of AgI flare particles mixed with hygroscopic materials, 3rd Atmospheric Ice Nucleation Conference, 2020 年 1 月, アメリカ, ボストン

8. Oriekasa, N., A. Saito, K. Yamashita, T. Tajiri, Y. Zaizen, T.-H. Kuo, W.-C. Kuo, and M. Murakami, Seasonal variations of aerosols focused on IN and CCN abilities from ground-based observations at Tsukuba, Japan, 3rd Atmospheric Ice Nucleation Conference, 2020年1月, アメリカ, ボストン
9. Kawai, H., and T. Koshiro, Stability Index for Marine Low Cloud Cover over the Mid-latitudes, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
10. Hashimoto, A., H. Motoyoshi, N. Oriekasa, R. Misumi, and M. Niwano, Development and applications of the process-tracking scheme based on bulk microphysics to determine the properties of snow particles, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, 千葉市幕張
11. Hashimoto, A., M. Niwano, H. Fujinami, A. Sakai, and K. Fujita, Numerical simulations of precipitation in high altitude Himalaya mountainous area by using JMA-NHM, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, 千葉市幕張
12. Oriekasa, N., M. Murakami, A. Saito, T. Tajiri, Y. Zaizen, and T. Shinoda, Cloud seeding experiment for precipitation augmentation with aircraft in-situ measurements, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
13. Hashimoto, A., H. Motoyoshi, N. Oriekasa, and R. Misumi, Development of a process-tracking scheme based on bulk microphysics to diagnose the features of snow particles, 18th International Conference on Clouds and Precipitation (ICCP 2021), 2021年8月, インド, プネ
14. Oriekasa, N., A. Saito, K. Yamashita, T. Tajiri, Y. Zaizen, T.-H. Kuo, W.-C. Kuo, and M. Murakami, Seasonal variations of aerosols focused on IN and CCN abilities from ground-based observations at Tsukuba, Japan, 18th International Conference on Clouds and Precipitation (ICCP 2021), 2021年8月, インド, プネ
15. Oriekasa, N., M. Murakami, T. Tajiri, Y. Zaizen, and T. Shinoda, In Situ Measurements of Aerosol and Cloud Microphysical Properties and Cloud Seeding Experiments over the UAE, 18th International Conference on Clouds and Precipitation (ICCP 2021), 2021年8月, インド, プネ
16. Tajiri, T., N. Oriekasa, Y. Zaizen, W.-C. Kuo, and M. Murakami, Immersion freezing abilities of atmospheric aerosols measured at Tsukuba, Japan, 18th International Conference on Clouds and Precipitation (ICCP 2021), 2021年8月, インド, プネ
17. Sugi, M., and H. Yoshimura, Cumulus parameterization scheme for gray zone, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021) High-Resolution Climate Modeling and Hazards; https://www.pco-prime.com/tougou2021_ws/index.html, 2021年9月, (オンライン)
18. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2021年9月, オンライン
19. Hashimoto, A., T. Aoki, T. Yamasaki, S. Matoba, M. Niwano, T. Tanikawa, K. Fujita, and Y. Iizuka, Numerical Weather Simulations for the Ice Core Drilling Expedition 2021 at SE-Dome, Southeastern Greenland Ice Sheet, 第12回極域科学シンポジウム, 2021年11月, 東京都
20. Shimada, R., and Niwano, M., Integration test of polar regional climate model and radiative transfer model for development of microwave remote sensing simulator, The 12th Symposium on Polar Science, 2021年11月, オンライン
21. Aoki, T., Shimada, R., Hori, M., Tanikawa, T., and Niwano, M., Is surface darkening occurring over the Greenland Ice Sheet?, The 12th Symposium on Polar Science, 2021年11月, オンライン

22. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0, Tri-MIPathlon-3, 2021年12月, イギリス, (オンライン)
23. Kawai, H., S. Yukimoto, T. Koshiro, N. Oshima, T. Tanaka, H. Yoshimura, and R. Nagasawa, Significant Reduction of the Southern Ocean Radiation Bias in a Climate Model, AMS 102nd Annual Meeting, 2022年1月, アメリカ, オンライン
24. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of “Minor Treatments” in Global Climate Models, The 3rd Pan-GASS meeting, 2022年7月, アメリカ, モントレー
25. Kawai, H., J. Chiba, and T. Koshiro, Simple parameterization of breakup processes of low clouds for GCMs, 16th Conference on Cloud Physics, 2022年8月, アメリカ&オンライン, マディソン&オンライン
26. N. Ohkawara, Efforts to reduce errors in infrared radiation observations at the Earth's surface, Metrology for Climate Action, 2022年9月, (オンライン)
27. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments in Global Climate Models, 6th WGENE workshop on systematic errors in weather and climate models, 2022年11月, イギリス, レディング
28. Niwano, M., Box, J. E., Fettweis, X., and Wehrlé, A., Bare ice darkening impacts on northwestern Greenland ice sheet runoff, AGU Fall Meeting 2022, 2022年12月, アメリカ, シカゴ
29. Tanikawa, T., N. Ohkawara, and T. Aoki, Monitoring of snow physical parameters by spectral radiation measurements using ground-based optical instrument in Ny-Ålesund, Svalbard, Seventh International Symposium on Arctic Research (ISAR-7), 2023年3月, 東京都立川市
30. Kawai, H., K. Yoshida, T. Koshiro, and S. Yukimoto, Importance of Minor-Looking Treatments for Clouds in GCMs, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2023年7月, フランス, パリ
31. Orikasa, N., M. Murakami, A. Iwata, A. Matsuki, M. Toda, and HIWC Science Team (NASA/FAA), Aircraft observations of aerosols and clouds during High Ice Water Content (HIWC) flight campaign: Preliminary results, 第28回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023年7月, ドイツ, ベルリン

・国内の会議・学会等：84件

1. 財前祐二, 梶野瑞王, 田中泰宙, 川端康弘, 足立光司, 折笠成宏, 田尻拓也, エアロゾルモデルを用いた非降水時の視程予測の試み その2, 日本気象学会 2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
2. 谷川朋範, 青木輝夫, 石元裕史, 庭野匡思, 堀 雅裕, 的場澄人, 積雪の波長別偏光測定装置の高度化, 日本気象学会 2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
3. 折笠成宏, 斎藤篤思, 山下克也, 田尻拓也, 財前祐二, Tzu-Hsien Kuo, Wei-Chen Kuo, 村上正隆, つくば地上モニタリング観測による実大気エアロゾルの雲核能・氷晶核能の変動(その2), 日本気象学会 2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
4. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE上空におけるエアロゾル・雲の直接観測及びシーディング実験, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
5. 西澤誠也, 北村祐二, 有限体積モデルにおける地表面フラックススキーム, 第6回メソ気象セミナー, 2019年7月, 三重県伊勢市
6. 田尻拓也, 郭 威鎮, 折笠成宏, 財前祐二, 村上正隆, 内部混合粒子の吸湿度と氷晶形成に関する研究(その2), 第36回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2019年9月, 広島県東広島市
7. 橋本明弘, 庭野匡思, 藤波初木, 坂井亜規子, 藤田耕史, ヒマラヤ山岳域の降水再現実験における格子解像度依存性, 雪氷研究大会(2019・山形), 2019年9月, 山形市

8. 橋本明弘, 本吉弘岐, 山下克也, 石坂雅昭, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季大雪事例の雲・降水機構に関する数値実験, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
9. 財前祐二, 折笠成宏, 田尻拓也, 村上正隆, UAE 上空のバックグラウンドエアロゾルの特徴, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
10. 田村多佳基, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 兒玉裕二, 谷川朋範, 札幌における雲が積雪面上の熱収支に与える効果, 日本気象学会 2019 年秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
11. 橋本明弘, 折笠成宏, 田尻拓也, 林 修吾, 平成 30 年 7 月豪雨の雲・降水形成機構に関する数値実験, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
12. 長澤亮二, 気象庁全球モデルの放射計算で利用する水雲有効半径の見直し, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
13. 鈴木賢士, 杉立卓治, 清水健作, 森 修一, 勝俣昌己, 中川勝広, 大石 哲, 川野哲也, 橋本明弘, 大東忠保, 齊藤靖博, 篠田太郎, 山田広幸, 降水粒子帯電電荷測定のための 400MHz 帯ラジオゾンデ搭載新型センサー開発, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
14. 財前祐二, 折笠成宏, 田尻拓也, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで観測された新粒子生成イベントの特徴と CCN との関係, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
15. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE 上空におけるエアロゾル・雲の直接観測 (その 2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
16. 橋本明弘, 石坂雅昭, 山下克也, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季大雪事例の降雪粒子特性に関する数値実験, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
17. 豊田威信, 小野貴司, 谷川朋範, Pat Wongpan, 野村大樹, 雪が結氷初期の海氷成長に及ぼす影響について, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2020 年 9 月, 山形市
18. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その 2, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
19. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで計測された大気エアロゾル粒子の氷晶核能, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
20. 村上正隆, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 増永浩彦, 堀江宏昭, 山田広幸, 折笠成宏, 田尻拓也, 財前祐二, 川合秀明, 松木 篤, 牧 輝弥, 竹村俊彦, Walter Strapp, Lyle Lilie, Thomas Ratvasky, Kris Bedka, 高濃度氷晶雲の実態把握と検出法・予測法開発に関する基礎的研究 ―航空機観測実施時期の検討―, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
21. 橋本明弘, 石坂雅昭, 山下克也, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季 JPCZ に関連した降雪形成機構に関する数値実験, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
22. 中川雅之, 川合秀明, 気象庁全球モデルへの浅い積雲対流スキームの導入 (2), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
23. 折笠成宏, 村上正隆, 田尻拓也, 財前祐二, 篠田太郎, UAE 上空におけるエアロゾル・雲の直接観測 (その 3), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
24. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, N. Orikasa, and K. Yamashita, Droplet Size Distribution Activated and Grown from Hygroscopic Particles in CCNC, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
25. 豊田威信, 小野貴司, 谷川朋範, Pat Wongpan, 野村大樹, 降雪が結氷初期の海氷凍結過程に及ぼす影響について, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 11 月, オンライン
26. 木村宏海, 八久保晶弘, 舘山一孝, 谷川朋範, サロマ湖海水上の積雪含水率の測定, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
27. 財前祐二, 足立光司, 折笠成宏, 田尻拓也, 木名瀬健, つくばにおける有効な氷晶核粒子を特定する試み, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン

28. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで計測された 大気エアロゾル粒子の 氷晶核能 (その2), 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
29. 橋本明弘, 山下克也, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季降雪シミュレーションから得られた降雪粒子特性に関する検討 その2, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
30. 長澤亮二, 放射計算における氷雲の扱いが大気モデルの OLR に与える影響, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
31. Kuo, W-C., M. Murakami, T. Tajiri, N. Orikasa, and K. Yamashita, Droplet Size Distribution Activated and Grown from Hygroscopic Particles in CCNC, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
32. 堀 雅裕, 庭野匡思, 青木輝夫, 島田利元, 複数の衛星搭載光学センサデータから抽出された北半球積雪域分布の比較, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
33. 西村基志, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 山口 悟, 山崎哲秀, グリーンランド・カナック氷帽上 SIGMA-B における熱収支解析に基づく表面融解メカニズムの考察, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
34. 廣瀬 聡, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, 北西グリーンランド氷床上 SIGMA-A サイトで観測された雪面熱収支の特徴, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
35. 橋本明弘, 山下克也, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 素過程追跡雲微物理スキームを用いた 2018 年冬季大雪事例の再現実験, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
36. 橋本明弘, 佐々木織江, 坂井亜規子, 藤田耕史, ヒマラヤ高山域の降水再現実験における地形平滑化に対する依存性, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
37. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 財前祐二, 村上正隆, 大気エアロゾル粒子の氷晶核能—つくば地上観測事例—, 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2021 年 8 月, オンライン開催
38. 橋本明弘, 山下克也, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 中井専人, 山口 悟, 2018 年冬季大雪における降雪粒子特性の JMA-NHM による再現性の検証, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
39. 飯塚芳徳, 的場澄人, 箕輪昌紘, 山崎哲秀, 川上 薫, 角五綾子, 宮原盛厚, 藤田耕史, 橋本明弘, 庭野匡思, 谷川朋範, 青木輝夫, グリーンランド南東ドームにおけるアイスコア掘削と気象・雪氷観測, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
40. 波多俊太郎, 日下 稜, 原田康浩, 庭野匡思, 的場澄人, 2021 年 2 月に札幌で発生した斑点濡れ雪の氷薄片観察, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
41. 西村基志, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 山口 悟, 山崎哲秀, グリーンランド・カナック氷帽上 SIGMA-B サイトで観測された雲の有無による表面熱収支の違い, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
42. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その3, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
43. 財前祐二, 折笠成宏, 田尻拓也, 村上正隆, UAE から日本に至る自由対流圏エアロゾルの特徴—その2, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
44. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで計測された 大気エアロゾル粒子の 氷晶核能 (その3), 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
45. 折笠成宏, 田尻拓也, 財前祐二, Wei-Chen Kuo, 氷晶核計と PCVI による雲残渣粒子の観測 (序報), 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
46. 林 修吾, 渡邊俊一, 橋本明弘, 藤田 匡, NHM と asuca によるモデル間相互比較実験, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
47. 守永武史, 毛利英明, 萩野谷成徳, 八木俊政, 森 一安, 温度成層のある境界層乱流の風速変動, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン

48. 川端康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 東京における 1990 年代の低視程日数増加と大気環境, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
49. 杉 正人, 吉村裕正, グレーゾーンの積雲対流スキーム, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
50. 橋本明弘, 庭野匡思, 山口 悟, 山崎哲秀, 青木輝夫, 2018 年 4 月グリーンランド北西部シオラパークで観測された強風に関する数値実験, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
51. 山上晃央, 梶野瑞王, 眞木貴史, 北極でのエアロゾルの変動と循環場の関係, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, 東京
52. 川端康弘, 日本の主要空港における視程の変化, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
53. 田尻拓也, 折笠成宏, 財前祐二, 郭 威鎮, 村上正隆, つくばで計測された 大気エアロゾル粒子の氷晶核能 (その 4), 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
54. Kuo, W-C., K. Yamashita, M. Murakami, T. Tajiri, A. Hashimoto, and N. Orikasa, Numerical Simulation on Feasibility of Rain Enhancement by Hygroscopic Seeding over Kochi Area, Shikoku, Japan in Early Summer, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
55. 岩田 歩, Samuel Gray MURRAY HORWITZ, 栗原一嘉, 松木 篤, 奥田知明, 横浜と能登における粒子特性の違いが及ぼす氷晶核濃度への影響, 第 39 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2022 年 8 月, 東京都
56. 橋本明弘, 傾斜した融解層に関する数値実験, 第 8 回メソ気象セミナー, 2022 年 9 月, 三重県津市
57. 橋本明弘, 藤波初木, 佐々木織江, 坂井亜規子, 藤田耕史, ヒマラヤ山岳域の局地気象日変化の再現実験, 雪氷研究大会 (2022・札幌), 2022 年 10 月, 札幌市
58. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 高木朗充, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その 4, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
59. 岩田 歩, Samuel Gray MURRAY HORWITZ, 栗原一嘉, 松木 篤, 奥田知明, 国内 2 地点における粒子特性の違いが及ぼす 氷晶形成粒子濃度への影響, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
60. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, 高濃度氷晶雲プロジェクトでの エアロゾル・雲の航空機観測 (その 1), 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
61. 川端康弘, 日本の気象官署における霧の気候学的特徴, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
62. 渡邊俊一, 川瀬宏明, 廣川康隆, 野坂真也, d4PDF5km ダウンスケーリングを用いた線状降水帯の将来変化, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
63. 中川雅之, 吉村裕正, 松林健吾, 気象庁全球モデルにおけるグレーゾーンに対応した積雲対流スキームの開発 (2), 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
64. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, 高濃度氷晶雲プロジェクトでのエアロゾル・雲の航空機観測: 初期結果, 2022 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン
65. 橋本明弘, 領域気象モデルへの素過程追跡スキームの結合とその効果, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
66. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, 高濃度氷晶雲プロジェクトでのエアロゾル・雲の航空機観測 (その 2), 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
67. 田尻拓也, 折笠成宏, 郭 威鎮, 村上正隆, 実大気中で氷晶核として働くエアロゾル粒子の粒径考察, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン

68. 橋本明弘, 鈴木賢士, 梅原章仁, Rainscope ゾンデにより観測された降水システムに関する数値実験 事例: 2022 年 2 月 20 日水戸, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
69. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 松木 篤, 戸田雅之, 米国 HIWC サイエンスチーム, 高濃度氷晶雲プロジェクトでのエアロゾル・雲の航空機観測: 初期結果, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
70. 岩田 歩, 折笠成宏, 村上正隆, 戸田雅之, 松木 篤, 大西洋上空で捕集された エアロゾル粒子中の氷晶核粒子濃度と個別粒子分析, 第 40 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2023 年 8 月, 桐生市
71. 對馬あかね, 大沼友貴彦, 谷川朋範, 小野誠仁, 薄羽珠ノ介, 竹内 望, グルカナ氷河上に繁殖する雪氷藻類の色素構成とその光学特性, 雪氷研究大会 (2023・郡山), 2023 年 9 月, 郡山市
72. 滝澤 楓, 八久保晶弘, 谷川朋範, 堀 雅裕, 杉浦幸之助, 青木輝夫, サンクラスト形成時の積雪表層の安定同位体比の変化, 雪氷研究大会 (2023・郡山), 2023 年 9 月, 郡山市
73. 橋本明弘, 藤波初木, 佐々木織江, 坂井亜規子, 藤田耕史, ヒマラヤ山岳域の局地気象日変化の再現実験 その 2, 雪氷研究大会 (2023・郡山), 2023 年 9 月, 郡山市
74. 岩田 歩, Samuel Gray MURRAY HORWITZ, 栗原一嘉, 松木 篤, 奥田知明, 横浜・能登における氷晶核粒子濃度に対する 粒子組成および熱感受性生物起源粒子の寄与, 第 64 回大気環境学会年会, 2023 年 9 月, 茨城県つくば市
75. 橋本明弘, 高木朗充, 新堀敏基, 衛星観測と前方流跡線解析による二酸化硫黄放出率推定, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島市
76. 杉 正人, 村田昭彦, グレーゾーンの積雲対流スキーム (2), 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
77. 岩田 歩, 折笠成宏, 村上正隆, 戸田雅之, 松木 篤, 大西洋上空の氷晶核粒子濃度と個別粒子組成, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
78. 高見和弥, 橋本明弘, 竈本倫平, 鈴木賢士, 塩沢における 2023 年 1 月 24-25 日の降雪事例の解析, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
79. 橋本明弘, 山岳地域における降雪粒子特性に関する数値実験, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
80. 折笠成宏, 村上正隆, 岩田 歩, 米国 HIWC サイエンスチーム, 高濃度氷晶雲プロジェクトでのエアロゾル・雲の航空機観測 (その 3), 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
81. 中川雅之, 吉村裕正, 松林健吾, 気象庁全球モデルにおけるグレーゾーンに対応した積雲対流スキームの開発 (3), 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
82. 渡邊俊一, 川瀬宏明, 廣川康隆, 野坂真也, d4PDF5kmDS を用いた線状降水帯発生環境場の将来変化, 日本気象学会 2023 年秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
83. 橋本明弘, 富良野盆地における降雪粒子の特徴に関する数値実験, エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2024 年 2 月, 東京都立川市
84. 川合秀明, 神代 剛, 亜熱帯の下層雲は夏の亜熱帯高気圧を強めるか?, エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2024 年 2 月, 東京都立川市

報道・記事

(1) 報道・記事: 4 件

1. 庭野匡思 BBCNews 「Climate change: Greenland's ice faces melting 'death sentence'」
(令和元年 9 月 3 日)
<https://www.bbc.com/news/science-environment-49483580>
2. 庭野匡思 環境展望台, 国内ニュース「気象研、「氷床に降る雨」の時空間変動を詳細解析」
(令和 3 年 8 月 23 日)
<https://tenbou.nies.go.jp/news/jnews/detail.php?i=32379>

3. 庭野匡思 読売新聞記事「グリーンランド雨量増 氷床解ける原因 温暖化影響か」(令和3年8月24日)
4. 折笠成宏・田尻拓也・足立光司 NHK(サイエンス ZERO) 「“ほこり”が天気を変える!? 575 でカガク!〜エアロゾル〜」(令和4年11月27日)

(2) 報道発表：4件

1. 気象研究所報道発表「近年のグリーンランド氷床で増加している降雨の変動の実態を詳細に定量化することに成功」(令和3年8月23日)
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R03/030823/press_030823.html
2. 気象研究所報道発表「札幌の積雪中に存在する光吸収性粒子が融雪に与える影響を国内・国外由来に分離して推定しました」(令和3年10月26日)
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R03/031026/press_031026.html
3. 共同報道発表「対流圏で採取したエアロゾル粒子から隕石由来の物質を電子顕微鏡分析で検出し、それらが成層圏から流れてきていることを示しました」(令和4年7月11日)
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R04/040711/press_040711.html
4. 共同報道発表「物理的な推定指標を用いて下層雲による温暖化の増幅が説明できることを示しました」(令和4年8月15日)
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R04/040815/press_040815.html

その他(3)「成果の他の研究への波及状況」関連)

●お知らせ

1. 気象研究所お知らせ「近年のグリーンランド氷床の融解量評価に関する国際共同研究に貢献しました」(令和2年11月13日)
https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021113a/021113_oshirase.html

●講演・アウトリーチ

1. 毛利英明「大気乱流入門」神戸大学理学研究科 集中講義 惑星学詳論Ⅱ(令和元年6月18日・令和2年6月23日・令和3年6月8日)
2. 谷川朋範 体験学習会「雪の重さってどれくらい? 雪はどのように変化する?」JST 主催サイエンスアゴラ 2019(令和元年11月16日)
3. 橋本明弘「雲・降水の数値シミュレーション」日本気象学会第54回夏季大学(令和2年8月22日)
4. 谷川朋範 講演会「変わりつつある日本の雪と雪崩災害」JST 主催サイエンスアゴラ 2020(令和2年11月22日)
5. 川合秀明 「地球温暖化によって将来の気候はどう変わるのか?」アースドクターふなばし主催オンライン市民公開講座(令和2年12月11日)
6. 庭野匡思 「北極域の急速な温暖化」令和2年度 気象研究所 研究成果発表会(令和2年12月16日ー3年1月27日)
7. 川合秀明 「何が地球の将来の温度を決めるのか?」アースドクターふなばし主催オンライン地球環境講演会(令和3年1月27日)
8. 川合秀明 「気候モデルで地球温暖化を予測する!」科学技術館 科学ライブショー「ユニバース」ノーベル物理学賞特別番組(令和3年11月6日)
9. 川合秀明 「何が地球の将来の温度を決めるのか?」環境省ダイバーシティ大学オンライン(令和3年11月19日)
10. 川合秀明 「地球温暖化を考える!(祝!真鍋さんノーベル賞受賞)〜気候モデルによる温暖化シミュレーション〜」アースドクターふなばし主催オンライン市民公開講座(令和4年1月8日)
11. 川合秀明 「雲の話、地球温暖化の話」サイエンスQ 出前授業 つくば市立桜中学校 オンライン(令和4年3月15日)

12. 川合秀明 「地球の温度上昇予測に大きなばらつきがあるのはなぜか? —答えは、雲—」 第56回夏季大学「気候変動とその影響」 オンライン (令和4年8月6日)
13. 川合秀明「雲の話、天気予報の話、地球温暖化の話」 出前授業 船橋市立船橋中学校 (令和5年11月16日)
14. 川合秀明「地球温暖化シミュレーション」 第24回法政大学環境展特別企画 気象庁気象研究所協力講座 (令和5年11月22日)
15. 橋本明弘 「雪粒子の特徴から探る降水形成メカニズム」 令和5年度 気象研究所 研究成果発表会 オンライン (令和5年12月2日)

受賞等

1. 日本気象学会 2019 年気象集誌論文賞
Yukimoto, S., H. Kawai, T. Koshiro, N. Oshima, K. Yoshida, S. Urakawa, H. Tsujino, M. Deushi, T. Tanaka, M. Hosaka, S. Yabu, H. Yoshimura, E. Shindo, R. Mizuta, A. Obata, Y. Adachi, and M. Ishii, 2019: The Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0, MRI-ESM2.0: Description and basic evaluation of the physical component. J. Meteor. Soc. Japan, 97, 931-965.
2. 日本雪氷学会 2019 年度論文賞
黒崎 豊, 的場澄人, 飯塚芳徳, 庭野匡思, 谷川朋範, 青木輝夫, 「バフィン湾周辺の環境がグリーンランド北西部の降雪中の d-excess と化学成分に与える影響」, 雪氷, 80, 515-529.
3. 大気環境学会 令和2年度 最優秀論文賞
市川陽一, 露木敬允, 薦田直人, 宮元健太, 廣畑智也, 中園真衣, 関 光一, 毛利英明, 守永武史「森林における大気汚染物質の輸送におよぼす遮蔽による流体力学的効果の解析」大気環境学会誌, 55, 50-59
4. 日本雪氷学会 2020 年度 関東・中部・西日本支部賞 (活動賞)
斎藤和之および日本国内地温・凍結深データベース 作成委員会 (萩野谷成徳ほか) 「日本国内の地温・凍結深観測値のデータレスキューによる雪氷研究推進と教育・普及に対する貢献」
5. 令和5年度 気象庁長官表彰
全球数値予報システム・全球アンサンブル予報システム開発チーム (長澤亮二ほか) 「全球数値予報システム・全球アンサンブル予報システムの開発により台風予報・天気予報の大幅な予測精度向上に寄与した功績」
6. 令和5年度 気象庁長官表彰
積雪深・降雪深の解析・予報システム開発チーム (庭野匡思ほか) 「解析積雪深・解析降雪量、降雪短時間予報の開発及びその精度向上に関する功績」
7. PEPS Most Cited Paper Awards 2022 (最多被引用論文賞)
Oshima, N., Yukimoto, S., Deushi, M., Koshiro, T., Kawai, H., Tanaka, T. Y., and Yoshida, K., Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0, Progress in Earth and Planetary Science, 7, 38, 2020.
8. 日本大気化学会 2022 年度論文賞
Oshima, N., Yukimoto, S., Deushi, M., Koshiro, T., Kawai, H., Tanaka, T. Y., and Yoshida, K., Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0, Progress in Earth and Planetary Science, 7, 38, 2020.

D データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：青梨和正（気象観測研究部長／令和元年度）

瀬古 弘（気象観測研究部長／令和2～4年度）

石元裕史（気象観測研究部長／令和5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

副課題代表者：岡本幸三（気象観測研究部）

研究担当者：

[気象観測研究部] 上清直隆（令和元年度）、石橋俊之、岡部いづみ（令和2～5年度）、
林 昌宏（令和5年度）、石田春磨（令和2～4年度）、
近藤圭一（令和元～3年度）、小田真祐子（令和元年度）

[気象予報研究部] 中川雅之

[台風・災害気象研究部] 林 昌宏（令和元～4年度）

（副課題2）メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

副課題代表者：瀬古 弘（気象観測研究部／令和元年度）、

川畑拓矢（気象観測研究部／令和2～5年度）

研究担当者：

[気象観測研究部] 川畑拓矢（令和元年度）、澤田 謙、堀田大介、藤田 匡（令和元年度）、
幾田泰醇（令和2～5年度）、山田芳則（令和2～3年度）、
太田芳文（令和3～5年度）、大泉 伝（令和4～5年度）、
田上雅浩（令和4～5年度）、安井良輔（令和4～5年度）、
佐谷 茜（令和4～5年度）、寺崎康児（令和4～5年度）、
瀬戸里枝（令和4～5年度）、酒井 哲、吉田 智、瀬古 弘（令和5年度）、
岡本幸三、小司禎教（令和元～4年度）、近藤圭一（令和2～3年度）

[気象予報研究部] 藤田 匡（令和2～4年度）

[台風・災害気象研究部] 小野耕介（令和3～5年度）、荒木健太郎（令和3～5年度）

（副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

副課題代表者：石元裕史（気象観測研究部／令和元～4年度）

研究担当者：

[気象観測研究部] 山崎明宏（令和元～4年度）、石田春磨（令和5年度）、
工藤 玲、林 昌宏（令和5年度）、太田芳文（令和4～5年度）、
瀬古 弘（令和5年度）

[全球大気海洋研究部] 大河原望、谷川朋範、長澤亮二、田尻拓也（令和5年度）

[気象予報研究部] 大河原望、谷川朋範、長澤亮二、田尻拓也（令和5年度）

[台風・災害気象研究部] 林 昌宏（令和元～4年度）、荒木健太郎（令和元、5年度）

（副課題4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

副課題代表者：小司禎教（気象観測研究部／令和元～3年度）

酒井 哲（気象観測研究部／令和4～5年度）

研究担当者：

[気象観測研究部] 酒井 哲（令和元～3年度）、吉田 智、小司禎教（令和4年度）、
西橋政秀（令和4～5年度）、及川栄治（令和4～5年度）、
瀬古 弘（令和5年度）

[台風・災害気象研究部] 永井智広（令和元～3年度）

[企画室] 小司禎教（令和5年度）

研究協力者：【氏名（機関）】

上田 学（情報基盤部数値予報課／令和2～3年度）、
 国井 勝（情報基盤部数値予報課／令和2～3年度）、
 太田芳文（情報基盤部数値予報課／令和2～3年度）、
 近藤圭一（情報基盤部数値予報課／令和4～5年度）、
 原田正輝（情報基盤部数値予報課／令和3～4年度）、
 横田 祥（情報基盤部数値予報課／令和2～5年度）、
 川田英幸（情報基盤部数値予報課／令和2～5年度）、
 藤田 匡（情報基盤部数値予報課／令和5年度）、
 永井智広（大気海洋部業務課気象技術開発室／令和4～5年度）、
 吉本浩一（大気海洋部業務課気象技術開発室／令和4～5年度）、
 山本健太郎（大気海洋部業務課気象技術開発室／令和5年度）、
 一川孝平（大気海洋部業務課気象技術開発室／令和5年度）、
 原口大輝（大気海洋部業務課気象技術開発室／令和5年度）、
 河野宜幸（大気海洋部観測整備計画課／令和4年度）、
 竹田智博（大気海洋部観測整備計画課／令和4年度）、
 松元 誠（大気海洋部観測整備計画課／令和4年度）、
 鈴木健司（大気海洋部観測整備計画課／令和4～5年度）、
 中山和正（大気海洋部観測整備計画課／令和4～5年度）、
 酒匂啓司（大気海洋部観測整備計画課／令和5年度）、
 三浦甚哉（大気海洋部環境・海洋気象課／令和3年度）、
 小嶋 惇（大気海洋部環境・海洋気象課／令和4～5年度）、
 大塚道子（気象大学校／令和2～5年度）、 澤田洋平（東京大学／令和5年度）、
 Le Duc（東京大学／令和5年度）、 伊藤耕介（京都大学／令和5年度）、
 小林健一郎（神戸大学／令和5年度）、 内山明博（環境研／令和5年度）、
 斉藤和雄（気象業務支援センター／令和5年度）、
 呉 品穎（日本学術振興会外国人特別研究員／令和5年度）

**研究の動機・背景 ※現状、問題点、研究の必要性及び緊急性についても記載
 （社会的背景・意義）**

令和2年7月豪雨、令和3年7月1～3日、8月11～19日の前線による大雨、令和4年8月1～6日の大雨、令和4年台風14号や15号など、台風や線状降水帯、豪雨等による気象災害が毎年のように発生している。また、地球温暖化に伴って豪雨の降水量が増大し、より頻発するという指摘もされている。これらの自然災害の激甚化、少子高齢化等の社会環境の変化を踏まえ、今後10年程度の中長期を展望して「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方～災害が激甚化する国土、変革する社会において国民とともに前進する気象業務～」(H30.8.20)が交通政策審議会気象分科会により提言としてとりまとめられた。この提言において、**重点的な取り組み事項として「豪雨等の予測精度向上」と「長いリードタイムの確保のための観測・予測技術の高度化」の必要性が指摘されている。**

甚大な災害をもたらす線状降水帯やそれに伴う豪雨、台風等の顕著現象は、モンスーンから雲物理までの様々なスケールの現象が相互に作用しあうため、また、短期間に局地的に発生する現象もあって、正確な予測が困難である。これらの現象について、**近年の高密度・高頻度・高精度な観測データと発達が著しい電子計算機を駆使した「より長いリードタイムを確保して精度良く予測ができるデータ同化システム」の構築が望まれている（副課題1,2）。**また、令和2年7月豪雨のように激しい災害をもたらす顕著現象による被害を軽減するためには、それらの発生・維持のメカニズムを解明し、予測精度を向上させる必要がある。**そのために水蒸気の時空間分布を、より高精度・高分解能で把握することが必要である（副課題4）。**

静止気象衛星や各種地球観測衛星についても、既存の観測データの高機能・高時空間分解能化と共に、ハイパースペクトル赤外サウンダやドップラー風ライダー等の新しい観測センサの搭載が検討されている。これらの衛星の進歩に対応した利用法を開発すること、つまり、**社会に有用な大気・地表面情報やデータ同化等を通じた数値モデル精度向上に資する情報を衛星プロダクトとして提供する必要がある（副課題1,3）。**それらの実現のためには雲・エアロゾル・火山灰・降雪・

積雪等を対象とした大気地表面系の精密かつ高度な放射計算技術と、それを用いた衛星データ解析手法の開発が不可欠である（副課題3）。また、エアロゾルの組成別の情報や雲の特性、これらによる放射収支メカニズム等をより正確に把握することは、自然災害の激甚化・頻発化の可能性が指摘されている地球温暖化の監視・予測における大きな不確定要素であるエアロゾル及び雲の放射強制力の科学的理解を深めるために必要である（副課題3）。

（学術的背景・意義）

全球スケール大気現象は、雲物理からモンスーンまでの様々な時空間スケールの現象の相互作用によって生じており、その解析や予測には降水過程から全球スケールの力学までを適切に扱う数値予報データ同化システムの開発が不可欠である。降水過程から全球スケールの力学までを精度よく解析することは、気象学、統計的推定、計算科学等にまたがる学際的総合科学の重要テーマの一つである。この実現に向けて、アンサンブルを用いた高度な全球同化手法の開発や、これを駆動するための観測データ、特に衛星観測の有効な活用が重要である。（副課題1）

豪雨を構成する積雲対流は非線形・非ガウスな現象であり、線形・ガウスを仮定する4次元変分法やアンサンブルカルマンフィルタには限界がある。非線形・非ガウスな特徴を持つシビアな現象に適用できる新たな同化手法の開発が必要である。また、多くの高密度・高頻度なデータが入手できる「観測ビッグデータ」の時代を迎え、データ間の誤差相関やアンサンブルサイズの小ささなどから従来のやり方が適用困難になっている。高密度・高頻度な観測データをより有効に利用するための手法開発が必要である。（副課題2）

可視から赤外、マイクロ波にいたる波長での衛星観測に応じた大気地表面からの放射伝達計算や、そこに含まれる雲・エアロゾル等の大気粒子による光散乱特性や大気吸収特性のモデル化は、衛星による気象リモートセンシングの基盤的技術であり、世界の気象関係機関・研究所が開発の必要性や重要性を認識している課題である。またその技術はひまわりプロダクト開発に限らず、高精度衛星シミュレータとしての応用や観測チャンネルの校正、ひまわり後継機の仕様検討での利用など、幅広い学術的利用が期待される。（副課題3）

エアロゾルの放射強制力の正確な把握は、気候変動の監視・予測等に重要であるが、多様な物質が複雑に混合するエアロゾルは、短寿命で排出源が偏っており組成毎の分布把握が難しく、放射強制力には不確実性が大きい。エアロゾルの放射強制力の不確実性を低減し、気候変動を正確に監視・予測するためには、エアロゾルの組成別の情報の正確な把握が必要とされている。（副課題3）

GNSS（全球測位衛星システム）による水蒸気の観測については、気象庁では2009年より地上設置GNSS観測点から鉛直積算水蒸気量（可降水量）を、2014年3月からGSMで天頂遅延量をデータ同化している。GLONASS（ロシア）、GALILEO（欧州）、準天頂衛星（日本）等の近年の複数GNSS化に伴い増加する視線方向遅延量の解析技術の高度化、移動体での水蒸気量観測・解析技術の高度化、反射波による干渉を利用した土壌水分や積雪深、潮汐解析の研究が進展している。さらに最新の電離層研究を活用し、低廉な一周波受信機を利用した水蒸気量解析の研究も進められている。水蒸気ライダーについては、ラマンライダーを用いた鉛直分布の観測をデータ同化した際の精度向上についての技術の開発が進み、また、現業利用に適すると考えられる差分吸収法ライダー（DIAL）についても測器の開発が盛んに行われている。（副課題4）

令和2年7月豪雨では多数の線状降水帯が発生し、球磨川の氾濫などの災害を引き起こした。線状降水帯による豪雨予測の精度向上のため、船舶に搭載したGNSSによる可降水量観測、水蒸気ライダーによる線状降水帯に供給される水蒸気の鉛直プロファイル観測など、水蒸気分布の正確な把握が望まれている。（副課題4）

（気象業務での意義）

全球数値予報システムは気象業務の最も重要な技術基盤の一つであり、その精度向上には全球スケールでのデータ同化技術の改良が不可欠となっている。全球数値予報システムの精度向上は、防災情報の精度向上に資するだけでなく、2週間より長い時間スケールを対象とする解析予測システムの技術基盤にもなっており、波及効果は非常に大きい。衛星データ同化手法の改良は、数値予報の改善に向けて不可欠であり、情報基盤部数値予報課から特に「全天候域での輝度温度同化」の技術開発を要望されている。また新規データの有効性の実証などへの期待も高い。さらに情報基盤部気象衛星課からは、「ひまわり後継衛星搭載センサのインパクト調査」を要望されている。

（副課題1）

数値予報課に対し、次世代のデータ同化システムの方向性を示し、また同化手法の改良につながる知見を提供する。情報基盤部数値予報課、大気海洋部観測整備課に対しては、新規データの観測システムシミュレーション実験（OSSE）等を通じて、データ同化に有効な観測データを開拓し、予測を改善する観測データの条件等の知見を提供する。数値予報課、大気海洋部予報課と航空予報室に、現業利用が令和元年6月から開始されたメソアンサンブル予報システム改良についての知見を提供する。リードタイムの長い予報を提供できるよう高度なデータ同化手法の開発を行う。（副課題2）

気象衛星課からの要望事項である「ひまわり8/9号プロダクト開発」に対応し、高性能な放射伝達計算に基づいた新規アルゴリズムによる既存プロダクトの改良や新規衛星プロダクトの開発などを行い気象業務に貢献する。大気海洋部環境・海洋気象課からの要望事項であるエーロゾル観測業務における観測測器の校正を支援し、同業務の安定実施に貢献する。さらに同業務における新しいエーロゾル情報のためのデータ解析支援の要望に対し、エーロゾル組成毎の情報抽出技術を提供することにより、地球環境変動監視の強化に貢献する。（副課題3）

水蒸気の時・空間構造を高精度・高分解能でとらえることで、線状降水帯等の甚大な災害をもたらす大気現象の機構解明・予測が向上でき、被害の軽減に貢献できる。20km 間隔という高い空間密度の GNSS から得られる情報を高度利用することで、面的基盤情報等、気象庁で開発が進められるプロダクトに貢献できる。（副課題4）

研究の目的

（全体）

全球からメソスケールまでのデータ同化技術と、衛星・地上リモートセンシング及び直接観測データを利用した監視・予測技術の開発による「台風、集中豪雨等の監視・予測精度向上」を目的とする。

（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

全球データ同化・衛星同化の改善による「全球数値予報システムを用いる気象庁の様々な大気・海洋・環境予測・解析精度の高度化」を目的とする。

（副課題2）メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

メソスケールの大気現象に向けたデータ同化やアンサンブル予報の改良や開発による「顕著現象の予測精度の向上、防災気象情報の高精度化」を目的とする。

（副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

衛星による火山灰物質推定や火山灰雲の物理量推定という新しい「火山灰情報の提供」、広く一般の大気・地表面の放射伝達計算に適用できる「粒子形状・散乱モデル開発の提供」、エーロゾル監視技術の高度化による「気候及び地球環境変動における社会課題の1つである黒色炭素や硫酸塩等の人為起源気候汚染物質による地球環境変動の把握」を目的とする。

（副課題4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測 技術に関する研究

水蒸気ライダーや GNSS 水蒸気観測で得られる水蒸気情報の強化による「水蒸気観測技術の確立」や「線状降水帯など災害をもたらす予測の難しい気象現象の理解と予測改善」を目的とする。

研究の目標

（全体）

目的を達成するため、以下を行う。

- ・シビア現象の予測精度の向上のためのデータ同化技術の改良やアンサンブル予報技術の開発（副課題1, 2）
- ・静止気象衛星ひまわり8、9号等の衛星データを有効かつ効率的に同化する技術の改良と大気放射収支及びエーロゾル・雲の監視技術の改良（副課題1, 3）
- ・大気中の水蒸気などの観測技術の開発・改良とその有効性の評価（副課題4）

（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

（a）衛星データ同化の改良

全天候域での衛星輝度温度同化など、衛星同化手法の新しい開発や、新規衛星データの導入を行う。ひまわり後継衛星等の将来の衛星観測を評価し、観測システムを検討するため、OSSE を実施する。

(b) 全球データ同化システムの改良

アンサンブルを用いた全球データ同化手法の開発・改良や、観測情報の拡充、モデル誤差の影響の軽減によって、より多くの観測情報をより効果的に同化する。

(副課題2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

(a) シビア現象に適用する高解像度非線形同化システムの開発

非線形性・非ガウス性が卓越しているシビア現象を念頭に高解像度同化システムを開発する。

(b) 領域モデルを対象にした高頻度・高密度な観測ビッグデータの同化法の開発

高頻度・高密度な観測データを同化する手法を開発し、さらに観測誤差相関への対処法を開発する。

(c) 領域モデルを対象にしたアンサンブル予報の摂動作成法の検証

シビア現象を想定したアンサンブル予報の摂動作成法の改良と検証を行う。

(副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

(a) ひまわり等衛星データを利用した大気・地表面リトリーバル手法の開発

最適雲推定 (OCA) アルゴリズムや機械学習を用いた高度な雲物理情報の抽出技術を開発する。またエアロゾル効果の改良などによる高精度の日射量推定を実現する。ひまわり観測を用いた晴天域不安定指数や地表面射出率の推定を行い、その有効性を評価する。

(b) ひまわりを用いた火山灰物理量推定アルゴリズムの開発

赤外サウンダ観測を利用した火山灰物質情報の推定技術を用いて、NOAA/NESDIS (アメリカ海洋大気庁、国立気象衛星データ情報サービス) から導入したひまわり火山灰アルゴリズム (VOLCAT) を改良し、火山灰物理量の推定精度を向上させる。また最適雲解析 (OCA) アルゴリズムを利用した、ひまわり 8、9 号による最適火山灰推定アルゴリズム (OVAA) の新規開発を実施する。

(c) 大気・地表面放射モデルの改良

エアロゾル粒子モデルを開発・改良し、ひまわりや衛星複合センサ解析手法の開発を行う。また、ひまわり後継機やひまわり 8、9 号を含む複合的な衛星データ解析に対応した高精度な大気放射計算手法の開発を行う。

(d) 大気放射収支の変動及びエアロゾル・雲の監視技術の高度化

日射・大気放射エネルギー及びスペクトル観測技術の開発、及び、エアロゾル・雲等の推定技術の開発を行い、大気放射場の変動とその要因の監視技術を確立する。また、大気放射場の変動やその要因について解析を行う。

(副課題4) 地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測 技術に関する研究

(a) 水蒸気ライダー

水蒸気ライダーの観測・開発を行うとともに、現業化に向けた最適な観測ネットワークの検討を行う。

(b) 船舶 GNSS

船舶 GNSS による海上での水蒸気観測手法の実用化に取り組む。

(c) 水蒸気の時・空間構造解析

既存の観測網に加え、GNSS、水蒸気ライダーを含む複数の機器 (地上デジタル波、レーダー電波の位相等新たなリモセン機器) の観測データを統合し、水蒸気の時・空間構造を高精度でとらえる手法を開発する。これにより豪雨をもたらす気象現象の機構解明・予測に資する。

地上リモセン技術等を用いた水蒸気等の鉛直構造解析を行い、局地的大雨や集中豪雨の発生予測等に資する。

研究成果**(1) 成果の概要****(全体)**

「シビア現象の予測精度の向上のためのデータ同化技術の改良やアンサンブル予報技術の開発」(副課題 1, 2)

- ・地上設置型マイクロ波放射計など様々な観測データに対する同化手法や、高密度・高頻度観測同化手法を開発し、降水予測や台風の表現が改善することを確認した。
- ・粒子フィルタや機械学習およびペナルティ項による非ガウス性導入などの開発により、シビア現象に対応するデータ同化システムの開発及び高度化を行った。

- ・大アンサンブルデータ同化システムを開発し、アンサンブルを用いた豪雨要因解明研究やキキルを用いた洪水確率予測など、アンサンブルデータ利用手法の高度化を行った。
- ・全球データ同化システムの改良、観測誤差相関（水平、チャンネル間）の導入や高度化による観測情報の拡充、アンサンブルを用いた変分法同化システムの水物質の共分散構造などの高度化を行った。

「静止気象衛星ひまわり 8、9 号等の衛星データを有効かつ効率的に同化する技術の改良と大気放射収支及びエーロゾル・雲の監視技術の改良」（副課題 1, 3）

- ・風ライダー搭載衛星 Aeolus の視線風速、「ひまわり」の全天候域での輝度温度、マイクロ波センサの陸面での輝度温度などの同化について処理の高度化を行った。またハイパースペクトル赤外サウンダによる多チャンネル情報を有効に活用するための同化手法の改良を進めた。
- ・赤外サウンダデータを用いた火山灰物質情報の推定法を確立し、その結果を利用する「ひまわり/GCOM-C 解析」を複数の火山噴火事例について実施した。複合的に衛星を用いた火山灰物質情報の推定のアルゴリズムが有効であることを確認した。
- ・スカイラジオメータとライダーの地上観測データを複合解析することにより、境界層高度およびエーロゾル組成（水溶性・光吸収性・ダスト・海塩）の鉛直分布を導出した。

「大気中の水蒸気などの観測技術の開発・改良とその有効性の評価」（副課題 4）

- ・梅雨期九州での水蒸気ライダーによる下層水蒸気鉛直構造の連続観測に成功し、データ同化実験による豪雨の発生機構を解析した。
- ・船舶搭載 GNSS 装置による海上での水蒸気リアルタイム連続観測システムを構築し、大気海洋部と協力して気象庁観測船と海上保安庁測量船に実装し、海上での水蒸気リアルタイム連続観測を実現した。

（副課題 1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

（a）衛星データ同化の改良

- ・ひまわり後継衛星への搭載を検討しているハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査のため、気象衛星課や数値予報課と協力して全球及び領域同化システムを用いた OSSE を実行した。概要や領域同化結果について、論文や測候時報にまとめた。
- ・ひまわり赤外バンドの全天候域輝度温度（ASR）データの同化に向けて、雲の効果を考慮した品質管理、バイアス補正、観測誤差共分散モデルを開発した。晴天輝度温度と比較した改善効果を確認し、成果を取りまとめて論文投稿し受理された。
- ・上記ひまわり ASR 同化処理を他の静止衛星に適用した。晴天輝度温度（CSR）データの同化と比べサハラ砂漠域での改悪が確認されたため、ASR データとの利用の違いについて詳細な調査を行っている。
- ・CSR データについて、下層気温に感度を持つバンド 16 を新たに同化するため、品質管理処理の開発を行い、検証を行った。バンド 16 のように大気透過率が高く地表面の影響を受ける CSR を同化するには、放射計算に用いる地表面パラメータ（地表面温度など）の精度が重要である。そこで窓バンドの CSR から従来利用していたモデル第一推定値の地表面温度よりも高精度な地表面温度をリトリブして用いた。その結果、バンド 16 の CSR 同化により解析・予測精度が改善する結果を得た。予測精度の改善率について見られた日変化について調査し、モデル大気下層バイアスが関連しているとの知見を得た。これらの成果について学会で発表した。また、これらの成果を取り纏めた論文を投稿し受理された。
- ・マイクロ波輝度温度同化における陸域高度利用を行うための、マイクロ波気温サウンダに対して陸面射出率の動的推定手法（DE）を全球気象研データ同化同化実験システム（MRI-NAPEX）で開発した上で、数値予報課の NAPEX に移植し現業化に向けた調査を行った。さらに観測輝度温度と計算輝度温度の差が日中と夜間で大きく異なる主要因は地表面温度であることが判明したため、観測や第一推定値の誤差を考慮して射出率と地表面温度を同時推定できる新しい手法も提案・導入した。従来手法よりも概ね推定が適切に行われていることは確認できたものの、一部の雪氷域での温度推定に課題があることも判明し、調査を継続中。ここまでの成果をとりまとめて、国内外の学会で発表した。
- ・衛星搭載ドップラー風ライダー（DWL）の同化利用に向けて、DWL 搭載衛星 Aeolus の観測データの同化インパクト評価を行った。特に台風進路予測の改善効果が大きい事が詳細な調査から分かり、その成果を纏めた論文を投稿した（査読中）。これらの成果について、国内外のワークショップ等で発表した。また、日本で検討されている仕様の疑似 DWL データを用い、OSSE を実施し、国内のワークショップで発表した。

- ・ハイパースペクトル赤外サウンダがもつ観測情報をデータ同化に有効に活用するため、情報圧縮手法のデータ同化への応用に関する研究を実施した。主成分スコアによる情報圧縮の応用を検討し、従来研究を広範囲に調査し、結果を論文として投稿した。主成分分析における固有ベクトルに基づいたチャンネル選択手法を開発した。選択したチャンネルの輝度温度データによる同化処理を可能にし、同化サイクル実験から予報精度への影響を調査した。その結果、当方法によって予報へのインパクトが大きいチャンネルを優先的に選択できることを証明した。結果について国内の学会において発表した。また、深層生成モデルのチャンネル選択への応用可能性について検討し、簡単な事例に対して試用し調査した。結果を国内の学会において発表予定である。
- ・衛星搭載雲レーダ（EarthCARE や CloudSat）を用いたモデル検証・同化に向けて、全球モデルのレーダー反射因子観測の再現性を調査し、モデル計算値過小というバイアスがあることが分かった。また反射因子を同化できるように全球 4DVar を改良し、同化による解析場の変化を詳細に調査した。これらの成果をとりまとめて、国内外の学会で発表した。

(b) 全球データ同化システムの改良

- ・気象研究所の全球 MRI-NAPEX について、研究所新計算機システムへの移植、バージョン更新を行った。同システム上で現実大気を対象とした研究を実施し、複雑で高度なデータ同化システムを含む現業システムを用いた研究及び研究成果による現業システムの改善が可能であることを示した。
- ・アンサンブル生成と決定論的解析を一つの変分法同化システムで行う同化システムの研究を進め、完全に流れ依存した背景誤差共分散行列によって、解析や予報精度が明瞭に改善することを明らかにした（論文出版済）。
- ・変分法アンサンブルで得られた大気摂動のアンサンブルデータセットをネットワーク理論に基づいて解析し、大気摂動の基本構造を明らかにした（論文出版済）。
- ・同化理論に基づいて観測および背景誤差共分散行列の客観推定する研究を進めた。客観推定した共分散行列（観測誤差のチャンネル間相関や水平相関も考慮）によって解析や予報精度、理論整合性が明瞭に向上することを明らかにした（論文出版済）。
- ・変分法アンサンブルによる背景誤差共分散行列の推定と同化理論に基づいた標本統計による誤差共分散行列推定を比較し、整合的であることを明らかにした。これらを併用することで、解析や予報精度、同化理論との整合性が顕著に向上することを明らかにした（論文投稿済）。
- ・水物質の情報をもった観測の高度利用のため、マイクロ波輝度温度観測の誤差共分散行列構造の流れ依存性を解析し、これを考慮できるよう同化システムを拡張した。これにより、解析・予報精度が改善することを示した。また、水物質の影響の大きさごとに観測インパクト評価し、これらのマイクロ波観測のインパクトが従来手法の2倍程度に増加すること、水物質の影響を最も強く受けた観測(全体の数%)についても明瞭なインパクトがあることがわかった（論文投稿済）。また、アンサンブルを用いて水物質の共分散構造を明らかにした。
- ・変分法によるアンサンブル同化の理論基盤である背景誤差共分散の根の定式化や非正則性の問題についてのレビュー論文を出版した。
- ・同化システムの理論整合性の観点から、衛星輝度温度観測のグロスエラーチェック閾値を一律にデータのガウス分布標準偏差の4倍まで拡大した。予測精度は概ね維持され、統計の歪みが少ない同化システムとなることがわかった。
- ・変分法バイアス補正のリファレンス観測の観点から、GNSS 衛星掩蔽観測の対流圏中下層の同化データを拡充した。予報精度が中立から改善となることがわかった。
- ・計算コストの低減のため、モデル積分時間間隔、変分法最適化回数、基本場更新回数、物理過程計算密度が、解析や予報精度に与える影響を明らかにした。
- ・積乱雲深層の情報をもつ雷光観測の同化のために、雷光の観測演算子を実装し、数値予報モデルによる雷光予測を行った。また、雷光の疑似観測を同化し、気象場へのインパクトを明らかにした。感度解析を応用して超高精度な解析場（真値代替場）を高解像度（水平20km、鉛直100層）で夏冬一ヶ月の期間で構築した。OSSEの真値代替場としても利用した。
- ・数値予報（NWP）システム全体の随伴演算子を用いた観測のインパクト評価研究を進めた。近年のNWPシステムの開発により赤外ハイパースペクトルサウンダ等の新規センサのインパクトが明瞭に見られることや、誤差共分散行列への依存性が強いこと等が明らかになった。
- ・モデル予測の系統的な誤差の要因の一つである海面水温等の地球表面状態の解析精度の向上及び境界付近の観測の高度利用のために、海面水温等の地球表面状態の解析を大気解析と同時にやる

ように大気解析を拡張した。これによりこれまで利用の難しかった地表面に強い感度を持つ観測（低周波マイクロ波帯の衛星観測等）の同化も可能になった。これらにより、熱帯を中心に予報精度が改善すること等を示した。

- ・観測データの選択によってアンサンブル生成を行うシステムを構築し、予報精度が明瞭に向上することを示した。
- ・アンサンブルを用いた変分法において、背景誤差共分散のノイズを取り除くためマルチスケールの局所化を簡易的なモデルに実装して研究を進めた。
- ・背景誤差の非ガウス分布について、簡易モデルを用いたアンサンブルカルマンフィルタによるデータ同化実験から、背景誤差は多くの格子点でガウス分布であるものの、非線形性が強い場合は解析誤差が大きくなる傾向があることを示した。さらに非ガウス性の強度に応じて観測誤差を膨張させる手法の開発を開始した。
- ・局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）に粒子フィルタを組み合わせることで、背景誤差が非ガウス分布となる場合にも対応できるハイブリッドシステムを簡易大循環モデルで開発した。共分散膨張手法を multiplicative inflation からリラクゼーション手法に変更してもハイブリッドシステムの利点は損なわれなかったことを確認した。また共著として参加していたブエノスアイレス大学の Juan Ruiz 氏による非ガウス分布に関する論文（査読付き）が掲載された。

（副課題2）メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

（a）シビア現象に適用する高解像度非線形同化システムの開発

- ・ガウス型誤差分布を基本とした従来の変分法同化システムにおいて枠組み内で弱い非ガウス性を持つ誤差分布を考慮するための手法を定式化し、効率的な実装に向けて具体的な誤差分布の選定方法や適切な近似手法について検討を行った。また、低自由度モデルを用いた実験システムを構築し、非ガウス性を考慮することで予報誤差が小さくなりうることを確認した。
- ・Huber ノルムを適用した LETKF を開発し、線状降水帯事例に適用し、精度向上を確認した。
- ・LETKF による高頻度データ同化では観測空白域があったり観測演算子が非線形な場合に、アンサンブルにアウトライヤーが発生して解析精度が低下することを、理論的に明らかにした。その対策として、少ない追加計算コストで LETKF と観測摂動法による EnKF を組み合わせるハイブリッド EnKF を提案し、ローレンツ 96 モデルによるデータ同化実験によって、LETKF より高精度の解析値が得られることを明らかにした。これらの結果を査読論文にまとめて投稿した。
- ・「富岳」およびNAPS上で、メソNAPEXおよび局地NAPEXを構築し、インパクト実験が行える環境を整えた。
- ・アンサンブル同化システムにおいて、同化データが非常に多すぎる場合に予報精度が十分に改善できない問題について、観測数よりアンサンブルメンバー数を増やすことがより有効に予報を改善させることを示した。本成果については査読付き論文として出版した。
- ・データ同化による非現実的な水蒸気分布（負であったり過飽和の状態）に起因する降水予報のスピンダウン問題について、変分法の枠組みで水蒸気分布に関する拘束条件を評価関数に適切に与えることで、スピンダウンの状態が軽減できることを示した。本成果については査読付き論文として出版した。
- ・非線形・非ガウスを陽に扱う手法として粒子フィルタの開発を進めている。OSSE を実施して観測誤差動的推定を行うことで安定した動作することを確認し、さらに、非線形・非ガウス性の起源を調べたところ、積雲発達時の上昇流から始まっていることがわかった。本成果については査読付き論文として出版した。

（b）領域モデルを対象にした高頻度・高密度な観測ビッグデータの同化法の開発

- ・流れに依存する背景誤差のスケール依存性を同化で考慮するためウェーブレット制御変数を導入した変分法の特長調査を行った。アンサンブル摂動の各スケール成分の重みが、卓越する気象現象に応じて、高度や要素により変動することを確認した。多数メンバーによる結果を参照してスケールごとの局所化を検討した。スケールごとの背景誤差特性が同化に適用され、インクリメントが観測データの間引き間隔に敏感に応答することが分かった。
- ・地上設置型マイクロ波放射計で観測した可降水量や 1D-Var で得られた温度や湿度の鉛直プロファイル、輝度温度について、気象研メソNAPEXを用いて同化実験を行った。可降水量や温度・湿度の鉛直プロファイルを同化すると予測精度が改善することを確認した。輝度温度を2分間隔の頻度で直接同化するとさらに予測精度が改善することを確認した。
- ・合成開口レーダー（SAR）の海上風プロダクト同化のインパクトを調査した。極端現象における観

測データの有効活用のため、観測誤差分布関数として非ガウス分布である Huber 損失関数を導入した。また観測誤差の風速・入射角依存性を明らかにした。2019～2020 年の台風事例を対象に同化実験を行い、対流圏中層の風速の改善が得られることを示した。

- ・二重偏波レーダーのデータ同化を目的に、東京大学大気海洋研究所との共同研究の一環として、雲微物理スキームとレーダー観測シミュレーションを高度化した。観測を基にスキームの雨滴の粒径分布や雪の粒子形状の仮定を拡張することで予測精度向上が得られた。また gray zone スケールにおけるレーダー観測シミュレーションの結果から、台風境界層に対する境界層スキーム依存性を明らかにし、査読付き論文として出版した。
- ・豪雨の上流側の東シナ海上での洋上ドローン観測で得られた温度と湿度、水平風について、気象研メソ NAPEX を用いて同化実験を行った。それらのデータを用いることにより、降水予報の予測精度が改善する事例があることを確認した。
- ・気象庁地上マイクロ波放射計観測網で得られた可降水量と電子航法研究所で観測した航空機動態情報について、メソ NAPEX を用いて同化実験を行った。関東平野に発生した局地的大雨の事例では、マイクロ波放射計の可降水量と航空機動態情報、すなわち、水蒸気に加えて風や気温の情報を同時に同化することが、降水予測に対してより効果的であることがわかった。
- ・次期衛星のハイパースペクトル赤外サウンダのメソ OSSE の結果を分析した。メソ OSSE の疑似観測データには 1 次元変分法 (1D-Var) リトリバルデータ (T1 課題の成果) を用いた。平成 30 年 7 月豪雨、令和 2 年 7 月豪雨の事例では、晴天域でのインパクトが同化サイクルや予測を通じて伝播し、梅雨前線上の低圧域に伴う降水予測が改善した。平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、スケールの大きい環境場が改善した。一方、局地的強雨の予測は不十分であり、本 OSSE の解像度などによる限界とみられた。
- ・中国が運用を開始した現業静止気象衛星 FY-4B に搭載された赤外サウンダ GIIRS の L1 データを取得し、数値予報への活用を想定して、データ品質と特性の調査を行った。特に、GIIRS L1 データの虚数スペクトルとひまわり雲プロダクトを比較し、光学的に薄く、低い輝度温度の雲のシーンで虚数シグナルが大きい傾向があることが分かった。これらは同化前 QC の雲判定では検出困難な FOV 内部分雲を示唆していると考えられるため、虚数シグナルを用いた QC は有用かつ必須であることが分かった。
- ・ハイパースペクトル赤外サウンダの同化前データ品質管理におけるダスト（黄砂）の影響を調査した。昨年度までに試作した 2 チャンネル閾値判定手法を IASI, CrIS データに適用し、ダストを検出する閾値を定めることが可能であることを確認した。さらにダストの影響を受けたデータが QC を通過してメソ解析で同化されていることを確かめた。2023 年 4 月に比較的に大きな黄砂イベントが発生したため、同期間の GIIRS データとひまわりエアロゾルプロダクトを用いて 2 チャンネル閾値を定量的に見積もることができた。これにより、GIIRS データ単独でのダスト検出が可能であることが分かった。
- ・水蒸気ライダーで得られた水蒸気鉛直プロファイルデータを気象研メソ NAPEX に同化することにより、大気下層の水蒸気場の解析値・予報値が共に改善することを確認した。また、2021 年 7 月 10 日に鹿児島県北西部で発生した線状降水帯事例に関して、水蒸気ライダーデータの同化により、降水域の予測精度が改善することが分かった。この結果を投稿し、現在リバイス中である。
- ・三菱電機が開発した水蒸気 DIAL で得られた水蒸気濃度を気象研メソ NAPEX に同化する手法を開発した。初期的なデータ同化実験では、水蒸気プロファイルや予測する雨量の変化を確認した。
- ・ライダー品質管理に関して理化学研究所との共同研究の下、AI を用いたノイズ除去手法を開発し、従来手法を 40% 上回る精度を得ることができた。本成果の一部は査読付き論文として出版した。
- ・マイクロ波放射計搭載小型衛星群による高頻度観測の同化を想定した、衛星群の軌道シミュレーションおよび観測システムシミュレーション実験について、異なる群構成や河川流域での効果の検討を行ったその結果、観測頻度に加えて観測の時間間隔のばらつきが、降水予測精度に大きな影響を及ぼすことが分かった。
- ・大気陸面結合同化に基づいた陸域の全天候マイクロ波データ同化手法を令和 2 年 7 月豪雨に適用し、洪水をもたらした雲降水域が適切に再現された。
- ・赤外線大気サウンディング干渉計によって観測されることを想定した水蒸気量と水蒸気同位体比の疑似観測データを作成し、それによる理想化実験を NICAM 水同位体モデル (NICAM-WISO) を用いて行った。結果、従来観測に加えて、衛星観測された水蒸気量や同位体比を追加で同化することで、観測が空白な地域を中心に水蒸気量や同位体比だけでなく、気温や水平風の精度がさらに向上することがわかった。これらの成果について学会や研究集会にて発表した。

- ・衛星データ同化技術の高度化を目指した「成層圏から中間圏・下部熱圏の大気微量成分による放射冷却・加熱率推定」に向けて、地表から熱圏までを含む大気大循環モデルに化学輸送スキームを組み込み、2016 年 1 月について現実大気再現実験を行なった。大気微量成分を一定としたシミュレーションに対して、大気微量成分による化学反応・輸送を含めたシミュレーションでは、上部中間圏から下部熱圏にかけての白夜（極夜）の領域で CO₂ の光解離が促進（抑制）されることを示した。また、オゾンに関しても、中間圏界面付近の日変動も良く再現することができた。

(c) 領域モデルを対象にしたアンサンブル予報の摂動作成法の改良

- ・平成 30 年の 7 月豪雨と平成 29 年の九州北部豪雨について特異値解析を行い、西日本の降水量に対する大気場の異質相関マップを求めた。7 月豪雨について、異質相関マップから摂動を作成して予報すると、期待したように降水域の位置が変化することを確認した。本成果については査読付き論文として出版した。
- ・1000 メンバーによる大アンサンブル LETKF によって、2019 年東日本台風に対して風向および風速に関する確率予測を精度良く行えることを示した。また台風進路予測に対して側面境界摂動が極めて重要であることを確認した。
- ・メソ解析システム NHM-LETKF（気象庁非静力学モデルを用いた LETKF）を実行するにあたり実験設定やダウンスケーリング設定を簡易化した Python スクリプトのテストランを行い、アンサンブルメンバー50、解像度 15km、5 km の設定で 2018 年 8 月の東京周辺の雷雨事例を精度よく再現できることを確認できた。
- ・1000 メンバーによる大アンサンブル LETKF によって、2022 年 7 月 18 日から 19 日にかけて九州北部や中国地方で発生した線状降水帯の予測可能性の調査を実施し、半日程度前から豪雨発生の可能性を示した。
- ・防災気象情報の高精度化のために洪水キキクル（流域雨量指数）と 1000 メンバーのアンサンブル気象予測を用いて 2020 年 7 月の球磨川の事例で洪水の確率予測を行った。甚大な被害が出た地域で洪水が発生する確率が約 60%であることを災害が発生する 12 時間に示すことができた。比較対象として MEPS の 100 メンバーの気象予測を用いた実験も行ったが 1000 メンバーの予測精度が優れていることが示された。
- ・2019 年東日本台風に対して、解像度 1 km の 1000 アンサンブルは 5 km の実験より陸上の強風発生確率をよく予測できることを確認した。また、側面境界摂動の影響は線状降水帯の事例よりも台風においての影響が大きいことを確認し、さらに側面境界摂動の改良によって台風進路及び風速確率分布予測の改善を示した。
- ・2022 年 7 月 15 日～18 日にかけて九州地方で発生した線状降水帯事例について、100 メンバー及び 1000 メンバーでのデータ同化実験と 2 km 解像度での 24 時間決定論的及びアンサンブル予測実験を実施した。1000 メンバー実験で、半日以上前から決定論予測は九州北部と山口県での豪雨の位置及び強度を精度良く予測した。また、発生時刻 2、3 時間程度の誤差を考慮することで豪雨の発生確率をよく捉えることがわかった。さらに 100 メンバーでの予測実験は、1000 メンバーでの予測より精度は劣るものの概ね再現可能であることを確認した。
- ・メソアンサンブル予報システムを利用した顕著現象の予測可能性向上を目指し、メソアンサンブル初期摂動に総観場の不確実性を反映できる手法の開発を行った。本手法により、夏季冬季ともに降水確率予測精度が改善するとともに、顕著現象に対する複数気象シナリオの決定論的予測精度も改善することが明らかとなった。

(副課題 3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

(a) ひまわり等衛星データを利用した大気・地表面リトリーバル手法の開発

- ・大気不安定指数について、ひまわり後継衛星に搭載を計画している赤外ハイパースペクトルサウンダを想定したシミュレーション研究を行った。欧州の衛星に搭載予定の赤外サウンダ IRS の疑似観測を想定した気温・水蒸気プロファイル推定手法を開発し、日本域において CAPE 等の不安定指数を算出してその有効性を調査した。該当の疑似大気プロファイルは、気象庁メソモデルを用いた OSSE の入力データとして利用され、その成果は気象集誌に共著論文として掲載・受理された。また、開発したアルゴリズムを極軌道衛星の赤外サウンダ観測(AIRS, IASI, CrIS)にも導入し、台風中心部等における大気プロファイル推定・台風強度推定について航空機ドロップゾンデ観測やベストトラックデータとの比較を行った。該当手法のプログラムについて、現業メソ同化システム改良に向けた数値予報課予報課での提供依頼を受け、気象庁スーパーコンピュータシステムに移植し提供を行った。

(b) ひまわりを用いた火山灰物理量推定アルゴリズムの開発

- ・火山灰の組成情報（複素屈折率）をパラメータとした火山灰粒子散乱特性モデルを組み込んだ赤外サウンダ用高速スペクトルシミュレータ（MBCRM）を開発した。このシミュレータを用いて複数の火山噴火事例における火山灰雲の解析を行った。その結果から、火山灰雲の観測輝度温度スペクトルを最もよく説明する複素屈折率モデルが特定でき、赤外サウンダデータの解析から火山灰雲の組成情報を大まかに推定できることが示された。研究結果を論文として、受理・掲載された。
- ・赤外サウンダ解析と同じ複素屈折率モデルを使った火山灰粒子モデルを独自開発のひまわり 8 号データ解析用の最適火山灰アルゴリズム（OVAA）に組み込むことで、火山灰雲物理量（光学的厚さ、粒径、灰雲頂高度およびカラム量）の推定を高度化した。また複数の火山噴火事例に対して、NOAA/NESDIS 開発のアルゴリズムである VOLCAT と OVAA との火山灰雲解析結果の比較を行い、リトリバル結果の違いについてまとめた。また OVAA を GCOM-C 衛星のチャンネルに対応させ、ひまわりと GCOM-C のマッチアップデータを解析することで、熱赤外 2 チャンネルでも GCOM-C の高解像度で火山灰雲解析が可能であることを示した。これらの研究成果についてまとめ論文を執筆中。
- ・霧島新燃岳噴火でのひまわり OVAA による火山灰雲推定結果を火山研究部第 2 研究室に提供し、気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）の初期値としてひまわり OVAA の結果が利用可能であることが示された。結果まとめを共著論文として投稿し掲載された。

(c) 大気・地表面放射モデルの改良

- ・衛星搭載イメージャとライダーによるエアロゾル組成プロダクトについて、論文を作成し、国内外の学術誌に投稿、受理された。また、エアロゾル組成の全球三次元分布の長期変動を導出し、国内外の学会で発表した。
- ・衛星用に開発した手法を、2024 年に打ち上げ予定の EarthCARE 衛星に応用する手法を開発した。新しい点として最先端の煤の非球形内部混合粒子を導入した。また、環境研と共同で EarthCARE 衛星搭載ライダー単独で雲とエアロゾルを解析する手法も開発した。これについて、JAXA の標準プロダクトとして JAXA に提出した。
- ・国際宇宙ステーション搭載の SAGE III によるエアロゾル観測データを用いて、成層圏エアロゾルの粒径分布を導出する手法を開発した。そして、過去の火山噴火の影響等の解析結果を共著者として国際学術誌に投稿、受理された。マイクロ CT（断層撮影法）データを利用して開発した霰および雪片モデルを用い離散的な双極子近似法（DDA 法）による計算でテーブル化したレーダー反射特性について、またフェーズフィールド法を用いた積雪変質モデルの可能性と開発の進捗について積雪ワークショップで報告した（2022.6）。
- ・不純物が内部混合した氷粒子の幾何光学散乱特性計算コードを開発し、吸収性物質の混合状態による光散乱特性の違いについての研究を行った。内部混合粒子の吸収特性は吸収性物質の混合状態（不純物のサイズや氷内部での分布状態など）によって大きく異なり、混合粒子モデルの計算によく用いられている有効媒質近似は一般的な内部混合粒子の平均吸収特性を必ずしもうまく近似しているわけではないことが分かった。研究結果まとめを論文として執筆中。
- ・海氷の波長別偏光特性をシミュレートする大気-積雪・海氷系放射伝達モデルを改良し、より複雑な海氷・積雪状態でのシミュレーションを可能にした。

(d) 大気放射収支の変動及びエアロゾル・雲の監視技術の高度化

- ・現行のひまわり 8、9 号のシミュレーションデータと実際の観測データを使用し、エアロゾル組成、地表面アルベド、海上風速、クロロフィル a 濃度を推定する解析手法を開発し、各パラメータを推定可能か調査した。結果、光吸収性とダスト粒子の推定が難しいことが分かった。他のパラメータは十分とは言えないが、推定できることが分かった。
- ・気象研の敷地内で 2 台の全天カメラによる雲のステレオ観測を実施した。そして、雲分布の判別、ステレオ立体視によって雲底高度を推定する手法について、プロトタイプを開発し、事例解析を行った。ライダーを使って雲底高度を検証し、整合性を確認した。観測整備計画課、東京管区気象台と共同で、雲の目視代替観測を目的に、羽田空港で 2 台の全天カメラの観測を実施した。全天カメラで解析された雲層毎の雲量と雲底高度を、目視とシーロメータの観測結果と比較・検証した。
- ・目視代替として全天カメラで黄砂を判別可能か、全天カメラのシミュレータを開発し、放射伝達の理論的見地と実際に黄砂が飛来した際の観測データを使用して調査した。その結果、可能性が

見いだされたため、気象学会で発表した。

- ・網走のスカイラジオメータの現業観測・解析において、これまで知られていなかった地表面の不均質性を要因とする問題があることが分かった。大気海洋部環境・海洋気象課と共同で解決法を開発した。その結果を気象学会やスカイラジオメータの研究コミュニティで発表した。
- ・気象庁の放射観測、環境省のエーロゾル観測、SKYNET のスカイラジオメータ観測、AD-Net のライダー観測、A-Train の衛星搭載ライダーとイメージャを用いて、1930 年代から現在までの東アジア域のエーロゾル組成の変動を調べた。その結果、1980 年代までエーロゾルが増加傾向にあり、その後から現在まで、主として環境規制によって水溶性粒子や黒色炭素の減少していることが分かった。特に、2010 年代は、中国の環境規制の影響が大きいこと、その影響は日本上空にも見られている可能性が見いだされた。さらに、気象研の地球システムモデルの結果と比較したところ、地球システムモデルは、近年の東アジアのエーロゾルの減少を再現できていないことが分かった。要因は、IPCC が用意したエミッションインベントリにあり、近年の東アジアのエミッションを反映させてものを使用すると、エーロゾルの減少を再現できることも分かった。
- ・大気海洋部環境・海洋気象課と南極観測隊によるスカイラジオメータ観測の安定運用に向け、検定観測・解析に係る技術提供を行った。また、ハードウェア特性に関する知見の情報共有を継続して行った。
- ・光源を太陽光・月光とするスカイラジオメータの開発を進め、ドイツで行われた月と星を光源とした分光日射計の国際的な比較観測に参加した。
- ・2020 年 8 月上旬に九州、沖縄地方に到達したとみられる西之島の火山起源の煙霧について、8 月 5 日沖縄（宮古島）で、8 月 6 日に福岡でスカイラジオメータ等を用いて捉えることができ、観測した光学特性についてまとめ論文で発表した。
- ・スカイラジオメータの内部温度測定を改良を行った後、温度特性検査を実施した。特性検査結果は、良好な結果を得ており、以前より温度特性の表現が改善された。また、温度特性を考慮したデータ解析を行い、測器ごとの異なる温度依存により推定するエーロゾル光学特性の解析結果に影響が出ることを示した。
- ・ドイツ RPG 社製の地上設置型マイクロ波放射計について、気温・水蒸気プロファイルを推定する 1DVAR 計算コードを新規開発し、気象技術開発室に提供した。また同様な放射計算を用いてゾンデプロファイルを入力とした輝度温度の理論計算を行い、輝度温度の理論計算値を用いて、気象研での中間検査において、マイクロ放射計観測網で納入配備されるマイクロ波放射計 18 台の観測精度評価を実施した。

（副課題 4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

（a）水蒸気ライダー

- ・水蒸気ラマンライダーによる観測（長崎市野母崎、鹿児島県下甕島、気象研露場、神奈川県川崎市および茅ヶ崎市）を行い、期間中はほぼ連続的に水蒸気鉛直分布を、日中高度 0.2～約 1 km、夜間 0.2～約 5 km の範囲で取得した。
- ・2020 年 6 月 25 日に長崎県北部で発生した線状降水帯事例に関連した大気下層における水蒸気の上昇の観測に成功した。この結果を気象研成果発表会で発表した。
- ・九州での水蒸気ラマンライダーによる観測データをラジオゾンデ観測データと比較し相互検証を行い、その結果が本庁の現業ラジオゾンデ観測データ解析ソフトウェアの改善につながった。
- ・水蒸気ラマンライダーやラジオゾンデの観測データを、副課題 2 に同化用データとして提供するとともに、緊急研究課題の線状降水帯データベースに提供した。
- ・今後の水蒸気データの現業利用に向けて、九州の水蒸気ライダーの観測データをリアルタイムで大気海洋部に提供した。2022 年暖候期のみではあるが、予報作業現場でモニタできるようにし、実況監視資料の 1 つとして利用された。
- ・人工知能を利用した観測データの品質管理、デノイズ手法、及び最適な鉛直・時間解像度を評価する手法を開発した。その結果をまとめた論文が掲載された。
- ・長崎市野母崎における水蒸気ラマンライダー観測で得られた水蒸気プロファイルのデータ同化実験を行い、事例によっては降水予測の改善が得られることを確認した。その結果をまとめた論文が掲載された。
- ・2021 年 7 月 10 日に鹿児島県北西部で発生した線状降水帯について、水蒸気ライダーデータの解析を進めた。その結果この線状降水帯を引き起こした大気下層の湿潤なインフローは、対流混合層内のみで

湿潤であることが分かった。通常、対流混合層の厚みは2 km 以下であることから、大気下層の水蒸気観測の重要性を示した。この内容を投稿し、現在リバイス中である。

- ・ AI 技術である Deep Image Prior (ニューラルネットワーク構造を利用した画像復元手法の一つ) を用いた水蒸気ラマンライダーデータのノイズ除去を適用する手法を開発し、従来手法に対し平均で 30% を超える精度改善が得られた。この結果は令和 4 年 6 月に気象庁から報道発表された。
- ・ 東京都立大と共同開発している水蒸気 DIAL の観測精度改善のための開発・調整を行った。特に、光学設計ソフトウェアを用いた受信光学系の最適化や、調整用ミラー等の追加による送信光学系の再設計を行うとともに、ビームプロファイラーを活用した調整作業の効率化を実現した。また、送信レーザーの波長制御アルゴリズムも並行して開発し、試験観測を開始した。これらの成果を気象学会とレーザセンシングシンポジウムで発表した。
- ・ 気象研露場において、水蒸気ラマンライダーとドローン、ラジオゾンデ観測データを比較し、相互検証を行った。水蒸気ラマンライダーとドローン観測で得た水蒸気混合比の鉛直分布が、ラジオゾンデ観測データと各測器の測定誤差の範囲内で概ね一致することを示した。
- ・ 気象研究所露場においてバイサラ社製水蒸気 DIAL、三菱電機社製 DIAL の検証観測を行い、気象学会とレーザセンシングシンポジウムで発表した。
- ・ バイサラ社製水蒸気 DIAL と三菱電機社製 DIAL 観測で得られた水蒸気データの初期的なデータ同化実験を行い、予報に対するインパクトを調査し、国際レーザレーダ会議、レーザセンシングシンポジウムで発表した。
- ・ 2022 年に長崎野母崎と下甕島で実施した水蒸気ラマンライダーデータとラジオゾンデデータの比較解析を進めた。その結果、水蒸気ラマンライダーの水蒸気混合比の推定精度がおおよそ 0.75kg であることが分かった。
- ・ 2017 年 8 月 19 日の東京での局地的大雨事例について、水蒸気ラマンライダー及び空港気象ドップラーライダー観測データと気象庁非静力学モデル (NHM) による再現実験結果を解析し、東京湾から上陸する海風前線が、16 時過ぎに武蔵野市付近で降水をもたらした積乱雲発生のトリガとなっていることを明らかにした。
- ・ 2018 年 9 月 2 日に羽田空港周辺で発生した積乱雲の発生・発達過程を羽田空港ドップラーライダー及び空港ドップラーレーダーで明瞭に捉えることに成功した。水蒸気ライダー観測で得た水蒸気の鉛直プロファイルとの比較から、下層水蒸気量の上昇により積乱雲の発達が強化されていることを示した。

(b) 船舶搭載 GNSS

- ・ 2018 年より、東シナ海を航行する貨物船を含む 8 船舶に二周波 GNSS 受信機を設置し、海上での GNSS 観測及びオフラインでの可降水量 (PWV) 解析実験を開始した。その後、2021 年、2022 年度は 5 隻に縮小して科研費で継続し、2022 年 11 月に終了した。解析された海上での PWV データは副課題 2 に提供した。
- ・ 上記観測で得られた結果を用い、船舶など移動体搭載 GNSS 観測での最適な PWV 解析手法を開発した (Shoji et al. 2023, JMSJ)。
- ・ 気象庁と協力し、2021 から 2022 年にかけて、気象庁船 2 隻、海保船 4 隻、民間船舶 10 隻で常時連続観測を開始した (気象庁環境・海洋気象課 2023, 測候時報)。
- ・ 解析された海上の PWV データは、気象庁メソ解析で利用されている。
- ・ 上記観測開始後、解析精度の改善と取得率の向上のため、以下の改良を行った (1) 大気遅延量勾配パラメータ等を用いた品質管理、(2) 電離層モデルが現実と乖離した際に、解析ができなくなる不具合を、二周波の観測位相から電離層の影響を推定することで解消、(3) 欧州の測位衛星 GALILEO を解析に導入することで解析の安定化、精度の向上。

(c) 水蒸気の時・空間構造解析

- ・ 令和 4 年 7 月 12 日に関東平野で発生した局地的大雨事例について、T4 課題で開発したレーダー屈折率の推定法を用いて、局地的大雨の発生時のレーダー屈折率の時間変化分布を解析した。弱い降水域内でも屈折率が解析される場合があること、東西にのびる小さい対流性の降水域で屈折率の増加域と減少域が南北で隣り合っていて進行方向側で増加、通過後の南側で減少していたことを示した。
- ・ 気象観測用ドローンを用いた気温、湿度鉛直プロファイル観測について、気温、露点温度各センサーの応答速度を考慮した修正をすることにより、気温と湿度の鉛直プロファイルを修正できることを示した。
- ・ 船舶 GNSS で推定可能な視線水蒸気量の模擬観測データを用いて、船舶が航行することにより推

定領域内の視線数が増加し、水蒸気量偏差の3次元分布が推定できることを示した。

- ・レーダー屈折率の観測高度を確認するため、気象研構内で国立極地研究所との共同研究として大気下層のドローン観測(令和6年3-4月)を実施した。

(2) 当初計画からの変更点(研究手法の変更点等)

(副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

変更なし。

(副課題2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

中間評価時では「アンサンブル摂動作成法の改良」としていたが、アンサンブル予報結果を用いた確率情報にも取り組むこととし、「アンサンブル摂動作成法の検証」に変更した。「陸面・都市・海洋等の結合同化の有効性を調べ、有効な場合にはそれらの開発を行う」ことを取りやめにした。

(副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

NOAA/NESDIS から導入したひまわり火山灰アルゴリズム(VOLCAT)は、アルゴリズムの特殊性などの理由で当初考えていた改良が難しいことがわかった。VOLCAT についてはバージョンアップによる改善の調査と気象研開発の火山灰アルゴリズム(OVAA)との比較実験を行い、気象研での開発はOVAAを主とすることにした。

マイクロ波放射計観測網の整備に伴い、マイクロ波チャンネル特性に対応した1DVar解析用放射伝達モデル等の開発を追加した。

(副課題4) 地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

変更なし。

(3) 成果の他の研究への波及状況

(副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

- ・本課題で整備している気象研全球NAPEXは、大気海洋結合同化に関する研究(M課題)でも基盤システムとして用いられている他、全球モデル検証や他の課題に関連した観測システム実験でも利用されている。また、気象研メソNAPEX導入、気象庁本庁の計算機システム更新、JAXA等の庁外研究機関との協力等にも有効な環境や情報を提供している。
- ・誤差共分散行列の高精度推定による観測情報の拡充、変分法によるアンサンブル同化、NWPシステムの随伴演算子を用いた観測インパクト評価については、現業化を目指して数値予報課と協力して進めている(ソースコード、ツール等、提供済)。
- ・Aeolus衛星やひまわり輝度温度高度利用についても、数値予報課と定例会や勉強会で進捗を報告、開発管理サーバーを用いたソースコードの共有など、緊密に情報を共有しながら進めている。
- ・衛星搭載DWL同化について、宇宙航空研究開発機構(JAXA)や東京都立大学と連携して進めており、日本における将来のDWL検討や衛星シミュレータ高度化に寄与している。
- ・全天候の赤外輝度温度同化開発に必要な衛星観測とモデル結果の整合性調査は、モデルの雲特性、特にバイアスの検証に有益であり、数値予報課や気象予報研究部と成果を共有している。

(副課題2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

- ・NHM-LETKFを用いたアンサンブル同化システムは、「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」『V.線状降水帯の早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究』」、筑波大学との共同研究において用いられている。
- ・AIを用いたモデルパラメータ推定やライダー品質管理手法は理化学研究所AIPと気象庁の共同研究に用いられ、報道発表などを行った。
- ・地上設置型マイクロ波放射計による観測データ同化のインパクトを調べた結果はSIP2期の成果として貢献した。
- ・SARデータ同化によって台風予報に対するインパクトを調べたJAXAとの共同研究の成果として貢献した。

(副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

- ・本課題で開発した昼夜対応の全天カメラについて、高層気象台、東北大学、環境研、東京管区気象台、電子航法研究所で導入されたため、技術協力を行った。
- ・スカイラジオメータの解析ソフト Skyrad pack MRI version 2.1 を応用し、インドの国立大気科学研究所の研究者と共同で、SAGEⅢ/ISS のリムサウンディングによる成層圏エアロゾルの光学的厚さの観測からエアロゾルの数濃度粒径分布を導出する手法を開発した。
- ・全天カメラの校正手法を、JAXA、山梨大学、千葉大学と共同で開発中の GOSAT シリーズ地上検証用のカメラ型分光放射計に応用したソフトウェアを開発し、プログラムを共有した。
- ・気象庁現業の他、熊本県立大学、インド国立大気科学研究所などの国内外の研究機関にスカイラジオメータのデータ解析ソフト Skyrad pack MRI version 2.1 を提供し、技術協力を行った。
- ・A-Train の複合解析手法について JAXA に提供し、JAXA の WEB サイトを通して解析結果が公開された。
- ・EarthCARE 衛星のライダーを使ったエアロゾルの標準プロダクトを JAXA に提供した。
- ・産総研（フラックスネット）、環境研（GOSAT/GOSAT-2 検証）、金沢工大などのスカイラジオメータは、気象研究所の基準器と比較検定することで観測精度を維持しており、それぞれの機関の研究推進に貢献した。また、比較検定されたスカイラジオメータは地球観測衛星 GCOM-C の地上検証で使用されている。
- ・2020 年 8 月上旬に福岡に到達した西之島火山性由来気塊の地上 In-situ 観測データの解析では、気象研究所のブラックカーボン測定器のデータが使われ、研究成果が福岡大学総合研究所ニュース&レポートにおいて報告された。また、福岡で実施している観測については、福岡大学福岡から診る大気環境研究所参画者でレビューペーパーを執筆し、学術誌「エアロゾル研究」に受理され、掲載予定である。

(副課題4) 地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

- ・2021 年 8 月、船舶搭載 GNSS 観測データの気象庁メソ解析での利用開始。
- ・船舶搭載 GNSS に関し、国産測位衛星システムである準天頂衛星システムから配信される軌道情報を利用しており、内閣府準天頂衛星システム戦略室が注目し、活用事例として紹介している。
- ・長崎での水蒸気ラマンライダー観測データは、「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第 2 期「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」『V. 線状降水帯の早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究』において、防災科学研究所や福岡大学で利用されている。また、線状降水帯データベースにも登録されている。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

中間評価において、以下のような評価をいただきました。

- ・適切な副課題を設定し、新しい観測の取り込みやデータ同化技術の高度化が精力的に進められている。非常に順調に計画が進んでおり、現時点で既に分かりやすい成果が十分に挙げられている。
- ・特に船舶 GNSS の観測結果をもとに線状降水帯の予測が改善されたという結果は社会的にもインパクトのある成果になっている。
- ・線状降水帯などの集中豪雨の予測可能性なども精力的に調べられており、メンバー数を大幅に増やすことにより予測精度が向上することが示され、将来の展開が期待される。
- ・新規衛星 Aeolus の風データの同化のインパクト調査、非線形性・非ガウス性現象に強い粒子フィルタの開発なども成果が出ている。メソスケール以外の全球スケールの課題も着実に成果を挙げている。
- ・新型コロナウイルス感染拡大によって、観測研究全体が非常に困難な状況で実施を迫られることになった。そんな中、遅滞なく成果を挙げていることは特筆に値する。

中間評価でいただいた次の指摘事項について、以下の様に対応しています。

(コメント) 学術界では、高度に複雑化したデータ同化技術を用いて研究を展開すること必ずしも容易ではない。しかし、最新システムを用いた様々な角度からの研究が展開できれば、官・学の両者にとって有益であろう。気象庁・気象研の限られた資源の範囲にとどめず、「学」も巻き込んで広く研究を展開するよう心掛けて頂きたい。

(対応) データ同化技術を用いる研究については、複数の大学との共同研究等に取り組んでいる。気象研究所の緊急研究「集中観測等による線状降水帯の機構解明研究」でも、大学の研究者の方との連携した研究が進められていて、気象観測研究部でも協力する形で進めている。

- (コメント) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発については、九州・沖縄でのスカイラジオメータ観測解析の結果が報告された。今後は SKYNET や AERONET による多地点観測網の観測データを融合していくような研究が進むと発展性が高まるのではないかと。
- (対応) 観測データの融合に関連して、ヨーロッパの研究者チームと共同で、スペイン、バレンシアの観測データを使って AERONET、Skyrad pack MRI version 2、Skyrad pack version 4.2 を比較した。Skyrad pack MRI version 2 は、特に SSA について、Skyrad pack version 4.2 よりも AERONET と整合的な結果を示した。その結果は、2022 年 7 月にギリシャで開催された International Radiation Symposium で発表され、共著者として参加した。
- (コメント) 海上の水蒸気の観測が重要であることが示されたのであれば、それを機動的に観測する方法として、航空機による観測を検討されるべきではないかと。
- (対応) 航空機観測は、気象研究所の令和 4 年度の緊急研究「集中観測等による線状降水帯機構解明研究」で実施されたが、関東地方を対象にした航空機観測を取り入れた課題を提案した科研費は採択されていない。引き続き、民間航空機の観測データである DAPs データ等の利用を含め、検討をしていきたい。
- (コメント) 研究としての意義、面白さと社会実装の適否はかならずしも一致しない。出口を見据えて、つねにフィードバックをかけてほしい。
- (対応) 出口として、学会や論文による発表に加えて、気象庁の現業システムでの利用が挙げられる。今後も、「防災」と「学術」を両方に貢献できる研究を推進していきたい。

(5) 今後の課題

(副課題 1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

現在、進めている各衛星データ同化や全球データ同化処理開発は、引き続き改良や詳細な検証を進め、論文化や学会発表、数値予報課へのコードの提供等、結果のとりまとめを行う。特に全天候での赤外輝度温度同化、観測誤差相関を考慮した高密度化や観測誤差の最適化は、現業数値予報システムへの数年以内の導入を予定しており、引き続き数値予報課と緊密な連携を行う。さらにその先を見据えた研究・開発、例えば、ハイパースペクトル赤外サウンダの高度な処理、アクティブセンサや小型衛星の同化・処理高度化・インパクトの詳細な検証、アンサンブルを用いた同化システム、場に依存した誤差相関処理、海面水温等境界付近の観測の同化などの研究開発を着実に進める。ひまわり後継衛星や DWL の観測システムを検討するための OSSE は、本庁や JAXA 等と連携しながら、より多くの事例での調査や同化処理の高度化等を行う。

気象研究として、今後も現業に耐えるスペックの NWP システムを用いた高度な研究が不可欠である（現業から研究：02R）。同時にこれまで得られている現業導入が可能な研究成果（誤差共分散行列の高精度化、変分法によるアンサンブル同化、風ライダー同化、赤外全天同化等）について、迅速に現業導入されること（研究から現業：R20）は、現業システムの精度向上だけでなく、このような研究の継続のためにも重要である。

(副課題 2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

アンサンブル 4 次元変分法などの同化システムの同化実験を実施し、実験結果の評価を行う。さらに衛星観測データや二重偏波レーダー、水蒸気ライダー、マイクロ波放射計、SAR 等の高頻度・高密度な観測ビッグデータについての特性を調べ、誤差相関や非ガウス性を考慮した同化法などの検討を取りまとめる。ハイパースペクトル赤外サウンダデータについて同化手法の検討を行い、その結果を取りまとめる。さらに大アンサンブルを用いたアンサンブル予測実験を行い、成果を取りまとめる。

(副課題 3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

赤外サウンダ観測を利用した火山灰物質推定と、それに対応した散乱特性テーブルを用いたひまわり/GCOM-C の火山灰雲解析を継続して実施し、その結果を論文としてまとめる。雲・エアロゾル・放射に関連した、地上・衛星リモートセンシングプロダクトについて、概ね計画どおり順調に進捗している。今後も計画通り研究を推進する。地上エアロゾル光学特性等の連続観測及びデータ解析、分光日射観測システムの開発及び同システムを利用した連続観測を実施し、放射計校正技術の開発を継続する。

（副課題4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

水蒸気ライダーによる観測をつくばと茅ヶ崎において行う。これまで蓄積してきた観測データの品質管理の向上を図り、複数年の水蒸気量のデータセットを作成し、副課題2に同化用データ、緊急研究課題「集中観測等による線状降水帯の機構解明研究」用データベースとして提供する。水蒸気ライダー等複数の観測データの同化実験を実施し、水蒸気の時・空間構造を高精度で解析することにより、豪雨の機構解析を行い、得られた成果をまとめる。水蒸気 DIAL についても開発・調整を行い、試験観測を実施するとともに、精度改善を図る。観測データの数値予測への効果の評価結果に基づいた最適な観測方法の検討結果をまとめる。

船舶搭載 GNSS による水蒸気観測について、令和4年度年までに気象庁船、海上保安庁船、民間船への実装が行われた成果をまとめる。

自己点検**（1）到達目標に対する達成度****（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良**

衛星データ同化処理の改良、及び全球同化システムの改良、いずれも目標としていた課題にとりくみ、成果の発表や論文、現業開発との共有をおこなっており、当初の目標を達成した。

（副課題2）メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

非線形・非ガウス性へ対して、高解像度粒子フィルタの開発や機械学習及びペナルティ項の拡張などにより対応が進んでいる。また衛星及び地上設置型の先進的観測データに対する同化手法の開発や高頻度・高密度観測データに対して時空間の観測誤差を考慮する開発を実施した。さらに大アンサンブルデータ同化システムにより、望ましいアンサンブル摂動の性質を明らかにすると同時にアンサンブルデータの利用手法の高度化が実現した。また局地アンサンブルのハイブリッド化や船舶 GNSS 同化など現業化された成果も多く、到達目標を達成と言える。

（副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

複数の赤外サウンダの解析による大気不安定指数の推定、ひまわりと赤外サウンダや高解像度イメージャの複合利用による火山灰解析の実施、地上観測データと衛星複合センサによる観測データによるユーロゾルの長期変動の解析、全天カメラによる雲の観測手法の開発など多くの成果が出ており、目標を達成したと言える。

（副課題4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

水蒸気ライダー、船舶搭載 GNSS、水蒸気の時・空間構造解析については、概ね目標を達成している。

（2）到達目標の設定の妥当性**（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良**

科学的・現業的な要請に基づき課題を設定し、資源やスケジュールを考慮して計画を策定した。既述のようにその多くで成果を挙げており、目標の設定は妥当と考える。

（副課題2）メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

目標を達成しているものの、人事異動や技術革新などの影響を受け、当初想定していない形で成果が多く創出された。例えば本中期計画期間では機械学習技術が大きく発展し、本副課題においてはその利用を行い、観測データに対する同化技術の開発を行った。従って目標設定レベルとしては厳しい側面もありつつ、妥当と言える。

（副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

研究は概ね計画通りに進捗し研究成果が出たことから、目標の設定は妥当であったと言える。

（副課題4）地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

研究が計画通りに行われ、船舶 GNSS については現業化される等、本庁業務に大きく貢献していることから、到達目標は妥当であったと考える。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について**(副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良**

課題参加者全員が、現業システムをベースに作られた全球データ同化システム MRI-NAPEX を用いて研究を行っているため、課題内の知見の共有や結果の評価、および現業システムへの成果の提供を効率的に行っている。

(副課題2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

変分法及びアンサンブルを用いたデータ同化システムによって研究を進めた。前者は現業で用いられ、後者は研究コミュニティで用いられることが主であったが、現在では両者のハイブリッドが現業でも用いられるようになっている。従って効率よく研究を進めたと言える。

(副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

JAXA 共同研究による衛星の複合利用による火山灰解析、EarthCARE 衛星の JAXA 標準プロダクトの開発、気象庁関係部課局との連携による全天カメラによる雲観測手法の開発など、外部資金の活用や他機関との協力により研究を効率的に遂行した。

(副課題4) 地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

水蒸気ライダー観測では戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 第2期、科研費等の外部資金を活用した。防災科学技術研究所や福岡大、東京都立大学、気象庁の関係部課室等、研究部や室を超えた連携して実施することで効率的に研究を進めた。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義**(副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良**

本課題の成果である全球データ同化システムの誤差高度推定による観測情報の拡充や観測インパクト評価方法、全天候の衛星輝度温度同化、衛星マイクロ波センサの動的射出率推定、静止衛星の晴天輝度温度同化の拡充は、数値予報課に提供され、現業システムへの導入にむけて開発・検証が行われている。静止衛星搭載サウンダの OSSE は、ハイパーサウンダのひまわり後継衛星搭載決定に至る科学的議論に重要な情報を提供した。またこれらの研究は、世界をリードする研究であり、学術的意義も大きい。

(副課題2) メソスケール高解像度同化システム及びアンサンブル摂動作成法の改良

本課題で開発した船舶 GNSS やマイクロ波放射計などの同化手法は現業利用されている。また局地解析のハイブリッド化は当課題よりシステムを提供した。さらに線状降水帯予測機構解明緊急研究には、データ同化、アンサンブル、モデル改良、現象解明と様々な側面から貢献した。本課題で取り組んでいる非線形・非ガウス性や高密度・高頻度観測への対応は世界でも最先端のトピックであり、また大アンサンブルを用いた応用研究は本課題が世界を牽引しており、学術的貢献が大きい。

(副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

- ・ 赤外サウンダ用解析ツールやひまわり火山灰解析など、計算結果がそのままデータ同化に利用可能なものや、地上マイクロ波放射計 1DVAR コードなどが既に本庁システムで利用されているものもある一方で、X 線マイクロ CT やフェーズフィールド法、内部混合氷粒子モデルなど、論文にする新規性はあるが実利用には一層の開発要素や継続した研究が必要な課題も残っている。
- ・ 衛星リモートセンシングによるエーロゾルの解析手法は、JAXA プロダクトとして提供した。また、その全球解析結果は、学術的な貢献にとどまらず、地球システムモデル開発者への貢献にもつながった。
- ・ 地上リモートセンシングによるエーロゾルの解析手法は、気象庁業務へ活用された。また、熊本県立大学やインド国立大気科学研究所など、国内外の研究機関に技術協力を行った。
- ・ 開発した全天カメラ及び雲の解析手法については、気象庁業務への活用のほか、東北大学をはじめとして、様々な研究機関に技術協力を行った。また、EarthCARE 衛星の雲プロダクトの検証や、航空機の安全運航に関した成田空港における観測プロジェクトなど今後の活用が計画されている。

(副課題4) 地上リモートセンシング技術及びそれらをコアとした水蒸気等の観測技術に関する研究

本課題は、交通政策審議会気象分科会「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」において「豪雨等の予測精度向上」と「長いリードタイムの確保のための観測・予測技術の高度化」に対応するものである。

船舶GNSS観測技術は現業化され、本庁業務に活用されている。

水蒸気ライダー観測により、線状降水帯発生に先行して流入する下層水蒸気の鉛直構造を初めて明らかにしたことは、その機構解明につながるものであり学術的意義がある。

(5) 総合評価

本課題全体として、研究の進捗や担当者の異動などによる当初計画の一部変更があったが、気象庁内外との連携もあり設定した課題に対し計画的・効率的に成果を上げ、概ね目標を達成することができた。得られた成果や知見の多くは学術的な貢献とともに気象庁業務にも活用されることになった。

参考資料**研究成果リスト****(1) 原著査読論文：75件**

1. Rei Kudo, Akiko Higurashi, Eiji Oikawa, Masahiro Fujikawa, Hiroshi Ishimoto, Tomoaki Nishizawa, 2023: Global 3-D distribution of aerosol composition by synergistic use of CALIOP and MODIS observations. *Atmospheric Measurement Techniques*, 16, 3835–3863. (in press)
2. Shoji, Y., J. Miura, S. Tsubaki, Y. Higashi, S. Hibino, A. Kojima, T. Nakamura and K. Shutta, 2023: A study on analysis setting optimization of ship-based GNSS measurements for maritime precipitable water vapor monitoring. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101, –.
3. R. Imasu, T. Matsunaga, M. Nakajima, Y. Yoshida, K. Shiomi, I. Morino, N. Saitoh, Y. Niwa, Y. Someya, Y. Oishi, M. Hashimoto, H. Noda, K. Hikosaka, O. Uchino, S. Maksyutov, H. Takagi, H. Ishida, T. Y. Nakajima, T. Nakajima, C. Shi, 2023: Greenhouse gases Observing SATellite 2 (GOSAT-2): mission overview. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 33.
4. Ishibashi, T., 2023: Network structure of atmospheric perturbations. *Monthly Weather Review*, 151, 1849–1861.
5. Okamoto, K., T. Ishibashi. and I. Okabe, 2023: All-sky infrared radiance assimilation of a geostationary satellite in the Japan Meteorological Agency's global system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–27.
6. Wonsik Kim, Toshichika Iizumi, Nanae Hosokawa, Masahiro Tanoue and Yukiko Hirabayashi, 2023: Flood impacts on global crop production: advances and limitations. *Environmental Research Letters*, 18, 05400.
7. Dong, X., B. Chen, A. Yamazaki, G. Shi, N. Tang, 2023: Variations in aerosol optical characteristics from SKYNET measurements in Beijing. *Atmospheric Environment*, 302.
8. Kosuke Ono, 2023: Obtaining mesoscale singular vectors reflecting synoptic-scale uncertainty by projection in phase space. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 149, 657–676.
9. Hotta, D., T. Kadowaki, H. Yonehara, and T. Ishibashi, 2023: Twin-analysis verification: a new verification approach to alleviate pitfalls of own-analysis verification. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
10. Ken Sawada, Naoko Seino, Takuya Kawabata, and Hiromu Seko, 2023: Impacts of an Urban Canopy Scheme and Surface Observation Data on a Heavy Rain Event through Data Assimilation. *SOLA*, 19B, 1–4. (in press)

11. Kenichiro Kobayashi, Le Duc, Takuya Kawabata, Atsushi Tamura, Tsutao Oizumi, Kazuo Saito, Daisuke Nohara & Tetsuya Sumi, 2023: Ensemble rainfall-runoff and inundation simulations using 100 and 1000 member rainfalls by 4D LETKF on the Kumagawa River flooding 2020. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 5.
12. Ming Li, Husi Letu, Hiroshi Ishimoto, Shulei Li, Lei Liu, Takashi Y. Nakajima, Dabin Ji, Huazhe Shang, Chong Shi, 2023: Retrieval of terahertz ice cloud properties from airborne measurements based on the irregularly shaped Voronoi ice scattering models. *Atmospheric Measurement Techniques*, 16, 331–353.
13. Yasutaka Ikuta, Masahiro Sawada, Masaki Satoh, 2023: Determining the impact of boundary layer schemes on the secondary circulation of Typhoon Faxai using radar observations in the gray zone. *Journal of the Atmospheric Sciences*.
14. Bomidi Lakshmi Madhavan, Rei Kudo, Madineni Venkat Ratham, Corinna Kloss, Gwenael Berthet, Pasquale Sellitto, 2022: Stratospheric aerosol characteristics from the 2017–2019 volcanic eruptions using the SAGE III/ISS observations. *Remote Sensing*, 15. (in press)
15. Satoh, M., S. Matsugishi, W. Roh, Y. Ikuta, N. Kuba, T. Seiki, T. Hashino, and H. Okamoto, 2022: Evaluation of cloud and precipitation processes in regional and global models with ULTIMATE (ULtra-sIte for Measuring Atmosphere of Tokyo metropolitan Environment): A case study using the dual-polarization Doppler weather radars. *Progress in Earth and Planetary Science*, 9.
16. Satoru Yoshida, Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Yasutaka Ikuta, Yoshinori Shoji, Hiromu Seko, Koichi Shiraishi, 2022: Lidar observations and data assimilation of low-level moist inflows causing severe local rainfall associated with a mesoscale convective system. *Monthly Weather Review*, Vol. 150, No. 7, 1781–1798. (in press)
17. Saito, K., T. Matsunobu, and T. Oizumi, 2022: Effect of upper-air moistening by northward ageostrophic winds associated with a tropical cyclone on the PRE enhancement. *SOLA*, 18, 81–87.
18. Fujita, T., K. Okamoto, H. Seko, M. Otsuka, H. Owada, and M. Hayashi, 2022: Mesoscale OSSE to Evaluate the Potential Impact from a Geostationary Hyperspectral Infrared Sounder. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (submitted)
19. Li, M., H. Letu, Y. Peng, H. Ishimoto, Y. Lin, T. Y. Nakajima, A. J. Baran, Z. Guo, Y. Lei, and J. Shi, 2022: Investigation of ice cloud modeling capabilities for the irregularly shaped Voronoi ice scattering models in climate simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 4809–4825.
20. Monica Campanelli, Henri Diemoz, Anna Maria Siani, Alcide di Sarra, Anna Maria Iannarelli, Rei Kudo, Gabriele Fasano, Giampietro Casasanta, Luca Tofful, Marco Cacciani, Paolo Sano, Stefano Dietrich, 2022: Aerosol optical characteristics in the urban area of Rome, Italy, and their impact on the UV index. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 1171–1183. (in press)
21. Jin, Y., T. Nishizawa, N. Sugimoto, S. Takakura, Ma. Aoki, S. Ishii, A. Yamazaki, R. Kudo, K. Yumimoto, K. Sato, and H. Okamoto, 2022: Demonstration of aerosol profile measurement with a dual-wavelength high-spectral-resolution lidar using a scanning interferometer. *Applied Optics*, 61, 3523–3532.
22. Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, H. Letu, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. Takamura, 2022: Quality assessment of Second-generation Global Imager (SGLI)-observed cloud properties using SKYNET surface observation data. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 1967–1982.
23. Tran Thi Ngoc Trieu, I. Morino, O. Uchino, Y. Tsutsumi, T. Sakai, T. Nagai, A. Yamazaki, H. Okumura, K. Arai, K. Shiomi, D. F. Pollard, and B. Liley, 2022: Influences of aerosols and thin cirrus clouds on GOSAT XCO₂ and XCH₄ using Total

- Carbon Column Observing Network, sky radiometer, and lidar data. *International Journal of Remote Sensing*, 43, 1770–1799.
24. Fujita, T., H. Seko, and T. Kawabata, 2022: Effects of Flow Dependency Introduced by Background Error in Frequent and Dense Assimilation of Radial Winds Using Observation Error Correlated in Time and Space. *Monthly Weather Review*, 150, 481–503.
 25. Letu H., T. Y. Nakajima, T. Wang, H. Shang, R. Ma, K. Yang, A. J. Baran, J. Riedi, H. Ishimoto, M. Yoshida, C. Shi, P. Khatri, Y. Du, L. Chen, and J. Shi, 2022: A new benchmark for surface radiation products over the East Asia-Pacific region retrieved from the Himawari-8/AHI next-generation geostationary satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103, 873–888.
 26. Ikuta, Y., H. Seko, and Y. Shoji, 2022: Assimilation of shipborne precipitable water vapour by Global Navigation Satellite Systems for extreme precipitation events. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
 27. Ishimoto, H., M. Hayashi, and Y. Mano, 2022: Ash particle refractive index model for simulating the brightness temperature spectrum of volcanic ash clouds from satellite infrared sounder measurements. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 435–458.
 28. Ikuta, Y., F. Tadashi, O. Yukinari, and H. Yuki, 2021: Variational Data Assimilation System for Operational Regional Models at Japan Meteorological Agency. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 1563–1592.
 29. Yoshifumi Ota, Miho Sekiguchi, and Yousuke Sato, 2021: Spatial-Scale Characteristics of a Three-Dimensional Cloud-Resolving Solar Radiation Budget Based on Monte Carlo Radiative Transfer Simulations. *SOLA*, 17, 228–233.
 30. Aonashi, K., T. Tashima, T. Kubota, and K. Okamoto, 2021: Introduction of a mixed lognormal probability distribution function and a new displacement correction method for precipitation to the ensemble-based variational assimilation of the all-sky microwave imager brightness temperatures. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 1201–1230. (in press)
 31. Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, and A. Okuyama, 2021: Examination of all-sky infrared radiance simulation of Hiwamari-8 for global data assimilation and model verification. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1–17. (in press)
 32. Li, J., A. J. Geer, K. Okamoto, J. A. Otkin, Z. Liu, W. Han and P. Wang, 2021: Satellite All-sky Infrared Radiance Assimilation: Recent Progress and Future Perspectives.. *Advances in Atmospheric Sciences*. (in press)
 33. Sawada, K., Y. Honda, 2021: A constraint method for supersaturation in a variational data assimilation system. *Monthly Weather Review*. (in press)
 34. Rei Kudo, Henri Di ティ moz, Victor Estell ティ s, Monica Campanelli, Masahiro Momoi, Franco Marengo, Claire L. Ryder, Osamu Ijima, Akihiro Uchiyama, Kouichi Nakashima, Akihiro Yamazaki, Ryoji Nagasawa, Nozomu Ohkawara, and Haruma Ishida, 2021: Optimal use of the Prede POM sky radiometer for aerosol, water vapor, and ozone retrievals. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14, 3395–3426.
 35. Sho Yokota, and Hiromu Seko, 2021: Ensemble-based singular value decomposition analysis to clarify the causes of heavy rainfall. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 2244–2263.
 36. Le Duc, T. Kawabata, K. Saito, T. Oizumi, 2021: Forecasts of the July 2020 Kyushu Heavy Rain Using a 1000-Member Ensemble Kalman Filter. *SOLA*, 17, 41–47.
 37. Michiko Otsuka, Hiromu Seko, Masahiro Hayashi, and Ko Koizumi, 2021: Data Validation and Mesoscale Assimilation of Himawari-8 Optimal Cloud Analysis Products. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 38, 223–242.

38. Hotta, D., and Y. Ota, 2021: Why does EnKF suffer from analysis overconfidence? – An insight into exploiting the ever-increasing volume of observations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1258–1277.
39. Le DUC, Kazuo SAITO, Daisuke HOTTA, 2020: Analysis and design of covariance inflation methods using inflation functions. Part 1: Theoretical framework. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146, 3638–3660.
40. Okamoto, H., K. Sato, A. Borovoi, H. Ishimoto, K. Masuda, A. Konoshonkin, and N. Kustova, 2020: Wavelength dependence of ice cloud backscatter properties for space-borne polarization lidar applications. *Optics Express*, 28, 29178.
41. Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Kazumori, M. Otsuka, H. Seko, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Ishimoto, M. Hayashi, H. Ishida, A. Ando, M. Takahashi, K. Bessho, H. Yokota, 2020: Assessment of the potential impact of a hyperspectral infrared sounder on the Himawari follow-on geostationary satellite. *SOLA*, 16, 162–168.
42. Li, W., F. Zhang, YI-N. Shi, H. Iwabuchi, M. Zhu, J. Li., W. Han, H. Letu, and H. Ishimoto, 2020: Efficient radiative transfer model for thermal infrared brightness temperature simulation in cloudy atmospheres. *Optics Express*, 28, 25730.
43. Nakajima, T., M. Campanelli, H. Che, V. Estelles, H. Irie, S. Kim, J. Kim, D. Liu, T. Nishizawa, G. Pandithurai, V. Soni, B. Thana, N. Tugjsurn, K. Aoki, S. Go, M. Hashimoto, A. Higurashi, S. Kazadzis, P. Khatrri, R. Kudo, A. Yamazaki, and 6 others., 2020: An overview of and issues with sky radiometer technology and SKYNET. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 4195–4218.
44. Tanikawa, T., K. Kuchiki, T. Aoki, H. Ishimoto, A. Hachikubo, M. Niwano, M. Hosaka, S. Matoba, Y. Kodama, Y. Iwata, and K. Stamnes, 2020: Effects of snow grain shape and mixing state of snow impurity on retrieval of snow physical parameters from ground-based optical instrument. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD031858.
45. Ishibashi, T., 2020: Improvement of accuracy of global numerical weather prediction using refined error covariance matrices. *Monthly Weather Review*, 148, 2623–2643.
46. Masahiro Momoi, Rei Kudo, Kazuma Aoki, Tatsuhiro Mori, Kazuhiko Miura, Hiroshi Okamoto, Hitoshi Irie, Yoshinori Shoji, Akihiro Uchiyama, Osamu Ijima, Matsumi Takano, and Teruyuki Nakajima, 2020: Development of on-site self-calibration and retrieval methods for sky-radiometer observations of precipitable water vapor. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 2635–2658.
47. Jiang, Z., M. Duan, H. Che, W. Zhang, T. Nakajima, M. Hashimoto, B. Chen, and A. Yamazaki, 2020: Inter-comparison between the Aerosol Optical Properties Retrieved by Different Inversion Methods from SKYNET Sky Radiometer Observations over Qionghai and Yucheng in China. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 1195–1212.
48. Okamoto, K., Y. Sawada and M. Kunii, 2020: Comparison of assimilating all-sky and clear-sky infrared radiances from Himawari-8 • in a mesoscale system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 745–766.
49. Letu, H., K. Yang, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. M. Nagao, J. Riedi, A. J. Baran, R. Ma, T. Wang, H. Shang, P. Khatrri, L. Chen, C. Shi, J. Shi, 2020: High-resolution retrieval of cloud microphysical properties and surface solar radiation using Himawari-8/AHI next-generation geostationary satellite. *Remote Sensing of Environment*, 239, 111583.
50. S. Yoshida, S. Yokota, H. Seko, T. Sakai, T. Nagai, 2020: Observation System Simulation Experiments of Water Vapor Profiles Observed by Raman Lidar using LETKF System. *SOLA*, 16, 43–50.

51. Kawabata, T. and G. Ueno, 2020: Non-Gaussian Probability Densities of Convection Initiation and Development Investigated Using a Particle Filter with a Storm-Scale Numerical Weather Prediction Model. *Monthly Weather Review*, 148, 3-20.
52. Le DUC, Kazuo SAITO, Daisuke HOTTA, 2020: An Explanation for the Diagonally Predominant Property of the Positive Symmetric Ensemble Transform Matrix. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 455-462.
53. Uchiyama, A., M. Shiobara, H. Kobayashi, T. Matsunaga, A. Yamazaki, K. Inei, K. Kawai, and Y. Watanabe, 2019: Nocturnal aerosol optical depth measurements with modified sky radiometer POM-02 using the moon as a light source. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 6465-6488.
54. Okamoto, H., K. Sato, A. Borovoi, H. Ishimono, K. Masuda, A. Konoshonkin, N. Kustova, 2019: Interpretation of lidar ratio and depolarization ratio of ice clouds using spaceborne high-spectral-resolution polarization lidar. *Optics Express*, 27, 36587-36600.
55. Gerry Bagtasa, Mylene G. Cayetano, Chung-Shin Yuan, Osamu Uchino, Tetsu Sakai, Toshiharu Izumi, Isamu Morino, Tomohiro Nagai, Ronald C. Macatangay, Voltaire A. Velazco, 2019: Long-range transport of aerosols from East and Southeast Asia to northern Philippines and its direct radiative forcing effect. *Atmospheric Environment*, 218, 1352-2310.
56. Khatri, P., H. Iwabuchi, T. Hayasaka, H. Irie, T. Takamura, A. Yamazaki, A. Damiani, H. Letu, and Q. Kai, 2019: Retrieval of cloud properties from spectral zenith radiances observed by sky radiometers. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 6037-6047.
57. Masuda, R, H. Iwabuchi, K. S. Schmidt, A. Damiani, and R. Kudo, 2019: Retrieval of cloud optical thickness from sky-view camera images using a deep convolutional neural network based on three-dimensional radiative transfer. *Remote Sensing*, 11.
58. Kondo, K., and T. Miyoshi, 2019: Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics: a study with a 10240-member ensemble Kalman filter using an intermediate atmospheric general circulation model. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 26, 211-225.
59. Ujiie, M. and D. Hotta, 2019: Elimination of spectral blocking by ensuring rotation-free property of discretised pressure gradient within a spectral semi-implicit semi-Lagrangian global atmospheric model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 3351-3358.
60. Nakajima TY., H. Ishida, TM. Nagao, M. Hori, H. Letu, R. Higuchi, N. Tamaru, N. Imoto, A. Yamazaki, 2019: Theoretical basis of the algorithms and early phase results of the GCOM-C (Shikisai) SGLI cloud products. *Progress in Earth and Planetary Science*, 6.
61. Takashima H., K. Hara, C. Nishita-Hara, Y. Fujiyoshi, K. Shiraishi, M. Hayashi, A. Yoshino, A. Takami, A. Yamazaki, 2019: Short-term variation in atmospheric constituents associated with local front passage observed by a 3-D coherent Doppler lidar and in-situ aerosol/gas measurements. *Atmospheric Environment*, 3.
62. Wada, A., H. Tsuguti, K. Okamoto, and N. Seino, 2019: Air-Sea Coupled Data Assimilation Experiment for Typhoons Kilo, Eta and the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall with the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 Sea Surface Temperature. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 553-575.
63. Nishita-Hara, C., M. Hirabayashi, K. Hara, A. Yamazaki, and M. Hayashi, 2019: Dithiothreitol-measured oxidative potential of size-segregated particulate matter in Fukuoka, Japan: effects of Asian dust events. *GeoHealth*, 3, 160-173.
64. Hotta, D., and Y. Ota, 2019: Statistical generation of SST perturbations with spatio-temporally coherent growing patterns. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 1660-1673.

65. 瀬戸里枝, 鼎信次郎, 2023: 仮想観測シミュレーションと OSSE を組合せた小型マイクロ波衛星群データ同化による短期降水予測可能性と要求観測性能の評価法の提案. 水工学論文集, Vol.78, No. 2, 511-516.
66. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2023: 気象衛星による大規模噴煙解析ー2022 年 1 月 15 日 トンガ海底火山噴火の事例ー. 験震時報 (論文). (in press)
67. 川畑拓矢, 上野玄太, 2022: 雲解像粒子フィルタを用いた積乱雲の非ガウス性に関する研究. 統計数理, 70, 133-151.
68. 酒井 哲, 2022: 第 34 回 ライダーによる水蒸気の観測. リモートセンシング学会誌, 42, 152-156.
69. 山崎明宏, 工藤 玲, 白石浩一, 原圭一郎, 高島久洋, 林 政彦, 西田千春, 内山明博, 2021: 2020 年 8 月上旬に九州, 沖縄地方でスカイラジオメーターが観測した煙霧時のエアロゾル光学特性. 日本リモートセンシング学会誌, 41, 551-562.
70. Goto, D., Sato, Y., Yashiro, H., Suzuki, K., Oikawa, E., Kudo, R., Nagao, T. M., and Nakajima, T., 2020: Global aerosol simulations using NICAM. 16 on a 14 km grid spacing for a climate study: improved and remaining issues relative to a lower-resolution model. Geoscientific Model Development, 13, 3731-3768.
71. Kaneyasu, N., S. Kutsuna, K. Iida, Y. Sanada, and T. Tajiri, 2022: Cloudwater Deposition Process of Radionuclides Based on Water Droplets Retrieved from Pollen Sensor Data. Environmental Science & Technology, 56, 17, 12036-12044.
72. Sawada, Y., K. Okamoto, M. Kunii, and T. Miyoshi, 2020: Assimilating every-10-minute Himawari-8 infrared radiances to improve convective predictability. Journal of Geophysical Research Atmosphere, 124, 2546-2561.
73. 泉 敏治, 内野 修, 酒井 哲, 永井智広, 森野 勇, 2019: つくばと佐賀に設置したミーライダーデータから算出した混合層高度の日変動・季節変動およびラジオゾンデ・客観解析データとの比較. 天気 (論文・短報), 66, 345-357.
74. Okabe, I. and K. Okamoto, 2023: Assimilation of surface-sensitive bands' clear-sky radiance data using retrieved surface temperatures from geostationary satellites. Quart. J. Roy. Meteor. Soc, 149(753), 1473-1497.
75. Okabe, I. and K. Okamoto, 2024: Impact of Aeolus horizontal line-of-sight wind observations on tropical cyclone forecasting in a global numerical weather prediction system. Quart. J. Roy. Meteor. Soc, 150(760), 1447-1472.

(2) 原著査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説等) : 51 件

1. Hiromu Seko, Yasutaka Ikuta, Hiroshi Ishimoto, Kentaro Araki, Tetsu Sakai, Kouichi Yoshimoto, Tetsuya Nakamura, Shingo Shimizu, 2023: Data Assimilation Experiments of Ground-based Microwave Radiometer and small UAV by using Meso-NAPEX. WGN RESEARCH ACTIVITIES IN EARTH SYSTEM MODELLING, 53. (submitted)
2. Akaeda K., K. Saito, K. Sasaki, R. Kobayashi, and H. Ichijo, 2023: Training courses and seminars in the JICA technical cooperation project. Vietnam Journal of Hydrometeorology, 2023(15), 91-105.
3. Saito, K., M.K. Hung, and D.D. Tien, 2023: Development of a prototype system of the very short-range forecast of precipitation in Vietnam. Vietnam Journal of Hydrometeorology, 2023(15), 59-79.
4. Toshiro Inoue, Hiroshi Ishimoto, Masahiro Hayashi, Johannes Schmetz, 2022: Cirrus Clouds Observed From Himawari-8. Studies of Cloud, Convection and Precipitation Processes Using Satellite Observations, 179-205.
5. Takahashi, A., T. Sakai, T. Kawabata, S. Yoshida, and N. Ueda, 2022: Balance plot for visualizing and examining tradeoff between accuracy and data quantity of lidar water vapor measurement data. レーザーセンシング学会誌 E3, 124-135. (in press)

6. SAWADA Ken, SEINO Naoko, KAWABATA Takuya, and SEKO Hiromu, 2022: Effects of an Urban Canopy Scheme and Surface Observation Data on a Heavy Rain Event through Data Assimilation. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 52, 115-116.
7. Ikuta, Y., 2022: Chapter 23 – Radar data assimilation in numerical weather prediction models. Precipitation Science, 743-756.
8. Saito, K., L. Duc, T. Matsunobu and T. Kurihana, 2021: Perturbations by the ensemble transform. . Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrological Applications, 4, 115-141.
9. Miyoshi, T., K. Terasaki, S. Kotsuki, S. Otsuka, Y.-W. Chen, K. Kanemaru, K. Okamoto, K. Kondo, G.-Y. Lien, H. Yashiro, H. Tomita, M. Satoh, and E. Kalnay,, 2021: Enhancing data assimilation of GPM observations. Precipitation Science – Measurement, Remote Sensing, Microphysics, and Modeling, 787-804.
10. Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, and A. Okuyama, 2021: Examination of all-sky infrared radiance simulation of Hiwamari-8 for global data assimilation. GSICS quarterly newsletter, 15, 1-3.
11. Gabriele Fasano, Henri Di ヱmoz, Ilias Fountoulakis, Claudio Cassardo, Rei Kudo, Anna Maria Siani, Luca Ferrero, 2021: Vertical profile of the clear-sky aerosol direct radiative effect in an Alpine valley, by the synergy of ground-based measurements and radiative transfer simulations. Bulletin of Atmospheric Science and Technology, 2. (in press)
12. Sawada, K., Y. Honda, 2021: Effect of supersaturation constraint in a variational data assimilation system. WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 51, 1-19-20.
13. Chaikovsky, A., Bril, A., Dubovik, O., Fedarenka, A., Goloub, P., Hu, Q., Lopatin, A., Lapyonok, T., Miatselskaya, N., Torres, B., Fuertes, D., Peshcharankou, V., Podvin, T., Popovici, I., Liu, D., Li, Z., Soupiona, O., Mylonaki, M., Mona, L., Giunta, A.,, 2020: Synergetic Observations by Ground-Based and Space Lidar Systems and Aeronet Sun-Radiometers: A Step to Advanced Regional Monitoring of Large Scale Aerosol Changes. EPJ Web of Conferences, 237.
14. Ikuta, Y., H. Kusabiraki, K. Kawano, T. Anzai, M. Ujiie, S., Nishimoto, Y. Ota and M. Narita., 2020: A New Data Assimilation System and Upgrading of Physical Processes in JMA' s Meso-scale NWP System. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 50. (submitted)
15. Seko, H., and Y., Shoji, 2020: Impact of Data Assimilation of Shipborne GNSS Data on Rainfall Forecast (Part 2). CAS/JSC WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 50, 1-19-20.
16. T. Fujita, H. Seko, T. Kawabata, D. Hotta, K. Sawada, Y. Ikuta, M. Kunii, T. Tsukamoto, and G. Akimoto, 2019: Time and Space Observation Error Correlation of Doppler Radar Radial Winds. extended abstract in the 39th International Conference on Radar Meteorology, Americal Meteorological Society, 16-20 Sep. 2019, Nara, Japan.
17. 高島久洋, 原圭一郎, 西田千春, 白石浩一, 林 政彦, 伊禮 聡, 兼保直樹, 高 良太, 小林 拓, 丸本幸治, 奥田知明, 長田和雄, 乙部直人, 高見昭憲, 内尾英一, 上田佳代, 山崎 明宏, 吉野彩子, 2023: 福岡における越境/局地大気汚染・健康影響に関する研究. エアロゾル研究. (in press)
18. 小司禎教・日比野 祥・長谷川拓也・小嶋 惇・椿 修二・齊藤一浩・奥野功之・前原孝多, 2023: 船舶による海上の GNSS 水蒸気観測について. 測候時報, 90-5.
19. 日暮明子、藤川雅大、西澤智明, 2023: 衛星搭載ライダー・イメージャの複合解析によるエアロゾル組成の全球三次元分布. レーザーセンシング学会誌, 4 巻 1 号, 5-11.
20. 瀬戸里枝, 2023: 令和 4 年度水文・水資源学会論文奨励賞を受賞して. 水文・水資源学会誌, 36 巻 1 号. (in press)

21. 平島寛行, 山口 悟, 庭野匡思, 山崎 剛, 加茂祐一, 荒川逸人, 安達 聖, 勝島隆史, 大澤光, 橋本明弘, 石元裕史, 2023: 積雪ワークショップ開催報告. 雪氷, 85, 25-42.
22. 石橋俊之, 2023: 大気解析のための変分法データ同化における背景誤差共分散行列の根の定式化. 統計数理, 第70巻 第2号, 181-193.
23. 石元裕史, 2022: 大気粒子による電磁波の散乱. リモートセンシング事典, 24-25.
24. 今井崇人, 若山郁生, 小林健二, 北村智文, 塚本 暢, 丸山拓海, 林 昌宏, 2022: 推計気象分布への日照時間の要素追加について. 測候時報, 89, 3.
25. 吉田 智, 2022: 水蒸気ライダー観測とデータ同化による線状降水帯に伴う降水量予測精度の向上. 計測と制御, 61, 372-376.
26. Hosono, T., S. Nakashima, M. TANOUÉ and K. Ichiyanagi., 2022: Monsoon climate controls metal loading in global hotspot region of transboundary air pollution. Scientific Reports, 12, 11096.
27. 清野直子, 澤田 謙, 川端康弘, 瀬古 弘, 2022: 都市気象予測の現状と課題 ―都市気象予測の発展を目指して―. 気象データ分析の高度化とビジネス利用, 49-56.
28. 西澤智明, 工藤 玲, 及川栄治, 日暮明子, 2022: 衛星搭載ライダーによる全球エアロゾル観測. 計測と制御, 61, 5, 350-354. (in press)
29. 佐藤正樹, 佐藤芳昭, 八代 尚, 伊藤耕介, 筆保弘徳, 三好建正, 川畑拓矢, 坪木和久, 堀之内武, 岡本幸三, 山口宗彦, 中野満寿男, 和田章義, 金田幸恵, 辻野智紀, 2022: 今後の台風予測研究に関する展望. 天気, 69, 285-294.
30. 酒井 哲, 2022: ライダーによる地上からの水蒸気鉛直分布計測. 計測と制御, 61, 366-371.
31. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, 2022: ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析. 台風研究会 台風予報と防災情報に関する研究集会, 2021K-06, 5-7.
32. 小司禎教, 2022: GPS/GNSS 気象観測について. 電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会 協議会だより, 47, 3-4.
33. 今須良一, 岡本幸三, 橋本真喜子, 佐藤世智, 本多嘉明, 2021: 次期静止ミッション検討分科会における赤外サウンダー搭載に向けた検討. 日本リモートセンシング学会誌, 41, 469-477.
34. 川畑拓矢, 上野玄太, 中野慎也, 藤井陽介, 三好建正, 小守信正, 増田周平, 伊藤耕介, 村上大輔, 大石 俊, 青木邦弘, 青梨和正, 2021: 第11回データ同化ワークショップの報告. 天気, 68, 465-468.
35. 川畑拓矢, 荒木健太郎, 清水慎吾, 下瀬健一, 三好建正, 前島康光, 2021: 気象災害委員会・第54回メソ気象研究会「令和2年7月豪雨」報告. 天気, 68.
36. 石田純一, 和田章義, 栃本英伍, 杉本志織, 三好建正, 澤田 謙, 佐藤陽祐, 太田行哉, 2021: 第22回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 59-74.
37. 万田敦昌, 西本秀祐, 雨宮 新, 川畑拓矢, 伊藤純至, 檜村博基, 2021: 第21回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 263-266.
38. 佐藤正樹, 川畑拓矢, 宮川知己, 八代 尚, 三好建正, 2021: 「富岳」による新時代の大アンサンプル気象・大気環境予測. 繊維学会誌, 77, 54.
39. 岡本幸三, 大和田浩美, 藤田 匡, 別所康太郎, 高橋昌也, 太田芳文, 計盛正博, 大塚道子, 瀬古 弘, 石田春磨, 上清直隆, 石元裕史, 林 昌宏, 安藤昭芳, 横田寛伸, 2021: ひまわり8・9号後継衛星検討のためのハイパースペクトル赤外サウンダの数値予報インパクト調査. 測候時報, 87, 99-150.
40. 佐藤正樹, 川畑拓矢, 宮川知己, 八代 尚, 三好建正, 2021: 「富岳」による新時代の大アンサンプル気象・大気環境予測. 繊維学会誌, 77, 54-58.
41. 筆保弘徳, 山崎 哲, 中村 哲, 安成哲平, 吉田龍二, 釜江陽一, 下瀬健一, 大橋唯太, 堀田大介, 2020: 気象術語事典: 全方位解析天気予報等最尖端的気象学知識. 気象術語事典: 全方位解析天気予報等最尖端的気象学知識.

42. 岡本幸三, 2020: 2018 年度秋季大会シンポジウム「未来を拓く気象観測のあり方」の報告 3. 衛星データ同化・再解析. 天気, 67, 645-648.
43. 石井昌憲, 岡本幸三, 久保田拓志, 藤平耕一, 松本紋子, 今井 正, 境澤大亮, 今村俊介, 石橋俊之, 田中泰宙, 佐藤 篤, 西澤智明, 村田健史, 岡本 創, 沖 理子, 佐藤正樹, 岩崎俊樹, 2020: 衛星搭載ドップラー風ライダーによる全球風観測. レーザーセンシング学会誌, 1, 61-66.
44. 岡本 創, 木村俊義, 境澤大亮, 石井昌憲, 西澤智明, 石元裕史, 佐藤可織, 及川栄治, 2020: イメージング FTS とドップラーライダーによる 全球風観測. レーザーセンシング学会誌, 1-2, 67-71.
45. 川畑拓矢, 上野玄太, 中野慎也, 藤井陽介, 三好建正, 小守信正, 増田周平, 眞木貴史, 土居知将, 野村俊一, 雨宮新, 山崎 哲, 露木 義, 2020: 第 10 回データ同化ワークショップの報告. 天気, 67, 455.
46. 瀬古 弘, 小泉 耕, 瀬之口 敦, 2020: SSR モード S データの同化実験. 数値予報課報告・別冊第 66 号, 142-144.
47. 藤田 匡, 2020: 観測誤差相関を考慮した変分法によるドップラー速度データ同化. 数値予報課報告・別冊, 66, 145-155.
48. 小司禎教, 2020: 精密衛星測位 (GNSS) を用いた水蒸気観測と気象への利用. 第 18 回英弘シンポジウム”異常気象と局地現象”, 18, 53-60.
49. 筆保弘徳, 山崎 哲, 中村 哲, 安成哲平, 吉田龍二, 釜江陽一, 下瀬健一, 大橋唯太, 堀田大介, 2019: ニュース・天気予報がよくわかる気象キーワード事典. ニュース・天気予報がよくわかる気象キーワード事典.
50. 瀬古 弘, 和田章義, 村田昭彦, 宮川知己, 竹見哲也, 福井 真, 川畑拓矢, 北村祐二, 清木達也, 堀田大介, 2019: 第 5 回非静力学モデルに関する国際ワークショップの報告. 天気, 66, 501-506.
51. 瀬古 弘, 津田敏隆, 2019: メソスケール LETKF システムを用いた GNSS 掩蔽観測の屈折率データの同化実験. 月刊海洋号外「新野宏教授退職記念号」, 62, 111-114.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表: 合計 230 件

・国際的な会議・学会等: 81 件

1. Okamoto, K., M. Hayashi, M. Nakagawa, G. Kikuchi, T. Kubota, Preliminary examination of space-based cloud radar simulation for the global data assimilation, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2023, 2023 年 9 月, マルメ, スウェーデン
2. Takuya KAWABATA, Tsutao OIZUMI, Ping-Yin Wu, Le Duc, Kazuo SAITO, The impact-based forecasting with a large-ensemble DA, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023 年 9 月, Sapporo
3. Ikuta, Y., M. Satoh, W. Roh, S. Matsugishi, N. Kuba, T. Seiki, A. Umehara, and H. Eito, Effects of introducing three types of snow particle shapes and bimodal raindrops size distribution into cloud microphysics scheme, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models (NHM-WS 2023), 2023 年 9 月, Japan, Sapporo
4. Ken Sawada, Consideration of distortion from Gaussian error distribution in relative humidity assimilation, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023 年 9 月, 札幌市
5. S. Yoshida, Water vapor lidar observation for improving of local severe rainfall forecast, The 3rd International Symposium of SSRE, 2023 年 8 月, Japan, Fuchu
6. Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, Extension of the global all-sky infrared radiance assimilation of Himawari, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール

7. OIZUMI, T./ T. KAWABATA, L. DUC, K. KOBAYASHI, K. SAITO, T. OTA, Impact of a Number of Ensemble Members in Numerical Weather Prediction Models on Flood Prediction, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 7 月, シンガポール, シンガポール
8. Saito, K., M.K. Hung, and D.D. Tien, Development of a Very Short-Range Forecast of Precipitation System in Vietnam, AMS 32nd Conference on Weather Analysis and Forecasting (WAF), 2023 年 7 月, USA, Madison
9. Ishimoto, H., M. Hayashi, K. Ishii, Volcanic ash algorithm using hyperspectral infrared sounder, Himawari and GCOM-C data, GEO Workshop 2023, 2023 年 7 月, 茨城県つくば市
10. Masahiro Tanoue, Hisashi Yashiro, Kei Yoshimura, Global cloud-system-resolving model equipped with stable water isotopes (NICAM-WISO), International Symposium on Isotope Hydrology, 2023 年 7 月, オーストリア, ウィーン
11. Ikuta, Y., Evaluation of cloud microphysics scheme using ground-based micro-rain radar in senjo-kousuitai event, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
12. Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, Improvement in global all-sky infrared radiance assimilation and assessments of its procedures, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
13. Okamoto. K., T. Ishibashi, and I. Okabe, Improvement in global all-sky infrared radiance assimilation and assessments of its procedures, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
14. Izumi Okabe, Kozo Okamoto, Impact of Aeolus wind data assimilation on the JMA' s global data assimilation system, Aeolus Science Conference 2023, 2023 年 5 月, ギリシャ, ロードス島
15. Wu, P.-Y., T. Kawabata, and L. Duc, High-resolution 1000-member Ensemble Simulations of Typhoon Hagibis (2019), JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
16. Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Impact of Aeolus horizontal line-of-sight wind observations on Typhoon forecasting in a global NWP system, 16th International Winds Workshop, 2023 年 5 月, オンライン
17. N. Ohkawara, Results of the ACP in Japan, WMO ACP workshop, 2023 年 4 月, スイス, ダボス
18. Okamoto K., K. Bessho, and M. Kachi, Status report of space agency: JMA and JAXA, 21st international ATOVS study conference, 2023 年 3 月, Norway, Tromsø
19. Okamoto K., T. Ishibashi, and I. Okabe, All-sky assimilation of infrared radiances at water vapor bands of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, 21st international ATOVS study conference, 2023 年 3 月, Norway, Tromsø
20. Masahiro Tanoue, Tetsu Nakamura, Kazuhiro Oshima, Kimpei Ichiyanagi, Hotaek Park, Arctic sea ice retreat does not increase atmospheric hydrological cycle, ISAR-7 Seventh International Symposium on Arctic Research, 2023 年 3 月, 東京都立川市
21. Tadashi Fujita, Kozo Okamoto, Hiromu Seko, Michiko Otsuka, Hiromi Owada, Masahiro Hayashi, Mesoscale OSSE for the potential impact of a geostationary hyperspectral infrared sounder, 12th Asia Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, Onlin, 2022 年 11 月, オンライン
22. Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, All-sky infrared radiance assimilation of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, 12th Asia Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, Onlin, 2022 年 11 月, オンライン
23. Rie SETO, Yohei SAWADA, Development of cloud water content estimation method over land using AMSR2/AMSR3 measurements and ground-based microwave radiometer considering dynamic effects of land radiation, The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2022, 2022 年 11 月, (ハイブリッド)

24. Takuya Kawabata, Genta Ueno, On Non-Gaussianity in Cumulonimbus Prediction using a Storm-Scale Particle Filter, Mathematics of the weather, 2022年10月, Germany, Bad Orb
25. Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Effect of retrieval of land surface temperature derived from CSRs at window band on assimilation of CSRs at CO₂ band, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2022, 2022年9月, ベルギー, ブリュッセル
26. Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, M. Hayashi, All-sky Infrared Radiance Assimilation in the Global Data Assimilation System at JMA, 19th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society, 2022年8月, オンライン
27. Izumi Okabe and Kozo Okamoto, A statistical investigation about impact of Aeolus DWL data assimilation on forecasting skills for typhoons, AOGS2022 VIRTUAL 19th Annual Meeting, 2022年8月, オンライン
28. S. Nyeki, J. Gröbner, L. Vuilleumier, C. Lanconelli, A. Driemel, W. Knap, M. Maturilli, N. Ohkawara, L. Riihimäki, and H. Schmithüsen, Extending the Calibration Traceability of Longwave Radiation Time-Series (ExTrac), International Radiation Symposium 2022, 2022年7月, ギリシャ, テッサロニキ
29. Yasutaka Ikuta, Udai Shimada, Assimilation of Sea Surface Wind by Synthetic Aperture Radar in Typhoon Cases, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
30. Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, M. Hayashi, Recent progress of all-sky infrared radiance assimilation of geostationary satellites in the global data assimilation system, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
31. Ikuta, Y. and U. Shimada, Assimilation of Sea Surface Wind by Synthetic Aperture Radar in Typhoon Cases, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
32. Yoshifumi Ota, Miho Sekiguchi, and Yousuke Sato, Spatial-scale Characteristics of a Three-dimensional Cloud-resolving Radiation Budget based on Monte Carlo Radiative Transfer Simulations, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
33. Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Effect of retrieval of land surface temperature derived from CSRs at window band on assimilation of CSRs at CO₂ band, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
34. Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, Examination of all-sky infrared radiance simulation of Himawari-8 for global data assimilation, GSICS Annual Meeting 2022, 2022年3月, online, online
35. Rei Kudo, H. Diemoz, V. Estelles, M. Campanelli, Masahiro Momoi, F. Marengo, C. L. Ryder, Osamu Ijima, Akihiro Uchiyama, Kouichi Nakashima, Akihiro Yamazaki, Ryoji Nagasawa, Nozomu Ohkawara, Haruma Ishida, Yasutaka Jin, Tomoaki Nishizawa, Development of Skyrad pack MRI version 2, 6th International SKYNET workshop, 2021年11月, Japan, online
36. Okamoto, T. Ishibashi, I. Okabe, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, All-sky infrared radiance assimilation of Himawari-8 in the JMA global system, Bureau of Meteorology annual R&D workshop 2021, 2021年11月, オンライン, オンライン
37. Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2021, 2021年9月, online, online
38. Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, I. Okabe, T. Ishibashi, Examination and assimilation of all-sky IR radiances of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2021, 2021年9月, online, online

39. Ikuta, Y., New Variational Data Assimilation System for Regional Model at JMA, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
40. Takuya Kawabata and Genta Ueno, An Adaptive R Estimator with a Storm-Scale Particle Filter, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
41. Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Hayashi, M. Kazumori, M. Otsuka, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Seko, H. Ishida, H. Ishimoto, K. Bessho, OSSE for a hyperspectral IR sounder on the Himawari follow-on geostationary satellite, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2021), 2021年8月, online, online
42. Sakai, T., S. Yoshida, T. Nagai, K. Shiraishi, Y. Shoji, Y. Ikuta, and H. Seko, Compact Mobile Water Vapor Raman Lidar Observations for Heavy Rainfall Prediction in Japan, The Optical Society Optical Sensors and Sensing Congress, 2021年7月, 米国, virtual
43. Okamoto, K., M. Kachi, K. Bessho, Status report of space agency: JMA and JAXA, The 23rd International TOVS Study Conference, 2021年6月, オンライン, オンライン
44. Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, I. Okabe, T. Ishibashi, Preliminary assimilation of all-sky IR radiances of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, The 23rd International TOVS Study Conference, 2021年6月, オンライン, オンライン
45. Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Enhancement in Assimilation of Doppler Radar Radial Winds, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
46. Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Hayashi, K. Bessho, Recent progress of impact assessment of hyperspectral sounder for a Himawari follow-on satellite, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
47. Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system on forecasting skills for typhoons, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
48. Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Assessment of Aeolus DWL data and impact of assimilation in the JMA's global data assimilation system, EGU General Assembly 2021, 2021年5月, オンライン
49. Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Assimilation of Radial Winds with Observation Error Correlated in Time and Space, International Symposium on Data Assimilation - Online, 2021年4月, オンライン
50. Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system on forecasting skills for typhoons, 15th International IWWG Workshop, 2021年4月, オンライン
51. Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Kazumori, M. Otsuka, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Seko, A. Ando, H. Yokota, OSSE for hyperspectral IR sounder on the Himawari follow-on program, 7th workshop on the impact of various observing system on NWP, 2020年12月, online
52. Daisuke Hotta, Takashi Kadowaki, Hitoshi Yonehara, Toshiyuki Ishibashi, "Twin-analysis" verification: a new verification approach that alleviates pitfalls of "own-analysis" verification when applied to short-range forecasts, International Verification Methods Workshop Online, 2020年11月, オンライン
53. Kondo, K., S. Kotsuki, and T. Miyoshi, A local particle filter based on non-Gaussian statistics using an intermediate AGCM, Data Assimilation Seminar, 2020年9月, オンライン
54. Kozo Okamoto, Impacts of potential usage of hyperspectral IR sounder on Himawari-8/-9 follow-on program., the coordination group for meteorological satellites (CGMS) - 48 Plenary, 2020年8月, online, online

55. Saito, K., and T. Matsunobu, Ageostrophic winds associated with a tropical cyclone and northward moisture fluxes., JPGU-AGU Joint Meeting 2020, 2020年7月, Japan, online
56. 瀬古 弘、小司禎教、堀田大介、小泉 耕、幾田泰醇, Impacts of vessel GNSS data on the heavy rainfall forecasts obtained by JMA's mesoscale data assimilation system (NAPEX), JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
57. Okamoto, K., All-sky infrared assimilation overview, 4th workshop on assimilating satellite cloud and precipitation observations for NWP, 2020年2月, イギリス, レディング
58. Saito, K., and T. Matsunobu, Ageostrophic winds associated with a tropical cyclone and northward moisture fluxes., 100th AMS Annual Meeting, 2020年1月, USA, Boston
59. Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, T. Kawabata, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Sea breeze front observation with water vapor lidar and Doppler lidar at Tokyo Bay -Case of localized heavy rainfall on 19 August 2017-, AMS 100th Annual Meeting, 2020年1月, アメリカ, ボストン
60. Kotsuki, S., T. Miyoshi, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
61. Saito, K., L. Duc, and T. Matsunobu, LETKF perturbations by ensemble transform in a cloud resolving model., International Workshop on Prediction skill of extreme Precipitation events and tropical cyclones: Present status and future Prospect (IP4), 2019年11月, India, Pune
62. Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, M. Hayashi, Evaluation and assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8 in the regional and global data assimilation system., The 22nd International TOVS Study Conference, 2019年11月, カナダ, Saint-Sauveur,
63. Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Satoru Yoshida, Yoshinori Shoji, Osamu Uchino, Lidar Research at MRI, Steering committee meeting of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), 2019年10月, 茨城県つくば市
64. Hayashi, M., and H. Ishimoto, Volcanic Ash Retrieval by Himawari-8 using Refractive Index Model Estimated from Hyper Spectral Infrared Sounder Data, Joint Satellite Conference, 2019年10月, アメリカ, Boston
65. Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, M. Hayashi, Experimental assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8, Joint Satellite Conference, 2019年10月, アメリカ, Boston
66. Kawabata, T., and G. Ueno, What is the source of chaos in MCS?, The EMS Annual Meeting: European Conference for Applied Meteorology and Climatology 2019, 2019年9月, デンマーク, コペンハーゲン
67. Pradeep KHATRI, Hironobu IWABUCHI, Tadahiro HAYASAKA1, Hitoshi IRIE, Tamio TAKAMURA, Akihiro YAMAZAKI3, and Alessandro DAMIANI, Cloud Retrieval from Surface Using Zenith Radiances, AOGS 16th Annual Meeting, 2019年8月, Singapore, Suntec City
68. Okamoto, K, Assimilation of Passive and Active Sensors on Satellite to Improve Tropical Cyclone Forecasts, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
69. Oyama, R., K. Okamoto, T. Iriguchi, H. Murata, H. Fudeyasu, K. Cheung, and K. Tsuboki, Analysis of atmospheric profiles within tropical cyclones using the new-generation satellite observations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
70. S. Yoshida, T. Sakai, T. Nagai, S. Yokota, H. Seko, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Development of a mobile water vapor Raman lidar and its application for data

assimilation, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 7 月, シンガポール, シンガポール

71. Saito, K., M. Kunii, and K. Araki, Convection Initiation by Sea Breezes and Numerical simulation of a local heavy rainfall event observed in TOMACS., 18th Conference on Mesoscale Processes., 2019 年 7 月, USA, Savannah
72. Seko, H., M. Kunii, Y. Sawada, K. Okamoto K. Ito, K. Shimoji, Improvements of Heavy Rainfall and Typhoon Forecasts Reproduced by Super-computer 'K', Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 7 月, シンガポール, シンガポール
73. Seko, H., W. Mashiko, T. Tamura, H. Niino and S. Yokota, Tsukuba Tornado with Fujita Scale 3 Reproduced by Super-computer 'K', Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 7 月, シンガポール, シンガポール
74. Ishimoto, H., S. Adachi, K. Masuda, X-ray micro-CT imagery of deposited snow in optical modeling of atmospheric ice particles, 第 18 回電磁気と光散乱会議 (ELS-XVIII), 2019 年 6 月, 中国, 杭州
75. H. Seko, M. Kunii, S. Yokota, K. Shimoji, Y. Sawada, K. Okamoto, and K. Ito, Data Assimilation Studies using Big Observation Data in the Projects of Post K and BDA, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
76. Nagai, T., T. Sakai, S. Yoshida, T. Izumi, S. Yokota, H. Seko, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Development and Observation of Water Vapor Raman Lidars for Localized Torrential Rainfall Prediction, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
77. Yoshinori Shoji, Teruyuki Kato, Yukihiro Terada, Toshitaka Tsuda, Masanori Yabuki, Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
78. Saito, K., L. Duc, D.D. Tien and M.K. Hung, Heavy Rainfall Event in Middle Viet Nam on 8-9 December 2018 and current QPE/QPF at VNMHA., Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JPGU2019), 2019 年 5 月, Japan, Chiba
79. Saito, K., T. Oizumi, L. Duc, and J. Ito, Ultra-high resolution numerical weather prediction with a large domain and size dependency of simulated convective cores on model resolutions., 2019 International Workshop on Next-Generation NWP Models: Verification and Predictability., 2019 年 5 月, Korea, Jeju
80. Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai, High Space-time Resolution Analysis of Atmospheric Fields using GNSS and Other Observations to Study the Mechanisms of Local Heavy Rainfall in Tokyo Metropolitan Area, Living Planet Symposium 2019, 2019 年 5 月, イタリア, ミラノ
81. Masahiro Tanoue, Hisashi Yashiro, Yuki Takano, Kei Yoshimura, Chihiro Kodama, and Masaki Satoh, Modelling water isotopes using a global non-hydrostatic model with explicit convection scheme, EGU General Assembly 2022, 2022 年 5 月, Austria, Vienna

・国内の会議・学会等 : 148 件

1. Wu, P.-Y., T. Kawabata, L. Duc, and T. Oizumi, Typhoon and heavy rainfall simulations with 1000-member ensembles: Influence of boundary condition perturbations, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
2. 澤田 謙, データ同化における過飽和制約導入の効果について, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
3. 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 幾田泰醇, 加藤輝之, 白石浩一, 加藤亮平, 九州での水蒸気ライダー観測と線状降水帯の予測精度向上, 第 41 回レーザーセンシングシンポジウム, 2023 年 9 月, つくば市

4. 工藤 玲、及川栄治、日暮明子、西澤智明、藤川雅大、CALIOP-MODIS 複合解析によるエアロゾル組成の長期変動、第41回レーザーセンシングシンポジウム、2023年9月、つくば市
5. 岡部いづみ、岡本幸三、石橋俊之、山中沙羅、竹中秀樹、石井昌憲、疑似ドップラー風ライダーデータ同化による数値予測へのインパクト評価、第41回レーザーセンシングシンポジウム、2023年9月、茨城県つくば市
6. 岡部いづみ、岡本幸三、石橋俊之、山中沙羅、竹中秀樹、石井昌憲、疑似ドップラー風ライダーデータ同化による数値予測へのインパクト評価、第41回レーザーセンシングシンポジウム、2023年9月、茨城県つくば市
7. 川畑拓矢、大アンサンブルシミュレーションによる線状降水帯と洪水の確率予測、日本気象学会関西支部第44回夏季大学「線状降水帯」、2023年8月、大阪
8. 小司禎教、Kinematic PPPの鉛直座標に関する一考察、測位航法学会全国大会2023、2023年5月、東京都
9. 川畑拓矢、大泉 伝、呉 品穎、Le Duc、大アンサンブルによる Impact-based forecasting、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、東京
10. 岡本幸三、石橋俊之、岡部いづみ、静止衛星の全天候赤外輝度温度同化、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、(オンライン)
11. 田上雅浩、芳村 圭、八代 尚、NICAM-LETKFによる水同位体大アンサンブル同化実験、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、オンライン
12. 岡部いづみ、岡本幸三、Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風強度予測へのインパクト評価、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、オンライン
13. 岡本幸三、石橋俊之、岡部いづみ、静止衛星の全天候赤外輝度温度同化、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、東京
14. 石橋俊之、全球大気と地球表面状態等の結合同化に向けて(2)、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、オンライン
15. 堀田大介、Katrin Lonitz、Sean Healy、GNSS 偏波掩蔽の観測演算子の開発、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、オンライン
16. 大泉 伝、川畑拓矢、Le Duc、小林健一郎、斉藤和雄、太田琢磨、アンサンブル予報を用いた洪水の Impact Based Forecasting、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、オンライン
17. 吉田 智、酒井 哲、永井智広、幾田泰醇、加藤輝之、白石浩一、加藤亮平、水蒸気ライダーデータ同化による線状降水帯の予測精度向上、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、東京
18. 林 昌宏、和田章義、ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心気圧の解析、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、東京
19. 酒井 哲、吉田 智、西橋政秀、及川栄治、永井智広、小司教禎、バイサラ社製差分吸収式ライダーと気象研ラマンライダーによる水蒸気鉛直分布の比較観測(2)、日本気象学会2023年度春季大会、2023年5月、東京
20. 吉田 智、酒井 哲、永井智広、幾田泰醇、加藤輝之、白石浩一、加藤亮平、線状降水帯に関連した下層インフローの観測とデータ同化、第25回大気ライダー研究会、2023年3月、東京都中央区
21. 西橋政秀、及川栄治、酒井 哲、永井智広、吉田 智、阿保 真、線状降水帯の予測精度向上を目指した水蒸気 DIAL の開発、第25回大気ライダー研究会、2023年3月、東京都中央区
22. 酒井 哲、吉田 智、西橋政秀、及川栄治、永井智広、小司教禎、バイサラ社製水蒸気 DIAL と気象研究所ラマンライダーの検証観測、第25回大気ライダー研究会、2023年3月、東京都中央区
23. 荒木健太郎、吉本浩一、瀬古 弘、石元裕史、地上マイクロ波放射計を用いた冬季日本海側の降雪雲の観測、2022年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会、2023年3月、オンライン

24. 岡部いづみ, 岡本幸三, Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風予測への寄与, 第 13 回データ同化ワークショップ, 2023 年 2 月, 兵庫県神戸市
25. 川畑拓矢, 線状降水帯を知るーそのメカニズムと予測についてー, 第 2 回 スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム シンポジウム「富岳百景」, 2022 年 12 月, オンライン
26. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, スケールに依存する変分法データ同化の検討, 第 24 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022 年 12 月, 茨城県つくば市
27. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, ドップラー速度、AMV 同化の検討, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2022 年 12 月, つくば
28. 幾田泰醇, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 石元裕史, 荒木健太郎, 田尻拓也, 清水慎吾, 吉本浩一, 竹田智博, 河野宜幸, 松元 誠, 鈴木健司, 中山和正, 地上設置型マイクロ放射計データ同化のインパクト, 線状降水帯機構解明に関する研究会 (第 6 回), 2022 年 11 月, オンライン
29. 荒木健太郎, 瀬古 弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内 洋, 吉本浩一, 松元 誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 線状降水帯機構解明に関する研究会 (第 6 回), 2022 年 11 月, オンライン
30. 荒木健太郎, 瀬古 弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内 洋, 吉本浩一, 松元 誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
31. 林 昌宏, 衛星搭載ライダー・レーダー観測を用いたひまわり巻雲物理量推定値の検証, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
32. 工藤 玲, 入江仁士, 西澤智明, 日暮明子, 藤谷雄二, 長谷川就一, 大河原 望, 大島 長, Sang-Woo Kim, Pradeep Khatri, 竹村俊彦, 弓本桂也, 中川勝之, 地上・衛星観測によるエアロゾルの長期変動解析, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
33. 瀬古 弘, 山内 洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井 哲, 足立アホロ, 福岡レーダーによる屈折率推定とドローン観測, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
34. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 多重スケールを扱う変分法データ同化の検討, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
35. 田上雅浩, 八代 尚, 芳村 圭, NICAM-LETKF を用いた水同位体データ同化システムの開発, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
36. 幾田泰醇, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 清水慎吾, 地上設置型マイクロ波放射計輝度温度の 4 次元同化, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
37. 岡本幸三, 林 昌宏, 中川雅之, 幾田泰醇, 石田春磨, 岡部いづみ, 神代 剛, 川合秀明, 衛星搭載雲レーダを用いた気象庁全球気象・気候モデルの検証, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
38. 岡部いづみ, 岡本幸三, Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風進路予測への寄与, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
39. 吉田 智, 川畑拓矢, 酒井 哲, 幾田泰醇, 高橋温志, 横矢直人, 上田修功, 白石浩一, 教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去 (3), 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
40. 小司禎教, 椿 修二, 日比野 祥, 小嶋 惇, 長谷川拓也, 前原孝多, 齊藤一浩, 奥野功之, MADOCA-PPP 試験データを用いた船舶搭載 GNSS 可降水量解析, GPS/GNSS シンポジウム 2022, 2022 年 10 月, オンライン
41. 青木輝夫, 八久保晶弘, 庭野匡思, 的場澄人, 谷川朋範, 西村基志, 石元裕史, 島田利元, 井上 峻, Gallet Jean Charles, 堀 雅裕, 山口 悟, 可搬型積分球積雪粒径測定装置の開発, 雪氷研究大会, 2022 年 10 月, 札幌
42. 酒井 哲, 瀬古 弘, 山内 洋, 佐藤英一, 足立アホロ, 吉田 智, 永井智広, 小司教禎, つくばにおけるラマンライダーとドローンによる水蒸気鉛直分布の比較観測, 第 40 回レーザースセンシングシンポジウム, 2022 年 9 月, 広島県福山市

43. 吉田 智、川畑拓矢、酒井 哲、幾田泰醇、高橋温志、横矢直人、上田修功、白石浩一、機械学習を用いた水蒸気ライダーデータのデノイズ、第40回レーザーセンシングシンポジウム、2022年9月、広島県福山市
44. 吉田 智、川畑拓矢、酒井 哲、幾田泰醇、高橋温志、横矢直人、上田修功、白石浩一、機械学習を用いた水蒸気ライダーデータのデノイズ、第40回レーザーセンシングシンポジウム、2022年9月、広島県福山市
45. 原圭一郎、倉本浩志、石井成美、山崎明宏、林 政彦、福岡市内の大気エアロゾル中アンモニウム塩存在状態とその動態、第39回エアロゾル科学・技術研究討論会、2022年8月、東京都
46. 石元裕史、マイクロCTデータとフェーズ・フィールド法を利用した降雪・積雪の3Dモデル、積雪ワークショップ、2022年6月、(オンライン)
47. 小司禎教、三浦甚哉、椿 修二、東 吉一、日比野 祥、小嶋 惇、中村哲也、習田恵三、船舶搭載 GNSS によるリアルタイム可降水量解析とその品質管理、JpGU meeting 2022、2022年5月、千葉県千葉市&オンライン
48. 吉田 智、上里達実、川畑拓矢、酒井 哲、高橋温志、横矢直人、上田修功、教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去(2)、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
49. 藤田 匡、瀬古 弘、川畑拓矢、岡本幸三、スケールを考慮した変分法による高頻度高密度データ同化手法の検討、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
50. 田上雅浩、八代 尚、芳村 圭、NICAM-WISO による寒冷域での d-excess のバイアス分析、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、東京
51. 岡本幸三、石橋俊之、岡部いづみ、林 昌弘、静止衛星の全天候赤外輝度温度同化、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
52. 小司禎教、三浦甚哉、椿 修二、東 吉一、日比野 祥、小嶋 惇、中村哲也、習田恵三、遅延量勾配を用いた船舶搭載 GNSS 可降水量の品質管理、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
53. 石橋俊之、全球大気と地球表面状態等の結合同化に向けて、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
54. 工藤 玲、高野松美、全天カメラによる雲分布・雲底高度分布の推定、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
55. 岡部いづみ、岡本幸三、石橋俊之、リトリブド表面温度を用いた静止気象衛星 CO₂ バンドの晴天放射輝度温度データ同化、日本気象学会2022年度春季大会、2022年5月、オンライン
56. 吉田 智、酒井 哲、大気ライダー観測技術とその応用、フォトリック研究会4月研究会、2022年4月、オンライン
57. 藤田 匡、瀬古 弘、川畑拓矢、ドップラー速度の変分法データ同化の高度化の検討、第12回データ同化ワークショップ、2022年2月、オンライン
58. 工藤 玲、全天カメラによる雲のリモートセンシング、令和3年度日本気象学会関西支部第1回例会、2021年12月、大阪 藤田 匡、瀬古 弘、川畑拓矢、ドップラー速度の変分法データ同化の高度化の検討、第12回データ同化ワークショップ、2022年2月、オンライン
59. 工藤 玲、全天カメラによる雲のリモートセンシング、令和3年度大阪管区気象台近畿地区気象研究会兼大阪管区台内談話会、2021年12月、大阪 工藤 玲、全天カメラによる雲のリモートセンシング、令和3年度日本気象学会関西支部第1回例会、2021年12月、大阪
60. 藤田 匡、スケールを考慮したドップラー速度の変分法データ同化の検討、日本気象学会2021年度秋季大会、2021年12月、三重県津市 工藤 玲、全天カメラによる雲のリモートセンシング、令和3年度大阪管区気象台近畿地区気象研究会兼大阪管区台内談話会、2021年12月、大阪
61. 岡部いづみ、岡本幸三、石橋俊之、Aeolus 衛星のドップラー風ライダーデータ同化インパクト、日本気象学会2021年度秋季大会、2021年12月、三重県津市 藤田 匡、スケー

- ルを考慮したドップラー速度の変分法データ同化の検討, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
62. 岡本幸三, 岡部いづみ, 久保田拓志, 石井昌憲, 衛星による風観測と数値予報データ同化, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市 岡部いづみ, 岡本幸三, 石橋俊之, Aeolus 衛星のドップラー風ライダーデータ同化インパクト, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
 63. 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 清水宏幸, 青梨和正, 陸域マイクロ波輝度温度同化における地表面射出率と地表面温度の推定についての調査, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市 岡本幸三, 岡部いづみ, 久保田拓志, 石井昌憲, 衛星による風観測と数値予報データ同化, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
 64. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 清水宏幸, 青梨和正, 陸域マイクロ波輝度温度同化における地表面射出率と地表面温度の推定についての調査, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
 65. 小司禎教, 精密衛星測位の気象学, 気象業務への利用, 日本学術会議地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会(第 25 期・第 4 回), 2021 年 11 月, 日本 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
 66. 川畑拓矢, 極端な豪雨に対する予測研究の現状と今後の展望, 第 2 回気候変動適応セミナー, 2021 年 11 月, オンライン 小司禎教, 精密衛星測位の気象学, 気象業務への利用, 日本学術会議地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会(第 25 期・第 4 回), 2021 年 11 月, 日本
 67. 小司禎教, GPS/GNSS 気象学について, 第 18 回リアルタイム測位利用技術講習会, 2021 年 11 月, (オンライン) 川畑拓矢, 極端な豪雨に対する予測研究の現状と今後の展望, 第 2 回気候変動適応セミナー, 2021 年 11 月, オンライン
 68. 小司禎教, 三浦甚哉, 椿 修二, 東 吉一, 日比野 祥, 小嶋 惇, 中村哲也, 習田恵三, Kinematic PPP によるリアルタイム海上可降水量解析, GPS/GNSS シンポジウム 2021, 2021 年 10 月, オンライン 小司禎教, GPS/GNSS 気象学について, 第 18 回リアルタイム測位利用技術講習会, 2021 年 11 月, (オンライン)
 69. 瀬古 弘, 1 km 格子 asuca を用いた豪雨をもたらした降水系の流跡線解析, 第 23 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2021 年 10 月, オンライン 小司禎教, 三浦甚哉, 椿 修二, 東 吉一, 日比野 祥, 小嶋 惇, 中村哲也, 習田恵三, Kinematic PPP によるリアルタイム海上可降水量解析, GPS/GNSS シンポジウム 2021, 2021 年 10 月, オンライン
 70. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 変分法によるドップラー速度のデータ同化 ウェーブレット空間での制御変数の検討, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン 瀬古 弘, 1 km 格子 asuca を用いた豪雨をもたらした降水系の流跡線解析, 第 23 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2021 年 10 月, オンライン
 71. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021 年 9 月, オンライン 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 変分法によるドップラー速度のデータ同化 ウェーブレット空間での制御変数の検討, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
 72. 吉田, 白石, 酒井, 永井, 幾田, 瀬古, 小司, 水蒸気ラマンライダーを用いた大雨に関連する下層水蒸気の観測, 第 39 回レーザーセンシングシンポジウム, 2021 年 9 月, 東京 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021 年 9 月, オンライン

73. 山崎明宏, 工藤 玲, 気象研究所地上放射観測網のスカイラジオメーター観測から得られたエアロゾル光学特性, 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2021 年 8 月, 熊本県熊本市吉田、白石、酒井、永井、幾田、瀬古、小司, 水蒸気ラマンライダーを用いた大雨に関連する下層水蒸気の観測, 第 39 回レーザーセンシングシンポジウム, 2021 年 9 月, 東京
74. 小司禎教, 精密衛星測位を用いた大気リモートセンシング, 安全工学シンポジウム 2021, 2021 年 7 月, オンライン開催 山崎明宏, 工藤 玲, 気象研究所地上放射観測網のスカイラジオメーター観測から得られたエアロゾル光学特性, 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2021 年 8 月, 熊本県熊本市
75. 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による水蒸気解析の最適化, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン 小司禎教, 精密衛星測位を用いた大気リモートセンシング, 安全工学シンポジウム 2021, 2021 年 7 月, オンライン開催
76. 藤田 匡, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大塚道子, 大和田浩美, ひまわり後継衛星 GeoHSS のメソ OSSE, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による水蒸気解析の最適化, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
77. 林 昌宏, 岡本幸三, 大和田浩美, 小山 亮, 静止衛星搭載ハイパースペクトル赤外サウンドを想定した 気温・水蒸気鉛直プロファイル推定手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 藤田 匡, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大塚道子, 大和田浩美, ひまわり後継衛星 GeoHSS のメソ OSSE, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
78. 岡本幸三, 林 昌宏, 端野典平, 中川雅之, 奥山 新, 全天候赤外輝度温度データ同化に向けた、シミュレーションの検証とバイアス要因調査, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 林 昌宏, 岡本幸三, 大和田浩美, 小山 亮, 静止衛星搭載ハイパースペクトル赤外サウンドを想定した 気温・水蒸気鉛直プロファイル推定手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
79. 石橋俊之, 観測誤差共分散行列の流れ依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市 岡本幸三, 林 昌宏, 端野典平, 中川雅之, 奥山 新, 全天候赤外輝度温度データ同化に向けた、シミュレーションの検証とバイアス要因調査, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
80. 岡部いづみ、岡本幸三、他 9 名, 衛星搭載ドップラー風ライダー OSSE—台風進路予測へのインパクト評価—, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 石橋俊之, 観測誤差共分散行列の流れ依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
81. 澤田 謙, 松信 匠, 川畑拓矢, 瀬古 弘, 清野直子, NHM-LETKF への SPUC の導入, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 岡部いづみ、岡本幸三、他 9 名, 衛星搭載ドップラー風ライダー OSSE—台風進路予測へのインパクト評価—, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
82. 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス性定量化による非ガウスデータ同化手法, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン 澤田 謙, 松信 匠, 川畑拓矢, 瀬古 弘, 清野直子, NHM-LETKF への SPUC の導入, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
83. 工藤 玲, H. Diemoz, V. Estelles, M. Campanelli, 桃井裕広, F. Marengo, C. L. Ryder, 居島修, 内山明博, 中島孝一, 山崎明宏, 長澤亮二, 大河原 望, 石田春磨, スカイラジオメータによるエアロゾル・水蒸気・オゾンのリモートセンシング, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス性定量化による非ガウスデータ同化手法, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
84. H. Diemoz, V. Estellés, M. Campanelli, 桃井裕広, F. Marengo, C. L. Ryder, 居島修, 内山明博, 中島孝一, スカイラジオメータによるエアロゾル・水蒸気・オゾンのリモートセンシング手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月,

- つくば市 工藤 玲, H. Diemoz, V. Estelles, M. Campanelli, 桃井裕広, F. Marengo, C. L. Ryder, 居島修, 内山明博, 中島孝一, 山崎明宏, 長澤亮二, 大河原 望, 石田春磨, スカイラジオメータによるエアロゾル・水蒸気・オゾンのリモートセンシング, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
85. 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 小司禎教, ラマンライダーと差分吸収式ライダーによる大気下層水蒸気分布の比較観測, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市 H. Diemoz, V. Estelles, M. Campanelli, 桃井裕広, F. Marengo, C. L. Ryder, 居島 修, 内山明博, 中島孝一, スカイラジオメータによるエアロゾル・水蒸気・オゾン のリモートセンシング手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
86. 吉田 智, 酒井 哲, 幾田泰醇, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 白石浩一, 清水慎吾, 線状降水帯に対する水蒸気ライダーデータの同化の影響, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 小司禎教, ラマンライダーと差分吸収式ライダーによる大気下層水蒸気分布の比較観測, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
87. 吉田 智, 白石浩一, 酒井 哲, 永井智広, 幾田泰醇, 小司禎教, 瀬古 弘, 清水慎吾, 九州での水蒸気ライダー観測の初期結果, 第 24 回大気ライダー研究会, 2021 年 3 月, オンライン 吉田 智, 酒井 哲, 幾田泰醇, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 白石浩一, 清水慎吾, 線状降水帯に対する水蒸気ライダーデータの同化の影響, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
88. 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 小司禎教, 気象研ラマンライダーと Vaisala 差分吸収式ライダーによる大気下層の水蒸気分布比較観測, 第 24 回大気ライダー研究会, 2021 年 3 月, オンライン 吉田 智, 白石浩一, 酒井 哲, 永井智広, 幾田泰醇, 小司禎教, 瀬古弘, 清水慎吾, 九州での水蒸気ライダー観測の初期結果, 第 24 回大気ライダー研究会, 2021 年 3 月, オンライン
89. 岡本幸三, 林 昌宏, 端野典平, 中川雅之, 奥山 新, ひまわり全天候赤外輝度温度データ同化に向けた、シミュレーションの検証, GPM および衛星シミュレータ合同研究集会, 2021 年 3 月, オンライン 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 小司禎教, 気象研ラマンライダーと Vaisala 差分吸収式ライダーによる大気下層の水蒸気分布比較観測, 第 24 回大気ライダー研究会, 2021 年 3 月, オンライン
90. 谷川朋範, 青木輝夫, 石元裕史, 増田一彦, 庭野匡思, 堀 雅裕, 八久保晶弘, 的場澄人, 杉浦幸之助, 島田利元, 大河原 望, 積雪と海氷の波長別偏光特性, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン 岡本幸三, 林 昌宏, 端野典平, 中川雅之, 奥山 新, ひまわり全天候赤外輝度温度データ同化に向けた、シミュレーションの検証, GPM および衛星シミュレータ合同研究集会, 2021 年 3 月, オンライン
91. 近藤圭一, 三好建正, 非ガウス分布の定量的評価による非ガウスデータ同化, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン 谷川朋範, 青木輝夫, 石元裕史, 増田一彦, 庭野匡思, 堀 雅裕, 八久保晶弘, 的場澄人, 杉浦幸之助, 島田利元, 大河原 望, 積雪と海氷の波長別偏光特性, 雪氷研究大会 (2020・オンライン), 2020 年 11 月, オンライン
92. 澤田 謙, 変分法同化システムへの過飽和制約の導入, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン, オンライン 近藤圭一, 三好建正, 非ガウス分布の定量的評価による非ガウスデータ同化, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン
93. 瀬古 弘, メソアンサンブル予報を用いた豪雨の相関解析, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン, オンライン 澤田 謙, 変分法同化システムへの過飽和制約の導入, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン, オンライン
94. 藤田 匡, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大塚道子, 大和田浩美, ひまわり後継衛星の GeoHSS によるメソ数値予報へのインパクト調査, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン

- ン 瀬古 弘, メソアンサンブル予報を用いた豪雨の相関解析, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン, オンライン
95. 岡本幸三, 大和田浩美, 藤田 匡, 岡部いづみ, 数値予報データ同化における静止衛星観測の利用, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン 藤田 匡, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大塚道子, 大和田浩美, ひまわり後継衛星の GeoHSS によるメソ数値予報へのインパクト調査, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 96. 川畑拓矢, 上里達実, 横矢直人, 酒井 哲, 吉田 智, 高橋温志, 上田修功, 教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン 岡本幸三, 大和田浩美, 藤田 匡, 岡部いづみ, 数値予報データ同化における静止衛星観測の利用, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 97. 川畑拓矢, Le Duc, 令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン 川畑拓矢, 上里達実, 横矢直人, 酒井 哲, 吉田 智, 高橋温志, 上田修功, 教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 98. 幾田泰醇, 瀬古 弘, 小司禎教, 令和 2 年 7 月豪雨に対する船舶 GNSS の同化インパクトと発生要因, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン 川畑拓矢, Le Duc, 令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 99. 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 下層水蒸気量と海風前線の対流発生への寄与ー羽田空港周辺 2018 年 9 月 2 日の事例ー, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン 幾田泰醇, 瀬古 弘, 小司禎教, 令和 2 年 7 月豪雨に対する船舶 GNSS の同化インパクトと発生要因, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 100. 川畑拓矢, 大アンサンブルが予測する豪雨・洪水, 「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」第 1 回シンポジウム ～豪雨・台風の高精度な予測をめざして～, 2020 年 9 月, オンライン 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 小司 禎教, 瀬古 弘, 下層水蒸気量と海風前線の対流発生への寄与ー羽田空港周辺 2018 年 9 月 2 日の事例ー, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
 101. 川畑拓矢, Le Duc, 斉藤和雄, 大泉 伝, 令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測, 第一回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会, 2020 年 9 月, オンライン, オンライン 川畑拓矢, 大アンサンブルが予測する豪雨・洪水, 「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」第 1 回シンポジウム ～豪雨・台風の高精度な予測をめざして～, 2020 年 9 月, オンライン
 102. 阿保 真, 長澤親生, 柴田泰邦, 内野 修, 酒井 哲, 柴田 隆, 勝俣昌己, 衛星搭載 DIAL によるグローバルな水蒸気分布観測の提案, 第 38 回レーザーセンシングシンポジウム, 2020 年 9 月, 日本 川畑拓矢, Le Duc, 斉藤和雄, 大泉 伝, 令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測, 第一回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会, 2020 年 9 月, オンライン, オンライン
 103. 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 下層水蒸気の積乱雲の発生発達への寄与, 第 38 回レーザーセンシングシンポジウム, 2020 年 9 月, 日本 阿保 真, 長澤親生, 柴田泰邦, 内野 修, 酒井 哲, 柴田 隆, 勝俣昌己, 衛星搭載 DIAL によるグローバルな水蒸気分布観測の提案, 第 38 回レーザーセンシングシンポジウム, 2020 年 9 月, 日本
 104. 石橋俊之, 数値天気予報のための全球大気解析の高精度化に関する研究, 神戸大学惑星科学研究センターセミナー, 2020 年 8 月, リモート 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 下層水蒸気の積乱雲の発生発達への寄与, 第 38 回レーザーセンシングシンポジウム, 2020 年 9 月, 日本
 105. 吉田 智, 瀬古 弘, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 国井 勝, 観測システムシミュレーション実験を用いた水蒸気観測の影響評価, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 6 月, オンライン 石橋俊之, 数値天気予報のための全球大気解析の高精度化に関する研究, 神戸大学惑星科学研究センターセミナー, 2020 年 8 月, リモート

106. 小司禎教, 潮汐モデルを用いた船舶 GNSS 可降水量誤差補正の試み, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市 吉田 智, 瀬古 弘, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 国井 勝, 観測システムシミュレーション実験を用いた水蒸気観測の影響評価, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 6 月, オンライン
107. 谷川朋範, 庭野匡思, 大河原望, 石元裕史, 青木輝夫, ニーオルスンにおける全天分光日射計を用いた積雪粒径・積雪不純物濃度の推定, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン 小司禎教, 潮汐モデルを用いた船舶 GNSS 可降水量誤差補正の試み, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
108. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, ドップラー速度の観測誤差相関を考慮した変分法データ同化の検討, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン 谷川朋範, 庭野匡思, 大河原望, 石元裕史, 青木輝夫, ニーオルスンにおける全天分光日射計を用いた積雪粒径・積雪不純物濃度の推定, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
109. 瀬古 弘, 小司禎教, 堀田大介, 小泉 耕, 幾田泰醇, 現業同化システムに準拠したメソ数値予報実験システムを用いた船舶 GNSS の同化実験, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, ドップラー速度の観測誤差相関を考慮した変分法データ同化の検討, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
110. 小司禎教, 酒井 哲, 永井智広, 吉田 智, 首都圏短時間強雨の環境場 ―東風の特徴―, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市 瀬古 弘, 小司禎教, 堀田大介, 小泉 耕, 幾田泰醇, 現業同化システムに準拠したメソ数値予報実験システムを用いた船舶 GNSS の同化実験, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
111. 澤田 謙, 変分法同化システムにおける過飽和制約の導入, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン 小司禎教, 酒井 哲, 永井智広, 吉田 智, 首都圏短時間強雨の環境場 ―東風の特徴―, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
112. 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン 澤田 謙, 変分法同化システムにおける過飽和制約の導入, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
113. 瀬古 弘, 革新的な数値天気予報と被害レベル推定に基づく高度な気象防災のサブ課題紹介, ポスト「京」(スーパーコンピュータ「富岳」) 重点課題 4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」 最終成果報告会, 2020 年 1 月, 東京 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
114. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 観測誤差時空間相関を考慮した変分法による ドップラー速度データ同化の検討, ポスト「京」(スーパーコンピュータ「富岳」) 重点課題 4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」 最終成果報告会, 2020 年 1 月, 東京 瀬古 弘, 革新的な数値天気予報と被害レベル推定に基づく高度な気象防災のサブ課題紹介, ポスト「京」(スーパーコンピュータ「富岳」) 重点課題 4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」 最終成果報告会, 2020 年 1 月, 東京
115. 小司禎教, 精密衛星測位 (GNSS) を用いた水蒸気観測と気象への利用, 第 18 回英弘シンポジウム”異常気象と局地気象”, 2020 年 1 月, 東京都 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 観測誤差時空間相関を考慮した変分法による ドップラー速度データ同化の検討, ポスト「京」(スーパーコンピュータ「富岳」) 重点課題 4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」 最終成果報告会, 2020 年 1 月, 東京
116. 川畑拓矢 上野玄太, NHM-RPF を用いた観測誤差の動的推定, 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市 小司禎教, 精密衛星測位 (GNSS) を用いた水蒸気観測と気象への利用, 第 18 回英弘シンポジウム”異常気象と局地気象”, 2020 年 1 月, 東京都

117. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 観測誤差相関を考慮した変分法によるドップラー速度データ同化の検討, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市 川畑 拓矢 上野玄太, NHM-RPF を用いた観測誤差の動的推定, 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市
118. 瀬古 弘, 小泉 耕, 小司禎教, 瀬之口 敦, メソ NAPEX を用いた SSR モード S 航空機データと船舶 GNSS 可降水量の同化実験, 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 観測誤差相関を考慮した変分法によるドップラー速度データ同化の検討, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市
119. 澤田 謙, スピンダウン問題と過飽和抑制, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重市 瀬古 弘, 小泉 耕, 小司禎教, 瀬之口 敦, メソ NAPEX を用いた SSR モード S 航空機データと船舶 GNSS 可降水量の同化実験, 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市
120. 津口裕茂, 線状降水帯がもたらす集中豪雨のしくみ-近年の顕著事例を例として-, 気象大学校紫雲祭, 2019 年 11 月, 柏 澤田 謙, スピンダウン問題と過飽和抑制, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重市
121. 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みに依る散乱特性の変動の導入, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 津口裕茂, 線状降水帯がもたらす集中豪雨のしくみ-近年の顕著事例を例として-, 気象大学校紫雲祭, 2019 年 11 月, 柏
122. 石元裕史, 足立アホロ, 安達 聖, 積雪マイクロ CT データを用いた降雪粒子のモデル化と レーダー反射特性の計算, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みに依る散乱特性の変動の導入, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
123. 吉田 智, 酒井 哲, 瀬古 弘, 永井智広, 小司禎教, 横田 祥, 水蒸気ライダーによる水蒸気鉛直分布の観測とデータ同化, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 石元裕史, 足立アホロ, 安達 聖, 積雪マイクロ CT データを用いた降雪粒子のモデル化と レーダー反射特性の計算, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
124. 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 川畑拓矢, 小司禎教, 水蒸気ライダーとドップラーライダーによる海風の観測-2017 年 8 月 19 日の局地的大雨事例-, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 吉田 智, 酒井 哲, 瀬古 弘, 永井智広, 小司禎教, 横田 祥, 水蒸気ライダーによる水蒸気鉛直分布の観測とデータ同化, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
125. 星野俊介, 小司禎教, 2018 年 9 月 18 日に東京都で観測された大雨の事例解析, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 川畑拓矢, 小司禎教, 水蒸気ライダーとドップラーライダーによる 海風の観測-2017 年 8 月 19 日の局地的大雨事例-, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
126. 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による東シナ海水蒸気観測実験, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 星野俊介, 小司禎教, 2018 年 9 月 18 日に東京都で観測された大雨の事例解析, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
127. 小司禎教, 酒井 哲, 足立アホロ, E-S 風系型首都圏短時間強雨への下層水蒸気の寄与 -2017 年 8 月 19 日の事例-, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による東シナ海水蒸気観測実験, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
128. 堀田大介, 変分自己符号化器による前処理を通じた非ガウス観測のデータ同化, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 小司禎教, 酒井 哲, 足立アホロ, E-S 風系型首都圏短時間強雨への下層水蒸気の寄与 -2017 年 8 月 19 日の事例-, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市

129. 工藤 玲, 岩渕弘信, 鷹野敏明, 入江仁士, Alessandro Damiani, Pradeep Khatri, 不均質に分布した雲の地上リモートセンシング手法の開発, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡 堀田大介, 変分自己符号化器による前処理を通じた非ガウス観測のデータ同化, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
130. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 変分法によるレーダーデータ同化高度化の検討, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡 工藤 玲, 岩渕弘信, 鷹野敏明, 入江仁士, Alessandro Damiani, Pradeep Khatri, 不均質に分布した雲の地上リモートセンシング手法の開発, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
131. 藤田 匡, 大塚道子, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大和田浩美, ひまわり後継衛星ハイパースペクトル赤外サウンダのメソ数値予報 OSSE, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 澤田 謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井 勝, 塚本 暢, 秋元銀河, 変分法によるレーダーデータ同化高度化の検討, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
132. 石橋俊之, 4次元の背景誤差共分散行列を使った 4D-Var によるアンサンブル生成と決定論的解析 (4), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 藤田 匡, 大塚道子, 岡本幸三, 瀬古 弘, 大和田浩美, ひまわり後継衛星ハイパースペクトル赤外サウンダのメソ数値予報 OSSE, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
133. 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス分布を考慮したアンサンブル同化手法, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市 石橋俊之, 4次元の背景誤差共分散行列を使った 4D-Var によるアンサンブル生成と決定論的解析 (4), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
134. 岡本幸三, 石井昌憲, 久保田拓志, 佐藤 篤, 境澤大亮, 西澤智明, 松本紋子, 津上哲也, 石橋俊之, 田中宙中, Philippe Baron, 青木 誠, 沖 理子, 佐藤正樹, 岩崎俊樹, 数値予報精度向上のための衛星搭載ドップラー風ライダーによる全球風観測, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス分布を考慮したアンサンブル同化手法, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
135. 吉田 智, 酒井 哲, 瀬古 弘, 永井智広, 小司禎教, 横田 祥, 白石浩一, ラマンライダーによる水蒸気鉛直分布観測と大雨予測, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市 岡本幸三, 石井昌憲, 久保田拓志, 佐藤 篤, 境澤大亮, 西澤智明, 松本紋子, 津上哲也, 石橋俊之, 田中宙中, Philippe Baron, 青木 誠, 沖 理子, 佐藤正樹, 岩崎俊樹, 数値予報精度向上のための衛星搭載ドップラー風ライダーによる全球風観測, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市
136. 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 川畑拓矢, 小司禎教, 水蒸気ライダーとドップラーライダーによる東京湾岸における海風の観測 -2017 年 8 月 19 日の局地的大雨事例-, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市 吉田 智, 酒井 哲, 瀬古 弘, 永井智広, 小司禎教, 横田 祥, 白石浩一, ラマンライダーによる水蒸気鉛直分布観測と大雨予測, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市
137. 石橋俊之, 全球解析に関する最近の研究から, 第 3 回 理研・気象庁 データ同化に関する情報交換会, 2019 年 8 月, 東京都 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 川畑拓矢, 小司禎教, 水蒸気ライダーとドップラーライダーによる東京湾岸における海風の観測 -2017 年 8 月 19 日の局地的大雨事例-, 第 37 回レーザセンシングシンポジウム, 2019 年 9 月, 千葉県千葉市
138. 川畑拓矢 上野玄太, MCS におけるカオスの起源を探る, 第 6 回メソ気象セミナー, 2019 年 7 月, 三重県伊勢市 石橋俊之, 全球解析に関する最近の研究から, 第 3 回 理研・気象庁 データ同化に関する情報交換会, 2019 年 8 月, 東京都
139. 近藤圭一, 不完全な背景誤差共分散がアンサンブルデータ同化に与える影響, 統数研・気象研勉強会, 2019 年 6 月, 港区 川畑拓矢 上野玄太, MCS におけるカオスの起源を探る, 第 6 回メソ気象セミナー, 2019 年 7 月, 三重県伊勢市

140. 岡本幸三, 大和田浩美, 計盛正博, 大塚道子, 太田芳文, 上清直隆, 瀬古 弘, 安藤昭芳, 吉田 良, 石元裕史, 林 昌宏, 石田春磨, 佐藤芳昭, 国松 洋, 別所康太郎, 横田寛伸, ひまわり後継衛星に向けたハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市 近藤圭一, 不完全な背景誤差共分散がアンサンブルデータ同化に与える影響, 統計研・気象研勉強会, 2019 年 6 月, 港区
141. 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みの変動を考慮した散乱アルゴリズム, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 岡本幸三, 大和田浩美, 計盛正博, 大塚道子, 太田芳文, 上清直隆, 瀬古 弘, 安藤昭芳, 吉田 良, 石元裕史, 林 昌宏, 石田春磨, 佐藤芳昭, 国松 洋, 別所康太郎, 横田寛伸, ひまわり後継衛星に向けたハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市
142. 小田真祐子, 変分法同化法のための 2 スケール局所化手法, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みの変動を考慮した散乱アルゴリズム, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
143. 石橋俊之, 4次元の背景誤差共分散行列を使った 4D-Var によるアンサンブル生成と決定論的解析 (3), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 渋谷区 小田真祐子, 変分法同化法のための 2 スケール局所化手法, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
144. 瀬古 弘, 小泉 耕, 小司禎教, 加藤照之, 船舶やブイで観測した GNSS データを用いた同化実験 (その 1), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 渋谷区 石橋俊之, 4次元の背景誤差共分散行列を使った 4D-Var によるアンサンブル生成と決定論的解析 (3), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 渋谷区
145. 工藤 玲, 岩渕弘信, 鷹野敏明, 入江仁士, Alessandro Damiani, Pradeep Khatri, スカイラジオメータによる雲の微物理・光学特性のリモートセンシング, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京 瀬古 弘, 小泉 耕, 小司禎教, 加藤照之, 船舶やブイで観測した GNSS データを用いた同化実験 (その 1), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 渋谷区
146. 藤田 匡, 成田正巳, 氏家将志, 河野耕平, 幾田泰醇, 沢田雅洋, 國井 勝, 塚本 暢, 草開 浩, 秋元銀河, 安斎太朗, 欠畑賢之, 西本秀祐, 小野耕介, 倉橋 永, 計盛正博, 本田有機, メソアンサンブル予報システム (MEPS) の運用開始に向けて, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京 工藤 玲, 岩渕弘信, 鷹野敏明, 入江仁士, Alessandro Damiani, Pradeep Khatri, スカイラジオメータによる雲の微物理・光学特性のリモートセンシング, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
147. 岡本幸三, 大和田浩美, 計盛正博, 大塚道子, 太田芳文, 上清直隆, 瀬古 弘, 安藤昭芳, 吉田 良, 石元裕史, 林 昌宏, 石田春磨, 佐藤芳昭, 国松 洋, 別所康太郎, 横田寛伸, ひまわり後継衛星に向けたハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都 藤田 匡, 成田正巳, 氏家将志, 河野耕平, 幾田泰醇, 沢田雅洋, 國井 勝, 塚本 暢, 草開 浩, 秋元銀河, 安斎太朗, 欠畑賢之, 西本秀祐, 小野耕介, 倉橋 永, 計盛正博, 本田有機, メソアンサンブル予報システム (MEPS) の運用開始に向けて, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
148. 岡本幸三, 大和田浩美, 計盛正博, 大塚道子, 太田芳文, 上清直隆, 瀬古 弘, 安藤昭芳, 吉田 良, 石元裕史, 林 昌宏, 石田春磨, 佐藤芳昭, 国松 洋, 別所康太郎, 横田寛伸, ひまわり後継衛星に向けたハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

イ. ポスター発表：合計 112 件

・国際的な会議・学会等：28 件

1. Saito, K., T. Matsunobu, and T. Oizui, Effect of Northward Ageostrophic Winds Associated with a Tropical Cyclone on PRE Rainfall Enhancement., AMS 20th Conference on Mesoscale Processes, 2023 年 7 月, USA, Madison
2. Ikuta, Y., M. Satoh, W. Roh, S. Matsugishi, N. Kuba, T. Seiki, A. Umehara, and H. Eito, Evaluation and improvement of cloud microphysics scheme using ground-based polarimetric radar and disdrometer observations, ICCP-GSRA Workshop 2023, jointly with The 2nd EarthCARE Modeling Workshop, 2023 年 3 月, Izu
3. N. Ohkawara, Efforts to reduce errors in infrared radiation observations at the Earth's surface, Metrology for Climate Action, 2022 年 9 月, (オンライン)
4. Tetsu Sakai, Satoru Yoshida, Tomohiro Nagai, Yasutaka Ikuta, Yoshinori Shoji, Comparison of lower tropospheric water vapor vertical distribution measured with Raman lidar and DIAL and their impact of data assimilation in numerical weather prediction model, 第 30 回国際レーザーレーダ会議, 2022 年 7 月, アメリカ, モンタナ
5. Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Enhancement of Variational Assimilation of High-Frequency and High-Resolution Radial Wind, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021 年 9 月, (オンライン)
6. Sawada, K., Y. Honda, Effects of suppressing supersaturation in a variational data assimilation system, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021 年 9 月, (オンライン)
7. Toshiyuki Ishibashi, Improvement of Accuracy of Global Numerical Weather Prediction Using Refined Error Covariance Matrices, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021 年 9 月, (オンライン)
8. Takuya KAWABATA, Le Duc, Tsutao Oizumi, Kazuo Saito, Ensemble Data Assimilation and Probabilistic Forecast with 1000 Members Coupled with a Hydrological Model Using the Supercomputer "Fugaku" Aiming to the Impact-Based Forecast, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021 年 9 月, (オンライン)
9. 吉田 智、酒井 哲、永井智広、小司禎教、瀬古 弘, Impact of low-level moisture and convergence on initiation and development of cumulonimbus, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
10. Okamoto, K. and M. Hayashi, Examination of observation and model error for all-sky infrared radiance assimilation, ECMWF/EUMETSAT NWP SAF Workshop on the treatment of random and systematic errors in satellite data assimilation for NWP, 2020 年 11 月, online
11. Ishibashi, T., Observation impact study in global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
12. Ishibashi, T., Data assimilation of lightning observation data for global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
13. Shoji, Y., Relationship between errors in ship-borne GNSS derived PWVs and that in vertical coordinates, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
14. Aonashi, K., K. Okamoto, M. Yamaguchi, and T. Tashima, Introduction of the mixed-lognormal PDF and a new displacement correction method for precipitation to EnVar for all-sky MWI TB assimilation, The 4th Joint JCSDA-ECMWF Workshop on Assimilating Satellite Observations of Clouds and Precipitation into NWP Models, 2020 年 2 月, イギリス, レディング
15. Saito, K., M. K. Hung, N. V. Hung, D. D. Tien, and L. Duc, Heavy rainfall event in central Viet Nam in December 2018 and QPE/QPF at VNMHA, 100th AMS Annual Meeting, 2020 年 1 月, USA, Boston

16. Miyoshi, T., S. Kotsuki, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, AMS 100th Annual Meeting, 2020 年 1 月, アメリカ, ボストン
17. Kondo, K., T. Miyoshi, Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics with a 10240-member ensemble Kalman filter experiment using an intermediate AGCM, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
18. Kudo, R., H. Iwabuchi, T. Takano, H. Irie, A. Damiani, and P. Khatri, Ground-based remote sensing of heterogeneous clouds using sky-view camera and three-dimensional radiative transfer, 8th International EarthCARE Science Workshop, 2019 年 11 月, 福岡
19. Okamoto, K., K. Bessho and M. Kachi, JMA and JAXA, The 22nd International TOVS Study Conference, 2019 年 11 月, カナダ, Saint-Sauveur,
20. Seko, H., E. Sato, H. Yamauchi, Y. Shoji, and S. Satoh, Refractivity distributions over the Kanto and Osaka plains and their impacts on the rainfall forecasts, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 10 月, 奈良市
21. Ishimoto, H., M. Hayashi, Y. Mano, Development of fast radiative transfer model MBCRM for analysis of volcanic ash clouds measured by hyperspectral infrared sounder, 2019 年合同衛星会議, 2019 年 10 月, アメリカ, ボストン
22. Ishibasi, T., T. Iriguchi, Y. Fujii, T. Yasuda, Y. Takaya, N. Saito, T. Onog, Numerical Weather Prediction Experiments using a Coupled Atmosphere-Ocean Data Assimilation System in JMA/MRI (3), JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
23. Ishibasi, T., Superposition of atmospheric states using information redundancy for Numerical Weather Prediction, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
24. Hiromu Seko, Eiichi Sato, Hiroshi Yamauchi, Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
25. Shoji, Y., Sakai, T., Adachi, A., Yoshida, S., Nagai, T., Study of the Mechanisms of Severe Thunderstorm in Tokyo Metropolitan Area using High Frequent Assimilation of GNSS and Other Ground-based Observations, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
26. Shoji, Y., T. Tsuda, T. Kato, T. Terada, and M. Yabuki, Ocean Platform GNSS Meteorology for Heavy Rainfall Prediction, Living Planet Symposium 2019, 2019 年 5 月, イタリア, ミラノ
27. Ishii, S., H. Iwai, M. Aoki, M. Oshiro, H. Takenaka, K. Kikuchi, T. Nishizawa, Y. Jin, N. Sugimoto, E. Oikawa, and H. Okamoto, Validation activities in Japan during 4 years from 2019-2022, Aeolus Science Conference 2023, 2023 年 5 月, ギリシャ, ロドス島
28. 田上雅浩, 八代 尚, 高野雄紀, 芳村 圭, 小玉知央, 佐藤正樹, Modelling water isotopes using a global non-hydrostatic model with explicit convection scheme for investigating model's bias and uncertainty, JpGU meeting 2022, 2023 年 2 月, 千葉県千葉市&オンライン

・国内の会議・学会等 : 44 件

1. 澤田 謙, 非ガウス型誤差分布の簡易的導入に向けて, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
2. 及川 栄治, 酒井 哲, 阿保 真, 西橋 政秀, 永井 智広, 吉田 智, 水蒸気 DIAL の半導体レーザー波長制御アルゴリズムの開発, 第 41 回レーザーセンシングシンポジウム, 2023 年 9 月, つくば市
3. 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 西橋政秀, 及川栄治, 清水慎吾, 前坂 剛, 白石浩一, 原口英介, 矢野謙也, 辻 秀伸, 今城勝治, 三菱電機社製 DIAL と気象研究所ラマンライダー、ラジオゾンデによる水蒸気鉛直分布の比較観測, 第 41 回レーザーセンシングシンポジウム, 2023 年 9 月, 茨城県つくば市

4. 西橋政秀, 及川栄治, 永井智広, 酒井 哲, 吉田 智, 阿保 真, 線状降水帯の予測精度向上に資する水蒸気 DIAL の開発, 第 41 回レーザセンシングシンポジウム, 2023 年 9 月, 茨城県つくば市
5. 田上雅浩・一柳錦平・朴 昊澤, 北極圏を対象とした海氷後退に伴う水蒸気起源域と水循環の変化, 水文・水資源学会 日本水文科学会 2023 年度研究発表会, 2023 年 9 月, 長崎県長崎市
6. 石田春磨, 岡本幸三, 赤外ハイパーサウンダーデータの主成分分析に基づく全球予報データ同化利用チャンネルの選択, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
7. 瀬古 弘, 山内 洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井 哲, 足立アホロ, レーダー屈折率時間変化量の推定時のパラメータと観測高度, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
8. 西橋政秀, 及川栄治, 酒井 哲, 永井智広, 吉田 智, 阿保 真, 線状降水帯の予測精度向上を目的とした差分吸収式水蒸気ライダーの開発, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
9. 田上雅浩, 中村 哲, 大島和裕, 一柳錦平, 朴 昊澤, 北極海の海氷後退と大気水循環との関係, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
10. 石元裕史, 林 昌宏, 石井憲介, 工藤 玲, 複数の衛星データを用いた赤外火山灰解析手法の開発, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
11. 山崎明宏, 渡部義明, 江井和則, スカイラジオメータの内部温度測定 of 改良と温度特性について, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
12. 瀬古 弘, 幾田泰醇, 川畑拓矢, 石元裕史, 荒木健太郎, 田尻拓也, 清水慎吾, 吉本浩一, 竹田智博, 河野宜幸, 松元 誠, 鈴木健司, 中山和正, メソ NAPEX を用いた地上マイクロ波放射計可降水量の同化実験, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
13. 小司禎教, IGS 第 3 次再解析を用いた GNSS 可降水量再解析, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
14. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析 (その 2), 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
15. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月, オンライン
16. 瀬古 弘, 足立アホロ, 梅原章仁, 佐藤英一, 小司禎教, 酒井 哲, 吉田 智, 線状降水帯の降水予報精度向上を目指した 気象観測用ドローンを併用した水蒸気観測, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
17. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した火山灰雲のひまわり 8 号による解析, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
18. 瀬古 弘, メソアンサンブルと 1 km-asuca を用いた豪雨解析, 「富岳」成果創出加速プログラム防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 2021 年度成果発表会, 2022 年 3 月, オンライン
19. 藤田 匡, 瀬古 弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 変分法によるドップラー速度等のスケール依存同化の検討, 「富岳」成果創出加速プログラム防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 2021 年度成果発表会, 2022 年 3 月, オンライン
20. 瀬古 弘, 佐藤英一, 梅原章仁, 鈴木 修, 足立アホロ, 山内 洋, 南雲信宏, 空港気象レーダーによる屈折率の時間変化, 日本気象学会秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
21. 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 白石浩一, 幾田泰醇, 瀬古 弘, 小司禎教, 線状降水帯の風上側の水蒸気鉛直プロファイルの観測, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
22. 小司禎教, 三浦甚哉, 椿 修二, 東 吉一, 日々野祥, 小嶋 惇, 中村哲也, 習田恵三, 船舶搭載 GNSS によるリアルタイム海上可降水量解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
23. 澤田 謙, 変分法メソ解析システムにおける過飽和制約の効果, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
24. 石元裕史, 林 昌宏, 真野裕三, 工藤 玲, 火山灰の複素屈折率推定によるひまわり火山灰アルゴリズムの改良, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン

25. 瀬古 弘, メソアンサンブル予報を用いた豪雨の相関解析, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
26. 石田春磨, 岡本幸三, 太田芳文, 主成分スコアからの再構成輝度を利用した赤外ハイパースペクトルサウンダデータ同化, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
27. 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による海上可降水量解析最適化の検討, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
28. 山崎明宏, 工藤 玲, 白石浩一, 原圭一郎, 高島久洋, 林 政彦, 西田千春, 2020 年 8 月上旬に九州、沖縄地方で確認された煙霧時の スカイラジオメータ観測, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
29. 小司禎教, 清野直子, 凌風丸による 2020 年梅雨期東シナ海ゾンデ観測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
30. 瀬古 弘, 幾田泰醇, 小司禎教, 堀田大介, 現業同化システムに準拠したメソ数値予報実験システムを用いた船舶 GNSS の同化実験 (その 2), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
31. 吉田 智, 酒井 哲, 永井智広, 小司禎教, 瀬古 弘, 白石浩一, 清水慎吾, 長崎におけるライダーによる水蒸気鉛直分布の初期観測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
32. 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
33. 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 青梨和正, Dynamic Emissivity を用いた陸域衛星輝度温度同化の高度化, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
34. 林 昌宏, 岡本幸三, DARDAR プロダクトとひまわり 8 号観測を用いた RTTOV 氷雲放射スキームの評価, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
35. 小司禎教, 移動体 GNSS 解析による可降水量誤差要因の考察, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
36. 瀬古 弘, 横田 祥, 吉田 智, 特異値分解解析による「全外し」を軽減するアンサンブル 初期摂動作成法と最適な観測網システムの開発 (その 2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
37. 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 青梨和正, Dynamic Emissivity を用いた陸域衛星輝度温度同化の高度化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
38. 林 昌宏, 石元裕史, GCOM-C/SGLI の熱赤外観測データを用いた火山灰解析, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
39. 山崎明宏, 工藤 玲, 内山明博, 居島 修, 分光型日射計による精密放射観測装置の開発 (2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
40. 澤田 謙, スピンダウン問題と過飽和抑制, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
41. 瀬古 弘, 横田 祥, 福井 真, 吉田 智, 特異値分解解析を利用した「全外し」を軽減するためのアンサンブル初期摂動作成法の開発 (その 1), 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
42. 林 昌宏, 石元裕史, ひまわり 8 号と赤外サウンダによる火山灰解析アルゴリズムの開, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
43. 近藤圭一, モデルが不完全な場合における背景誤差相関について, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
44. 瀬古 弘, 横田 祥, 佐藤英一, 小司禎教, 山内 洋, 佐藤晋介, 川村誠治, 多種の高頻度高密度観測データを用いた 局地的大雨の同化実験 (その 1), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区

報道・記事**(1) 報道・記事：18 件**

1. 時事通信 (2019 年 10 月 26 日) 「海上からの水蒸気流入観測=九州大雨時、船上で-予測精度向上に期待・気象研」
2. 読売新聞 (2020 年 1 月 30 日夕刊) 「海上の水蒸気で豪雨予測」
3. 朝日新聞 (2020 年 7 月 3 日朝刊) 「線状降水帯」予測し被害防げ」
4. 時事通信 (2020 年 11 月 2 日) 「水蒸気観測やスパコンで向上 豪雨予測精度-気象研」
5. NHK (2020 年 11 月 3 日) 「スパコン「富岳」 高い確率で「線状降水帯」予測 気象庁が解析」
6. 毎日新聞 (2020 年 11 月 6 日朝刊) 「線状降水帯 海から予測」
7. 長崎放送 (2020 年 11 月 18 日放送) 番組名：PINT 特集「特集：線状降水帯を予測する水蒸気ライダー」
8. JIJI.COM (2020 年 11 月 2 日) 「水蒸気観測やスパコンで向上 豪雨予測精度-気象研」
9. NHK (2020 年 11 月 3 日) 「スパコン「富岳」 高い確率で「線状降水帯」予測 気象庁が解析」
10. 読売新聞電子版 (会員限定) (2020 年 11 月 3 日) 「線状降水帯 半日前に予測…気象研 10 年後メドに実用化」
11. 読売新聞 (2021 年 9 月 16 日) 「台風の進路予測 誤差半分」
12. 読売テレビ (2021 年 7 月 2 日) 「備え・本格的な豪雨シーズン突入・警戒高まる “線状降水帯”」
13. 日本経済新聞 (2021 年 6 月 30 日) 「半日前予測 気象庁が挑む」
14. 中国放送 (2021 年 5 月 5 日) 「集中豪雨から命を守る」
15. 読売新聞 (2021 年 4 月 2 日) 「西日本版に球磨川線状降水帯」
16. 読売テレビ (2022 年 6 月 28 日) 「不可能を可能に…同じ場所に長時間大雨が降り続く「線状降水帯」 予測の現在地と課題」
17. 日本テレビ (2022 年 7 月 2 日) 「進歩・データで「線状降水帯」予測「富岳」で精度向上」
18. 日本テレビ (2022 年 7 月 5 日) 「独自・線状降水帯“大気の川” 影響・気象庁の「観測・予測体制」は」

その他 ((3) 「成果の他の研究への波及状況」関連)**●講演・アウトリーチ**

1. 酒井 哲, 集中豪雨予測のための水蒸気ライダーの開発 令和 2 年度気象研究所研究成果発表会 (2020 年 12 月 16 日-2021 年 1 月 27 日)
2. 川畑拓矢, スーパーコンピュータ「富岳」を用いた豪雨や洪水の予測に向けて、令和 2 年度気象研究所研究成果発表会 (2020 年 12 月 16 日～2021 年 1 月 27 日)
3. 吉田 智, 雷までの距離を測ろう クエスチョンハンティング ーつくばこどもクエスチョンオンラインー 2020 年 8 月 1 日～23 日
4. 大泉 伝, 高解像度数値気象モデルは豪雨を予測できるのか? ～2013 年伊豆大島、2014 年広島での豪雨事例を対象に～. キャスターネットワーク勉強会, オンライン, 2021 年 3 月
5. 川畑拓矢, 令和 2 年 7 月豪雨における球磨川氾濫事例に対する線状降水帯確率予測, キャスターネットワーク勉強会, オンライン, 2021 年 3 月
6. 川畑拓矢, 極端な豪雨に対する予測研究の現状と今後の展望, 第2回気候変動適応セミナー 2021 年 11 月 10 日
7. 大泉 伝、川畑拓矢, Techで遊ぼう展「2014 年 8 月広島で発生した線状降水帯の 8K 可視化」, NHK プラスクロス渋谷 2023 年 3 月 2 日～3 月 31 日
8. 川畑拓矢: 線状降水帯を知るーそのメカニズムと予測についてー, 第 2 回 スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム シンポジウム「富岳百景」, 2022 年 12 月
9. 川畑拓矢、大アンサンブルシミュレーションによる線状降水帯と洪水の確率予測 日本気象学会関西支部夏季大学 2023 年 8 月 26 日

●受賞等

1. 青梨 和正 衛星観測による全球降水マップの開発と社会での実利用推進に関わる功績 2019 年
日本気象学会 岸保・立平賞
2. 横田 祥 データ同化とアンサンブル予報を用いたスーパーセル竜巻の発生要因と予測に関する研究 日本気象学会 山本賞
3. 堀田大介, 厳密な球面調和変換が可能かつマルチグリッド法を適用可能な格子系および求積法の全球気象モデルへの導入 日本計算力学連合 2021 年 日本計算力学奨励賞
4. 瀬戸里枝, 36 と 89 GHz の衛星マイクロ波観測による陸域雲水量の雲降水粒子より分け推定の可能性の検討 水文・水資源学会 水文・水資源学会論文奨励賞

T 台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：鈴木 修（台風・災害気象研究部 部長／令和元年度）

清野直子（台風・災害気象研究部 部長／令和2～3年度）

加藤輝之（台風・災害気象研究部 部長／令和4～5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

副課題代表者：和田章義（台風・災害気象研究部）

研究担当者：

[台風・災害気象研究部] 柳瀬 亘、嶋田宇大、小野耕介（令和元～2年度）、
辻野智紀（令和3～5年度）、林 昌宏（令和元～2年度）、
川端康弘（令和5年度）、沢田雅洋（併任）、
小山 亮（令和元～4年度、併任）、
伊藤享洋（令和4～5年度、併任）、
瀬崎歩美（令和4～5年度、併任）、岡部裕己（令和4年度、併任）、
文野彩花（令和5年度、併任）

[気象観測研究部] 岡本幸三

（副課題2）顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

副課題代表者：清野直子（台風・災害気象研究部／令和元年度）

益子 渉（台風・災害気象研究部／令和2～5年度）

研究担当者：

[台風・災害気象研究部] 廣川康隆、小野耕介（令和3～5年度）、
荒木健太郎、鈴木 修（令和2～5年度）、
栃本英伍（令和4～5年度）、
末木健太（令和4～5年度）、北畠尚子（併任）、津口裕茂（併任）、
坂井めぐみ（令和元年度、併任）、田巻優子（令和2～5年度、併任）、
清野直子（令和4～5年度、併任）

[気象予報研究部] 橋本明弘、林 修吾

[応用気象研究部] 加藤輝之（令和3年度）

（副課題3）顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

副課題代表者：楠 研一（台風・災害気象研究部）

研究担当者：

[台風・災害気象研究部] 足立 透、猪上華子（令和元～2年度）、鈴木 修（令和2～5年度）、

（副課題4）先端的気象レーダーの観測技術の研究

副課題代表者：足立アホロ（台風・災害気象研究部／令和元～3年度）

山内 洋（台風・災害気象研究部／令和4～5年度）

研究担当者：

[台風・災害気象研究部] 梅原章仁、永井智広（令和元～3年度）、鶴沼 昂（令和4～5年度）、
足立 透、荒木健太郎、益子 渉、鈴木 修（令和3～5年度）、
山内 洋（令和元年度、併任）、
南雲 信宏（令和元～3年度、令和5年度、併任）、
梶原 佑介（令和元年度、併任）、足立アホロ（令和4～5年度、併任）

[気象予報研究部] 林 修吾

[気象観測研究部] 瀬古 弘、石元裕史、吉田 智

[火山研究部] 佐藤英一

研究の動機・背景

(社会的背景・意義)

近年、台風および集中豪雨・大雪・竜巻等突風・局地的大雨(顕著現象)による気象災害が数多く発生しており(平成30年7月豪雨、台風第21号など)、気象災害の「新たなステージ」(局地化・集中化・激甚化)に対応する実況監視・予測技術の高度化が求められている。さらにそれらの災害に対して国民の安全・安心を確保し、レジリエントな社会を構築するために、豪雨や竜巻等の実態を把握する気象レーダーや、災害を予測・察知してその実体を知る技術などの研究開発の推進が求められている。

(学術的背景・意義)

台風の構造変化は内部の力学・熱力学だけでなく、時空間スケールの大きな外部の大気海洋環境場の影響を受ける。また、顕著現象の詳細な構造や発生・発達プロセスの時空間スケールは非常に小さい。いずれの現象も、その機構は現在のところ未知な点が多く、その解明は自然現象の理解を深めることにより、気象学の発展に大きく寄与する。さらに風工学、災害科学など他分野との連携により、幅広い分野における学術の発展に貢献することが可能である。

顕著現象の自動探知・直前予測の膨大な観測データをリアルタイムで記録・転送・検索・可視化する技術、さらに深層学習を用いて災害をもたらすおそれのある範囲や現象の強さを抽出する技術の開発は、ビッグデータ高速処理技術や人工知能技術を気象学・防災減災技術への応用につなげる可能性がある。

最先端の気象レーダーである二重偏波レーダー、フェーズドアレイレーダーは、気象災害をもたらす多様な現象への研究利用が始まっている。しかしながら、特にフェーズドアレイレーダーについては学術研究の緒についたばかりであり、現象の理解と監視・予測技術の開発に向けた研究をより重層的に推進する必要がある。また、二重偏波レーダーによる降水強度の推定精度の向上や降水粒子の状態を正確に把握することは現象の理解と監視に不可欠であり、これに向けた研究が各国で精力的にすすめられている。

(気象業務での意義)

気象庁は産学官や国際的連携のもと、最新の科学技術に対応した観測や予測精度向上の技術開発が求められている。

台風の解析・予測技術の研究は、第4期国土交通省技術基本計画における技術開発事項の1つであり、台風予測精度向上のために必要である。さらに気象庁の地域特別気象中枢(RSMC)としての北西太平洋域における台風等の解析、予報改善に寄与する。

数値予報を用いた顕著現象予測技術の研究は、顕著現象の形成要因や環境条件からその発生可能性を予測する”診断的予測”技術の開発を通じて、気象庁が提供する半日前からの防災気象情報の高度化に資する。

顕著現象の自動探知・直前予測技術の研究開発、数分で起こる顕著現象の様相を気象レーダーにより正確かつ迅速に把握し、観測データに基づく新たな予測手法を構築することは、特に突風や竜巻の予測・観測能力の強化に貢献する。

また、高精度の降水強度推定や降水粒子の種別の分布の把握、時空間分解能の高い観測のためのレーダー観測技術の研究開発は、気象庁で平成31年度から現業利用を予定している二重偏波レーダー、国土交通省交通政策審議会気象分科会の提言(2018年8月)において導入が望まれているフェーズドアレイレーダーの利用技術の基礎となり、台風・顕著現象の理解と監視・予測技術の高度化に貢献する。

研究の目的

(全体)

台風および集中豪雨・大雪・竜巻等突風等の顕著現象がもたらす気象災害を防止・軽減するため、最先端の観測・解析手法や高精度の数値予報システムを用い、これらの現象の機構解明と高度な監視予測技術の開発を行う。

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

台風の発生、急発達、成熟期及び温帯低気圧化へと至る構造変化を包括的に理解し、その予測可能性を評価する。国内外の研究者との連携の元、最先端の台風解析・予報技術を導入・検証する。これにより台風予報精度の改善につながる技術基盤を確立する。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

集中豪雨・大雪・竜巻等、災害をもたらす顕著現象について、事例解析・統計解析による実態把握と機構解明を推進し、それに基づく診断的予測技術の開発を通して顕著現象の監視・予測精度向上に貢献する。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

竜巻等突風・局地的大雨など甚大な災害に直結する顕著現象の自動探知・予測技術の開発により、国民の安心・安全への貢献を目指す。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

最先端の気象レーダーの観測技術に関する研究を行い、降水観測の精度向上と新たな物理量の推定手法の開発を行うことにより、台風や顕著現象の機構解明と監視予測技術の改善に資する。

研究の目標**(全体)**

台風・顕著現象がもたらす気象災害を防止・軽減するため、新しい観測・解析手法や高精度の数値予報システムを用い、これらの現象の機構解明と高度な監視予測技術の開発を行う。

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

最先端技術による様々な観測結果の解析や数値予報システムによる事例解析を組み合わせる技術を開発し、これを基盤として台風の発生、急発達、成熟期及び温帯低気圧化へと至る構造変化機構を解明する。また数値予報システムによる台風進路・強度及び構造変化等の予測可能性研究を通じて、予報誤差の要因に関する知見を得ることにより、予報精度向上及び数値予報システムの改善に貢献する。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

集中豪雨や大雪、竜巻等、顕著現象の事例解析と統計解析から、災害をもたらす顕著現象の実態把握・機構解明を進める。さらに、最先端の数値予報システムを活用し、予報現場での顕著現象に対する診断的予測技術向上に資する知見・手法を得る。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

高速3次元観測が可能な研究用フェーズドアレイレーダーを含む気象レーダー観測で得られるビッグデータを、人工知能技術等でリアルタイムに処理し、災害をもたらすおそれがある竜巻等突風・局地的大雨の範囲や強さを自動検出する技術を確立する。さらに利用者向けにカスタマイズされた情報を提供するためのシステムを開発する。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

二重偏波レーダーによる観測技術の研究開発を行い、二重偏波パラメータなどから降水強度や粒径分布など降水に関する微物理量を抽出するための手法を開発する。開発した手法を用いて粒子判別等を行い、顕著現象の機構解明を行う。また、水蒸気や液水量など従来のレーダーでは行われてこなかった新たな気象物理量を推定する手法の開発を行う。さらに、フェーズドアレイレーダーによる観測データの品質管理および高頻度立体解析に関する技術開発を行い、顕著現象の理解と監視・予測技術の活用に関連して機能評価を行う。

研究成果**(1) 成果の概要****(全体)**

台風・顕著現象の監視・予測に関わる多彩な技術開発を行った。台風に関わる研究では、台風の構造変化の機構解明と日本に影響を与えた台風に関する科学的な知見を社会に発信し、顕著現象に関わる研究では、線状降水帯に対する解析雨量を用いた客観検出手法の改良や統計解析を行い、この検出手法は気象庁が令和3年6月17日から運用を開始した「顕著な大雨に関する情報」発表の基盤技術として活用されている。顕著現象の自動探知・予測技術の研究では、深層学習を用いた竜

巻渦検知技術の開発により、鉄道事業者との連携による特許権の取得と特許技術を用いた世界初の実用化に成功した。二重偏波レーダー利用技術の高度化の研究では、二重偏波情報を用いた雲の微物理構造の推定手法の開発を行った。

(副課題 1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

(a) 発生から温帯低気圧化に至る台風構造変化プロセスに関する研究

- ・気象庁現業メソ気象モデル asuca の大気海洋結合モデル、非静力学大気モデル NHM 及びその大気波浪海洋結合モデルを用いて、2022 年台風第 5 号の発生に関する数値シミュレーションを行った。7 月 21 日 00UTC から 216 時間の数値積分を行った結果、asuca 大気海洋結合モデルは大気波浪海洋結合モデルよりも海洋結合の有無にかかわらず、風を強くシミュレートする傾向にあり、結果として最大風速 17m/s を超える時刻が気象庁ベストトラックよりも早まる傾向にあった。しかしながら偏東風の西縁での渦形成位置は 2 つのモデル及び海洋結合の有無で大きな違いはなかった。
- ・2012 年台風第 12 号が高い緯度で発生したメカニズムを解明するため、水平解像度 2.5km の非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施した。低い緯度で発生する典型的な台風とは異なり、台風第 12 号では上層の寒冷トラフや下層の前線形成が影響しており、中緯度の温帯低気圧に似たプロセスが働いていることが明らかになった。低気圧相空間による客観的分類法では、深い暖気核で特徴づけられる典型的な台風の構造になる前は、台風第 12 号は浅い暖気核構造を持っており、北大西洋域で盛んに研究されている亜熱帯低気圧に似た現象であることがわかった。
- ・台風急発達時の環境場条件の多様性と、発達阻害条件があった場合にどのような条件が阻害の回避に寄与しているか調査した。台風雲パターンのクラスター解析から急発達事例を 6 通りに分類すると、環境場の特徴はクラスター毎に大きく異なっていた。発達阻害要因である中程度の鉛直シアーまたは乾燥した環境場で急発達が起きた 3 つのクラスターを詳しく調べた結果、台風サイズに依存し、それぞれ次の特徴が見られた。中程度の鉛直シアー下にあった大型事例では、その構造自体が鉛直シアーに対し力学的に抵抗可能であり、また総観スケールで存在する対流圏下層の収束と湿潤環境が鉛直シアーによる熱力学的な阻害の影響回避に好都合であった。中程度の鉛直シアー下にあった中型事例では、比較的高い海面水温と湿潤な環境場、さらに鉛直シアーが小さくかつ高相当温位の存在する領域に台風が移動する傾向にあることが特徴だった。小型事例では、大気環境場における鉛直シアーが小さいため、台風周辺の乾燥空気が台風内部に影響を及ぼしにくい状況となっていた。
- ・台風急発達事例数の長期変化傾向について、歴代にわたる気象庁ドボラック解析データ及びベストトラックデータを使用して調査した。ベストトラックにみられる 2000 年代中頃以降の急発達事例数の増加は、実際の気候学的な変化に起因するものではなく、ベストトラックの解析に利用される衛星観測データ数が 2000 年代に飛躍的に増加したことによる品質の変化によるものと考えられる。
- ・気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 6 次評価報告書 (AR6) において、非常に強い熱帯低気圧の発生割合と強度最大規模の熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球規模では、地球温暖化の進行と共に上昇していると評価されている。この評価の妥当性について、2 つの台風ベストトラックデータセット (JTWC と RSMC-Tokyo) 及び気象庁ドボラック再解析データセットから、10 分平均最大風速を見積もった上で調査した。静止気象衛星データの利用開始年となる 1986-1987 年前後で「猛烈な」熱帯低気圧数の 10 年単位での変化は、JTWC では増加、TSMC-Tokyo では減少と明瞭な差を示した。この明瞭な差は、静止気象衛星データの利用開始年前後の「猛烈な」熱帯低気圧数のトレンド評価の違いに影響を与えていた。気象庁ドボラック再解析データセットに基づく「猛烈な」熱帯低気圧数の変化傾向は、JTWC 及び RSMC-Tokyo から得られた変化傾向と異なっていた。
- ・気象庁が作成した 30 年間 (1987-2016) のドボラック再解析データを用いて、カテゴリ 4 相当以上の「強い台風」の長期的な変化傾向を調査した。その結果、年々変動が大きく、数や割合には線形的な増加トレンドは見られないことがわかった。一方、強い台風にまで発達する熱帯低気圧の発生位置や分布には大きな変動が見られることがわかった。
- ・ハリケーン発達・定常事例に関する観測研究において、なぜ発達事例は定常事例より強い上昇流をアップシアー (鉛直シアーベクトルの後方側) 左象限 (USL) に持つのかについて、航空機搭載レーダーデータを用いて調査した。ハリケーン発達事例のうち半数以上で、高度 12 km の

USL に波数 1 の上昇流ピークが存在していた。発達事例では、定常事例より強い対流圏下層におけるハリケーン中心に向かう流れと、眼の内部領域からダウンシア側目の壁雲へ高相当温位気塊を供給可能にする下層の流れが特徴的だった。これらは眼の壁雲の対流活動の強化に好都合であった。実際にダウンシア側の眼の壁雲では 2–6 m/s の上昇流の頻度が定常事例より多く、これらが対流活動の最終段階として USL での上層上昇流につながっていたと考えられる。渦度解析の結果、USL の上昇流はアップシア側の中上層の渦度増加に寄与していた。従って USL での強い上昇流は、それ自体が発達要因ではないものの、ハリケーンが深い渦に発達する過程で重要な役割を果たしていると考えられる。

- ・ 2019 年台風第 9 号についてレーダー解析を即時的に実施した結果、台風移動時にトロコイダル運動が見られたこと、レーダーデータによる強度推定結果では中心気圧が 900hPa を下回っていたこと、また二重壁雲等の構造的特徴等の知見を得た。
- ・ 2018 年台風第 21 号について入手可能な観測データ等を用いて解析し、台風上陸前後における最大風速の維持、風分布にみられる構造の収縮、眼の壁雲内側でのメソ渦の形成・発達、暖かい雨が支配的な降水プロセス) 等の結果が得られた。
- ・ 台風構造変化プロセスの解明のため、ひまわり 8 号台風機動観測を用いた AMV 算出環境、雲物理量推定手法及び対流圏下層 AMV の算出領域を拡大する手法を開発し、検証を行った。台風域における暖気核発達プロセスの解明のため、衛星サウンダデータや推定現場観測データを用いた、台風の眼の中における気温・水蒸気鉛直プロファイルの推定手法を開発した。この手法を用いて推定した中心気圧値を、航空機ドロップゾンデ観測 (T-PARCII) およびベストトラックデータの中心気圧値と比較した。HSS から推定された大気プロファイルは GSM 初期値と比べ、ドロップゾンデで観測された暖気核構造をよく再現し、また中心気圧値がベストトラック値により近づくことを確認した。本結果は気象衛星センター・気象研究所連絡会 3 分科会合同発表会にて報告した。
- ・ 北上する台風が温帯低気圧化後に再発達するメカニズムを解明するため、1979 年～2018 年の気象庁ベストトラックと JRA-55 再解析データを用いて統計的な解析を行った。コンポジット解析と複数の指標の統計により、再発達する事例は衰弱する事例よりも高い緯度で起きやすいこと、またそれらが上層の渦位場と関係していることを示した。特に、非断熱加熱による上層東側での負の渦位偏差 (リッジ) の形成が温帯低気圧化後の再発達に重要であることを明らかにした。一方で、典型的な台風の発達に重要な環境場である高い海面水温や、典型的な温帯低気圧の発達に重要な環境場である下層の傾圧性については明瞭な特徴は見られず、温帯低気圧化特有のプロセスがあることがわかった。
- ・ 2016 年 8 月の特異な日本上陸及び高頻度の温帯低気圧化をもたらした台風経路の特徴を明らかにするため、k 平均法及び低気圧位相空間解析を 2001 年から 2016 年の 8 月の台風について行い、また台風周辺の大気環境場の特徴を明らかにするためコンポジット解析及び事例解析も実施した。k 平均法から、2016 年 8 月の台風経路は 2001 年から 2015 年までの 8 月における経路や 2016 年 9 月の経路より北向きの特徴をもつ。CPS 解析結果から、2016 年 8 月の温帯低気圧化は 2001 年から 2015 年 8 月のものと比べて、暖気核から寒気核構造へ短い期間で小さい構造変化をとるという特徴をもつ。2016 年 8 月の総観場は、対流圏上層のジェット気流の蛇行の強化、対流圏中層の強いトラフ、対流圏下層の台風付近での暖かい空気により特徴づけられる。2016 年 8 月の北向きの経路をもつことによる特異な台風の日本上陸、高頻度な温帯低気圧化及び温帯低気圧化における小さい構造変化は、これらの総観場の特徴により説明することができた。
- ・ 2016–2020 年の台風の温帯低気圧化と偏西風ジェットの関係を台風の大きさにより大きい台風事例と小さい台風事例に分類し、低気圧位相空間解析及び対流圏上層風速等の台風中心位置を領域中心としたコンポジット解析を行った。小さい台風事例については南シナ海を通過した後に上陸する台風を除いた。小さい台風事例と比較して大きい台風事例においては台風強度は強く、台風域での降水量も多い傾向にあった。また対流圏上層において台風北東側にてリッジがより明瞭となり、偏西風ジェットの南北への変動がより大きくなった。大きい台風はトラフの東側において非対称化へより明瞭に構造変化しつつ、北東への移動を加速する傾向にあった。温帯低気圧化が完了する緯度は、小さい台風に比べてより高緯度であった。
- ・ 1982 年 1 月から 2020 年 6 月にかけて、26℃を超える上層海洋貯熱量 (TCHP) の増加傾向及び内部変動及びこれらが 2019 年台風第 15 号及び第 19 号の台風強度に及ぼす影響を調査した。台風下における TCHP は、台風第 19 号による海水温低下の影響が見られたものの、台風第 19 号成熟期の一部期間を除き、気候学的平均値よりも高かった。TCHP は 2 つの台風が強化または維持

- された2つの海域、亜熱帯海域（15-20°N、140-150°E）および中緯度海域（30-35°N、130-140°E）地域において、経年変動を伴いつつ大幅に増加した。TCHPの経験的直交関数（EOF）解析結果から、主要な3つのEOFモードでTCHP変動全体の約76.8%を説明する。台風第19号発達初期におけるTCHPの増加は海洋内部変動では説明できず、地球温暖化の寄与が考えられる。
- ・南緯5度から北緯20度、東経120度から160度の海域における2000年以降の海洋貯熱量の時間変化と台風強度との関係を気象庁及び米国合同台風警報センターの台風強度インデックスデータ（CI数）を用いて調査した。TCHPは海水温26℃以上の海水がもつ熱容量であり、26℃のかわりに露点温度を用いた改良TCHPも解析に使用した。CI数と積算TCHP（発生から6時間毎に積算した量）には線形的な相関関係があること、2016年以降のTCHPの増加は改良TCHPを用いると見えないこと、つまり海面水温の上昇と同時に露点温度も上昇していることを示した。また26℃を超えるTCHPの代わりとして、前2週間の帯状平均2m気温と、解析日における2m露点温度の最大を基準温度として算出する熱容量を考案し、JRA-55、JRA-3Q、ERA5大気再解析データとFORA、JCOPE海洋再解析データそれぞれについてデータセットを作成した。熱帯および亜熱帯海域に見られるTCHPの増加傾向はこの熱容量データでは明瞭に見えなかった。4つの北西太平洋の台風ベストトラック中心気圧データの各年の中間値のトレンドの有意性は4つのデータセットでばらつくものの近年における台風の弱化を示していた。
 - ・沖縄南方海域を北西進し台湾に上陸した2015年台風第21号について非静力学大気波浪海洋結合モデルによる数値シミュレーションを実施し、海面フラックスデータセット（J-OFURO3）の日別値と比較した。大気再解析データ（JRA-55）と比較して、J-OFURO3の海上風速場は数値シミュレーションで再現される台風域内の風速場を良好に表現した。またJ-OFURO3海面水温プロダクトは台風通過時の海面水温低下を良好に表現していた。一方でJ-OFURO3は気温、比湿、潜熱に関して、台風域内で欠損が見られ、これは台風域内の降水域に対応していた。
 - ・甚大な大雨災害をもたらした令和元年東日本台風（2019年台風第19号）の北側で降水が集中したメカニズムを解明するため、水平解像度2kmの非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施した。台風の温帯低気圧化の後半では、台風の北東側で温暖前線形成や準地衡的な強制上昇により降水が集中しており、先行研究と整合的なプロセスが起きていることが確認できた。一方で、温帯低気圧化の前半ではこれらの特徴は不明瞭であり、台風とジェット気流の相互作用による湿潤対称安定度の減少が台風の北側での斜向対流を強化していることが流跡線・渦位・絶対角運動量の解析により新たに明らかになった。
 - ・2019年台風第19号の温帯低気圧化における台風構造変化を非静力学大気モデルasucaを用いた数値実験結果から得られた温位の収支解析により調査した。温帯低気圧化時の暖気核構造の消失は、台風進行方向左側に形成された下層ジェットと接続する上昇流による断熱冷却がもたらしめていることを明らかにした。一般化オメガ方程式診断により、この上昇流は台風中心付近での摩擦収束と渦度移流による力学的な強制によって形成されることを示した。接線風収支解析とジオポテンシャル傾向診断から、温帯低気圧化に伴う渦サイズの拡大は、台風進行方向前面の前線に沿った対流システムの非断熱加熱による気圧低下と低気圧中心に向かう気圧傾度の増加によるものであることが示唆された。
- (b) 診断的台風予測技術開発と予測可能性研究
- ・台風強度予測ガイダンスモデルに新たな説明変数として台風内部構造に関連するパラメータを追加し、その上でランダムフォレストアルゴリズムを新規導入した。この台風強度予測ガイダンスモデルを気象庁に納品した。
 - ・ランダムフォレストアルゴリズムを導入した台風強度予測ガイダンスモデルについて、現業で使用されている既存のモデルと比較した結果、新しいモデルは最大風速で10%近い改善率が期待できることがわかった（上陸時を除く）。特に台風昇格前と温帯化する台風の精度改善率が高いことがわかった。
 - ・台風ビッグデータとAI技術を用いた新しい台風急発達予測モデルの開発において、統計的にサンプル数の少ない急発達事例に関する予測手法の検討を理研AIP研究者とともにを行った。
 - ・急発達予測精度改善に向けて新しい説明変数の利用可能性を調査した結果、対流圏界面付近の環境場気温や強風半径など従来未使用の説明変数が急発達予測の判別に重要なこと、またその判別の閾値が台風強度に依存することがわかった。
 - ・米国静止気象衛星搭載の雷センサ（GLM）で観測されたデータを用いて、熱帯低気圧における雷の活動と強度変化の関係性について調査した。強度75kt以上の熱帯低気圧では雷の数と強度

に正の相関があること、強度 75kt 以上の発達事例は内部領域で雷の数が多いこと、24 時間後の強度変化量と雷の数は現在強度が 90-110kt の事例で正の相関があること、雷の発生数は熱帯低気圧の急発達予測モデルに寄与する可能性があることがわかった。

- ・発達事例がアップシア（鉛直シアベクトルの後方側）左象限の対流圏上層に活発な対流を持つ傾向について、赤外衛星データからも見られることがわかった。また、強度が 70kt 以下の事例では、鉛直シアベクトルの後方右側における平均輝度温度について、発達事例と定常事例で有意な差があることがわかった。さらに中心から半径 30 km 以内で最大の輝度温度値が最大風速の変化量と負の相関を持つこともわかった。これら 3 つの特徴を、新しく開発した急発達予測モデルの説明変数として使用した結果、従来のモデルに比べ、急発達の予測精度をブライアスキルスコア (BSS) で約 3 スコア改善し、特に 75kt 以上の強度事例においては BSS で約 6 スコア改善した。
- ・気象庁現業メソアンサンブル予報システムを用いて、2018 年台風第 7 号による大雨を対象に既存の手法に対するメソ特異ベクトル法の効果について解析した結果、降水確率予測精度の改善におけるメソ特異ベクトル法の寄与は大きいことが示された。
- ・メソ特異ベクトル法で使用する特異ベクトル計算に関して、複数領域の特異ベクトルを一度に算出する手法を開発した。2017 年台風第 18 号に伴う降水についてこの手法を適用した結果、その予測可能性は向上した。
- ・強雨の確率的予測の精度向上を目的として、全球アンサンブル摂動をメソ特異ベクトル (MSV) 法に適用し、特定擾乱の MSV 算出を試みた。2018 年の台風事例及び 2020 年 7 月期の実験結果から、台風・梅雨前線周辺の強雨域近傍にて南洋上に偏在した MSV 分布が優先的に算出され、これによりアンサンブル予報の降水確率予測精度が向上した。
- ・台風等顕著現象の 1 日先以上の確率的予測精度の改善を狙い、メソ特異ベクトル (MSV) の解像度及び評価時間依存性を調査した。その結果、気象庁現業で利用されている MSV の設定において、評価時間を 30 時間程度まで延長できることを確認した。これにより予測後半に適したアンサンブル初期摂動に MSV を利用できることが示唆された。
- ・台風等顕著現象に対する複数の気象予測シナリオを作成するために、メソアンサンブル予報 (MEPS) の予測値に対してファジークラスター解析を行った。得られたクラスター平均を複数のシナリオとして評価した結果、摂動を与えないコントロールランより一定の予測期間で精度の良いシナリオが得られることを確認した。またクラスター平均降水予報に対して確率マッチング (Probability Matching) 手法を適用し、平均処理によって平滑化された予想降水量のキャリブレーションを行った結果、強雨予測に効果があることを確認した。
- ・2018 年台風第 24 号と台風第 25 号について大気波浪海洋結合モデルを用いて数値シミュレーションを実施し、1 週間スケールでの異なる日付の海洋初期値を用いたアンサンブルシミュレーションでは成熟期に台風は過発達を示した。海洋解析及び数値シミュレーションでは再現が困難である程度の規模をもつ冷水渦を海洋初期値に組み込んだ結果、この冷水渦の効果により台風の過発達は抑制される可能性があることを示した。一方で台風第 25 号は台風第 24 号によって強化された冷水渦を組み込んだ後も過発達傾向を示した。大気初期値アンサンブルシミュレーション結果から、この台風の場合はむしろ台風進路の誤差により、より暖かい海域を移動することで過発達が生じていたことが明らかとなった。
- ・2018 年台風第 12 号について、2018 年 7 月 25 日 12UTC から 28 日 12UTC まで 6 時間毎の大気海洋初期値を用いて、大気モデルと大気波浪海洋結合モデル、それぞれ 13 のアンサンブルシミュレーションを実施し、台風と寒冷渦の相互作用を調査した。寒冷渦域における地衡風は台風に対する指向流として働いた結果、台風は反時計回りに移動し、一方で寒冷渦は南西方向に移動しつつ、対流圏上層の加湿によりその勢力を弱めた。結合モデルにおいても台風強度過発達傾向であった結果、寒冷渦は解析よりも弱まり、台風進路の再現性に影響を与えた。台風進路の再現性は海洋結合の有無よりもむしろ大気初期値の違いによる影響が大きかった。
- ・令和元年東日本台風 (2019 年台風第 19 号) の最大強度について、海洋温暖化の影響を調べるため、水平解像度 2 km の大気波浪海洋結合モデルにより、10 月 6 日 00UTC を初期時刻とし、大気初期値に全球アンサンブルの摂動を与えた 26 メンバーのアンサンブルシミュレーションを、解析場及び気候場の海洋初期値それぞれについて実施した。アンサンブル平均において、気候場よりも海洋解析場を用いたシミュレーション結果の台風中心気圧が 10hPa 程度深まった。この結果は海洋表層貯熱量の解析値と気候値の差で説明することができた。このアンサンブルシミュレーション結果を用いて、強化期の台風内部コアを対象とした経験的直交関数 (EOF) 解

析を行った。台風中心域におけるひまわり 8 号による輝度温度データと同領域におけるアンサンブルシミュレーション及び放射伝達モデルによる輝度温度データを組み合わせた。水平解像度 1 km 非静力学大気モデルとその大気波浪海洋結合モデルを用いて、1 つの初期条件、摂動を加えた 26 メンバー、2 つの異なる海洋初期条件でアンサンブル実験を行った。代表的な 4 つの EOF モードは、ドボラック法の分類パターンであるカーブバンド、中心の濃密域(CDO) パターン、眼(Eye)パターンといった対称・対称パターンを示した。海洋結合の影響は強化初期にのみ現れたが、ひまわり 8 号観測との差に比べれば相対的に小さい。海洋結合と海洋の初期条件の違いは輝度温度に対し、定量的な影響を与えた。アンサンブルシミュレーション結果と、ひまわり 8 号規格化振幅から多重線形回帰分析により求められる推定値との間で、成熟期に近いフェーズでの強化率は整合していなかった。

(c) 国内外の機関との連携および新しい台風解析・予測技術の導入による台風研究の推進

- ・2022 年 12 月に開催された WMO の第 10 回熱帯低気圧に関する国際会議 (IWTC-10) において、温帯低気圧化や熱帯低気圧化を扱う「相遷移」の作業部会をラポーターとして取りまとめた。国内外の機関の専門家 10 名を作業部会のメンバーとして招待し、研究や現業における最新の知見・技術について報告書をまとめた。気象庁における温帯低気圧化の判別手法や防災情報の取り組みについても紹介した。
- ・IWTC-10 の作業メンバーとして、最大風速半径 (RMW) の推定手法について主要現業機関に対しアンケートを行った。多くの機関で RMW 推定が現業的に行われている一方、衛星画像を主とする主観推定に依存している実態を報告書にまとめた。
- ・気象庁頭著台風事例解析ウェブを本課題で整備した解析サーバーから参照できるよう、環境を整備した。また、非静力学大気モデル asuca 及び非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いた数値シミュレーションを即時解析研究において実施し、その結果を他のデータ解析結果と組み合わせた資料を解析サーバーに掲載した。解析サーバーにおいては海面水温、海洋貯熱量、鉛直シア、渦位等の情報を過去に遡りモニターできるよう構築した。
- ・クロストラック走査マイクロ波放射計 (ATMS) などのマイクロ波サウンダ、ひまわり 8 号/可視赤外放射計 (AHI) などの赤外イメージャ、フーリエ変換スペクトロメータ (CrIS) などの赤外ハイパースペクトラルサウンダ (HSS) から得られた晴天輝度温度データに基づき、気温・比湿プロファイルを解析サーバー上で解析するソフトウェアのプロトタイプを開発した。
- ・2019 年以降、2022 年まで台風ひまわり 8 号の 30 秒観測 (領域 5 観測) を 13 事例実施し、即時解析のため画像データを解析サーバーに掲載した。2023 年度も複数事例について観測を実施した。30 秒間隔撮像 (可視) に基づく雲追跡による風ベクトルの導出を用いて、台風 2020 年台風第 10 号 (Haishen) の眼における下層風の力学を調査した。雲追跡の結果から、下層の循環中心は台風の移動方向の後方に位置していること、距離 5 km 程度で全体の循環中心の周りを回っていることがわかった。この回転する過渡的な擾乱は角運動量を内側に輸送することがわかり、眼の中での接線風の増加や角速度の均一化を説明できる。これらの特徴は、代数的に成長する波数 1 の順圧不安定と解釈される。
- ・ドップラーレーダーによるドップラー速度観測から台風循環を推定する新手法を開発し、2010 年台風第 10 号の多重壁雲構造に適用した。既存手法に見られた人工的なシグナルを抑制し、物理的に整合した風速推定が可能となった。開発した手法は doi 付きでソフトウェアとして公開された。現在手法についての学術論文を投稿中である。
- ・2019 年に日本に上陸した令和元年房総半島台風 (2019 年台風第 15 号) について、水平解像度 1 km の非静力学大気モデルを用いて数値シミュレーションを実施し、その構造と強度変化について解析を行った。千葉上陸 12 時間前に台風の強度は潜在最大強度を超えており、超傾度風構造が中緯度における台風の軸対称の維持に貢献していることがわかった。また、この強度は弱い鉛直シアと高い海面水温、それによる海洋から大気へ供給される潜熱の増加といった好都合な大気海洋環境場により実現した。
- ・2020 年に日本に接近した台風第 10 号について、非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いて数値シミュレーションを実施した。台風発達期における台風第 10 号による海面水温低下が台風第 10 号の発達を抑制する効果は、初期値における海面水温プロダクトの差による効果よりも大きかった。気象レーダー観測から見られた多重眼構造に関して、水平解像度 2 km のモデルによる数値シミュレーション結果では、最内部の壁雲からの外出流に起因する下降流による乾燥域形

成がある程度再現された。

- ・日本に上陸した 2022 年台風第 14 号について 2 種類の非静力学大気モデル asuca と CReSS による数値シミュレーション結果を用いて急発達時の強度、構造の違いを相互比較した。CReSS の結果は衛星観測で見られた急発達時の壁雲の収縮、ドロップゾンドの観測で見られた薄いインフロー境界層をよく表現していた。角運動量収支解析から、壁雲の収縮は最大風速半径の内側での超傾度風極大と関連することを示した。CReSS と asuca の結果との間に見られた構造の違いは乱流スキームの違いに起因していた。この結果は、急発達時の台風構造の再現において、乱流スキームの選択が重要であることを示唆する。
- ・2018～2019 年の台風及び台風に関わる災害について、国内外の研究者と連携して気象集誌・SOLA 合同特別号を企画し、掲載された全ての査読論文（気象集誌 8 編、SOLA 8 編）の概要を台風事例ごとに取りまとめるとともに、今後の研究の展望を提示した。また令和元年度房総台風（台風第 15 号）及び令和元年度東日本台風（台風第 19 号）に関して、気象研究ノートに研究成果をとりまとめる計画を立案した。
- ・衛星観測された合成開口レーダー（SAR）風（1 分平均値相当）が気象庁ベストトラック（10 分平均値）と整合しているか調査した。ドボラック変換テーブルを用いて SAR 風の最大風速を 10 分平均相当風速に変換すると、SAR 風はベストトラックと整合する風速値になることがわかった。ベストトラックの強風半径はベストトラックとよく整合する一方、暴風半径は過小推定となっていた。発達事例や温低化事例はベストトラックの最大風速が過小傾向、衰弱事例は過大傾向なことも示唆された。
- ・SAR 風を真値に台風の面的風分布を推定する手法の開発に着手した。過去の GSM の風速分布や衛星雲分布と SAR 風分布の統計的関係から、GSM の風速分布を補正・推定する手法を試行した結果、十分に見込みのある手法であることがわかった。
- ・SAR 風など新しい風観測データの出現を踏まえ、気象庁における台風 10 分平均最大風速の推定手法の歴史を文献調査した。その結果、今日使用される中心気圧と最大風速の統計的関係は、実測に基づくよりはむしろ 1940 年に見出された実験式に由来すること、孤島や船舶での観測値、航空機観測等によって補正が加えられて確立されてきたことなどがわかった。

（副課題 2）顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

（a）顕著現象の実態把握と機構解明のための事例解析的研究

- ・特に顕著な現象が発生した時、速やかに各種観測データの解析・非静力学数値予報モデルの実行結果からその発生要因等を調査した。本研究期内では、令和元年房総半島台風に伴う暴風・突風、令和元年東日本台風に伴う大雨、令和元年 10 月 25 日の関東での大雨、令和 2 年 7 月豪雨、令和 3 年 7 月・8 月に発生した豪雨、令和 5 年 7 月 10 日の九州北部の大雨、令和 5 年 8 月の台風第 7 号に伴う鳥取県付近の大雨 について対応し、本庁への協力を含め 7 件の報道発表を行った。
- ・令和 2 年 7 月豪雨において、九州で多発した線状降水帯の構造や発生環境場の特徴、降水の特徴等の解析を行った。球磨川流域で生じた線状降水帯は、長さが約 280km で 13 時間停滞するなど、2009 年以降に九州で発生した線状降水帯のうち、規模が最も大きく、持続時間も最長であったこと、この線状降水帯による最大 3 時間降水量は 280mm、総降水量は約 650mm で、降水の強さも過去最大級であったことがわかった。また、線状降水帯の発生環境場を調査し、近年の豪雨事例と比較した。豪雨期間中に発生した 9 個の線状降水帯について、線状降水帯によって 1 時間 100mm 以上の短時間の大雨が合計 20 回発生していた。2020 年 7 月 3～4 日の熊本県・鹿児島県（2020KK）の環境場は、平成 30 年 7 月豪雨以上の中層の湿潤な暖気が見られたが、平成 29 年 7 月九州北部豪雨と同様に上層寒気の影響を受けていたため、深い対流の発達に好都合な環境だった。このため、線状降水帯の雷活動が活発で、近年の豪雨と比較して最も雲頂が高かった。また、2020KK と 7 月 6～7 日の九州北部の線状降水帯は梅雨前線上に発生したメソ低気圧南側の下層収束域上に位置しており、極めて大きな下層水蒸気フラックスを伴うインフローの影響を受けていた。令和 2 年 7 月豪雨のほぼ全ての線状降水帯の環境場にメソ低気圧が存在しており、水平風を強めることで極めて大きな下層水蒸気フラックスをもたらし、短時間の大雨を発生させたと考えられる。これらの成果について 2020 年 12 月 24 日に報道発表を行った。
- ・房総半島を中心に甚大な風害をもたらした令和元年房総半島台風は、関東上陸時でも軸対称に近い構造をもち、収縮した台風の眼や壁雲を伴い発達した成熟期の構造を有していた。このような構造を有して東京湾付近を通過する台風は稀で、T0115 号以来であったことが地上の風速

分布やレーダーの解析から明らかになった。また、内房を中心に観測された突風率が高く極端に大きな最大瞬間風速は、発達した台風のコア構造によるものだけでなく、下層のストリーク構造や地形の影響を受けていたことが、ドップラーレーダーによる観測や高解像度数値シミュレーションの結果から明らかになった。

- ・令和元年東日本台風（台風第 19 号）に伴う大雨における降水強化メカニズムについて調査した。水平解像度 2 km の気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）による数値シミュレーションを行い、地形を除去する感度実験も実施した。その結果、地形の影響を受けて総降水量が極めて大きくなっていた地域があったが、台風の温帯低気圧化に伴う前線の影響で台風進路の西側で降水が強化されていた。これらの降水強化メカニズムとしては、地形性上昇流により形成された下層雲に雨が降ることで雲粒の捕捉による雨の成長が見られたほか、前線面の上昇流に対応する下層～中層の雲にも雨が降り、雲粒の捕捉で雨が成長していた。このような地形と前線での下層雲に対する Seeder-Feeder メカニズムで降水が強化されたと考えられる。
- ・2021 年 7 月 3 日を中心とした静岡県での大雨について、気象庁局地客観解析などのデータをもとに発生環境場の解析を行った。その結果、本事例における大雨の環境場の特徴として、梅雨前線近傍での下層水蒸気流入と上層寒気流入による大気の状態の不安定化、上層トラフによる力学的影響が大きいことがわかった。また、地形の影響を確認するために気象庁非静力学モデルによる数値シミュレーションを行って大雨を再現し、標高を 0 m にする感度実験を行った。その結果、総雨量は減ったものの大雨は再現されたことから、大雨の背景場として梅雨前線の存在が重要であり、地形は山岳域での降水を強化する役割を果たしていたことが示唆された。
- ・先島諸島に暴風・突風をもたらした 2015 年台風第 15 号のコア域の風構造について、高密度・高頻度の地上観測とドップラーレーダーのデータを用いて解析を行った。その結果、突風率 2.0 以上で最大瞬間風速が 50m/s に達する顕著な突風が、台風の眼の壁雲内側から延びる微小なフィラメント状のエコー域の通過に伴い発生していたことが明らかになった。
- ・2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした線状の降水システムについて、観測データや高解像度数値シミュレーションによる解析を行った。その結果、コールドプールの線状の降水システムの組織化に重要であるが、コールドプールが強過ぎると降水システムは幅の広い構造になるとともに対流の発達が阻害されることが示され、これまでの米国におけるスコールラインの研究結果と類似する特徴をもつことが明らかになった。
- ・令和 4 年 7 月に高知県で発生した線状降水帯を対象に、気象庁の現業非静力学モデル asuca を用いた数値シミュレーションを実施した。水平解像度 2 km で実施した実験では、位置・降水強度ともに解析雨量に近い線状降水帯が再現され、線状降水帯発生域の鉛直断面図には降水セルが次々と通過する様子が示された。四国の地形を除去した実験では、最大降水量は減少するものの標準実験と同様の位置に線状の降水域が生じ、地形による暖湿気の持ち上げ以外にも本線状降水帯事例の発生要因が存在することが示唆された。本事例解析では解像度 2 km、1 km、500m、および 250m の解像度依存実験を行ったが、解像度を上げるほど降水量が減少する傾向がみられ、サブキロメートル解像度の asuca を用いた線状降水帯シミュレーションの課題が明らかとなった。
- ・水平解像度 5 km に変換した解析雨量 3 時間積算値を用いて、強雨域の形状の特徴や持続性を考慮することで、線状降水帯を客観的に抽出する手法を令和元年度に開発した。この手法では、典型的な線状降水帯の約 8 割を抽出することができる。この手法により、線状降水帯は南西諸島や九州、近畿や四国の太平洋側で発生しやすい特徴があることが分かった。しかしながらこの手法では、台風の壁雲やアウターバンドにともなう強雨域や地形の稜線に沿って生じる強雨域等の線状降水帯とは分類されない事例まで抽出してしまう課題があった。そこで台風の中心気圧や相対位置、降水量の多寡等を考慮して当該事例を除去する基準を新たに設定し、より典型的な線状降水帯を抽出できるよう手法の改善を行なった。
- ・解析雨量は年代によって水平解像度が異なるため、長期統計の資料として利用するには工夫が必要である。線状降水帯を含む強雨の長期統計に解析雨量を利用するため、2006 年以降の水平解像度 1 km データを水平解像度 5 km に変換する手法を開発し、トレンド検定や均質性検定から最適な手法であることを示した。このように品質管理した解析雨量と改善した抽出手法をもとに、長期（1989～2022 年）の線状降水帯の統計解析研究を進めている。たとえば線状降水帯の年間発生数は増加傾向が見られ、近年は東・北日本でも生じやすくなっている特徴が確認できた。
- ・2018 年 1 月 22 日の関東地方の大雪事例について、「#関東雪結晶 プロジェクト」で得られたシチズンサイエンスデータ等を用いて降雪結晶特性を調査した。その結果、まず関東南部中心に沿

岸前線上で発生した対流性の降雪雲から濃密雲粒付結晶の降雪が見られ、その後に南岸低気圧に伴う降雪に変化した。低気圧に伴う降雪では、一貫して交差角板状や砲弾状の低温型結晶に加え、角柱状や樹枝状の降雪結晶が混ざって降っていた。22日夜にはこれに加えて針状結晶も見られ、高層気象観測の結果から高度2～5kmの暖気流入に対応するものであると考えられる。

- ・2023年1月24～25日に山陰地方に大雪をもたらした日本海寒帯気団収束帯（JPCZ）と関連する降雪システムについて、鳥取の地上マイクロ波放射計を中心に大気・雲の特徴を調査した。一連の降雪を期間Ⅰ（JPCZ本体とJPCZ南側のLモード）、期間Ⅱ（JPCZ北側のTモード）、期間Ⅲ（Lモード）と分類し、期間ⅠのJPCZ本体を含む降雪雲で鉛直積分雲水量が最大であることを確認した。マイクロ波放射計による鉛直1次元変分法データ同化（1DVAR）により解析された大気場では、期間Ⅰで下層水蒸気流入が活発であり、期間Ⅱは上空の寒気流入の影響で不安定度が最大になっていたことがわかった。
- ・2023年7月10日に九州北部に大雨をもたらした線状降水帯の大気環境場を調査した。気象庁局地客観解析で過去の顕著事例と比べると可降水量や950hPaの水蒸気フラックス量は極端に大きな値ではなかったが、500hPaの気温は-4.8℃と令和2年7月豪雨より1.5℃低く、950hPaの水蒸気混合比は20.0 g kg⁻¹と非常に大きな値だった。このため950hPaの空気塊を持ち上げて求めたCAPEは2391 J kg⁻¹と、2017年7月九州北部豪雨と同程度に非常に不安定な大気成層だった。熊本の地上マイクロ波放射計による1DVARでは線状降水帯発生期間にかけて、高度1km以下で水蒸気フラックス量が大きくなり、水蒸気混合比は20 g kg⁻¹以上に達した。一方、1DVARの第一推定値としたメソモデルでは高度3km以下で水蒸気混合比を1.5～2.0 kg⁻¹過小評価していた。本事例の特徴の一つである多量の下層水蒸気は、モデルや客観解析よりも値が大きく、過去の線状降水帯事例と比べても水蒸気が下層に顕著に集中していたと考えられる。

(b) 数値予報を活用した顕著現象の診断的予測技術に関する研究

- ・令和元年度に開発した解析雨量を用いた線状降水帯の客観的な検出手法を改良し、従来は見逃していた強雨域事例の多くをよりの確に「線状降水帯」として検出できるようになった。この線状降水帯検出手法は、気象庁が令和3年6月17日から運用を開始した「顕著な大雨に関する情報」発表の基盤技術として活用されている。
- ・九州の線状降水帯発生時の気象条件の空間分布の特徴を明らかにする目的で11年間のメソ解析データのコンポジット解析を行った。降水量と降水域の形状・広さに基準を設け、線状の強雨域発生時と、空間的により小規模な強雨発生時にあたる時刻を抽出し、事例数の多い6・7月について、それぞれのグループの気象条件を比較したところ、線状の強雨域発生時には小規模な強雨発生時に比べ、6月では500m高度の水蒸気量が有意に大きく、7月には下層の水蒸気フラックスと風速が九州風上海上の広範囲で有意に大きかった。また、線状の強雨域発生時は、可降水量が下層の水蒸気フラックスよりもやや北側で有意に大きいことがわかった。線状降水帯の発生可能性の指標として提案された、大気環境場における線状降水帯6条件の各指標；500m高度における水平水蒸気フラックス・平衡高度、自由対流高度、500hPaの相対湿度、700hPaの相対湿度、700hPaの空間平均上昇速度、ストームに相対的なヘリシティ（SREH）について、2つのグループでの空間分布の違いを調べたところ、500m高度の水平水蒸気フラックスは風上の海上を中心に、700hPaの相対湿度やSREHは九州付近で違いが大きい傾向が見られた。今後、そのほかの指標の違いについても調べる予定である。
- ・1989～2022年の梅雨期（6・7月）に九州で生じた線状降水帯を対象に、再解析データのコンポジット平均から発生環境場の特徴を調査した。線状降水帯発生時には、上流側で下層の高暖湿気流入や鉛直シア、大規模上昇流、湿潤層等が顕著であることが確認できた。あわせてこれら環境場の特徴が数時間にわたって持続していることが、降水システムが組織化して線状降水帯を生じやすいことの反映であることも確かめられた。
- ・線状降水帯の発生環境場におけるエントレインメントを考慮した対流有効位置エネルギー（E-CAPE）の有効性を明らかにするために、顕著な線状降水帯事例におけるE-CAPEの特徴を調査した。従来のCAPEを用いた場合、CAPEの高い値は線状降水帯の発生領域よりも上流において広い領域で分布する特徴を持つが、E-CAPEを用いた場合、E-CAPEの高い値はより限定された領域に分布し、線状降水帯発生領域に近くなる特徴が見られた。これは、E-CAPEの計算において、周囲の空気を取り込む効果を考慮されることで、対流圏中上層の湿度の影響が反映されているためであると考えられる。今後は、より統計的な調査を行い、線状降水帯の発生環境場におけ

る E-CAPE の有効性を検証する予定である。

- ・アンサンブル予報を利用した顕著現象の確率論的予測技術向上を目的として、確率予測を作成するベイズモデル平均法の高度化を行った。ベイズモデル平均法では地点・予報時間ごとに独立して最適化が行われるが、時間相関を導入できるよう定式化を拡張し、時系列予測に対して予測精度が向上することを確認した。
- ・アンサンブル予報を利用した顕著現象の決定論的予測技術向上を目的として、クラスター解析を利用したメソアンサンブル予報システムによる複数の気象予測シナリオから、メソモデル (MSM) による決定論予測より実況に近いシナリオをクラスターから選択する技術の開発を行った。本手法は古い初期値の予測結果及び直近の解析値を利用して最適なシナリオ選択を行う新しい手法であり、確率論的プロダクトと比較して現業予報作業に対する親和性が高い。本手法を台風及び梅雨前線といった顕著な降水現象及び冬季北海道の筋状雲に起因する顕著な降雪現象に対して適用した結果、MSM による決定論予測より精度の良いシナリオの選択が可能であることを確認した。
- ・線状降水帯発生時の現業数値予報モデルの予測特性を明らかにし予測の改善に資するため、線状降水帯発生前後における線状降水帯発生 6 条件に対するメソモデル (MSM) の予測精度評価を行った。その結果、MSM によるストームに相対的なヘリシティの予測は線状降水帯発生前から大きな負バイアスがあることが確認でき、MSM が線状降水帯の予測に失敗する原因であると考えられる。
- ・突風予測のための検証用データとしての利用を目的に、2009 年から 2020 年までの全国のアメダスの 1 分値データを用いて突風の抽出を行った。この統計解析によって、突風は全国的に発生しているが、沿岸部や島嶼部で多く、平均すると沿岸部は内陸より発生頻度が 2 倍以上大きくなっていることが明らかになった。また、令和元年東日本台風に伴う市原市で発生した竜巻の事例について、水平解像度 1 km の数値実験を行い高解像度モデル用の突風予測指数を適用したところ、ある程度突風をもたらすスーパーセル型の積乱雲を抽出できることが分かった。また、静岡県に多くの突風をもたらした 2021 年 5 月と活発な対流を伴っていたが突風の発生しなかった 2021 年 7 月の九州の線状降水システムについて、水平解像度 1 km のモデルを用いて、突風予測指数であるアップドラフトヘリシティの比較を行った。その結果、値に倍以上の違いがみられ、突風予測指数としての有効性が示された。
- ・2014 年 2 月 14～15 日に関東甲信地方で発生した大雪について、JMA-NHM 及び局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いた数値実験システム (NHM-LETKF) により水平解像度 5 km のアンサンブルシミュレーションを行った。その結果、関東甲信地方で大雪となったメンバーでは降雪前の下層気温がそもそも低い傾向があり、南岸低気圧の発達度合い・中心位置に伴う下層風向の違いによって特に内陸で地形の影響により降雪量の多くなる地域に違いが見られた。これらのことから、総観スケールの下層気温場や低気圧に応じた下層風向に着目することで、首都圏の大雪の診断的予測技術の向上が示唆された。
- ・南岸低気圧による首都圏での降雪時の降雪結晶特性とその環境場を気象研究所「#関東雪結晶プロジェクト」で得られたシチズンサイエンスデータを用いて調査した。2016 年からの 3 冬季 9 事例における降雪結晶観測から、砲弾状や交差角板状を伴う低気圧 A と、ほとんどが樹枝状や雲粒付である低気圧 B の 2 種類に分類できた。低気圧 A は前線を伴う温帯低気圧であり、低気圧 B はほとんどが前線を伴わない低気圧だった。また、低気圧 A では低気圧 B に比べて降雪雲の背が有意に高く、下層から上層にかけて高温・湿潤な環境だった。これは前線を伴う温帯低気圧の Warm Conveyor Belt の構造を反映しているものと考えられ、このような環境場の違いが降雪結晶特性の違いを生んだと考えられる。砲弾状や交差角板状は表層雪崩の要因となるため、実況資料や数値予報モデルの結果を用いて低気圧の構造などに着目することで、首都圏の山岳域における表層雪崩発生危険度を診断できる可能性があることがわかった。

(副課題 3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

(a) 竜巻等突風および局地的大雨のレーダーデータ解析

- ・2010 年以降に発生した突風被害に関連するレーダー観測データの収集と、シミュレーションによる模擬的なレーダーデータを作成し、事例解析を通じて発生・発達メカニズムを明らかにした。
- ・気象庁の竜巻等突風データベースをと全国の空港気象ドップラーレーダーデータ (2009-2021 年) から、突風災害を発生させた夏季竜巻に関する 12,000 のパターンを抽出・解析し、メタ情報 (竜巻パターンかどうか) を付与したデータベースを整備した。

(b) 顕著現象の自動探知・追跡技術の開発

- ・夏季竜巻の再現率低下をシミュレーションで把握し、その知見に基づいた、夏季竜巻を模造する人工合成された竜巻パターンを深層学習モデルに導入し、精度向上を図った。さらにモデル改良に用いるためのAIが着目する領域を色付けで可視化できるヒートマップを開発した。さらにヒートマップを学習させる新規モデルを開発し適合率の向上を図った。さらに夏季竜巻と冬季竜巻とのパターンの差分を再学習させたサブモデルを開発し、再現率76-86%・適合率72-78%を10年平均値で達成した。
- ・竜巻探知のための深層学習技術の波及効果を目指し、気象庁解析雨量の時間変化から線状降水帯を予測する深層学習モデルのプロトタイプを作成、560事例（2011-2021年）について初期実験を行った。さらに線状降水帯の形態を特徴づける様々なパラメータを可変にして様々なバージョンの教師データを自動作成するツールを開発した。
- ・フェーズドアレイレーダーを用いた3次元渦探知・追跡技術を開発し、初期評価実験を行った。気象研究所および日本無線株式会社が所有するフェーズドアレイレーダーの観測圏内に発生した被害事例を対象として、当該技術を適用した試行実験を実施したところ、11件中8件で被害域通過前から渦の発生・強化を立体的に捉えることに成功し、当該技術の高い有効性が示唆された。一方で、降雨減衰あるいは乾燥大気の流れによると考えられる渦パターンの部分的欠落や、渦の鉛直連続性に関するデータ取扱手法に起因した見逃しが生じることが明らかになり、課題克服のためのさらなる研究開発の必要性が示唆された。

(c) 探知・予測に関する気象情報生成技術の開発

- ・JR 東日本との共同で、ドップラーレーダーのデータから竜巻や突風のパターンについて深層学習を用いて精度良く検出するための特許権を取得した（特許第6756889号）。
- ・特許技術に基づいて深層学習モデルを開発し、鉄道用ドップラーレーダーへの世界で初めての実装の実現につながった。
- ・突風探知に関する検証実験を山形・秋田・新潟エリアで実施し、良好な結果を得た。
- ・国交省 XRAIN や空港気象ドップラーレーダーを利用した探知・追跡実験を進めた。
- ・鉄道事業者に加え、様々な事業者向けの将来的な実装のため検討を行った。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

(a) 偏波情報を用いた降水強度高精度推定に関する研究

- ・雨滴のサイズや温度や波長別の散乱特性の計算を行う偏波レーダーシミュレーターを開発し、その結果を用いて雨滴の粒径分布を二重偏波レーダーで観測した偏波パラメータから直接推定する手法のプロトタイプを世界で初めて開発した。
- ・シミュレーションの結果、C-band レーダーでは偏波パラメータが粒径分布だけでなく雨滴の温度によっても変化することが判明した。そこで本手法で推定した降水強度の雨滴温度に対する感度について調査した。
- ・粒径分布の高精度な推定に必要な気温の鉛直プロファイルを都市域で観測する手法を開発した。
- ・偏波情報を用いた降水強度高精度推定手法に関連し、短パルス領域と長パルス領域間のギャップを抑制する手法を開発し、偏波パラメータ観測の高精度化を行った。
- ・観測精度の高精度化の後、関東を通過した台風の事例について雨の粒径分布の水平分布を推定し、これから電波の減衰補正と降水強度推定を行った。
- ・融解層の検出や電波減衰の推定を二重周波レーダーから行う手法を開発した。
- ・雨滴粒径分布パラメータを用い、線状降水帯等による降雨特性について調べた結果、強雨時間帯においては雨滴粒径分布の形がほぼ変化しない場合があることが分かった。加えて、地上で観測された雨滴粒径分布の時間変化は、雨滴粒径分布の鉛直分布と密接に関連しており、偏波情報から推定した雨滴粒径分布パラメータの有効性を確認した。

(b) 偏波情報を用いた粒子判別に関する研究

- ・二重偏波レーダーの粒子判別手法のプロトタイプを開発・改良し、一定の評価を行った結果を、国際学会、国内学会で発表した。
- ・二重偏波レーダーの粒子判別結果を用いて、ダウンバーストの発生前兆を示す指標（対象降水粒子の鉛直存在率及び鉛直存在率比）を試作。“雹”と“0℃高度以上の雨滴”の鉛直存在率、

鉛直存在率比の面分布値の増減から、ダウンバースト発生前後の降水粒子の時空間分布特性を考察した。結果、“雹”だけでなく、“0℃高度以上の雨滴”の鉛直存在率を用いることで、ダウンバースト発生前後の特徴を捉えられる可能性を示した。

- ・二重偏波レーダーの粒子判別による積乱雲内の水物質の分布構造と、発雷観測との関係について統計的に分析した。その結果、開発した粒子判別手法による霰や雹が支配する空間の体積は発雷頻度と高い相関を示し、先行研究と整合的な結果が得られた。
- ・さらに氷粒子の存在と反射強度を組み合わせた体積指標を新たに作成することで、従来提案されてきた雷指標よりも高い相関を示すことを明らかにした。
- ・2016年7月14日に発生した典型的な熱雷事例に対して、羽田空港の二重偏波レーダーデータから推定した粒子判別結果と、雷三次元標定装置で得られた雷雲内電荷構造の比較を行った。雷雲の負電荷領域に最も多く観測されたのが霰である一方、雷雲上部の正電荷領域に乾いた雪が多く推定されていた。この結果は、室内実験で示された事実と整合しており、偏波パラメータを用いた霰粒子等の判別の正当性を示した。
- ・また、下層正電荷の形成について、従来の定説と異なり、水膜で覆われた霰や雹などの氷粒子が支配的である可能性を示した。
- ・防災科学技術研究所との共同研究として、顕著な発雷と突風をもたらしたスーパーセル事例を対象に、偏波パラメータによる粒子判別結果とデュアルドップラー解析による鉛直流、及び三次元電荷分布（防災科学技術研究所提供のLightning Mapping Arrayデータより作成）とを比較し、電荷分布と対応する降水粒子特性を調査した。
- ・粒子判別手法の検証用データ取得及び線状降水帯の降水強化機構の解明のため、山口大学・九州大学・琉球大学・防災科学技術研究所と協力して、降水粒子撮像ゾンデ観測を実施した。得られた降水粒子撮像ゾンデデータ（上空の降水粒子の直接撮影画像）と粒子判別結果の比較により、当該手法の妥当性及び改善点を確認した。
- ・開発した偏波パラメータによる粒子判別手法を関東での顕著な降雹事例に適用し、地上における降雹情報（自治体や市民からの提供情報）と比較して、判別結果の妥当性及び改善点を確認した。
- ・令和元年東日本台風に伴い発生した市原竜巻について、羽田空港、成田空港の二重偏波レーダーを用いて、竜巻飛散物の検出を行い、フェーズドアレイレーダーによる竜巻の親渦の時空間構造と合わせて、世界で初めて台風に伴う竜巻の飛散物について詳細な解析を行いその偏波特性を明らかにした。

(c) 偏波情報を用いた水蒸気、液水、雪水量推定に関する研究

- ・レーダー位相から屈折率（水蒸気量）を求めるための、メディアンフィルタを用いた手法を開発・改良した。
- ・気象研究所レーダーに加えて、羽田・成田の空港レーダーの位相データを用いて、数か月の長期間にわたる屈折率の時間変化を求めた。得られたレーダーによる屈折率の時間変化とスカイツリーで観測された気象データから算出した屈折率の時間変化を比べ、それらの対応が良いことを示した。
- ・羽田空港レーダーの位相データから求めたレーダー屈折率と、スカイツリーの1時間値、東京の地上観測の10分間値から求めた屈折率を詳細に比較した。東京の地上観測を±30分平均にすると1～数時間スケールの時間変化が合うこと、降水開始時の多くの場合で屈折率が急激に増加することがわかった。
- ・東京レーダーのレーダー屈折率と、気象用観測用のドローンで観測した屈折率と比較し、レーダー屈折率は高度100mのドローン観測と合うことを示した。
- ・福岡レーダーの位相データから求めたレーダー屈折率から、山地から平野を見下ろす視線でもレーダー屈折率が求められることを示した。
- ・霰粒子のマイクロCT画像を利用して充填率・液水率をパラメータとした霰粒子モデルのデータセットを作成し、DDA法を用いたマイクロ波散乱特性の理論計算により霰のCバンド偏波特性データベースを作成した。また積雪のマイクロCTデータを使って、任意のサイズ・質量関係を満足する3次元雪片形状モデルを開発した。

(d) フェーズドアレイレーダーを用いた観測技術に関する研究

- ・当該レーダーを用いた観測技術に関する研究として、降水エコー・グランドクラッタ等を用いた品質調査および同レーダーに固有の問題の抽出を行った。

- ・これらの調査・問題抽出で得られた結果に基づいて、鉛直に幅広いビームを放射する当該レーダーに特有の低品質領域の除去や、隣接仰角データの参照による補正などの手法を開発した。
- ・さらに、上記を通して得られた高品質データについて、高頻度に立体解析を行うための技術開発を進め、台風中心部の動径・接線風の高度プロファイルや微細なストリーク構造の解析、また積乱雲の急発達過程や竜巻等突風の発生過程に係る解析を実施した。
- ・令和元年東日本台風に伴って発生した千葉県市原市における竜巻について、フェーズドアレイレーダーのデータ解析を行った。その結果、積乱雲内に存在していたメソサイクロンと、その後方の下降気流に伴って新たに地上付近で発生した径の小さな渦が上下に結合し、強化され、被害域に強い竜巻渦をもたらす原因となったことが明らかになった。
- ・さらに、竜巻発生の有無を特徴づける積乱雲の時空間構造の理解を目的として、市原竜巻をもたらした積乱雲とその周辺に位置する被害報告のない積乱雲の比較解析を実施した。この結果、積乱雲の大局的な構造には類似性が見られるものの、下降流の発生を示唆する降水コア落下の位置や継続時間、メソサイクロンと小渦の水平位置など、内部構造に差異が確認された。
- ・フェーズドアレイレーダーを用いた反射強度および気流場の立体解析技術の機能評価のため、冬季ドライマイクロバーストの事例を対象とした解析・検証を行った。準天頂方向の観測データや VAD 法を用いた鉛直・水平速度の推定、あるいは RHI・PPI 断面の観測データやデュアルドップラー解析に基づく低層外出流の推定を実施するとともに、これらを高層・地上気象観測及び近隣のドップラーレーダーによる観測データと比較した。その結果、概ね矛盾のない推定値が得られていることが明らかになった。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

特になし。

(3) 成果の他の研究への波及状況

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

- ・ひまわり8号台風機動観測(2.5分時間分解能)を用いた AMV 算出環境および雲物理量推定手法は科学研究費補助金基盤研究 A「新世代気象衛星の台風高頻度観測による高精度風プロダクト開発と台風の変動過程の解明」(研究代表者 堀之内准教授、北海道大学)及び富山大安永教授との共同研究「ひまわり8号大気追跡風を用いた台風強化プロセスに関する研究」において、構造変化プロセス及び台風内部の変動過程に関する解析研究に利用されている。ひまわり8号領域観測(30秒時間分解能)を2019年以降、研究対象となり得る台風について、気象庁及び気象衛星センターの協力の元で実施した。
- ・新しいアルゴリズムを導入した台風強度予測ガイダンスモデルは、気象庁において試験運用するための環境構築が行われているとこととであり、将来現業化となる予定である。
- ・2019年度の甚大な台風災害を受け、気象研究所研究部横断型研究課題として、緊急研究課題「災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」を実施した。また科学研究費補助金特別研究促進費「令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査」及び「令和元年台風19号及び低気圧による広域災害に関する総合研究」に参加した。機動的に研究を実施する上で、本課題で開発された技術、データが活用された。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

- ・線状降水帯の客観的な検出手法やその解析結果は、2021年6月17日から現業運用された「顕著な大雨に関する情報」に活用された。また、線状降水帯の解析結果は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」における線状降水帯の発生予測技術の開発に活用されている。
- ・令和元年房総半島台風(2019年台風第15号)や近畿地方に暴風をもたらした2018年台風第21号の高解像度シミュレーション結果と解析結果は、東京工芸大学風工学研究拠点の共同利用・共同研究「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」において風工学分野の研究グループに提供され、被害分布推定等への利用されている。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

- ・内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム「AI を用いた竜巻等突風・局地的大雨の自動予測・情報提供システムの開発（2018-2022 年度）」と有機的に強い繋がりを持ちながら進めている。本副課題で開発された深層学習モデルは世界初の冬季の山形県庄内地域を対象とした鉄道のための運転規制への実用化につながり、その成果を用いて、JR 東日本との共同研究「高精度センシング技術を用いた列車運行判断のための災害気象の監視・予測手法開発（2020-2022 年度）」における鉄道のための突風探知システムの検証改良・適用地域拡大の研究に波及している。上記に加えて、これらの成果を様々な防災分野へ発展的に活用するため、内閣府の研究開発と Society 5.0 との橋渡しプログラム「局地的・突発的な荒天対策のためのスタートアップとの連携：AI を用いたリアルタイム防災フィールド構築（2023-2025 年度）」の採択と実施に波及している。具体的には、本副課題で開発された深層学習モデルや整備された教師データ、技術的知見をベースに、AI を用いたリアルタイム防災フィールドを構築し、スタートアップとの連携による社会実装を目指している。
- ・開発中のフェーズドアレイレーダーを用いた竜巻の3次元自動探知技術については、科学研究費補助金・若手研究（B）17K13007「フェーズドアレイレーダーを用いた台風環境下における竜巻発生メカニズムの解明」（2017-2021 年度）及び同・基盤研究（C）21K03666「フェーズドアレイ気象レーダーを用いた竜巻の機構解明と三次元検出技術の開発」（2021-2024 年度）で活用されている。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

- ・粒径分布の推定の手法は、科学研究費補助金基盤研究（A）17H00852「水蒸気稠密観測システムの構築により首都圏シビアストームの機構解明」（2017-2019 年度）及び同・基盤研究（C）20K04092「二重偏波レーダーによる豪雨形成過程の観測手法の開発ー大粒の雨はどこで生成するかー」（2020-2022 年度）で活用された。
- ・粒子判別のアルゴリズムは、科学研究費補助金・研究スタート支援 JP19K23466「二重偏波レーダーを用いた新たな降水粒子判別手法の開発と突風・雷の前兆把握への適用」（2019-2021 年度）、気象研究所令和元年度緊急研究「緊急研究課題:災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」、交通運輸技術開発推進制度「関東圏の航空機の効率的な運航のための極端気象予測の高度化」（2020-2022 年度）のデータ解析において活用された。
- ・雷と降水粒子種別との研究成果に着想を得て、防災科学技術研究所との共同研究「雷放電経路3次元観測システムと C-Band 二重偏波気象レーダーを用いた帯電した降水粒子の分布の実態把握及び発雷危険度の推定手法に関する共同研究」を締結するなど、幅広く、他の研究課題に波及している。
- ・上記研究成果で得られた知見を、気象庁大気海洋部が取り組んでいる次の技術開発に対して提供することで、その推進に寄与した。
 - (i) 二重偏波パラメータ等の新たなレーダーデータの利活用に向けた技術開発（高精度降水強度推定、降水粒子判別、品質管理など）。
 - (ii) 各種ナウキャスト・数値予報の改善に寄与する技術開発（発雷指標の開発、水蒸気の時間変動の推定、竜巻等顕著現象の詳細な解析手法など）。
- ・データ品質管理技術について、科学研究費補助金・若手研究（B）17K13007「フェーズドアレイレーダーを用いた台風環境下における竜巻発生メカニズムの解明」（2017-2021 年度）及び同・基盤研究（C）21K03666「フェーズドアレイ気象レーダーを用いた竜巻の機構解明と三次元検出技術の開発」（2021-2024 年度）で利用しているほか、気象研究所令和元年度緊急研究「緊急研究課題:災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」のデータ解析において活用した。

(4) 事前評価の結果の研究への反映状況

○スピード感を持って、成果を社会に還元することに関しては、以下の通り取り組んだ。

- ・気象研究所の令和元年度緊急研究「災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」や科学研究費補助金特別研究促進費研究課題において、本課題の経験をもとに顕著な台風に関わる研究を実施、ホームページやメディアを通じた成果の迅速な発信に貢献した。
- ・令和2年7月豪雨において、九州で多発した線状降水帯の構造や発生環境場の特徴、降水の特徴等について、解析結果を速やかにとりまとめ、同年7月と8月の気象庁報道発表資料に

反映されている。

- ・令和元年東日本台風に伴う市原竜巻について、二重偏波レーダーにより台風環境下における竜巻飛散物の詳細を世界で初めて明らかにし、速やかに「お知らせ」にて成果を公表しその後、論文にまとめ投稿した。

○顕著現象発生時の即時分析ができる体制の構築について

- ・日本に影響のある台風発現時には台風会報を実施し、概況を共有する体制を構築した。メーリングリストの活用に加え、令和2年度以降はウェブ会議システムを積極的に活用し、比較的少人数での打ち合わせを多数実施している。
- ・線状降水帯の速報解析に向け、線状降水帯頻発地域における気象庁現業用レーダーの二重偏波化更新に合わせて、これらの二重偏波データを気象研にてオンラインで集信・保存するシステムを構築した。今後の解析に活用する予定である。

○アンサンブル手法の活用について

- ・全球大気アンサンブルデータを活用した領域非静力学大気モデル等を用いたアンサンブル実験、海洋初期値に関しては異なる日付、データプロダクトを用いたアンサンブル実験に新たに取り組み、新たな切り口により台風構造変化プロセス・台風内部変動過程・予測可能性に関する研究を実施している。
- ・メソアンサンブル予報システムによる複数の気象予測シナリオから、決定論予測より実況に近いシナリオをクラスターから選択する技術の開発や、関東甲信地方で発生した大雪事例のアンサンブルシミュレーションに基づく降雪強化要因の分析を行った。

○事前評価で期待された最先端の二重偏波レーダーなどを用いた台風の構造解析やメカニズム解明については気象研究所令和元年度緊急研究「緊急研究課題：災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」の一環として解析を行った。

○フェーズドアレイレーダーについては、事前評価において指摘のあった、課題設定とスケジューリング管理およびスピード感をもった成果の社会還元について留意しながら、研究を効率的に推進している。このことを通して、令和元年東日本台風に伴う市原竜巻の発生から僅か1年未満で、Geophysical Research Letters 誌においてメカニズム解明に係る論文を発表し、気象研究所の報道発表を実施したほか、当該論文の Editor's Highlight 受賞について「お知らせ」を公表するに至った。これらは、事前評価の指摘事項を適切に反映することによって得られた成果である。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

(中間評価を実施していないものは事前評価の結果の研究への反映状況)

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

- ・中間評価時における数値予報への貢献への指摘に鑑み、気象庁現業メソ気象モデル asuca を用いた即時解析及び研究を推進し、定期的に数値予報課関係官と意見交換を行っている。
- ・外部との連携に関しては、新たに設立された台風科学技術研究センターに客員准教授及び客員研究員を兼業させ、共同で研究を実施している。また科学研究費補助金事業等外部研究においても大学や研究機関に所属する研究者と連携して研究を実施している。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

- ・中間評価時において、気象庁現業と気象研究所で用いている線状降水帯の定義が違うため、情報発信する際に混乱や分かりづらさをなくす必要があるという指摘を受けた。この指摘を踏まえ、本庁予報課、リスク対策課との連携を深め、気象庁報道発表資料作成において誤解や齟齬が生じないように努めている。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

中間評価を踏まえ、以下の点に重点を置いて研究を進めた。

- ・顕著現象の自動探知・直前予測技術の一層の精度向上
- ・産官学連携の強化
- ・社会実装に向けた取り組みの推進

具体的には、以下の取り組みを行った。

- 深層学習モデルの改良により、冬季だけでなく夏季竜巻の精度向上に取り組んだ。
- 鉄道事業者への突風アラート情報の精度向上に資するメカニズム解明を行った。

- 関係機関との連携を強化し、防災・減災に向けた情報発信の強化に努めた。
- 当該副課題の波及効果としてスタートアップ企業との連携により、AI を用いたリアルタイム防災フィールドの構築を進めている。

これらの取り組みを通じて、顕著現象の自動探知・直前予測技術のさらなる精度向上と、社会実装に向けた基盤の構築を図っている。また、中間評価で指摘された「社会との距離が近い研究テーマを積極的に探す姿勢」にも留意し、今後も産官学連携を積極的に推進していく予定である。

（副課題4）先端的気象レーダーの観測技術の研究

二重偏波レーダーによる粒子判別技術の開発に大きな進展をもたらす降水粒子撮像ゾンデ観測は、山口大学を中心に新たに開発された技術であり、山口大学・琉球大学・防災科学技術研究所等の外部機関との連携を得てはじめて実施することができた。

（5）今後の課題

（副課題1）台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

台風の即時解析は、年ごとに台風活動及び日本への影響が異なるため、繁忙期においては人的リソースが不足する傾向にある。台風の発生・強度変化や進路だけでなく、暴風や豪雨の実況及び予測への関心も高まり、より高度な研究開発も望まれている。研究者の専門性を考慮すると、全ての課題を均等に実施することは困難であり、優先度の決定について課題がある。台風研究には国際連携が不可欠であり、国内に加え、国外の大学・研究機関等との連携可能性に関しても模索する必要がある。

（副課題2）顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

線状降水帯の長期統計解析において、発生だけでなく発達や維持、衰弱に寄与する環境場の特徴を系統的に調べていく必要がある。アンサンブル予報によるクラスタリングからの決定論的予測シナリオの改善について、今後は局地モデルをベースとしたアンサンブル予報に対しても適用し、顕著現象に対する決定論的予測シナリオのさらなる改善を目指す予定である。線状降水帯発生時の現業数値予報モデルの環境場の予測特性について、メソモデルで見られた誤差の原因を明らかにするとともに、局地モデルに対しても同様の検証を実施し、現業数値予報モデルの改善に対する知見を得る予定である。地上マイクロ波放射計を用いた大気環境場の解析において、線状降水帯事例がわずかしかないため、今後も事例の蓄積が必要である。また、マイクロ波放射計による解析と、モデル・客観解析値の水蒸気の表現の特徴・精度についても今後詳細を調査する予定である。

（副課題3）顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

○顕著現象の自動探知・直前予測技術の精度向上

深層学習モデルの改良や、より多くの観測データの活用などにより、顕著現象の探知・予測の精度をさらに向上させることが重要である。

○社会実装に向けた取り組みの加速

これまでの研究成果を、より多くの分野で利用できる形で社会実装していくことが重要である。そのためには関係機関との連携をさらに強化し、実用化に向けた検証や調整を進めていく必要がある。

○新たな顕著現象の探知・予測技術の可能性の検討

竜巻等突風に加え、これまで培った深層学習技術を応用し、新たな顕著現象の探知・予測技術の可能性の検討も課題と思われる。

（副課題4）先端的気象レーダーの観測技術の研究

- ・先端的気象レーダーの観測技術の研究で得られた、発雷等の監視予測にかかる知見を現業に導入するためには、今後、適用事例を増やし、手法の安定性を示す必要がある。
- ・特に直前予測のプロダクトに利用する上では、より高い鉛直解像度、更新頻度の観測データが求められ、現業レーダーで実現するための手法の開発が必要である。
- ・二重偏波を用いた降水強度推定の精度向上は、現状では雨に対してのみに適用可能であり、今後雪に対する精度向上も図る必要がある。

自己点検**(1) 到達目標に対する達成度**

各副課題とも順調に進捗している。

(2) 到達目標の設定の妥当性**(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究**

台風の発生、急発達、成熟期、上陸及び温帯低気圧化へと至る構造変化プロセス及び統計的特徴の解明に向け、研究環境を整備し構築するとともに、新たな技術開発を実施し、査読論文等の成果につながった。特に成熟期、上陸、温帯低気圧化における構造変化過程の理解、急発達、温帯低気圧化の気候学的特徴に関して新たな知見が得られた。台風予測可能性に関しては、台風強度予測ガイダンスによる台風強度予測精度向上可能性に関する知見、機械学習の急発達予測適用可能性に関する知見がそれぞれ得られた。またアンサンブルシミュレーション研究を実施し、初期値や海洋環境場の不確実性が台風予測に与える影響を評価することができた。このような研究を実現することができるよう、共用の解析サーバーを整備することができた。国内外の研究者との連携により、空間的・時間的に多様な側面をもつ台風の生涯を俯瞰するような研究計画を推敲することが可能となった。従って到達目標を達成した。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

研究が概ね計画通り進捗していること、研究成果が本庁業務に貢献していること、気象庁として今後線状降水帯への取り組みをより一層強化することなどから、妥当であると判断される。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

最新型フェーズドアレイレーダーの利用法を含め、深層学習を用いた先進的な検出技術の開発とその応用は時宜にかなったもので妥当と考える。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

気象庁において二重偏波レーダーの導入が進む中（R5年末までに29基中22基）、同レーダーの活用に必要な降水強度高精度推定や粒子判別手法の開発の目標設定は適切であった。各研究の成果は、学術論文にまとめられており、研究計画開始時に設定した到達目標は妥当と考える。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について**(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究**

研究遂行時、特に論文執筆時において複数の研究実施者が研究課題に関わることにより、それぞれがもつ技術及び専門性を副課題内で発展的に活用することができるようになった。またウェブ会議を活用した議論の場を増やすことにより、効率的に研究活動が実施できるようになっただけでなく、気象庁関係官との意見交換も容易にできるようになり、本課題の研究に適宜反映できるようになった。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

研究室内だけでなく本庁各部署や外部研究機関との連携をとり、打合わせはオンライン会議も利用して頻繁に意見交換を行い、研究を推進した。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

産学官連携体を構築し、事業者とのニーズ・評価・実装に向けた議論を行いつつ、大学関係者との学術的連携により研究を推進している。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

当課題のレーダー観測では、詳細な観測設定の調整・変更を要する。この作業は電波の質の変化を伴うため、電波法の規定により操作免許（資格）が必要となる。このため当課題では操作範囲が最大の資格（第1級陸上無線技術士）を持つ研究者を2名配置し、効率的な観測体制を採っている。また、気象庁の一般気象レーダーの二重偏波化更新に合わせ、当該データの収録・解析サーバを整備し、オンラインにてデータを集信・所内公開することで、研究の効率性を向上させた。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

台風の発生、急発達、成熟期、上陸及び温帯低気圧化を俯瞰的に取り上げた研究課題は他に類をみない取り組みであり、気象庁における台風解析及び予報作業を改善する上で基盤となり得る知見を与える。また台風内部構造変化と台風を取り巻く大気海洋環境場は異なる時空間スケール間に見られる相互作用の解釈が異なることがあるため、その違いを系統的に整理する試みは学術的に意義がある。

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

線状降水帯の客観的な検出手法やその解析結果は、本庁の線状降水帯予測精度向上タスクフォースのプロジェクト「B-3 線状降水帯解析・検出」と「C-1 線状降水帯となる可能性のある降水域を検知し、気象情報で注意喚起」で利用され、2021 年 6 月 17 日から現業運用された「顕著な大雨に関する情報」に活用された。線状降水帯の解析結果は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP) 第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」テーマV(線状降水帯早期発生及び発達予測情報の高度化と利活用に関する研究)における線状降水帯の発生予測技術の開発に引き続き活用された。その他、台風のコア域における突風の実態についてははじめて明らかにし、学術論文として出版しており、学術的意義がある。

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

開発した突風探知のための深層学習モデルが、世界初の冬季の山形県庄内地域を対象とした鉄道のための運転規制への実用化につながった。また探知技術の開発の一環で突風をもたらす竜巻について、3次元的な構造とその時間発展等の学術的知見が得られた。さらに開発した深層学習モデルを用いることで、竜巻の発生頻度や地域性、季節、環境場、メカニズム等、日本の竜巻の多様性についての知見につながることが期待される。

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

偏波情報を用いて開発する手法は、交通政策審議会気象分科会「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」(平成 30 年 8 月 20 日)において観測・予測精度向上のための技術開発として段階的な導入を進めることを提言された、「降水粒子の判別や降水強度の観測精度の向上が可能となる二重偏波レーダー」に対応したものである。二重偏波レーダーの導入だけで粒子判別や精度向上が可能となるわけではなく、データを利用するための技術が必要であり、降水強度高精度推定と粒子判別に関わる開発を行なっている。また、粒径分布は雨滴の成長過程など雲物理学とも密接に関係し、降水粒子の種別判別では雪水量と合わせて氷粒子を対象としている。一般に氷粒子は雨滴に比べて形状が複雑なため判別や物理量の抽出は難しく、これらは世界的にも最先端の研究であるだけでなく利用範囲も大きいことから学術的な意義は大きい。また、霰や雹が雷と密接に関係することからレーダーから雷が予測できる可能性も本課題で示せたなど、学術的だけでなく社会的にも重要な成果が得られた。また、フェーズドアレイレーダーは、交通政策審議会気象分科会提言(平成 27 年 7 月 29 日)「『新たなステージ』に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方」および同(平成 30 年 8 月 20 日)「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」において提言のあった、先端的気象レーダーを用いた研究開発に対応したものである。30 秒ごとの3次元観測を可能とする当該レーダーを用いた観測研究は、これまで未解明であった激しい風雨をもたらす顕著現象の物理過程を詳細に明らかにするものであり、学術的に極めて意義深い。

(5) 総合評価

到達目標に対する進捗度は順調であり、当初計画で予定していた以上の成果も得られている。また、事前評価に留意した研究が実施されている。顕著現象に関わる課題解決の必要性は高く、研究の一層の推進を図る必要がある。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：64 件

1. Takamura, N., A. Wada, W. Yanase, Y. Miyamoto, 2023: Effects of Storm Size on the Interactions between Mid-Latitude Westerlies and Tropical Cyclones during Extratropical Transition in the Western North Pacific. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101, 391-409.
2. Unuma, T., H. Yamauchi, A. Umehara, and T. Kato, 2023: An equilibrium raindrop size distribution associated with a heavy-rain-producing convective system in Japan. *SOLA*, 19, 150-156.
3. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, and E. Tochimoto, 2023: Tropical transition of Tropical Storm Kirogi (2012) over the western North Pacific: Synoptic analysis and meso-scale simulation. *Monthly Weather Review*, 151, 2549-2572.
4. Kawabata, Y., U. Shimada, and M. Yamaguchi, 2023: The 30-year (1987-2016) trend of strong typhoons and genesis locations found in the Japan Meteorological Agency's Dvorak reanalysis data. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)
5. Shimada, U., P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 2024: Shear-Relative Asymmetric Kinematic Characteristics of Intensifying Hurricanes as Observed by Airborne Doppler Radar. *Monthly Weather Review*, **152**, 491-512.
6. Ono, K., 2023: Clustering Technique Suitable for Eulerian Framework to Generate Multiple Scenarios from Ensemble Forecasts. *Weather and Forecasting*, 38, 833-847.
7. Ono, K., 2023: Obtaining mesoscale singular vectors reflecting synoptic-scale uncertainty by projection in phase space. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 149, 657-676.
8. Wada, Y., M. Tsurumi, S. Hayashi, K. Michimoto, 2023: Synoptic meteorological conditions of gamma-ray glows in winter thunderstorms. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 6.
9. Yamada, Y., T. Miyakawa, T., M. Nakano, C. Kodama, A. Wada, T. Nasuno, Y.-W. Chen, A. Yamazaki, H. Yashiro, and M. Satoh, 2023: Large ensemble simulation for investigating predictability of precursor vortices of Typhoon Faxai in 2019 with a 14-km mesh global nonhydrostatic atmospheric model. *Geophysical Research Letters*, 50, e2022GL100565.
10. Tochimoto, E. and W. Yanase, 2022: Structural and Environmental Characteristics of Western Baiu Frontal Depressions. *Journal of Climate*, 36, 2346-2365.
11. Wada, A., 2022: Editorial for the special edition on Typhoons in 2018 - 2019. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 851-853.
12. Suzuki, T., M. Kamogawa, H. Fujiwara, and S. Hayashi, 2022: Temporal and Spatial Evolution of Precipitation under the Summer Sprite Parent Mesoscale Convective Systems in Japan. *Atmosphere*, 13, 1661.
13. Yanase, W., K. Araki, A. Wada, U. Shimada, M. Hayashi, and T. Horinouchi, 2022: Multiple Dynamics of Precipitation Concentrated on the North Side of Typhoon Hagibis (2019) during Extratropical Transition. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 783-805.
14. Wada, A., M. Hayashi, W. Yanase, 2022: Application of Empirical Orthogonal Function Analysis to 1-km ensemble simulations and Himawari-8 observation in the Intensification Phase of Typhoon Hagibis (2019). *Atmosphere*, 13, 1559.
15. Suzuki, T., M. Kamogawa, H. Fujiwara, S. Hayashi, 2022: MCS stratiform and convective region associated with sprites observed from Mt. Fuji. *Atmosphere*, 13, 1460.

16. Hirockawa, Y., and T. Kato, 2022: Improvements of procedures for identifying and classifying heavy rainfall areas of linear-stationary type. SOLA, 18, 167-172.
17. Shimada, U., 2022: Variability of Environmental Conditions for Tropical Cyclone Rapid Intensification in the Western North Pacific. Journal of Climate, 35, 4437-4454.
18. Fudeyasu, H., U. Shimada, Y. Oikawa, H. Eito, A. Wada, R. Yoshida, and T. Horinouchi, 2022: Contributions of the large-scale environment to the typhoon genesis of Faxai (2019). Journal of the Meteorological Society of Japan, 100, 617-630.
19. Kollias, P., R. Palmer, D. Bodine, T. Adachi, H. Bluestein, J. Cho, C. Griffin, J. Houser, P. Kirstetter, M. Kumjian, J. Kurdzo, W. Lee, E. Luke, S. Nesbitt, M. Oue, A. Shapiro, A. Rowe, J. Salazar, R. Tanamachi, K. Tuftedal, X. Wang, D. Zrnica, 2022: Science Applications of Phased Array Radars. Bulletin of the American Meteorological Society, 103, E2370-E2390.
20. Hirano, S., K. Ito, H. Yamada, S. Tsujino, K. Tsuboki, and C.-C. Wu, 2022: Deep Eye Clouds in Tropical Cyclone Trami (2018) during T-PARCCII Dropsonde Observations. Journal of the Atmospheric Sciences, 79, 683-703.
21. Wada, A., W. Yanase, and K. Okamoto, 2022: Interactions between a tropical cyclone and upper-tropospheric cold-core lows simulated by an atmosphere-wave-ocean coupled model: A case study of Typhoon Jongdari (2018). Journal of the Meteorological Society of Japan, 100, 387-414.
22. Tochimoto E., S. Yokota, H. Niino and W. Yanase, 2022: Ensemble experiments for a maritime meso- β -scale vortex that spawned tornado-like vortices causing shipwrecks. Journal of the Meteorological Society of Japan, 100, 141-165.
23. Kuo, H.-C., S. Tsujino, T.-Y. Hsu, M. S. Peng, and S.-H. Su, 2022: Scaling law for boundary layer inner eyewall pumping in concentric eyewalls. Journal of Geophysical Research Atmosphere, 127, e2021JD035518.
24. Hirockawa, Y. and T. Kato, 2022: A new application method of radar/raingauge analyzed precipitation amounts for long-term statistical analyses of localized heavy rainfall areas. SOLA, 18, 13-18.
25. Miyamoto, Y., H. Fudeyasu, and A. Wada, 2022: Intensity and Structural Changes of numerically simulated Typhoon Faxai (1915) before landfall. Journal of the Meteorological Society of Japan, 100, 181-196.
26. Wada, A., 2021: Roles of oceanic mesoscale eddy in rapid weakening of Typhoons Trami and Kong-Rey in 2018 simulated with a 2-km-mesh atmosphere-wave-ocean coupled model. Journal of the Meteorological Society of Japan, 99, 1453-1482.
27. Umehara, A., T. Adachi, W. Mashiko, and H. Yamauchi, 2021: Analysis of the Tornadic Debris Signatures of the Ichihara Tornado in a Typhoon Environment Using Two Operational C-band Dual-Polarization Weather Radars. SOLA, 17, 196-201.
28. Fujiwara, H., H. Okochi, M. Kamogawa, T. Suzuki, S. Hayashi, N. Sato, Y. Orihara, J. Matsumoto, J. Hamada, K. Murata, E. Yoshikawa, T. Kudo, 2021: Difference between lightning activities in thunderstorm cells with and without hailfall in western Tokyo. Journal of Atmospheric Electricity, 40, 10-31.
29. Ono, K., 2021: Bayesian Model Averaging with Temporal Correlation for Time Series Forecasts. Weather and Forecasting, 36, 1681-1692.
30. Sato, Y., S. Hayashi, A. Hashimoto, 2021: Difference in the lightning frequency between the July 2018 heavy rainfall event over central Japan and the 2017 northern Kyushu heavy rainfall event in Japan. Atmospheric Science Letters. 23, e1067.
31. Mashiko, W., and U. Shimada, 2021: Observed near-surface wind structure in the inner core of Typhoon Goni (2015). Monthly Weather Review, 149, 1785-1800.

32. Kobayashi, T., M. Nomura, A. Adachi, S. Sugimoto, N. Takahashi, H. Hirakuchi, 2021: Retrieval of Attenuation Profiles from the GPM Dual-frequency Radar Observations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 603-620.
33. Wada, A., and J. C. L. Chan, 2021: Increasing TCHP in the western North Pacific and its influence on the intensity of FAXAI and HAGIBIS in 2019. *SOLA*, 17A, 29-32.
34. Ono, K., M. Kunii, and Y. Honda, 2021: The regional model - based Mesoscale Ensemble Prediction System, MEPS, at the Japan Meteorological Agency. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 465-484.
35. Araki, K., T. Kato, Y. Hirockawa, and W. Mashiko, 2021: Characteristics of Atmospheric Environments of Quasi-Stationary Convective Bands in Kyushu, Japan during the July 2020 Heavy Rainfall Event. *SOLA*, 17, 8-15.
36. Hayashi, S., A. Umehara, N. Nagumo, and T. Ushio, 2021: The relationship between lightning flash rate and ice-related volume derived from dual-polarization radar. *Atmospheric Research*, 248, 105166.
37. Hirockawa Y., T. Kato, K. Araki, and W. Mashiko, 2020: Characteristics of an Extreme Rainfall Event in Kyushu District, Southwestern Japan in Early July 2020. *SOLA*, 16, 265-270.
38. Yanase, W., U. Shimada and N. Takamura, 2020: Large-scale conditions for reintensification after the extratropical transition of tropical cyclones in the western North Pacific Ocean. *Journal of Climate*, 33, 10039-10053.
39. Bandholnopparat, K., M. Sato, T. Adachi, T. Ushio, and Y. Takahashi, 2020: Estimation of the IC to CG Ratio Using JEM-GLIMS and Ground-based Lightning Network Data. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.
40. Adachi, T., and W. Mashiko, 2020: High Temporal - Spatial Resolution Observation of Tornadogenesis in a Shallow Supercell Associated With Typhoon Hagibis (2019) Using Phased Array Weather Radar. *Geophysical Research Letters*.
41. Kawaguchi, M., T. Tamura, and W. Mashiko, 2020: A numerical investigation of building damage during the 6 May 2012 Tsukuba tornado using hybrid meteorological model/engineering LES method. *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, 204, 104254.
42. Hirockawa, Y., T. Kato, H. Tsuguti, and N. Seino, 2020: Identification and classification of heavy rainfall areas and their characteristic features in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 835-857.
43. Takamura, N., and A. Wada, 2020: Unusual Characteristics of Extratropical Transition of Typhoons in August 2016. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 691-706.
44. Fukuda K., K. Yasunaga, R. Oyama, A. Wada, A. Hamada, and H. Fudeyasu, 2020: The diurnal cycle of clouds in tropical cyclones over the western North Pacific Basin. *SOLA*, 16, 109-114.
45. Wada, A., H. Tomita, S. Kako, 2020: Comparison of the third-generation Japanese ocean flux data set J-OFURO3 with numerical simulations of Typhoon Dujuan (2015) traveling south of Okinawa. *Journal of Oceanography*, 76, 419-437.
46. Horinouchi, T., U. Shimada, and A. Wada, 2020: Convective Bursts With Gravity Waves in Tropical Cyclones: Case Study With the Himawari - 8 Satellite and Idealized Numerical Study. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086295.
47. Yamada, T., T. O. Sato, T. O., T. Adachi, H. Winkler, K. Kuribayashi, R. Larsson, N. Yoshida, Y. Takahashi, M. Sato, A.B. Chen, R.R. Hsu, Y. Nakano, T. Fujinawa, S. Nara, Y. Uchiyama, Y. Kasai, 2020: HO₂ generation above sprite -producing thunderstorms derived from low - noise SMILES observation spectra. *Geophysical Research Letters*, 47, 3.

48. Shimada, U., M. Yamaguchi, and S. Nishimura, 2020: Is the Number of Tropical Cyclone Rapid Intensification Events in the Western North Pacific Increasing? SOLA, 16, 1-5.
49. K. Ono, 2020: Extension of the Lanczos Algorithm for Simultaneous Computation of Multiple Targeted Singular Vector Sets. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146, 454-467.
50. Courtney, J. B., S. Langlade, S. Barlow, T. Birchard, J. A. Knaff, S.D. Kotal, T. Kriat, W. Lee, R. Pasch, C. R. Sampson, U. Shimada, and A. Singh, 2019: Operational perspectives on tropical cyclone intensity change Part 2: Forecasts by operational agencies. Tropical Cyclone Research and Review, 8, 226-239.
51. Kusunoki K., K. Arai, H. Y. Inoue, and C. Fujiwara, 2019: Doppler radar observations of a wintertime anticyclonic misocyclone associated with surface wind gust on the coast of the Sea of Japan. SOLA, 15, 234-237.
52. Miglietta, M., K. Arai, K. Kusunoki, H. Inoue, T. Adachi, H. Niino, 2019: Observational analysis of two waterspouts in northwestern Italy using an OPERA Doppler radar. Atmospheric Research, 234, 104692.
53. Adachi, A. and H. Hashiguchi, 2019: Application of parametric speakers to radio acoustic sounding system. Atmospheric Measurement Techniques, 12, 5699-5715.
54. Inoue, H. Y., K. Kusunoki, T. Adachi, C. Fujiwara, N. Ishitsu, K. Arai, 2019: Single- and Dual-Doppler Radar Analysis of Misovortices within Snowband in Japan Sea Coastal Region on 17 January 2017. SOLA, 15, 228-233.
55. Courtney, J. B., S. Langlade, C. R. Sampson, J. A. Knaff, T. Birchard, S. Barlow, S.D. Kotal, T. Kriat, W. Lee, R. Pasch, and U. Shimada, 2019: Operational Perspectives on Tropical Cyclone Intensity Change Part 1: recent advances in intensity guidance. Tropical Cyclone Research and Review, 8, 123-133.
56. Yanase, W. and H. Niino, 2019: Parameter sweep experiments on a spectrum of cyclones with diabatic and baroclinic processes. Journal of the Atmospheric Sciences, 76, 1917-1935.
57. Wada, A., H. Tsuguti, K. Okamoto, and N. Seino, 2019: Air-Sea Coupled Data Assimilation Experiment for Typhoons Kilo, Etau and the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall with the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 Sea Surface Temperature. Journal of the Meteorological Society of Japan, 97, 553-575.
58. Oyama, R., and A. Wada, 2019: The Relationship between Convective Bursts and Warm-Core Intensification in a Nonhydrostatic Simulation of Typhoon Lionrock (2016). Monthly Weather Review, 147, 1557-1579.
59. Bandholnopparat, K., M. Sato, T. Adachi, T. Ushio, Y. Takahashi, 2019: Optical Properties of Intracloud and Cloud-to-Ground Discharges Derived from JEM-GLIMS Lightning Observations. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 189, 87-97.
60. 伊藤雄基, 小田僚子, 稲垣厚至, 清野直子, 2023: ドップラーライダーで観測された平均風速鉛直分布の変動. 土木学会論文集 B1 (水工学) , 78.2, 325-330.
61. 加藤輝之, 2022: アメダス 3 時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去 45 年間の経年変化. 天気 (論文・短報) , 69, 247-252.
62. 尾田春雄, 益子 渉, 友清衣利子, 野田 稔, 2022: 台風による屋根被害分布の分析と最弱リンクモデルに基づく被害確率推定. 日本風工学会論文集, 47, 18-26.
63. 北畠尚子, 津口裕茂 , 2020: 2016 年 8 月末の日本海の低気圧の発達と時間発展: 中緯度の流れと台風 1610 号 (Lionrock) の相互作用. 気象研究所研究報告, 68, 1-19.
64. 北畠尚子, 黒良龍太, 長田栄治, 杉原 良, 2020: 2018 年 7 月 5 ~ 8 日の梅雨前線豪雨におけるメソ α スケールの変化. 天気 (論文・短報) , 63, 431-443.

(2) 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説等）：39 件

1. Wada, A., W. Yanase, and S. Tsujino, 2022: Numerical simulations of Typhoon Rai (2021) by two nonhydrostatic atmosphere models and an atmosphere-wave ocean coupled model. WGNE RESEARCH ACTIVITIES IN EARTH SYSTEM MODELLING, 52, 09-05.
2. Wada, A., W. Yanase, and S. Tsujino, 2022: Numerical simulations of Typhoon Chanthu (2021) by two nonhydrostatic atmosphere models and an atmosphere-wave ocean coupled model. WGNE RESEARCH ACTIVITIES IN EARTH SYSTEM MODELLING, 52, 09-03.
3. Wada, A., 2022: The effects of oceanic initial conditions created from different reanalysis datasets on the intensity prediction of Typhoon Trami (2018). WGNE RESEARCH ACTIVITIES IN EARTH SYSTEM MODELLING, 52, 09-07.
4. Wada, A., 2021: Rainfall simulations of Typhoon Mangkhut (2018) landfalling in the Philippines. Research activities in Earth system modelling. Working Group on Numerical Experimentation, 51, 9-11.
5. Wada, A., 2021: Atmosphere-wave-ocean coupled-model ensemble simulation on rapid intensification of Typhoon Hagibis (2019). Research activities in Earth system modelling. Working Group on Numerical Experimentation, 51, 9-07.
6. Wada, A., W. Yanase, 2021: Numerical simulations of Typhoon Haishen by a coupled atmosphere-wave ocean model with two different oceanic initial conditions. Research activities in Earth system modelling. Working Group on Numerical Experimentation, 51, 9-09.
7. Wada, A., W. Yanase, 2021: Numerical simulations of the rapid weakening of Typhoon Haishen (2020) by a coupled atmosphere-wave ocean model. Research activities in Earth system modelling. Working Group on Numerical Experimentation, 51, 9-05.
8. Wada, A., 2020: Atmosphere-wave-ocean coupled-model simulation on rapid intensification of Typhoon Hagibis (2019). Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-15.
9. Wada, A., 2020: Sensitivity experiments on axisymmetrization of Typhoon Faxai (2019) just before landfalling in Japan simulated by atmosphere-ocean coupled model. Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-13.
10. Wada, A., 2020: Atmosphere-wave-ocean coupled-model simulation on Typhoon Bualoi (2019) and formation of quasi-linear convective system around Boso Peninsula. Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-07.
11. Wada, A., and K. Okamoto, 2020: Atmosphere-wave-ocean coupled-model simulation on the effect of Himawari-8 all-sky infrared radiances assimilation on the track simulation of Typhoon Jongdari (2018). Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-17.
12. Wada, A., 2020: Rainfall simulations of Typhoons Kammuri and Phanfone landfalling in the Philippines. Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-11.
13. Wada, A., H. Yoshimura, and M. Nakagawa, 2020: The effect of the cloud-water conversion rate in the cumulus parameterization on the simulation of Typhoon Lionrock (2016). Research Activities in Earth System Modelling, 50, 9-09.
14. Wada, A., H. Tomita, 2019: Comparison of J-OFURO remote-sensing based ocean flux data with numerical simulations by a coupled atmosphere-wave-ocean model in Typhoon Djuan (2015) case. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-13.
15. Wada, A., 2019: The impacts of preexisting oceanic cold eddies on the intensity forecast of Typhoon Trami (2018) during the mature phase. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-11.
16. Wada, A., R. P. Gile, 2019: Roles of ocean coupling and cumulus parameterization in predicting rainfall amounts caused by landfalling typhoons in the Philippines. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-09.

17. Wada, A., 2019: The impacts of a cold eddy induced by Typhoon Trami (2018) on the intensity forecast of Typhoon Kong-Rey (2018). Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-07.
18. Wada, A., H. Yoshimura, M. Nakagawa, 2019: Preliminary numerical experiments on the prediction of Typhoon Lionrock (2016) using the global atmosphere-ocean coupled model. Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 9-05.
19. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, 2022: ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析. 台風研究会 台風予報と防災情報に関する研究集会, 2021K-06, 5-7.
20. 佐藤陽祐, 大友啓嗣, 井村裕紀, 藤野梨紗子, 近藤 誠, 荒木健太郎, 山下克也, 當房 豊, 2022: 2021 年度「エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. 天気, 69, 387-393.
21. 梅原章仁, 足立 透, 益子 渉, 山内 洋, 2022: 二重偏波レーダーによる竜巻観測. 号外海洋, 63, 63-68.
22. 吉田 智, 2022: 稲妻と雷の図鑑. 稲妻と雷の図鑑, グラフィック社, 184pp, ISBN: 978-4-7661-3548-0.
23. 中村尚, 川合義美, 伊藤進一, 小池 真, 和田章義, 国井 勝, 嶋田宇大, 榎本 剛, 吉田 聡, 釜堀弘隆, 升永竜介, 小林ちあき, 岡島 悟, 2021: コミュニティーへの公開データ. 気象研究ノート「気候系の Hotspot : 中緯度大気海洋相互作用研究の新展開」, 244, 341-353.
24. 茂木耕作, 美山 透, 万田敦昌, 和田章義, 吉岡真由美, 武樋露子, 中村 尚, 宮坂貴文, 2021: 東アジアの夏季モンスーン・台風と大気海洋相互作用. 気象研究ノート「気候系の Hotspot : 中緯度大気海洋相互作用研究の新展開」, 244, 305-324.
25. 新野 宏, 小林文明, 栃本英伍, 末木健太, 足立 透, 梅原章仁, 田村幸雄, 野田 稔, 佐々浩司, 加藤輝之, 加茂直幸, 中里真久, 益子 渉, 伊藤純至, 横田 祥, 田村哲郎, 楠研一, 石津尚喜, 2021: 「竜巻シンポジウム—藤田哲也博士生誕 100 年を記念して—」の報告. 天気, 68, 511-520.
26. 荒木健太郎, 志田純哉, 近藤 誠, 藤倉理人, 南孝太郎, 稲垣実央, 山下克也, 佐藤陽祐, 當房 豊, 2021: 2020 年度「エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. 天気, 68, 391-397.
27. 石田純一, 和田章義, 栃本英伍, 杉本志織, 三好建正, 澤田 謙, 佐藤陽祐, 太田行哉, 2021: 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 59-74.
28. 和田章義, 2021: 2018-2019 年の台風における海洋の役割. 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2020K-10, 97-102.
29. 益子 渉, 2020: 2012 年 5 月 6 日に発生したつくば竜巻. 気象研究ノート, 243, 157-165.
30. 益子 渉, 2020: 2006 年台風第 13 号に伴って発生した延岡竜巻. 気象研究ノート, 243, 148-156.
31. 松井正宏, 林 泰一, 鈴木 修, 村井博一, 2020: 竜巻のスケール. 気象研究ノート「竜巻を識る」, 243, 227-234.
32. 鈴木 修, 佐々浩 司, 宮城弘守, 2020: 写真測量による竜巻の大きさ, 強度の評価. 気象研究ノート, 243, 246-250.
32. 鈴木 修, 2020: 日本の竜巻. 気象研究ノート, 243, 33-41.
34. 足立 透, 坪木和久, 牛尾知雄, 高橋暢宏, 川口航平, 額瀬丈晴, 岩波 越, 楠 研一, 松田知也, 新野 宏, 中川勝広, 2020: 気象災害委員会・第 52 回メソ気象研究会合同研究会の報告. 天気, 67(6), 31-35.
35. 吉田 智, 2020: 雷放電三次元標定装置の開発と観測. 日本大気電気学会誌, Vol.14, No.1, 3-10.
36. 和田章義, 2020: 特集 近年の台風の特徴と将来予測. 気象年鑑, 3-29.
37. 佐藤陽祐, 當房 豊, 山下克也, 荒木健太郎, 橋本明弘, 梶野瑞王, 中島 孝, 三隅良平, 小池 真, 岩崎杉紀, 川合秀明, 飯塚芳徳, 高橋 麗, 山内 晃, 折笠成宏, 齋藤 泉, 藤田啓恵, 酒井健人, 郭 威鎮, 田尻拓也, 島伸一郎, 岩本洋子, 2019: 「2018 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. 天気, 66, 479-484.

38. 柳瀬 亘, 2019: 低気圧の多様性 ―熱帯低気圧・温帯低気圧・ハイブリッド低気圧―. 月刊海洋号外「新野宏教授退職記念号」, 62, 34-38.
39. 和田章義, 2019: 台風通過時の海洋応答から台風予測研究へ. 号外海洋「新野宏教授退職記念号」, 62, 81-86.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表: 合計 209 件

・国際的な会議・学会等: 25 件

1. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, and E. Tochimoto, Baroclinically triggered formation of a tropical storm in the western North Pacific., 第28回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023年7月, ドイツ, ベルリン
2. Ono, K., Clustering technique considering temporal coherence of ensemble members, Using ECMWF's Forecast 2023, 2023年6月, イギリス, レディング
3. Shimada, U., Toward the Estimation of Tropical Cyclone Wind Structure in the Western North Pacific, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
4. Adachi, T., and H. Niino, Fine-Scale Spatiotemporal Analysis of Wintertime Dry Microburst Event Observed with Smartphone Camera and Phased Array Radar, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
5. Adachi, T., and H. Niino, Analysis of Wintertime Dry Microburst Event Observed With Photography and Phased Array Radar, AOGS2022 VIRTUAL 19th Annual Meeting, 2022年8月, オンライン
6. Shimada, U., and M. Hayashi, A comparison between SAR wind data and best track tropical cyclone data, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
7. Kawaguchi, M., T. Tamura and W. Mashiko, APPLICATION OF HYBRID METEOROLOGICAL MODEL/ENGINEERING LES ANALYSIS TO VERY STRONG TYPHOON JEBI 2018, The 13th International ERCOFTAC symposium on engineering, turbulence, modelling and measurements, 2021年9月, ギリシャ, ロードス島
8. Adachi, T., W. Mashiko, and A. Umehara, Fine-Scale Observation of TC Tornado Using Phased Array Weather Radar in Japan, Virtual Workshop on Atmospheric Science Applications of Ground-Based Phased Array Radars, 2021年5月, 米国, オンライン
9. Shimada, U., Different Environmental Conditions of Tropical Cyclone Rapid Intensification in the Western North Pacific, 34th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, 2021年5月, アメリカ, オンライン
10. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Mune Kane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, and K. Utsunomiya, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science -results of the first measurements-, EGU General Assembly 2020, 2020年5月, オーストリア, ウイーン
11. Kawaguchi, M., T. Tamura, W. Mashiko, and H. Kawai, Assessment of Tornado-Induced Building Damage Using a Hybrid Meteorological Model/Engineering LES Method: In Case of Tsukuba Tornado in 2012, 10th European Conference on Severe Storms, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
12. Mashiko, W., Wind gusts associated with mesovortices in the inner core of Typhoon GONI (2015), 10th European Conference on Severe Storms, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
13. Umehara, A., TC Analysis with Dual Polarization Weather Radar, 2nd Meeting of the Working Group on Meteorology of ESCAP/WMO Typhoon Committee, 2019年10月, 東京都千代田区
14. Shimada, U., R. Oyama, and S. Shimizu, Dramatic changes in the inner-core structure of Typhoon Jebi (2018) at landfall and relationship between a mesovortex, heavy

rainfall, and strong wind gusts, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市

15. Okamoto, K., Assimilation of Passive and Active Sensors on Satellite to Improve Tropical Cyclone Forecasts, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
16. Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, and H. Suzuki, Analysis of Tornado-like Vortices Using Phased Array Weather Radar and Deep Learning, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
17. Oyama, R., K. Okamoto, T. Iriguchi, H. Murata, H. Fudeyasu, K. Cheung, and K. Tsuboki, Analysis of atmospheric profiles within tropical cyclones using the new-generation satellite observations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
18. Ishimoto, H., S. Adachi, K. Masuda, X-ray micro-CT imagery of deposited snow in optical modeling of atmospheric ice particles, 第18回電磁気と光散乱会議 (ELS-XVIII), 2019年6月, 中国, 杭州
19. Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, H. Suzuki, Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon Nanmadol (2017) Using PAWR and Deep Learning, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
20. Shimada, U., R. Oyama, and S. Shimizu, Dramatic changes in the inner-core structure of Typhoon Jebi (2018) at landfall and relationship between a mesovortex and strong wind gusts, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
21. Nagasaki, T., O. Tajima, R. Ichikawa, H. Takiguchi, K. Araki, and H. Ishimoto, Comparison of a water vapor observation with GPS and high sensitivity microwave radiometer, KUMODES, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
22. Araki, K., S. Satoh, T. Tajiri, Case study of environmental conditions and cloud microphysical properties of winter convective clouds developed in the Kanto plain, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
23. Araki, K., Innovative progress in ground observation of snow crystals and weather conditions by citizen science, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
24. Adachi, A., H. Hashiguchi, Application of Parametric Speaker to Wind Profiler/RASS, 11th International Symposium on Tropospheric Profiling, 2019年5月, France, Toulouse
25. Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai, High Space-time Resolution Analysis of Atmospheric Fields using GNSS and Other Observations to Study the Mechanisms of Local Heavy Rainfall in Tokyo Metropolitan Area, Living Planet Symposium 2019, 2019年5月, イタリア, ミラノ

・国内の会議・学会等 : 184 件

1. 加藤輝之, 集中豪雨事例発生頻度における経年変化に対する海面水温の影響と日変化特性, 第2回都市極端気象シンポジウム (第19回台風研究会), 2023年9月, 宇治市
2. 加藤輝之, 線状降水帯機構解明に向けた課題～過去の研究から～, 第2回線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会, 2023年6月, 秋田県山本郡八峰町
3. 廣川康隆, 加藤輝之, 1989-2022年梅雨期に九州で生じた線状降水帯の発生環境場, 線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会, 2023年6月, 八峰町
4. 梅原章仁, 鈴木賢士, 原優里佳, 山内 洋, 猪上華子, 南雲信宏, 鶴沼 昂, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果と降水粒子撮像ゾンデ画像との比較, 日本気象学会 2023年春季大会, 2023年5月, オンライン

5. 鵜沼 昂, 山内 洋, 梅原章仁, 加藤輝之, 2022 年 7 月 12 日に埼玉県鳩山町での大雨で観測された粒径分布の平衡状態とその形成過程, 日本気象学会 2023 年春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
6. 末木健太, 令和 4 年 7 月に高知で発生した線状降水帯の数値実験, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
7. 廣川康隆, 加藤輝之, 2022 年 6-7 月に九州で生じた線状降水帯の発生環境場の特徴, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
8. 益子 渉, 線状の降水システムの組織化と発達・維持機構ー2021 年 7 月 10 日九州南部の豪雨事例ー, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
9. 小野耕介, 線状降水帯事例におけるメソアンサンプルの予測特性, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
10. 嶋田宇大, 伊藤耕介, 堀之内 武, 台風の最大風速とはどんな物理量か, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
11. 辻野智紀, 坪木和久, 山田広幸, 長浜則夫, 平野創一朗, 数値モデルで再現された 2022 年台風 Nanmadol の急発達期の渦構造, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
12. 加藤輝之, 石垣島の高層ゾンデ観測でみられた 大気下層水蒸気場の日変化, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
13. 林 昌宏, 和田章義, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心気圧の解析, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
14. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯に関する課題ー海の影響ー, 第 55 回メソ気象研究会, 2023 年 5 月, 柏
15. 足立 透, 最新の気象レーダーを用いたメソ気象研究の発展, 第 55 回メソ気象研究会, 2023 年 5 月, 千葉県柏市・オンライン
16. 楠 研一, 足立 透, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 冬季日本海側における突風探知の取り組みと今後の展開, 2022 年度 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会, 2023 年 3 月, 東京都
17. 楠 研一, 足立 透, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 深層学習を利用した突風探知の今後の展開, 研究会「突風災害の防止のためにー深層学習を用いた突風探知技術の利活用と今後の展望」, 2023 年 3 月, つくば市
18. 荒木健太郎, 吉本浩一, 瀬古 弘, 石元裕史, 地上マイクロ波放射計を用いた冬季日本海側の降雪雲の観測, 2022 年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン
19. 柳瀬 亘, 嶋田宇大, 北畠尚子, 栃本英伍, 中緯度付近の台風の発生メカニズムー傾圧過程と非断熱過程の融合ー, 中緯度大気海洋相互作用 hotspot2 研究集会, 2023 年 3 月, 福岡県福岡市
20. 小野耕介, 線状降水帯事例における MEPS 複数シナリオ, 福岡管区気象台特別談話会, 2023 年 2 月, 福岡
21. 梅原章仁, 櫻井南海子, 吉田 智, 林 修吾, 清水慎吾, 山内 洋, 出世ゆかり, 二重偏波レーダー及び雷 3 次元観測システムを用いて考察する夏季積乱雲内部における降水粒子と電荷構造の対応, 第 17 回航空気象研究会, 2023 年 2 月, 日本
22. 末木健太, 令和 4 年 7 月に高知で発生した線状降水帯のサブキロメートル解像度再現実験, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2023 年 2 月, つくば
23. 末木健太, 令和 4 年 7 月 4～5 日の高知の線状降水帯に関する事例解析, 数値予報事例検討会, 2023 年 1 月, 東京都
24. 小野耕介, アンサンブル予報の有効活用に向けて, 札幌管区気象研究会, 2022 年 12 月, 札幌
25. 小野耕介, 稲津 将, メソ対流系における予測誤差の非線形性と階層構造, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022 年 12 月, つくば市

26. 末木健太, 線状降水帯を発生させる降水セル群の移動と降水強度変化の解析, 「線状降水帯の停滞メカニズムおよびその環境場形成に寄与する大気擾乱の階層構造の解明」に関する研究会, 2022 年 12 月, 宮城県仙台市
27. 益子 渉, 2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの内部構造と発達・維持機構, 「線状降水帯の停滞メカニズムおよびその環境場形成に寄与する大気擾乱の階層構造の解明」に関する研究会, 2022 年 12 月, 宮城県仙台市
28. 廣川康隆, 加藤輝之, 新野 宏, 1989 年～2021 年に生じた 線状降水帯の特徴, 線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会, 2022 年 12 月, 仙台市
29. 荒木健太郎, 瀬古 弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内 洋, 吉本浩一, 松元 誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 線状降水帯機構解明に関する研究会 (第 6 回), 2022 年 11 月, オンライン
30. 栃本英伍, 廣川康隆, 2022 年 8 月 3 日に山形・新潟で発生した集中豪雨に関わる循環場および環境場について, 第 6 回線状降水帯機構解明に関する研究会, 2022 年 11 月, オンライン
31. 荒木健太郎, 2020 年関越豪雪時の気象状況と降雪予測可能性, 第 4 回 JSTE シンポジウム, 2022 年 11 月, 札幌市
32. 末木健太, 線状降水帯を発生させた降水セル群の移動と降水強度変化の解析, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2022 年 11 月, つくば市
33. 益子 渉, 2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの発達・維持機構, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2022 年 11 月, つくば
34. 嶋田宇大, 台風強度予測を抜本的に改善していくには? ～2030 年、2050 年を見据えて～, 第 3 回 TRC セミナー, 2022 年 11 月, (オンライン)
35. 荒木健太郎, 瀬古 弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内 洋, 吉本浩一, 松元 誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
36. 林 昌宏, 衛星搭載ライダー・レーダー観測を用いたひまわり巻雲物理量推定値の検証, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
37. 楠 研一, カメラ映像に基づく積乱雲判別モデルの開発, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
38. 益子 渉, 2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴 (第 2 報), 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
39. 栃本英伍, 末木健太, 廣川康隆, 益子 渉, 新野 宏, 線状降水帯発生環境場における Entrainment を考慮した CAPE の特徴, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
40. 立花義裕, 春日 悟, 万田敦昌, 山中晴名, 中村啓彦, 仁科文子, 加古真一郎, 滝川哲太郎, 安藤雄太, 西川はつみ, 加藤輝之, 清野直子, 榎本 剛, 吉田 聡, 藤田実季子, 野中正見, 黒潮 SST 前線近傍で実施した梅雨前線の三隻同期大気海洋格子点移動観測, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
41. 山田広幸, 伊藤耕介, 平野創一朗, 篠田太郎, 坪木和久, 林 昌宏, 和田章義, 加藤輝之, 梅雨前線における低圧場の形成と対流圏上層の北風との関係, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
42. 吉田 聡, 石井 智, 泉 智貴, 宮 湛秋, 澤田尚樹, 成田愛子, 藤田実季子, 川合義美, 加藤輝之, 小松幸生, 新青丸 KS-22-9 航海による東シナ海黒潮横断観測, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
43. 加藤輝之, 永戸久喜, 瀬古 弘, 清野直子, 立花義裕, 中村啓彦, 滝川哲太郎, 瀬戸心太, 吉田 聡, 藤田実季子, 小松幸生, 山田広幸, 鈴木賢士, 清水慎吾, 坪木和久, 白石浩一, 川村誠治, 北井信則, 久保田拓志, 2022 年梅雨期線状降水帯集中観測の概要, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
44. 廣川康隆, 加藤輝之, 新野 宏, 1989 年～2021 年に生じた線状降水帯の出現頻度の特徴, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市

45. 小野耕介, 時間軸を考慮したクラスタリングによる複数気象シナリオの作成, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌
46. 梅原章仁, 櫻井南海子, 吉田 智, 林 修吾, 清水慎吾, 山内 洋, 出世ゆかり, 二重偏波レーダー及び雷 3 次元観測システムを用いた 降水粒子と雷活動の比較解析, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
47. 石津尚喜, 藤原忠誠, 楠 研一, 鈴木 修, 足立 透, 新井健一郎, 猪上華子, 冬季日本海沿岸においてドップラーレーダーで観測された渦の統計解析, 日本気象学会秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
48. 大竹秀明, 大関 崇, 今井正堯, 庭野匡思, 小野耕介, 太陽光発電システム上の積雪の動態 -2022 年 2 月 20 日の多雪事例 -, 電気学会 電力・エネルギー部門 (B 部門) 大会, 2022 年 9 月, 福井
49. 加藤輝之, 集中観測の実施状況の概要について, 線状降水帯の機構解明に関する研究会 (第 5 回), 2022 年 9 月, オンライン
50. 荒木健太郎, 気候変動と豪雨災害, 気候変動対策フォーラム, 2022 年 9 月, つくば市
51. 嶋田宇大, 林 昌宏, 台風の面的暴風分布推定に向けて, 第 4 回 高・低気圧ワークショップ, 2022 年 8 月, 東京都港区
52. 柳瀬 亘, Phase Transitions -IWTC-10 の作業部会より-, 第 4 回 高・低気圧ワークショップ, 2022 年 8 月, 東京都港区
53. 嶋田宇大, 気象庁気象研究所の取組み, TRC 台風専門学校 世界一聞きたい台風の授業, 2022 年 8 月, 横浜市
54. 小野耕介, 降水予報へのアンサンブル次元の利用, 第 6 回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会 防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 テーマ 1, 2022 年 6 月, オンライン
55. 石元裕史, マイクロ CT データとフェーズ・フィールド法を利用した降雪・積雪の 3D モデル, 積雪ワークショップ, 2022 年 6 月, (オンライン)
56. 栃本英伍, 令和 2 年 7 月 4 日に九州南部で豪雨を生じた梅雨前線低気圧への上層トラフの影響, 第 4 回線状降水帯機構解明に関する研究会, 2022 年 6 月, オンライン
57. 加藤輝之, 集中観測実施計画と観測データ・数値予報資料の共有 (線状降水帯データベース), 線状降水帯の機構解明に関する研究会 (第 4 回), 2022 年 6 月, オンライン
58. 加藤輝之, アメダス 3 時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去 45 年間の経年変化, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
59. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今後の課題, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, 東京
60. 小野耕介, 降水予報へのアンサンブル次元の利用, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
61. 嶋田宇大, P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 発達ハリケーンの上層アップシアー左象限で観測される強い上昇流について, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
62. 足立 透, 石津尚喜, 楠 研一, 猪上華子, 新井健一郎, 鈴木 修, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWR および CNN による竜巻性渦の立体検出技術の初期評価, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
63. 足立 透, 石津尚喜, 楠 研一, 猪上華子, 新井健一郎, 鈴木 修, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWR および CNN による竜巻性渦の立体検出技術の初期評価, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
64. 廣川康隆, 災害をもたらす集中豪雨と線状降水帯の発生メカニズム, 大正大学地域構想研究所防災セミナー, 2022 年 5 月, オンライン開催

65. Shimada, U., P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 発達ハリケーンの上層アップシアー左象限で観測される強い上昇流について, 第13回熱帯気象研究会, 2022年3月, オンライン
66. 廣川康隆, 集中豪雨と線状降水帯, 第19回天気予報研究会, 2022年2月, 日本
67. 益子渉, 令和3年7-8月の線状降水帯事例について, 第1回線状降水帯の機構解明に関する研究会, 2022年2月, つくば
68. 加藤輝之, 線状降水帯研究に関するレビューと課題, 線状降水帯の機構解明に関する研究会(第1回), 2022年2月, オンライン
69. 梅原章仁, 吉田 智, 林 修吾, 南雲信宏, 山内 洋, 吉川栄一, 二重偏波レーダーと三次元雷標定装置を用いた夏季積乱雲内部の電荷分布構造の解析, 日本大気電気学会第100回研究発表会, 2022年1月, オンライン
70. 小野耕介, メソアンサンブルを用いた複数降水予測シナリオの作成, 第四回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会, 2021年12月, オンライン, オンライン
71. 新井健一郎, 楠 研一, 石津尚樹, 猪上華子, 鈴木 修, 藤原忠誠, ドップラーレーダーで捉えた山形県庄内沖日本海上空の渦列の特徴, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
72. 楠 研一・足立 透・鈴木 修・石津尚喜・猪上華子・新井健一郎・川又 幸・藤原忠誠・鈴木博人, AIを用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
73. 嶋田宇大, 林 昌宏, 山口宗彦, 柳瀬 亘, 田殿武雄, 大木真人, 磯口 治, 台風における風観測の重要性とSARによる台風の風観測の取組み, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
74. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
75. 加藤輝之, 線状降水帯発生6条件の出現頻度の気候変化, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
76. 廣川康隆, 加藤輝之, 解析雨量を用いた線状降水帯検出手法の改善, 日本気象学会2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
77. 益子 渉, 7/10に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴, 線状降水帯ワーキンググループ事例検討会, 2021年11月, (オンライン)
78. 荒木健太郎, 防災・減災のための雲科学研究, 科学技術振興機構研究開発戦略センターワークショップ, 2021年9月, 東京
79. 林 昌宏, 和田章義, 小山 亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021年9月, オンライン
80. 和田章義, 台風強度・構造変化における台風海洋相互作用の役割, 台風研究会「台風予報と防災情報に関する研究集会」, 2021年9月, 京都府宇治市
81. 荒木健太郎, 南岸低気圧による首都圏の降雪における降雪結晶特性と大気環境場, 雪氷研究大会(2021・オンライン), 2021年9月, オンライン
82. 柳瀬 亘, 台風における鉛直シアと傾圧性の影響について, 台風研究会「台風予報と防災情報に関する研究集会」, 2021年9月, 京都府宇治市
83. 嶋田宇大, 台風急発達環境場の多様性, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021年9月, オンライン
84. 石津尚喜, 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 藤原忠誠, 新井健一郎, 鈴木博人, CNNを利用した突風探知システムの改良, 2021年度 人工知能学会全国大会(第35回), 2021年6月, 東京

85. 楠 研一, 石津尚喜, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いた鉄道のための突風探知システム, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
86. 楠 研一, 石津尚喜, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いたドップラーレーダーデータによる竜巻渦の自動識別: 進捗と課題, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, 千葉市
87. 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 石津尚喜, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いた鉄道のための突風探知システム, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, 千葉市
88. 尾田春雄, 益子 渉, 友清衣利子, 野田 稔, 平成 30 年台風 21 号における強風被害発生確率モデルの提案, 2021 年日本風工学会年次大会, 2021 年 5 月, オンライン
89. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今後の課題, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
90. 廣川康隆, 加藤輝之, 強雨域の統計解析に適した 5 km 分解能解析雨量の変換手法, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
91. 清野直子, 津口裕茂, 廣川康隆, 瀬古 弘, 清水慎吾, 線状降水帯発生環境の気象庁メソ解析によるコンポジット解析 (第二報), 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
92. 林 昌宏, 岡本幸三, 大和田浩美, 小山 亮, 静止衛星搭載ハイパースペクトル赤外サウンドを想定した 気温・水蒸気鉛直プロファイル推定手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
93. 荒木健太郎, 2018 年 1 月 22 日の関東大雪事例の降雪結晶特性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
94. 柳瀬 亘, 嶋田宇大, 北畠尚子, 栃本英伍, 台風 Kirogi (2012) の傾圧的な発生過程, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
95. 小野耕介, メソアンサンブル予報による複数気象シナリオの作成, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
96. 足立 透, 石津尚喜, 楠 研一, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWR および CNN を用いた市原竜巻の 3 次元渦探知実験, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
97. 足立 透, 石津尚喜, 楠 研一, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWR および CNN を用いた市原竜巻の 3 次元渦探知実験, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
98. 益子 渉, 台風第 15 号に伴う暴風・突風の特徴, 第 53 回メソ気象研究会・気象災害委員会合同研究会, 2021 年 5 月, オンライン
99. 荒木健太郎, 柳瀬 亘, 北畠尚子, 林 修吾, 黒良龍太, 台風第 19 号による大雨の降水強化メカニズムの数値シミュレーション, 第 53 回メソ気象研究会・気象災害委員会合同研究会, 2021 年 5 月, オンライン
100. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林 昌宏, 堀之内 武, 台風第 19 号の非対称な降水分布: 中緯度プロセスの影響, 第 53 回メソ気象研究会・気象災害委員会合同研究会, 2021 年 5 月, オンライン
101. 荒木健太郎, 風水害をもたらす気象, ジャパン SDGs アクションシンポジウム, 2021 年 3 月, オンライン
102. 石津尚喜, 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いた竜巻探知システムの開発, 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会「竜巻シンポジウム」, 2021 年 3 月, 千葉県柏市
103. 益子 渉, 数値シミュレーションによるスーパーセル竜巻の発生機構に関する研究, 竜巻シンポジウム-藤田哲也博士生誕 100 年を記念して-, 2021 年 3 月, 日本

104. 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人, 冬季日本海側の竜巻等突風の観測と災害軽減に向けた研究開発, 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会「竜巻シンポジウム」, 2021 年 3 月, オンライン
105. 梅原章仁, 足立 透, 益子 渉, 山内 洋, 二重偏波レーダーによる竜巻観測, 竜巻シンポジウムー藤田哲也博士生誕 100 年を記念してー, 2021 年 3 月, 日本
106. 足立 透, 益子 渉, 梅原章仁, フェーズドアレイレーダーを用いた竜巻研究, 竜巻シンポジウムー藤田哲也博士生誕 100 年を記念してー, 2021 年 3 月, 日本
107. 石津尚喜, 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 鈴木博人, 藤原忠誠, 深層学習を利用した突風探知, 気象研究所 AI 研究会, 2021 年 3 月, 茨城県つくば市
108. 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 足立一夫, 鈴木博人, 植村昌一, 藤原忠誠, PRISM これまでの成果と今後の課題, 気象研究所 AI 研究会, 2021 年 3 月, 茨城県つくば市
109. 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人, PRISM 成果紹介「竜巻自動予測・情報提供システムの開発」, AI 研究会「激しい大気現象の研究・防災における人工知能の利活用と今後の展望」, 2021 年 3 月, つくば市
110. 廣川康隆, 加藤輝之, 荒木健太郎, 益子 渉, 令和 2 年 7 月豪雨の九州における降水の特徴, 第 54 回メソ気象研究会, 2021 年 3 月, オンライン
111. 荒木健太郎, 加藤輝之, 廣川康隆, 益子 渉, 令和 2 年 7 月豪雨で九州に大雨をもたらした線状降水帯の大気環境場の特徴, 第 54 回メソ気象研究会, 2021 年 3 月, オンライン
112. 荒木健太郎, 柳瀬 亘, 北畠尚子, 林 修吾, 黒良龍太, 令和元年東日本台風に伴う大雨時の降水強化メカニズムのシミュレーション, 2020 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
113. 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 鈴木 修, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いた竜巻自動探知システムの開発, 気象庁施設等機関研究報告会, 2021 年 2 月, 東京都
114. 梅原章仁, 足立 透, 益子 渉, 山内 洋, 二重偏波レーダーで捉えた竜巻飛散物の時空間分布～2019 年 10 月 12 日千葉県市原市に生じた竜巻を対象として～, 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・研究集会「日本版改良藤田スケールにおける DI、DOD と被害風速の評価」, 2021 年 2 月, 日本
115. 足立 透, 益子 渉, フェーズドアレイ気象レーダーによる市原竜巻の詳細解析, 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・研究集会「日本版改良藤田スケールにおける DI、DOD と被害風速の評価」, 2021 年 2 月, 日本
116. 梅原章仁, 南雲信宏, 山内 洋, 二重偏波レーダーの降水粒子判別結果から考察するダウンバースト発生前兆, 第 15 回航空気象研究会, 2021 年 2 月, 日本
117. 益子 渉, 廣川康隆, 荒木健太郎, 令和 2 年 7 月豪雨の特徴ー球磨川流域に記録的大雨をもたらした線状降水帯の構造と発生過程ー, 令和 2 年度気象研究所研究成果発表会, 2020 年 12 月, オンライン
118. 足立 透, フェーズドアレイレーダーを用いた研究の最前線, 気象キャスターネットワークオンライン勉強会, 2020 年 11 月, オンライン
119. 和田章義, 柳瀬 亘, 林 昌宏, 2020 年台風第 10 号(Haishen)の数値シミュレーション, 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020 年 11 月, オンライン, オンライン
120. 荒木健太郎, 加藤輝之, 廣川康隆, 益子 渉, 令和 2 年 7 月豪雨をもたらした線状降水帯の発生環境場, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
121. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林 昌宏, 令和元年台風第 19 号の降水の非対称化メカニズム～その 2, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
122. 荒木健太郎, 柳瀬 亘, 北畠尚子, 林 修吾, 黒良龍太, 令和元年台風第 19 号における降水強化メカニズム, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン

123. 廣川康隆, 益子 渉, 荒木健太郎, 令和2年7月豪雨により九州地方で生じた線状降水帯の特徴, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
124. 楠 研一, 鈴木博人, 岸保・立平賞受賞記念講演「ドップラーレーダーを用いた突風災害の軽減に向けた研究開発と鉄道の安全運行のための社会実装」, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
125. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林 昌宏, 堀之内 武, 令和元年東日本台風の降水非対称化メカニズム, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2020 年 9 月, オンライン
126. 和田章義, 2018-2019 年の台風における海洋の役割, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2020 年 9 月, 京都府宇治市
127. 足立 透, 益子 渉, 梅原章仁, 令和元年台風第 19 号に伴って発生した市原竜の 3 次元レーダー観測, 台風研究会, 2020 年 9 月, 京都府宇治市
128. 和田章義, 2020 年夏の大規模場の解析、今後の台風予想, 台風診断ミーティング 2020, 2020 年 8 月, 千葉県柏市
129. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林 昌宏, 台風第 19 号に関する数値シミュレーション, 「令和元年台風 19 号及び台風 21 号による広域災害に関する総合研究」成果報告会, 2020 年 7 月, オンライン
130. 北畠尚子, 荒木健太郎, 2019 年 10 月 25 日の東日本の大雨に対する総観場の影響, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
131. 荒木健太郎, 柳瀬 亘, 北畠尚子, 黒良龍太, 令和元年台風第 19 号による大雨の環境場と地形の影響, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
132. 荒木健太郎, 北畠尚子, 2019 年 10 月 25 日関東大雨のメソスケール環境場, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
133. 梅原章仁, 嶋田宇大, 2019 年台風第 19 号の降水過程に関する二重偏波レーダーを用いた解析, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
134. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林 昌宏, 令和元年台風第 19 号の降水の非対称化メカニズム, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
135. 和田章義, 2019 年台風シーズンにおける大気海洋環境場の特徴, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
136. 足立アホロ, 小林隆久, 山内 洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の形状パラメータの推定(その2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
137. 益子 渉, 2019 年日本に暴風・竜巻等突風をもたらした台風の特徴, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
138. 楠 研一, 足立 透, 石津尚喜, 猪上華子, 新井健一郎, 川又 幸, 藤原忠誠, 鈴木博人, AI を用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発 ―開発の現状―, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
139. 足立 透, 益子 渉, フェーズドアレイ気象レーダーで観測された 2019 年 10 月 12 日市原竜巻の発生メカニズムについて, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
140. 猪上華子, 新井健一郎, 楠 研一, 足立 透, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人, 庄内平野に突風をもたらす渦の IQ データを用いた超解像の試み, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
141. 荒木健太郎, 首都圏における降雪結晶特性, 2019 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 立川市
142. 荒木健太郎, 雲と雪のかたちの科学, シンポジウム「つくればわかる、かたちの科学」, 2020 年 2 月, つくば市
143. 荒木健太郎, シチズンサイエンスによる降雪研究と科学コミュニケーション, 第 17 回天気予報研究会, 2020 年 2 月, 東京都

144. 和田章義, 2019 年台風を振り返って一気象研究所における事例 解析結果の紹介, NPO 法人 気象キャスターネットワーク 2020 年定期総会, 2020 年 2 月, 東京
145. 和田章義, 気象研究所における緊急研究, 令和元年度台風事例検討会, 2020 年 2 月, 東京
146. 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別を用いた雷雲の特徴, 第 14 回航空気象研究会, 2020 年 2 月, 東京都
147. 益子 渉, 2019 年日本に暴風・突風をもたらした台風の特徴, 風工学研究拠点・研究集会「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」, 2020 年 2 月, 東京都
148. 足立アホロ, 二重偏波レーダーによる粒径分布の形状パラメータの推定, 科研基盤 S 研究会「ストームジェネシスを捉えるための先端フィールド観測と豪雨災害軽減に向けた総合研究」, 2020 年 1 月, 京都
149. 柳瀬 亘, 荒木健太郎, 中緯度プロセスの影響を受けた台風の構造, 第 2 回 高・低気圧ワークショップ, 2019 年 12 月, 和歌山県白浜町
150. 和田章義, 災害をもたらした 2019 年台風とそれに伴う暴風、豪雨に関する数値シミュレーション研究, 台風研究会, 2019 年 11 月, 名古屋
151. 和田章義, 岡本幸三, データ同化などによる観測の時空間拡張 台風モデリング, 2019 年度 名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会 小型飛翔体による海象観測 (その 4), 2019 年 11 月, 名古屋
152. 梅原章仁, 小池哲司, 山本健太郎, 南雲信宏, 山内 洋, C バンド二重偏波レーダーを用いた降水粒子判別手法の開発と評価, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
153. 荒木健太郎, 南岸低気圧による首都圏降雪時の降雪結晶の特性と環境場の関係, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
154. 益子 渉, 嶋田宇大, 2015 年台風第 15 号の内部コア域の微細構造, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
155. 嶋田宇大, 梅原章仁, 小山 亮, 清水慎吾, 2018 年台風第 21 号による記録的暴風と短時間強雨のメカニズム, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
156. 柳瀬 亘, 嶋田宇大, 北畠尚子, 北西太平洋における亜熱帯低気圧の性質を持つ台風, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
157. 清野直子, 津口裕茂, 廣川康隆, 瀬古 弘, 清水慎吾, 線状降水帯発生環境の気象庁メソ解析によるコンポジット解析, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
158. 廣川康隆, 加藤輝之, 清野直子, 線状降水帯事例の検出と出現分布の特徴, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
159. 石元裕史, 足立アホロ, 安達 聖, 積雪マイクロ CT データを用いた降雪粒子のモデル化とレーダー反射特性の計算, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
160. 足立 透, 小司禎教, 酒井 哲, PAWR・水蒸気観測を用いた首都圏における積乱雲の盛衰の解析, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
161. 佐藤英一, 瀬古 弘, 南雲信宏, 気象レーダー位相による屈折率の推定について (第 2 報), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
162. 市川隆一, 原 秀樹, 佐藤晋介, 雨谷 純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島 治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島 健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代超高感度マイクロ波放射計の開発ーその 2ー, 日本測地学会第 131 回講演会, 2019 年 10 月, 富山市
163. 林 昌宏, ひまわり 8 号可視・赤外観測を利用した多層雲域の雲物理量推定と巻雲除去画像の作成, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
164. 小野耕介, 混合ガウス分布の最頻値を利用した地上気温予測, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
165. 足立 透, 楠 研一, 気象研究所フェーズドアレイレーダーを用いた最新の研究成果とその応用, 2019 年気象災害委員会・メソ気象研究会合同研究会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市

166. 和田章義, 2019 年 (2018 年後半も含む) 気象研での解析事例の紹介, 台風診断ミーティング 2019, 2019 年 9 月, 柏
167. 嶋田宇大, 台風第 9 号のレーダー解析, 台風診断ミーティング 2019, 2019 年 9 月, 柏
168. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 雨谷 純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島 治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島 健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発ー序報ー, 第 17 回 IVS 技術開発センターシンポジウム, 2019 年 6 月, 茨城県鹿嶋市
169. 荒木健太郎, 地上マイクロ波放射計を用いた大気熱力学場推定手法の開発と応用, てんコロ. 学会, 2019 年 6 月, 東京都
170. 荒木健太郎, 降雪・積雪・雪氷災害状況のリアルタイム監視に向けて, 「日本海寒帯気団収束帯による豪雪対策のための研究開発」研究集会, 2019 年 6 月, 長岡市
171. 清野直子, 都市キャノピースキーム SPUC を用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市
172. 楠 研一, 猪上華子, 石津尚喜, 藤原忠誠, 地上付近の直接詳細観測のための多点型地上観測システム, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
173. 嶋田宇大, 山口宗彦, 西村修司, 台風の急発達事例は“気候学的に”増加しているか?, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
174. 嶋田宇大, 台風急発達の環境条件と多様性, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
175. 足立アホロ, 橋口浩之, パラメトリックスピーカーによる RASS 観測の精度, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
176. 益子 渉, 竜巻の数値実験における水平解像度依存性, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
177. 足立 透, 石津尚喜, 楠 研一, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWR および CNN による突風被害をもたらした渦の立体解析, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
178. 猪上華子, 楠 研一, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 足立 透, 鈴木博人, 多点型地上観測とレーダー観測による下層渦の解析, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
179. 藤原忠誠, 楠 研一, 猪上華子, 石津尚喜, 新井健一郎, 水谷文彦, 鈴木博人, ドップラーレーダーで捉えた男鹿市船越で発生した突風事例, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
180. 新井健一郎, 楠 研一, 石津尚喜, 足立 透, 猪上華子, 新野 宏, M. M. Miglietta, 藤原忠誠, 2017 年 12 月 1 日イタリア・サンレモ竜巻の初期解析と渦の自動探知, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
181. 石津尚喜, 楠 研一, 足立 透, 猪上華子, 藤原忠誠, 新井健一郎, 鈴木博人, CNN による竜巻の自動検出技術の開発と突風事例への適用, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
182. 楠 研一, 足立 透, 石津尚喜, 猪上華子, 新井健一郎, 川又 幸, 藤原忠誠, 鈴木博人, AI を用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発ー概要ー, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
183. 荒木健太郎, 佐藤晋介, 田尻拓也, 2019 年 1 月 26 日に関東平野で発生した対流雲の発生環境場と雲・降水特性, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
184. 嶋田宇大, 台風強度予報の改善に向けて取り組むべき研究課題, 第 51 回メソ気象研究会, 2019 年 5 月, 東京都千代田区

イ. ポスター発表：合計 72 件

・国際的な会議・学会等：27 件

1. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, E. Tochimoto, Phase Transition from a Baroclinic Disturbance to a Tropical Cyclone in the Subtropical North Pacific, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
2. Takikawa, T., Y. Tachibana, H. Nakamura, A. Nishina, A. Manda, H. Nishikawa, S. Kasuga, Y. Ando, and T. Kato, Spatial salinity structure observed under heavy rainfall on the Kuroshio front in the East China Sea, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
3. Yamazaki, Y., T. Takikawa, D. Garaike, Y. Tachibana, A. Manda, S. Kasuga, H. Yamanaka, H. Nakamura, A. Nishina, H. Nishikawa, Y. Ando, T. Enomoto, A. K.-Yoshida, and T. Kato, Water vapor flux in the Baiu frontal region estimated from three-ship radiosonde observations, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
4. Ono, K., Towards the deterministic use of the regional ensemble forecasts at the Japan meteorological agency, Using ECMWF's Forecast 2023, 2023 年 6 月, イギリス, レディング
5. Umehara, A., S. Yoshida, S. Hayashi, N. Nagumo, H. Yamauchi, E. Yoshikawa, Analysis of Charge Structure in a Typical Deep Convection Using C-band Polarimetric Radar and LF -band Three- dimensional Lightning Mapper, 11th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, 2023 年 1 月, Switzerland, Locarno
6. Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, O. Suzuki, C. Fujiwara, H. Suzuki, Preliminary Assessment of Volumetric Detection of Tornadic Vortex Using Phased Array Weather Radar and Convolutional Neural Network, AGU Fall Meeting 2022, 2022 年 12 月, 米国, シカゴ&オンライン
7. Adachi, T., and W. Mashiko, Observations of Boundary Layer Streaks Associated with Typhoon Faxai (2019) Using Phased Array Weather Radar, AGU Fall Meeting 2021, 2021 年 12 月, 米国, ニューオーリンズ
8. Ishitsu, N., K. Kusunoki, T. Adachi, K. Arai, H.Y. Inoue, C. Fujiwara, H. Suzuki, Detection of tornadic vortex from Doppler velocity field using Convolutional Neural Networks, 第 10 回欧州シビアストーム会議, 2021 年 11 月, ポーランド, クラクフ
9. Yanase, W., U. Shimada, and N. Takamura, Large-scale conditions for reintensification after the extratropical transition of tropical cyclones in the western North Pacific Ocean, International workshop for mid-latitude air-sea interaction: advancing predictive understanding of regional climate variability and change across timescales, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
10. Shimada, U., P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, Preference for upshear-left convection at upper levels for intensifying hurricane-strength storms, AMS 101st Annual Meeting, 2021 年 1 月, アメリカ, オンライン
11. Adachi, T., A. Umehara, and W. Mashiko, Multi-Radar Observation of Tornadogenesis in a Shallow Supercell of Typhoon Hagibis (2019), AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
12. Wada, A., Warm ocean conditions and increased typhoon intensity in 2019, 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, 2020 年 7 月, オンライン
13. Araki, K., Observational study on characteristics of ground snow crystals in the metropolitan areas in Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
14. Wada, A., H. Tomita, M. Hayashi, and R. Oyama, Tropical cyclone-ocean interactions and predictions around the southern area of Okinawa with numerical simulations

- and a sea surface flux data set, 2019 AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
15. Hayashi, M., and K. Nonaka, New Estimation Method of Himawari-8/-9 Lower Tropospheric Winds, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
 16. Kusunoki, K., N. Ishitsu, T. Adachi, K. Arai, H. Inoue, C. Fujiwara, and H. Suzuki, An advanced system for automatic strong gust detection and warning for railroads using deep learning, 第 10 回欧州シビアストーム会議, 2019 年 11 月, ポーランド, クラクフ
 17. Yanase, W. and H. Niino, Parameter sweep experiments on a spectrum on cyclones with diabatic and baroclinic processes, 19th Cyclone Workshop, 2019 年 10 月, ドイツ, ゼーオン
 18. Adachi A., T. Kobayashi, Estimation of shape parameter from C-band polarimetric radar measurements, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
 19. Adachi, A., H. Hashiguchi, Application of Parametric Speakers to RASS, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
 20. Umehara, A., T. Koike, K. Yamamoto, N. Nagumo, H. Yamauchi, Development of a Practical Hydrometeor Classification Algorithm via a Bayesian Approach Using C-band Dual Polarization Radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
 21. Suezawa, T., H. Kikuchi, T. Mega, E. Yoshikawa, H. Hanado, S. Hayashi, T. Ushio, An evaluation of the Multi Parameter Phased Array Weather Radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
 22. Hayashi, S., A. Umehara, N. Nagumo, A dual-polarization radar observation of the thunderstorm dominated by positive cloud to ground lightning flash, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
 23. Inoue, H. Y., K. Kusunoki, N. Ishitsu, K. Arai, C. Fujiwara, T. Adachi, and H. Suzuki, Multi-scale structure of meso-gamma scale vortex observed by X-band Doppler radars, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
 24. Sato, E., H. Seko, H. Nagumo, and H. Yamauchi, Radar refractivity estimation using solid-state weather radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
 25. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Munekane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science, the 27th IUGG General Assembly, 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
 26. Wada, A., Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018) , JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
 27. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Munekane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science, the EGU General Assembly 2019, 2019 年 4 月, オーストリア, ウィーン

・国内の会議・学会等：45 件

1. 川端康弘, 気象庁台風進路予報の検証, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
2. 和田章義, 高村奈央, 柳瀬 亘, 岡本幸三, 宮本佳明, 台風に関わる海洋貯熱量の再検討と温帯低気圧化する台風への適用, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
3. 瀬古 弘, 山内 洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井 哲, 足立アホロ, レーダー屈折率時間変化量の推定時のパラメータと観測高度, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京

4. 小野耕介, 稲津 将, メソ対流系における予測誤差の非線形性と階層構造, 第13回データ同化ワークショップ, 2023年2月, 神戸
5. 梅原章仁, 荒木健太郎, 山内 洋, 猪上華子, 南雲信宏, 二重偏波レーダーで判別した2022年6月2, 3日における関東の顕著な降雹, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
6. 柳瀬 亘, 枋本英伍, 渡邊俊一, 嶋田宇大, 北畠尚子, 吉田 聡, 平田英隆, 低気圧の多様性に関する気象研究ノートの構想, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
7. 和田章義, 西暦2000年以降の西太平洋海域における台風強度と海洋貯熱量変動との関係, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
8. 嶋田宇大, 林 昌宏, 台風ベストトラックとSAR海上風の比較, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
9. 足立 透, 新野 宏, スマートフォンカメラとフェーズドアレイレーダーを用いた冬季ドライマイクロバーストの解析, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
10. 鵜沼 昂, 山内 洋, 梅原章仁, 加藤輝之, 2021年8月13-14日に九州北部で大雨をもたらした降水系の降水の強さに関する二重偏波レーダーを用いた解析, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
11. 万田敦昌, 春日 悟, 山中晴名, 立花義裕, 中村啓彦, 滝川哲太郎, 仁科文子, 西川はつみ, 安藤雄太, 加藤輝之, 榎本 剛, 吉田 聡, 飯塚 聡, 森井康宏, 青島 隆, 2022年6月に東シナ海上で実施された高層気象観測で検出された湿潤絶対不安定層, 2022年度日本海洋学会秋季研究発表大会, 2022年9月, 名古屋
12. 瀬古 弘, 足立アホロ, 梅原章仁, 佐藤英一, 小司禎教, 酒井 哲, 吉田 智, 線状降水帯の降水予報精度向上を目指した気象観測用ドローンを併用した水蒸気観測, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
13. 益子 渉, 2021年7月10日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, 東京
14. 足立アホロ, 小林隆久, 梅原章仁, 山内 洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の推定(その5), 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
15. 益子 渉, アメダス1分値データを用いた突風の統計解析, 日本気象学会秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
16. 荒木健太郎, 加藤輝之, 廣川康隆, 益子 渉, 2021年17月1~3日の静岡県を中心とした大雨の環境場, 日本気象学会2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
17. 梅原章仁, 吉田 智, 林 修吾, 南雲信宏, 山内 洋, 吉川栄一, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果とBOLTによる三次元電荷分布との相互比較, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重
18. 瀬古 弘, 佐藤英一, 梅原章仁, 鈴木 修, 足立アホロ, 山内 洋, 南雲信宏, 空港気象レーダーによる屈折率の時間変化, 日本気象学会秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
19. 柳瀬 亘, 凝結熱と傾圧性から生じる低気圧の多様性, 日本気象学会2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
20. 足立アホロ, 小林隆久, 梅原章仁, 山内 洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の推定(その4) - 2019年T15とT19の強雨域の比較 -, 日本気象学会2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
21. 和田章義, 柳瀬 亘, 岡本幸三, 2018年台風第12号(JONGDARI)の数値シミュレーション(2), 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重
22. 足立 透, 益子 渉, PAWRで観測された令和元年房総半島台風に伴う境界層ストリーク, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
23. 和田章義, 海洋貯熱量が台風強度予測に与える影響について, 日本気象学会2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重

24. 北畠尚子, 日本海側の大雪に対する総観場の影響 –2018 年 2 月上旬と 2021 年 1 月上旬の事例の比較–, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
25. 林 修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる粒子判別結果と雷放電頻度の関係 (その 2), 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
26. 嶋田宇大, 静止気象衛星搭載雷センサで観測された熱帯低気圧の雷活動と強度変化の関係, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
27. 小野耕介, メソ特異ベクトルの基礎調査, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
28. 梅原章仁, 足立 透, 益子 渉, 山内 洋, 2019 年 10 月 12 日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性について (その 2), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
29. 益子 渉, 令和元年房総半島台風 (T1915) に伴う強風の特徴, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
30. 小司禎教, 清野直子, 凌風丸による 2020 年梅雨期東シナ海ゾンデ観測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
31. 足立透, 梅原章仁, 益子 渉, 2019 年 10 月 12 日市原竜巻の 3 次元渦形成過程について, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
32. 梅原章仁, 南雲信宏, 山内 洋, 二重偏波レーダーで捉えたダウンバースト発生前後における降水粒子の時空間分布特性, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
33. 林 昌宏, 岡本幸三, DARDAR プロダクトとひまわり 8 号観測を用いた RTTOV 氷雲放射スキームの評価, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
34. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島 治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 瀧口博士, 松島 健, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発ー初期観測成果ー, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
35. 梅原章仁, 山内 洋, 2019 年 10 月 12 日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
36. 橋本明弘, 折笠成宏, 田尻拓也, 林 修吾, 平成 30 年 7 月豪雨の雲・降水形成機構に関する数値実験, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
37. 荒木健太郎, 田中沙央里, 小池佳奈, シチズンサイエンスのための気象アプリ「空ウォッチ」を通した降雪研究, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
38. 北畠尚子, 荒木健太郎, 2018 年 2 月 5~6 日の日本海側の大雪に対する対流 圏中上層の総観場の影響, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
39. 小野耕介, 総観場の不確実性を反映したメソ特異ベクトルの計算, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
40. 和田章義, 岡本幸三, 2018 年台風第 12 号 (JONGDARI) の数値シミュレーション, 日本気象学会 秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
41. 清野直子, 新藤永樹, 荒木健太郎, 都市キャノピースキーム SPUC を用いた数値シミュレーションと 観測に基づく首都圏の大気境界層構造の事例解析, 日本ヒートアイランド学会 第 14 回全国大会, 2019 年 9 月, 千葉県柏市
42. 廣川康隆, 加藤輝之, 清野直子, 解析雨量を用いた, 線状降水帯事例の客観的な検出, 第 6 回メソ気象セミナー, 2019 年 7 月, 三重県伊勢市
43. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 雨谷 純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島 治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島 健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発ー序報ー, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

44. 柳瀬 亘, 嶋田宇大, 台風の温帯低気圧化後の再発達に影響する環境場の特徴, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
45. 北畠尚子, 黒良龍太, 長田栄治, 杉原 良, 2018 年 7 月 5～8 日の豪雨に おけるメソ α スケールの変化, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京

報道・記事：合計 124 件

(1) 報道・記事：117 件

1. 足立 透 日本気象予報士会・てんきすと「最新鋭のレーダー『フェーズドアレイレーダー』」 2021 年 5 月 20 日
2. 足立 透, 益子 渉 米国地球物理学会 EOS 誌「Radar Observations of a Tornado Associated with Typhoon Hagibis」2020 年 10 月 23 日
3. 足立 透 日本経済新聞「昨年の台風 19 号竜巻 発生の仕組み解明」 2020 年 10 月 5 日
4. 足立 透 日刊工業新聞「台風に伴う竜巻、発生の仕組み解明 気象研」 2020 年 10 月 5 日
5. 足立 透 NHK おはよう日本「台風に伴う竜巻『世界初の解析』で分かったメカニズムとは」 2020 年 10 月 1 日
6. 足立 透 日本経済新聞「台風に伴う竜巻発生のメカニズム解明、気象研」2020 年 9 月 29 日
7. 足立 透 時事通信「大小の渦、結合し竜巻＝台風時のメカニズム解明－気象研究所」2020 年 9 月 29 日
8. 足立 透, 楠 研一 読売新聞「竜巻の動き 解明目指す」2020 年 4 月 12 日
9. 荒木健太郎 TBS テレビ（情報 7 days ニュースキャスター）「学んで危険を回避！雲を知り尽くす『雲研究者』」2023 年 8 月 12 日
10. 荒木健太郎 日本テレビ（ヒルナンデス）「知っておくとタメになるお天気クイズ 荒木健太郎さん」2023 年 8 月 11 日
11. 荒木健太郎フジテレビ（ノンストップ！）「話題！書籍「すごすぎる天気の本鑑」」2023 年 8 月 11 日
12. 荒木健太郎 日本経済新聞「My Story 気象庁気象研究所主任研究官 荒木健太郎さん」2023 年 7 月 16 日
13. 荒木健太郎 テレビ朝日（林修の今知りたいでしょ！）「気象災害をもたらす雲のしくみに ついて」2023 年 6 月 29 日
14. 荒木健太郎 incu・be（2023. 夏号）「その人はなぜ社会を巻き込めたのか：フォロワー 33 万人へ、毎日「空」を届ける」2023 年 6 月 1 日
15. 荒木健太郎 NHK（#これ防災なんで）「#5「雲を見る」のは防災だ」2023 年 5 月 22 日
16. 荒木健太郎 NHK 北海道（ほっとニュース北海道）「雲を見るのは防災!？」2023 年 6 月 22 日
17. 荒木健太郎 テレビ朝日（林修の今知りたいでしょ！）「気象災害をもたらす雲のしくみに ついて」2023 年 5 月 18 日
18. 荒木健太郎 福島中央テレビ「【不思議】福島の冬を感じて… え！何？この雲は!？」 2023 年 5 月 14 日
19. 荒木健太郎 朝日新聞茨城県版「雲に親しみ、気象災害防ごう（ひと模様）」2023 年 5 月 7 日
20. 荒木健太郎 福島中央テレビ（ゴジてれChu! 3 部）「吊るし雲について」2023 年 3 月 14 日
21. 荒木健太郎 テレビ朝日（ドラえもん）「空であそぼう！3 月 11 日第 5 回「雨は止められる？ 止められない？」」2023 年 3 月 11 日
22. 荒木健太郎 テレビ朝日（ドラえもん）「空であそぼう！2 月 18 日第 4 回「雲は部屋にかざれる？ かざれない？」」2023 年 2 月 18 日
23. 荒木健太郎 NHK「トルコ・シリア大地震で拡散した“災害デマ”地震雲・人工地震ではない 理由」 2023 年 2 月 14 日

24. 荒木健太郎 テレビ朝日（ドラえもん）「空であそぼう！ 2月 11 日第 3 回「七色じゃない虹はある？ ない？」」2023 年 2 月 11 日
25. 荒木健太郎 テレビ朝日（ドラえもん）「空であそぼう！ 1 月 28 日第 2 回「つかめる雲はある？ ない？」」2023 年 1 月 28 日
26. 荒木健太郎 テレビ朝日（ドラえもん）「空であそぼう！ 1 月 21 日第 1 回「雲に落書きしてみよう」」2023 年 1 月 21 日
27. 荒木健太郎 tbc テレビ（ひるまでウォッチン！）「降雪研究について」 2023 年 1 月 20 日
28. 荒木健太郎 NHK（あさイチ）「雪の結晶のしくみと観察方法について」2023 年 1 月 10 日
29. 荒木健太郎 momo「雪の結晶を見てみよう」2022 年 12 月 6 日
30. 荒木健太郎 こども新聞「冬の空をながめてみよう！」2022 年 12 月 5 日
31. 荒木健太郎 NHK（サイエンス ZERO）「“ほこり”が天気を変える!? 575 でカガク!? エアロゾル?」2022 年 11 月 27 日
32. 荒木健太郎 NHK（サイエンス ZERO）「“博士が子供だった頃” Vol.10 謎多き雲の解明に挑む！雲研究者 荒木健太郎博士」2022 年 11 月 25 日
33. 荒木健太郎 Shitakke「『天気の子』の気象監修者が選ぶ！魅力的な「雲」ランキング第一位は？ 見つけるコツも」2022 年 11 月 21 日
34. 荒木健太郎 Shitakke「『天気の子』の気象監修を担当した”雲研究者”が語る「雲って人間みたいなどころがあるんですよ」」2022 年 11 月 6 日
35. 荒木健太郎 テレビ朝日（林修の今知りたいでしょ！）「気象災害をもたらす雲のしくみについて」2023 年 5 月 18 日
36. 荒木健太郎 Jタウンネット「「光の護封剣」「多分エヴァ」上空に出現した 8 本の「光の柱」が話題に→その正体は？専門家に聞く」2022 年 10 月 5 日
37. 荒木健太郎 朝日新聞デジタル「「雲はなぜ浮かぶ」答えられる？ 荒木健太郎さんに聞く 天気のひみつ」2022 年 8 月 25 日
38. 荒木健太郎 毎日新聞「雲を知り、愛する技術（コラム「窓をあけて」元村有希子）」2022 年 8 月 13 日
39. 荒木健太郎 NHK NEWS WEB（News Up）「夏休みは休暇じゃない？自由研究に読書感想文 どうする夏休みの宿題」2022 年 8 月 3 日
40. 荒木健太郎 ハフポスト「夏休みの自由研究、こうすればぐっと面白くなる。雲研究者のガイドが「永久保存版」だった」2022 年 7 月 30 日
41. 荒木健太郎 読売中高生新聞「温暖化 増える豪雨 「線状降水帯」局地的に長時間」2022 年 7 月 15 日
42. 荒木健太郎 J-WAVE（HITACHI BUTSURYU TOMOLAB.）「7 月は天気の急変による災害が多い月 災害を研究」2022 年 7 月 9 日
43. 荒木健太郎 NHK（明日をまもるナビ）「夏本番 カミナリからどう身を守る」2022 年 7 月 3 日
44. 荒木健太郎 J-WAVE（HITACHI BUTSURYU TOMOLAB.）「7 月は天気の急変による災害が多い月 気象を研究」2022 年 7 月 2 日
45. 荒木健太郎 日本経済新聞「気象研究の荒木氏、茨城県の全学校に著書を寄贈」2022 年 6 月 15 日
46. 荒木健太郎 月刊 News がわかる（2022 年 7 月号）「「すごすぎる天気の凶鑑」の荒木さん 教えて！雲のふしぎ」2022 年 6 月 15 日
47. 荒木健太郎 NHK（NHK スペシャル）「いつ逃げる？ どこへ逃げる？ ～新・全国ハザードマップ 水害リスクを総点検～」2022 年 6 月 5 日
48. 荒木健太郎 日本経済新聞「ゲリラ豪雨の雲に迫れ スカイツリーやスパコン活用」2022 年 5 月 29 日
49. 荒木健太郎 NHK（コワくない。就活）「『教えて先輩！』雲研究者・荒木健太郎さん」2022 年 3 月 16 日

50. 荒木健太郎 NHK NEWS WEB「南岸低気圧」で東京都心や関東で大雪に？その仕組みや条件は？」
2022年2月9日
51. 荒木健太郎 月刊NEWSがわかる（2022年1月号）「空が教える！ 天気の話」2021年12月15日
52. 荒木健太郎 TBS ラジオ（伊集院光とらじおと）「雲研究について」 2021年10月5日
53. 荒木健太郎 NHK（あさイチ）「積乱雲の接近を知らせる雲」2021年10月5日
54. 荒木健太郎 NHK（視点・論点）「積乱雲を知って防災を」2021年9月6日
55. 荒木健太郎 J-WAVE（MAKE MY DAY）「YOUR WELLNESS 雲研究者・気象庁気象研究所研究官・荒木健太郎さん」 2021年8月21日
56. 荒木健太郎 週刊文春「集中豪雨をもたらす線状降水帯について」2021年8月18日
57. 荒木健太郎 NHK ラジオ（にっぽん列島夕方ラジオ はっけんラジオ）「令和2年7月豪雨で九州に水害をもたらした線状降水帯について」2021年6月15日
58. 荒木健太郎 毎日新聞「特集ワイド：10万枚の「#関東雪結晶」市民がスマホで撮影、降雪予測の精度向上」2021年1月29日
59. 荒木健太郎 西日本新聞「7月豪雨「小低気圧」が影響 大量の水蒸気流入、最大規模の線状降水帯」2020年12月29日
60. 荒木健太郎 朝日新聞（九州・山口・沖縄地方向け版）「熊本豪雨 近年最大の線状降水帯 今年7月 東西280キロは13時間停滞」2020年12月25日
61. 荒木健太郎 日本経済新聞「九州の7月豪雨、線状降水帯の発生が最多 気象研」2020年12月24日
62. 荒木健太郎 読売新聞「雪結晶観測について」2020年12月24日
63. 荒木健太郎 フジテレビ（とくダネ!）「市民参加型の降雪観測研究「#関東雪結晶」について」
2020年12月24日
64. 荒木健太郎 KBC 九州朝日放送「7月豪雨は九州で発生した最大規模の線状降水帯」2020年12月24日
65. 荒木健太郎 KAB 熊本朝日放送「7月豪雨の線状降水帯 九州最大規模 長さ280キロ13時間」
2020年12月24日
66. 荒木健太郎 日本経済新聞電子版（U22）「みんなでパチリ、雪結晶プロジェクト 雲の科学に活用 気象庁 気象研究所 荒木健太郎（3）」2020年7月27日
67. 荒木健太郎 読売新聞（大阪版）「シチズンサイエンスによる雪結晶観測について」2020年6月3日
68. 荒木健太郎 日本経済新聞「市民の日常 科学研究担う SNSの投稿で新発見も」2020年5月10日
69. 荒木健太郎 FUND0「スマホを使って手軽に雪の結晶を撮影する方法が話題に！「こんなに綺麗に撮れるんですね」」2019年11月24日
70. 荒木健太郎 月刊NEWSがわかる（2019年12月号）「空の様子を姿で伝える雪結晶の神秘」
2019年11月15日
71. 荒木健太郎 読売新聞「九州大雨前、多量の水蒸気、南西海上に流入傾向」2019年11月14日
72. 荒木健太郎 TBS ラジオ（赤江珠緒たまむすび）「積乱雲とその観測・予測研究について」
2019年8月8日
73. 加藤輝之 朝日新聞「線状降水帯って何？」2023年9月16日
74. 加藤輝之 日経エネルギーNext「線状降水帯の発生予測はなぜ難しい？「富岳」で精度向上を狙う」2023年8月9日
75. 加藤輝之 日本経済新聞「線状降水帯「半日前予測」、ニーズに技術追いつかず」2023年7月26日
76. 加藤輝之 TSKさんいん中央テレビ「「58豪雨から40年」あの記録的大雨をもたらしたのは「線状降水帯」だった」2023年7月21日
77. 加藤輝之 朝日新聞「山が点在たびたび線状降水帯」2023年7月13日
78. 加藤輝之 報道ステーション「今年すでに30回発生…予測困難でも身を守るには？“線状降水帯”名付け親に聞く」2023年7月13日

79. 加藤輝之 日経エネルギーNext「九州北部で豪雨災害発生、「線状降水帯」の名付け親に聞く」
2023年7月13日
80. 加藤輝之 読売新聞「なぜ九州北部に大雨?…風向きの影響で梅雨前線停滞、そこへ太平洋から水蒸気流入続く」2023年7月10日
81. 加藤輝之 朝日新聞「梅雨末期の豪雨災害温暖化で多発」2023年7月8日
82. 加藤輝之 毎日新聞「24色のペン:「線状降水帯」を広めた専門家の願い」2023年7月6日
83. 加藤輝之 中日新聞「集中豪雨45年間で倍増」2023年7月3日
84. 加藤輝之 サイエンス ZERO「“線状降水帯”の予測最前線 豪雨激甚化時代に命を守れ!」
2023年6月18日
85. 加藤輝之, 足立 透, 梅原章仁 日経エネルギーNext「激甚化する気象災害に立ち向かう研究者たち、豪雨や竜巻の直前予測を可能にする方法は?」2023年6月18日
86. 加藤輝之 毎日小学生新聞「梅雨について」2023年6月6日
87. 加藤輝之 スーパーJチャンネル「45年前に比べ2.2倍に 温暖化か」2023年6月6日
88. 加藤輝之 Japan Times「Deluge of the century: Researchers highlight rarity of deadly Japan rainfall」2023年6月6日
89. 加藤輝之 毎日新聞「45年前の2.2倍、増える線状降水帯 地球温暖化の影響か」2023年6月3日
90. 加藤輝之 NHK NEWS WEB「災害は夜間と休日に多いってほんと!? 調べてみると…」2022年11月29日
91. 加藤輝之 BuzzFeed News「警官したことのない災害が起こる。気象庁の専門家が今伝えたい、日本の“危機”とは」2022年11月18日
92. 加藤輝之 北陸朝日放送「気候変動を考える 「線状降水帯」第一人者に聞く」2022年9月19日
93. 加藤輝之 RCC 中国放送「「線状降水帯」広まるきっかけ 77人犠牲の広島土砂災害から8年〜名付け親の研究者が語る予測に必要なこと〜」2022年8月19日
94. 加藤輝之 RCC 中国放送「なぜ今回「予測情報」は出なかった? 日本海の「線状降水帯」の特徴15年前に初めて定義した専門家に聞くと…」2022年8月5日
95. 加藤輝之 RCC 中国放送「「当たるのは4回に1回?」「精度」は今後の課題 「線状降水帯予測」2022年6月1日
96. 加藤輝之 NHK(おはよう日本)「「集中豪雨」の頻度 45年間で2倍余増 特に梅雨時期に増加傾向」2022年5月30日
97. 加藤輝之 県北部豪雨「線状降水帯」か、2021年5月31日、信濃毎日新聞
98. 楠 研一ほか NHK ニュース 「レーダーとAIで突風を予測 脱線事故受け安全対策強化」2020年12月24日
99. 楠 研一ほか 読売新聞「線路に突風 AIで予測」2020年12月24日
100. 楠 研一ほか 新潟日報「AIで突風探知 列車規制」2020年10月7日
101. 楠 研一ほか 岩手日報「突風原因探知システム開発」2020年10月7日
102. 楠 研一 秋田魁新聞「AIで突風探知し規制」2020年10月7日
103. 楠 研一ほか PR TIME「インキュビット、気象庁「AIを用いた竜巻等突風・局地的大雨の自動予測・情報提供システム」の研究開発委託先として採択」2020年6月23日
104. 嶋田宇大 読売新聞「台風15号 降雨域で局所的強風」2020年9月17日
105. 清野直子 読売新聞「九州大雨前、多量の水蒸気、南西海上に流入傾向」2019年11月14日
106. 林 昌宏 朝日新聞「ひまわり8号を使った最新の台風研究」2020年9月9日
107. 廣川康隆 共同通信「過去に生じた線状降水帯の特徴と平成30年7月豪雨」2023年7月5日.
108. 廣川康隆 NHK 和歌山放送局「線状降水帯の予測や、2011年紀伊半島豪雨と線状降水帯」
2022年9月7日.
109. 廣川康隆 西日本新聞「豪雨災害 九州の10年」2022年7月4日.
110. 廣川康隆 南日本新聞「令和2年7月豪雨で球磨川流域に生じた線状降水帯」2022年6月1日.

111. 廣川康隆 朝日新聞「2011年9月の紀伊半島大水害」2021年9月4日.
112. 廣川康隆 朝日新聞「九州豪雨1年 最大級280キロ 線状降水帯の脅威」2021年7月3日.
113. 廣川康隆 熊本放送「令和2年7月豪雨で球磨川流域に生じた線状降水帯」2021年6月22日.
114. 廣川康隆 講談社ブルーバックスニュースサイト「線状降水帯のバックビルディング形成について」2021年7月20日.
115. 和田章義 NHK「台風第10号の予測について」2020年9月7日
116. 和田章義 河北新報「2016年台風第10号の対流バーストについて」2020年5月5日
117. 和田章義 NHK「台風第19号について」2019年10月17日

(2) 報道発表：7件

1. 気象庁（気象研究所と共同作成）「令和5年梅雨期の大雨と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について」2023年8月28日
2. 北海道大学、気象庁気象研究所「気象衛星ひまわりの超高頻度観測により台風の目の変化を検出 ～台風の強度推定と予報の向上への貢献に期待～」2023年6月15日
3. 気象庁気象研究所「集中豪雨の発生頻度がこの45年間で増加している～特に梅雨期で増加傾向が顕著～」2022年5月20日
4. 国立研究開発法人防災科学技術研究所、一般財団法人日本気象協会、気象庁気象研究所、内閣府「顕著な大雨をもたらす線状降水帯の自動検出技術を開発」2021年6月11日
5. 気象庁気象研究所「令和2年7月豪雨における九州の記録的大雨の要因を調査 ～小低気圧による極めて多量の水蒸気流入で球磨川流域の線状降水帯が発生～」2020年12月24日
6. 気象庁気象研究所「令和元年東日本台風に伴う竜巻の発生メカニズムを解明しました～フェーズドアレイ気象レーダーによる観測データを解析～」2020年9月29日
7. 気象庁（気象研究所、気象大学校と共同作成）「「令和2年7月豪雨」の特徴と関連する大気の流れについて（速報）」2020年7月30日

その他（（3）「成果の他の研究への波及状況」関連）

●講演・アウトリーチ等：51件

1. 足立 透,「フェーズドアレイレーダーを用いた研究の最前線」, 気象キャスターネットワーク講演会, 2020年11月
2. 荒木健太郎, 空を楽しむ雲科学, つくば市立竹園西小学校第5年生理科特別講演会, 2023年5月
3. 荒木健太郎, 防災・減災のための雲科学研究, 茨城県自治体防災担当者向け講演会, 2023年1月
4. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2022年度積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2022年12月
5. 荒木健太郎, 気候変動と豪雨災害, 気候変動対策フォーラム, 2022年9月
6. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, ミネルバの会, 2022年8月
7. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 水を考えるつどい, 2022年8月
8. 荒木健太郎, しんきろう観測のシチズンサイエンスの可能性, サイエンスカフェ『見よう! 知ろう! 伊勢湾の蜃気楼』講演会, 2022年3月
9. 荒木健太郎, 雲研究と防災, 気象防災フォーラム宮古島2022, 2022年1月
10. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 日本気象学会・2021年度「先生のための気象教育セミナー」, 2022年1月
11. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2021年度積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2021年12月
12. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 三重県生涯学習センター「三重のまなび2021 まなびいすとセミナー」, 2021年11月

13. 荒木健太郎, 気象学な雲さん, NDL academic, 2021 年 10 月
14. 荒木健太郎, 雲研究と防災, 第 61 回滋賀県防災カフェ, 2021 年 9 月
15. 荒木健太郎, 南岸低気圧による太平洋側の豪雪, 日本気象学会中部支部第 24 回公開気象講座 (2021)『豪雪』, 2021 年 9 月
16. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 港区立みなと科学館スペシャルトークショー, 2021 年 8 月
17. 荒木健太郎, 雲と友だちになって上手につき合おう, 名古屋市港防災センターオンラインイベント, 2021 年 8 月
18. 荒木健太郎, 雲と友だちになろう, 港区立みなと科学館企画展「みんなの雲展」ワークショップ, 2021 年 7 月
19. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 京都精華大学アセンブリーアワー講演会, 2021 年 6 月
20. 荒木健太郎, 風水害をもたらす気象, ジャパン SDGs アクションシンポジウム, 2021 年 3 月
21. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2020 年度積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2021 年 2 月
22. 荒木健太郎, 岩永 哲, 雲を愛する技術, 江丹別熱中小学校, 2020 年 11 月.
23. 荒木健太郎, 雲でわかる! 空のきもち, 2020 年度広島市江波山気象館講演会, 2020 年 10 月
24. 荒木健太郎, 沖 大幹, 今こそ知りたい, 気象と災害: 空と雲の“気持ち”から考えてみよう, 国連大学オンライントークイベント, 2020 年 9 月
25. 荒木健太郎, 雲科学入門, 日本気象学会第 54 回夏季大学, 2020 年 8 月
26. 荒木健太郎, 異常気象と向き合う技術, 国連大学トークショー「意外と知らない水と天気、地球のこと」, 2020 年 3 月
27. 荒木健太郎, 雲と雪のかたちの科学, Tsukuba Mini Maker Faire 2020, 2020 年 2 月
28. 荒木健太郎, つくればわかる、かたちの科学, Tsukuba Mini Maker Faire 2020, 2020 年 2 月
29. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2019 年度日本雪氷学会積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2020 年 2 月
30. 荒木健太郎, SNS を通した気象研究と防災, FUKKO STUDY #1, 2019 年 12 月
31. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 宮崎こばやし熱中小学校, 2019 年 11 月
32. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 元村有希子の NEWS なカフェ, 2019 年 10 月
33. 荒木健太郎, 雲科学とアート, 東京造形大学特別講義, 2019 年 7 月
34. 荒木健太郎, 夏の空と仲良くなろう, アカデミアイーアスつくば店サイエンスイベント, 2019 年 7 月
35. 荒木健太郎, 雲を愛する技術. 第 16 回麻酔科学サマーセミナー, 2019 年 6 月
36. 荒木健太郎, 雲を愛する技術. 福岡市科学館講演会, 2019 年 4 月
37. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 第 4469 回経済倶楽部講演会, 2023 年 9 月
38. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今年度実施した集中観測の報告, 令和 4 年度気象研究所研究成果発表会, 2023 年 1 月
39. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 令和 4 年度下水道管路管理セミナー, 2022 年 11 月
40. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 日本気象学会 2022 年公開気象講演会, 2022 年 11 月
41. 加藤輝之, 線状降水帯 ~基礎研究が生み出した防災用語~, 気象大学校創立百周年記念講演会 2022 年 10 月
42. 加藤輝之, 集中豪雨をもたらす線状降水帯, 第 19 回「地球環境シリーズ」講演会 極端現象ー豪雨をもたらすものー 2022 年 8 月
43. 加藤輝之, 集中豪雨をもたらす線状降水帯とは, 日本気象学会九州支部「第 21 回気象教室」 2021 年 10 月
44. 楠 研一ほか, ニュートン別冊 ゼロからわかる人工知能 仕事編 増補第 2 版「AI と竜巻予測」 (ニュートンプレス社), 2020 年 9 月号
45. 嶋田宇大, 「Lab SCOPE Invitation」, 2019 年 8 月

46. 廣川康隆, 豪雨の正体に迫る 大気の川×線状降水帯, 気象サイエンスカフェ, 2021 年 5 月
47. 廣川康隆, 集中豪雨と線状降水帯, 未来の教室 STEAM ライブラリー,
<https://www.pre.steam-library.go.jp/>, 2020 年 12 月
48. 廣川康隆, 「豪雨の正体に迫る 大気の川×線状降水帯」気象サイエンスカフェつくば,
2021 年 5 月 29 日.
49. 廣川康隆, 「令和 2 年 7 月豪雨の線状降水帯の特徴」第 3 回環境研究機関連絡会研究交流
セミナー, 2021 年 11 月 10 日.
50. 廣川康隆, 「災害をもたらす集中豪雨と線状降水帯の発生メカニズム」大正大学地域構想研
究所第 2 回防災セミナー, 2022 年 5 月 9 日.
51. 和田章義, 「なぜ台風 19 号は大規模化したのか」(協力), 2020 年 1 月号

●受賞等 : 12 件

1. 山内洋, 日本気象学会岸保・立平賞, 2023 年 5 月
2. 荒木健太郎, 令和 4 年度茨城県表彰・新しいいばらきづくり表彰(個人), 2022 年 11 月
3. 足立 透, 益子 渉, Editor's Highlight 米国地球物理学会論文誌 Geophysical Research
Letters (GRL 誌), 2020 年 10 月
4. 気象研究所, 第 18 回日本鉄道賞表彰委員会による特別賞, 「安全」「正確」「快適」を守る
システム特別賞, 2019 年 10 月
5. 気象研究所, JR 東日本鉄道事業本部長感謝状(機関賞), 2021 年 1 月
6. 楠 研一, 平成 31 年度文部科学大臣表彰, 科学技術賞(開発部門), 2019 年 4 月(団体)
7. 楠 研一, 猪上華子, 第 11 回日本鉄道技術協会坂田記念賞, 2019 年 4 月
8. 楠 研一, 平成 30 年土木学会技術開発賞, 2019 年 5 月(団体)
9. 楠 研一, 2020 年度日本気象学会 岸保・立平賞, 2020 年 5 月
10. 吉田 智, 足立 透, 楠 研一, 林 修吾, 猪上華子, 電気学術振興賞 論文賞(電気学会),
2021 年 5 月
11. 和田章義, 2020 年米国地球物理学会 優秀査読者賞, 2021 年 6 月
12. 和田章義, Springer Advances in Atmospheric Sciences 2021 年編集者賞, 3 月

●特許等

1. 楠 研一, 足立透, 「渦検出装置、渦検出方法、プログラム及び学習済モデル」(特許第
6756889 号), 登録日 2020 年 8 月 31 日

C 気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：石井雅男（気候・環境研究部 部長／令和元～2年度）

須田一人（気候・環境研究部 部長／令和2～5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

副課題代表者：直江寛明（気候・環境研究部）

研究担当者：

- [気候・環境研究部] 小林ちあき、原田やよい、今田由紀子（令和元～4年度）、
高藪 出（令和2～5年度）、保坂征宏（令和2～5年度）、
遠藤洋和、尾瀬智昭（令和元～3年度）、古林慎哉（併任）、
高坂裕貴（併任）、上口賢治（令和元～2年度、併任）、
南 敦（令和元年度、令和4年度、併任）、
若松俊哉（令和元年度、併任）、千葉丈太郎（令和2～3年度、併任）、
佐藤大卓（令和2～3年度、令和5年度、併任）、
黒田友二（令和元～3年度、併任）、村上茂教（令和元年度、併任）、
前田修平（令和3～5年度、併任）、竹村和人（令和4～5年度、併任）
[全球大気海洋研究部] 石川一郎、高谷祐平、新藤永樹（令和元～4年度）、
足立恭将（令和2～5年度）、吉田康平、齊藤直彬（令和元～2年度）、
平原翔二（令和4～5年度）、吉村裕正（令和4～5年度）、
出牛真（令和5年度）
[応用気象研究部] 仲江川敏之、川瀬宏明

（副課題2）地球温暖化予測の不確定性低減

副課題代表者：保坂征宏（気候・環境研究部）

研究担当者：

- [気候・環境研究部] 水田 亮、遠藤洋和、尾瀬智昭（令和元～3年度）、
行本誠史（令和3～5年度）、田中泰宙（令和元～4年度）、
辻野博之、直江寛明、小林ちあき、原田やよい、今田由紀子、
村上茂教（令和2～5年度、併任）、小畑 淳（令和4～5年度、併任）
[全球大気海洋研究部] 行本誠史（令和元～2年度）、石井正好、吉村裕正、出牛 真、
神代 剛（令和3～5年度）、吉田康平、石川一郎、高谷祐平、新藤永樹、
齊藤直彬（令和元～2年度）、足立恭将（令和2～5年度）、
大島 長、山中吾郎（令和元～3年度）、中野英之（令和3～5年度）、
坂本 圭、浦川昇吾
[気象予報研究部] 中川雅之、川合秀明、長澤亮二
[応用気象研究部] 仲江川敏之、村崎万代、川瀬宏明、小畑 淳（令和元～4年度）、
山口宗彦（令和元～3年度）

（副課題3）大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

副課題代表者：田中泰宙（気候・環境研究部／令和元～3年度）

坪井一寛（気候・環境研究部／令和4～5年度）

研究担当者：

- [気候・環境研究部] 坪井一寛（令和元～3年度）、石島健太郎、松枝秀和（令和元～2年度）、
藤田 遼（令和2～5年度）、石井雅男（令和4～5年度）、
川崎照夫（令和元～2年度、併任）、梅澤研太（令和元～2年度、併任）、
古積健太郎（令和元～2年度、併任）、高辻慎也（令和2～4年度、併任）、
雪田一弥（令和2～4年度、併任）、佐藤祥平（令和2～3年度、併任）、
潮 延泰（令和5年度、併任）、藤原 昂（令和5年度、併任）
[全球大気海洋研究部] 眞木貴史

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

副課題代表者：辻野博之（気候・環境研究部）

研究担当者：

- [気候・環境研究部] 遠山勝也、小杉如央、小野 恒（令和元～4年度）、
石井雅男（令和4～5年度）、増田真次（令和元～2年度、併任）、
笹野大輔（併任）、飯田洋介（併任）、佐藤克成（令和3～4年度、併任）、
小野 恒（令和5年度、併任）
- [全球大気海洋研究部] 山中吾郎（令和元～3年度）、中野英之、豊田隆寛、坂本 圭、浦川昇吾、
川上雄真（令和3～5年度）
- [研究総務官] 石井雅男（令和2～3年度）

研究の動機・背景**(社会的背景・意義)**

- ・ 人為的な温室効果ガスの排出によって、大気と海洋の温暖化が進み、気候が変化している。海洋では排出された二酸化炭素の吸収や温暖化によって海洋酸性化や貧酸素化も進んでいる。これらの変化は、国際社会に大きな脅威と認識され、2015年9月に国連総会で制定された17の持続可能な開発目標の中で、気候変動への対策や豊かな海を守る具体的な行動を求めている。2016年11月には温室効果ガス排出の抑制による地球温暖化の緩和に向けたパリ協定が発効した。世界経済フォーラムが公表したグローバルリスク報告書2018においても、異常気象、自然災害、気候変動の緩和と適応の失敗の3つは、世界が抱える30のリスクの中でも発生の可能性が最も高く、負の影響が最も大きいリスクに挙げられている。
- ・ 日本国内においても、観測史上かつてない猛暑や集中豪雨が、近年各地で発生し、人身や社会基盤に大きな被害を与えており、気候の変化が現実の問題として国民に広く認識されるようになった。こうした中、2018年5月には気候変動における海洋の役割や海洋酸性化の実態把握を目的に含む第三期海洋基本計画が閣議決定された。2018年12月には気候変動適応法が施行され、産業や自然・社会環境に関する様々な分野で、気候変動に対する効果的な適応策を推進する。
- ・ 気候変動の緩和や適応に関する国内外の諸政策を立案し、啓発や技術開発・体制構築などを通じてこれらを実施するために、その根拠となる炭素循環や気候変動の実態、原因、メカニズムや、数年から百年スケールの予測に関する科学的知見の充実と、その不確かさの低減が、喫緊の課題として社会から求められている。同時に、気象・気候災害による被害を防止・軽減するため、異常気象の中長期予報精度の向上や極端気象のメカニズム究明も不可欠である。
- ・ 本課題が対象とする現象は、全球気候観測システム（GCOS）が掲げる7つの全球気候インディケーターのうち、雪氷圏の2つを除く5つ（表面温度、海洋熱、大気CO₂、海洋酸性化、海面水位）を対象に含む。また、8つの補助インディケーターのうち、やはり雪氷圏の2つを除く6つを対象に含む。

(学術的背景・意義)

- ・ 本課題の内容は、世界気候研究計画（WCRP）が掲げる7つの重要課題のうち、気候システムにおける炭素循環の解明、十年規模変動予測、顕著な気象・気候変動の理解と予測、沿岸水位変化に関連する。
- ・ 地域的な気候や顕著な気象・気候現象に関するメカニズムの解明を実現するためには、大気と海洋等の結合作用を考慮した精緻な高解像度モデルによる気候再現・予測研究の展開が求められている。
- ・ 地球の放射収支に影響を与える温室効果ガスの長期的変動の実態を把握するための観測の継続に疑問を挟む余地はない。観測データに基づいて地球規模の炭素循環の把握にアプローチすることは目下の重要課題の一つである。また、近年の高度な海洋観測手法により、空間変動スケールの小さい海洋内部変動が卓越する、とりわけ日本近海の複雑な海洋構造の理解を深め、海洋及び海洋炭素循環モデルの高度化を通して、モデルによる海洋変動の再現性を高めることが肝要である。これは海洋学の知見を増やすだけでなく、短期気象予測の高度化や温暖化による気候変動の解明に関わる研究展開につながる。
- ・ 温室効果ガスの気候影響評価や、気候システムの中でその役割を理解するためには、地球システムモデルを活用した気候研究が有効である。これによる研究成果を積み上げることにより、長期的な気候予測の精度向上が期待される。

- ・温室効果ガスは、もともと地球表層の炭素循環の構成要素であって、地球の放射収支に大きな影響を持つ微量気体群である。温室効果ガスの増加は地球の気候を決定する大気、海洋、陸、雪氷などの多様な要素の相互作用を通して気候システムの変化を引き起こす。したがって、人為的に排出された温室効果ガスの動態や、その増加が引き起こす気候変化の実態及びメカニズムを解明することは、気候システムと、その重要な構成要素である炭素循環を理解する学術的な研究なしには成し得ない。
- ・気象研究所は、気象庁各課との密接な連携や、国内外の研究機関との共同研究により、季節予報や異常気象の理解、地球温暖化の実態把握と予測、大気と海洋の炭素循環の実態把握など、気候システムに関わる大気科学や海洋科学の諸分野の研究において、それらの黎明期から学術的に優れた業績を挙げるとともに、研究に必要なデータセットなどの基盤情報を学界に広く提供してきた。

(気象業務での意義)

- ・気象再解析、気候再解析、季節予報実験、十年規模予測実験、温暖化予測実験、及びこれらに関連したデータ解析の成果は、気候情報課における季節予報や解析業務の基盤情報となる。
- ・開発と実用化を進める世界最先端の観測手法は、世界気象機関の全球大気監視（WMO/GAW）やユネスコ政府間海洋学委員会等の全球海洋観測システムなどと連携して気象庁が実施している大気と海洋における温室効果ガスの現業観測の改善に活かし、その地球環境監視業務の充実と向上に貢献する。
- ・本課題で得られる研究成果は、気象庁のウェブサイトや、異常気象レポート、気候変動監視レポート、地球温暖化予測情報などの気象庁の刊行物の作成に貢献する。また、気候変動に関する政府間パネル第6次評価報告書（IPCC AR6）や、WMO 気候ステートメント年報及び温室効果ガス年報等

研究の目的

(全体)

本研究課題では、大気と海洋の物理及び生物地球化学の長期観測と多様かつ高解像度のプロセス観測及びそれらのデータ解析や、精緻化された大気・海洋・生物地球化学過程を含むシステムの数値モデルの利用と解析を推進し、それらの研究の連携を強化する。これによって気候システムとその変化をより深く理解し、その諸現象の予測の不確実性の低減に資することで、社会に貢献する。

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

季節予測システム等を用いたアジア地域固有の気候現象と異常気象の季節予測可能性の研究、観測・長期再解析及びモデル実験等を用いた異常気象の実態解明と温暖化の影響の研究、そして気候研究に必要なデータ整備に関する研究を通して、季節予測の向上とその予測を用いた減災に資する情報を提供する。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確実性低減

地球システムモデルを実用し、地球温暖化予測や十年規模の気候変動予測のための研究基盤システムを開発する。高解像度の地球システムモデルを活用した実験を行うことで、気候メカニズムを理解し、全球及び地域スケールの気候の再現・予測の不確実性を評価・低減する。また、海洋の温暖化予測情報を充実させる。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

大気中の温室効果ガスの新しい観測・測定手法を開発し、多種類の大気化学トレーサー観測を実施して、西太平洋域における時空間変動を把握する。それらの観測情報に基づいて、温室効果ガスの変動要因を解析し、炭素収支を評価する。これらの活動を通じて、温室効果ガス排出削減の政策決定に科学的根拠を与える気象庁の現業温室効果ガス観測、WMO/GAW による国際的な観測・解析、パリ協定のグローバルストックテイク等

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

海洋の炭素循環や海洋酸性化について、新しい観測手法の開発や、従来の手法の改良を行う。それらによる観測データと数値モデルのデータを合わせて解析し、海洋炭素循環の変化や海洋酸性化の実態を評価するとともに、その原因を解明する。これによって、「持続可能な開発目標」や温室効果ガス排出削減の政策決定に科学的根拠を与える気象庁の現業海洋二酸化炭素観測や全球海洋観測システムの発展に貢献する。また、数値モデリングとの比較等を通じて、海洋酸性化の将来予測の向上にも貢献する。

研究の目標

(全体)

異常気象の実態解明、季節予測の可能性、地球温暖化、大気と海洋の炭素循環に関する長期かつ高解像度の観測及びモデル実験データベースを作成する。

それらの解析や数値モデリングにより、炭素循環や気候変動の実態とメカニズムの理解を深めるとともに、過去気候再現と将来気候予測の不確実性を評価・低減する。

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

①アジアモンスーンと台風の予測可能性評価

季節予測システムを用いた実験により、海洋・陸面と相互作用したアジアモンスーンの季節～数年の予測可能性を評価し、そのメカニズムを解明する。

季節予測システムの再予報実験における台風の発生数等の予測精度を評価し、予測可能性の要因を解明する。

②極端気象の実態と予測可能性の研究

長期再解析などのデータ解析と季節予測システムを用いたモデル実験を通して、極端気象の実態と発生メカニズムを明らかにする。

大気モデルの大規模アンサンブル実験 (d4PDF) を用いて、熱波、旱魃、豪雨といった極端事象の発生確率の季節 (内) 予測可能性を評価し、季節予測システムを用いて大気・海洋結合がそれらの予測可能性にどのような影響を及ぼすかを調べる。

③異常気象の実態解明と要因に与える大規模場の影響評価

長期再解析データ、地上観測データ、モデル実験等を利用して、今後発生する異常気象の発生メカニズムの迅速かつ的確な情報提供に資するために、過去の異常気象の実態と発生メカニズム、温暖化寄与評価について大規模場の観点から研究を行う。

④気候データに関する研究

異常気象の実態と発生メカニズムの解析、予測初期値、予測精度評価に必要な、気候研究の基盤となる長期再解析データなどを整備し、品質評価を行う。また、次世代の長期再解析の品質向上に資する同化インパクト実験や結合同化実験の評価を行う。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確実性低減

①タイムスライス温暖化予測システム

地球システムモデルを用いた高解像度モデルによる温暖化予測システムを開発し、アンサンブル実験を行い、地域スケールの温暖化予測の不確実性を評価・低減する。また、これをもとに海洋の将来予測プロダクトの検討を行う。

②十年規模気候変動予測

地球システムモデルに組み込む初期値化スキームを開発し、十年規模予測実験を行い、全球及び地域スケールの十年規模の気候予測可能性や変動メカニズムについて考察する。また、これにより、モデル開発、初期値スキームの開発、予測情報の不確実性の低減に結びつける。

③気候再現実験

気候モデルにより、歴史的観測データを整備・活用した長期気候変動再現システムを開発する。再現実験出力により長期気候変動の理解を進め、観測データに基づく百年スケールの気候変動研究領域を開拓する。

④CMIP 実験

WCRP の第6期気候モデル相互比較プロジェクト (CMIP6) の各種温暖化実験を行い、国際比較のために実験出力をプロジェクトへ提出する。また、マルチモデル (CMIP6、CMIP5) 等の各種データセット・実験を解析した結果をモデル開発にフィードバックするとともに、気候変動メカニズムの理解に役立てる。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

①化学トレーサの時空間変動に関する観測研究

気象庁の定常大気観測所 (綾里、与那国島、南鳥島) や父島気象観測所の観測施設を利用して、ラドン、酸素や、二酸化炭素の炭素・酸素安定同位体比等の複数の大気化学トレーサの

連続観測を実施する。これらのデータと、定常大気観測所で収集されている温室効果ガス濃度のデータを統合して、多種類の微量気体を含む高分解能観測データベースを作成する。

温室効果ガス測定のパラメータ等の国内相互比較実験に参加し、観測基準や測定精度を評価する。また、実大気を用いた標準ガス調製システムを開発する。

次世代のレーザー分光型分析計等を利用した観測・校正システムを開発する。

代替フロンを含むハロカーボン類の連続測定技術を確認する。

②化学トレーサー観測による炭素収支に関する解析研究

観測データベースを用いて、ラドン (^{222}Rn) を指標とした清浄大気のパラメータのデータ選別手法を確認し、温室効果ガスの広域代表性の高い変動を再解析する。

酸素や二酸化炭素同位体比を用いた解析を実施し、他の手法とも比較検証を行って温室効果ガス濃度の変動要因・炭素収支を定量的に評価する。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

①高解像度観測や高精度分析による海洋炭素循環と酸性化実態の解明

水中グライダーによる観測方法と取得されたデータの品質管理技術を確認し、観測結果から時空間的に高解像度の海洋観測データセットを作成する。

海水の pH 測定における不確かさ低減の手法や、アルカリ度の航走観測技術の確認により、海洋酸性化観測技術を改善する。

②データ解析による海洋物質循環の変動機構解明

水中グライダーによる観測データから、中規模渦の物理・化学構造や、亜表層の酸素濃度の季節内変動など、海洋観測船では取得が難しい事象について知見を深める。

気象庁観測船などによる北太平洋の長期観測データを解析することにより、この海域の表層及び中層における二酸化炭素など、生物地球化学パラメータの変動実態を定量的に評価し、その変動要因を解明する。

海洋モデルや地球システムモデルの結果を観測結果と比較することにより、これらのモデルの性能を評価する。また、モデルの結果から、観測された海洋への二酸化炭素蓄積や酸性化の進行の実態について理解を深める。

研究成果

(1) 成果の概要

(全体)

本研究は課題解決型研究課題であり、M 課題（地球システム・海洋モデリングに関する研究）や気象庁数値予報課、気候情報課、環境・海洋気象課などとの緊密な協力や、外部資金などを通じて他機関との共同研究を通じて、季節予報モデル、大気輸送モデル、温暖化予測モデル、地球システムモデルの解析や、長期再解析データの品質管理・解析、大気・海洋の温室効果ガスや種々の化学トレーサーの観測・解析、それらの組合せにより、異常気象のメカニズム、季節予報可能性、温暖化に関する種々の予測、大気・海洋の炭素循環や海洋酸性化などの実態解明と予測に関して、以下に述べる成果を上げることができた。

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

①アジアモンスーンと台風の予測可能性評価

- ・2018 年の夏は北西太平洋モンスーンが活発で、台風の発生個数や存在確率が大きかった。気象庁の現業季節予測システムを用いた数値実験により、これらの状況には太平洋南北モード (PMM) が関係していたことがわかった (Takaya, 2019)。これは、ENSO やインド洋キャパシターモード (IPOC) に加え、PMM が北西太平洋モンスーン及び台風活動の予測可能性をもたらすことを意味する。
- ・2010 年夏の記録的な高温に対する大西洋の海水温の影響及び2020 年梅雨期の多雨に及ぼすインド洋の変動の影響について、現行季節予測システム (JMA/MRI-CPS2) を用いて研究を行い、異常気象発生メカニズムに関する論文 (Takaya et al., 2020, Takaya et al., 2021) を発表した。
- ・WMO の第 10 回熱帯低気圧国際ワークショップにおいて、熱帯低気圧の季節予測研究の進展について発表するとともに、報告書の取りまとめを行った。
- ・JMA/MRI-CPS3 の再予報データと海洋の異なる解像度実験の比較から、中緯度海洋前線帯が予測精度に与える影響を評価した。

②極端気象の実態と予測可能性の研究

- ・2018 年夏の事例について、現業季節予測システムを用いて季節予報実験を行い、夏の特徴である深いモンスーントラフやハドレー循環偏差、中緯度域の帯状平均高温偏差などがある程度再現されることを確認した。SST 感度実験などを通して、北太平洋亜熱帯域の SST 高温偏差が対流活動偏差を通じて中緯度大気の高温に影響していたことを明らかにした (Kobayashi and Ishikawa, 2019)。
- ・2019/2020 年冬季の大暖冬について、異常気象発生や持続メカニズムに関する解析を行い、当該現象の発生・持続のメカニズムに関する論文 (Kuramochi et al., 2021, Kobayashi et al., 2022) を発表した。
- ・バレンツ-カラ海の海氷の季節予報への影響に関する論文を発表した (Komatsu et al., 2022, GRL)。チベット陸面の降水への影響に関する論文を発表した (Xue et al., 2022, BAMS)。2021 年の西日本での記録的に早い梅雨入りに寄与した大気循環場に関する論文を発表した (Takemura et al., 2022)。

③異常気象のメカニズム解明と要因に与える大規模場の影響評価

- ・2017 年 7 月九州北部豪雨及び 2018 年 7 月豪雨のイベント・アトリビューションに関する論文 (Imada et al., 2020) を発表し、アウトリーチ活動を行った。
- ・2019 年台風 19 号 (Kawase et al., 2020)、2019 年から 2020 年にかけての大暖冬、2020 年 7 月豪雨に対する地球温暖化の影響の評価を行った。
- ・2022 年 6 月下旬から 7 月初めの記録的猛暑について即時的イベント・アトリビューションを実施し、異常気象分析検討会にて報告、及び文部科学省と合同でプレスリリースを行った。
- ・西日本の過去の大雨時と 2018 年 7 月豪雨の循環場の特徴についてまとめた論文 (Harada et al., 2020) を発表した。
- ・ユーラシア (EU) パターンに関連する惑星波の変調を解析し、EU パターンの力学的メカニズムを明らかにする論文 (Maeda et al., 2021) を発表した。
- ・2019 年南半球の成層圏突然昇温 (SSW) 後に起きた南極振動の負位相の持続について、現行季節予測システム (JMA/MRI-CPS2) を用いた予測実験を実施し、実態解明と予測可能性の研究を行った (Lim et al., 2021)。
- ・2019 年南半球 SSW 発生時の特徴であったダブルジェット構造について、循環場の特徴、波強制で駆動されるジェットの役割、対流圏ジェット変位の予測可能性を調べた。
- ・夏季ユーラシア大陸で、亜熱帯ジェットと波強制で駆動されるジェットが発達するダブルジェット型について、循環場の特徴、運動量収支、生成・発達メカニズムを調べた。
- ・国内地上観測データを用いて過去 120 年間の梅雨期と秋雨期の降水量及び大雨頻度の長期変動を調べ、梅雨は活発化、秋雨は不活発化していることが分かった (Endo, 2023)。
- ・IPCC AR6 への貢献：WG1 AR6 第 10 章”世界規模と地域規模の気候変化のつながり”への主要執筆者としての参加し、最終草稿 (FGD) の精査と、第 2 次草稿 (SOD) への専門家レビューコメントへの回答を作成した。WG1 AR6 テクニカルサマリー (TS) のアジア域、気候変動の駆動要因テーブル、トレースバック表 (TBM) のアジア域作成、およびアジア域ファクトシート作成の取りまとめを行った。
- ・日本政府関係者として第 54 回全体会合へ出席、記者クラブ向けの事前勉強会への参加、公表時の記者会見、政策決定者向け要約 (SPM) の日本語訳暫定訳の作成、統合プロによる IPCC AR6 紹介のシンポジウムでの発表及びパネリストとして参加した。
- ・WG1 AR6 第 11 章「変化する気候下における気象及び気候の極端現象」および第 12 章「地域規模の影響及びリスクを評価するための気候変化に関する情報」にて、イベント・アトリビューションに関する本課題の研究結果が引用された。

④気候データに関する研究

- ・JRA-3Q ストリーム A (1990 年代以降) の本計算では、各種衛星観測データセット (OA フラックス、CERES、TRMM 及び MLS/Aura など) を用いて熱・放射フラックスや降水量、非断熱加熱率の鉛直プロファイル、成層圏における水蒸気やオゾン分布などの品質評価を行った。またヨーロッパ中期予報センターや米国航空宇宙局などの他機関作成の最新プロダクト (ERA5、MERRA2 など) との比較を行った。
- ・JRA-3Q ストリーム B (1960 年代～1980 年代) の本計算で、他機関の再解析を含む相互比較から、降水などの 2 次元平面量、風や気温の東西平均場、赤道準二年周期変動について評価を

行った。

- ・ JRA-3Q の品質・性能評価は、長期再解析推進懇談会、日本気象学会、JpGU、AGU、再解析国際会議で報告と発表を行った。
- ・ 総合報告論文を分担して執筆し（熱帯低気圧、水蒸気、降水量、高解像度 SST、放射収支、オゾン）、論文として信頼性向上に貢献した。
- ・ 将来の再解析システムの検討に向け、気象研究所で開発された大気海洋結合同化システム（MRI-CDA1）を用いて、季節内スケールでの海面水温と降水の時間変化の関係の再現性に対する結合化のインパクトを示す研究を行い、論文（Kobayashi et al., 2021）として発表した。
- ・ 利用可能な 20 種類の Level 2 衛星観測オゾン全量データを 40 年（1978-2017 年）分取得し、地上からのオゾン観測との比較から、2 種類の方法でバイアス補正と時間的に高分解能な結合データセットを作成し、論文として発表した（Naoe et al., 2020）。

（副課題 2）地球温暖化予測の不確定性低減

① タイムスライス温暖化予測システム

- ・ 地球システムモデルに外部条件を変えたアンサンブル生成スキームとデータ同化による初期値化スキームを組み入れた実験システム開発を行った。従来の温室効果ガス濃度変化を与える大気海洋結合モデルに比べるとデータ同化により降水量の気候値、年々変動の再現性が改善している。また、従来の海水面温度変化を与える高解像度大気モデルと比べると、大気海洋結合効果により、北西太平洋域での季節内変動スケールの SST と降水の間のラグ相関関係や、強い台風の頻度の緯度分布が改善することを確認した。このシステムを高解像度化した設定において、台風強度・進路、梅雨・秋雨の振る舞い等の日本域のバイアス、それに影響を与えうる諸バイアスについて検討し、改良を進めた。
- ・ 同システムで、複数の CMIP6 モデル温暖化差分を加えた将来予測の予備実験を実施した。将来予測実験では CMIP6 に提出された海洋の温暖化に伴う変化を与えることで降水量の変化も再現できることを示し、海洋表層状況の分布の変化が降水量の分布の変化に強い影響を与えることが示唆された。
- ・ 同システムで、大気モデルを低解像度の設定にして、長期積分を実施することに成功した。対象とする将来予測期間の計算が、長期の積分ののちに実施されるため、海洋のドリフトが少ない状態で実施できること等を確認中である。
- ・ 同システムで、アンサンブルの将来実験を想定した検討を進めた。海水面温度・海水密度等強制データについて、シナリオ、内部変動、モデルの不確実性（幅）を包括するべく、観測にある数年～十年規模の内部変動の導入、CMIP6 モデルの海水面温度のばらつきを取り込めるようにした。
- ・ 20km 全球大気大循環モデル（AGCM）、および 60km 全球モデルと 20km 領域気候モデル（RCM）力学的ダウンスケーリングを用いて、20 世紀中頃から 21 世紀末までの連続したシミュレーションを行い、極端降水の再現には高解像度であることが必要であること、全球・日本域とも極端降水の頻度は昇温量とほぼ比例関係にあることを示した（Mizuta et al., 2022）。
- ・ 大気海洋結合モデルの高解像度化（大気 20 キロ、海洋 10 キロ）のテストを実施し、海水面温度、海面高度場、西岸境界流路の再現性が向上することを確認した。
- ・ 海洋の良質な温暖化予測情報を作るための準備作業・検討を進めた。まず、TSE-C において下層での太平洋の偏西風の再現が良好であること、そしてこの大気場を強制とする海洋モデルでの黒潮の再現性も良好であることを確認した。これらのシステムを使って温暖化予測情報を作成するための、各種不確実性を考慮した、数十規模のアンサンブル実験を行う準備を進めた。

② 十年規模気候変動予測

- ・ 気象研究所地球システムモデル MRI-ESM2 により、CMIP6 のサテライト MIP による十年規模変動予測実験（DCPP）について実験を実施し、成功し、CMIP6 へのデータ提出作業を行った。また、結果について解析を進めた。
- ・ WMO の十年規模変動予測活動の一環として最新初期値による 予測実験を行い、実験結果をリードセンターである英国ハドレーセンターに提出した。
- ・ 気象研究所地球システムモデルを用いて大規模火山噴火の気候及び生態系への影響（全球平均 1℃寒冷乾燥化、中緯度陸域 3℃寒冷化で純一次生産 20%減少、数年後ほぼ回復、等）を解析した論文を公表した（Obata and Adachi, 2019）。

③ 歴史的観測データの活用

- ・ 気候モデルに用いる歴史的観測データの整備を進めたうえで、大気モデル MRI-AGCM3.2 と

LETKF を用いて、観測データ（海面気圧データ、日本域気圧データ、COBE-SST2、台風トラックデータ）を与えるデータ同化システムを開発し、1850～2015 年の期間で実施した。JRA-55 や 20CR ver. 3 と比較する等の形で検証を進めるとともに、解析に着手した。

④CMIP 実験の実施と気候変動メカニズム解明

- ・気象研究所地球システムモデル MRI-ESM2 を用いて CMIP6 の各種 MIP を実施し、CMIP6 にデータを提出した。歴史実験、シナリオ実験の検証・解析を実施し、放射収支や大気・海洋による南北熱輸送といった基本的なエネルギー収支が大きく改善され、CMIP5 マルチモデル群と比べてもっともよいという結果を論文にまとめた (Yukimoto et al., 2019)。CMIP6 の endorsed MIP として行ったものは、AerChemMIP、CFMIP、C4MIP、DAMIP、FAFMIP、GMMIP、RFMIP、PMIP、CovidMIP 等である。
- ・CFMIP の下で行われている SPOOKIE2（共通のシンプルな雲スキームを用いて AMIP、AMIP+4K の計算をするモデル間比較実験）に実験結果を提出した。SPOOKIE2 の結果として、雲スキームを共通にしても、雲フィードバックのばらつきは小さくならないという結果を得た。
- ・COVID-19 に伴う気候影響評価をおこなう CovidMIP に参加した。MRI-ESM2 を含む世界の 12 モデルによる影響評価の結果、一時的な排出量減少により、東アジアや南アジア域でのエアロゾル量は減少するものの、地上気温や降水量への有意な影響は見られないことが分かった (Jones et al., 2021)。
- ・CMIP6 の歴史実験 (1850-2014 年) におけるエアロゾル濃度変化の再現性をグリーンランドのアイスコアデータにより検証し、解析した。硫酸塩エアロゾルの再現性は高かったが、黒色炭素エアロゾルについては 20 世紀前半にみられる濃度増大を再現できなかった。排出源データとして代わりに CMIP5 で配布されたものを用いたところ、黒色炭素エアロゾルの濃度増大がより適切に表現された。黒色炭素粒子の排出源データにかかわる不確定性、予測の不確実性は大きいと言える。
- ・放射強制力モデル相互比較計画 RFMIP と AerChemMIP の枠組みで、MRI-ESM2 での産業革命前を基準とした現在における人為起源気体とエアロゾルによる有効放射強制力を MRI-ESM2.0 を用いて推定した (Oshima et al., 2020)。
- ・北極評議会・北極圏監視評価プログラム作業部会 (AMAP) の枠組みで、Short-lived Climate Forcers (SLCFs) の北極気候や大気質への影響を評価した。
- ・気象研究所大気大循環モデル (MRI-AGCM3.2) による将来気候アンサンブル予測実験結果を解析し、梅雨降水帯の 6 月は強化・南偏が高い確度で予測される一方、7 月は変化傾向の不確実性が大きいことを示した。モデル感度実験により、7 月は複数の要因が打ち消しあうために変化傾向がばらつきやすいことが分かった (Endo et al., 2021)。
- ・同じく d4PDF を用いて梅雨の将来変化について解析し、夏季降水量は東アジアのほとんどの地域で増えるものの、西日本では 6 月の降水が減ること、これは北西太平洋亜熱帯高気圧が南に偏り、日本の南で水蒸気収束が起こることによる影響であることを示した (Kusunoki et al., 2021)。
- ・MRI-AGCM による大気循環予測実験結果及び CMIP マルチアンサンブルを用いて日本周辺の解析を行い、予測結果の説明と信頼度についての評価し、冬季は暖冬型、夏季は初夏型の気圧配置、春季は北日本にアリューシャン低気圧が残る一方、秋季はアリューシャン低気圧の南下が遅れる季節変化の傾向が見られること等がわかった (Ito et al., 2020)。
- ・MRI-AGCM3.2 の 20/60km モデルと CMIP5 マルチモデル平均について盛夏期日本の将来気候変化を解析した。それらの海面気圧将来変化が、JRA-55 での海面気圧偏差と類似する年を抽出して比較すると、日本域の盛夏降水量偏差には類似性がみられることが分かった。なお将来予測では加えて、水蒸気量の増加に伴う降水量増加が重要な因子となる。
- ・MRI-ESM2 による将来の全球の降水効率を、排出シナリオ別に、それぞれ平均量と極端降水に分けて調べた。平均降水量では低排出シナリオの方が降水効率が高く、各シナリオ別にみると平均降水量よりも極端降水の方が降水効率が高いという結果を得た。
- ・d4PDF における極端な降水現象の地球温暖化に伴う変化について解析し、再現期間や時空間スケールに対する依存性は、上昇流増加に伴う力学的寄与の違いによって生じていることを示した (Mizuta et al., 2020)。
- ・下層雲が SST、亜熱帯高気圧、熱帯降水帯に与える影響を、下層雲を消す実験により、大気海洋結合モデル及び大気モデルを用いて系統的に調べた。大陸西岸の下層雲の雲頂冷却の亜熱帯高気圧への寄与はほとんどないこと (Kawai and Koshiro, 2020)、亜熱帯では下層雲は大陸西岸に局所的に存在するが、SST への局所的な効果はそれほど大きくないこと等がわかった。また MRI-ESM2 では、南大洋の放射バイアスが大きいほど南半球の熱帯降水帯の表現が悪化し

ていくという明瞭な関係が示された (Kawai et al., 2021)。

- ・気候モデルにおける雲の取り扱いにかかわる、その値自体の不確実性も結果に与える影響も大きいパラメーター「雲-降水変換が起こる雲粒有効半径の閾値 R_c 」が全球平均気温上昇の再現性に与える影響を、気象研究所全球大気・海洋結合モデル MRI-CGCM3 を用いて調べた。先行研究を支持する結果を得た上で、 R_c を変えたときの雲粒数密度の変化がもたらす雲放射効果の違いが気温上昇量に効くことを明らかにした (Koshiro et al., 2020)。この一連の過程の不確実性を減らすことが重要であると言える。
- ・d4PDF を用いて熱帯低気圧の地球温暖化に伴う変化について調査し、将来の台風の中緯度での移動速度の低下 (Yamaguchi et al., 2020) や日本域での台風に伴う顕著な降水の増加 (Hatsuzuka et al., 2020) についてその要因や不確実性も含めて明らかにした。
- ・d4PDF を用いて、成層圏突然昇温 (SSW) が熱帯対流圏、特に対流活動に与える影響について調べた。熱帯低気圧を含む熱帯対流活動は SSW 発生時に活発化し成層圏上昇流と同期することがわかった。対流圏中高緯度波活動の熱帯への影響はサンプルサイズが大きい場合には支配的ではないことも示した (Yoshida et al., 2021)。
- ・MRI-ESM2 を用いて、1850 年を基準とした 2014 年における気候変動をもたらす主な駆動要因による有効放射強制力 (ERF) を総合的に推定し、エアロゾルと氷雲の相互作用 (氷晶核) の重要性を示唆した (Oshima et al., 2020)。
- ・MRI-ESM2 を用いて、20 世紀前半 (1920-1940 年) の北極域温暖化について評価・解析し、モデルは地上気温の上昇と海水減少を再現することを示した。DAMIP に基づく解析により、自然強制と内部変動がこの温暖化の主要因であり、これらの大きさは同程度であることが示唆された (Aizawa et al., 2021)。
- ・気象研地球システムモデル産業革命前実験の定常状態に於いて、エルニーニョとアジアモンスーンについて調べた。産業革命後の温暖化がまだ顕著でない 1877-1878 年の大旱魃・大飢饉に類似した場 (+3℃のエルニーニョの影響でモンスーンアジア陸域の降水と純一次生産が 20%減少) が解析され、炭素循環にかかわる気候・環境変動の解明・予測におけるモデルの有用性を確認した。
- ・日本付近における夏期降水の将来予測について、MRI-AGCM3.2 および CMIP5 マルチモデルを用いて解析した。21 世紀末の夏季東アジアの平均降水量変化はマルチモデル平均では増加を示すが、夏季東アジアの現在気候再現性が高いモデルを選択すると月や地域によっては減少する可能性があり、その特徴は 60km MRI-AGCM 予測実験の結果と共通することがわかった (Ose, 2019)。
- ・CMIP5 マルチモデル間の降水量予測の不確実性について大気循環の将来変化による説明を行い、モデルの現在気候再現性や将来の海陸温度コントラストに基づく要因分析等を進めた。その結果、地球温暖化時に生じる鉛直流の抑制は、現在気候における鉛直流 (すなわち降水量) 分布を反映しており、現在気候のアジア太平洋モンスーンの降水量が比較的少ない (多い) モデルは、将来の夏季東アジア南風指数増加 (減少) を予測する傾向を示すことがわかった (Ose et al., 2020)。
- ・CMIP マルチモデルを解析し、将来の降水が過去の降水量の最大値を連続して超え始める時期を調べた。平均降水量では高緯度の方が低緯度より早く出現する傾向があること、強い降水では力学的効果より熱力学的効果の増加に起因することなどを示した (Kusunoki et al., 2020)。
- ・CMIP5 マルチモデルの解析を行って、将来気候変動の不確実性の最も大きな要因の一つである亜熱帯海洋下層雲量の温暖化時における変化を調べた。多くのモデルで温暖化時に下層雲量が減少する傾向が見られるが、下層雲量の指標 (強い正相関を持つ) として知られる推定逆転強度 EIS は増加しており、近年大きな議論となっている。これに対し、Kawai et al. (2017) で新しく提案した指標 ECTEI は、温暖化時に減少しており、下層雲量の減少とそのメカニズムを矛盾なく説明できることがわかった。
- ・インド-西太平洋コンデンサー効果についてメカニズムおよび影響について調べ、レビュー論文の形でまとめた (Kosaka et al., 2020)。
- ・WWRP/WCRP の季節内から季節予測プロジェクトの予測データを解析した。負 AO 相は渦・帯状流フィードバックによりユーラシア・北米の寒冷を引き起こすことを示した (Minami et al., 2020)。
- ・QBO モデル相互比較 (QBOi) データを用いて QBO の中高緯度テレコネクションを調べた (Anstey et al., 2021)。QBO 西風時に成層圏極渦の強化が起きたがシグナルは観測より弱かった。モデル QBO の振幅の小ささがテレコネクションに影響していると示唆された。
- ・CMIP6 データを用いて Brewer-Dobson 循環の再現性と将来変化を評価した (Abalos et al., 2021)。これまでと同様に成層圏中上層での観測とモデル間のトレンドの不一致が見られた。

地球温暖化で循環強化が起きるが下層での変化がロバストである一方、上層の循環はモデル依存性が大きく、予測の不確実性が大きいことが示された。

- 地球システムモデル MRI-ESM2.0 によって正確に再現された、1950 年代以降の北半球平均降水量の数十年ごとの正負の傾向を解析した (Yukimoto et al., 2022)。その結果、半球間熱輸送の変化が北半球大気の大気熱収支に大きな役割を果たしており、熱帯降水帯の南北シフトを通じて北半球降水量の負から正へのトレンド変化の約 6 割を占め、ハドレー循環偏差と強く関連していることが示された。残りの 4 割は、大気冷却の変化に対応し、半球間の差が小さく、主に晴天長波放射に関連していた。これらの結果を CMIP6 マルチモデルの結果でも確かめた。
- 地球温暖化予測において、確かな夏季東アジア海面気圧配置と不確かな気圧配置およびこれらの要因について、第 6 次結合モデル相互評価プロジェクト (CMIP6) の多数モデル実験に対するモデル間経験直交関数 (EOF) 解析をもとに、CMIP5 の場合の結果との共通点に注目して考察した (Ose et al., 2022)。
- CMIP5 および CMIP6 マルチモデル解析を行い、将来気候変動の不確実性の最も大きな要因の一つである亜熱帯海洋下層雲量の温暖化時における変化を調べた。Kawai et al. (2017) で新しく提案した雲頂エントレインメントにもとづく指標 ECTEI は温暖化時に減少しており、ECTEI を用いて下層雲量の減少を矛盾なく説明できるとともに、その不確実性の幅をも狭められることを示した (Koshiro et al., 2022)。
- TSE-C 予備実験結果を用いて、気温・降水量の将来予測の不確実性について定量的評価を行った。
- 気象研究所結合モデル MRI-CGCM3 による最終氷期極大期 (LGM: 2 万 1 千年前頃) と産業革命前比較実験 (PI: 1850 年頃) のシミュレーション結果に、線型傾圧モデルによる固有値解析を適用することで、日本付近の夏の天候に影響を与える (大気の固有振動としての) シルクロードパターンの解析を行った。LGM の偏西風ジェットの変化から、LGM 期に存在した巨大氷床の地形効果の影響であることなどを見出した。
- これまでの気象研究所での気候モデル開発についてまとめた (行本, 2022)。
- データ公開・解析システムの開発に着手し、特にセキュリティについて検討を行った。
- MRI-AGCM3.2 (20km 格子、180km 格子) および CMIP5 マルチモデルによる北西太平洋・東アジア地域の極端降水現象の将来変化を解析し、モデル解像度の違いが台風表現の違いを介して極端降水の将来変化の違いをもたらす可能性を示した (Endo et al., 2022)。
- 国・地方公共団体、事業者、国民、さらには研究者向けの、地球温暖化に対する緩和策・適応策や影響評価の基盤情報として使える報告書として「日本の気候変動 2020」が気象庁と文部科学省の共同で令和 2 年度に刊行されたが、気象研究所の他課題、気象庁等とも連携して貢献した。地球温暖化予測の最新の知見がまとめられており、特に「不確実性・確信度」の情報も記載されている。
- 「気候予測データセット 2022」の全球大気モデルデータ部分について、公開作業を進めるとともに、同解説書の執筆を行い、2022 年 12 月に公表した。

(副課題 3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

①化学トレーサの時空間変動に関する観測研究

- 綾里・与那国島・南鳥島・父島におけるラドン (^{222}Rn) と水素等の微量気体の観測、南鳥島のハロカーボン観測、綾里の酸素濃度連続観測を、気象条件や装置不具合による欠測に対応しながらそれぞれ継続した。父島の CO_2 と CH_4 は、台風被害により令和元年 10 月末から令和 2 年 2 月まで、令和 2 年 4 月 22 日から令和 3 年 2 月まで装置不具合のため欠測が続いたが、それぞれ新たな採取口等の整備と点検時対応により観測を再開した。また、4 観測所で得られているラドンデータの濃度計算方法や品質管理等を再評価し、データセットを新たに整備した。この整備したラドン観測データは WMO/GAW 温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) に登録した。
- 次世代のレーザー分光型大気観測システム開発を見据え、3 成分 (CO_2 、 CH_4 、 CO) レーザー分光分析計の評価試験を行った。気象庁と標準ガス比較実験を年 2 回実施し、これまでの実験結果も踏まえながら、気象庁から要請のある CO_2 標準ガス新校正装置の性能評価や運用について技術支援を行った。また CO_2 の WMO スケール改訂案 (X2019) の評価を実施し、気象庁の長期 CO_2 観測データを最新スケールに更新する作業の支援を行った。
- WCC メタン巡回比較、WMO ラウンドロビンに参加した。
- 気象庁で運用を開始した CH_4 新校正装置の結果を解析し、高精度測定が維持されていることを検証した。また、過去 (1994 年～2000 年) に気象庁が実施した CH_4 標準ガス国際巡回比較実験

の結果をまとめた（松枝ほか，日本気象学会 2019 年度秋季大会）。また較正装置の現仕様・設定で蓄積してきたデータを解析して性能評価を行い（Ishijima et al., GGMT-2019）、今後の較正装置の運用について議論・助言を行った。

- ・南鳥島で令和 2 年に開始された気象庁ハロカーボン観測について、観測装置の製作段階から技術支援を行った。これまで気象研が整備したフラスコ分析用の標準ガスと気象庁が整備する標準ガスの比較実験を行って観測スケールの整合性を確認し、観測スケールの維持手法について検討した。ハロカーボン観測の安定運用について技術支援した。
- ・実大気標準ガス充填設備を導入し、初期的な動作試験を実施した。気象庁の次期更新の仕様検討の中で、実大気ベースの標準ガスの実用化は間に合わなかったが炭素同位体比が大気に近い二酸化炭素標準ガスへの変更を提案した。
- ・レーザー分光型分析計を採用した一酸化二窒素分析計による観測の実用化試験を継続し、大気環境観測所における試験観測を行った。
- ・次世代のローコストセンサーによる温室効果ガスの多点観測ネットワークの可能性を検討するための材料を得るため様々な試験を実施した。

②化学トレーサー観測による炭素収支に関する解析研究

- ・新たに整備したラドンデータセットを用いて、大陸やローカルな発生源の直接的影響を受けた温室効果ガス濃度データの選別を行った。
- ・ラドン、六フッ化水素（SF₆）、仮想的な人工トレーサーを用いて、気象庁二酸化炭素輸送モデル GSAM-TM の低・高解像度での再現実験を行い、南北半球間輸送がやや遅めの傾向を示す等の大規模輸送特性等について M5 課題（化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究）担当者及び気象庁環境・海洋気象課と共有した。
- ・ラドン濃度の時空間変動について、低・高解像度の GSAM-TM を用い、モデル解像度による依存性や、異なる領域から放出されたラドンの 4 観測所での細かな濃度変化への寄与などについて解析した。その結果、洋上サイトでのモデル再現性は良いが速い輸送による細かな濃度変化は高解像度でないと捉えられない場合が多いこと、月別ラドン放出データは日本が過小評価になっている可能性があること、地域放出の影響は限定的で総観規模の高濃度イベントはほぼ中国からの輸送に起因し、それより長いスケールの変動についてはロシア等からの輸送の影響も受けているということが分かった。また、これまで着目されてこなかった海洋等からのラドン放出の可能性を探り、日内・総観規模・月別という異なる時間スケールのラドン変動について解析を行った。これらの成果は JpGU 2019、2019 年度 気象学会秋季大会と AGU Fall Meeting 2019 で発表し、査読付き論文に取りまとめて投稿した。
- ・綾里のデータについては、時折、大船渡のセメント工場からの排出影響を受けた気塊を捉えていることがわかった。産総研が主著で論文をまとめた。与那国で観測された CO₂ と CH₄ の濃度変動で中国の COVID 影響による排出量減が見られることが確認できた。国環研が主著で論文をまとめた。
- ・ERA5 の海洋熱フラックスデータ等を用いて新たに N₂ と Ar のフラックスデータを作成し、GSAM-TM に入力して計算を行った結果、Ar/N₂ 比の大気観測の季節変動の再現性が大きく改善した。この改善した Ar/N₂ 比の季節変動の GSAM-TM シミュレーション結果について、JpGU 2020 ポスターセッション及び AGU Fall Meeting 2020 招待講演にて発表した。
- ・CH₄ 濃度・同位体観測とモデルの解析を行い産業革命以降の全球 CH₄ 排出・消滅源の最適値推定を継続して論文をまとめた。
- ・航空機観測データの解析から 2020 年の米国西部における大規模森林火災による CO₂ 放出とみられる濃度変動シグナルを見出すことができた。
- ・大気中 CH₄ 濃度、CH₄ の安定炭素・水素同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$, δD ）及び近年新たに得られた $\Delta^{14}\text{C}$ の観測データの時空間変動を、数値モデルによって統一的に再現することで、1750 年から 2015 年にかけての全球 CH₄ の各排出源・消滅源の最適な推定値を求めた。得られた成果を第 25 回大気化学討論会 2020 及び JpGU 2021 にて招待講演を行い、さらにイギリスの Imperial College London 及び University of Bristol において招待セミナーを行った。また、大気化学輸送モデルを用いて過去 30 年間のメタンの大気中濃度と放出量の変化を詳細に明らかにした共著論文（Chandra et al., 2021）を気象集誌より出版した。
- ・航空機観測データの解析からユーラシア大陸上空の上部対流圏・下部成層圏における CH₄ 濃度、 $\delta^{13}\text{C}$, δD の時空間変動を明らかにした。得られた成果を気象学会分科会「航空機観測研究集会」にて口頭発表した。

- ・地球システムモデル MRI-ESM2.0 による CMIP6 歴史実験 (esm-hist) における大気二酸化炭素濃度の再現性を WDCGG の地上観測データ及び他機関による解析データセットとの比較評価を行い、日本気象学会 2020 年度秋季大会で発表した。
- ・気象庁二酸化炭素分布の作成に用いられている CO₂ 逆解析システムを気象研究所スパコンシステムに移植し、炭素収支の解析実験装置として整備した。

(副課題 4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

①高解像度観測、高精度分析による、海洋炭素循環、酸性化実態の理解の促進

- ・水中グライダーによる実海域観測を多様な条件の下で実施している。令和元年 4 月から 6 月には房総半島南東の黒潮再循環域で高気圧性中規模渦の断面観測に成功した。この高気圧性渦は中心付近に密度一様で高酸素の水を閉じ込めて移動しており、熱や物質の輸送に寄与していることを実証できた（遠山ほか、日本海洋学会秋季大会、Toyama et al., Ocean Sciences Meeting 2020）。令和 2 年 3 月から 4 月には房総半島沖合の黒潮再循環域において、春季の成層化による生物生産の活発化を捉えることができた。晩冬の時期特有の強風による高波の状況下でも問題なく水中グライダー観測を実施することができた。令和 3 年 7 月から 9 月には本州南方海域において台風通過に伴う海洋表層の物理および生物地球化学場の変化を把握するための観測を実施した。複数の熱帯低気圧や台風通過時の海洋表層の変化を観測し、降水に伴う塩分濃度低下による表層成層の強化や強風による鉛直混合の状況等を把握することができた。また、台風の進路予測に応じて水中グライダーを移動させるのにあたって、強い流れを持つ黒潮を利用することに成功した。令和 4 年 12 月には、本州南方海域において黒潮を横切ること成功し、黒潮を挟んだ、水温・塩分や生物地球化学パラメーターの詳細な水平・鉛直構造を把握することができた。このように、海洋観測船による観測が困難な海域や海況の下における時空間高分解能の海洋観測を実施する手段として水中グライダーの実用可能性を実証することができた。
- ・水中グライダーの測器試験を筑波大学臨海実験センター等で実施し、水中グライダーの運行性能や観測性能などを確認し、より効率的な観測法やデータ処理方法の開発を進めている。その中で、水中グライダーの現在位置における海流の流向に対して航行角度を自由に設定することにより、海流を利用したより効率的・機動的な観測を可能とし、また、特に黒潮などの強流を横切る際等に使用する自己推進装置の新規導入と操作習熟を行った。自己推進装置は想定通りに動作し、黒潮等海水の性質が急激に変化する海域での観測や低気圧の予想進路を想定した機動的観測など、今後の観測に柔軟性を持たせることができることを確認した。
- ・水中グライダーにより測定したデータの誤差評価とその補正法の考案を行った。投入・回収時の観測船で測定した高精度データとの比較から、水中グライダーによる水温・塩分データについては系統的補正が必要と判断されるほどの誤差が見いだされなかった。酸素濃度データについては濃度に依存せず経過時間と共に増加する正のバイアスが存在することが判明したため、バイアスが経過時間と共に一定の率で増加すると仮定してバイアスを除去する補正を行うこととした。
- ・気象庁環境・海洋気象課からの要請で比色法による pH 測定における指示薬の時間変化の影響調査を実施した。未精製・精製済の指示薬により、標準溶液 (CRM) の測定・比較を行い、それぞれの指示薬に対して提案されている補正手法の妥当性を評価した。補正のための測定は、同じ指示薬を使っている限り航海毎に 1 度程度で十分であることを確認した。
- ・アルカリ度に関して、実測値と表面海水中二酸化炭素分圧 (pCO₂) 及び全炭酸濃度 (DIC) の実測値から算出した推算値がよく一致し、十年規模で同様のトレンドを得ることができ、今後クロスチェック等による品質管理に役立つ可能性が示唆された。
- ・令和 4 年 2 月に日本海で表層海水中の全アルカリ度及び溶存酸素の航走連続観測を行った。溶存酸素の航走観測は初の試みであったが、CTD 観測点における採水分析との差は概ね $\pm 1 \mu\text{mol kg}^{-1}$ 以内と高い正確度で溶存酸素を連続的に取得できた。日本海北部の低水温域では表面の溶存酸素が大気に対して不飽和となっており、中深層までの強い鉛直対流を裏付けることができた。
- ・令和 5 年 2 月から 3 月にかけて、日本海における表面海水中の溶存酸素、pH の連続観測を実施した。pH センサーの校正については、概ね 1 日 2 回の採水サンプルの手分析による測定値を利用することで、 ± 0.01 程度の精度が得られるとわかった。
- ・黒潮続流域に投入されたアルゴフロートに搭載した pH センサーによる観測データに対して、投入時に行った各層採水結果との比較による初期校正と、深層のデータを追跡することによる経時ドリフト校正を行った。また、pH センサーの値から深さ 1 m 毎に全炭酸濃度を計算し、当

該海域における生物生産量を見積った。

②データ解析による海洋物質循環の変動機構解明

- ・気象庁の海洋 CO₂ 観測データの解析結果に基づいて、日本南方の亜熱帯域で海洋酸性化が加速していることを定量的に示すことができた。また、黒潮南方や熱帯域では、酸性化速度に顕著な十年変動があることも分かった (Ono et al., 2019)。
- ・「日本の気候変動 2020」の「詳細版第 15 章 海洋酸性化」における将来変化の部分を担当し、CMIP5 地球システムモデルの結果や観測に基づく線形重回帰モデルを活用して、世界及び沖縄周辺、日本南方海域における海洋酸性化、炭酸カルシウム (アラゴナイト) 飽和度の低下に関する定量的評価を行った。人間活動による CO₂ 排出がこのまま続いた場合 (RCP8.5 の濃度シナリオによる CMIP5 参加モデルによる予測に基づく)、日本の南方海域では地球の全海域平均とほぼ同様のペースで酸性化が進行し、2100 年には 21 世紀末と比較してさらに 0.3 の pH 低下が見込まれる。
- ・南西諸島周辺における 1995-2019 年の pCO₂ データを用いて、当該海域における CO₂ 変動を大気中 CO₂ 濃度の増加によるものと、自然変動によるものに分類した。これを RCP2.6 シナリオと RCP8.5 シナリオで予測される大気中 CO₂ 濃度増加と水温上昇に当てはめ、2100 年までの海洋酸性化予測を行った (Kosugi et al., 2023)。
- ・東経 137 度観測線の亜熱帯域における表面海水 DIC の十年規模変動の要因について調べ、同海域の亜表層に分布する亜熱帯モード水の厚さや等密度面の深さの変化傾向と一致することを示した。さらに、3-4 年のラグを適用することで太平洋十年規模振動 (PDO) との有意な相関関係も確認でき、当海域の DIC が時間的・空間的に離れた現象の影響を受けて変動していることが明らかとなった。
- ・気象庁の海洋観測データの解析を基に、北太平洋の亜熱帯域に分布する亜熱帯モード水の物理成分および生物地球化学成分が、黒潮続流の流路安定性の変動に対応して亜熱帯モード水の分布域全体で十年規模変動していることを示した。さらに、これらの変動が、亜熱帯モード水の形成域と考えられている黒潮続流周辺海域の表層における塩分および全炭酸濃度の年々～十年規模変動とよく一致することも確認され、北太平洋亜熱帯モード水の形成域と分布域との物理・生物地球化学的なつながりが明らかとなった。
- ・東経 165 度観測線における表面海水 DIC のトレンドを算出したところ、大気 CO₂ 濃度増加から想定されるトレンドと概ね一致することが確認されたが、相違点として、西部亜寒帯循環域及び北緯 10 度付近で、大気 CO₂ の増加より遅いこと、黒潮続流で高いことが確認された。これらの要因として海洋循環の変化との関係性を考察し、その内容について論文を発表した (Ono et al., 2023)。
- ・気象庁海洋気象観測船による東経 165 線における観測結果や海洋モデル・再解析データを使用して、亜寒帯から赤道域までの人為起源 CO₂ 蓄積量を定量した。概ね北緯 20-30 度付近に位置する亜熱帯循環の内部では人為起源 CO₂ 蓄積量は場所によらずほぼ一定の範囲内にあり、長期的には大気 CO₂ と同程度の速度で増加していることを確認した。太平洋西部赤道域の温度躍層とその下部を対象として、全炭酸濃度の鉛直勾配が大きな水深付近におけるその長期増加速度を評価する方法を考案した。その結果などに基づいて、同海域における海洋 CO₂ 増加・海洋酸性化のトレンドとその海洋循環との関係を考察した論文を発表した (Ishii et al., 2020)。
- ・米国海洋大気庁 Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL) の地球システムモデル ESM2M のラージアンサンブルデータの海洋 CO₂ 吸収予測の解析に協力し、RCP8.5 シナリオにおける今後の海洋表層の CO₂ 分圧の季節変化の増大が、海水への CO₂ 蓄積に伴う表層海水の化学的性質の変化 (バッファファクターの増加) に起因することを明らかにした (Schlunegger et al., 2019)。
- ・筑波大学により伊豆半島下田沖において約 2 年間にわたってサンプリングされた海水に対する全炭酸と全アルカリ度の高精度測定に協力し、希少な本州南岸沿岸での炭酸系の通年観測例に基づく、同海域における炭酸系の季節変動とその要因の解明に貢献した (Wada et al., 2020)。
- ・欧州や米国の研究チームや気象庁海洋気象課 (当時) と協力して、気象庁の海洋気象観測船による現業観測データを多く含む品質管理された海洋内部の海洋 CO₂ 観測データベース “GLODAPv2_2019” を作成し、米国海洋大気庁の National Centers for Environmental Information (NCEI) から公開した (Olsen et al., 2019)。
- ・北西太平洋亜熱帯域の亜表層に形成される酸素極大層内に蓄積される酸素量の季節変化を定量した。さらに、大気海洋間や水平移流、下部からの拡散を考慮してこの酸素極大層内における純一次生産量を見積もることで、亜熱帯域の亜表層でも顕著な生物生産が行われていることを定量的に評価できた (小杉ほか, 2019, 日本海洋学会秋季大会)。
- ・気象研究所地球システムモデル (MRI-ESM2) による CMIP6 の炭素循環相互比較プロジェクトの

実験指針に準拠した実験結果を解析した結果、MRI-ESM2 では海洋による人為起源 CO₂ の吸収量は観測に基づく推測の不確実性に範囲にあるのに対し、陸域生態系による人為起源 CO₂ の吸収が観測に基づく推測より多いことが分かった。前期 (CMIP5) の実験と比較して、海面付近のクロロフィル、栄養塩の分布に改善がみられた。

- ・高解像度北太平洋海洋モデルによる海洋生物地球化学循環の過去再現実験を解析し、並行して実施した低解像度モデル実験との比較から、高解像度モデルにおいては北太平洋亜熱帯循環域における人為起源 CO₂ 蓄積量の分布が改善すること、亜熱帯域における生物生産が中規模渦による栄養塩供給により活発化すること、亜寒帯域における海面 CO₂ フラックスのバイアスが改善すること等が明らかとなった。
- ・熱帯太平洋の海面において、現在エルニーニョ発生時には二酸化炭素放出は減少し、ラニーニャ発生時は増加しているが、CMIP6 の最も高温化する社会経済シナリオ (SSP5-8.5) に基づく予測において、MRI-ESM2 を含む半分の地球システムモデルで現在にみられるエルニーニョ現象と二酸化炭素放出の関係が逆転していた。これらのモデルでは、逆転がおきないモデルと比較して、現在の炭酸イオン濃度が正のバイアスを持つ特徴があるため、将来の相関関係の反転は実際には生じにくいと考えられる (Vaithinada Ayar et al., 2022)。MRI-ESM2 においてもバイアスの改善が必要であることが判明した。
- ・Global Carbon Project の主要事業である Global Carbon Budget 2022 に海洋生物地球化学モデルによる過去再現結果を供出することにより貢献を行った。マルチモデル平均及び観測に基づく過去十年の CO₂ 吸収量見積りに依然乖離がみられた。改良版 MRI-ESM2 の海面 CO₂ 分圧は、不確実性の大きい南大洋を除いては、他の海洋モデルと比較して遜色のない結果を示していた (Friedlingstein et al., 2022)。

(2) 当初計画からの変更点 (研究手法の変更点等)

(副課題 1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・当初計画からの変更はない。

(副課題 2) 地球温暖化予測の不確実性低減

- ・当初「CMIP 実験」としていたテーマを、「CMIP 実験の実施と気候変動メカニズム解明」に拡張して進めた。

(副課題 3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・同位体比観測とモデル解析に基づく全球メタン収支の推定、及び GSAM-TM を用いた CO₂ 逆解析システムを実験装置として用いた炭素収支の推定を開始した。
- ・気象庁の観測体制の見直し及び観測技術の進展や、より成果が見込まれる内容に注力するため、以下のとおり計画を一部変更した。
 - ー与那国や南鳥島の新規観測 (O₂、CO₂ 同位体、N₂O) の取りやめ。
 - ー次世代観測技術の開発に、レーザー分光計以外にローコストセンサーを追加。
 - ー炭素収支解析については、CO₂ だけではなくメタンや酸素も対象にした。
 - ーメタンについては濃度だけではなく同位体比も解析に導入した。

(副課題 4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・当初計画からの変更はない。

(3) 成果の他の研究への波及状況

(全体)

- ・「日本の気候変動 2020」や気候変動監視レポートなど、気象庁による情報発信の内容の改善に貢献している。また、WMO、IPCC、WCRP などの国際的な報告書やプロジェクトの推進に貢献している。
- ・地球システムモデルや気候予測モデルなどの検証や解析を通して、それらの数値モデルの向上に貢献した。
- ・地球温暖化に関する最先端の科学的知見の提供及び啓発活動によって、温暖化対策に対する一般市民の意識向上に役立てるとともに、気候変動の緩和・適応に向けた国内外の政策の立案や実施に貢献している。

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・季節予測可能性の研究は、気候情報課の季節予報業務と密接に結びついており、気象庁が発表する季節予報や、予測可能性の要因の理解を通じて発表予報の精度や解説の的確性の向上に貢献した。また、アジアモンスーンと台風の予測可能性研究は、季節予測システムの解析等を通じて、要因のさらなる理解を深め、新たな情報発信に通じる知見が得られた。
- ・異常気象の研究については、気候情報課の異常気象情報センターの監視・解析班の業務と密接に結びついており、蓄積される知見は、異常気象分析検討会の基礎資料となった。
- ・イベント・アトリビューション（温暖化寄与評価）研究は、将来の異常気象の発生頻度と強度、発生要因を理解する上で重要な情報を提供した。また、地球温暖化の影響を数値化することで、国民が地球温暖化の影響を実感するきっかけとなり、国が打ち出す緩和策に対する理解の促進となった。
- ・気候研究の基盤となる長期再解析データの整備は、長期再解析 JRA-3Q の作成を数値予報課地球システムモデル技術開発室気候データ同化チームと共同で実施した。このデータは、気候情報課で行っている季節予報のハインドキャスト用初期値として使用されており、解析業務の基盤情報となる。長期再解析データは、気象コミュニティにおける気候研究基盤データとして、世界的に広く利用されることが期待される。また、再生可能エネルギーの潜在量の推定など、気象分野外での利活用も期待される。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確定性低減

- ・大気海洋相互作用を表現する温暖化予測システムによる数値実験・データ解析を通じて 100～150 年程度の過去再現、今世紀半ばまで及び今世紀末までの将来予測情報を提供することにより、将来気候への適応や気候緩和を進める研究や政策に貢献している。特に、複雑な海洋構造を持つ海洋に接した日本域・東アジア域の気候について、海洋を含む詳細かつ高精度の気候情報の提供による社会貢献が可能としている。
- ・地球システムモデルによる十年規模変動予測の利活用を通じて季節予測システム等の本庁現業システムの改良のための知見や判断材料を提供する。
- ・CMIP6 実験のデータや CMIP マルチモデル等の解析による、気候変動メカニズムの要因解明を通じて、地球温暖化予測の不確定性低減に向けた国内外の研究開発活動に貢献した。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・本研究で開発した測定技術や品質管理と解析等の手法は、気象庁における現業観測の効率化や高精度化及び温室効果ガス監視情報の充実に貢献している。
- ・観測技術の高度化と科学的知見の集積は世界気象機関/全球大気監視（WMO/GAW）計画に貢献する。データの標準化及び解析手法の開発は、温室効果ガス世界資料センター（WDCGG）が担う広域の温室効果ガス分布監視情報の向上につながる。温室効果ガス測定の基準となる標準ガススケールの維持・管理は気象庁が運営する世界気象機関全球大気監視校正センター（WMO/GAW-WCC）活動を支える技術的基盤となる。また、国内の地球観測連携拠点の活動に貢献している。
- ・アジア地域における温室効果ガスの発生・吸収源に関する観測に基づいた有効な知見を提供し、地球システムモデルの検証・改良に資することで地球温暖化予測の不確実性低減に貢献する。これらの科学的知見は、IPCC 報告書等に反映させ、温室効果ガス排出削減に向けた国際的な地球環境政策に貢献している。
- ・地球温暖化の原因となる温室効果ガスに関する最先端の科学的知見による啓発活動によって、温暖化対策に対する一般市民の意識向上に役立っている。
- ・日本域の温室効果ガス濃度の変動の把握と変動過程の理解は、地球温暖化の将来予測及び排出量削減対策の効果検証の高度化に寄与している。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・水中グライダー観測により、海洋内の物理構造や生物地球化学的分布について、従来の海洋観測では得ることができなかった高い時間・空間解像度でデータを取得できるようになることで、黒潮を横断する微細構造、各種混合過程による変質、中規模渦による輸送過程等、現象に対する理解が深まるとともに、日本沿岸海況監視予測システム等の検証や、さらなる精度向上に向けた資料の提供が可能となった。

- ・水中グライダーによる機動的観測技術の確立や全アルカリ度、溶存酸素等の航走連続観測における測定精度の実証は海洋気象観測技術の改善への貢献に資するものである。
- ・海洋炭酸系の海水分析技術により、自動観測装置の検証や定点連続観測結果の較正等、外部資金や共同研究契約の元で実施されている関連研究・開発活動の推進に貢献している。
- ・CMIP6 や Global Carbon Budget 等への参加を通じて、人為起源 CO₂ の吸収・蓄積や海洋酸性化の実態把握や将来予測に関するマルチモデル分析による理解と不確実性評価に貢献するとともに、世界の研究機関のモデルとの比較により、気象研究所地球システムモデルの海洋生物地球化学過程において改善を要する点が明らかになり、モデル開発へのフィードバックを行うことができた。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・JRA-3Q 長期再解析データの品質・性能評価を行い、長期再解析総合報告論文作成を協力して行った。
- ・異常気象の発生から情報発信までに要する時間を短縮する即時的イベント・アトリビューション手法の開発に取り組み、2022 年と 2023 年の異常気象分析検討会にて報告し、文部科学省と合同でプレスリリースを行った。
- ・IPCC WG1 AR6 関連で国内・国際的に様々なアウトリーチ活動、シンポジウム、気候変動枠組み条約締約国会議 (COP27) に参加し発表した。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確実性低減

- ・M 課題と連携しつつ、特に 高解像度温暖化予測システムにおける気候再現性の向上を進めたほか、地球システムモデルのメカニズム解明を通じて同モデルの改良につながる情報を提供した。
- ・評価委員から、気候変動対策と極端気象に伴う災害などへの影響の調査の推進等の要望を受けたことに対しては、世界ならびに日本とも、昇温量と極端降水強度の変化にはほぼ比例する正の相関があることを示した。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・次世代の観測技術として、観測を広く展開するために世界的にも期待が大きく開発途上にあるローコストセンサーについて試験を着手した。
- ・森林火災などイベント時の観測データを検証するために、大気輸送モデルの高精度化など改善に努めている。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・地球システムモデルの海洋生物地球化学過程の精度向上に向けて、C 課題ではモデル相互比較プロジェクトに積極的に参加して、気象研究所の地球システムモデルの海洋物質循環過程で改善すべき点を明らかにし、M 課題と連携して改善に取り組む等の連携強化を図っている。
- ・水中グライダー観測においては、黒潮を横断するなどの機動性実証観測を実施するなど、今後台風中心付近の航空観測と、直下の水中グライダーによる海洋観測の連携等を視野に入れた観測技術の開発を実施している。

(5) 今後の課題

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・アジアモンスーンと台風の予測可能性評価、異常気象の実態解明と要因に与える大規模場の影響評価、および長期再解析データの品質評価を行い、成果の取りまとめを行う。
- ・2024 年度後半に WCRP 再解析国際会議を気象庁と東大の共催で準備が進めており、実施体制が固まり次第、国内実行委員会に協力する。
- ・イベント・アトリビューションをオペレーショナルに実施するためには計算負荷を軽減することが不可欠であり、統計的手法も取り入れた新しいイベント・アトリビューション手法を開発する。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確実性低減

- ・CMIP マルチモデルを含む地球システムモデルや高解像度気候予測システム等の結果をもとに気候メカニズムの解明を進めるとともに、全球及び地域スケールの気候の再現・予測の不確実性を評価・低減する研究を進める必要がある。

- ・引き続き温暖化予測システム、アンサンブルの将来実験で用いる海水面温度・海水密接度等の強制データの開発・改良を継続し、地球温暖化のメカニズム解明や、近未来の予測情報、不確実性を含むより有益な地球温暖化情報の作成を進める必要がある。

（副課題3）大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・多成分・高分解能データベース、標準ガス調製システム、ハロカーボン測定の実立、清浄大気データの選別手法の実立、温室効果ガス濃度の変動の要因解明と炭素収支評価に関するこれまでの研究に関して、成果の取りまとめを行う。

（副課題4）海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・観測技術の実立を踏まえ、水中グライダーの利活用促進、航走観測技術の海洋気象観測船への実装による日本周辺海域における海洋表層炭酸系データ充実化を推進する。
- ・北西太平洋域における炭酸系パラメーターの季節変動・経年変動の実態、北太平洋域及び全球において海洋炭酸系に生じている長期変化傾向や将来変化に関する知見と、地球システムモデルによる過去再現・将来予測実験結果の比較検討に基づき、地球システムモデルの海洋生物地球化学過程の改善を図る。

自己点検

（1）到達目標に対する達成度

（副課題1）異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・当初の目標通りの成果を挙げつつ、一部目標以上の成果を得ることができた。「総合報告論文を分担して執筆（熱帯低気圧、水蒸気、降水量、高解像度 SST、放射収支、オゾン）、論文として信頼性向上に貢献した。

（副課題2）地球温暖化予測の不確定性低減

- ・タイムスライス温暖化予測システムはおおむね予定通り実施した。十年規模気候変動予測は、初期の実験ミスでやり直しを行ったことなどもあり、解析・課題整理などで若干不十分な点があった。
- ・気候再現実験はおおむね予定通り実施した。
- ・CMIP 実験の実施については、CMIP5/6 以外の各種気候モデルデータを活用した気候変動メカニズム解明を含める形となり、モデル開発へのフィードバックを含めて、当初目標以上に実施することができた。

（副課題3）大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・化学トレーサーの時空間変動に関する観測、化学トレーサー観測による炭素収支に関する解析研究はおおむね予定通り進んでいる。

（副課題4）海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・当初の目標通りの成果を概ね挙げることができた。
- ・水中グライダーの観測データセット作成に関連しては、国際的に統一された報告様式（データフォーマット）が現在検討されている段階であり、これが確定し次第、適用の上データセットを作成することとしている。

（2）到達目標の設定の妥当性

（副課題1）異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・アジアモンスーンと台風の予測可能性評価：概ね妥当
- ・極端気象の実態と予測可能性の研究：概ね妥当
- ・異常気象の予測可能性の研究：概ね妥当
- ・気候研究の基盤情報整備に関する研究：概ね妥当

（副課題2）地球温暖化予測の不確定性低減

- ・タイムスライス温暖化予測システム：概ね妥当
- ・十年規模気候変動予測：概ね妥当
- ・気候再現実験：概ね妥当

- ・ CMIP 実験の実施と気候変動メカニズム解明：概ね妥当

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・ 化学トレーサーの時空間変動に関する観測研究：概ね妥当
- ・ 化学トレーサー観測による炭素収支に関する解析研究：概ね妥当

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・ 水中グライダー観測技術の確立：概ね妥当
- ・ 海洋酸性化観測技術の改善：概ね妥当
- ・ 新しい観測手法からの知見取得：概ね妥当
- ・ 気象庁観測船データを使用した気候変化、十年規模変動の把握：概ね妥当
- ・ 地球システムモデル、海洋モデルの評価：概ね妥当

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・ 異常気象の解析と予測可能性について、C1 副課題では季節予測システムを用いた実験で季節～数年の予測可能性を評価しメカニズム解明研究を行った。そこで得られた知見は他の研究副課題「M4：全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究」における季節予測可能性の研究や季節予測システム開発で考慮すべき点として活用されるなど、連携を密にして研究を効率的に進めた。
- ・ 地球温暖化や十年規模変動について、C1 副課題では個別の異常気象について解析研究を行うことで、他の副研究課題「C2：地球温暖化予測の不確定性低減」、A1 副課題「地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究」で行われている不確定性低減やモデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価に貢献しており、連携を密にして研究を効率的に進めた。
- ・ 異常気象のメカニズム解明では、他の研究副課題「M1：気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究」で行われた大規模数値実験を他機関の結果と相互比較することでモデルの性能評価を行い、得られた知見は地球システムモデル開発で考慮すべき点として活用されるなど、連携を密にして、研究を効率的に進めた。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確定性低減

- ・ 階層的な地球システムモデルの開発は M1 副課題「気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究」を中心とする M 課題「地球システム・海洋モデリングに関する研究」等で行われており、それらと連携を密にして研究を効率的に行った。
- ・ C1 副課題「異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価」で行われている個別事象の解析研究を、地球温暖化の不確実性・不確定性低減に活かすことで、研究を効率的に進めた。
- ・ C3 副課題「大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明」ならびに C4 副課題「海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明」で行われている観測をベースにした調査結果を、地球温暖化のメカニズム解明にかかわる基礎情報として活かすことで、研究を効率的に進めた。
- ・ C2 では日本を含むアジア域での気候メカニズムの解明に力を入れているが、日本域を中心とした領域を高解像度で研究する A1 副課題「地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究」と連携を密にすることで研究を効率的に行った。
- ・ 外部研究「統合的気候変動予測」（文部科学省統合的気候モデル高度化研究プログラム）で行われる、地球シミュレータ等で実施された大規模実験結果等をメカニズム解明に活用することで研究を効率的に行った。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・ 化学トレーサーの時空間変動に関する観測は、気象庁環境・海洋気象課の温室効果ガス観測班と密に連携して進めることによって、効率的に研究を進めている。また、外部研究課題（文部科学省補助事業（ARCS、ARCS-II）及び地球環境保全等試験研究費、環境研究総合推進費、科学研究費助成事業）と連携しつつ研究を効率的に進めている。
- ・ 化学トレーサー観測による炭素収支に関する解析研究は、気象庁数値予報課地球システムモデル技術開発室及び他の研究副課題「M5：化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究」と密に連携して進めることによって、効率的に研究を進めている。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・水中グライダー観測にあたっては、他の研究副課題「M3：次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化に関する研究」と協力して現場の水温・塩分や流れなど最新の海況データを元に水中グライダーの移動方向の決定等を行った。台風直下の海洋観測にあたっては、他の研究副課題「T1：台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究」と協力して、台風の発生状況や移動方向について助言を得るなど、他課題と連携しつつ研究を効率的に進めた。
- ・地球システムモデル及び海洋モデルを用いた解析にあたっては、他の研究副課題「M1：気象・気候予測のための地球システムモデリングに関する研究」及び「M2：マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究」から解析プログラムの共有やモデル出力データの解釈などについて適宜助言を受けるなど、他課題と連携しつつ研究を効率的に進めた。
- ・水中グライダー観測は、気象庁の海洋気象観測船のほか、共同研究先である筑波大学下田臨海実験センターの施設活用及び支援を得ながら実施した。
- ・観測に基づくデータの収集にあたっては、気象庁環境・海洋気象課と共有を図りつつ進めた。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義**(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価**

- ・季節予測システム（JMA/MRI-CPS2、JMA/MRI-CPS3）を用いた予測可能性の研究は、M4副課題（全球数値予報モデル、季節予測システムに関する研究）と協力して進めた。梅雨の予測可能性に関する研究成果は異常天候に関する気象庁の情報発信に寄与した。これらの研究成果は、今後の季節予測システム開発において、性能評価の着眼点としてフィードバックを与えた。
- ・気象庁による長期再解析（JRA-3Q）のストリーム A、B の本計算について、各種衛星データや他気象機関作成再解析プロダクトを用いた品質評価及び循環場全般の表現性能評価を行い、再解析国際会議など報告と発表を行うとともに、総合報告論文を分担して執筆した。
- ・地球温暖化と個別の異常気象の因果関係を評価するイベント・アトリビューションの研究を行い、社会的に影響の大きかった梅雨期の豪雨や夏の猛暑の異常気象についてその研究成果を報道発表し、アウトリーチ活動を行った。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確定性低減

- ・気象庁気候変動対策推進室のとりまとめのもと、所内関係課題とも連携して協力して作成した『日本の気候変動 2020』（文部科学省・気象庁、2020）は、進行しつつある地球温暖化への適応策・緩和策にかかわる研究やそれらの政策策定に直接的に貢献する材料として用いられていくことが大いに期待される。
- ・文科省のとりまとめのもと、他機関も含めて作成した『気候予測データセット 2022』も同様に、進行しつつある地球温暖化に関わる基礎情報として、適応策・緩和策にかかわる研究や政策策定に貢献する材料として用いられていくことが大いに期待される。
- ・気象庁環境・海洋気象課による最新の表層水温解析に貢献している。このほか、これまであまり提供されてこなかった地球温暖化にかかわる海洋の情報作成も、M2副課題（全球数値予報モデル、海洋モデリングに関する研究）や C4副課題と連携しながら進めた。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・本研究で開発した代替フロンを含むハロカーボン等の測定技術や品質管理と解析等の手法は、気象庁における現業観測の効率化や高精度化及び温室効果ガス監視情報の充実に貢献する。
- ・観測された大気成分データを WDCGG に登録することにより、地球環境監視・予測評価研究に活用が期待される。
- ・温室効果ガスの収支を観測データと数値モデルを用いた解析に基づいて高精度で監視・評価することにより、国や自治体による温暖化政策の立案に貢献することができる。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・CMIP5 の結果等に基づいて海洋酸性度の将来変化を評価し「日本の気候変動 2020」に掲載した。
- ・本課題の成果として発表した論文のうち数篇が IPCC 第6次評価報告書の科学的根拠として引用された。政策立案者向け要約で人間の影響が気候変動の要因となっていることに疑いの余地

がない、とされたことの根拠として貢献している。

(5) 総合評価

(副課題1) 異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価

- ・研究はほぼ当初計画のとおり実施され、全体として概ね順調である。
- ・研究成果は、気象庁における現業季節予報システムの開発や予報作成、異常気象の解説業務及びこれに必要な基盤データの利用や開発に活かされており、現業季節予報の予測精度向上に寄与し異常天候の災害軽減に役立つことから、本研究を進める意義は大変大きい。
- ・また、研究成果の多くは査読論文にまとめられており、学術的な意義も高い。

(副課題2) 地球温暖化予測の不確定性低減

- ・研究はほぼ当初計画のとおり実施され、全体として概ね順調であった。
- ・研究成果は気象庁の地球温暖化予測業務等に活かされているうえ、引き続き進行中で、その緩和への動きが強く求められつつある地球温暖化の予測をはかる本研究を進める意義は大きい。引き続きこうした研究を進めるべきである。
- ・研究成果は査読論文にまとめられ学術的意義も高いこと、得られる知見は今後の地球システムモデルの改良に引き続き活かされる予定であること、ここで開発されたシステムをもとにしたデータセットが地球温暖化の緩和策、適応策に今後も広く活かされていくと期待されること等からも、引き続きこうした研究を推進していくべきと考える。

(副課題3) 大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明

- ・研究はほぼ当初計画のとおり実施され、全体として概ね順調である。
- ・研究成果は、気象庁の環境気象に関する現業観測及び二酸化炭素分布情報の開発等に活かされており、気候変動及び大気環境の監視に寄与することから、本研究を進める意義は大変大きい。また整備された観測データから大気微量成分の変動を解析した結果は査読論文として投稿されている。

(副課題4) 海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明

- ・研究はほぼ当初計画のとおり実施され、全体として順調に推移した。
- ・水中グライダーの観測技術はほぼ確立された。今後は、台風直下への自律的移動を伴った観測や、特定海域における連続した1年間の観測を数か月間、数回に分けて実施することによる詳細な季節変動要因の把握などを実践して、従来の観測手段では困難なため、取得さえ計画されていなかったデータを取得し、モデル改良などの推進に活用することが可能となった。
- ・気象庁海洋気象観測船による長期の海洋生物地球化学系観測データの解析を進め、海洋酸性化の長期変動等の実態を浮かび上がらせ、IPCCの報告書等に反映させることができた。
- ・地球システムモデルの海洋生物地球化学場の再現性検証を実施して、今後観測データと数値モデルデータを融合した海洋酸性化などの実態把握と今後の見通しに関する情報の高度化へ向けた道筋を作ることができた。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：201件

1. DeVries, T., Yamamoto, K., Wanninkhof, R., Gruber, N., Hauck, J., Müller, J. D., Iida, Y., Tsujino, H., et al. (2023). Magnitude, trends, and variability of the global ocean carbon sink from 1985–2018. *Global Biogeochemical Cycles*, 37, e2023GB007780.
2. Rodgers, K. B., Schwinger, J., Fassbender, A. J., Landschützer, P., Yamaguchi, R., Frenzel, H., Ishii, M., Toyama, K., et al. (2023). Seasonal variability of the surface ocean carbon cycle: A synthesis. *Global Biogeochemical Cycles*, 37, e2023GB007798.
3. Müller, J. D., Gruber, N., Carter, B., Feely, R., Ishii, M., Lange, N., et al. (2023). Decadal trends in the oceanic storage of anthropogenic carbon from 1994 to 2014. *AGU Advances*, 4, e2023AV000875.

4. Naohiro Kosugi, Hisashi Ono, Katsuya Toyama, Hiroyuki Tsujino, Masao Ishii, 2023: An empirical projection of ocean acidification in southwestern Japan over the 21st century. *Marine Chemistry*, 255, 104290. (in press)
5. Endo, H., 2023: Long-term precipitation changes in the Baiu and Akisame seasons in Japan over the past 120 years (1901–2020). *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101, 309–322.
6. Xue, Y., et al., 2023: Remote effects of Tibetan Plateau spring land temperature on global subseasonal to seasonal precipitation prediction and comparison with effects of sea surface temperature: the GEWEX/LS4P Phase I experiment. *Climate Dynamics*.
7. Schreck, C.J., et al., 2023: Advances in Tropical Cyclone Prediction on Subseasonal Time Scales during 2019–2022. *Tropical Cyclone Research and Review*.
8. Takaya, Y., K. K. Komatsu, H. Hino, and F. Vitart, 2023: Information-based Probabilistic Verification Scores for Two-dimensional Ensemble Forecast Data: A Madden-Julian Oscillation Index Example. *Monthly Weather Review*.
9. Law, K. S., J. Liengard Hjorth, J. B. Pernov, C. H. Whaley, H. Skov, M. Collaud Coen, J. Langner, S. R. Arnold, D. Tarasick, J. Christensen, M. Deushi, P. Effertz, G. Faluvegi, M. Gauss, U. Im, N. Oshima, et al., 2023: Arctic Tropospheric Ozone Trends. *Geophysical Research Letters*, 50. (in press)
10. Takaya, Y., K. K. Komatsu, N. G. Ganeshi, T. Tokyoda, and H. Hasumi, 2023: A sub-monthly timescale causality between snow cover and surface air temperature in the Northern Hemisphere inferred by Liang-Kleeman information flow analysis. *Climate Dynamics*. (submitted)
11. Planchat, A., L. Kwiatkowski, L. Bopp, O. Torres, H. Tsujino, et al., 2023: The representation of alkalinity and the carbonate pump from CMIP5 to CMIP6 Earth system models and implications for the carbon cycle. *Biogeosciences*, 20, 1195–1257.
12. Terao, T. et al., 2023: AsiaPEX: Challenges and prospects in Asian precipitation research. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 104, E884–E908.
13. Takaya, Y., H.-L. Ren, F. Vitart, A. W. Robertson, 2023: Current status and progress in the seasonal prediction of the Asian summer monsoon. *MAUSAM*, 74, 455–466.
14. Jiang, L.-Q., J. Dunne, B. R. Carter, H. Tsujino, et al., 2023: Global Surface Ocean Acidification Indicators From 1750 to 2100. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 15, e2022MS003563.
15. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2023: A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature over the autumnal Eurasian continent. *Journal of Climate*.
16. Takaya, Y., L.-P. Caron et al., 2023: Recent advances in seasonal and multi-annual tropical cyclone forecasting. *Tropical Cyclone Research and Review*. (submitted)
17. Ganeshi, G. N., M. Mujumdar, Y. Takaya, M. M. Goswami, B. B. Singh, R. Krishnan, and T. Terao, 2023: Soil moisture revamps the temperature extremes in a warming climate over India. *npj Climate and Atmospheric Science*.
18. Tohjima, Y., Y. Niwa, P. Patra, H. Mukai, T. Machida, M. Sasakawa, K. Tsuboi, K. Saito, A. Ito, 2023: Near-real-time estimation of fossil fuel CO₂ emissions from China based on atmospheric observations at Hateruma and Yonaguni Islands, Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*. (in press)
19. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2023: A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature on the autumnal Eurasian continent. *Journal of Climate*. (submitted)

20. Ono, H., K. Toyama, K. Enyo, Y. Iida, D. Sasano, S. Nakaoka, and M. Ishii, 2023: Meridional Variability in Multi-decadal Trends of Dissolved Inorganic Carbon in Surface Seawater of the Western North Pacific along the 165° E Line. *Journal of Geophysical Research Oceans*. (in press)
21. Whaley, C. H., Law, K. S., Hjorth, J. L., Skov, H., Arnold, S. R., Langner, J., Pernov, J. B., Bergeron, G., Bourgeois, I., Christensen, J. H., Chien, R.-Y., Deushi, M., Oshima, N. et al., 2023: Arctic tropospheric ozone: assessment of current knowledge and model performance. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 23, 637–661.
22. Takano, Y., et al., 2023: Simulations of Ocean Deoxygenation in the Historical Era: Insights from Forced and Coupled Models. *Frontiers in Marine Science*. (submitted)
23. Terao, T., et al., 2022: AsiaPEX: Challenges and Prospects in Asian Precipitation Research. *Bulletin of the American Meteorological Society*. (in press)
24. Mukougawa, H., S. Noguchi, Y. Kuroda, and R. Mizuta, 2022: On the Existence of the Predictability Barrier in the Wintertime Stratospheric Polar Vortex: Intercomparison of Two Stratospheric Sudden Warmings in 2009 and 2010 Winters. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 965–978.
25. Gregory, J. M., J. S. Bloch-Johnson, M. P. Couldrey, E. Exarchou, S. M. Griffies, T. Kuhlbrodt, E. Newsom, O. A. Saenko, T. Suzuki, Q. Wu, S. Urakawa, and L. Zanna, 2022: A new conceptual model of global ocean heat uptake. *Climate Dynamics*. (submitted)
26. Friedlingstein, P., M. O'Sullivan, M. W. Jones, H. Tsujino, et al., 2022: Global Carbon Budget 2022. *Earth System Science Data*, 14, 4811–4900.
27. von Salzen, K., Whaley, C. H., Anenberg, S. C., Dingenen, R. V., Klimont, Z., Flanner, M. G., Mahmood, R., Arnold, S. R., Beagley, S., Chien, R.-Y., Christensen, J., Eckhardt, S., Ekman, A. M. L., Oshima, N. et al., 2022: Clean air policies are key for successfully mitigating Arctic warming. *Communications Earth & Environment*, 3, 222.
28. Kuroda, Y. and H. Mukougawa, 2022: On the origin of the solar cycle modulation of the winter North Atlantic Oscillation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD036859. (in press)
29. Iizuka, Y., Uemura, R., Matsui, H., Oshima, N., Kawakami, K., Hattori, S., Ohno, H., and Matoba, S., 2022: High Flux of Small Sulfate Aerosols During the 1970s Reconstructed From the SE-Dome Ice Core in Greenland. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD036880.
30. Takemura, K., Y. Nakae, Y. Fujihara, H. Sato, H. Sato, A. Goto, and H. Naoe, 2022: Contribution of anomalous circulation to the early onset of Baiu in western Japan in 2021. *SOLA*, 18S, 21–26.
31. Andrews, T., A. Bodas-Salcedo, J. M. Gregory, Y. Dong, K. C. Armour, D. Paynter, P. Lin, A. Modak, T. Mauritsen, J. N. S. Cole, B. Medeiros, J. J. Benedict, H. Douville, R. Roehrig, T. Koshiro, H. Kawai, T. Ogura, J.-L. Dufresne, R. P. Allan, and C. Liu, 2022: On the effect of historical SST patterns on radiative feedback. *Geophysical Research Letters*, 127, e2022JD036675.
32. Xue, Y., I. Diallo, A. A. Boone, T. Yao, Y. Zhang, et al., 2022: Spring Land Temperature in Tibetan Plateau and Global-Scale Summer Precipitation - Initialization and Improved Prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
33. Ushijima, Y., H. Tsujino, K. Sakamoto, M. Ishii, T. Koshiro, N. Oshima, 2022: Effects of Anthropogenic Forcings on Multidecadal Variability of the Sea Level Around the Japanese Coast Simulated by MRI-ESM2.0 for CMIP6. *Geophysical Research Letters*, 49, e2022GL099987.

34. Yukimoto, S., N. Oshima, H. Kawai, M. Deushi, and T. Aizawa, 2022: Role of Interhemispheric Heat Transport and Global Atmospheric Cooling in Multidecadal Trends of Northern Hemisphere Precipitation. *Geophysical Research Letters*, 49.
35. Morgenstern, O., D. E. Kinnison, M. Mills, M. Michou, L. W. Horowitz, P. Lin, M. Deushi, K. Yoshida, F. M. O' Connor, Y. Tang, N. L. Abraham, J. Keeble, F. Dennison, E. Rozanov, T. Egorova, T. Sukhodolov, G. Zeng, 2022: Comparison of Arctic and Antarctic stratospheric climates in chemistry versus no-chemistry climate models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD037123.
36. Brown, F., G. A. Folberth, S. Sitch, S. Bauer, M. Bauters, P. Boeckx, A. W. Cheesman, M. Deushi, I. D. Santos, C. Galy-Lacaux, J. Haywood, J. Keeble, L. M. Mercado, F. M. O' Connor, N. Oshima et al., 2022: The ozone-climate penalty over South America and Africa by 2100. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 12331-12352.
37. Yosuke Niwa, Kentaro Ishijima, Akihiko Ito, Yosuke Iida, 2022: Toward a long-term atmospheric CO₂ inversion for elucidating natural carbon fluxes: technical notes of NISMON-CO₂ v2021.1. *Progress in Earth and Planetary Science*, 9, 42.
38. Maki, T., T. Y. Tanaka, T. Koshiro, A. Shimizu, T. T. Sekiyama, M. Kajino, Y. Kurosaki, T. Okuro, and N. Oshima, 2022: Changes in Dust Emissions in the Gobi Desert due to Global Warming Using MRI-ESM2. *O. SOLA*, 18, 218-224.
39. Zeng G., O. Morgenstern, J.H.T. Williams, F.M. O' Connor, P.T. Griffiths, J. Keeble, M. Deushi, L.W. Horowitz, V. Naik, L.K. Emmons, N.L. Abraham, A.T. Archibald, S.E. Bauer, B. Hassler, M. Michou, M.J. Mills, L.T. Murray, N. Oshima, L.T. Sentman et al., 2022: Attribution of stratospheric and tropospheric ozone changes between 1850 and 2014 in CMIP6 models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2022JD036452.
40. Tomoaki OSE, Hirokazu ENDO, Yuhei TAKAYA, Shuhei MAEDA and Toshiyuki NAKAEGAWA, 2022: Robust and Uncertain Pressure Patterns over Summertime East Asia in CMIP6 Multi-Model Future Projections. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 631-645
41. Matsui, H., Mori, T., Ohata, S., Moteki, N., Oshima, N., Goto-Azuma, K., Koike, M., and Kondo, Y, 2022: Contrasting source contributions of Arctic black carbon to atmospheric concentrations, deposition flux, and atmospheric and snow radiative effects. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 8989-9009.
42. Vaittinada Ayar, B., L. Bopp, J. R. Christian, T. Ilyina, J. P. Krasting, R. Seferian, H. Tsujino, M. Watanabe, A. Yool, J. Tjiputra, 2022: Contrasting projections of the ENSO-driven CO₂ flux variability in the equatorial Pacific under high-warming scenario. *Earth System Dynamics*, 13, 1097-1118.
43. Zhangxian Ouyang, Andrew Collins, Yun Li, Di Qi, Kevin R. Arrigo, Yanpei Zhuang, Shigeto Nishino, Matthew P. Humphreys, Naohiro Kosugi, Akihiko Murata, David L. Kirchman, Liqi Chen, Jianfang Chen, Wei-Jun Cai, 2022: Seasonal water mass evolution and non-Redfield dynamics enhance CO₂ uptake in the Chukchi Sea. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 127, e2021JC018326. (in press)
44. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, 2022: Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of America*, 119, e2200635119.
45. Mizuta, R., M. Nosaka, T. Nakaegawa, H. Endo, S. Kusunoki, A. Murata, and I. Takayabu, 2022: Extreme precipitation in 150-year continuous simulations by 20-km and 60-km atmospheric general circulation models with dynamical downscaling over Japan by a 20-km regional climate model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 523-532.

46. Konsta, D., J.-L. Dufresne, H. Chepfer, J. Vial, T. Koshiro, H. Kawai, A. Bodas-Salcedo, R. Roehrig, M. Watanabe, and T. Ogura, 2022: Low-level marine tropical clouds in six CMIP6 models are too few, too bright but also too compact and too homogeneous. *Geophysical Research Letters*, 49, e2021GL097593.
47. Kushi Kudo, Sakae Toyoda, Keita Yamada, NaohiroYoshida. Daisuke Sasano. Naohiro Kosugi. Akihiko Murata, Hiroshi Uchida, Shigeto Nishino, 2022: Source analysis of dissolved methane in Chukchi Sea and Bering Strait during summer-autumn of 2012 and 2013. *Marine Chemistry*, 243, 104119.
48. Hassan, T., R. J. Allen, W. Liu, S. Shim, T. van Noije, P. Le Sager, N. Oshima, M. Deushi, C. A. Randles and F. M. O' Connor, 2022: Air quality improvements are projected to weaken the Atlantic Meridional Overturning Circulation through radiative forcing effects. *Communications Earth & Environment*, 3, 149.
49. Adachi, K., N. Oshima, N. Takegawa, N. Moteki, M. Koike, 2022: Meteoritic materials within sulfate aerosol particles in the troposphere are detected with transmission electron microscopy. *Communications Earth & Environment*, 3, 134.
50. Whaley, C. H., Mahmood, R., von Salzen, K., Winter, B., Eckhardt, S., Arnold, S., Beagley, S., Becagli, S., Chien, R.-Y., Christensen, J., Damani, S. M., Dong, X., Eleftheriadis, K., Evangeliou, N., Faluvegi, G., Flanner, M., (略), Oshima, N., et al., 2022: Model evaluation of short-lived climate forcers for the Arctic Monitoring and Assessment Programme: a multi-species. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 5775-5828.
51. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2022: Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-Model Seasonal Prediction. *Geophysical Research Letters*.
52. Shimura, T., W. J. Pringle, N. Mori, T. Miyashita, and K. Yoshida, 2022: Seamless Projections of Global Storm Surge and Ocean Waves Under a Warming Climate. *Geophysical Research Letters*, 49.
53. Bowman, H., Turnock, S., Bauer, S. E., Tsigaridis, K., Deushi, M., Oshima, N., O' Connor, F. M., Horowitz, L., Wu, T., Zhang, J., and Parrish, D. D., 2022: Changes in anthropogenic precursor emissions drive shifts in the ozone seasonal cycle throughout the northern midlatitude troposphere. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 3507-3524.
54. Kuroda, Y., M. Toryu, and H. Naoe, 2022: Influence of stratospheric variability on the winter-mean polar tropospheric climate. *SOLA*, 18, 47-52.
55. Endo, H., A. Kitoh, and R. Mizuta, 2022: Future changes in extreme precipitation and their association with tropical cyclone activity over the western North Pacific and East Asia in 20 km AGCM simulations. *SOLA*, 18, 58-64.
56. Shibata, K., and H. Naoe, 2022: Decadal amplitude modulations of the stratospheric quasi-biennial oscillation. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 29-44.
57. Shimura, T., N. Mori, D. Urano, T. Takemi, and R. Mizuta, 2022: Tropical cyclone characteristics represented by the ocean wave coupled atmospheric global climate model incorporating wave-dependent momentum flux. *Journal of Climate*, 35, 499-515.
58. Aizawa, T., N. Oshima, and S. Yukimoto, 2022: Contributions of anthropogenic aerosol forcing and multidecadal internal variability to mid-20th century Arctic cooling-CMIP6/DAMIP multimodel analysis. *Geophysical Research Letters*, 49.
59. Takemura, K., H. Mukougawa, Y. Takaya, and S. Maeda, 2022: Seasonal Predictability of Summertime Asian Jet Deceleration near Japan in JMA/MRI-CPS2. *SOLA*.
60. Adachi, K, J.E. Dibb, E. Scheuer, J.M. Katich, J.P. Schwarz, A.E. Perring, B. Mediavilla, H. Guo, P. Campuzano-Jost, J.L. Jimenez, J. Crawford, A. J. Soja, N. Oshima, M. Kajino, T. Kinase, L. Kleinman, A.J. Sedlacek, R.J. Yokelson, P.R.

- Buseck, 2022: Fine Ash-Bearing Particles as a Major Aerosol Component in Biomass Burning Smoke. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2021JD035657.
61. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, 2022: Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-model Seasonal Predictions. *Geophysical Research Letters*. (in press)
 62. Takahashi, C., Y. Imada, and M. Watanabe, 2022: Influence of the MJO on Wintertime Extreme Snowfall and Precipitation in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)
 63. Hermanson, L., et al., 2022: WMO Global Annual to Decadal Climate Update: A prediction for 2021–2025. *Bulletin of the American Meteorological Society*. (in press)
 64. Zanis, P., D. Akritidis, S. Turnock, V. Naik, S. Szopa, A. K. Georgoulas, S. E. Bauer, M. Deushi, L. W. Horowitz, J. Keeble, P. Le Sager, F. M. O'Connor, N. Oshima, K. Tsigaridis, T. van Noije, 2022: Climate change penalty and benefit on near surface ozone: A global perspective based on CMIP6 Earth System Models. *Environmental Research Letters*, 17, 024014.
 65. Alifu, H., Y. Hirabayashi, Y. Imada, and H. Shiogama, 2022: Enhancement of river flooding due to global warming. *Scientific Reports*, 12, 20687.
 66. Ito, R., H. Kawase, and Y. Imada, 2022: Regional differences in summertime extremely high temperature in Japan due to global warming. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 61, 1573–1587.
 67. Kawase H., S. Watanabe, and Y. Imada, 2022: Impacts of historical atmospheric and oceanic warming on heavy snowfall in December 2020 in Japan. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*. (submitted)
 68. Kawase, H., M. Nosaka, S. I. Watanabe, K. Yamamoto, T. Shimura, H. Okachi, T. Hoshino, R. Ito, S. Sugimoto, C. Suzuki, Y. Naka, Y.-H. Wu, S. Fukui, Y. Ishikawa, E. Nakakita, N. Mori, T. Takemi, T. Nakaegawa, A. Murata, T. J. Yamada, and I. Takayabu, 2022: Identifying robust changes of extreme precipitation in Japan from large ensemble 5-km-grid regional experiments for 4K warming scenario. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*. (submitted)
 69. Kamae, Y., Y. Imada, H. Kawase, and W. Mei, 2021: Atmospheric rivers bring more frequent and intense extreme rainfall events over East Asia under global warming. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL096030.
 70. Imada, Y. and H. Kawase, 2021: Potential Seasonal Predictability of the Risk of Local Rainfall Extremes Estimated Using High-Resolution Large Ensemble Simulations. *Geophysical Research Letters*, 48, e2021GL096236.
 71. Kuroda, Y., K. Kodera, K. Yoshida, S. Yukimoto, and L. Gray, 2021: Influence of the solar cycle on the North Atlantic Oscillation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127.
 72. Ueda, H., M. Kuramochi, K. Takaya, Y. Takaya, S. Asano, and S. Maeda, 2021: Genesis of Upper-Tropospheric Anticyclones over the Asian-Western Pacific Sector from Tropical-extratropical Interaction Perspective. *Journal of Climate*. (in press)
 73. Chiaki KOBAYASHI, Shuhei MAEDA, Yuki KANNO, Toshiki IWASAKI, 2021: Extremely weak cold-air mass flux and extratropical direct meridional circulation linked to the record-warm winter 2019/2020 over East Asia. *SOLA*. (in press)
 74. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2021: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the double-intertropical convergence zone problem in MRI-ESM2. *Atmospheric Science Letters*, 22, e1064.
 75. Ohata, S., Koike, M., Yoshida, A., Moteki, N., Adachi, K., Oshima, N., Matsui, H., Eppers, O., Bozem, H., Zanatta, M., and Herber, A. B., 2021: Arctic black carbon during PAMARCMiP 2018 and previous aircraft experiments in spring. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 15861–15881.

76. Ohata, S., Mori, T., Kondo, Y., Sharma, S., Hyvärinen, A., Andrews, E., Tunved, P., Asmi, E., Backman, J., Servomaa, H., Veber, D., Eleftheriadis, K., Vratolis, S., Krejci, R., Zieger, P., Koike, M., Kanaya, Y., Yoshida, A., Moteki, N., Zhao, Y., et al., 2021: Estimates of mass absorption cross sections of black carbon for filter-based absorption photometers in the Arctic. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14, 6723–6748.
77. Kentaro ISHIJIMA, Kazuhiro TSUBOI, Hidekazu MATSUEDA, Yasumichi TANAKA, Takashi MAKI, Takashi NAKAMURA, Yosuke NIWA, Shigekazu HIRAO, 2021: Understanding Temporal Variations of Atmospheric Radon-222 around Japan using Model Simulations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*.
78. Abalos, M., Calvo, N., Benito-Barca, S., Garny, H., Hardiman, S. C., Lin, P., Andrews, M. B., Butchart, N., Garcia, R., Orbe, C., Saint-Martin, D., Watanabe, S., and Yoshida, K., 2021: The Brewer–Dobson circulation in CMIP6. *Atmospheric Chemistry and Physics*. (in press)
79. Kajino, M., M. Deushi, T. T. Sekiyama, N. Oshima, K. Yumimoto, T. Y. Tanaka, J. Ching, A. Hashimoto, T. Yamamoto, M. Ikegami, A. Kamada, M. Miyashita, Y. Inomata, S. Shima, P. Khatrri, A. Shimizu, H. Irie, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Mak, 2021: Comparison of three aerosol representations of NHM-Chem (v1.0) for the simulations of air quality and climate-relevant variables. *Geoscientific Model Development*, 14, 2235–2264.
80. Kusano, K., K. Yoshida, et al., 2021: PSTEP: project for solar-terrestrial environment prediction. *Earth, Planets and Space*, 73:159.
81. Kuramochi, M., H. Ueda, C. Kobayashi, Y. Kamae, K. Takaya, 2021: Anomalous warm winter 2019/2020 over East Asia associated with trans-basin Indo-Pacific connections. *SOLA*. (in press)
82. Yoshida, K. and R. Mizuta, 2021: Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?. *Geophysical Research Letters*, 48.
83. Hirabayashi, Y., H. Alifu, D. Yamazaki, Y. Imada, H. Shiogama, and Y. Kimura, 2021: Anthropogenic climate change has changed frequency of past flood during 2010–2013. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8, 36.
84. Xue, Y. et al., 2021: Impact of Initialized Land Surface Temperature and Snowpack on Subseasonal to Seasonal Prediction Project, Phase I (LS4P-I): Organization and Experimental design. *Geoscientific Model Development*. (in press)
85. Parrish, D. D., Derwent, R. G., Turnock, S. T., O’ Connor, F. M., Staehelin, J., Bauer, S. E., Deushi, M., Oshima, N., Tsigaridis, K., Wu, T., and Zhang, J., 2021: Investigations on the Anthropogenic Reversal of the Natural Ozone Gradient between Northern and Southern Mid-latitudes. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 9669–9679.
86. Lim, E.P., H. H. Hendon, A.H. Butler, D. W. J. Thompson, A. Scaife, I. Polichtchouk, R. S. Garreaud, R. Comer, L. Coy, P. A. Newman, T. G. Shepherd, H. Nakamura, Z. Lawrence, G. Wang, C. Kobayashi and A. Dowdy, 2021: The 2019 Southern Hemisphere polar stratospheric warming: Evolution, predictability and impact. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
87. Yamanaka, G., H. Nakano, K. Sakamoto, T. Toyoda, S. Urakawa, S. Nishikawa, T. Wakamatsu, H. Tsujino, and Y. Ishikawa, 2021: Projected climate change in the western North Pacific at the end of the 21st century from ensemble simulations with a high-resolution regional ocean model. *Journal of Oceanography*, 77, 539–560.
88. Mori, T., Y. Kondo, S. Ohata, K. Goto-Azuma, K. Fukuda, Y. Ogawa-Tsukagawa, N. Moteki, A. Yoshida, M. Koike, P. R. Sinha, N. Oshima, H. Matsui, Y. Tobo, M. Yabuki and W. Aas, 2021: Seasonal variation of wet deposition of black carbon at Ny-Ålesund, Svalbard. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 126, e2020JD034110.

89. Anstey, J.A., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2021: Teleconnections of the quasi-biennial oscillation in a multi-model ensemble of QBO-resolving models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
90. Hattori, S., Y. Iizuka, B. Alexander, S. Ishino, K. Fujita, S. Zhai, T. Sherwen, N. Oshima, R. Uemura, A. Yamada, N. Suzuki, S. Matoba, A. Tsuruta, J. Savarino, N. Yoshida, 2021: Isotopic Evidence for Acidity-driven Enhancement of Sulfate Formation after SO₂ emission control. *Science Advances*, 7(19), eabd4610.
91. Kawamiya, M., Ishii, M., Mori, N., I. Takayabu, and Watanabe, M., 2021: Preface for "Projection and impact assessment of global change". *Progress in Earth and Planetary Science*, 8. (in press)
92. Takaya, Y., Y. Kosaka, M. Watanabe, S. Maeda, 2021: Skilful predictions of the Asian summer monsoon one year ahead. *Nature Communications*, 12.
93. Jones, C. D., J. E. Hickman, S. T. Rumbold, J. Walton, R. D. Lamboll, R. B. Skeie, S. Fiedler, P. M. Forster, J. Rogelj, M. Abe, M. Botzet, K. Calvin, C. Cassou, J. N. S. Cole, P. Davini, M. Deushi, M. Dix, J. C. Fyfe, N. P. Gillett, T. Ilyina, et al., 2021: The Climate Response to Emissions Reductions due to COVID - 19: Initial Results from CovidMIP. *Geophysical Research Letters*, 48.
94. CHANDRA Naveen, PATRA Prabir K., BISHT Jagat S. H., ITO Akihiko, UMEZAWA Taku, SAIGUSA Nobuko, MORIMOTO Shinji, AOKI Shuji, JANSSENS-MAENHOUT Greet, FUJITA Ryo, TAKIGAWA Masayuki, WATANABE Shingo, SAITOH Naoko, CANADELL Josep G, 2021: Emissions from the Oil and Gas Sectors, Coal Mining and Ruminant Farming Drive Methane Growth over the Past Three Decades. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)
95. Shuhei MAEDA, Kazuto TAKEMURA, Chiaki KOBAYASHI, 2021: Planetary wave modulations associated with the Eurasian teleconnection pattern. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99. (in press)
96. Amino, T., Y. Iizuka, S. Matoba, R. Shimda, N. Oshima, T. Suzuki, T. Ando, T. Aoki, and K. Fujita, 2021: Increasing dust emission from ice free terrain in southeastern Greenland since 2000. *Polar Science*, 27.
97. Koike, M., K. Goto-Azuma, Y. Kondo, H. Matsui, T. Mori, N. Moteki, S. Ohata, H. Okamoto, N. Oshima, K. Sato, T. Takano, Y. Tobo, J. Ukita, and A. Yoshida, 2021: Studies on Arctic aerosols and clouds during the ArCS project. *Polar Science*.
98. Aizawa, T., M. Ishii, N. Oshima, S. Yukimoto, and H. Hasumi, 2021: Arctic warming and associated sea ice reduction in the early 20th century induced by natural forcings in MRI-ESM2.0 climate simulations and multi-model analyses. *Geophysical Research Letters*, 48.
99. Tebaldi, C., and Coauthors, 2021: Climate model projections from the Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) of CMIP6. *Earth System Dynamics*, 12, 253-293.
100. Keeble et al., 2021: Evaluating stratospheric ozone and water vapor changes in CMIP6 models from 1850-2100. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 5015-5061.
101. Garfinkel et al., 2021: Influence of ENSO on entry stratospheric water vapor in coupled chemistry-ocean CCM1 and CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3725-3740.
102. P. T. Griffiths, L. T. Murray, G. Zeng, Y. M. Shin, N. L. Abraham, A. T. Archibald, M. Deushi, L. K. Emmons, I. Galbally, B. Hassler, L. W. Horowitz, J. Keeble, J. Liu, O. Moeini, V. Naik, F. M. O' Conner, N. Oshima et al., 2021: Tropospheric ozone in CMIP6 Simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 4187-4218.
103. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, 2021: Two Tropical Routes for the Remote Influence of the Northern Tropical Atlantic on the Indo-western Pacific Summer Climate. *Journal of Climate*, 34, 1619-1634.

104. Adachi, K., Oshima, N., Ohata, S., Yoshida, A., Moteki, N., and Koike, M., 2021: Compositions and mixing states of aerosol particles by aircraft observations in the Arctic springtime, 2018. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 3607–3626.
105. Allen, R. J., L. W. Horowitz, V. Naik, N. Oshima, F. M. O'Connor, S. Turnock, S. Shim, P. Le Sager, T. van Noije, K. Tsigaridis, S. E. Bauer, L. T. Sentman, J. G. John, C. Broderick, M. Deushi, G. A. Folberth, S. Fujimori, and W. J. Collins, 2021: Significant climate benefits from near-term climate forcer mitigation in spite of aerosol reductions. *Environmental Research Letters*, 16, 034010.
106. Keen, A., E. Blockley, D. Bailey, J. B. Debernard, M. Bushuk, S. Delhayé, D. Docquier, D. Feltham, F. Massonnet, S. O'Farrell, L. Ponsoni, J. Rodriguez, D. Schroeder, N. Swart, T. Toyoda, H. Tsujino, M. Vancoppenolle, and K. Wyser, 2021: An inter-comparison of the mass budget of the Arctic sea ice in CMIP6 models. *The Cryosphere*, 15, 951–982.
107. Fujii, Y., T. Ishibashi, T. Yasuda, Y. Takaya, C. Kobayashi, and I. Ishikawa, 2021: Improvements in tropical precipitation and sea surface air temperature fields in a coupled atmosphere-ocean data assimilation system. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1317–1343.
108. Thornhill, G. D., W. J. Collins, R. J. Kramer, D. Olivié, R. B. Skeie, F. M. O'Connor, N. L. Abraham, R. Checa-Garcia, S. E. Bauer, M. Deushi, L. K. Emmons, P. M. Forster, L. W. Horowitz, B. Johnson, J. Keeble, J.-F. Lamarque, M. Michou, et al., 2021: Effective radiative forcing from emissions of reactive gases and aerosols - a multi-model comparison. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 853–874.
109. Kobayashi, C., Y. Fujii, I. Ishikawa, 2021: Intraseasonal SST-Precipitation Relationship in a coupled reanalysis experiment using the MRI coupled atmosphere-ocean data assimilation system. *Climate Dynamics*.
110. Moseid, K. O., M. Schulz, T. Storelvmo, I. R. Julsrud, D. Olivié, P. Nabat, M. Wild, J. N. S. Cole, T. Takemura, N. Oshima, S. E. Bauer, and G. Gastineau, 2020: Bias in CMIP6 models as compared to observed regional dimming and brightening. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 16023–16040.
111. Rodgers, K. B., M. Ishii, T. L. Frölicher, S. Schlunegger, O. Aumont, K. Toyama, and R. D. Slater, 2020: Coupling of Surface Ocean Heat and Carbon Perturbations over the Subtropical Cells under Twenty-First Century Climate Change. *Journal of Climate*, 33, 10321–10338.
112. Hasegawa, A., Y. Imada, H. Shiogama, M. Mori, H. Tatebe, M. Watanabe, 2020: Impact of air-sea coupling on the probability of occurrence of heat waves in Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7, 78.
113. Naohiro Kosugi, Nariaki Hirose, Takahiro Toyoda and Masao Ishii, 2020: Rapid freshening of Japan Sea Intermediate Water in the 2010s. *Journal of Oceanography*, 76.
114. Harada, Y., H. Endo, and K. Takemura, 2020: Characteristics of Large-Scale Atmospheric Fields during Heavy Rainfall Events in Western Japan: Comparison with an Extreme Event in Early July 2018. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 1207–1229.
115. Kusunoki, S., and R. Mizuta, 2020: Future changes in rainy season over East Asia projected by massive ensemble simulations with a high-resolution global atmospheric model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 79–100.
116. Takaya, Y., I. Ishikawa, C. Kobayashi, H. Endo, and T. Ose, 2020: Enhanced Meiyu-Baiu Rainfall in Early Summer 2020: Aftermath of the 2019 Super IOD Event. *Geophysical Research Letters*.
117. Turnock, S. T., R. J. Allen, M. Andrews, S. E. Bauer, M. Deushi, L. Emmons, P. Good, L. Horowitz, J. G. John, M. Michou, P. Nabat, V. Naik, D. Neubauer, F. M. O'Connor, D. Olivié, N. Oshima, M. Schulz, A. Sellar, S. Shim, T. Takemura, S.

- Tilmes, et al., 2020: Historical and future changes in air pollutants from CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 14547–14579.
118. Niwa, Y., and Y. Fujii, 2020: A conjugate BFGS method for accurate estimation of a posterior error covariance matrix in a linear inverse problem. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146, 3118–3143.
 119. Hirabayashi, Y., A. Heireti, D. Yamazaki, G. Donchyts, Y. Kimura, Y. Imada, and H. Shiogama, 2020: Effect of anthropogenic climate change on recent flooding. *Geophysical Research Letters*. (submitted)
 120. Stockdale, T. N., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto et al., 2020: Prediction of the quasi - biennial oscillation with a multi - model ensemble of QBO - resolving models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–22.
 121. Couldrey, MP, J. M. Gregory, S. M. Griffies, H. Haak, A. Hu, M. Ishii, J. Jungclaus, O. A. Saenko, A. Shao, T. Suzuki, A. Todd, L. Zanna, 2020: What causes the spread of model projections of ocean dynamic level change in response to greenhouse gas forcing?. *Climate Dynamics*.
 122. Adachi, K., Oshima, N., Gong, Z., de Sá, S., Bateman, A. P., Martin, S. T., de Brito, J. F., Artaxo, P., Cirino, G. G., Sedlacek III, A. J., and Buseck, P. R., 2020: Mixing states of Amazon basin aerosol particles transported over long distances using transmission electron microscopy. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 11923–11939.
 123. Ito, R., T. Ose, H. Endo, R. Mizuta, K. Yoshida, A. Kitoh, T. Nakaegawa, 2020: Seasonal characteristics of future climate change over Japan and the associated atmospheric circulation anomalies in global model experiments. *Hydrological Research Letters*, 14, 130–135.
 124. 石井正好, 森 信人, 2020: d4PDF: large-ensemble and high-resolution climate simulations for global warming risk assessment.. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7.
 125. Morgenstern et al., 2020: Reappraisal of the climate impacts of ozone - depleting substances. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088295.
 126. Urakawa, L. S., H. Tsujino, H. Nakano, K. Sakamoto, G. Yamanaka, and T. Toyoda, 2020: The sensitivity of a depth-coordinate model to diapycnal mixing induced by practical implementations of the isopycnal tracer diffusion scheme. *Ocean Modelling*, 154, 101693.
 127. Rodgers, K. B., S. Schlunegger, R. D. Slater, M. Ishii, T. L. Frölicher, K. Toyama, Y. Plancherel, O. Aumont, and A. J. Fassbender, 2020: Reemergence of Anthropogenic Carbon Into the Ocean’s Mixed Layer Strongly Amplifies Transient Climate Sensitivity. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL089275.
 128. Imada, Y., H. Kawase, M. Watanabe, H. Shiogama, M. Arai, and I. Takayabu, 2020: Advanced event attribution for heavy regional rainfall events. *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 35.
 129. Robertson, F.R., J. B. Roberts1, M. G. Bosilovich, A. Bentamy, M. Schroeder, H. Tomita, C. A. Clayson, G. P. Compo, M. Gutenstein, C. Kobayashi, P. Sardeshmukh, L. C. Slivinski, 2020: Ocean Latent Heat Flux Uncertainties at Interannual to Inter-decadal Scales in Satellite Retrievals and Reduced Observation Reanalyses. *Journal of Climate*.
 130. Kazuto TAKEMURA, Hitoshi MUKOUGAWA, Shuhei MAEDA, 2020: Large-scale atmospheric circulation related to frequent Rossby wave breaking near Japan in boreal summer. *Journal of Climate*, 33, 6371–6744.
 131. Allen, R. J., S. Turnock, P. Nabat, P. Neubauer, U. Lohmann, D. Olivié, N. Oshima, et al., 2020: Climate and air quality impacts due to mitigation of non-methane near-term climate forcers. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 9641–9663.

132. Mori, T., Y. Kondo, S. Ohata, Y. Zhao, P. R. Sinha, N. Oshima, H. Matsui, N. Moteki, and M. Koike, 2020: Seasonal variation of wet deposition of black carbon in Arctic Alaska. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD032240.
133. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, 2020: Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7, 38.
134. Yasunori Tohjima, Jiye Zeng, Tomoko Shirai, Yosuke Niwa, Shigeyuki Ishidoya, Fumikazu Taketani, Daisuke Sasano, Naohiro Kosugi, Sohiko Kameyama, Hisahiro Takashima, Hideki Nara, Shinji Morimoto, 2020: Estimation of CH₄ emissions from the East Siberian Arctic Shelf based on atmospheric observations aboard the R/V Mirai during fall cruises from 2012 to 2017. *Polar Science*, 27.
135. Tsujino, H., L. S. Urakawa, S. M. Griffies, G. Danabasoglu, 他 38 名, 2020: Evaluation of global ocean-sea-ice model simulations based on the experimental protocols of the Ocean Model Intercomparison Project phase 2 (OMIP-2). *Geoscientific Model Development*, 13, 3643-3708.
136. Skeie et al., 2020: Historical total ozone radiative forcing derived from CMIP6 simulations. *npj Climate and Atmospheric Science*, 3, 32.
137. Zanis, P., Akritidis, D., Georgoulis, A. K., Allen, R. J., Bauer, S. E., Boucher, O., Cole, J., Johnson, B., Deushi, M., Michou, M., Mulcahy, J., Nabat, P., Olivié, D., Oshima, N., Sima, A., Schulz, M., Takemura, T., and Tsigaridis, K., 2020: Fast responses on pre-industrial climate from present-day aerosols in a CMIP6 multi-model study. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 8381-8404
138. Noguchi, S., Y. Kuroda, K. Kodera, and S. Watanabe, 2020: Robust enhancement of tropical convective activity by the 2019 Antarctic sudden stratospheric warming. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088743.
139. Kwiatkowski, L., O. Torres, L. Bopp, K. Toyama, H. Tsujino, 他 23 名, 2020: Twenty-first century ocean warming, acidification, deoxygenation, and upper-ocean nutrient and primary production decline from CMIP6 model projections. *Biogeosciences*, 17, 3439-3470.
140. Yoshida, A., N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, M. Koike, Y. Kondo, M. Matsui, N. Oshima, A. Takami, and K. Kita, 2020: Abundances and microphysical properties of light-absorbing iron oxide and black carbon aerosols over East Asia and the Arctic. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD032301.
141. Mizuta, R., and H. Endo, 2020: Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble and their dependence on return periods. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086855.
142. Roberts, M. J., J. Camp, J. Seddon, P. L. Vidale, K. Hodges, B. Vannière, J. Mecking, R. Haarsma, A. Bellucci, E. Scoccimarro, L.-P. Caron, F. Chauvin, L. Terray, S. Valcke, M.-P. Moine, D. Putrasahan, C. D. Roberts, R. Senan, C. Zarzycki, P. Ullrich, Y., 2020: Projected future changes in tropical cyclones using the CMIP6 HighResMIP multimodel ensemble. *Geophysical Research Letters*, 47, e2020GL088662.
143. Holt, L.A., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto et al., 2020: An evaluation of tropical waves and wave forcing of the QBO in the QBOi models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-27.
144. Sugi, M., Y. Yamada, K. Yoshida, R. Mizuta, M. Nakano, C. Kodama, M. Satoh, 2020: Future changes in the global frequency of tropical cyclone seeds. *SOLA*, 16, 70-74.
145. Takegawa, N., T. Seto, N. Moteki, M. Koike, N. Oshima, K. Adachi, K. Kita, A. Takami, and Y. Kondo, 2020: Enhanced new particle formation above the marine boundary

- layer over the Yellow Sea: Potential impacts on cloud condensation nuclei. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
146. Cha, E. J., T. R. Knutson, T. C. Lee, M. Ying, and T. Nakaegawa, 2020: Third Assessment on Impacts of Climate Change on Tropical Cyclones in the Typhoon Committee Region - Part II: Future Projections. *Tropical Cyclone Research and Review*, 9, 75–86.
 147. Minami, A. and Y. Takaya, 2020: Enhanced Northern Hemisphere correlation skill of subseasonal predictions in the strong negative phase of the Arctic Oscillation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
 148. Notz, D., J. Dorr, D. A. Bailey, E. Blockley, M. Bushuk, J. B. Debernard, E. Dekker, P. DeRepentigny, D. Docquier, N. S. Fuckar, J. C. Fyfe, A. Jahn, M. Holland, E. Hunke, D. Iovino, N. Khosravi, F. Massonnet, G. Madec, S. O’Farrell, A. Petty, et al., 2020: Arctic Sea Ice in CMIP6. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086749.
 149. Ishidoya A., H. Sugawara, Y. Terao, N. Kaneyasu, N. Aoki, K. Tsuboi, and H. Kondo, 2020: O₂: CO₂ exchange ratio for net turbulent flux observed in an urban area of Tokyo, Japan, and its application to an evaluation of anthropogenic CO₂ emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 5293–5308.
 150. Naoe, H., T. Matsumoto, K. Ueno, T. Maki, M. Deushi, and A. Takeuchi, 2020: Bias correction of multi-sensor total column ozone satellite data for 1978–2017. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 353–377.
 151. Kuo, H.-C., S. Tsujino, T.-Y. Hsu, M. S. Peng, and S.-H. Su, 2022: Scaling law for boundary layer inner eyewall pumping in concentric eyewalls. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 127, e2021JD035518.
 151. Merryfield, W. et al., 2020: Current and emerging developments in subseasonal to decadal prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
 152. Kusunoki, S., T. Ose, and M. Hosaka, 2020: Emergence of unprecedented climate change in projected future precipitation. *Scientific Reports*, 10.
 153. Noguchi, S., Y. Kuroda, H. Mukougawa, R. Mizuta, and C. Kobayashi, 2020: Impact of satellite observations on forecasting sudden stratospheric warmings. *Geophysical Research Letters*, 47, e2019GL086233.
 154. Smith, C. J., R. J. Kramer, G. Myhre, K. Alterskjær, W. Collins, A. Sima, O. Boucher, J.-L. Dufresne, P. Nabat, M. Michou, S. Yukimoto, J. Cole, D. Paynter, H. Shiogama, F. M. O’Connor, E. Robertson, A. Wiltshire, T. Andrews, C. Hannay, R. Miller, et al., 2020: Effective radiative forcing and adjustments in CMIP6 models. *Atmospheric Chemistry and Physics*.
 155. Stewart, K. D., W. M. Kim, S. Urakawa, A. McC. Hogg, S. Yeager, H. Tsujino, H. Nakano, A. E. Kiss, and G. Danabasoglu, 2020: JRA55-do-based repeat year forcing datasets for driving ocean-sea-ice models. *Ocean Modelling*, 147, 101557.
 156. B. Ayarzagüena, A. J. Charlton-Perez, A. H. Butler, P. Hitchcock, I. R. Simpson, L. M. Polvani, N. Butchart, E. P. Gerber, L. Gray, B. Hassler, P. Lin, F. Lott, E. Manzini, R. Mizuta, C. Orbe, S. Osprey, D. Saint-Martin, M. Sigmond, M. Taguchi, E. M. Volo, 2020: Uncertainty in the response of sudden stratospheric warmings and stratosphere-troposphere coupling to quadrupled CO₂ concentrations in CMIP6 models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD032345.
 157. Wada, S., Ishii, M., Kosugi, N., Sasano, D., Matushita, W., Omori, Y. and Hama, T., 2020: Seasonal dynamics of seawater CO₂ system at a coastal site near the southern tip of Izu Peninsula. *Journal of Oceanography*, 76, 227.
 158. Bushell, A.C., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2020: Evaluation of the Quasi - Biennial Oscillation in global climate models for the SPARC QBO - initiative. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1–31.

159. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, Sh. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, and Hiroaki Kawase, 2020: Developments of a system for efficient content-based retrieval to analyze Large volume climate data. *Progress in Earth and Planetary Science*.
160. Hatsuzuka D, Sato T, Yoshida K, Ishii M, and Mizuta R, 2020: Regional projection of tropical-cyclone-induced extreme precipitation around Japan based on large ensemble simulations. *SOLA*, 16, 23-29.
161. Watanabe, Sh., M. Fujita, S. Kawazoe, S. Sugimoto, Y. Okada, R. Mizuta, M. Ishii, 2020: Frequency change of clear-air turbulence over the North Pacific under 2 K global warming - ensemble projections using a 60-km atmospheric general circulation model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 757-771.
162. Richter, J.H., H. Naoe, K. Yoshida, S. Yukimoto, et al., 2020: Response of the Quasi - Biennial Oscillation to a warming climate in global climate models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-29.
163. Smith, A. K., H. Naoe, K. Yoshida, et al., 2020: The equatorial stratospheric semiannual oscillation and time - mean winds in QBOi models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 1-17.
164. Tegtmeier, S., J. Anstey, S. Davis, R. Dragani, Y. Harada, I. Ivanciu, R. P. Kedzierski, K. Krüger, B. Legras, C. Long, J. S. Wang, K. Wargan, and J. S. Wright, 2020: Temperature and tropopause characteristics from reanalyses data in the tropical tropopause layer. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 20, 753-770.
165. T. Kinase, K. Adachi, N. Oshima, K. Goto - Azuma, Y. Ogawa - Tsukagawa, Y. Kondo, N. Moteki, S. Ohata, T. Mori, M. Hayashi, K. Hara, H. Kawashima, and K. Kita, 2020: Concentrations and Size Distributions of Black Carbon in the Surface Snow of Eastern Antarctica in 2011. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125.
166. Rahaman, H., U. Srinivasu, P. Swapana, J. V. Durgadoo, S. M. Griffies, M. Ravichandran, H. Tsujino, et al., 2020: An assessment of the Indian Ocean mean state and seasonal cycle in a suite of interannual CORE-II simulation. *Ocean Modelling*, 145, 101503.
167. Yamaguchi, M., J. C. L. Chan, I.-J. Moon, K. Yoshida, and R. Mizuta, 2020: Global warming changes tropical cyclone translation speed. *Nature Communications*, 11, 47.
168. Shiogama, H., T. Hasegawa, S. Fujimori, D. Murakami, K. Takahashi, K. Tanaka, S. Emori, I. Kubota, M. Abe, Y. Imada, M. Watanabe, D. Mitchell, N. Schaller, J. Sillmann, E. Fischer, J. Scinocca, I. Bethke, L. Lierhammer, J. Takakura, T. Trautmann, P. Doell, 2019: Limiting global warming to 1.5°C will lower increases in inequalities of four hazard indicators of climate change. *Environmental Research Letters*, 14, 124022.
169. Mori, T., K. Goto-Azuma, Y. Kondo, Y. Ogawa-Tsukagawa, K. Miura, M. Hirabayashi, N. Oshima, M. Koike, K. Kupiainen, N. Moteki, S. Ohata. P. R. Sinha, K. Sugiura, T. Aoki, M. Schneebeli, K. Steffen, A. Sato, A. Tsushima, V. Makarov, S. Omiya, A. Sugimoto, 2019: Black carbon and inorganic aerosols in Arctic snowpack. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 13325-13356.
170. Ono, H., N. Kosugi, K. Toyama, H. Tsujino, A. Kojima, K. Enyo, Y. Iida, T. Nakano, and M. Ishii, 2019: Acceleration of Ocean Acidification in the Western North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 46, 13161.
171. Qian Y, Murakami H, Nakano M, Hsu P.-C, Delworth T. L, Kapnick S. B, Ramaswamy V, Mochizuki T, Morioka Y, Doi T, Kataoka T, Nasuno T, Yoshida K, 2019: On the Mechanisms of the Active 2018 Tropical Cyclone Season in the North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 46, 12293-12302.

172. Ose, T., 2019: Future changes in summertime East Asian monthly precipitation in CMIP5 and their dependence on present-day model climatology. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97 巻5号, 1041-1053.
173. Matsueda, H., R. R. Buchholz, K. Ishijima, H. M. Worden, D. Hammerling, and T. Machida, 2019: Interannual variation of upper tropospheric CO over the western Pacific linked with Indonesian fires. *SOLA*, 15, 205-210.
174. Ouchi, M., Y. Matsumi, T. Nakayama, K. Shimizu, T. Sawada, T. Machida, H. Matsueda, Y. Sawa, I. Morino, O. Uchino, T. Tanaka, and R. Imasu, 2019: Development of a balloon-borne instrument for CO₂ vertical profile observations in the troposphere. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 5639-5653.
175. Yukimoto, S., H. Kawai, T. Koshiro, N. Oshima, K. Yoshida, S. Urakawa, H. Tsujino, M. Deushi, T. Tanaka, M. Hosaka, S. Yabu, H. Yoshimura, E. Shindo, R. Mizuta, A. Obata, Y. Adachi, M. Ishii, 2019: The Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0, MRI-ESM2.0: Description and basic evaluation of the physical component. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97.
176. A. Chrysanthou, A. C. Maycock, M. P. Chipperfield, S. Dhomse, H. Garny, D. Kinnison, H. Akiyoshi, M. Deushi, R. R. Garcia, P. Jöckel, O. Kirner, G. Pitari, D. A. Plummer, L. Revell, E. Rozanov, A. Stenke, T. Y. Tanaka, D. Visionsi, and Y. Yamashita, 2019: The effect of atmospheric nudging on the stratospheric residual circulation in chemistry-climate models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 11559-11586.
177. Klotzbach, P. J., E. Blake, J. Camp, L.-P. Caron, J. Chan, N. Kang, Y. Kuleshov, S.-M. Lee, H. Murakami, M. Saunders, Y. Takaya, F. Vitart, R. Zhan, 2019: Seasonal Tropical Cyclone Forecasting. *Tropical Cyclone Research and Review*, 8(3), 134-149.
178. Yokoyama C., Y. N. Takayabu, O. Arakawa, and T. Ose, 2019: A study on Future Projections of Precipitation Characteristics around Japan in Early Summer Combining GPM DPR Observation and CMIP5 Large-Scale Environments. *Journal of Climate*, 32, 5251-5274.
179. Johnson, G. C., J. M. Lyman, T. Boyer, L. Chen, C. M. Domingues, J. Gilson, M. Ishii, R. Killick, D. Monselesan, and S. E. Wijffels, 2019: Ocean heat content [in "State of the Climate in 2018"]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 100, 74.
180. Takaya, Y., 2019: Positive Phase of Pacific Meridional Mode Enhanced Western North Pacific Tropical Cyclone Activity in Summer 2018. *SOLA*, 15A, 55-59.
181. Lamy, K., Deushi, M., Tanaka, T. Y., Yoshida, K., et al., 2019: Clear-sky ultraviolet radiation modelling using output from the Chemistry Climate Model Initiative. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 10087-10110.
182. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, Volume 124, Issue 7, 1865-1886.
183. Strommen, K., I. Mavilia, S. Corti, M. Matsueda, P. Davini, J. von Hardenberg, P.-L. Vidale, and R. Mizuta, 2019: The sensitivity of Euro-Atlantic regimes to model horizontal resolution. *Geophysical Research Letters*, 46, 7810-7818.
184. Takemura, K., S. Wakamatsu, H. Togawa, A. Shimpo, C. Kobayashi, S. Maeda, and H. Nakamura, 2019: Extreme moisture flux convergence over western Japan during the Heavy Rain Event of July 2018. *SOLA*, 15A-009.
185. Harada, Y., K. Sato, T. Kinoshita, R. Yasui, T. Hirooka, and H. Naoe, 2019: Diagnostics of a WN2 - Type Major Sudden Stratospheric Warming Event in February 2018 Using a New Three - Dimensional Wave Activity Flux. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 7018-7033.

186. Naoe, H. and K. Yoshida, 2019: Influence of quasi-biennial oscillation on the boreal winter extratropical stratosphere in QBOi experiments. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 2755-2771.
187. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, 2019: Prolonged northern-mid-latitude tropospheric warming in 2018 well predicted by the JMA operational seasonal prediction system. *SOLA*, 15A, 31-36.
188. Sekizawa S., T. Miyasaka, H. Nakamura, A. Shimpo, K. Takemura, S. Maeda, 2019: Anomalous Moisture Transport and Oceanic Evaporation during a Torrential Rainfall Event over Western Japan in Early July 2018. *SOLA*, 15A-005.
189. Kawase, H., Y. Imada, H. Sasaki, T. Nakaegawa, A. Murata, M. Nosaka, and I. Takayabu, 2019: Contribution of Historical Global Warming to Local-Scale Heavy Precipitation in Western Japan Estimated by Large Ensemble High-Resolution Simulations. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 6093-6103.
190. Imada, Y., M. Watanabe, H. Kawase, H. Shiogama, and M. Arai, 2019: The July 2018 High Temperature Event in Japan Could Not Have Happened without Human-Induced Global Warming. *SOLA*, 15A, 8-12.
191. Shimpo A., and co-authors, 2019: Primary Factors behind the Heavy Rain Event of July 2018 and the Subsequent Heat Wave in Japan. *SOLA*, 15A-003.
192. Inai, Y., R. Fujita, T. Machida, H. Matsueda, Y. Sawa, K. Tsuboi, K. Katsumata, S. Morimoto, S. Aoki, and T. Nakazawa, 2019: Seasonal characteristics of trace gas transports into the extratropical upper troposphere and lower stratosphere. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19, 7073-7103.
193. Horinouchi, T., S. Matsumura, T. Ose and Y. N. Takayabu, 2019: Jet-Precipitation Relation and Future Change of the Mei-Yu-Baiu Rainband and Subtropical Jet in CMIP5 coupled GCM Simulations. *Journal of Climate*, 32, 2247-2259.
194. Ose, T., 2019: Characteristics of Future Changes in Summertime East Asian Monthly Precipitation in MRI-AGCM Global Warming Experiments. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97 巻2号.
195. 松井仁志, 大畑 祥, 當房 豊, 松木 篤, 板橋秀一, 大島 長, 鈴木健太郎, 佐藤陽祐, 2023: 大気化学の将来構想 2022-2032: 各論第2集 7. エアロゾル・放射・雲「エアロゾル・放射・雲相互作用」. *大気化学研究*, 48, 048A01.
196. 大島 長, 2022: 気候システムでエアロゾルがもたらす便益と不利益. *エアロゾル研究*, 37, 189-200.
197. 行本誠史, 2022: 気象研究所における気候モデルの歩み. *天気 (論文・短報)*, 69, 299-317.
198. Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta, and T. Ose, 2021: Different future changes between early and late summer monsoon precipitation in East Asia. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 1501-1524. (in press)
199. Shigeyuki Ishidoya, Satoshi Sugawara, Yasunori Tohjima, Daisuke Goto, Kentaro Ishijima, Yosuke Niwa, Nobuyuki Aoki, and Shohei Murayama, 2021: Secular change in atmospheric Ar/N₂ and its implications for ocean heat uptake and Brewer-Dobson circulation. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21, 1357.
200. Sun, N., T. Zhou, X. Chen, H. Endo, A. Kitoh, and B. Wu, 2020: Amplified tropical Pacific rainfall variability related to background SST warming. *Climate Dynamics*, 54, 2387-2402.
201. Ito, A., K. Nishina, K. Ishijima, S. Hashimoto and M. Inatomi, 2019: Emissions of nitrous oxide (N₂O) from soil surfaces and their historical changes in East Asia: a model-based assessment. *Progress in Earth and Planetary Science*, 5.

(2) 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説等）：33 件

1. Shaw, R., Y. Luo, T.S. Cheong, S. Abdul Halim, S. Chaturvedi, M. Hashizume, G.E. Insarov, Y. Ishikawa, M. Jafari, A. Kitoh, J. Pulhin, C. Singh, K. Vasant, and Z. Zhang, 2022: Asia. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Portner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Loschke, V. Moller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 1457–1579, doi:10.1017/9781009325844.012.
2. Shaw, R., Y. Luo, T.S. Cheong, S. Abdul Halim, S. Chaturvedi, M. Hashizume, G.E. Insarov, Y. Ishikawa, M. Jafari, A. Kitoh, J. Pulhin, C. Singh, K. Vasant, and Z. Zhang, 2023: Asia. Asia. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 1457–1579pp
3. Yoden, S., and K. Yoshida, 2023: Impacts of Solar Activity Variations on Climate. In: Kusano, K. (eds) Solar-Terrestrial Environmental Prediction. Solar-Terrestrial Environmental Prediction, 445–459.
4. Takaya, Y., L.-P. Caron, et al., 2022: Seasonal Tropical Cyclone Forecasting. WMO 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10) Report.
5. Deushi, M., 2022: Climate Impacts: Impacts of ozone on Southern Hemisphere climate. Handbook of Air Quality and Climate Change.
6. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2022: Cloud feedbacks in MRI-ESM2. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 52, 707–708.
7. Takayabu I., et al, 2022, Climate information relevant for Marine Ecosystems, Fisheries and Aquaculture, IPCC WG1 AR6 sectoral fact sheet.
8. Lu, B. and Y. Takaya, 2021: Record meiyu-baiu of 2020: reflections for prediction. Science Bulletin. (in press)
9. Kosaka, Y., Y. Takaya, Y. Kamae, 2020: The Indo-western Pacific Ocean capacitor effect. Tropical and Extratropical AirSea Interactions Modes of Climate Variations, 141–162.
10. Koshiro, T., H. Kawai, and S. Yukimoto, 2020: Impact of cloud microphysics parameter on 20th century warming simulated in MRI-CGCM3. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 50, 713–714.
11. Kawai, H., and T. Koshiro, 2020: Does Radiative Cooling of Stratocumulus Strengthen Summertime Subtropical Highs?. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 50, 711–712.
12. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, 2020: Relationship between shortwave radiation bias over the Southern Ocean and the ITCZ in MRI-ESM2. CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling/WMO, 50, 709–710.
13. 小池 真, 端野典平, 大島 長, 2024: 北極域の研究—その現状と将来構想—、1-1-2 (2) 雲微物理とエアロゾル-雲相互作用. 北極域研究の長期構想 2024. (in press)
14. 小林ちあき, 石川一郎, 2022: 季節予報モデルで予測された北半球中緯度の高温偏差. 気象研究ノート第 246 号, 246, 73–79.
15. 鬼頭昭雄, 2022: IPCC 概要. 水文・水資源ハンドブック 第二版, 539–544.
16. 相澤拓郎, 大島 長, 2022: 北極の気候変動の謎に挑む. ArCS II ニュースレター, 5, 01–02.
17. 石井正好・森 信人, 2022: 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベースの開発と気候変動リスク評価研究成果の社会実装—2021 年度岸保・立平賞受賞記念講演—. 天気, 69, 413–429.

18. 金谷有剛, 須藤健悟, Prabir Patra, 坂本陽介, 関谷高志, 藤縄 環, 谷本浩志, 江口菜穂, 齋藤尚子, 笠井康子, 出牛 真, 佐藤知紘, 2022: 大気化学の将来構想 2022-2032: 各論第1集 3. 反応性気体「大気汚染物質群の新たな科学: 化学理論の更新と排出一気候変動・健康問題の解決へ向けて」. 大気化学研究, 47, 047A03.
19. 鬼頭昭雄, 2022: 気候変動分野の科学的知見の蓄積について. 令和4年版国土交通白書, 10.
20. 鬼頭昭雄, 2022: 気候変動の現状と将来 ～地球温暖化による水循環の変化～. 沙漠研究, 31, 95-101.
21. 鬼頭昭雄, 2022: 数値モデルを用いた気候変動研究－2021 年度藤原賞受賞記念講演－. 天気, 69, 5-16.
22. 高薮 出, 2022: 水文・水資源ハンドブック第2版: 9.1.2「日本の気候変動研究の動向」、9.2.1「気候変動による地球規模への影響: 平均的な変化と極端現象」
23. 早坂忠裕, 片桐秀一郎, 丸山拓海, 神代 剛, 佐藤大卓, 西井和晃, 中村 尚, 小川晨一, 宮本歩, 宮坂貴文, 西川はつみ, 山内 晃, 河本和明, 万田敦昌, 2021: 夏季北太平洋の雲と海洋. 気象研究ノート「気候系の Hotspot: 中緯度大気海洋相互作用研究の新展開」, 244, 163-191.
24. 中村 尚, 川合義美, 伊藤進一, 小池 真, 和田章義, 国井 勝, 嶋田宇大, 榎本 剛, 吉田聡, 釜堀弘隆, 升永竜介, 小林ちあき, 岡島 悟, 2021: コミュニティーへの公開データ. 気象研究ノート, 244, (公社)日本気象学会, 13pp, ISBN: .
25. 大島 長, 2021: コロナ禍による人為起源物質の排出量の減少が気候に及ぼす影響. ArCS II ニュースレター, 2, p03.
26. 小野 恒, 石井雅男, 飯田洋介, 延与和敬, 笹野大輔, 2021: 西部北太平洋亜寒帯域における表面海水中全炭酸濃度の増加傾向. 月刊海洋, 53, 304-311.
27. 吉田康平, 2021: 太陽活動変動の気候影響評価実験: 地球システムモデルシミュレーション. 太陽地球圏環境予測 オープン・テキストブック.
28. Kitoh, A. and H. Endo, 2020: Future changes in global monsoon precipitation and their uncertainty: Results from 20-km and 60-km MRI-AGCM Ensemble Simulations. The Multiscale Global Monsoon System, 343-353.
29. 今田由紀子, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 2020: 2018 年夏のイベント・アトリビューション. 気象研究ノート. (submitted)
30. 村松貴有, 加藤輝之, 中里真久, 遠藤洋和, 鬼頭昭雄, 2020: 竜巻の将来予測. 気象研究ノート, 243, 288-297.
31. 植田宏昭, 前田修平, 谷本陽一, 立花義裕, 2020: 2019 年秋季「気候形成・変動機構研究連絡会」の報告. 天気, 67, 51-53.
32. 石井正好, 2019: 気象談話室「明治 150 年、歴史的観測資料と気候解析」. 天気, 66, 601-608.
33. 今田由紀子, 2019: 温暖化がなければ 2018 年の猛暑はなかった. 岩波「科学」, 89, 659-661.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等: 60 件

1. Takaya, Y., Summary of S2S Ensemble Sub-project, WWRP/WCRP S2S Summit, 2023 年 7 月, イギリス, レディング
2. Oshima, N., T. Aizawa, T. Maki, S. Yukimoto, and M. Deushi, Contributions of anthropogenic aerosol forcing to mid-20th century Arctic cooling/ Changes in dust emissions in the Gobi Desert due to global warming, CACTI Workshop 2023, 2023 年 6 月, ドイツ, キール

3. Oshima, N., Modelling Arctic BC sources and radiative effect, ABC-iCAP sponsored BC workshop at Pallas, Finland, 2023年6月, フィンランド, パラス
4. Oshima, N., T. Aizawa, S. Yukimoto, and AMAP SLCF model co-authors, Effects of SLCF on the Arctic sea ice using AMAP Earth System Models, AMAP-SLCF assessment follow-up project group meeting, 2023年6月, フィンランド, ヘルシンキ
5. Oshima, N., T. Aizawa, and S. Yukimoto, Contributions of anthropogenic aerosols and multidecadal internal variability to mid-20th century Arctic cooling, 5th PACES Open Science Meeting, 2023年6月, フィンランド, ヘルシンキ
6. Naoe, H., F. Serva, M. Taguchi, J. L. Garcia-Franco, C.-H. Park, J. Anstey, Teleconnections of the quasi-biennial oscillation in multi-model QBOi-ENSO simulations, QBO workshop, 2023年3月, イギリス, オックスフォード
7. Imada, Y., T. Kataoka, T. Iwakiri, S. Hirahara, Y. Takaya, M. Ishii, T. Doi, Y. Morioka, and T. Tatebe, Decadal prediction intercomparison plan in Japan, EPESC/DCPP workshop on integrated attribution and prediction, 2023年3月, イギリス, エクセター
8. Imada, Y., and scientific team of d4PDF, Use of high-resolution large ensemble simulations for attribution and prediction of extreme events., American Geophysical Union 2022 Fall meeting, 2022年12月, アメリカ, シカゴ
9. Takayabu, I, Issues to be solved for deliver climate change projection information to users, AGU2022 fall meeting, GC42S, 2022年12月, アメリカ, シカゴ
10. Takaya, Y. and L. P. Caron, Seasonal Tropical Cyclone Forecasting, WMO 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10), 2022年12月, インドネシア, デンパサール
11. Takayabu, I, WCRP Regional Information for Society, relevance for Southeast Asia and link with CORDEX-SEA, CORDEX-SEA workshop, 2022年11月8日, ATENEO De Manila, オンライン
12. Taku UMEZAWA, Toshinobu MACHIDA, Yosuke NIWA, Hidekazu MATSUEDA, Kazuhiro TSUBOI, Kentaro ISHIJIMA, Ryo FUJITA, The CONTRAIL commercial airliner measurements during the ACCLIP campaign, ACCLIP Science Team Meeting, 2022年11月, 米国, コロラド
13. Takaya, Y., and Y. Fujii, Importance of ocean observations for sub-seasonal to seasonal forecast in East Asia, SynObs キックオフワークショップ, 2022年11月, つくば市
14. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 16th Conference on Cloud Physics, 2022年8月, アメリカ, マディソン
15. Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta, and T. Ose, Different future changes between early and late summer monsoon precipitation in East Asia, AOGS2022, 2022年8月, (オンライン)
16. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2022年7月, アメリカ, シアトル
17. Takaya, Y., A. Minami, S. Iwasaki, Y. Imada, H. Kawase, Flow-dependent forecast skill in S2S time-scales, 2022 ASP workshop, 2022年7月, アメリカ, ボルダー
18. Heather Graven, Ryo Fujita, Ralph Keeling, Samar Khatiwala, Joeri Rogelj, Xiaomei Xu, Recent and future trends in atmospheric radiocarbon, Radiocarbon in the Anthropocene, 2022年5月, Whittlebury Park
19. Yoshida, K., and R. Mizuta, Do Sudden Stratospheric Warmings Boost Convective Activity in the Tropics?, AMS 102nd Annual Meeting, 2022年1月, アメリカ, オンライン
20. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, AGU Fall Meeting 2021, 2021年12月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン

21. Imada, Y., H. Kawase, and M. Watanabe, Attributing extreme weather events over East Asia: Heavy rain, 2020 NORTHEAST ASIAN SYMPOSIUM, 2021年11月, (オンライン)
22. Mizuta, R. and H. Endo, Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble and their dependence on return periods, WCRP Workshop on Extremes in Climate Prediction Ensembles, 2021年10月, 韓国, 釜山
23. Imada, Y., and H. Kawase, Long-term potential predictability of regional extreme events in East Asia estimated from a high-resolution large ensemble, WCRP Workshop on Extremes in Climate Prediction Ensembles, 2021年10月, 韓国, 釜山
24. C. Kobayashi, T. Iwasaki, S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhito, Y. Harada and H. Naoe, Brewer-Dobson circulation represented in JRA-3Q, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
25. Takaya, Y., I. Ishikawa, C. Kobayashi, H. Endo, and T. Ose, Enhanced Meiyu-Baiu Rainfall in Early Summer 2020: Aftermath of the 2019 Super IOD Event, 2021 ASP summer workshop, 2021年8月, 米国, ボールダー
26. Naoe, H., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhito, and Y. Harada, Evaluation of a new Japanese reanalysis (JRA-3Q) in a pre-satellite era, EGU General Assembly 2021, 2021年4月, オンライン, オンライン
27. 今田由紀子, Potential Predictability of Extremes Estimated by Large Ensemble Simulations, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
28. Harada Y., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, K. Kamiguchi, and T. Tokuhito, Early results of the evaluation of the JRA-3Q Reanalysis, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
29. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, Y. Kosaka, M. Watanabe, Rethinking the ENSO-monsoon relationship in light of trans-basin interactions, 2020 AGU Fall Meeting, 2020年12月, アメリカ, サンフランシスコ
30. Fujii, Y., C. Kobayashi, I. Ishikawa, Y. Takaya, and T. Ishibashi, Evaluation of the lead-lag relationship between SST and precipitation in a coupled reanalysis using TAO-TRITON data, 2020 AGU Fall Meeting, 2020年12月, アメリカ, サンフランシスコ
31. Shigeyuki Ishidoya, Satoshi Sugawara, Shinji Morimoto, Daisuke Goto, Yasunori Tohjima, Kentaro Ishijima, Dmitry Belikov, Fumio Hasebe, Kazuhiro Tsuboi, Shohei Murayama, Nobuyuki Aoki, Shuji Aoki, Takakiyo Nakazawa, Observations of elemental and isotopic ratios of atmospheric major components and its application to detect atmospheric circulation and ocean heat uptake changes, 2020 AGU Fall Meeting, 2020年12月, アメリカ, サンフランシスコ
32. Imada, Y., H. Kawase, H. Shiogama, M. Mori, C. Takahashi, M. Arai, M. Watanabe, and I. Takayabu, Event attribution using large ensemble model simulations by MIROC5, MRI-AGCM, and NHRCM, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
33. Takaya, Y., Y. Kosaka, M. Watanabe, S. Maeda, N. Saito, I. Ishikawa, Rethinking the ENSO-monsoon relationship in light of trans-basin interactions, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
34. 石戸谷重之、石島健太郎、菅原 敏、丹羽洋介、遠嶋康徳、後藤大輔、坪井一寛、村山昌平、青木伸行、眞木貴史、田中泰宙、中村 貴, Seasonal variations in the atmospheric Ar/N₂ ratio observed at ground-based stations in Japan and Antarctica and its application to an evaluation of the air-sea heat flux, JpGU meeting 2020, 2020年7月, 千葉県千葉市
35. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing Estimates of Anthropogenic Aerosols in MRI-ESM2, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン

36. Taichu Y Tanaka, Johannes Flemming, Alexander Baklanov, Greg Carmichael, James H. Crawford, Vincent-Henri Peuch, Guy Brasseur, Ranjeet Sokji, Sean Khan, Slobodan Nickovic, Xiao-ye Zhang, Christopher Gan, Kobus Pienaar, Nathalie Laure Roebbel, Radenko Pav, Towards a globally harmonized air quality forecasting: GAFIS, a new WMO-GAW initiative, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
37. Imada, Y., H. Tatebe, M. Ishii, Y. Chikamoto, M. Mori, M. Arai, S. Kanae, M. Watanabe, and M. Kimoto, Predictability of two flavors of El Nino and statistical downscaling by SVD analysis using the MIROC5 seasonal prediction system, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
38. Rodgers, K. B., P. Zhai, R. D. Slater, B. R. Carter, D. Iudicone, O. Aumont, J. Farmer, I. Frenger, Y. Plancherel, L. Resplandy, A. Fassbender, and K. Toyama, Western boundary currents and their extension regions as conduits for the ejection of bomb-radiocarbon from the thermocline, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
39. Yukiko Imada, Event attribution using MIROC5 and the JMA/MRI models, 8th EU-Japan Workshop on Climate Change Research, 2020 年 3 月, ベルギー, Brussels
40. Yoshida, K., Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, WCRP/SPARC SATIO-TCS joint workshop on Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling in the Tropics, 2020 年 2 月, 京都府京都市
41. Mizuta, R., Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble, 8th EU-Japan Workshop on Climate Change Research, 2020 年 2 月, ベルギー, Brussels
42. Yoshida, K., Solar influence on climate with MRI-ESM2.0 and its behavior in CMIP6 simulations, PSTEP-4 & ISEE-2 International Symposium, 2020 年 1 月, 愛知県名古屋市
43. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A Content-Based Database System for Large Volume Climate Data, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, 米国, サンフランシスコ
44. Takaya, Y., The Indian Ocean-origin seasonal rainfall predictability in the South and Southeastern Asian summer monsoons, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
45. Kosaka, Y., Y. Takaya, M. Watanabe, S. Maeda, Seasonal prediction of Asian summer climate enabled by the Pacific-Indian Ocean coupling, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
46. Oshima, N., Evaluation of Radiative Forcing using MRI Earth System Model, AMAP short-lived climate forcers (SLCF) expert group meeting, 2019 年 11 月, アメリカ, アナーバー
47. Endo, H. and A. Kitoh, Monsoon precipitation responses to global warming and their regional differences simulated by CMIP models, The 1st International Workshop on Global Monsoons Intercomparison Project (GMMIP), 2019 年 10 月, China, Beijing
48. Takaya, Y., Collaborative Studies with Other Research Projects: Subseasonal to decadal predictions, International Workshop on Decadal Challenges in Asian Monsoon Process Studies, 2019 年 9 月, 名古屋
49. Takaya, T., F. Vitart, A. Robertson, Sub-seasonal to Seasonal Prediction Project: Science Plan of Phase 2, EMS Annual Meeting 2019, 2019 年 9 月, デンマーク, コペンハーゲン
50. Takaya, Y., Y. Kubo, S. Hirahara, and S. Maeda, New sources of the seasonal tropical cyclone predictability in the western North Pacific, EMS Annual Meeting 2019, 2019 年 9 月, デンマーク, コペンハーゲン
51. Takaya, Y., Current status and challenges in seasonal predictions of the Asian summer monsoon, AsiaPEX Kick-off Conferece, 2019 年 8 月, 札幌

52. Oshima, N., Development of the MRI-ESM2 and evaluation of black carbon in the Arctic, Summer Session 2019 Tsukuba on Air Quality Modeling in Asia, 2019 年 8 月, 茨城県つくば市
53. Kobayashi, C., and T. Iwasaki, Brewer-Dobson circulation diagnosed from reanalysis datasets, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 8 月, シンガポール, シンガポール
54. Yoshida, K., and R. Mizuta, SSW Influence on the Tropical Troposphere with High Resolution Large Ensemble Simulations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019 年 7 月, シンガポール, シンガポール
55. Oshima, N., K. Kaiho, K. Adachi, Y. Adachi, T. Mizukami, M. Fujibayashi, and R. Saito, Global Climate Change Driven by Soot Ejection Following the Asteroid Impact as the Cause of the Extinction of the Dinosaurs, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
56. Yoshida, K. and R. Mizuta, Influence of Sudden Stratospheric Warmings on the Tropical Troposphere with High Resolution Large Ensemble Simulations, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
57. Yayoi Harada, Relationship between the Boreal Summer Intra-seasonal Oscillation and the Stratospheric Quasi-Biennial Oscillation, 第 27 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
58. 楠 昌司, How will the onset and retreat of rainy season over East Asia change in future?, East Asian Climate 14th Workshop, 2019 年 4 月, 中国, 香港
59. Takaya, Y., and M. Yamaguchi, Drought monitoring and prediction using sub-seasonal predictions, Workshop on predictability, dynamics and applications research using the TIGGE and S2S ensembles, 2019 年 4 月, イギリス, レディング
60. Endo, H. and A. Kitoh, Distinguishing feature of the Asian summer monsoon response to global warming simulated by CMIP5 climate models, 14th East Asian Climate (EAC14) Workshop, 2019 年 4 月, China, Hong Kong

・国内の会議・学会等 : 184 件

1. 保坂征宏, 気候データ可視化システム CDVoB (仮称) の開発, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
2. 楠 昌司, 水田 亮, 仲江川敏之, 高分解能全球大気モデルの降水量再現性, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, 東京
3. 前田修平, 気候形成・変動に関する素朴な疑問 ~気候系監視・季節予報の現場の視点から~, 第 1 回気候形成・変動機構研究連絡会, 2019 年 10 月, 福岡
4. 釜堀弘隆, 藤部文昭, 松本 淳, 関東・東海地方の降水量観測データレスキュー, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
5. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Effective Radiative Forcing of Anthropogenic Gases and Aerosols in MRI-ESM2.0, 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, 2023 年 7 月, 埼玉県さいたま市
6. Masao Ishii, Katsuya Toyama, Yosuke Iida, Yoshiteru Kitamura, Hiroyuki Tsujino, Trends of CO₂ uptake by the Pacific Ocean, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市& オンライン
7. Kobayashi, C., and T., Iwasaki, Characteristics of the Brewer-Dobson circulation diagnosed from the JRA-3Q reanalysis and the impact of a global model of the data

- assimilation system, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
8. Oshima, N., M. Deushi, T. Aizawa, and S. Yukimoto, Impacts of Short-lived Climate Forcers on the Arctic Climate by MRI-ESM2.0 and Multi-model Analyses, Seventh International Symposium on Arctic Research (ISAR-7), 2023 年 3 月, 東京都立川市
 9. 高藪出、IPCC における情報の蒸留、都立大学第 3 回研究交流会、2023 年 2 月、東京都南大沢
 10. Yukiko Imada, How to attribute extreme events to climate change using climate model simulations, Climate Change and Human Health in Asia: Current Impacts, Future Risks, and Cobenefits, 2022 年 11 月, 東京
 11. Takayabu, I, Toward collaboraiton between climete projection and its utilization, 2022 年 11 月、東京国際フォーラム (東京都)
 12. 今田由紀子, イベント・アトリビューション〜異常気象に対する地球温暖化の影響を定量化する新手法. 気候非常事態宣言ネットワーク (CEN) 2 周年シンポジウム (テーマ: 気候非常事態宣言からカーボンニュートラル実行プランへ), 丸の内ビル, 2022 年 11 月 17 日, 東京都千代田区.
 13. Imada, Y., How to attribute extreme events to climate change using climate model simulations. 健康関連ワークショップ Climate Change and Human Health in Asia: Current Impacts, Future Risks, and Cobenefits, The Univ. of Tokyo, 2022 年 11 月 16 日, 東京都文京区
 14. 今田由紀子, タイムリーな EA に向けて ―令和 4 年 6〜7 月の熱波を例に―. 最新の成果を踏まえた気候変動予測・影響予測研究に関する研究集会〜気候変動予測と災害激甚化への適応〜 (兼 第 1 回先端プログラム・領域課題 3-4 連携研究会), 京都大学防災研究所, 2022 年 11 月 14 日, 京都府宇治市
 15. 高藪 出、気候予測研究と利活用研究の連携に向けて、日本気象学会 2022 秋大会、2022 年 10 月、北海道札幌市
 16. 今田由紀子, 近年の気候シミュレーションの技術革新がもたらす ENSO 研究の新展開. 気候形成・変動機構研究連絡会基調講演, 北海道大学, 2022 年 10 月 26 日, 北海道札幌市
 17. 今田由紀子, 小坂 優, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 日本に猛暑をもたらす“二段重ね高気圧”と台風の関係. 気象学会 2022 年度秋季大会, 北海道大学, 2022 年 10 月 25 日, 北海道札幌市
 18. 今田由紀子, 異常気象が異常でなくなる世界. 第 50 回日本救急医学会総会・学術集会 テーマ 1 「気候変動」, 京王プラザホテル, 2022 年 10 月 19 日, 東京都新宿区.
 19. Rodgers, K., O. Aumont, K. Toyama, L. Resplandy, M. Ishii, T. Nakano, D. Sasano, R. Yamaguchi, Drivers of low latitude marine primary productivity and export production, 2022 年度日本海洋学会秋季研究発表大会, 2022 年 9 月, 名古屋
 20. 所 立樹、中岡慎一郎、高尾信太郎、野尻幸宏、斉藤 秀、笹野大輔、小杉如央, Statistical analysis of temporal and spatial variations of air-water CO₂ flux in the Kuroshio region, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
 21. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, How can the double-ITCZ problem be alleviated in climate models?, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
 22. Harada, Y., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhiko, Evaluation of the JRA-3Q reanalysis using various observational datasets, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
 23. Kawai, H., and T. Koshiro, Do Low-level Clouds Strengthen Summertime Subtropical Highs?, International workshop for mid-latitude air-sea interaction, 2021 年 6 月, オンライン
 24. Imada, Y. and H. Kawase, Potential predictability of regional extreme events associated with large-scale variations in the tropical ocean, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン

25. Harada, Y., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, and T. Tokuhiko, Early results of the evaluation of the JRA-3Q reanalysis, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
26. Naoe, H., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhiko, and Y. Harada, Quality assessment of the third Japanese Reanalysis for Three Quarters of a Century (JRA-3Q) during a pre-satellite era, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, 千葉市
27. 原田やよい, 木下武也, 佐藤 薫, 廣岡俊彦, Characteristics of planetary-wave packet propagation during a major sudden stratospheric warming event in January 2021, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
28. 藤田 遼, 森本真司, 町田敏伸, 澤 庸介, 松枝秀和, 坪井一寛, 青木周司, 中澤高清, Carbon and hydrogen isotope ratios of methane in the upper troposphere/lowermost stratosphere over the Eurasian Continent, 「航空機観測による気候・地球システム科学研究の推進」研究集会, 2020 年 12 月, (オンライン)
29. Ryo Fujita, Heather Graven, Impact of atmospheric radiocarbon and stable isotope measurements on understanding the global CH₄ budget over 1750-2015, 第 25 回大気化学討論会, 2020 年 11 月, (オンライン)
30. Oshima, N., Development of the MRI Earth System Model (MRI-ESM2) and Evaluations of Radiative Effects of Black Carbon, The Workshop on Air Quality and Climate Research Across Scales, 2019 年 7 月, 東京都
31. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, Northern mid-latitude warming prolonged for more than 6 months in 2018 well-predicted by the JMA's operational seasonal prediction system, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
32. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 雲フィードバックの鉛直プロファイル解析, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 仙台市
33. 大島 長, 出牛 真, 行本誠史, 地球システムモデルによる大気環境と気候変動の予測, 第 64 回大気環境学会年会, 2023 年 9 月, 茨城県つくば市
34. 大島 長, 過去 200 年間のグリーンランドアイスコア観測と気象研究所地球システムモデル計算との比較, 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会」, 2023 年 8 月, (ハイブリッド)
35. 原田やよい, 木下武也, 佐藤 薫, 廣岡俊彦, 北半球冬季成層圏界面付近における極端に強い東風イベントの解析, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
36. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 気象庁現業季節予測システムにおける中緯度海洋前線帯の冬季北大西洋の季節内予測への影響, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
37. 高谷祐平, アジアモンスーンと台風の季節予報の進展, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
38. 平原翔二, 吉田康平, 出牛 真, 石井正好, 地上気圧に見られる半日周期大気潮汐と成層圏準 2 年周期振動との同期と乱れ, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
39. 小林ちあき, 岩崎俊樹, 再解析で表現される平均子午面循環の強度差の要因の考察 2, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
40. 吉田康平, 大規模アンサンブル実験から見える北半球冬季成層圏 対流圏結合, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
41. 平原翔二, 石井正好, 地上気圧の観測時刻と半日周期大気潮汐位相の整合性, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
42. 原田やよい, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 田中泰宙, JRA-3Q における降水量の品質評価, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
43. 石井正好, 釜堀弘隆, 川瀬宏明, 久保田尚之, 財城真寿美, 野沢 徹, 竹見哲也, 全球大気 60km 解像度気候再解析: OCADA, 日本気象学会 2023 年春季大会, 2023 年 5 月, (オンライン)

44. 尾瀬智昭, 遠藤洋和, 仲江川敏之, 夏季東アジアの海面気圧将来変化と近年の気候変動 (2), 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
45. 今田由紀子, 気候変動予測の不確実性と異常気象の考え方, 自然科学研究機構シンポジウム「自然の中に潜む不確実性とは何か? ~持続可能性を考える~」, 2023 年 3 月, 東京
46. 直江寛明, 足立恭将, 久保勇太郎, 気象庁現業季節予測システムを用いた中緯度海洋前線帯の冬季北大西洋の季節内予測への影響の評価, 中緯度大気海洋相互作用 hotspot2 研究集会, 2023 年 3 月, 福岡
47. 原田やよい, 木下武也, 佐藤 薫, 廣岡俊彦, 2021 年 1 月に発生した北半球大規模突然昇温における 惑星規模波束伝播の 特徴および成層圏における角運動量収支について, 第 9 回波と平均流の相互作用に関する研究会, 2023 年 2 月, 宮城県仙台市
48. 遠藤洋和, 鬼頭昭雄, 水田 亮, 尾瀬智昭, 東アジアの夏季降水量の将来変化における初夏と晩夏の違いについて, 長期予報研究連絡会 研究会「長期予報と大気大循環」, 2023 年 1 月, 東京都 (ハイブリッド)
49. 直江寛明, 対流圏ジェットの季節予測可能性に対する対流圏成層圏結合と中緯度海洋前線帯の役割 (その 1), 新学術領域研究「中緯度大気海洋」(気候系の Hotspot2) 第 4 回領域全体会議, 2022 年 12 月, 宇治
50. 原田やよい, 木下武也, 佐藤 薫, 廣岡俊彦, 2021 年 1 月に発生した北半球大規模突然昇温における 惑星規模波束伝播の特徴, 第 18 回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2022 年 12 月, 京都府宇治市
51. 今田由紀子, イベント・アトリビューション~異常気象に対する地球温暖化の影響を定量化する新手法, 気候非常事態宣言ネットワーク (CEN) 2 周年シンポジウム (テーマ: 気候非常事態宣言からカーボンニュートラル実行プランへ), 2022 年 11 月, 東京
52. 尾崎智乙, 森本真司, 藤田 遼, 梅澤 拓, Doug Worthy, 後藤大輔, カナダ・チャーチルにおける大気中のメタン濃度と その炭素・水素同位体比の変動, 第 27 回大気化学討論会 (2022), 2022 年 11 月, 茨城県つくば市
53. Ryo Fujita, Heather Graven, Giulia Zazzeri, Benjamin Hmiel, Vasili V. Petrenko, Andrew M. Smith, Global fossil methane emissions constrained by multi-isotopic atmospheric methane histories, 第 27 回大気化学討論会 (2022), 2022 年 11 月, 茨城県つくば市
54. 今田由紀子, 川瀬宏明, 竹見哲也, タイムリーな EA に向けて 一令和 4 年 6~7 月の熱波を例に, 最新の成果を踏まえた気候変動予測・影響予測研究に関する研究集会~気候変動予測と災害激甚化への適応~, 2022 年 11 月, 京都
55. 大島 長, アイスコアと気象研究所地球システムモデルによるエアロゾル沈着量の長期変化, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2022 年 11 月, 北海道函館市
56. 水田 亮, 牛島悠介, 遠藤洋和, 辻野博之, 吉田康平, 宮坂貴文, 石井正好, 海洋を同化した気候モデルによる, 21 世紀末までの 150 年連続アンサンブル実験, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
57. 黒田友二, 直江寛明, 成層圏変動の冬季極域対流圏気候への影響予測子としての役割, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
58. 神代 剛, 川合秀明, 野田 暁, 推定雲頂エントレインメント指標が正の下層雲量フィードバックを説明する, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
59. 行本誠史, 大島 長, 川合秀明, 出牛 真, 相澤拓郎, 北半球降水量の長期変化における半球間熱輸送と全球大気冷却の役割, 気象学会 2022 秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
60. 今田由紀子, 近年の気候シミュレーションの技術革新がもたらす ENSO 研究の新展開, 気候形成・変動機構研究連絡会, 2022 年 10 月, 札幌
61. 小松謙介, 高谷祐平, 豊田隆寛, 羽角博康, 海氷変動に対する冬季ユーラシア気温の応答評価 ~季節予報モデルを用いて~, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市

62. 石戸谷重之, 遠嶋康徳, 菅原 敏, 奈良英樹, 森本真司, 丹羽洋介, 後藤大輔, 石島健太郎, 坪井一寛, 青木伸行, 中岡慎一郎, 亀崎和輝, 豊田 栄, 辻野博之, 村山昌平, 気候変動と炭素・酸素循環の包括的評価を目指した大気主成分と極微量成分の長期広域観測, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
63. 石島健太郎, 町田敏暢, 丹羽洋介, 梅澤 拓, 笹川基樹, 坪井一寛, 澤 庸介, 藤田 遼, 松枝秀和, 眞木貴史, 田中泰宙, 中村 貴, 民間航空機観測により捉えられた米国西部森林火災由来 CO₂ 変動, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
64. 森本真司, 保田真人, 藤田 遼, 梅澤 拓, 後藤大輔, 青木周司, 西太平洋域及び極域での大気中 CH₄ 濃度とその炭素・水素同位体比の変動, 気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
65. 藤田 遼, 町田敏暢, 石島健太郎, 丹羽洋介, 梅澤 拓, 坪井一寛, 澤 庸介, 松枝秀和, 笹川基樹, 民間航空機による東京上空の CO₂ 濃度の長期観測と国内インベントリ監視への適用, 気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
66. 楠 昌司, 水田 亮, 仲江川敏之, 高解像度全球大気モデルによるパナマの降水量再現性, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
67. 小林ちあき, 原田やよい, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳広貴之, 行本誠史, 川合秀明, JRA-3Q の全球平均エネルギーバランス, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
68. 今田由紀子, 小坂 優, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 日本に猛暑をもたらす“二段重ね高気圧”と台風の関係, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌
69. 尾瀬智昭, 遠藤洋和, 仲江川敏之, 夏季東アジアの海面気圧将来変化と近年の気候変動, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌
70. 遠藤洋和, 鬼頭昭雄, 尾瀬智昭, 夏季東アジア降水量の将来変化: CMIP5/6 の違い, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
71. 直江寛明, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 田中泰宙, 徳広貴之, 原田やよい, 小林ちあき, 今田由紀子, 出牛 真, 気象庁長期再解析 (JRA-3Q) の表現と一貫性について, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
72. 今田由紀子, 異常気象が異常でなくなる世界, 第 50 回日本救急医学会総会・学術集会 テーマ 1 「気候変動」, 2022 年 10 月, 東京
73. 今田由紀子, イベント・アトリビューションー日本の大雨と台風ー, 報道関係者向けオンラインブリーフィング「気候変動は異常気象にどれくらい影響を及ぼしているのか」イベント・アトリビューション科学と報道, 2022 年 10 月, 東京
74. 小杉如央, 岡英太郎, 佐藤佳奈子, 定期海洋観測と BGC フロートによって定量された北西太平洋亜熱帯域の純一次生産の比較, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
75. 遠藤洋和, 鬼頭昭雄, 水田 亮, 尾瀬智昭, 東アジアの夏季降水量の将来変化における初夏と晩夏の違い, 東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター共同利用研究集会「多重階層結合系における対流圏大気現象の過去・現在・未来」, 2022 年 8 月, 岩手県大槌町
76. 川合秀明, 地球の温度上昇予測に大きなばらつきがあるのはなぜか?ー答えは, 雲ー, 日本気象学会第 56 回夏季大会, 2022 年 8 月, オンライン
77. 原田やよい, 木下武也, 佐藤 薫, 廣岡俊彦, 2021 年 1 月に発生した北半球大規模突然昇温における惑星規模波束伝播の特徴 (第 2 報), JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
78. 小野 恒, 石井雅男, 笹野大輔, 生物地球化学的変動から見る北太平洋亜熱帯モード水の分布過程, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
79. 今田由紀子, 最新の気候モデルが描き出す地球温暖化と日本の異常気象, 気象学会 2022 年度春季大会 真鍋淑郎先生ノーベル賞受賞記念特別公開シンポジウム, 2022 年 5 月, Tokyo

80. 小林ちあき, 岩崎俊樹, 再解析で表現される平均子午面循環の強度差の要因 –データ同化システムのグローバルモデル変更の影響–, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
81. 原田やよい, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳廣貴之, 様々な観測データセットを用いた JRA-3Q の品質評価, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
82. 直江寛明, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳廣貴之, 原田やよい, 小林ちあき, 今田由紀子, 気象庁長期再解析(JRA-3Q)非衛星時代の品質評価 (その 2), 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
83. Takayabu, I, Handshaking between projection data producers and users, JpGU U-10-1, 2022 年 5 月、千葉県千葉市
84. Imada, Y., H. Tsujino, G. Yamanaka, and S. Urakawa, Impact of tropical instability waves on large-scale atmospheric circulation. JpGU2022, Makuhari, Chiba, 2022 年 5 月, オンライン.
85. Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta, and T. Ose, Different future changes between early and late summer monsoon precipitation in East Asia, Seventh WMO International Workshop on Monsoons (IWM-7), 2022 年 3 月, (オンライン)
86. 直江寛明, 小林ちあき, 小寺邦彦, 黒田友二, 柴田清孝, 対流圏成層圏結合が対流圏ジェット変動に及ぼす影響と中緯度海洋前線帯の役割 (その 3), 新学術領域研究「中緯度大気海洋」(気候系の Hotspot2) 第 3 回領域全体会議 (virtual 会合), 2022 年 3 月, 福岡
87. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 気候モデルにおけるダブル ITCZ 問題はもししたら緩和できるか?, 第 13 回熱帯気象研究会, 2022 年 3 月, オンライン
88. 大島 長, 出牛 真, MRI-ESM2 でのエアロゾルと大気化学の評価, GCM 検討会+ESM 勉強会, 2022 年 3 月, オンライン, オンライン
89. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, 南大洋の雲は熱帯降水に影響するか?, 2021 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2022 年 2 月, オンライン
90. 今田由紀子, 川瀬宏明, 地球温暖化と日本の豪雨, 地盤工学会 2021 年度第 2 回 宅地地盤の評価に関する最近の知見講習会, 2022 年 1 月, (オンライン)
91. 今田由紀子, 川瀬宏明, 高解像度のラージアンサンブルシミュレーションによって見積もられる局所的な大雨の発生確率の季節予測可能性, 令和 3 年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2022 年 1 月, 東京都
92. 今田由紀子, 川瀬宏明, 気候変動と異常気象。近年の猛暑、豪雨は人間のせい?, JpGU 高校生のための冬休み講座, 2021 年 12 月, (オンライン)
93. 今田由紀子, 川瀬宏明, 豪雨と気候変動の関係を探る「イベント・アトリビューション」, 令和 3 年度気候講演会, 2021 年 12 月, (オンライン)
94. 小畑 淳, 地球システムモデルで探る火山噴火の気候と生態系への影響, 令和 3 年度気象研究所研究成果発表会, 2021 年 12 月, つくば市
95. 今田由紀子, 川瀬宏明, 高解像度のラージアンサンブルシミュレーションによって見積もられる豪雨の発生頻度の季節予測可能性, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
96. 直江寛明, 小林ちあき, 前田修平, 南半球成層圏突然昇温と対流圏の予測可能性について, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
97. 遠藤洋和, 梅雨と秋雨の過去 120 年間の長期変動, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
98. 尾瀬智昭, 遠藤洋和, 高谷祐平, 仲江川敏之, 前田修平, 夏季東アジアにおける海面気圧将来変化のパターン分析 –CMIP 6 と CMIP 5 の比較–, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
99. 直江寛明, 榎本 剛, 今田由紀子, 北半球夏季のダブルジェットと移動性擾乱, 第 17 回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2021 年 11 月, 京都府宇治市

100. 今田由紀子, 長谷川聡, 塩竈秀夫, 森 正人, 建部晶洋, 渡部雅浩, 日本の地表面気温変動における中緯度大気海洋結合の役割~Event Attributionにおける大気海洋結合作用の重要性~, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
101. 小杉如央, 小野 恒, 石井雅男, 亜熱帯モード水形成域における大気海洋間 CO₂ 分圧差の季節変動拡大, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
102. 大島 長, アイスコア観測と全球モデル計算との比較, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2021 年 9 月, オンライン
103. 町田敏暢, 丹羽洋介, 松枝秀和, 梅澤 拓, 坪井一寛, 石島健太郎, 藤田 遼, 澤 庸介, 笹川基樹, 民間航空機による大気中 CO₂ 観測の新たな展開, 日本地球化学会第 68 回年会 (2021), 2021 年 9 月, (ハイブリッド)
104. 大島 長, 気象研究所地球システムモデルを用いた北極気候研究 (放射強制力、20 世紀前半の北極温暖化、COVID-19 による気候影響評価), ArCS II 第 2 回全体会合, 2021 年 6 月, (オンライン)
105. Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta, and T. Ose, Different future changes between early and late summer monsoon precipitation in East Asia, JpGU 2021, 2021 年 6 月, オンライン
106. 辻野博之, 遠山勝也, 中野英之, 西川史朗, 杉山 徹, 西川 悠, 石川洋一, 海洋モデルの水平解像度の向上による北太平洋の海洋生物地球化学シミュレーションの改善, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
107. 吉田康平, 水田 亮, 成層圏突然昇温は熱帯対流活動を励起するか? ~大規模アンサンブルシミュレーションからの視座~, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
108. 小林ちあき, 前田修平, 2019 年南半球成層圏突然昇温後の対流圏における負の南極振動の持続と季節予測可能性, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
109. Niwa Y., Machida T., Umezawa T., Tsuboi K., Ishijima K., Fujita R., Matsueda H., Saito T., Asian methane outflow captured by the CONTRAIL flask air samplings, JpGU Meeting 2021 (2021), 2021 年 5 月, (ハイブリッド)
110. Ryo Fujita and Heather Graven, Lower anthropogenic fossil CH₄ emissions inferred from multi-isotopic constraints on the global CH₄ budget, JpGU Meeting 2021 (2021), 2021 年 5 月, (ハイブリッド)
111. 川合秀明, 気候モデルにおける南大洋の雲, 国立極地研究所気水圏コロキウム, 2021 年 5 月, オンライン
112. 川合秀明, 神代 剛, 行本誠史, MRI-ESM2 における南大洋の短波放射バイアスとダブル ITCZ 問題の関係, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
113. 遠藤洋和, 鬼頭昭雄, 水田 亮, 尾瀬智昭, 東アジアの夏季降水量の将来変化: 初夏と晩夏の違い, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, (オンライン)
114. 原田やよい, 遠藤洋和, 竹村和人, 令和 2 年 7 月豪雨時における大気循環場の特徴と過去の大雨事例との比較, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
115. 原田やよい, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳広貴之, JRA-3Q 長期再解析の初期評価結果, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
116. 田中泰宙, 弓本桂也, 吉田真由美, 村上 浩, 永尾 隆, GCOM-C SGLI エーロゾルデータ同化・予測の実証実験, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
117. 高谷祐平, 石川一郎, 小林ちあき, 遠藤洋和, 尾瀬智昭, 2020 年の活発な梅雨・メイユに対するインド洋の影響, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
118. 直江寛明, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳広貴之, 原田やよい, 気象庁長期再解析 (JRA-3Q) 非衛星時代の品質評価, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
119. 小林ちあき, 岩崎俊樹, JRA-3Q で表現された平均子午面循環の特徴, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン

120. 直江寛明, 小林ちあき, 原田やよい, 対流圏成層圏結合が対流圏ジェット変動に及ぼす影響と中緯度海洋前線帯の役割 (その2), 新学術領域研究「中緯度大気海洋」(気候系の Hotspot 2) 第2回領域全体会議 (virtual 会合), 2021 年3月, 横浜
121. 遠藤洋和, 梅雨と秋雨の過去 120 年間の長期変動, 研究会「長期予報と大気大循環」, 2021 年1月, オンライン
122. 今田由紀子, 川瀬宏明, 近年の日本の豪雨や高温事例に地球温暖化が与えた影響～d4PDF による Event Attribution 研究の進展, 令和2年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2021 年1月, オンライン
123. 今田由紀子, 2019/2020 年の大暖冬のイベント・アトリビューション, 第16回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2020 年12月, 京都府宇治市
124. 原田やよい, 遠藤洋和, 竹村和人, 令和2年7月豪雨時における大気循環場の特徴と過去の大雨事例との比較, 第16回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2020 年12月, 京都府宇治市
125. 小林ちあき, 前田修平, 2019年南半球成層圏突然昇温後の対流圏における負の南極振動, 第16回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2020 年12月, 京都府宇治市
126. 直江寛明, 榎本 剛, 今田由紀子, 夏季のダブルジェットの力学変動, 第16回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2020 年12月, 京都府宇治市
127. 辻野博之, 小室芳樹, 浦川昇吾, 海洋モデル相互比較プロジェクトと日本からの貢献, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年11月, オンライン
128. 小野 恒, 石井雅男, 飯田洋介, 延与和敬, 笹野大輔, 西部北太平洋亜寒帯域における表面海水中全炭酸濃度の増加傾向, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年11月, オンライン
129. 小杉如央, 小野 恒, 延与和敬, 石井雅男, 気象庁観測船による 2010 年代の北西太平洋亜熱帯域における全アルカリ度観測結果, 日本海洋学会 2020 年度秋季大会, 2020 年11月, オンライン
130. 大島 長, 行本誠史, 出牛 真, 神代 剛, 川合秀明, 田中泰宙, 吉田康平, 気象研究所地球システムモデルを用いた人為起源気体とエアロゾルによる有効放射強制力の推定, 第25回大気化学討論会, 2020 年11月, 名古屋市
131. 石戸谷重之, 遠嶋康徳, 石島健太郎, 菅原 敏, 丹羽洋介, 後藤大輔, 村山昌平, 坪井一寛, 青木伸行, 中村 貴, 大気中アルゴン・窒素比を用いた大気ポテンシャル酸素の変動要因の評価ー季節変動と緯度分布ー, 第25回大気化学討論会, 2020 年11月, 千葉
132. 小林ちあき, 前田修平, 2019年南半球成層圏突然昇温後の負の南極振動の持続(その2), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
133. 直江寛明, 小林ちあき, 原田やよい, 今田由紀子, 前田修平, 廣岡俊彦, 2019 年南半球 SSW の波動伝播特性とダブルジェット, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
134. 原田やよい, 遠藤洋和, 竹村和人, 西日本の大雨時における大気大循環場の特徴 ～平成30年7月豪雨との比較～ (第2報), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
135. 川合秀明, 神代 剛, 亜熱帯下層雲の放射冷却は夏季の亜熱帯高気圧を強化するか?, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
136. 川合秀明, 神代 剛, 遠藤洋和, 荒川 理, 全球の海霧の分布とその温暖化時の変化, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
137. 高谷祐平, 齊藤直彬, 石川一郎, ENSOーアジアモンスーン関係の再考, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年10月, オンライン
138. 直江寛明, 対流圏成層圏結合が対流圏ジェット変動に及ぼす影響と中緯度海洋前線帯の役割 (その1), 新学術領域研究「中緯度大気海洋」(気候系の Hotspot2) 第1回領域全体会議 (virtual 会合), 2020 年9月, 横浜
139. 今田由紀子, 2020 年梅雨前線豪雨の特徴と近年の異常気象について, 2020 年梅雨前線がもたらした中国・日本の大水害シンポジウム, 2020 年8月, オンライン

140. 小杉如央、広瀬成章、豊田隆寛、石井雅男、栄養塩をトレーサーとした日本海中層水に含まれる淡水起源の推定, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
141. 尾瀬智昭、遠藤洋和、仲江川敏之、日本域の季節平均気圧配置の将来変化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
142. 小林ちあき、前田修平、2019 年南半球成層圏突然昇温後の負の南極振動の持続, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
143. 遠藤洋和、鬼頭昭雄、水田 亮、尾瀬智昭、高解像度 MRI-AGCM による東アジアの夏季降水量の将来変化と不確実性, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
144. 小畑 淳、辻野博之、将来温暖化時の旱魃、飢饉を地球システムモデルで探る, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
145. 原田やよい、遠藤洋和、竹村和人、西日本の大雨時における大気大循環場の特徴～平成 30 年 7 月豪雨との比較～(第 2 報), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
146. 遠藤洋和、地球温暖化によるアジアの降水変化 ～日本の梅雨はどうなる?～, 令和元年度気象研究所研究成果発表会, 2019 年 12 月, 東京都千代田区
147. 竹村和人、向川 均、前田修平、夏季日本付近におけるロスビー波の碎波頻度と関連する大気循環, 日本気象学会研究連絡会「長期予報と大気大循環」, 2019 年 12 月, 東京
148. 小林ちあき、石川一郎、季節予測システムで予測された 2018 年北半球中緯度高温偏差, 研究会「長期予報と大気大循環」, 2019 年 12 月, 東京都千代田区
149. 遠藤洋和、世界、日本、茨城の気候変化と将来予測, つくば市谷田部地区シルバークラブ連合会第 2 回シルバー教室, 2019 年 11 月, つくば市
150. 今田由紀子、異常気象と地球温暖化の関係を解き明かす新手法～イベント・アトリビューション～, 三重県気候講演会『地球温暖化によって 猛暑・豪雨・台風はどうなるのか』, 2019 年 11 月, 津
151. 原田やよい、遠藤洋和、西日本の大雨時における大気大循環場の特徴, 第 15 回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2019 年 11 月, 京都府宇治市
152. 吉田康平、成層圏突然昇温は熱帯の対流を促進するか?, 異常気象研究会 2019・第 7 回観測システム・予測可能性研究連絡会「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」, 2019 年 11 月, 京都府宇治市
153. 小林ちあき、石川一郎、2018 年の北半球中緯度高温偏差, 異常気象研究会 2019・第 7 回観測システム・予測可能性研究連絡会「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」, 2019 年 11 月, 京都府宇治市
154. 直江寛明、夏季亜寒帯ジェット上のロスビー波伝播, 第 15 回「異常気象と長期変動」(異常気象研究会), 2019 年 11 月, 京都府宇治市
155. 大島 長、SE-Dome コアによるエアロゾルデータベースのモデル研究への適用・応用と MRI-ESM2 による放射強制力の推定, グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会, 2019 年 11 月, 北海道札幌市
156. 水田 亮、極端降水将来変化の再現期間・時間スケールによる違い, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
157. 尾瀬智昭、CMIP5 モデルの夏季東アジア現在気候再現性と降水量将来変化 (その 2), 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
158. 中川友進、尾上洋介、川原慎太郎、荒木文明、小山田耕二、松岡大祐、石川洋一、藤田実季子、杉本志織、岡田靖子、川添 祥、渡辺真吾、石井正好、水田 亮、村田昭彦、川瀬宏明、大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
159. 直江寛明、吉田康平、QB0i 実験における Holton-Tan メカニズムの温暖化応答, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市

160. 原田やよい, 成層圏準2年周期振動と北半球夏季季節内振動との関係, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
161. 神代 剛, 川合秀明, 行本誠史, 新しい統合的推定指標で理解される亜熱帯海洋下層雲フィードバック, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
162. 小林ちあき, 石川一郎, 藤井陽介, 結合同化システムの短期再解析実験における降水量とSST、海面フラックスとの関係, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
163. 小杉如央, 石井雅男, 笹野大輔, 安田一郎, 大気・下層・水平方向への酸素フラックスから定量化した亜熱帯貧栄養域の新生産, 日本海洋学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 富山市
164. 小埜恒夫, 伊藤大樹, 小杉如央, 中岡慎一郎, 黒潮大蛇行期における夏季黒潮内側域の pCO_2 空間変動, 日本海洋学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 富山市
165. 大島 長, MRI-ESM2でのエアロゾルコンポーネント, 第一回気候モデル開発コンソーシアム, 2019年9月, 東京
166. 小林ちあき, 2018年夏季の北半球中緯度高温偏差, 第8回波と平均流の相互作用に関する研究会, 2019年9月, 新潟県新潟市
167. 原田やよい, 西日本の大雨時における大気大循環場の特徴, 第8回波と平均流の相互作用に関する研究会, 2019年9月, 新潟県新潟市
168. 今田由紀子, 異常気象における温暖化の寄与, 日本気象学会関西支部第41回夏季大学, 2019年8月, 京都
169. 今田由紀子, 異常気象における温暖化の寄与, 筑波大学エクステンションプログラム, 2019年6月, 東京
170. 今田由紀子, 異常気象と地球温暖化, 環境プランニング学会2019年春季学術講演会, 2019年6月, 東京
171. 大島 長, 田中泰宙, 神代 剛, 出牛 真, 相澤拓郎, 保坂征宏, 川合秀明, 行本誠史, 飯塚芳徳, 東久美子, 青木輝夫, 気象研究所地球システムモデルによる過去再現実験での北極域のエアロゾルと気候変動, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
172. 前田修平, ENSOに伴う気候システム変動の諸相, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
173. 小杉 如央, 辻野博之, 石井雅男, pCO_2 データベースに基づく沖縄本島周辺の海洋酸性化現状把握と将来予測, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
174. 中川友進, 川原慎太郎, 荒木文明, 松岡大祐, 石川洋一, 藤田実季子, 杉本志織, 岡田靖子, 川添祥, 渡辺真吾, 石井正好, 水田 亮, 村田昭彦, 川瀬宏明, 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉市
175. 高谷祐平, 2018年夏季の活発な台風活動に対する太平洋南北モードの影響, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京
176. 小畑 淳, 辻野博之, 行本誠史, 旱魃、飢饉を地球システムモデルで探る, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
177. 尾瀬智昭, CMIP5 モデルの夏季東アジア現在気候再現性と降水量将来変化, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
178. 原田やよい, 遠藤洋和, 西日本の大雨時における大気大循環場の特徴, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
179. 小林ちあき, 石川一郎, 結合モデルで予測された半年以上継続する2018年北半球中緯度高温偏差, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
180. 今田由紀子, 渡部雅浩, 川瀬宏明, 塩竈秀夫, 荒井美紀, 2018年7月の猛暑と地球温暖化, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
181. 村田文絵, 松山沙紀, 井上達斗, 栗山匡一郎, 釜堀弘隆, 松本 淳, 長期日降水量データを用いた四国の降水特性の解析, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都

182. 村治能孝, 松本 淳, 井上知栄, 久保田尚之, 山本晴彦, 小林 茂, 赤坂郁美, 釜堀弘隆, 20 世紀前半の紙及び画像気象資料の数値化, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
183. 松本 淳, 井上知栄, 藤部文昭, 濱田純一, 林 泰一, 寺尾 徹, 村田文絵, 久保田尚之, 赤坂郁美, 釜堀弘隆, 遠藤伸彦, 山本晴彦, 小林 茂, 村治能孝, ACRE-Japan・データレスキューによるアジアモンスーンの長期変動の解明, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
184. 今田由紀子, 異常気象と地球温暖化 両者の関連を解き明かす新手法～イベント・アトリビューション～, 気象研究所一般公開特別講演, 2019 年 4 月, 茨城県つくば市

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等 : 53 件

1. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Effect of SST-front on the sub-seasonal prediction in North Atlantic winter circulation using the JMA operational seasonal prediction system, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
2. Takaya, Y., K. K. Komatsu, T. Toyoda, and H. Hasumi, A submonthly scale causal relation between snow cover and surface air temperature on the autumnal Eurasian continent, WWRP/WCRP S2S Summit, 2023 年 7 月, イギリス, レディング
3. Masao Ishii, H. Ono, N. Kosugi, K. Toyama, H. Tsujino, D. Sasano, K. Enyo, Y. Iida, K. Nemoto, JMA's shipboard monitoring of CO₂ in the ocean and in the atmosphere in the western North Pacific, WMO International Greenhouse Gas Monitoring Symposium, 2023 年 1 月, スイス, ジュネーブ
4. Naoe, H., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Y. Tanaka, T. Tokuhiro, Y. Harada, C. Kobayashi, Y. Imada, M. Deushi, Representation and Consistency of the Latest Japanese Reanalysis for Three Quarters of a Century (JRA-3Q), AGU Fall Meeting 2022, 2022 年 12 月, 米国, シカゴ&オンライン
5. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, Response of Eurasian Temperature to Barents-Kara Sea Ice: Evaluation by Multi-Model Seasonal Predictions, 第 13 回極域科学シンポジウム, 2022 年 11 月, (ハイブリッド)
6. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 6th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models, 2022 年 11 月, イギリス, レディング
7. Harada, Y., T. Kinoshita, K. Sato, and T. Hirooka, Characteristics of planetary-wave packet propagation during a major sudden stratospheric warming event in January 2021, SPARC 2022 7th General Assembly (GA), 2022 年 10 月, オンライン (ボルダー、レディング、青島)
8. Naoe, H. and K. Shibata, Decadal variations of the quasi-biennial oscillation (QBO) in the equatorial stratosphere, SPARC 2022 7th General Assembly (GA), 2022 年 10 月, オンライン (ボルダー、レディング、青島)
9. Yoshida, K., The polar stratosphere-troposphere coupling variation with El Niño Southern Oscillation and Quasi-Biennial Oscillation in large-ensemble simulations, SPARC 2022 7th General Assembly (GA), 2022 年 10 月, オンライン (ボルダー、レディング、青島)
10. Kobayashi, C., S. Maeda, Seasonal Predictability of the Negative Antarctic Oscillation after the 2019 Southern Hemisphere Stratospheric Sudden Stratospheric Warming, SPARC 2022 7th General Assembly (GA), 2022 年 10 月, オンライン (ボルダー、レディング、青島)

11. Komatsu, K., Y. Takaya, T. Toyoda, and H. Hasumi, , Response of winter Eurasian temperature to Barents-Kara sea ice conditions: Evaluation by multi-model seasonal predictions, Year of Polar Prediction Final Summit 2022, 2022年8月, (ハイブリッド)
12. Naoe, H., C. Kobayashi, and S. Maeda, The 2019 Stratospheric Sudden Warming in the Southern Hemisphere and Predictability in the Extratropical Troposphere , AGU Fall Meeting 2021, 2021年12月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
13. C. Kobayashi, T. Iwasaki, S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhiko, Y. Harada and H. Naoe, Brewer-Dobson circulation diagnosed from JRA-3Q, AGU Fall Meeting 2021, 2021年12月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
14. Oshima, N., S. Yukimoto, M. Deushi, T. Koshiro, H. Kawai, T. Y. Tanaka, and K. Yoshida, Global and Arctic effective radiative forcing of anthropogenic gases and aerosols in MRI-ESM2.0, Tri-MIPathlon-3, 2021年12月, イギリス, (オンライン)
15. Naoe, H., T. Maki, M. Deushi, and K. Ueno, Bias Correction of Multi-Sensor Satellite-Acquired Total Column Ozone, Quadrennial Ozone Symposium (QOS 2021), 2021年10月, 韓国, ソウル (オンライン)
16. Imada, Y., and H. Kawase, Long-term potential predictability of regional extreme events in East Asia estimated from a high-resolution large ensemble, WCRP workshop on attribution of multi-annual to decadal changes in the climate system, 2021年9月, (オンライン)
17. Harada, Y., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, and T. Tokuhiko, Early results of the evaluation of the JRA-3Q reanalysis, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, Germany, Bonn
18. Naoe, H., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhiko, Y. Harada, C. Kobayashi, Evaluation of the latest Japanese Reanalysis for three quarters of a century (JRA-3Q) during a pre-satellite era, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, Germany, Bonn
19. Kawai, H., T. Koshiro, and S. Yukimoto, Does the reduction in the Southern Ocean radiation bias alleviate the double-ITCZ problem?, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2021年9月, オンライン
20. Naoe, H., T. Hirooka, Y. Harada, C. Kobayashi, Y. Imada, and S. Maeda, Characteristics of a pronounced Antarctic stratospheric warming in September 2019, International workshop for mid-latitude air-sea interaction: advancing predictive understanding of regional climate variability and change across timescales, 2021年6月, オンライン, 札幌
21. Ono, H., M. Ishii, Y. Iida, K. Enyo, D. Sasano, Relationship between the variability in dissolved inorganic carbon in surface seawater and the formation volume of subtropical mode water along the 137° E line, International workshop for mid-latitude air-sea interaction, 2021年6月, オンライン
22. Toyama, K., Late-winter glider observation of upper ocean responses to weather disturbances in the western subtropical North Pacific, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
23. Kosaka, Y., Y. Takaya, M. Watanabe, S. Maeda, The Pacific-Indian Ocean coupling and seasonal prediction of the Asian summer climate, WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins, 2021年2月, オンライン
24. Takaya, Y., N. Saito, I. Ishikawa, S. Maeda, Two Tropical Routes for the Remote Influence of the Northern Tropical Atlantic on the Indo-western Pacific Summer Climate, WCRP-CLIVAR Workshop on Climate Interactions among the Tropical Basins, 2021年2月, オンライン

25. Kobayashi, C., and I. Ishikawa, Prolonged Northern-Mid-Latitude Tropospheric Warming in 2018 Well Predicted by the JMA Operational Seasonal Prediction System, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
26. Naoe, H., T. Hirooka, C. Kobayashi, Y. Harada, Y. Imada, and S. Maeda, Wave Guide of the 2019 Stratospheric Sudden Warming and Tropospheric Double Jets in the Southern Hemisphere, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual
27. Mizuta, R. and H. Endo, Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble and their dependence on return periods, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
28. Ganeshi, N., M. Mujumdar, R. Krishnan, M. Goswami, Y. Takaya and T. Terao, Understanding the impact of soil moisture variations on temperature extremes over the Indian region, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
29. Kobayashi, C. and S. Maeda, Persisted negative Antarctic oscillations after sudden stratospheric warming in the Southern Hemisphere in 2019, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
30. Taichu Y Tanaka, Keiya Yumimoto, Mayumi Yoshida, Hiroshi Murakami, Takashi M. Nagao, Megumi Okata, Aerosol data assimilation experiment using GCOM-C SGLI aerosol product, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
31. 吉田康平, Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
32. Yayoi Harada, Relationship between the Boreal Summer Intra-seasonal Oscillation and the Stratospheric Quasi-Biennial Oscillation, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉市幕張
33. Tsujino, H., A. Obata, S. Yukimoto, M. Hosaka, T. Tanaka, K. Toyama, T. Koshiro, S. Urakawa, H. Nakano, Evaluation of carbon cycles in a suite of CMIP6-C4MIP experiments by Meteorological Research Institute Earth System Model version 2.0 (MRI-ESM2.0), JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉県千葉市
34. Kawai, H., and T. Koshiro, Stability Index for Marine Low Cloud Cover over the Mid-latitudes, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
35. Mizuta, R., Projected changes in extreme precipitation in a 60-km AGCM large ensemble and their dependence on return periods, Joint SPARC Dynamics & Observations Workshop - QBOi, FISAPS & SATIO-TCS, 2020 年 2 月, 京都府京都市
36. Urakawa, S., H. Tsujino, H. Nakano, T. Toyoda, K. Sakamoto, and G. Yamanaka, Water mass transformation by surface buoyancy flux in the Southern Ocean and its possible impact on AMOC in CMIP6 experiments of JMA/MRI, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
37. Toyama, K., H. Ono, N. Kosugi, H. Tsujino, M. Ishii, Glider observation of an eastward moving anticyclonic eddy in the western North Pacific, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ
38. 6. Yamanaka, G., H. Nakano, T. Toyoda, K. Sakamoto, S. Urakawa, H. Tsujino, S. Nishikawa, T. Wakamatsu and Y. Ishikawa, Assessing future climate changes in the northwestern North Pacific around Japan using a high-resolution regional ocean model, Ocean Science Meeting 2020, 2020 年 2 月, 米国, サンディエゴ
39. Rodgers, K.B., M. Ishii, T.L. Frölicher, S. Schlunegger, O. Aumont, K. Toyama, and R. Slater, Coupling of Surface Ocean Heat and Carbon Perturbations Over the Subtropical Cells under 21st Century Climate Change, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020 年 2 月, アメリカ, サンディエゴ

40. Takano, Y., J. Tjiputra, J. Schwinger, M. Gröger, J. Hieronymus, T. Koenigk, S. Berthet, R. Séférian, L. Bopp, A. Yool, J. Palmieri, M. Watanabe, S. Urakawa, H. Nakano, H. Tsujino, M. C. Long, J. P. Krasting, J. P. Dunne, and T. Ilyina, Ocean Modeling Perspectives of Multi-Decadal Ocean Deoxygenation and Heat Content Evolutions, Ocean Sciences Meeting 2020, 2020年2月, アメリカ, サンディエゴ
41. Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo, and O. Arakawa, Mechanisms of Changes in Marine Fog in CMIP5 Multi-Model Simulations, AGU Fall Meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
42. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based database system for large volume climate data, VizAfrica Botswana 2019, 2019年11月, ボツワナ, ハボローネ
43. Yoshida, K., Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics?, Workshop: Stratospheric predictability and impact on the troposphere, 2019年11月, イギリス, レディング
44. Yukiko Imada, Extreme weather and climate change ~How to detect a signal of change in atmospheric noises~, 3rd UK-Japan Frontiers of Science Symposium, 2019年11月, 千葉県浦安市
45. Naoe, H. and K. Yoshida, Holton-Tan mechanism in the effect of the QBO on the polar vortex in MRI-ESM 2.0 QBOi experiments, 大気力学変動モデル相互比較プロジェクト (DynVarMIP), 2019年10月, スペイン, マドリード
46. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based retrieval system for conventional and machine learning methods to analyze large volume climate data, The 9th International Workshop on Climate Informatics, 2019年10月, フランス, パリ
47. Koshiro, T., H. Kawai, and S. Yukimoto, Can low cloud feedback be explained based on low cloud indices?, CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation, and Climate Sensitivity, 2019年10月, ギリシャ, ミコノス
48. Mizuta, R., Changes in very extreme precipitation due to global warming in a large ensemble by 60-km AGCM, The Large Ensembles Workshop, 2019年7月, アメリカ, ボルダー
49. Naoe, H. and K. Yoshida, Influences of Quasi-Biennial Oscillation on the Extratropical Stratosphere in the Northern Hemisphere Winter Using MRI-ESM2.0 in QBOi Experiments, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019年7月, カナダ, モントリオール
50. Hisashi Ono, Masao Ishii, Toshinori Aoyagi, Acceleration of ocean acidification in the western North Pacific, The 50th session of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, UNFCCC, 2019年6月, ドイツ, ボン
51. 小野 恒, 石井雅男, 飯田洋介, 延与和敬, 笹野大輔, 東経137度線における表面海水中全炭酸濃度の変動と亜熱帯モード水形成量との関係, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
52. Endo, H., A. Kitoh, R. Mizuta and T. Ose, Future changes in East Asian summer monsoon precipitation and their uncertainty in 60km-mesh MRI-AGCM ensemble simulations. JpGU-AGU Joint Meeting 2020, JpGU-AGU Joint Meeting 2020, 2020年7月, オンライン
53. 小野 恒, 石井雅男, 谷崎知穂, 飯田洋介, 延与和敬, 笹野大輔, 東経165度線における表面海水中全炭酸濃度の変動と東経137度線との比較, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン

・国内の会議・学会等：33 件

1. Masao Ishii, N. Kosugi, K. Toyama, H. Ono, D. Sasano, K. Sato, S. Hosoda, E. Oka, A profiling float equipped with pH and O₂ sensors revealed seasonal variability of DIC in the upper layer of the western North Pacific subtropical region, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山県富山市
2. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Subseasonal forecast response to ocean-model resolution in the North Atlantic winter in a JMA seasonal prediction system, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
3. Naoe, H., F. Serva, M. Taguchi, J. L. Garcia-Franco, C.-H. Park, J. Anstey, Teleconnections of the quasi-biennial oscillation in multi-model QBOi-ENSO simulations, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
4. Masao Ishii, Naohiro Kosugi, Katsuya Toyama, Hisashi Ono, Daisuke Sasano, Kanako Sato, Shigeki Hosoda, Eitarou Oka, Argo float equipped with pH and O₂ sensors revealed seasonal variability of DIC in the upper layer of the ocean, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
5. Naoe, H., Y. Adachi, and Y. Kubo, Effect of SST-front on the sub-seasonal prediction in North Atlantic winter circulation using the JMA operational seasonal prediction system, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
6. Koshiro, T., H. Kawai, and A. T. Noda, Estimated cloud-top entrainment index explains positive low-cloud-cover feedback, 第 2 回 EarthCARE モデリングワークショップ, 2023 年 3 月, 静岡県伊豆市
7. Naoe, H., S. Kobayashi, Y. Kosaka, J. Chiba, T. Tokuhiko, Y. Harada, C. Kobayashi, Y. Imada, Evaluation of the latest Japanese Reanalysis for three quarters of a century (JRA-3Q) during a pre-satellite era (part 2), JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
8. 直江寛明, 榎本 剛, 今田由紀子, Dynamical variability of the double-jet structure in the Northern Hemisphere summer, 令和 2 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2021 年 2 月, 京都府宇治市
9. Inai, Y., S. Chida, S. Morimoto, S. Murayama, S. Aoki, T. Nakazawa, T. Machida, H. Matsueda, Y. Sawa, K. Tsuboi, K. Katsumata, R. Fujita, Seasonal variations of ¹⁸O and ¹³C of CO₂ in the upper troposphere and lower stratosphere over Siberia, 第 11 回極域科学シンポジウム, 2020 年 11 月, 東京都
10. Imada Y., H. Kawase, M. Watanabe, and I. Takayabu, Impact of tropical Pacific sea surface temperature on the regional heavy rainfall events in Japan, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
11. 浦川昇吾, 中野英之, 辻野博之, 坂本 圭, 豊田隆寛, 山中吾郎, Influence of enhanced deep circulation due to geothermal heat on biogeochemical cycle in the Pacific Ocean, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
12. 吉田康平, 大規模アンサンブルデータによる北半球冬季成層圏対流圏結合, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
13. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 小寺邦彦, 中緯度海洋前線の予測への影響評価ー冬季の大西洋領域の季節内予測ー, Hotspot2 領域全体会議ポスターセッション, 2022 年 11 月, オンライン
14. 足立恭将, 直江寛明, 久保勇太郎, 小寺邦彦, 中緯度海洋前線の予測への影響評価-2020 年 2 月の大西洋サイクロン事例-, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
15. 竹村和人, 前田修平, 山田 賢, 直江寛明, 向川 均, JMA/MRI-CPS3 における夏季日本付近での碎波頻度の季節予測可能性, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市

16. 山田 賢, 前田修平, 竹村和人, 直江寛明, JMA/MRI-CPS3 再予報データにおける黒潮・メキシコ湾流の同期現象の再現性と予測精度, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
17. 原田やよい, 釜堀弘隆, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳廣貴之, JRA-3Q の赤道波・熱帯低気圧の表現性能評価 (第 2 報), 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
18. 柴田清孝, 直江寛明, 成層圏準二年振動(QB0)の十年規模振幅変調, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
19. 小野 恒, 遠山勝也, 石井雅男, 笹野大輔, 亜熱帯モード水形成域と分布域との物理・生物地球化学的つながり, 日本海洋学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 9 月, 名古屋市&オンライン
20. 原田やよい, 釜堀弘隆, 古林慎哉, 高坂裕貴, 千葉丈太郎, 徳廣貴之, JRA-3Q 長期再解析の赤道波・熱帯低気圧の表現性能評価, 日本気象学会秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
21. 小林ちあき, 前田修平, 南半球成層圏突然昇温後の負の南極振動の季節予測可能性, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
22. 行本誠史, 大島 長, 相澤拓郎, CMIP6 モデルによる北半球平均降水量の長期変化, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
23. 小畑 淳, 辻野博之, 地球システムモデルの土地利用と凶作, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
24. 尾瀬智昭, 遠藤洋和, 仲江川敏之, 夏季日本域月別海面気圧の近年「トレンド」と温暖化予測, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
25. 小野 恒, 石井雅男, 笹野大輔, 東経 165 度線の亜熱帯モード水における全炭酸濃度の経年変動, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 9 月, オンライン
26. 尾瀬智昭, 遠藤洋和, 仲江川敏之, 海面気圧の類似年による盛夏期日本の将来気候変化推定, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, 茨城県つくば市
27. 石島健太郎, 坪井一寛, 松枝秀和, 田中泰宙, 眞木貴史, 中村 貴, 丹羽洋介, 日本周辺における大気中ラドン濃度の短周期変動, 第 25 回大気化学討論会, 2020 年 11 月, 千葉
28. 田中泰宙, 辻野博之, 足立恭将, 小畑 淳, 中野英之, 保坂征宏, 神代 剛, 行本誠史, 地球システムモデルによる CMIP6 実験での大気 CO₂ 分布再現性の評価, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
29. 今田由紀子, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 荒井美紀, 塩竈秀夫, 高薮 出, 地域的な豪雨イベントに対する発展的イベント・アトリビューション, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
30. 尾瀬智昭, 高谷祐平, 仲江川敏之, 前田修平, CMIP5 マルチモデル将来予測実験における夏季東アジアの気圧配置および南風モンスーンの分析, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
31. 遠山勝也, 小野 恒, 小杉如央, 辻野博之, 石井雅男, 水中グライダーによる東向きに移動する渦の直接観測, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
32. 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 豊田隆寛, 坂本 圭, 山中吾郎, 気象研究所地球システムモデル及び海洋モデルにおける南大洋海面過程と大西洋子午面循環の関係, 日本海洋学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 富山県富山市
33. 中野俊也, 延与和敬, 笹野大輔, 浦川昇吾, 辻野博之, 中野英之, 石井雅男, 北太平洋メラネシア海盆の底層水におけるフロンの最初の検出, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

報道・記事

(1) 報道・記事(報道された事例) : 45 件

1. 今田由紀子, 異常気象 温暖化どれだけ影響? 朝日新聞, 2022 年 11 月 15 日
2. 今田由紀子, 温暖化解明に挑む科学の力 定量化する手法「EA」とは. 産経新聞, 2022 年 11 月 12 日

3. 今田由紀子, イベント・アトリビューションー日本の大雨と台風ー. 報道関係者向けオンラインブリーフィング「気候変動は異常気象にどれくらい影響を及ぼしているのか」イベント・アトリビューション科学と報道, オンライン, 2022 年 10 月 20 日
4. 今田由紀子, 猛暑の発生確率は「240 倍」スパコン分析で数値化、温暖化の脅威が「自分事」に. 東京新聞, 2022 年 9 月 25 日
5. 今田由紀子, 今夏の記録的猛暑、温暖化なければ1200年に1度の極めてまれな現象. 読売新聞, 2022 年 9 月 15 日
6. 今田由紀子, 猛暑発生率 温暖化で 240 倍. 毎日新聞, 2022 年 9 月 15 日
7. 今田由紀子, 渡部雅浩, 温暖化影響 数値で可視化 異常気象分析 迅速に発表. 毎日新聞, 2022 年 9 月 15 日
8. 今田由紀子, 今夏の記録的暑さ「温暖化影響」 発生確率 240 倍、気象研究所. 共同通信, 2022 年 9 月 7 日
9. 今田由紀子, 6 月下旬からの猛暑、温暖化で発生確率 240 倍に 気象研などチーム. 毎日新聞, 2022 年 9 月 6 日
10. 今田由紀子, 今夏の猛暑、温暖化で「底上げ」 起こりやすさ 240 倍に. 朝日新聞, 2022 年 9 月 6 日
11. 今田由紀子, 渡部雅浩, この異常気象、地球温暖化のせい? 深刻さ数値化、問題を身近に. 毎日新聞デジタル, 2022 年 9 月 6 日
12. 今田由紀子, 「災害激化招く気候危機」, しんぶん赤旗日曜版, 2021 年 8 月 29 日
13. 今田由紀子, 「気候変動と激化する災害」, NHK 時論公論, 2021 年 7 月 29 日
14. 今田由紀子, 「高まる「温暖化で豪雨」」, 毎日新聞, 2021 年 7 月 20 日
15. 石井雅男, 「土曜特集: 温暖化と同時に進行「海洋酸性化」」, 公明新聞, 2020 年 12 月 12 日
16. 今田由紀子, 「温暖化で大雨が多くなった?」, 朝日新聞デジタル「ののちゃんの DO 科学」, 2020 年 11 月 14 日
17. 今田由紀子, 「九州豪雨「温暖化で発生率 1.5 倍」 気象研などが過去データ解析」, TEAM 防災ジャパン, 2020 年 10 月 22 日
18. 今田由紀子, 「温暖化で豪雨発生増「西日本」級 確率 3 倍 気象研」, 日本農業新聞, 2020 年 10 月 21 日
19. 今田由紀子, 「西日本豪雨 温暖化で確率 3.3 倍」, 毎日新聞朝刊, 2020 年 10 月 21 日
20. 今田由紀子, 「18 年の西日本豪雨級 温暖化の影響で発生確率 1.5 倍に」, 日本経済新聞朝刊, 2020 年 10 月 21 日
21. 今田由紀子, 「九州豪雨「温暖化で発生率 1.5 倍」 気象研などが過去データ解析」, 西日本新聞, 2020 年 10 月 21 日
22. 今田由紀子, 「豪雨やはり温暖化影響していた 18 年の西日本は 3.3 倍」, 西日本新聞, 2020 年 10 月 21 日
23. 今田由紀子, 「地球温暖化が近年の日本の豪雨に与えた影響を評価しました」報道発表内容, NHK 茨城「茨城ニュース 845」, 2020 年 10 月 20 日
24. 今田由紀子, 「西日本豪雨と同規模の大雨、温暖化で発生確率 3.3 倍に」, 朝日デジタル, 2020 年 10 月 20 日
25. 今田由紀子, 「温暖化で大雨の頻度 3.3 倍に 瀬戸内地域で、気象研分析」, 共同通信, 2020 年 10 月 20 日
26. 今田由紀子, 「18 年西日本豪雨 温暖化で発生確率 3.3 倍 気象研などスパコンで分析」, 毎日新聞デジタル, 2020 年 10 月 20 日
27. 今田由紀子, 「温暖化で大雨の頻度 3.3 倍に」, 西日本新聞, 2020 年 10 月 20 日
28. 今田由紀子, 猛暑のイベント・アトリビューション, NHK 総合「ニュースシブ 5 時」, 2020 年 8 月 25 日

29. 今田由紀子, 渡部雅浩, The First Undeniable Climate Change Deaths. EOS Science News by AGU, 2020 年 8 月 20 日
30. 遠藤洋和, 「集中豪雨、温暖化の影響も」, 朝日新聞デジタル, 2020 年 8 月 17 日
31. 今田由紀子, 「温暖化と猛暑(上)」, しんぶん赤旗, 2020 年 1 月 9 日
32. 今田由紀子, 「記録的猛暑～確かになる温暖化の影響」, NHK 時論公論, 2019 年 8 月 20 日
33. 今田由紀子, 「当たり前になっていく「異常気象」地球温暖化は誰が止めるのか」, Yahoo ニュース特集, 2019 年 6 月 4 日
34. 今田由紀子, Japan's deadly 2018 heatwave 'could not have happened without climate change', CarbonBrief (ロンドンオンラインマガジン), 2019 年 5 月 30 日
35. 今田由紀子, Tödliche Hitze in Japan 2018 nur durch Klimawandel erklärbar, German daily newspaper Frankfurter Rundschau (klimareporter.de) (ドイツ新聞社), 2019 年 5 月 30 日
36. 今田由紀子, Deadly Japan heatwave 'essentially impossible' without global warming, Climate Home News (ロンドンオンラインマガジン), 2019 年 5 月 29 日
37. 今田由紀子, (猛暑のイベント・アトリビューションに関する報道), フジテレビ とくダネ, 2019 年 5 月 24 日
38. 今田由紀子, (猛暑のイベント・アトリビューションに関する報道), TBS ゴゴスマ, 2019 年 5 月 23 日
39. 今田由紀子, 「昨年の猛暑、温暖化が影響＝シミュレーションで裏付け－気象研など」, 時事通信, 2019 年 5 月 22 日
40. 今田由紀子, 「温暖化で猛暑日 1.8 倍に 気象研予測、1 度上昇の場合」, 共同通信, 2019 年 5 月 22 日
41. 今田由紀子, 「パリ協定目標達成でも 1.8 倍 気象庁」, 毎日新聞, 2019 年 5 月 22 日
42. 今田由紀子, 「温暖化で猛暑日 1.8 倍に 気象研などが予測」, 日本経済新聞, 2019 年 5 月 22 日
43. 今田由紀子, 「昨夏の猛暑、温暖化なければ発生せず? 気象庁など分析」, 朝日新聞, 2019 年 5 月 22 日
44. 今田由紀子, 「温暖化で猛暑日 1.8 倍に 気象研、1 度上昇の場合」, 産経新聞, 2019 年 5 月 22 日
45. 今田由紀子, 渡部雅浩, 川瀬宏明, 塩竈秀夫, 荒井美紀, プレスリリース「平成 30 年 7 月の記録的な猛暑に地球温暖化が与えた影響と猛暑発生の将来見通し」, 2019 年 5 月 22 日

(2) 報道発表：8 件

1. 今田由紀子, 高薮 出, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 森 信人, 令和 4 年 6 月下旬から 7 月初めの記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。文部科学省・気象研究所合同報道発表, 2022 年 9 月 6 日
2. 丹羽洋介, 松枝秀和, 「東南アジアの泥炭・森林火災が日本の年間放出量に匹敵する CO₂ をわずか 2 か月間で放出：旅客機と貨物船による観測が捉えた CO₂ 放出」(国立環境研究所ほかとの共同プレスリリース), 2021 年 7 月 15 日
3. 川瀬宏明, 山口宗彦, 今田由紀子, 林 修吾, 村田昭彦, 仲江川敏之, 宮坂貴文, 高薮 出, プレスリリース「近年の気温上昇が令和元年東日本台風の大雨に与えた影響」, 2020 年 12 月 24 日
4. 丹羽洋介, 「世界の CO₂ 収支 2020 年版を公開 ～国際共同研究(グローバルカーボンプロジェクト)による評価～」, 筑波研究学園都市記者会、環境省記者クラブ、環境記者会、水産庁記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会同時配布(国立環境研究所ほかとの共同プレスリリース), 2020 年 12 月 11 日
5. 今田由紀子, 川瀬宏明, 渡部雅浩, 荒井美紀, 塩竈秀夫, 高薮 出, プレスリリース「地球温暖化が近年の日本の豪雨に与えた影響を評価しました」, 2020 年 10 月 20 日

6. 丹羽洋介,「世界のメタン放出量は過去 20 年間に 10%近く増加」,筑波研究学園都市記者会、環境省記者クラブ、環境記者会、文部科学記者会、科学記者会同時配付（国立環境研究所ほかとの共同プレスリリース）, 2020 年 8 月 6 日
7. 松枝秀和,「民間旅客機が捉えた都市域からの CO₂ 排出～世界 34 都市上空での CO₂ 観測データの統計解析～」, 筑波研究学園都市記者会、環境省記者クラブ、環境記者会、気象庁記者クラブ同時配付（国立環境研究所との共同プレスリリース）, 2020 年 5 月 15 日
8. 山口宗彦他,「地球温暖化によって台風の移動速度が遅くなる」, 一般財団法人気象業務支援センターとの共同プレスリリース, 2020 年 1 月 8 日

S 地震と津波の監視・予測に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：橋本徹夫（地震津波研究部長／令和元年度）
干場充之（地震津波研究部長／令和2～3年度）
中村雅基（地震津波研究部長／令和4～5年度）

課題構成及び研究担当者〔※いずれも地震津波研究部〕

（副課題1）地殻活動監視に関する研究

副課題代表者：勝間田明男（令和元～2年度）、山本剛靖（令和3～5年度）

研究担当者：田中昌之、露木貴裕、弘瀬冬樹、溜渕功史、野田朱美（令和2～5年度）、
木村久夫（令和4～5年度）、中田健嗣（令和5年度）、下條賢梧（令和5年度）、
小林昭夫（令和元～4年度）、永田広平（令和元～3年度）、
安藤 忍（令和元年度）

（副課題2）地震動即時予測に関する研究

副課題代表者：干場充之（令和元年度）、林 豊（令和2年度）、鎌谷紀子（令和3年度）
下山利浩（令和4年度）、西宮隆仁（令和5年度）

研究担当者：小木曾 仁、小寺祐貴、溜渕功史（令和5年度）、下條賢梧（令和5年度）

（副課題3）津波予測に関する研究

副課題代表者：山本剛靖（令和元～2年度）、林 豊（令和3～5年度）

研究担当者：南 雅晃、対馬弘晃（令和2～5年度）、中田健嗣（令和元、5年度）、
小木曾 仁（令和5年度）

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

地震調査研究推進本部は、「新たな地震調査研究の推進について」（平成21年4月公表、平成24年9月見直し）において、当面10年間に取り組むべき地震調査研究に関する基本目標として、地震動即時予測及び地震動予測の高精度化、津波即時予測技術の開発及び津波予測に関する調査観測の強化等を掲げた。平成30年3月に報告されたレビューでは、期間中の取り組みにおける実績を評価した上で、今後の課題として、微小地震や地殻変動の観測データを用いた中期的な地震発生の評価手法の検討、津波即時予測の迅速性と予測精度の一段の向上等の必要性を挙げている。また、平成28年（2016年）熊本地震を受けて、それまでの余震確率評価手法を生かしつつ発展させた「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」（平成28年8月）の中では、今後も引き続き、地震活動の見通しに関する情報の改善について検討を継続していくことが述べられている。

文部科学省科学技術・学術審議会測地学分科会は、平成31年度からの5年間に実施する観測研究計画として「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）の推進について」を策定中で、その中では、地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測手法の構築、地震動や津波等災害誘因の事前評価・即時予測手法の高度化等に取り組むことが謳われている。

（学術的背景・意義）

平成7年（1995年）兵庫県南部地震以降、基盤的地震観測網の整備が行われて全国均質な地震観測データが蓄積され、近年は震源処理の自動化が進み、リアルタイム的に地震活動の統計的特徴の把握が可能となっている。また、個々の地震活動評価についても、地震予知連絡会の重点検討課題として継続的な検討作業が行われているほか、国際的な枠組みでの手法の提案や評価が進んでいる。

地震動即時予測は、地震被害軽減に向けた新しい手段として世界中で研究が進められている。この中で、揺れから揺れを予測する考え方を発展させるなど、今後のこの分野のマイルストーンを築く。

東北地方太平洋沖地震による津波が甚大な被害をもたらしたことから、稠密な沖合津波観測網の整備と様々な津波即時予測技術の開発が行われ、津波初期部の即時予測については社会実装の段階に進みつつある。

(気象業務での意義)

国土交通省交通政策審議会気象分科会は「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」（平成30年8月公表）において、地震、津波現象を的確に把握・評価し、実況や経過、見通し等について、わかり易くきめ細かに提供する等の取組を進めるべきとして、地震活動や地殻変動を統合的に解析し現象の推移を的確に評価することで今後の地震活動の見通しについてより具体的に情報の提供を行うこと、緊急地震速報において面的な揺れの広がりの予測を提供するとともに震度だけでなく長周期地震動階級も合わせて提供すること、津波の実況や予想に基づき津波の第1波・最大波から減衰までの津波の時間的推移や警報・注意報の解除の見通しを提供することなどを具体的な目標として提言した。気象庁は、これらの目標を実現するために必要な技術開発を進めることが求められている。

気象研究所ではこれまで、従来の緊急地震速報で用いられている“震源とマグニチュードの早期決定”という考え方に加えて“揺れから揺れを予測する”という考え方で研究を進めてきており、その簡易版にあたるPLUM法は平成30年3月に緊急地震速報に導入された。地殻活動監視については、規模別頻度分布の係数b値や潮汐と地震活動の相関などを調査し、それぞれのパラメータから応力の集中が起きている可能性などを推定することができたほか、地震活動の統計的解析から前震識別の最適パラメータを推定し確率利得の評価など、地震活動の見通しに関する情報の改善に寄与する研究を行ってきている。津波の時間的推移の予測については、津波観測データの解析により数理モデルで表現した時間的推移が地震の規模と相関をもつことを明らかにしてきている。

研究の目的**(全体)**

地震の発生に伴う災害を防止・軽減するため、地震活動・地震動・津波の諸現象への理解を深め、地震と津波の監視・予測技術の開発・改良を行う。

(副課題1)

地震活動の状況把握と推移予測を的確に行うため、地震・地殻変動データの解析に基づいて地殻活動の状況を適切に指標化することによって、地殻活動状態の変化を監視し異常度を評価する手法を開発する。

(副課題2)

地震動即時予測の有効性を広げるため、地震動即時予測技術の精度向上、迅速化、及び堅牢化を図るとともに、長周期地震動までを含めた様々な周期での地震動即時予測を行えるよう改良する。

(副課題3)

長時間継続する津波の事前予測や推移予測を行うため、津波伝播計算手法を改良することによって、日本の沿岸域における津波全過程予測精度を改善する。

研究の目標**(全体)**

統合的な地殻活動指標を考案し、地殻活動の異常度を表す手段としての可能性を評価する。地震動即時予測の精度、迅速性、及び堅牢性の向上、様々な周期の揺れの予測への拡張、日本の沿岸域における津波全過程予測の精度向上を図る。

(副課題1)

地震活動の特徴を表す様々な指標と地殻変動の解析結果の地域特性・時間変化の特徴を調査し、さらにそれらの様々な指標を組み合わせた統合的指標を考案する。統合的指標について、顕著地震の発生との関連性の調査や物理的背景の検討などにより、地殻活動の現在の異常度を表現する手段としての可能性を評価する。

(副課題2)

地震動即時予測について観測震度に対して予測震度が概ね震度差1以内に収まる精度を目指す。また、震源位置やマグニチュードが決まっていない段階においても震度予測ができる迅速性・堅牢

性の向上も目指す。さらに、長周期(おおよそ周期 10 秒程度まで)の様々な揺れの予測にも対応できるように拡張・強化する。

(副課題3)

津波伝播計算における沿岸域での境界条件等を最適化する。それにより、津波伝播計算による日本の沿岸域における第1波到達から後続波、減衰に至るまでの津波全過程予測の精度向上を図る。

研究成果

(1) 成果の概要

(全体)

掲げた全体目標に対して、複数の指標を統合した統計的に異常度を評価する手法の提示、地震動即時予測の精度・迅速性・堅牢性の向上に必要な技術の進展、Hi-net を利用できるようにした IPF 法の緊急地震速報の業務への導入、遠地津波の経験的な津波全過程予測手法の開発など、多くの成果が得られた。

(副課題1) 地殻活動監視に関する研究

- ・ 2000 年から 2020 年までの日本全国の震源データ（気象庁一元化震源）を用い、地殻活動の特徴を表す個別指標として、地震の規模別頻度分布の傾きを表す b 値と形状を表す η 値、及び地震活動と潮汐ひずみ変化との相関度を表す D 値を調べた。 b 値一定の G-R 則から期待される分布と比較すると観測 b 値はより幅広に分布し、 b 値が時間的・空間的に一定でないことを示す。 η 値の分布は小さい方にずれ、規模別頻度分布が全体として上に凸の傾向であることを示す。 D 値の分布は潮汐の周期よりも短い間隔での続発を伴う場合を考慮したポアソン分布から期待される分布とほぼ一致し、調査対象とした震源データについて D 値は主として地震発生間隔の特徴を反映する指標であることを示す。
- ・ 統計検定により個別指標の分布が他と異なる領域を分離した。このうち b 値について、陸域の高 b 値領域は定常的で地下のマグマ活動や流体による影響が考えられ、低 b 値領域は顕著地震の発生と関係していて地震後に低下した後徐々に回復していく。海域では特に東北地方太平洋沖地震のすべりが大きかった領域やそこから走向に沿って分布する低 b 値、それらの領域の海溝軸側と陸側に分布する地震後の高 b 値が特徴的である。
- ・ 統計検定により個別指標の分布が他と異なる領域を分離することにより抽出した「ふつうの地震活動」の規模別頻度分布の特徴を明らかにしてそのモデル化を行い、モデルを基準として異常度を定量化する手法を提示した。分布モデルに基づき 2000 年 9 月から 2022 年 4 月の地震活動について b 値、 η 値、 D 値の同時異常度を評価した。
- ・ 2016 年熊本地震の震源域周辺における b 値とせん断ひずみエネルギー変化とを比較し、地震によってせん断ひずみエネルギーが増加した領域で地震後の数か月間 b 値が有意に低下したことを見いだした。
- ・ N 課題で作成した自動震源カタログを用い、全国を分割したグリッド毎に ETAS モデル解析を行った。2011 年 4 月の背景地震活動の相対的な変化を見ると、東北地方太平洋沖地震前に比べて平均で 2～3 倍高くなっていた。また、GNSS データの 1 ヶ月階差と比較すると、背景地震活動比と最大せん断ひずみ速度比の間に正の相関があることが見られた。
- ・ ETAS モデルによる予測地震数と観測地震数の比を、GNSS データから計算した最大せん断ひずみ速度比に加えて、震央距離、 $D90$ 、地震波速度構造とも空間相関を比較したが、最大せん断ひずみ速度比との正の相関が最も高く、2012 年 2 月のデータまで拡張しても同様の傾向が見られた。これは、最大せん断ひずみ速度比が、ETAS モデルの高精度化に有効である可能性を示唆している。
- ・ N 課題で作成した S-net を含む日本全国の観測網を用いた自動震源カタログを利用して日本海溝沿いの地震活動の特徴を考察した。プレート上面±10km 以内の微小地震はプレート等深線の深さ 20～50km に集中しており、等深線 10～20km のスロー地震とは相補的な分布をしている。このような微小地震の空間的不均質性は、2011 年東北地方太平洋沖地震の地震時すべりと余効すべりの空間的補完性に対応しており、プレート間の摩擦特性の違いに関係している可能性があると考えられる。
- ・ N 課題で作成した自動震源カタログの詳細な解析により、群発地震の震源移動、微小な前震活

動の検出、繰り返し地震前の微小地震活動の加速度的増加などの特徴がより明瞭になった。

- ・能登半島における群発地震活動について非定常 ETAS モデルによる背景地震確率で重み付けしたデータを用いて潮汐との関係を調査した結果、南東部の深さ 14km より深い領域の活動のみ潮汐相関が示唆された。深部流体によって断層面が強度低下し、潮汐力の影響を相対的に受けやすいことを反映している可能性がある。
- ・豊後水道における深部微動と潮汐との相関の長期的な時間変化を調査した結果、長期的スロースリップイベント (LSSE) に隣接した領域で潮汐によるせん断応力への感度が高いこと、LSSE 期とそれ以外の期間では LSSE 期の方が潮汐感度は大きいことを示した。
- ・トンガ・ケルマディック海溝沿いで発生したプレート境界型地震について潮汐との相関を調査した結果、潮汐によってプレート境界に与えられる応力の絶対値が大きいほど地震発生の潮汐による選択性が顕著であること、せん断応力よりも法線応力の方が地震のトリガーに寄与していることがわかった。一方、対象地震発生前の背景地震活動については潮汐相関が有意に高くなるとはいえない結果が得られた。
- ・新潟・神戸歪み集中帯の変形構造を調査するため、GNSS データをインバージョン解析して、地殻内で発生する非弾性変形の大きさに対応する 3 次元モーメント密度分布を推定した。その結果、地殻深部は一つの基盤断層を境界とした 2 つの地殻ブロックが相対運動するのに対し、地殻浅部は活断層に沿って非弾性変形が集中する複雑な構造をしていることが分かった。
- ・以前の研究計画で開発した前震活動を効率よく識別する手法を定常 ETAS モデルによる予測と比較した結果、プレート境界の折れ曲がりや沈み込んだ海山による応力不均質、内陸地下のマグマ活動といった様々な物理背景を持つ前震活動のいずれであっても、前者の予測効率の方が概ね高かった。

(副課題 2) 地震動即時予測に関する研究

- ・密な観測網が利用可能な状況においては、観測された揺れからモーメントマグニチュードを即時推定して強い揺れを予測するよりも、各観測点の揺れそのものから周囲の地域の強い揺れを予測して警報を出す方が緊急地震速報の迅速化に有効であることを、事例検証をもとに明らかにした。
- ・P 波を検知する方法を発展させ、直前イベント等の地震波に埋もれた P 波を検出し、その上下動成分のみから後続の S 波による震度を予測する手法を開発した。この方法を用いると、約 2 割の地震において従来の PLUM 法よりもさらに迅速に警報を発表できることを確かめた。
- ・リアルタイムで推定した震度の距離減衰を用いて PLUM 法適用範囲よりも遠方の地点の震度予測を行う手法を開発した。同手法により遠方の地点の震度予測は従来の PLUM 法に比べて迅速化することを確かめた。
- ・減衰・散乱・速度構造などの地下構造の詳細な推定を行った。この成果を地盤増幅特性及び波動場の計算モデルに組み込むことにより、継続時間も含めた揺れの予測精度向上が期待できる。
- ・データ同化と波動伝播シミュレーションを組み合わせた地震動予測プログラムについて、MPI や OpenMP を用いた並列化及び MPI 通信の効率化を行い、実時間には間に合わない水準の計算時間を実時間程度までに短縮した。
- ・地盤増幅特性の中の位相特性を強震動予測に取り入れることで、地表における揺れに対して振幅ばかりでなく継続時間の予測精度向上が可能であることを明らかにした。この成果は、長周期地震動の予測精度向上にも資する。
- ・長周期地震動への活用を念頭に、限られた時間 (20 秒程度) の波形から周期 10 秒程度までの地盤増幅特性を精度よく推定するため、自己回帰モデルによるスペクトル解析を用いた地盤増幅率の周波数特性評価を行い、高速フーリエ変換 (FFT) を使用したものとの違いを明らかにした。
- ・微小な地震の調査観測を主目的として全国に高密度に展開されている Hi-net 高感度速度計を IPF 法や PLUM 法に活用した場合の効果を検討するため、Hi-net 速度計の計器補正を行い必要な物理量を計算するフィルタを設計し、強震観測時の振る舞いを検証した。これに、さらに多地点の観測値を扱えるように IPF 法を改良し、気象庁の緊急地震速報に実装されることとなった。また、利用する Hi-net 観測点が約 780 地点と多いことから機械学習に基づいた推論により観測された波形の正常/異常を判定して、異常な場合に緊急地震速報への利用を抑止できる手法を開発した。
- ・観測点の品質管理の自動化を目的として、教師なし機械学習によって連続波形記録を自動分類する手法の開発を進めた。周波数およびその時間経過を特徴量とすることで、事前にデータベースを用意することなく地震や特徴的ノイズなどを分類・抽出できることを明らかにした。

- ・気象庁の緊急地震速報の発表情報をもとに、実運用されている PLUM 法および IPF 法のパフォーマンス評価を行い、PLUM 法の導入により警報発表の見逃しが減ったこと及び IPF 法への S-net の活用により日本海溝・千島海溝付近の地震がより迅速に検知できるようになったことを明らかにした。
- ・地震波の伝播方向や伝播速度を地震動の実況把握に活用するため、アレイ解析手法のひとつである Wave gradiometry の利用を検討している。合成波形を用いた予備解析の結果、長波長の波動であれば現在の定常観測網においても振幅の空間変動を含む波動伝播パラメータを推定できることがわかった。
- ・単独観測点の地震波形から地震波の伝播方向の観測情報を得るため、波形形状を入力とした深層学習による波動伝播方向推定手法の開発を進めた。P 波検測をせずに波形から直接伝播方向を推定する本手法は、連続して地震が発生するケースでも適用可能であることを示した。
- ・地震波伝播シミュレーションに基づいた地震動即時予測の応用として、地震波の逆伝播を用いた震度分布の事後推定手法の開発を進めている。逆伝播時にも地動速度エンベロープやリアルタイム震度などの地震動観測値を同化することにより、強い揺れの観測値が得られなかった領域でもある程度その分布が復元できる見通しが得られた。
- ・長周期地震動の予測では、短周期地震動の予測（震度の予測）で取り入れられている PLUM 法のような手法による長周期地震動の即時予測の可能性について、検討を進めた。

（副課題 3）津波予測に関する研究

- ・近地津波について、後続波でも高い津波が観測された過去事例を収集した。このうち福島県沖から関東東方沖にかけての海域を波源とする 3 事例について津波伝播計算による再現を試み、初期波源などの条件設定の検討を行った結果、福島県沿岸で反射して東北地方沿岸に後続波をもたらす事例を再現した。
- ・カムチャツカ～千島列島で発生する遠地津波について、地震から約 48 時間後に、津波注意報の基準に達しうほど津波が高くなる観測事例があり、津波数値計算を行った結果、チリからの反射波が原因であることを示した。
- ・近地津波の減衰予測について、沿岸津波観測データへのリアルタイム回帰分析による予測手法を東北地方太平洋沖地震による津波に適用して予測性能を評価した。津波最大値の出現後からの予測において概ね±12 時間の幅で減衰予測できることを示した。
- ・遠地津波について、南米沖及び南太平洋西部を波源とする津波に北太平洋を波源とする巨大津波を対象に加え、それらの振幅の増加・減衰過程を近似する関数形の解析を行った。その結果、増加・減衰初期部の形状は海域が異なっているにもかかわらず共通性が見られ波源によってグループ分けができること、指数関数的に減衰する過程における津波振幅が地震の規模に比例することを確認した。また、沖合で見られる津波減衰の周期依存性は、沿岸域における減衰予測に大きく影響しないことを確認した。過去事例から得たこれらの減衰過程の特徴に基づく減衰式をリアルタイムデータに適用することによって予測性能を評価したところ、±12 時間程度の幅で減衰予測できることを示した。
- ・2016 年の福島県沖の地震による津波の波源について事例解析をした。地震の規模にあわせて要素波源の大きさを即時予測で用いているものよりも細かくして、日本海溝沿いの沖合水圧計観測網の観測データから初期水位分布を推定した。その分布を初期値として津波伝播計算をしたところ、現在の即時予測で用いている方法では再現ができない後続波も含めて、沿岸で観測された津波波形をより適切に再現できた。
- ・2016 年の福島県沖の地震の震源断層モデルを用いたケーススタディから、この場所を震源とする地震による津波が福島県から宮城県沿岸で高くなるには、震源断層の走向が強く関係していることを示した。
- ・長時間津波伝播計算の精度向上に関し、津波伝播計算（有限差分法）において沿岸域で大きく影響する非線形項について従来の離散化手法を再検討した。摩擦項の離散化式表現を改良することによって、計算時間の大幅な増加を伴うことなく、計算安定性を高めると同時に計算結果が正確になることを数値実験により示した。
- ・遡上を扱う津波伝播計算（有限差分法）において、海陸境界（水がある状態とない状態の計算格子の境界）の流束を取り扱う際に、従来の方法では計算が不安定になる場合があることが知られており、その原因を検討した。この場合に全水深の取り扱いを工夫することによって、計算安定性を高められる可能性があることを確認した。

- ・1780年のウルップ島沖の地震による北海道への遠地津波の典拠を確認したところ、北海道に津波が及んだというデータは誤りであることが判明した。また、他にも国際的な歴史津波データベースに19世紀以前の日本への遠地津波として登録されている事例について、文献調査により真偽を確認したところ、根拠がない偽津波が約半数を占めていた。
- ・2016年の福島県沖の地震による津波について、長時間津波伝播計算を行い、近地の沿岸での津波減衰過程の再現度を調べた。その結果、再現度は地点ごとに異なること、観測値と計算値の差は波源推定誤差の影響を上回り、沿岸域パラメータ等の伝播過程の表現方法に改善の余地があることを示した。
- ・2016年の福島県沖の地震において小名浜の検潮所で観測された津波第一波の波形に着目し、津波伝播計算におけるエネルギー散逸について調べた。その結果、この事例では、津波伝播過程における非線形性の一つである移流の計算で生じる数値散逸が現実の物理散逸の代替を担い、結果的に、観測波形の再現に寄与している可能性があることを示した。
- ・津波伝播計算における津波減衰過程の精度向上のため、海陸境界での境界条件の改良を行い、既存の方法での計算との比較を行った。これにより計算格子間隔より小さい現象も津波減衰過程の計算結果の精度に影響を与えていることを示した。
- ・津波伝播計算を安定に行える条件について検討した。その結果、積分時間間隔がCFL条件を満たす範囲で一般的に用いられる値よりも長くしても安定して計算が可能であり、その方法によって計算速度の向上が可能であることを示した。
- ・2022年のフンガ・トンガーフンガ・ハアパイ火山の噴火に伴う水位変動について、日本の沖合水圧計観測網の観測データに、副課題2において地震波動の実況把握への利用を検討しているアレイ解析手法 Wave gradiometry を適用し、海洋波伝播の面的分布を推定した。これにより、日本近海では、海洋波は南東から北西へ向かって概ね津波の速さで伝播していたことを観測データから明らかにした。
- ・2022年のフンガ・トンガーフンガ・ハアパイ火山の噴火に伴う水位変動について、火山カルデラの空間スケールを持つ固体地球現象に伴う津波の規模を概算したところ、日本へ到来した津波全体に占める割合としては大きくなかった。この水位変動は、噴火に伴うカルデラの形成による津波が主たる要因ではないことを示した。
- ・環太平洋を波源とする津波の数値計算を行い、第一波到達後の数十時間後に顕著な後続波が日本の太平洋沿岸へ到達する場合があるかを調べた。その結果、環太平洋のうち、千島海溝北部、アリューシャン海溝東部、トンガ・ケルマディック海溝で津波が発生すると、日本付近の津波減衰傾向が再増大に転じる場合があること、その原因はチリ沿岸からの反射波であることがわかった。
- ・即時津波予測では、沖合のある点での計算出力に沿岸海域から海岸への津波高の増幅係数を乗じて作成されることがある。沿岸の津波は、海岸での直接波と反射波の重合で波の節や腹付近で抽出するとその付近の空間平均と一致せず、この方法では津波高予測値が過大または過小評価される傾向があることを示した。また、理論的な考察に基づき、沖合津波高評価を補正して、この反射波の重なりの影響を低減できる指標を提案した。
- ・*「令和6年能登半島地震」1月1日の地震に伴う津波について、日本海沿岸で観測された津波の到達時刻から逆算して津波波源域を推定した。その長さは約100kmにわたり、能登半島の東北東方向の沖合まで及ぶことが分かった。また、富山の検潮所における早い到達時刻は、その近傍にも津波波源が存在する可能性を示唆していた。
- ・*「令和6年能登半島地震」1月1日の地震に伴う津波について、富山湾沿岸（石川県七尾市から富山県富山市にかけて）各地の津波遡上高の測量などの現地調査を実施した。なお、この調査は、気象庁機動観測班と地域を分担するなど連携して実施したものである。
- * 終了時評価後に実施した研究成果

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

- ・特になし。

(3) 成果の他の研究への波及状況

地震動即時予測に関し、米国地質調査所（USGS）が主体となり米国西海岸にて PLUM 法の実証実験が行われており、米国西海岸の地震に対する PLUM 法のパフォーマンス評価や有効性の

実証に協力している。また、TURNkey（EU 連合の Horizon 2020 による応募型の研究課題で、欧州諸国の 21 研究機関により実施）に地震動即時予測の助言委員として寄与している。

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）」（大学及び関係機関）（令和元～5 年度）において、関連分野の研究者と情報共有を行っている。

（4）事前・中間評価の結果の研究への反映状況

副課題 1 に対し事前評価において、指標の統合化に先立って既存研究や新たな解析結果の十分な吟味、それぞれの指標の変化と大規模地震の関連の有無の集約、指標の相互関係についての物理的な背景（モデル）に基づく整理を行うよう指摘を受けた。また、中間評価において、GNSS 観測網から得られるデータにもとづくパラメータについても検討してほしいとのコメントをいただいた。これらの指摘を踏まえ、GNSS データからひずみ速度成分を計算して他の指標との関連について調査するとともに、研究全体としては指標の統合化よりも個別指標の統計的特徴や物理的現象との関連の吟味に重点を置いて研究を行った。

また、中間評価において、副課題 2 や副課題 3 の研究では、予測結果の客観的な検証、問題点を抽出し、改善案を提示し、それを実証する、という整理を示していただけるとよいと感じたとのコメントをいただいた。副課題 2 では、すべてではないものの例えば緊急地震速報で実運用されている PLUM 法および IPF 法のパフォーマンス評価を行って客観的な検証を行うなど意識して研究を進めた。副課題 3 では、2016 年の福島県沖の地震による津波の事例解析で、長時間津波伝播計算による近地の沿岸での津波減衰過程の再現度を調べ、観測値と計算値の差は波源推定誤差の影響を上回ることから、沿岸域の伝播過程の表現方法に改善の余地があることを示した。

（5）今後の課題

地殻活動監視については、地震活動の統計的な異常度が必ずしもその後の地震活動の特徴と関連付けられておらず、地殻ひずみや物理的背景など地域場の状態の違いがどのように関与するかについての調査をさらに進める必要がある。

地震動即時予測については、揺れから揺れの予測において地震動の波動場のリアルタイムモニタリングが極めて重要であり、複雑な波動場に対して迅速性を確保しつつ推定精度を高める必要がある。このため波動場のリアルタイムモニタリング、そして即時予測の両面からさらに研究を進める。その際、広い帯域で地震動の特徴をとらえた推定及び即時予測となるようにし、長周期地震動にも対応できるように進める。

津波予測については、津波伝播計算における沿岸域の伝播過程の表現方法の改良を進める必要がある。また、近地津波については、引き続き津波減衰予測手法の研究を進める必要がある。

自己点検

（1）到達目標に対する達成度

副課題 1 については、複数の指標を統合して統計的に異常度を評価する手法を提示したが、物理的背景との関連性の検討などによって地殻活動の異常度の表現を行う部分について今後の課題である。

副課題 2 については、揺れから揺れの予測の有効性の実証や緊急地震速報の震度の過大予測を低減する技術の気象庁業務への実装、予測の精度・迅速性・堅牢性の向上に必要な技術開発の進展があった。長周期地震動に関しては短周期の揺れである震度のように伝播を単純化した手法では予測精度の向上等が期待できず、詳細な波動伝播を考慮する必要があることがわかった。地震動即時予測の精度・迅速性・堅牢性を向上させる技術開発に進展がみられ、目標は概ね達成したといえる。

副課題 3 について、津波数値計算に基づく津波全過程予測の開発には至っていないが、遠地津波の経験的な津波全過程予測手法の開発、津波後続波事例の再現計算、沿岸域での摩擦など非線形項の計算への影響の分析や計算手法の改良、などの成果が得られ、概ね目標を達成したといえる。

（2）到達目標の設定の妥当性

地殻活動の異常度を表現する手段としての可能性の評価までを到達目標としており、また揺れから揺れを予測する技術について迅速性・堅牢性を高める成果や津波後続波事例の再現の成果が得られるなど、各副課題において目標の設定は妥当であった。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

副課題ごとに研究担当者で定期的に打ち合わせを行い、研究手法について確認するなど、相互の研究がスムーズに進むようにするとともに、併任を含む本庁担当者とも適宜打ち合わせ（オンライン形式含む）を行い、研究の進捗状況や要望を共有しながら研究を進めた。

また、地震津波研究部において実施している「南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究」（N 課題、令和3年度から。令和2年度までは「南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視と津波地震の発生状況即時把握に関する研究」）と密接に連携して、相互に成果を活用しながら進めた。

さらに、共同研究の実施による他研究機関との連携や、以下のような競争的外部資金による研究との連携によりして、効率的な研究に努めた。

なお、副課題2の代表者が次々と交代することとなったが課題全体で実施体制を維持した。

（科研費：研究担当者が代表を務めるもの）

- ・基盤研究（C）観測点1点だけからの地震波動伝播の情報抽出：地震動即時予測の高度化に向けて（代表：小寺祐貴）（2021～2024年度）
- ・若手研究 地震の震源特性はどれだけ空間変化するのか：散乱波を用いた精密推定（代表：小木曾仁）（2021～2024年度）
- ・基盤研究（C）津波想定はなぜ外れる？一波源形成から海岸到達の各伝播過程で生じる予測誤差の比較（代表：林豊）（2021～2024年度）
- ・基盤研究（C）津波波源の多様な時間履歴に対応した波源推定とそれを活用したリアルタイム津波予測（代表：対馬弘晃）（2021～2024年度）
- ・若手研究 内部減衰と散乱減衰の3次元不均質構造推定-震度予測の高度化へむけて（代表：小木曾仁）（2018～2023年度）
- ・基盤研究（B）揺れの数値予報：広帯域時刻歴波形のリアルタイム予測（代表：干場充之）（2017～2022年度）
- ・若手研究（B）超高密度観測網に基づく地震動即時予測に向けて：機械学習による地震波の自動識別（代表：小寺祐貴）（2017～2020年度）

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

副課題2で開発している手法の考え方を応用することにより、気象庁の推計震度分布の高度化が図られることになった（令和4年12月16日気象庁報道発表）。

Hi-net 速度計のデータを利用できるよう改良した IPF 法が気象庁の緊急地震速報に導入された。これにより緊急地震速報における震源推定手法の一本化が実現し、震度の過大予測の低減が図られることとなった（令和5年8月29日気象庁報道発表）。

過去事例から得た津波振幅の減衰過程の特徴に基づいた減衰予測手法は、気象庁の地震活動等総合監視システム(EPOS)の機能の一部として実装された（令和2年2月20日、令和3年2月26日気象庁報道発表）。

気象庁が2022年9月までに更新したEPOS（第6世代）の整備に知見・技能をもって参加し貢献した（令和5年度長官表彰）。

(5) 総合評価

目標に沿って多くの成果を得て、一部は既に気象庁業務に導入されたもの、導入準備が進められているものもある。査読論文として発表した内容も多く、業務的にも学術面でも重要な貢献をした。

参考資料**研究成果リスト****(1) 査読論文：34件**

1. Hayashi, Y., 2023: Correction of Applied Equations used to Assess the Amplification between Offshore and Coastal Tsunami Heights. Journal of JSCE, 11. 23-17036.

2. Ogiso, M., and H. Tsushima, 2023: Ocean-wave Gradiometry: Visualizing and Extracting Propagation Features of the 15 January 2022 Tsunami Wavefield with Dense Ocean-Bottom Pressure Gauge Arrays. *Seismological Research Letters*, 94 (2A), 626-636.
3. Nagata, K., K. Tamaribuchi, F. Hirose, and A. Noda, 2022: Statistical study on the regional characteristics of seismic activity in and around Japan: frequency-magnitude distribution and tidal correlation. *Earth, Planets and Space*, 74, 179.
4. Saunders, J. K., S.E. Minson, A.S. Baltay, J. J. Bunn, E. S. Cochran, D. L. Kilb, C. T. O' Rourke, M. Hoshiba and Y. Kodera, 2022: Real-Time Earthquake Detection and Alerting Behavior of PLUM Ground-Motion-Based Early Warning in the United State. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 112 (5), 2668-2688.
5. Ogiso, M., and K. Tamaribuchi, 2022: Spatiotemporal evolution of tremor activity near the Nankai Trough trench axis inferred from the spatial distribution of seismic amplitudes. *Earth, Planets and Space*, 74, 49.
6. Hirose, F., K. Maeda, and O. Kamigaichi, 2022: Efficiency of earthquake forecast models based on earth tidal correlation with background seismicity along the Tonga-Kermadec trench. *Earth, Planets and Space*, 74, 10.
7. Wang, Y., H. Tsushima, K. Satake, and P. Navarrete, 2021: Review on recent progress in near-field tsunami forecasting using offshore tsunami measurements: source inversion and data assimilation. *Pure and Applied Geophysics*.
8. Kubota, T., H. Kubo, K. Yoshida, N. Y. Chikasada, W. Suzuki, T. Nakamura, and H. Tsushima, 2021: Improving the constraint on the Mw 7.1 2016 off-Fukushima shallow normal-faulting earthquake with the high azimuthal coverage tsunami data from the S-net wide and dense network: Implication for the stress regime in the Tohoku overriding plate. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 126(10), e2021JB022223.
9. Tomohiro Yasuda, T., K. entaro Imai, Y. oshinori Shigihara, T. aro Arikawa, T. oshitaka Baba, N. aotaka Chikasada, Y. uuki Eguchi, M. asato Kamiya, M. asaaki Minami, T. oshiharu Miyauchi, K. azuya Nojima, K. wanchai Pakoksung, A. nawat Suppasri, and Y. uho Tominaga , 2021: Numerical Simulation on Detailed Urban Inundation Processes and Their Hydraulic Quantities – Tsunami Analysis Hackathon Theme 1. *Journal of Disaster Research*, 16, 978-993.
10. Cochran, E. S., J.K. Saunders, S. E. Minson, J. Bunn, A. Baltay, D. Kilb, C. O' Rourke, M. Hoshiba, and Y. Kodera, 2021: Alert Optimization of the PLUM earthquake early warning algorithm for the western United States. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 112(2) ,803-819. (in press)
11. Hirose, F., T. Tamaribuchi, and K. Maeda, 2021: Characteristics of foreshocks revealed by an earthquake forecasting method based on precursory swarm activity. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 126.
12. Kodera, Y., N. Hayashimoto, K. Tamaribuchi, K. Noguchi, K. Moriwaki, R. Takahashi, M. Morimoto, K. Okamoto, and M. Hoshiba, 2021: Developments of the nationwide earthquake early warning system in Japan after the 2011 Mw9.0 Tohoku-Oki earthquake. *Frontiers in Earth Science*, 9. (in press)
13. Yutaka Hayashi, Y., 2021: The Oldest Report of a 1537 Mexico Tsunami Based on Japanese Literature Is Erroneous. *Seismological Research Letters*, 92 (6), 3452-3459.
14. M. Hoshiba, M., 2021: Real-time Correction of Frequency-Dependent Phase Delay in Site Amplification Factors: Application in the Time Domain for Earthquake Early Warning. *Bulletin of the Seismological Society of America Proceedings of the 6th IASPEI / IAEE International Symposium: Effects of Surface Geology on Seismic Motion*. (submitted)

15. Kubota, T., T. Saito, H. Tsushima, R. Hino, Y. Ohta, S. Suzuki, and D. Inazu, 2021: Extracting near-field seismograms from ocean-bottom pressure gauge inside the focal area: application to the 2011 Mw 9.1 Tohoku-Oki earthquake. *Geophysical Research Letters*, 48, e2020GL091664.
16. Ogiso, M., K. Yomogida, 2021: Estimation of relative source locations from seismic amplitude: application to earthquakes and tremors at Meakandake volcano, eastern Hokkaido, Japan. *Earth, Planets and Space*, 73, 29.
17. Kamaya, N., M. Hoshiba, A. Katsumata and K. Doi, 2021: Continuity of Earthquake and Tsunami Monitoring by Japan Meteorological Agency under Critical Conditions. *Seismological Research Letters*, 92, 17-25.
18. Kilb, D., J. Bunn, J. Saunders, E. Cochran, S. Minson, A. Baltay, C. O'Rourke, M. Hoshiba and Y. Kodera, 2020: THE PLUM EARTHQUAKE EARLY WARNING ALGORITHM: A RETROSPECTIVE CASE STUDY OF WEST COAST, USA, DATA. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 126, e2020JB021053.
19. Minson, S., J. Saunders, J. Bunn, E. Cochran, A. Baltay, D. Kilb, M. Hoshiba, and Y. Kodera, 2020: Real-Time Performance of the PLUM Earthquake Early Warning Method during the 2019 M6.4 and 7.1 Ridgecrest, California, Earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 110(4), 1887-1903.
20. M. Hoshiba, M., 2020: Too-late warnings by estimating Mw: Earthquake early warning in the near-fault region. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 110, 1276-1288.
21. Nakata, K., A. Katsumata, and A. Muhari, 2020: Submarine landslide source models consistent with multiple tsunami records of the 2018 Palu tsunami, Sulawesi, Indonesia. *Earth, Planets and Space*, 72, 44.
22. Murotani, S., K. Satake, H. Tsuruoka, H. Miyake, T. Sato, T. Hahsimoto, H. Knamori, 2020: A Database of Digitized and Analog Seismograms of Historical Earthquakes in Japan. *Seismological Research Letters*, 91, 1459-1468.
23. Kodera, Y., N. Hayashimoto, K. Moriwaki, K. Noguchi, J. Saito, J. Akutagawa, S. Adachi, M. Morimoto, K. Okamoto, S. Honda, and M. Hoshiba, 2020: First-Year Performance of a Nationwide Earthquake Early Warning System Using a Wavefield-Based Ground-Motion Prediction Algorithm in Japan. *Seismological Research Letters*, 91(2A), 826-834.
24. Meier, M.-A., Y. Kodera, M. Böse, A. Chung, M. Hoshiba, E. Cochran, S. Minson, E. Hauksson, and T. Heaton, 2020: How often can Earthquake Early Warning systems alert sites with high - intensity ground motion?. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 125, e2019JB017718.
25. Kodera, Y., 2019: An Earthquake Early Warning Method Based on Huygens Principle: Robust Ground Motion Prediction Using Various Localized Distance-Attenuation Models. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 124, 12981-12996.
26. Hirose, F., K. Maeda, and O. Kamigaichi, 2019: Tidal Forcing of Interplate Earthquakes Along the Tonga - Kermadec Trench. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 124, 10498-10521.
27. Hirose, F., K. Maeda, and Y. Yoshida, 2019: Maximum magnitude of subduction earthquakes along the Japan-Kuril-Kamchatka trench estimated from seismic moment conservation. *Geophysical Journal International*, 219, 1590-1612.
28. Cochran, E., J. Bunn, S. Minson, A. Baltay, D. Kilb, Y. Kodera, and M. Hoshiba, 2019: Event Detection Performance of the PLUM Earthquake Early Warning Algorithm in Southern California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 109(4), 1524-1541.

29. 林 豊, 2023: 1780 年ウルップ島地震による日本への津波到達に関する真偽の検証. 歴史地震, 38, 1-14.
30. 林元直樹, 野口恵司, 齋藤 潤, 干場充之, 2023: 緊急地震速報への大規模海底地震観測網データ活用のための取り組み -S-net と DONET の活用-. 験震時報(論文), 86, 1-25.
31. 野村俊一, 田中昌之, 2021: 余震誘発効果を考慮した繰り返し地震の予測. 統計数理, 69-2, 239-254.
32. 林 豊, 2021: 断層モデルパラメータに対する津波高の感度測定: 2016 年福島県沖の地震を基準としたケーススタディ. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 77(22), I_187-I_192.
33. 大石裕介, 新出孝政, 山崎崇史, 牧野嶋文泰, 馬場俊孝, 前田拓人, 近貞直孝, 対馬弘晃, 高川智博, 2020: 南海トラフ巨大地震の 3 次元津波伝播シミュレーション. 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 76(22), I_259-I_264.
34. Hirose, F., K. Tamaribuchi, A. Kobayashi, and K. Maeda, 2024: Relation between earthquake swarm activity and tides in the Noto region, Japan. Earth, Planets and Space, 76, 37.

(2) 査読論文以外の著作物(翻訳、著書、解説等): 33 件

1. Hoshiba, M., 2021: Real-time prediction of impending ground shaking: Review of wavefield-based (ground-motion-based) method for earthquake early warning. Frontiers in Earth Science, 722784.
2. Yoshida, Y., A. Katsumata, and T. Kunitomo, 2020: Characteristics of ACROSS signals from transmitting stations in the Tokai area and observed by Hi-net. Active Geophysical Monitoring 2nd Ed., 353-371.
3. 気象庁気象研究所, 2023: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地気象庁気象研究所, 2022: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地震予知連絡会会報, 108, 442-445. 地震予知連絡会会報, 109, 453-456.
4. Takaya, Y., L.-P. Caron, et al., 2022: Seasonal Tropical Cyclone Forecasting. WMO 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10) Report.
5. 田中昌之, 2022: 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2022). 地震予知連絡会会報, 108, 608-612.
6. 対馬弘晃, 2022: 沖合の津波観測による近地津波の即時予測 -津波波源推定とデータ同化を中心に-. 月刊地球, 515, 381-388.
7. 小木曾 仁, 石丸 聡, 2022: 2008 5 月 20 日に雌阿寒岳で発生した土石流に伴う地震波の記録. 日本地すべり学会誌, 59 (4), 146-151.
8. 気象庁気象研究所, 2022: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地震予知連絡会会報, 107, 398-401.
9. 山本剛靖, 2022: 遠地津波の観測データに基づく経験的な減衰予測手法. 気象研究所技術報告, 86, 1-48.
10. 前田憲二, 弘瀬冬樹, 溜渕功史, 2022: 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法 (6): これまでの取りまとめと今後の課題. 予知連会報, 107, 539-546.
11. 石丸 聡, 小木曾 仁, 伊藤陽司, 榎納智裕, 2022: 凍結・融雪期の大雨により生じた土石流 -雌阿寒岳 2008 年 5 月の大雨による事例-. 日本地すべり学会誌, 59 (2), 41-49.
12. 干場充之, 対馬弘晃, 2022: 地震動と津波の即時予測 -最近 10 年の研究の進展-. 月刊地球, 509, 80-87.
13. 干場充之, 2021: 地震動即時予測の研究: 最近 10 年の進展から. 地震予知連絡会会報, 106, 583-597.

14. 田中昌之, 2021: 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2021). 地震予知連絡会会報, 106.
15. 干場充之, 2021: 第 231 回地震予知連絡会重点検討課題「地震動・津波即時予測技術の高度化ー東北地方太平洋沖地震から 10 年でどこまで進展したかー」の概要. 地震予知連絡会会報, 106, 568-570.
16. 小寺祐貴, 2020: 特集: 若手研究者・技術者から見た地震工学 《若手研究者・技術者に訊く》. 日本地震工学会誌, 41, 47-48.
17. 気象研究所, 2020: 天竜船明レーザー式変位計による地殻変動観測. 地震予知連絡会会報, 104, 212-215.
18. 気象研究所, 2020: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 104, 22-26.
19. 田中昌之, 2020: 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2020). 地震予知連絡会会報, 104, 448-452.
20. 気象庁気象研究所, 2020: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地震予知連絡会会報, 104, 369-372.
21. 気象庁気象研究所, 2020: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地震予知連絡会会報, 103, 253-256.
22. 前田憲二, 弘瀬冬樹, 溜渕功史, 2020: 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法 (5): 最近の活動事例による検証と ETAS モデルとの比較. 予知連会報, 103, 356-360.
23. 気象研究所, 2020: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 103, 22-25.
24. 干場充之, 中原 恒, 植竹富一, 古村孝志, 2020: 「新・強震観測の最新情報」連載にあたって. 日本地震学会ニュースレター, 72, NL-5-12.
25. 気象庁気象研究所, 2019: 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測. 地震予知連絡会会報, 102, 280-283.
26. 気象研究所, 2019: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 102, 17-20.
27. 田中昌之, 2019: 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2019). 地震予知連絡会会報, 102, 380-384.
28. 橋本徹夫・弘瀬冬樹・前田憲二, 2019: 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測手法: 最近の活動事例による検証 (4). 予知連会報, 101, 492-494.
29. 気象研究所, 2019: 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化. 地震予知連絡会会報, 101, 23-26.
30. 干場充之, 2024: 計測震度, 震度, 震度計, 長周期地震動階級. 最新 地学事典.
31. 対馬弘晃, 2024: インド洋津波, 海底水圧計, 遡上高, DART, 津波計, 津波予報. 最新 地学事典.
32. Hoshiba, M., 2023: Data assimilation for real-time shake-mapping and prediction of ground shaking in earthquake early warning. Applications of Data Assimilation and Inverse Problems in Earth sciences.
33. 干場 充之, 2024: 強震動委員会・第 41 回研究会 「関東大震災と横浜ー歴史学の視点からー」参加報告. 日本地震学会ニュースレター, 76 NL5, 18-19.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等：22 件

1. Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto, Impact of Tsunami Measurements from Dense Offshore Network on Modeling of Tsunami Source and Propagation: A Case Study of the 2016 Mw 6.9 Off-Fukushima Earthquake, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts 2023, 2023 年 11 月, 京都市
2. Minami, M., Comparison of the Friction Term in Difference Equation of Non-linear Long-wave Equation - Which Method is Superior, the Semi-implicit Method or the Fully Implicit Method?, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts 2023, 2023 年 11 月, 京都市
3. Hayashi, Y., M. Kiyomoto, G. Tange, K. Noguchi, S. Harada, and Y. Nishimae, Modification of the pre-computed tsunami database for real-time tsunami forecasting by the JMA: Response to the 2016 off-Fukushima earthquake by the unexpected mechanism, 11th International Conference on Asian and Pacific Coasts 2023, 2023 年 11 月, 京都市
4. Tamaribuchi, K. and H. Kimura, Detection of hidden earthquakes after the 2011 Mw9.0 Tohoku earthquake and their relation to regional crustal deformation, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
5. Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto, Impact of tsunami measurements from dense offshore network on modeling of tsunami source and propagation, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
6. Hayashi, Y., M. Kiyomoto, G. Tange, K. Noguchi, S. Harada and Y. Nishimae, Modifying the pre-computed tsunami database for real-time tsunami forecasting after the 2016 off-Fukushima earthquake by an unpredicted mechanism Authors, The 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
7. Hoshiba, M., Wavefield based (ground motion based) method for real-time prediction of impending ground shaking: research for next-generation earthquake early warning, 13th United States-Japan Natural Resources (UJNR) Panel for Earthquake Research, 2022 年 9 月, 米国, アンカレッジ
8. Kubota, T., T. Saito, H. Tsushima, R. Hino, Y. Ohta, S. Suzuki, and D. Inazu, Extracting near-field in-situ ground motion waveforms with large displacements of the 2011 Tohoku-Oki earthquake from ocean bottom pressure change inside the focal area, AGU Fall Meeting 2021, 2021 年 12 月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
9. Hoshiba, M., Numerical shake prediction for earthquake early warning: data assimilation and wave propagation simulation, the 17th World Conference on Earthquake Engineering (17WCEE), 2021 年 9 月, (ハイブリッド)
10. Hoshiba, M., Experience of nationwide earthquake early warning of JMA and its future perspective, 2021 Earthquake Workshop by KMA, 2021 年 9 月, (オンライン)
11. Hoshiba, M., Overview of the earthquake early warning system of JMA, Japan, The 6th international symposium: Effects of surface geology on seismic motion (ESG6), 2021 年 9 月, (オンライン)
12. Tsushima, H. and T. Yamamoto, Operational use of tsunami source inversion in near-field tsunami warning by JMA, International Tsunami Symposium 2021, 2021 年 7 月, 仙台
13. Kodera, Y. and S. Sakai, An unsupervised automatic classification for continuous seismic records: introducing an anomaly detection algorithm to solve the imbalanced data problem, AGU Fall Meeting 2020, 2020 年 12 月, 米国, virtual

14. Minson, S. E., J. Bunn, E. S. Cochran, D. L. Kilb, J. K. Saunders, G. A. Parker, A. Baltay, M. Hoshiba, and Y. Kodera, Real-Time Performance of the PLUM Earthquake Early Warning Method During the 2019 Ridgecrest Earthquake Sequence, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
15. Elizabeth, S. C., J. Bunn, S. E. Minson, A. S. Baltay, D. L. Kilb, Y. Kodera, and M. Hoshiba, Retrospective and Real Time Event Detection Performance of the PLUM Earthquake Early Warning Algorithm on the West Coast of the United States, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月, 韓国, ソウル
16. Kodera, Y., Improvement of the PLUM earthquake early warning algorithm by introducing P-waves and distance attenuation relations, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月, 韓国, ソウル
17. Hoshiba, M., Numerical shake prediction: Data assimilation and wave propagation simulation, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月, 韓国, ソウル
18. Ogiso, M., Introduction of a forward scattering model into the Numerical Shake Prediction Scheme: the 2016 Kumamoto earthquake, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月, 韓国, ソウル
19. Hoshiba, M., Lessons learned from ten year's experience of actual operation, and future prospects of JMA Earthquake Early Warning, 2nd international workshop on Earthquake Early Warning, 2019 年 8 月, 中国, 北京
20. Ogiso, M., Simultaneous Estimation of 3D Intrinsic and Scattering Attenuation Parameters: Method and Application in Southwestern Japan, 第 27 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
21. Hoshiba, M., Too-late Warnings by Estimating Mw: Earthquake Early Warning in the Near-fault Region, 27th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
22. Kodera, Y., N. Hayashimoto, and K. Moriwaki, The First-Year Operation of the Plum Algorithm in the Earthquake Early Warning System of the Japan Meteorological Agency, 2019 Seismological Society of America Annual Meeting, 2019 年 4 月, アメリカ, シアトル

・国内の会議・学会等 : 76 件

1. 野田朱美, 齊藤竜彦, 福山英一, 新潟一神戸歪み集中帯の測地学・地質学的観測を説明する深さ依存の変形構造, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
2. 南 雅晃, 津波数値計算における詳細な CFL 条件 ~その計算精度・速度の検討, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
3. 林 豊, 文献調査による日本への歴史遠地津波の信頼性の検討, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
4. 小寺祐貴, 深層学習による単独観測点からの波動伝播方向推定の試み, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測と情報の利活用」, 2023 年 1 月, 東京都文京区
5. 小木曾 仁, Wave gradiometry を用いた波動伝播の即時把握に向けた検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測・情報利活用」, 2023 年 1 月, 東京都文京区
6. 下山利浩, 長周期地震動の即時予測についての検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測・情報利活用」, 2023 年 1 月, 東京都文京区

7. 南 雅晃, 津波数値計算における詳細な CFL 条件 ～その計算精度・速度の検討, 第 12 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2022 年 12 月, 大阪府大阪市
8. 対馬弘晃, 2016 年 11 月 22 日福島県沖の地震の津波数値解析: 沿岸部における非線形性の影響評価, 第 12 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2022 年 12 月, 大阪府大阪市
9. 小木曾 仁, 対馬弘晃, 海洋波のグラディオメトリ解析: 稠密海底圧力観測網データを用いた津波波動場の可視化と伝播特徴の抽出, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「陸海両域での超高密度観測時代の観測・解析手法と地震波伝播理論の新展開」, 2022 年 12 月, 東京都文京区
10. 小木曾 仁, 地震波伝播の即時把握へ向けた Wave gradiometry の活用可能性の検討, 日本地震工学会・大会-2022, 2022 年 12 月, 札幌市
11. 下山利浩, 長周期地震動の予測についての検討, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
12. 野田朱美, 測地データと地震データを用いた 3 次元モーメント密度分布のインバージョン解析, 震源インバージョンワークショップ ～地震発生物理の包括的理解に向けた手法開発とその実践～, 2022 年 7 月, 東京都文京区
13. 対馬弘晃, 林 豊, 山本剛靖, 稠密海底水圧観測が津波の波源・伝播の再現に与える効果: 2016 年 11 月 22 日福島県沖の地震の事例解析, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
14. 小木曾 仁, 地震動エネルギーの逆伝播を用いた最大震度分布の事後推定, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
15. 鎌谷紀子, 小木曾 仁, 自己回帰モデルによるスペクトル解析は地盤増幅率の周波数特性評価に有効か?, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象のリアルタイム監視予測システムと利活用」, 2022 年 1 月, オンライン
16. 小木曾 仁, 地震動の逆伝播を用いた面的震度分布の早期推定に向けた検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象のリアルタイム監視予測システムと利活用」, 2022 年 1 月, オンライン
17. 久保田達矢, 久保久彦, 吉田圭佑, 近貞直孝, 鈴木 亘, 中村武史, 対馬弘晃, 2016 年 11 月 22 日福島県沖の地震における S-net 津波観測記録: 広域・稠密観測データによる高精度震源断層モデル推定, 第 11 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2021 年 12 月, オンライン
18. 対馬弘晃, 山本剛靖, 1952 年カムチャツカ地震における顕著な津波後続波, 第 11 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2021 年 12 月, オンライン
19. 南 雅晃, 津波浸水計算における wet/dry 境界の新しい計算法, 第 11 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2021 年 12 月, オンライン
20. 小木曾 仁, 地震波振幅を用いた震源域のリアルタイム把握に向けた検討, 日本地震工学会・大会-2021, 2021 年 11 月, オンライン
21. 林 豊, 1780 年ウルップ島地震による北海道への津波の影響, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
22. 南 雅晃, 津波浸水計算における wet/dry 境界の新しい計算法, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
23. 野田朱美, 齊藤竜彦, 測地データと地震データを併用した非弾性変形の解析: 新潟神戸変形集中帯への適用, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
24. 小木曾 仁, 溜瀧功史, 地震波振幅の空間分布から推定した紀伊半島南東沖で発生する浅部低周波微動の時空間分布: 2020 年 12 月から 2021 年 1 月, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
25. 林 豊, 1780 年ウルップ島地震による日本への津波の影響, 第 38 回歴史地震研究会, 2021 年 9 月, オンライン

26. 小木曾 仁, 地震波振幅を用いた震源分布の準リアルタイム把握, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
27. 対馬弘晃, 近貞直孝, 沖合津波波形の常時解析に基づく津波の自動検知手法の検討, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
28. 林 豊, 日本の文献が根拠とされる 1537 年メキシコの津波は誤り, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン
29. 永田広平, 溜渕功史, 弘瀬冬樹, 野田朱美, 統合的な地殻活動指標の構築に向けて – “ふつう” の地震活動の特徴抽出 –, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
30. 干場充之, 対馬弘晃, 地震動と津波の即時予測: 最近 10 年の研究の進展, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 5 月, オンライン
31. 干場充之, 地震動即時予測の研究: 最近 10 年の進展から, 第 231 回地震予知連絡会, 2021 年 5 月, オンライン
32. 野村俊一, 田中昌之, 余震誘発効果を考慮した繰り返し地震の予測, 【R0IS-DS】成果報告会, 2021 年 2 月, オンライン
33. 田中昌之, 中規模繰り返し相似地震と大地震との関連性について, THK19 繰り返し地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング研究集会, 2021 年 2 月, オンライン
34. 野口恵司, 林元直樹, 溜渕功史, 小寺祐貴, Hi-net を活用した IPF 法の高度化, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学における即時予測・即時解析のフロンティア: 基礎的研究から利活用まで」, 2021 年 1 月, オンライン
35. 小寺祐貴, 教師なし学習による連続波形記録の自動分類: 階層的クラスタリングの導入, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学における即時予測・即時解析のフロンティア: 基礎的研究から利活用まで」, 2021 年 1 月, オンライン
36. 小木曾 仁, 地震波振幅を用いた相対震源決定手法の即時解析への活用に関する基礎的検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学における即時予測・即時解析のフロンティア: 基礎的研究から利活用まで」, 2021 年 11 月, オンライン
37. 久保田達矢, 齊藤竜彦, 対馬弘晃, 日野亮太, 太田雄策, 鈴木秀市, 稲津大祐, 震源直上海底水圧記録に含まれる地震動成分と津波成分の分離, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球の多様な波動現象へのアプローチ: 多量データ解析と大規模計算を両輪に」, 2020 年 12 月, オンライン
38. 小木曾 仁, 蓬田 清, 地震波振幅を用いた相対震源決定法: 雌阿寒岳で発生した火山性地震と微動への適用, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球の多様な波動現象へのアプローチ: 多量データ解析と大規模計算を両輪に」, 2020 年 12 月, オンライン
39. 対馬弘晃, 沿岸津波観測データへのリアルタイム線形回帰による近地津波の減衰予測手法の開発, 第 10 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2020 年 12 月, オンライン
40. 対馬弘晃, 津波の即時予測技術の発展 – 東日本大震災から 10 年 –, 令和 2 年度気象研究所研究成果発表会, 2020 年 12 月, オンライン
41. 小寺祐貴, 初期破壊の P 波を用いた PLUM 法: 揺れから揺れの予測に基づく地震動即時予測の迅速化に向けて, 日本地震工学会・大会-2020, 2020 年 12 月, オンライン
42. 小木曾 仁, 地震波エンベロープ全体の即時予測: 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入, 日本地震工学会・大会-2020, 2020 年 12 月, オンライン
43. 大石裕介, 新出孝政, 山崎崇史, 牧野嶋文泰, 馬場俊孝, 前田拓人, 近貞直孝, 対馬弘晃, 高川智博, 南海トラフ巨大地震の 3 次元津波伝播シミュレーション, 第 67 回海岸工学講演会, 2020 年 11 月, オンライン
44. 南 雅晃, 津波の非線形インバージョン グリッドサーチによるすべり量分布の推定 その 1, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
45. 小木曾 仁, 蓬田 清, 地震波振幅を用いたマスターイベント法: 雌阿寒岳で発生した火山性微動への適用, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン

46. 野田朱美, 齊藤竜彦, 福山英一, 寺川寿子, 田中佐千子, 松浦充宏, 2016 年熊本地震による地殻内せん断歪みエネルギー変化の定量評価: 余震活動との関係, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
47. 野口恵司, 林元直樹, 溜瀨功史, 小寺祐貴, Hi-net を活用した IPF 法の高度化, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
48. 小寺祐貴, 酒井慎一, 教師なし学習に基づく連続波形記録の自動分類 ~不均衡データに対応するための異常検知処理の導入~, 研究集会「AI はどのように地震学を加速させるか」, 2020 年 3 月, 茨城県つくば市
49. 干場充之, データ同化を用いた揺れのリアルタイム予測: 地震動即時警報への応用, 第二回「固体地球科学データ同化に関する研究会 ~観測とシミュレーションの融合~」, 2020 年 2 月, 宮城県仙台市
50. 干場充之, Mw は地震動即時警報に有効か?: 地震動予測の観点から, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測と情報の利活用」, 2020 年 1 月, 東京都文京区
51. 小寺祐貴, PLUM 法への初期破壊の P 波の導入とその効果, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測と情報の利活用」, 2020 年 1 月, 東京都文京区
52. 小木曾 仁, 「揺れの数値予報」の高速化に向けた検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震動をはじめとする地球科学データの即時解析・即時予測と情報の利活用」, 2020 年 1 月, 東京都文京区
53. 小木曾 仁, 「揺れの数値予報」の高速化に向けた検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「広帯域波動現象の観測とその背景にある物理モデルの解明」, 2019 年 12 月, 東京都文京区
54. 中田健嗣, 勝間田明男, Abdul Muhari, 2018 年インドネシア・スラウェシ島の津波の現地調査高とビデオ記録データから推定された海底地すべり波源, 第 9 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2019 年 12 月, 大阪府大阪市
55. 南 雅晃, 非線形長波方程式の摩擦項における連続的な表現を用いた新たな差分式の提案, 第 9 回巨大津波災害に関する合同研究集会, 2019 年 12 月, 大阪府大阪市
56. 田中昌之, 天竜船明長基線レーザーひずみ計のデータ補正に資する水位観測, 「精密地球物理観測ネットワークによる地殻活動の総合的な理解」2019 年度研究集会, 2019 年 12 月, 神奈川県小田原市
57. 小寺祐貴, 酒井慎一, 西宮隆仁, ノンパラメトリックベイズを用いた連続波形記録の教師なし自動分類, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
58. 南 雅晃, 沿岸検潮所での津波観測値と数値計算結果の比較による海底面粗度係数の推定 津波減衰の精度向上に向けて, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
59. 永田広平, 規模の大きな内陸地震の震源周辺における地震活動の規模別頻度分布変化, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
60. 干場充之, Mw は地震動即時警報に有効か?: 地震動予測の観点から, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
61. 田中昌之, 南鳥島広帯域地震計の観測環境, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
62. 田中昌之, 更新過程のベイズ統計対数正規分布モデルを用いた中規模繰り返し相似地震の発生確率の成績, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
63. 南 雅晃, 津波減衰過程を正しく表現するための非線形長波方程式の差分式の改良, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
64. 小木曾 仁, 地震波エンベロープを用いた西南日本の内部減衰と散乱減衰の 3 次元構造推定, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

65. 小木曾 仁, 対馬弘晃, 海洋波のグラディオメトリ解析: 津波即時予測への活用へ向けた検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用: 更なる高度化と新たな展開」, 2024 年 1 月, 東京都文京区
66. 南 雅晃, 津波数値計算における正確な減衰を表現するための新たな摩擦計算の検討, 第 13 回 巨大津波災害に関する合同研究集会, 2023 年 12 月, 宮城県仙台市
67. 対馬弘晃, 山本剛靖, 環太平洋で発生する津波の顕著後続波の可能性: 津波伝播数値計算による試算, 第 13 回 巨大津波災害に関する合同研究集会, 2023 年 12 月, 宮城県仙台市
68. 南 雅晃, 津波数値計算における正確な減衰を表現するための新たな摩擦計算の検討, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
69. 小木曾 仁, 対馬弘晃, 海洋波のグラディオメトリ解析(2): 振幅項に着目した 2022 年トンガ津波 の伝播過程, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
70. 小木曾 仁, 地震動エネルギーの逆伝播を用いた面的震度分布の事後推定, 第 16 回日本地震工学シンポジウム, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
71. 小寺祐貴, 機械学習による単独観測点からの波動伝播方向推定および PLUM 法への応用, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用: 更なる高度化と新たな展開」, 2024 年 1 月, 東京都文京区
72. 野口恵司, 溜瀧功史, 林元直樹, 小寺祐貴, 緊急地震速報の震源推定手法の IPF 法への一本化, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
73. 溜瀧功史, 木村久夫, 弘瀬冬樹, 山本剛靖, 2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動と地殻変動の関係, ISM STAR-e workshop, 2024 年 2 月, 東京都立川市
74. 溜瀧功史, 地震識別手法の高度化に基づく地震動即時予測の改善と特異な地震活動の解明, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 神奈川県横浜市
75. 下條賢梧, 機械学習モデルを用いた EEW 運用観測点の抑止・再開の自動化, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用: 更なる高度化と新たな展開」, 2024 年 1 月, 東京都文京区
- 76.* 山田真澄, 鶴岡 弘, 溜瀧功史, ETAS モデルを考慮した震源推定: 能登半島地震のケーススタディ, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「固体地球科学的諸現象の即時解析・即時予測とその利活用: 更なる高度化と新たな展開」, 2024 年 1 月, 東京都文京区

* 終了時評価後に発表した研究成果

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等: 31 件

1. Tamaribuchi, K. and H. Kimura, Relationship between inland seismicity and crustal deformation after the 2011 Tohoku earthquake derived from the refined earthquake catalog, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール
2. Ogiso, M., Depth dependency in high-frequency source radiation energy of small earthquakes in Japan estimated from full seismogram envelopes, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023 年 8 月, シンガポール, シンガポール
3. Ogiso, M., Estimation of high-frequency source radiation energy of small earthquakes in Japan using seismogram envelopes considering the heterogeneous seismic structure, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
4. Kodera, Y., Automatic unsupervised classification of tectonic tremor signals in continuous seismic records, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
5. Hayashi, Y., Examining the reliability of historical teletsunamis reaching Japan using literature review, The 28th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン

6. Tsushima, H., Capability of inversion of dense offshore tsunami measurements to constrain spatio-temporal evolution of tsunami source process, 第28回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023年7月, ドイツ, ベルリン
7. Kodera, Y., Unsupervised Automatic Classification of Fast and Slow Earthquake Signals from Continuous Records with a Hierarchical Clustering Algorithm, AGU Fall Meeting 2022, 2022年12月, 米国, シカゴ&オンライン
8. Tsushima, H., Capability of Inversion of Dense Offshore Tsunami Measurements to Constrain Spatio-Temporal Evolution of Tsunami Source Generation, AGU Fall Meeting 2022, 2022年12月, 米国, シカゴ&オンライン
9. Kodera, Y., Automatic classification of fast and slow earthquake signals from continuous records using an unsupervised machine learning algorithm, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2022, 2022年9月, 奈良
10. Ogiso, M., Estimation of source radiation amplitude from seismic coda waves considering the heterogeneous seismic structure, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
11. Tsushima, H., Y. Hayashi, and T. Yamamoto, Evaluation of tsunami source and propagation modeling using dense offshore tsunami measurements: case study of 2016 Mw 6.9 off Fukushima earthquake, Japan, AGU Fall Meeting 2021, 2021年12月, 米国, ニューオーリンズ&オンライン
12. Hoshiba, M., Real-time correction of frequency-dependent site amplification factor in time domain for earthquake early warning : Amplitude and phase delay, The 6th international symposium: Effects of surface geology on seismic motion (ESG6), 2021年9月, (オンライン)
13. Masayuki TANAKA, Relationship Between the Moderate Repeating Earthquakes and the Larger-scale Earthquakes on the Trench Side, AOGS2021 VIRTUAL 18th Annual Meeting, 2021年8月, オンライン
14. Yutaka Hayashi, Y., Two false tsunamis of the 16th century based on Japanese literature: the 1537 Mexico and 1586 Peru earthquakes, International Tsunami Symposium 2021, 2021年7月, 仙台
15. Kilb, D., J. Bunn, J. Saunders, E. Cochran, S. Minson, A. Baltay, C. O'Rourke, M. Hoshiba and Y. Kodera, The Plum Earthquake Early Warning Algorithm: A Case Study of Two West Coast, USA, Datasets, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
16. Nakata, K., T. Yamamoto, Simulation of reflected tsunami wave caused by the three cases of earthquake off Fukushima prefecture, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, 千葉市幕張
17. Kubota, T., N. Yamamoto Chikasada, H. Tsushima, W. Suzuki, T. Nakamura, and H. Kubo, Tsunami analysis using the S-net pressure gauge records during the Mw 7.0 Off-Fukushima earthquake on 22 November 2016 to reduce the effects of tsunami-irrelevant pressure components, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, 千葉市幕張
18. NagataAGATA, K.ohei, Analyses of the temporal change in size distribution of the earthquakes without using "moving window", JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
19. Masaaki Minami, M.INAMI, T.akeyasu Yamamoto, Derivation of Time Difference Equation using Continuous Expression in Nonlinear Long Wave Equation and Evaluation of its Discretization Error, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
20. Tsushima, H., Y. Nishimae, Y. Hayashi, T. Yamamoto, K. Nakata, and S. Aoki, Conceptual design of forecasting-technology development over the next decade for improvement of JMA tsunami warning, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン

21. Tsushima, H. and T. Yamamoto, Operational use of tsunami source inversion in near-field tsunami warning by JMA, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, 千葉市幕張
22. Katsumata, A., K. Miyaoka, T. Tsuyuki, S. Itaba, M. Tanaka, T. Ito, A. Takamori, and A. Araya, Slow slips with durations between VLF and short-term SSE, 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, 2020 年 7 月, オンライン
23. M. Hoshiba, M., The limits of effective earthquake early warning by estimating Mw: From viewpoint of real-time prediction of strong motion, 2020 Seismological Society of America Annual Meeting, 2020 年 4 月, アメリカ, オンライン
24. Hoshiba, M., Too-late warning by estimating Mw: From viewpoint of real-time prediction of strong motion in earthquake early warning, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
25. Kilb, D. L., E. S. Cochran, J. Bunn, S. E. Minson, A. Baltay, M. Hoshiba, and Y. Kodaera, Retrospective and Real-Time Event-Based Performance of the PLUM Earthquake Early Warning Algorithm for the West Coast, USA, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
26. Ogiso, M., Full seismogram envelope prediction in the earthquake early warning: implementation of a forward scattering model in the Numerical Shake Prediction scheme, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
27. Nagata, K. AGATA Kohei, Temporal variation in the size distribution of the earthquakes around the large earthquakes in the continental crust of Japan, 2019 AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
28. Kodaera, Y., S. Sakai, and T. Nishimiya, An unsupervised automatic classification algorithm for continuous seismic records using a nonparametric Bayesian approach, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
29. M. Hoshiba, M., Too-late warnings by estimating Mw: Earthquake early warning in the near-fault region, 2019 Seismological Society of America Annual Meeting, 2019 年 4 月, アメリカ, シアトル
30. Cochran, E., J. Bunn, S. Minson, A. Baltay, D. Kilb, Y. Kodaera, and M. Hoshiba, A Case Study of the Plum Earthquake Early Warning Algorithm Using Southern California Data, 2019 Seismological Society of America Annual Meeting, 2019 年 4 月, アメリカ, シアトル
31. Yamada, M., K. Tamaribuchi, S. Wu, and D.Y. Chen, IPFx: extended integrated particle filter method for earthquake early warning and application to the international networks, AGU Fall Meeting 2023, 2023 年 12 月, 米国, San Francisco

・国内の会議・学会等 : 60 件

1. 林 豊, 文献調査による日本への歴史遠地津波の真偽の検証, 第 40 回歴史地震研究会, 2023 年 9 月, 神奈川県小田原市
2. 小寺祐貴, 深層学習を用いた単独観測点からの波動伝播方向推定: 波動場実況把握の高度化を目指して, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
3. 小木曾 仁, 面的な地震動即時予測に向けたサイト特性補正の検討, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
4. 小木曾 仁, Wave gradiometry の地震動即時予測への活用可能性の検討, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
5. 露木貴裕, 今津・敦賀での地殻変動連続観測記録における長期的変化, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン

6. 木村久夫, 山本剛靖, 小林昭夫, 露木貴裕, 日本全国を対象とした地殻変動の異常検出の試み, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
7. 弘瀬冬樹, 溜渕功史, 小林昭夫, 前田憲二, 非定常 ETAS モデルによる背景地震確率を考慮した能登半島の群発地震と潮汐との関係, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
8. 溜渕功史, 木村久夫, 自動震源カタログによる 2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動度の定量評価, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
9. 小寺祐貴, 深層学習を用いた地震波形からの波動伝播方向推定の試み, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
10. 弘瀬冬樹, 小林昭夫, 前田憲二, 長期的スロースリップイベント時に上昇する豊後水道の深部微動の潮汐相関, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
11. 小木曾 仁, 不均質な地下構造の影響を考慮した地震波エンベロープを利用した震源放射エネルギーの推定, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
12. 木村久夫, 小林昭夫, 山本剛靖, 露木貴裕, 地殻変動データの指標化に向けた試行, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
13. 対馬弘晃, 稠密沖合津波波形の逆解析による津波波源生成の時空間発展の拘束, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
14. 永田広平, 溜渕功史, 弘瀬冬樹, 野田朱美, 統合的な地殻活動指標の構築に向けてー “ふつう” の地震活動の特徴に基づく異常度評価ー, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
15. 鎌谷紀子, 小木曾 仁, 自己回帰モデルによるスペクトル解析ー地盤増幅率の周波数特性評価への適用ー, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
16. 小木曾 仁, J-SHIS 地盤データを用いた計測震度に対するサイト特性係数の検討, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
17. 高野洋雄, 対馬弘晃, 林 豊, Entel Mikhail, トンガ火山噴火に伴う潮位振動について, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
18. 対馬弘晃, 林 豊, 海底水圧記録を用いた 2022 年トンガ火山噴火に関連した初期水位体積の概算, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
19. 林 豊, 1780 年ウルップ島地震による日本での津波のデータの信頼性, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
20. 対馬弘晃, 山本剛靖, 1952 年カムチャツカ地震における顕著な津波後続波, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
21. 弘瀬冬樹, 前田憲二, 上垣内修, 背景地震活動の地球潮汐相関情報に基づく地震予測モデルの効率: トンガ・ケルマディック海溝沿いのプレート境界型大地震に対して, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
22. 鎌谷紀子, 小木曾 仁, 自己回帰モデルによるスペクトル解析を用いた地盤増幅率の周波数特性評価の試行, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
23. 永田広平, 溜渕功史, 弘瀬冬樹, 野田朱美, 日本海溝沿いの地震活動の規模別頻度分布に関する 指標値の地域特性とプレート間のすべり現象との比較, 日本地震学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
24. 久保田達矢, 齊藤竜彦, 対馬弘晃, 日野亮太, 太田雄策, 鈴木秀市, 稲津大祐, 海底動的圧力変動成分記録から抽出した 2011 年東北沖地震の震源域内部の大振幅地震動波形, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
25. 田中昌之, 中規模繰り返し相似地震と周辺の規模の大きな地震との態様について, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
26. 露木貴裕, 天竜船明レーザーひずみ計による地殻変動観測, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン

27. 小寺祐貴, 酒井慎一, 階層的クラスタリングによる地震波形データの教師なし自動分類, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
28. 永田広平, 野田朱美, 溜渕功史, 弘瀬冬樹, せん断ひずみエネルギー変化は b 値を変化させるかー熊本地震及び西南日本のプレート間固着を例にー, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
29. 小木曾 仁, 地震波振幅から土石流発生の谷筋を推定できるか? 2008 年 5 月 20 日の雌阿寒岳の事例解析, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地表・海底の振動記録から探る地震以外の諸現象」, 2021 年 3 月, 日本
30. 露木貴裕, ボアホール式ひずみ計の埋設初期変化の補正について, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
31. 林 豊, 2016 年福島県沖の地震を基準とした断層モデルパラメータに対する津波高分布の感度, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
32. 対馬弘晃, 沿岸津波観測データへのリアルタイム線形回帰による近地津波の減衰予測手法の開発, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
33. 小寺祐貴, 酒井慎一, 連続波形記録の教師なし自動分類: 不均衡データに対応するための異常検知処理の導入, 日本地震学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
34. 弘瀬冬樹, 小林昭夫, 前田憲二, 長期的スロースリップイベント時に上昇する豊後水道の深部微動の潮汐相関, 日本地震学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
35. 弘瀬冬樹, 溜渕功史, 前田憲二, 自然地震カタログと時空間 ETAS カタログに内在する前震活動の特徴の違い: 群発的地震活動を前震活動と仮定して行う本震の発生予測モデルを用いた検証, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉市幕張
36. 小木曾 仁, 「揺れの数値予報」の並列化コードの開発, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉県千葉市
37. 小寺祐貴, 初期破壊の P 波を取り入れた波動場予測法: 緊急地震速報の PLUM 法の迅速化に向けて, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, 千葉市幕張
38. 小寺祐貴, 溜渕功史, 速度計による強震動観測の可能性: 緊急地震速報の迅速化に向けて, 日本地震工学会・大会-2019, 2019 年 9 月, 京都府京都市
39. 弘瀬冬樹, 小林昭夫, 前田憲二, 豊後水道における深部低周波微動の潮汐相関の時間変化: 長期的スロースリップイベントおよび深部超低周波地震との関係, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
40. 山本剛靖, 北太平洋を波源とする遠地津波振幅の時間推移, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
41. 中田健嗣, 勝間田明男, Abdul Muhari, 2018 年インドネシア・パル津波の複数の種類の津波記録から推定された海底地すべり源, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
42. 小木曾 仁, 前方散乱モデルを導入した「揺れの数値予報」: 2016 年熊本地震の例, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
43. 田中昌之, 勝間田明男, 津波地震の規模推定への利用を想定した広帯域地震計・速度型強震計の性能調査, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
44. 勝間田明男, 高森昭光, 新谷昌人, 田中昌之, 長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市
45. 干場充之, 揺れの数値予報: Green 関数を用いた震度予測の検討, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
46. 小木曾 仁, 「揺れの数値予報」への前方散乱モデルの導入, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
47. 弘瀬冬樹, 溜渕功史, 前田憲二, 自然地震カタログと ETAS カタログに内在する前震活動の特徴の違い: 前震予測モデルを用いた検証, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

48. 弘瀬冬樹, 小林昭夫, 前田憲二, 豊後水道における深部低周波地震と潮汐との相関と長期的スロースリップとの関係 (その2), JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
49. 勝間田明男, 高森昭光, 新谷昌人, 天竜船明長基線レーザー伸縮計の特性とスロースリップの検知能力, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
50. 小寺祐貴, 酒井慎一, 西宮隆仁, 教師なし学習による連続地震波形記録に対する自動信号分類: 人工ノイズおよび低周波微動への応用, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
51. 木村一洋, 小林昭夫, 観測点の上流部からの流入を考慮したひずみ計データの降水補正の試み (2), JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
52. 露木貴裕, 状態空間モデルを用いたひずみ観測データのトレンド成分推定手法の検討, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
53. 対馬弘晃, 山本剛靖, 環太平洋で発生する津波の顕著後続波の可能性: 津波伝播数値計算による試算, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 神奈川県横浜市
54. 下山利浩, 長周期地震動の即時予測の検討, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
55. 小木曾 仁, 不均質な地下構造の影響を考慮した地震はエンベロープを利用した震源放射 エネルギーの推定, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震波形解剖学 3.0」ー高密度観測・高周波数地震動で視る地殻・マントル不均質構造ー, 2023 年 12 月, 東京都文京区
56. 小寺祐貴, 機械学習から推定した伝播方向を用いた地震動即時予測: 距離減衰を導入した PLUM 法の改善, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 神奈川県横浜市
57. 小寺祐貴, Automatic classification of tectonic tremors with an unsupervised machine learning algorithm, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市 & オンライン
58. 溜瀧功史, 木村久夫, 弘瀬冬樹, 山本剛靖, 2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動と地殻変動の関係, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
59. 溜瀧功史, 木村久夫, 弘瀬冬樹, 山本剛靖, 2011 年東北地方太平洋沖地震後の内陸地震活動と地殻変動の関係, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 11 月, 神奈川県横浜市
60. 弘瀬冬樹, 溜瀧功史, 小林昭夫, 前田憲二, 非定常 ETAS モデルによる背景地震確率を考慮した能登半島の群発地震と潮汐との関係, 日本地震学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 神奈川県横浜市

報道・記事

(1) 報道・記事: 3 件

1. ”Japan and Mexico have earthquake early-warning systems. How does California’s compare?”, Los Angeles Times (令和3年6月12日) の他、米国数紙
2. 「メキシコ最古の津波 実は“幻”」, 毎日新聞 (令和3年6月24日夕刊) など共同通信加盟社 32 紙 (令和3年6月19日夕刊～7月3日夕刊)
3. 「18 世紀の千島列島地震 『道内に津波』は誤り」, 北海道新聞 (令和5年7月2日朝刊) など共同通信加盟社 38 紙 (令和5年7月2日朝刊～8月22日夕刊)

(2) 報道発表: 1 件

- 1.* 令和6年能登半島地震における気象庁機動調査班 (JMA-MOT) による津波に関する現地調査の結果について (令和6年1月26日 気象庁地震火山部)

* 終了時評価後

その他 ((3) 「成果の他の研究への波及状況」 関連)

- 1.* 本課題で解析した「令和6年能登半島地震」1月1日の地震に伴う津波波源域の推定結果は、地震調査研究推進本部地震調査委員会の令和6年能登半島地震の評価 (令和6年1月15日、同年2月9日公表) に活用された。

- 2.* 本課題で実施した「令和6年能登半島地震」1月1日の地震に伴う津波の現地調査結果は、気象庁機動観測班による調査結果とともに、地震調査研究推進本部地震調査委員会の令和6年能登半島地震の評価（令和6年2月9日公表）に活用された。

* 終了時評価後

A シームレスな気象予測の災害・交通・産業への応用に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：行本誠史（応用気象研究部長／令和元年度）
 高槻 靖（応用気象研究部長／令和2年度）
 加藤輝之（応用気象研究部長／令和3年度）
 徳廣貴之（応用気象研究部長／令和4～5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

副課題代表者：村田昭彦（応用気象研究部／令和元～5年度）

研究担当者：

- 〔応用気象研究部〕村田昭彦、野坂真也、佐々木秀孝（令和元～3年度）、
仲江川敏之、村崎万代、川瀬宏明、福井 真（令和元～5年度）
- 〔気象予報研究部〕長澤亮二、北村祐二（令和元年度）、渡邊俊一（令和2～5年度）
- 〔気候・環境研究部〕高薮 出（令和2～5年度）
- 〔併任：大気海洋部〕卜部祐介、山田 賢、加藤 尚（令和元年度）、岡部裕己（令和2～4年度）、
後藤敦史（令和2年度）、原田 昌（令和3年度）、瀬崎歩美（令和3～5年度）、
若松俊哉（令和4年度）、南 敦（令和5年度）、文野彩花（令和5年度）
- 〔客員研究員〕藤部文昭（令和2年度）、大泉三津夫（令和元～5年度）

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

副課題代表者：小畑 淳（応用気象研究部／令和元～4年度）

高野洋雄（応用気象研究部／令和4～5年度）

研究担当者：

- 〔応用気象研究部〕小畑 淳（令和元～4年度）、
山口宗彦、川端康弘、太田琢磨、高野洋雄（令和4～5年度）
- 〔併任：大気海洋部〕川上新吾（令和5年度）

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

副課題代表者：仲江川敏之（応用気象研究部／令和元～5年度）

研究担当者：

- 〔応用気象研究部〕仲江川敏之、村崎万代、川瀬宏明、村田昭彦、野坂真也、
佐々木秀孝（令和元～3年度）
- 〔台風・災害気象研究部〕加藤輝之（令和元～5年度）
- 〔気候・環境研究部〕小林ちあき、高薮 出（令和2～5年度）
- 〔全球大気海洋研究部〕高谷祐平（令和元～5年度）
- 〔併任：地球環境・海洋部〕萱場互起、宮脇祥一（令和元年度）、
後藤敦史、池田友紀子（令和3年度）、辻健太郎（令和4年度）、
平井雅之（令和4～5年度）、加藤成子（令和5年度）
- 〔客員研究員〕大竹秀明（令和2～5年度）、宮坂貴文、伊東瑠衣、三浦陽介（令和3～5年度）

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

温暖化を巡っては、平成27年11月に「気候変動の影響への適応計画」について閣議決定がなされ、環境省は「気候変動適応情報プラットフォーム」（A-PLAT）を設けた。ここには、気象庁において作成した気候温暖化予測情報第9巻（平成29年3月）の内容も掲載されている。さらに、平成30年6月には「気候変動適応法」が成立、平成30年12月1日に施行された（これに伴い国立環境研究所内に「気候変動適応センター」が設立された）。これにより、各地方自治体には温暖化対策策定が求められるようになり、第1次情報としての数値モデルによる温暖化予測情報はより一層重要性を増す。そのため、気象庁は文科省と連携をとり「気候変動に関する懇談会」を平成30

年6月に発足させ、気候予測情報の提供体制を整えつつある。このほかに、国交省でも治水計画に「気候変動」を取り込むことを計画しており、「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」が平成29年に設けられ議論が進んでいるところである。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

国土強靱化にかかわる我が国の防災のあり方については、国交省の「新たなステージに対応した防災・減災のあり方に関する懇談会」（平成27年1月）において議論が進められてきている。「新たなステージ」とは、近年頻発するようになった大雨・洪水の現状（ステージ）を表している。WMO大気科学委員会でも、「気象業務のための科学（Science for Services）」を提唱しており、防災・減災に直結する気象情報の提供に資する研究の推進を行っている。

エンドユーザーからの要望として防災・減災につなげるべく、①予報精度の向上、②時間的猶予の増大、③情報伝達の改善の3つが挙げられる。このうち①・②については気象庁で取り組むべき課題として、国交省の交通政策審議会気象分科会においても提言されている（平成30年8月）。このように、情報の改善といってもユーザーまで相互に関連することは明らかであり、その意味でも、そのような俯瞰的な研究開発が今後求められる。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

2009年の第3回世界気候会議で、災害軽減や生活の質を向上させるために気候情報を活用する枠組み、Global Framework for Climate Service (GFCS)の実施が採択され、欧米では大型研究プロジェクトを始めとして、各国の気象機関も気候情報の利活用についての研究が盛んに行われている。WMO気候委員会でも、GFCSに貢献するための専門家チームが複数結成されて活動を行っている。

日本では当庁気候情報課が気候リスク管理の調査を継続的に行っている。また、再生可能エネルギー分野では気象研究所を始めとして気象情報の利活用研究が盛んに行われている。また、国土交通省の生産革命プロジェクト31のうちのひとつとして、気象ビジネスの創出～気象情報の利活用の促進～が現在進行している。こうした動きを受けて、気象ビジネス推進コンソーシアムが立ち上げられ、産業界で気象情報を利活用する機運が高まっている。

（学術的背景・意義）

（全体）

ここでは、時間的にシームレスな気象予測をいかに生産性革命・国土強靱化に活かしていくかという課題設定となる。「温暖化予測」は10年～100年の時間スケールである。他方、「産業気象」となるとその時間スケールは数週間～数年スケールが中心となる。また、「災害・交通」はより短く、数時間～数日の時間スケールが中心となる。したがって、それぞれにおいて気象予測研究側の最適な取り組みは異なってくる。ところが、気象（ないしは気候）情報の流れとしてみると、これらはいずれも影響評価研究を通しての行政のエンドユーザーへ向けての流れとなり、これらは同様のパターンを呈する。そこで、ユーザーとの橋渡しという視点（階層間トランスレーターという立場）から課題を整理すると互いに応用可能な技術が数多く見えてくるため、そこには新しい学問の芽があると考えられる。特に本課題は気象研究所で閉じた課題にはならないため、外部機関との共同研究、外部予算の獲得により効率の良い研究体制が取れることが期待される。地方共同研究もまた然りである。

農業分野は農業気象、航空分野は航空気象というように、気象データを十分に利活用した様々な分野がある。それ以外の産業分野では、上述の通り再生可能エネルギー分野で研究が勢力的に行われているものの、実用化には更なる研究が必要な状況である。非常に広い産業分野から見れば、ほんの少しの分野での調査・研究が行われているだけで、潜在的に気象情報が有用な産業分野は広範な筈であるが、まだ調査・研究が未着手というのが現状である。これらの潜在的な分野で気象情報を利活用できれば、国内的には生産性革命に、国際的にはGFCSに貢献することができる。また、気象情報が有用な産業分野は取りも直さず、温暖化適応が必要とされる分野でもあり、温暖化適応研究にも貢献できる。

(気象業務での意義)**(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**

社会的背景でも述べたように、温暖化適応に関しては法律の施行により政府一体となって取り組むことが明記されている。そのため、気象庁・気象研究所も本法律の施行に伴い国立環境研究所内に整備された「気候変動適応センター」並びにその地方中枢と緊密な連携を取りつつ業務を進めていくことになる。その際、業務の円滑な実施に向けては、温暖化適応センターと地理的に近く研究交流も従来から進んでいる気象研究所がセンターとよく連携を取ることが温暖化対策行政への気象庁の寄与にとり、非常に重要になると考えられる。また、気象庁はこの情勢下、国交省・文科省とも連携して温暖化対策策定に貢献する体制をとるが、そこでも研究所の貢献が期待される。

(副課題2) 防災・交通分野への気象情報の活用

大雨や台風など顕著な現象に対する防災気象情報の拡充は喫緊の課題であり、予報精度の向上とともに予報の不確実性情報等の重要性が増している。メソアンサンブル予報など本庁予報官等を支援するデータや資料が増加している一方、それらを短時間で適切に解析するためには、効率的で効果的なプロダクトやガイダンスの開発が必要である。本副課題では、本庁予報課や気象研究所のデータ同化・数値予報モデル課題、副課題1、3、及び国内外の関係機関と連携して、これらの課題に取り組む。

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

産業で利活用できる気象情報を明らかにし、また生産性の向上に貢献することは、本庁気候情報課で行っている気候リスク管理の調査に貢献できるほか、温暖化予測情報とそれに付随するデータセットの利活用にも貢献が期待される。更に、気象ビジネス推進コンソーシアムの事務局を行っている本庁情報利用推進課による産業との連携について、本研究成果を通して推進することができる。

研究の目的**(全体)**

気象情報を利活用し、豊かで安全な生活をもたらすような世の中を実現することが目的である。その中には、気象予報・予測精度の向上とともに、気象情報の利用に関し不確実性の観点も含め各分野の専門家と協働・協創を行うことも含まれる。

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

適応策策定に資する高い確度の地域気候予測情報を創出するため、地域気候予測結果にばらつきをもたらす要因を分析し、予測の不確実性を低減する。

(副課題2) 防災・交通分野への気象情報の活用

アンサンブル予報を含む数値予報データ等を利用し、防災業務に資するプロダクトや新たな予報ガイダンスの開発を行う。

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

1週間～季節予測を用いた気象・気候リスクを管理する事例研究を通して、必要とされるデータの過去観測・気象予測データの利用可能性と予測精度について整理し、気候リスク管理が生産性向上をもたらす潜在的な産業分野の開拓を通して、気象・気候リスク管理による幅広い分野での気候情報の利活用を目指す。

研究の目標**(全体)**

本研究課題では、既存の課題の解決のみではなく、気象側からのデータ提供とユーザーのニーズとのマッチングを図ることで、課題発見型課題となることも視野に入れている。

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

- ① 地域気候モデル及び数値実験設定の改良
- ② モデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価
- ③ モデルによる再現・予測結果における物理的メカニズムの理解

(副課題2) 防災・交通分野への気象情報の活用

- ① 全球・メソアンサンブル予報の利活用
- ② 防災業務に資する予報ガイダンスの開発
- ③ 予報大外し事例の抽出

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

- ① 異業種・産学官交流に基づく各産業分野の気候リスク管理の需要調査・連携
- ② 週間～季節予測情報を利活用した気候リスク管理に関する先進的研究とデータ整備
- ③ 利活用の裾野を拡大するための簡便な産業分野別気候指標と管理手法の開発

研究成果**(1) 成果の概要****(全体)**

副課題1では、現業数値予報モデル asuca ベースの新たな地域気候モデルを開発し、降水量の再現性が向上するなど現行モデルと同等以上の精度が確認できた。また、地域気候モデルの予測・再現結果について詳細な分析を行い、そこから得られた知見は「日本の気候変動 2020」等の作成にも活用された。さらに、高解像度モデルを用いて、実際に発生した大雨等の極端現象にイベントアトリビューション (EA) を適用し、極端現象の強度に対する温暖化の影響を定量化した。

副課題2では、台風情報の高度化に向けた開発・調査を実施し、論文化も行った。特にマルチセンタアンサンブルを活用した動的台風進路予報円の開発・現業化については、台風進路予報における研究成果の現業予報への応用の成功例といえる。また、危険度分布 (キキクル) の高度化にむけて、大雨・洪水、高潮・波浪に関する研究にも今後、本格的に取り組めるよう準備を進めた。

副課題3では、再生可能エネルギーや洪水等の分野において、大学・研究機関と共同でアンサンブル予報を活用した気候リスク管理に関する研究を実施し、気象データの利用高度化を図った。また、気象データ利活用の裾野を拡大するための簡便な気候指標の算定・評価を行った。

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**①地域気候モデル及び数値実験設定の改良**

- ・気象庁の現業で使用されている数値モデル (asuca) をベースとした地域気候モデルについて、各種調整を施し、必要なスキーム (スペクトルナッジング、陸面過程及び都市モデル) を導入した。さらに、海外領域でも実施できるように、メルカトル図法での計算が可能となる修正を施した。
- ・上述の陸面過程の導入にあたり、現実的な気候においての性能を調べた結果、冬季の地上気温において低温バイアスが見られたものの、全体的な性能は良好で既存モデル (NHRCM) による結果と比べて遜色のないことが分かった。
- ・大気の流れ過程の解明とモデル化に関する研究 (P 課題) と連携し、海氷の効果をモデルに適切に取り込む方法を導入した。また、海面水温 (SST) の時間分解能が降水に与える影響について調査した結果、日本海沿岸地域の冬季降水に対し影響を与えていることが分かった。
- ・スペクトルナッジングの計算を鉛直層毎に分割し並列化することで asuca ベースの地域気候モデルの高速化を図った。日本域を対象としたテスト計算では、計算結果の完全一致とともに、実行時間が約 33% 短縮 (1.5 倍の高速化) されたことを確認できた。
- ・asuca ベースの地域気候モデルによる現在気候実験 (1991～2020 年) を、20km や 5km 解像度で実施した。性能評価の結果、NHRCM と比べて、降水量の再現性が向上することがわかった。

②モデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価

- ・過去の地球温暖化が日本の豪雨に及ぼす影響について、「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース」 (d4PDF) を用いた調査によって、以下の結果をえた。
 - 九州西部においては、温暖化に伴う可降水量の増加によって大雨の頻度が増加していたことが分かった。
 - 平成 30 年 7 月豪雨や令和元年台風第 19 号に伴う関東甲信地方での大雨について、温暖化が降水量の増加に寄与していたことがわかった (高解像度モデルを用いて極端現象の強度に対する温暖化の影響を定量化する EA)。

- ・モデルで再現・予測された降水量を台風及び非台風起源の降水量に層別化して解析を行った。他の現象と比べて低頻度な現象である台風に伴う降水データを全体の降水データから除外することで、理論的な降水頻度分布であるガンマ分布への適合度が高まり、再現・予測結果の信頼度が向上するという結果が得られた。
- ・d4PDF の全球平均気温 1.5℃、2℃、4℃上昇の予測結果を用いて、日本域の降水量の変化を評価した結果、年降水量はほとんど変わらないが、年最大1時間降水量は気温の上昇量にほぼ線形に比例して大きくなることがわかった。
- ・現実的と考えられる RCP2.6, 4.5 シナリオを用いた、20km 格子の地域気候モデルによる温暖化予測について、RCP8.5 シナリオを用いた予測と比較した。その結果、シナリオ間に地上気温の差が始める 2040 年以降において、年最大日降水量の差が現れることが分かった。
- ・風速の再現性について、5 km と 2 km 格子の地域気候モデルで比較したところ、2 km 格子モデルではよりアメダスの頻度分布に近づき、精度が向上していた。

③モデルによる再現・予測結果における物理的メカニズムの理解

- ・風の将来変化について、解像度 5 km で日本域を対象とした大規模アンサンブル気候計算の結果を利用し調査した。全球平均で 2K 及び 4K 上昇した気候下では、両者とも日本の陸上の最大風速に明瞭な変化はなかった。一方、海上の年最大風速については、本州の南海上で弱化し、九州～黄海付近で強化される予測結果が得られた。前者は台風の頻度の減少、後者は個々の台風の強度の増大で説明できることがわかった。
- ・2 km 格子の地域気候モデルによる将来予測結果を用いて、北日本の冬季における積雪日数の変化と地上風速の変化の関係を調べた。その結果、温暖化による積雪日数の減少は大気下層の安定度を低下させることで地上風速を強化することがわかった。
- ・水平解像度の違いによる利根川流域における降水量の再現性への影響について調べた結果、高地では 2 km 格子モデルの再現性が 5 km 格子モデルより良く、低地では逆であった。高地では高解像度モデルによる地形の詳細化の効果が現れるものの、低地ではこの効果がなくなると共に対流の過度の集中が悪影響を及ぼしているためと考えられる。
- ・高解像度モデル（2 km 格子）による予測結果を用いて、夏季の極端降水の将来変化に対する力学過程と熱力学過程の寄与を解析した。その結果、どの解析領域においても熱力学的効果は理論で期待される量に概ね一致し、力学的効果の大きさが極端降水量の温暖化による変化を決めていることがわかった。
- ・地域気候モデル（5 km 格子）による予測結果から、温暖化時は日本に接近する台風が減少するものの、台風に伴う降水（台風降水）の強度が強くなることが分かった。
- ・夏季の相対湿度が降水頻度の将来変化に与える影響について、2 km 格子の地域気候モデルを用いた調査によって、以下の結果をえた。
 - 無降水頻度（時間）について、相対湿度が高く且つ負の変化となる地域では増加し、相対湿度が高いほど僅かな変化が影響することが分かった。
 - 8 月の西日本を対象に調べると、地球温暖化による相対湿度の減少が対流抑制指標の増加を通して降水頻度を減少させる可能性があることが分かった。
- ・積雲対流パラメタリゼーションの降水の再現性へのインパクトについて、2 km 格子の地域気候モデルを用いた調査によって、以下の結果をえた。
 - 平成 29 年 7 月九州北部豪雨を模した理想実験によって、本パラメタリゼーションの効果の強弱が再現される強雨域の位置に影響することを確認した。
 - 平成 29 年 7 月九州北部豪雨を対象にした感度実験によって、本パラメタリゼーションの有無が線状降水帯の組織化に影響することがわかった。

（副課題 2）防災・交通分野への気象情報の活用

①全球・メソアンサンブル予報の利活用

- ・マルチセンターアンサンブル手法による台風予報円を本庁と協力して 2023 年 6 月に現業導入した。これにより、アンサンブル予報による予報のばらつき（スプレッド）に応じて予報円の大きさを変化させることで、予測信頼性を示すとともに、信頼できるケースでは従来よりも小さい予報円となり、メリハリのある予報を提供出来る様になった。また、複数の現業予報センター（モデル）によるアンサンブル予報を用いることで、単独のアンサンブル予報を用いる場合よりも予報誤差とスプレッドの相関が高くなり、より適切に予報の不確実性を

表現出来る様になった。

- ・マルチセンターアンサンブル手法を用いて、台風進路予報の楕円の有効性を調査した。気象庁の発表予報では、予報時間が後半になるにつれて、予報誤差のばらつき（スプレッド）が全方向に等方ではなくなり、進行方向に大きくなる特徴が見られた。面積を比較すると、全予報時間において予報楕円の方が予報円よりも小さく、よりの確にリスクのある領域を示すことができた。

②防災業務に資する予報ガイダンスの開発

- ・現業支援にむけて参考となる有益な基礎的情報として、以下の台風や視程に関する調査結果をえた。
 - 台風発生の子測可能性を調査した（横浜国立大学との共同研究）。特に、発生予測確率を各国の数値予報センターのアンサンブル予報で比較したところ、米国気象局（NCEP）の発生確率が最も高かったが、過大に予測している可能性があることがわかった。台風強度「Tropical Storm」となった時で比較すると、どのセンターも2日前には50%以上の確率で予測できていることが明らかとなった。また、台風発生環境場の5パターン（シアライン、東西風合流域、モンスーンジャイア、偏東風波動、先行台風によるエネルギー散逸）に着目し、発生予測確率との関係を調査したところ、東西風合流域やモンスーンジャイアのパターンで相関が高いことがわかった。
 - 台風強度予測システム TIFS の問題（過発達）の解決に向けて、海洋との相互作用を考慮し、海洋モデルによる海面水温や海洋貯熱量の予測値を TIFS に適用した形で昨年の台風強度の再予報を行った。その結果、中心気圧の誤差は、海面水温低下による衰弱が話題となった令和2年台風第10号について60%改善され、全台風平均では3～5日予測において10%程度改善された。
 - 気象庁が作成したドボラック法再解析データのパフォーマンス評価の一環として、カテゴリ4相当以上の強い台風の長期的な変化傾向を調査した。その結果、年々変動が大きく、増加トレンドは見られないことがわかった。強い台風に発達するかどうかは発生位置と関係しているが、その空間分布は局所的に変化していた。このような発生位置の変化が、強い台風の長期変化傾向に部分的に影響を与えた可能性がある。
 - 台風の参考研究として、大気モデルによる将来温暖化実験の解析を行い、将来の温暖化に伴う日本（中緯度）域の台風移動速度の低下という防災上大変重要な知見を得た。また、過去40年の観測データを用いて、日本に接近する台風の特徴の変化を調査した。その結果、太平洋側へ接近する台風の増加、より強い強度での接近の増加、移動速度の低下が判明した。原因として、日本に低速度で接近し易くする気圧配置変化、台風の発達を強める海面水温上昇が示唆された。
 - 都市部における視程の実態を把握するため、東京の視程の長期特性について調査した。その結果、低視程日数は年々減少傾向であることが明らかとなった。その要因として大気質の改善と都市部の乾燥化が考えられるが、浮遊粒子状物質の減少が顕著にみられた。視程は吸湿性エアロゾルの影響を受けると考えられ、相対湿度が高いほど低視程となる割合が多いことがわかった。
- ・今後、本格的に取り組む大雨・洪水等に関する研究への準備として、現行洪水予測モデルに対するデータ同化手法（粒子フィルターによる実況値補正）の利用可能性を評価し、良好なインパクトを確認した。鳴瀬川水系及び宮城県七北田川水系に適用し、水位の再現性の向上、1時間先の予測精度の向上、水位観測地点以外での同化の効果、危険度分布（キキクル）の精度改善等を示した。

③予報大外し事例の抽出

- ・現行洪水予測モデルの統計的な精度検証（約200地点・4000事例）を本庁と協力して行い、検証河川の7割程度の河川で水位との相関が高かった。一方で、水位との相関が低かった河川について人工的な流水の制御やバックウォーターの影響があったこと等を明らかにした。
- ・台風進路予報における大外し事例を抽出し、その原因調査を行った。予報誤差を極端に大きくする要因として、北西太平洋域における代表的な指向流（太平洋高気圧縁辺流、偏西風、貿易風など）の表現の適切さがあるが、この他、モンスーントラフの表現の適切さも大きな要因であることが新たに分かった。すなわち、モンスーントラフが作る低気圧性循環による指向流の表現、またモンスーントラフ内で発達する熱帯低気圧の大きさが、それぞれ進路予

報に大きな影響を与えている。また、海外の研究者と協力して、進路予報の大外し事例に関するレビュー論文を出版した。

- ・誤差の大きかった高潮予測事例の要因について調査するとともに、改善のため波浪の影響を考慮するための手法について検討を行った。その結果、波浪の影響を受ける地点では高潮の予測誤差と有義波高に強い相関があり、波高のみで補正できる可能性が確認された。

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

1. 異業種・産学官交流に基づく各産業分野の気候リスク管理の需要調査・連携
 - ・気象ビジネスコンソーシアム関連会合や研究会への参加、研究機関の個別訪問などを通して、気候リスク管理の需要、共同研究を推進すべき機関・研究者、需要のあるデータ種類などを把握した。また、最先端の科学でできる気候予測について情報提供も行った。
 - ・以下の温暖化予測の影響評価での利活用に向けた調査・検討において、取りまとめ役を担い、ユーザーとの連携促進に貢献した。その他、「気候予測データセット 2022」の全体とりまとめも行った。
 - 文科省 先端プログラム「気候予測データセット意見交換会」での、次期気候予測データセットにむけたアンケート結果のとりまとめ
 - 環境研 気候変動予測・影響評価に係る連携ワーキンググループでの意見集約・論文化
 - 環境研 気候変動適応の研究会 分科会5「領域気候モデル（山岳）、ダウンスケーリング」の幹事機関。
2. 異業種・産学官交流に基づく各産業分野の気候リスク管理の需要調査・連携
 - ・安全かつ効率的な発電運用計画策定に資することを目的とし、翌日の全天日射量を予測し火力発電の運用計画に反映させることを目標に、本庁関係部署とも協力して、産業技術総合研究所や日本大学と共同研究を実施した。全球アンサンブル予報を用いた日射量予測の大外し事例の解析を行い、精度評価とともに、スプレッド情報の利活用の可能性を検討した。また、機械学習による大外しの要因分析と回避法の提案を行った。
 - ・メソアンサンブル予報を用いた洪水予測に関する共同研究を、本庁関係部署とも協力して、東京大学生産技術研究所と実施した。2019 年台風第 19 号を対象として洪水予測実験を行い、氾濫ポテンシャルの予測が実際の氾濫箇所とよく一致することが示された。この研究過程で、大量のメソアンサンブル予報データを本庁システムから気象研への転送を実現した。
 - ・平成 30 年豪雨時に氾濫した肱川流域を対象に、豪雨予測と事前放流可否判断資料提供の可能性について、全球アンサンブル再予報値（660 メンバー）から構成される大規模母集団を、解析した。その結果、1/50 年の大雨が3日前には予報できていたこと、少雨量を予測するメンバーを用いて事前放流可否判断情報を出せることを明らかにした。
3. 利活用の裾野を拡大するための簡便な産業分野別気候指標と管理手法の開発
 - ・季節予報に基づく大規模場の気候指標を用いた主要穀物収量の偏差予測について、フィージビリティスタディを行った。予測スキルのある領域がいくつか示され、その主要な気候指標は穀物と地域によって異なることが示された。
 - ・気象官署の観測データから気候指標を算定し、その特性について調査を行った。既往の研究では全日本や地域毎の評価であったものを、地点毎で評価し、気温に関する指標はどの指標も全国的に有意な変化が見られることがわかった。極端降水については、有意な変化は限定的であるが、95%強度以上の降水積算値は、既往の EA の結果と首尾一貫した結果が得られた。
 - ・地域気候モデルを用いた気象庁長期再解析値からのダウンスケーリングデータについて気候指標を算定した。AMeDAS データと比較したところ、振幅は小さいものの、10 年規模の変動や長期傾向はよく再現されていることが示された。
 - ・Web ブラウザー上で、気候指標をユーザーが容易に表示ができ、ユーザーが所有する産業指標との統計的関係を調べるアプリケーションの検討を行った。現在、このアプリケーションの実装に向けて、データ統合・解析システム（DIAS）と協力を開始している。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

特になし。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

台風予報の参考研究として、大気モデルを用いた将来温暖化実験結果の解析及び観測に基づいた過去 40 年間の台風経路の解析も実施した。また、様々な顕著現象に対する情報の重要性を踏まえ、従来の台風関係の研究に加え、大雨・洪水、高潮・波浪に関する研究にも今後、本格的に取り組めるよう準備を進めた。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

中間評価の結果に基づき、気候指標に関する Web アプリの検討を追加した以外は、変更点はない。

（3）成果の他の研究への波及状況**（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**

- ・ asuca をベースとした開発中の地域気候モデルについての情報は P 課題と共有されており、P 課題の副課題1における asuca を用いた各種数値実験を行う際に活用されている。また、文部科学省「気候変動予測先端研究プログラム」の領域課題3「日本域における気候変動予測の高度化」の枠組みにおける利用のため、このモデルが地球シミュレータへ移植された。
- ・ 地域気候モデル（NHRCM）による予測結果や現在気候における温暖化影響の検出などの研究成果は、本庁気候変動対策推進室と連携した「日本の気候変動 2020」（令和2年12月公表）の作成に活用された。
- ・ 「日本の気候変動 2020」の更新版となる「日本の気候変動 2025」においても、地域気候モデル（NHRCM）による予測結果が利用される予定である。
- ・ 文部科学省、気象庁が発刊した「気候予測データセット 2022 解説書」の中で、地域気候モデル（NHRCM）を用いた研究結果が活用された。
- ・ 文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム（領域テーマ C）」及び「気候変動予測先端研究プログラム（領域課題3）」で得られた地域気候予測データを活用してデータ解析を行った。
- ・ 地域気候予測モデル（NHRCM）による予測結果は、地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラムによるデータ統合・解析システム（DIAS）や国立環境研究所が運営する気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）に登録されており、各種の研究機関等による気候変動解明や気候変動適応の研究、さらには地方自治体の適応計画策定等に役立てられている。
- ・ 国土交通省航空局において、気候変動に伴う降水量の変化が空港に与える影響の検討がされ、その一環として空港での排水解析のために地域気候モデルによる気候予測データが利用された。
- ・ 農林水産省農村振興局において、気候変動が農業農村整備に与える影響の検討がされ、その一環としてモデル地区での排水解析のために地域気候モデルによる気候予測データが利用された。
- ・ 地域気候予測モデル（NHRCM）は、電力中央研究所との共同研究において先方が保有する地域気候モデルによるシミュレーションとの比較に用いられ、その解析結果は電力設備の温暖化影響評価や対策法立案のための基礎資料として活用された。
- ・ 地域気候予測モデル（NHRCM）は、学術振興会「二国間交流事業共同研究（代表：谷田貝亜紀代 弘前大学教授）」におけるトルコを対象とした将来気候予測実験に用いられ（弘前大学招聘によるトルコの研究者を気象研究所で受入れ）、その結果は、地球温暖化に伴うトルコの河川流出量及び水力発電量への影響評価のために活用された。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

- ・ 台風アンサンブル予報等に関する知見は、気象庁アジア太平洋気象防災センターに共有され、台風予報の改良に役立てられるほか、WXBC セミナー等を通じて副課題3や本庁情報利用推進課が推進している気象・気候情報の産業分野での利活用促進にも役立てられた。
- ・ 本庁と共同で進めたドボラック再解析の結果は、台風の長期変化特性の説明等に利用される基礎資料となる。
- ・ 地球システム・海洋モデリングに関する研究（M課題）と連携して得られた知見（台風が最大発達強度になる環境条件）は、M課題の海洋モデリングにも活かされる。
- ・ 現行洪水予測モデルの精度検証・誤差要因の分析や、データ同化利用による水位予測精度の向上は、危険度分布（キキクル）の精度改善に資する。

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

- ・異業種・産学官交流に基づく各産業分野の気候リスク管理の需要調査・連携で得たユーザーからの要望は、次期「気候予測データセット」の実験設定をする際の、重要な資料となっている。また、文科省のDIASや環境省のA-PLATからの情報の発信方法についても、有用な示唆を与えている。
- ・週間～季節予測情報利用による気候リスク管理に関する先進的研究のうち、メソアンサンブル予報を用いた太陽光発電量予測の研究は、現在問題となっている調整力確保に必要な巨額のコストを削減することに将来つながる。
- ・メソアンサンブル予報を用いた洪水アンサンブルの共同研究では、将来の洪水アンサンブル予報の先駆的研究として、「洪水及び土砂災害の予報のあり方に関する検討会」で紹介され、河川水位でなく、モデル実験内での生起確率ベースでの予測について、洪水及び土砂災害の予報の今後のあり方についての基礎資料となった。
- ・再予報実験を用いた大雨予測の研究結果から、再予報実験が、豪雨予測と事前放流可否判断の資料を示すことで、今後のダム運用への情報提供を示唆すると共に、再予報実験データの有効活用法を示すことができ、再予報を利用する研究の端緒となった。
- ・気候指標による気候変化抽出の研究から、地点毎でも気候変化が検出できることを示したことで、「日本の気候変動 2025」では領域毎に示される気候変化の根拠資料として活用された。
- ・季節予報を用いた主要穀物終了偏差予測では、季節予報の利活用可能な地域を同定することができ、この情報の輸入計画や食料安全保障などへの活用が期待される。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

特段の問題点の指摘はなかった。

(副課題2) 防災・交通分野への気象情報の活用

事前評価での課題を明確にすべきとの指摘に従い、計画の対象と内容をより具体化した上で研究を開始した。

(副課題3) 産業活動に資する気候リスク管理

事前評価での課題を明確にすべきとの指摘に従い、計画の対象と内容をより具体化した上で研究を開始した。中間評価時に、ユーザーの情報創出支援のための環境構築にも取り組むよう、コメントがあった。これに対して、気候変動予測データセットに関連したユーザーとの意見交換・調査や、気候変動予測情報の利活用に関する論文に貢献した。また、気候指標値の表示と気候指標と産業指標の相関を計算する Web アプリを検討した。

(5) 今後の課題

(全体)

(副課題1) 地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

地域気候モデル開発に関しては、これまでの性能評価の結果に基づく改良の方向性を検討するとともに、市町村スケールの温暖化予測に向けて高解像化（1km以下の水平格子間隔）する必要がある。特に、このような雲解像地域気候モデルについては、極端降水等のモデル再現性に関する解析を行い、その利用可能性を検討する必要がある。また、温暖化予測シミュレーションの結果を活用して、大雨等の極端な現象が将来どのように変化するか調べるとともに、その物理的メカニズムについて明らかにする。さらに、地域気候モデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価についても、これまでの結果や知見を整理して、より一層の信頼度向上につながる取組を検討する。

(副課題2) 防災・交通分野への気象情報の活用

研究課題の対象が広範囲にわたる上、防災情報改善にむけたニーズも高いが、限られたリソースを効果的に活用するため、台風関連に重点的に取り組んだ。今後は、ニーズの重要性や緊急性を考慮して、台風に関連した予測ガイダンス等の開発を進めていくとともに、洪水や沿岸災害なども対象として、より災害リスクを端的に伝えられる情報の改善に向けた研究を進めていく。体制についても本庁からの併任や部外機関との連携等により強化を図ることを検討する。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

気象・気候情報を利活用することで、リスク管理のできる潜在的分野は多数あると考えられるが、限られた人的リソースを効果的に活用するため、精査して共同研究を実施する必要がある。今後は、共同研究の効率的運用を図りつつ、気象・気候リスクを軽減し社会経済活動の安全・安心につながる共同研究を強化していきたい。また、気候指標値の表示と気候指標と産業指標の相関を計算する Web アプリについては、実装に向けて研究を進めていきたい。

自己点検**（1）到達目標に対する達成度****（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**

asuca をベースとした新たな地域気候モデルを開発し、性能評価を行ったことから、研究計画が着実に実行できたといえる。また、現在気候における温暖化顕在化の検証、統計的手法による温暖化の分析、現実シナリオを使用した予測結果の分析などの手法による予測結果に対する信頼度評価を実施した。さらに、降水量、風、湿度といった各種気象要素、台風、小低気圧などの各種現象の温暖化に伴う変化及び背景となる物理的メカニズムに関する解析を行った。以上のことから、当初に設定した目標が達成されたといえる。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

台風予測の不確実性を考慮して、より効果的な予測プロダクトの開発等を進め、本庁における動的予報円の現業化に貢献できたほか、楕円の活用などさらなる高度化の展望も見えた。また、ドボラック再解析結果による台風の長期特性の評価など、台風情報に関して参考となる有益な基礎的情報を作成した。更に、洪水予測の精度向上に向けて、予測精度の検証と誤差要因を評価したことで、次の洪水情報高度化につながる成果が得られたと考えている。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

需要調査については、将来気候予測にやや偏った調査になったが、今後の気候データ利活用に関する調査は達成できた。週間～季節予測情報を利用した先進的研究については、共同研究の効果により、多数の成果を出すことができ、目標を達成することができた。気候指標の活用については、その長期変動を調査することと、指標データを整備することは達成できた。

（2）到達目標の設定の妥当性**（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**

地球温暖化が顕在化するなか、地方自治体レベルでの温暖化適応計画策定に必要な地域気候予測データの高度化・高精度化や、予測の不確実性の定量化や将来変化の原因の説明が求められていることから、適切なものであったと考える。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

目標内容は、当初やや漠然としていたが、結果的には、台風等の重要事項に注力するとともに、状況の変化にも対応して洪水や沿岸予測精度向上に関する取組にも着手するなど適切であったと考える。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

デジタルトランスフォーメーションや Society5.0 の下、到達目標の設定がなされ、分野は限られるが、短期から温暖化予測まで広く研究を進めることができたので、適切なものであったと考える。3つの到達目標すべて、適切なレベルの目標設定であったといえる。

（3）研究の効率性（実施体制、研究手法等）について**（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究**

応用気象研究部のメンバーの他に、気象予報研究部のメンバーを加えた実施体制をとっている。大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究（P 課題）や気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究（C 課題）をはじめとする他の研究課題と連携して、新たな地域気候モデルの開発や EA の研究を効率的に進めることができた。予測の不確実性の評価においては多メン

バーのアンサンブル予測データ、メカニズム解析には高解像度モデルによる予測データといった、対象によってデータを使い分ける研究手法をとることで効率的に研究を遂行した。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

研究は、主として応用気象研究部第三研究室のメンバーで進められ、所内（台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究、地球システム・海洋モデリングに関する研究）や本庁の関係者等との連携を密にすることで、概ね問題なく研究が遂行できた。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

実施体制について、所内では応用気象研究部第二研究室と他研究部の専門家から構成した。共同研究が必要なテーマについては、本所と外部機関とで共同研究を締結することで、体制を整えた。また、関連する外部資金プロジェクトに参画することでも、実施体制を整えた。研究手法はテーマによって異なるため、複数の打ち合わせを通して、それぞれのテーマに適した手法、スケジュールを採用することで効率性を高めた。この効率性により、複数の成果を得ることができた。

（4）成果の施策への活用・学術的意義

（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

地域気候モデルを用いた日本の将来気候予測データの解析結果は、気象庁が文部科学省と共同で公表した「日本の気候変動2020」に活用された。また、DIASやA-PLATを通じて温暖化予測データが提供され、研究機関等による気候変動解明・適応の研究、さらには地方自治体の適応計画策定等に活用された。各種大気現象・気象要素における将来変化の物理的メカニズムを調べていく中で、将来変化という視点だけではなく、現在に存在する現象そのものの理解が深まるという意味で気象学に貢献したものと考えられる。その他、EAによる評価結果については、極端現象発生後、気象庁の異常気象分析検討会等に迅速に提供した。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

マルチアンサンブルを用いた台風予報円といった研究の成果を本庁で現業化するなど、気象業務への貢献ができたと考える。更なる業務改善にむけ、予報楕円の活用などの研究開発も進められた。また、ドボラック再解析を用いた台風の長期特性の評価など、近年関心を集めている事項に対し信頼できる結果を出すなど、学術的にも貢献できたと考える。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

様々なユーザーとの対話の機会を通して得られた温暖化予測実験への要望は、次期実験設定の検討に活用された。全球アンサンブル予報システム（GEPS）やメソアンサンブル予報システム（MEPS）による翌日の全天日射量や洪水予測の予測研究を通して、アンサンブル予報の現業利用への道筋を示すことができたと考える。気候指標を用いた気候変化検出は、「日本の気候変動2025」への参考資料として活用された。

（5）総合評価

（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

各研究項目において、当初計画で予定した程度、またはそれ以上の成果が得られており、また、それぞれ社会的・学術的要望を踏まえて研究を進めていることから、後継となる次期研究計画を推進させる必要がある。

（副課題2）防災・交通分野への気象情報の活用

アンサンブル情報の活用や台風予測の研究に関しては、動的予報円の現業化や、台風長期特性等の解明など、本庁業務に貢献できた。また、新たに洪水や沿岸予測精度向上に関する取組にも着手し、予測情報の活用に向けた研究が十分にできたと考える。

（副課題3）産業活動に資する気候リスク管理

気象データ利用者との対話から、アンサンブル予報の利活用、気候指標の解析と、多岐にわたる研究を実施し、各到達目標で複数の成果を出すことができた。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：73 件

1. Kawabata, Y., U. Shimada, and M. Yamaguchi, 2023: The 30-year (1987–2016) trend of strong typhoons and genesis locations found in the Japan Meteorological Agency's Dvorak reanalysis data. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)
2. Maki, T., K. Hosaka, K. Lee, Y. Kawabata, M. Kajino, M. Uto, K. Kita, and Y. Igarashi, 2023: Vertical distribution of airborne microorganisms over forest environments: A potential source of ice-nucleating bioaerosols. *Atmospheric Environment*, 302, 119726.
3. Tachibana, Y., M. Honda, H. Nishikawa, H. Kawase, H. Yamanaka, D. Hata, Y. Kashino, 2023: High moisture confluence in Japan Sea polar air mass convergence zone captured by hourly radiosonde launches from a ship. *Scientific Reports*, 12.
4. Ganeshi, G. N., M. Mujumdar, Y. Takaya, M. M. Goswami, B. B. Singh, R. Krishnan, and T. Terao, 2023: Soil moisture revamps the temperature extremes in a warming climate over India. *npj Climate and Atmospheric Science*.
5. Sasaki, H., N. N. Ishizaki, A. Murata, H. Kawase, M. Nosaka, 2023: The Importance of Dynamical Downscaling for Explanations of High Temperature Rises in Winter. *SOLA*, 19, 9–15.
6. Kawase, H., M. Nosaka, S. I. Watanabe, K. Yamamoto, T. Shimura, H. Okachi, T. Hoshino, R. Ito, S. Sugimoto, C. Suzuki, Y. Naka, Y.-H. Wu, S. Fukui, Y. Ishikawa, E. Nakakita, N. Mori, T. Takemi, T. Nakaegawa, A. Murata, T. J. Yamada, and I. Takayabu, 2022: Identifying robust changes of extreme precipitation in Japan from large ensemble 5-km-grid regional experiments for 4K warming scenario. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*. (submitted)
7. Kawase H., S. Fukui, M. Nosaka, S. I. Watanabe, K. Otomo, A. Murata, K. Murazaki, and T. Nakaegawa, 2022: Historical regional climate changes in Japan assessed from a long-term 5 km dynamical downscaling of JRA-55. *Progress in Earth and Planetary Science*. (in press)
8. Kawase H., S. Watanabe, and Y. Imada, 2022: Impacts of historical atmospheric and oceanic warming on heavy snowfall in December 2020 in Japan. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
9. Kobashi, T., and T. Nakaegawa, 2022: Comment on “comparison of holocene temperature reconstructions based on GISP2 multiple-gas-isotope measurements” by Döring and Leuenberger (2022). *Quaternary Science Reviews*, 298, 107707.
10. Ishizaki, N., H. Shiogama, N. Hanasaki, K. Takahashi, and T. Nakaegawa, 2022: Evaluation of the spatial characteristics of climate scenarios based on statistical and dynamical downscaling for impact assessments in Japan. *International Journal of Climatology*.
11. Murata, A., M. Nosaka, H. Sasaki, and H. Kawase, 2022: Dynamic and thermodynamic factors involved in future changes in extreme summertime precipitation in Japan projected by convection-permitting regional climate model simulations. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 61, 1201–1217.
12. Nakaegawa, T., and K. Murazaki, 2022: Historical trends in climate indices in relation to surface air temperature and precipitation in Japan for recent 120 years. *International Journal of Climatology*.
13. Mizuta, R., M. Nosaka, T. Nakaegawa, H. Endo, S. Kusunoki, A. Murata, and I. Takayabu, 2022: Extreme precipitation in 150-year continuous simulations by 20-km and 60-km atmospheric general circulation models with dynamical downscaling over Japan by a 20-km regional climate model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 523–532.
14. Otaki T., H. Fudeyasu, N. Kohno, T. Takemi, N. Mori, K. Iida, 2022: Investigation of Characteristics of Maximum Storm Surges in Japanese Coastal Regions Caused by Typhoon

- Jebi (2018) Based on Typhoon Track Ensemble Simulations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 100, 661–676.
15. Buket Mesta, Hidetaka Sasaki, Toshiyuki Nakaegawa, Elçin Kentel,, 2022: Changes in precipitation climatology for the Eastern Mediterranean using CORDEX RCMs, NHRCM and MRI-AGCM. *Atmospheric Research*.
 16. Tinumbang, A.F.A., K. Yorozu, Y. Tachikawa, Y. Ichikawa, H. Sasaki, T. Nakaegawa, 2022: Investigating the impacts of different time integration methods in land surface models on runoff estimation. *土木学会論文集 B1 (水工学)* .
 17. Fukui, S., and A. Murata, 2021: Sensitivity to Horizontal Resolution of Regional Climate Model in Simulated Precipitation over Kyushu in Baiu Season. *SOLA*, 17, 207–212.
 18. R. E. Pinzon, N. N. Ishizaki, H. Sasaki, T. Nakaegawa, 2021: Panama’ s Current Climate Replicability in a Non-Hydrostatic Regional Climate Model Nested in an Atmospheric General Circulation Model. *Atmosphere*, 12, 1543. (in press)
 19. Kawase H., S. Watanabe, Y. Hirokawa, and Y. Imada, 2021: Timely Event Attribution Strategy in Japan: An Example of Heavy Rainfall in July 2020. *Bulletin of the American Meteorological Society*. (in press)
 20. R. E. Pinzon, T. Nakaegawa, K. Hibino, I. TAKAYABU, 2021: A climate analogue approach to understanding the future climates of six South American capital cities. *Atmósfera*, 34, 1202.
 21. Nosaka, M., H. Kawase, A. Murata, and H. Sasaki, 2021: Future changes in early spring wind speed and surface warming acceleration in snow-covered areas. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*.
 22. Kazuyo Murazaki, Hirotaka Kamahori, Chiaki Kobayashi, Seiji Yukimoto, 2021: Influence of High-Resolution SST on Early Summer Surface Air Temperature in Japan in Downscaling Experiments. *SOLA*, 17, 75–78. (in press)
 23. Iizumi, T, Y. Takaya, W. Kim, T. Nakaegawa, S. Maeda, 2021: Global within-season yield anomaly prediction for major crops derived using seasonal forecasts of large-scale climate indices and regional temperature and precipitation. *Weather and Forecasting*, 36, 285–299.
 24. Ito, R., T. Nakaegawa, and I. Takayabu, 2020: Comparison of regional characteristics of land precipitation climatology projected by an MRI-AGCM multi-cumulus scheme and multi-SST ensemble with CMIP5 multi-model ensemble projections. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7.
 25. Murata, A., S. I. Watanabe, H. Sasaki, H. Kawase, and M. Nosaka, 2020: Assessing goodness of fit to gamma distribution and estimating future projection on daily precipitation frequency using regional climate model simulations over Japan with and without the influence of tropical cyclones. *Journal of Hydrometeorology*, 21, 2997–3010.
 26. Yamaguchi, M., and S. Maeda, 2020: Slowdown of typhoon translation speeds in mid-latitudes in September influenced by the Pacific Decadal Oscillation and global warming. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 1321–1334.
 27. Tinumbang, A.F.A, K. Yorozu, Y. Tachikawa, Y. Ichikawa, H. Sasaki, T. Nakaegawa, 2020: Impacts of model structures and soil parameters on runoff characteristics in land surface models. *土木学会論文集 B1 (水工学)* , 76.
 28. Nakaegawa, T., T. Kobashi, and H. Kamahori, 2020: Characteristics of the extreme value statistics of annual maximum monthly precipitation in East Asia calculated by an earth system model of intermediate complexity. *Atmosphere*, 11, 1273.
 29. Liang, M., J. C. L. Chan, J. Xu, and M. Yamaguchi, 2020: Numerical Prediction of Tropical Cyclogenesis Part I: Evaluation of Model Performance. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1626–1641.

30. Tang, K., J. C. L. Chan, and M. Yamaguchi, 2020: Large Tropical Cyclone Track Forecast Errors of Global Numerical Weather Prediction Models in western North Pacific Basin. *Meteorological Applications*. (submitted)
31. Yamada, H., K. Ito, K. Tsuboki, T. Shinoda, T. Ohigashi, M. Yamaguchi, T. Nakazawa, N. Nagahama, and K. Shimizu, 2020: The Double Warm-Core Structure of Typhoon Lan (2017) as Observed through the First Japanese Eyewall-Penetrating Aircraft Reconnaissance. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (submitted)
32. Ito, R., T. Ose, H. Endo, R. Mizuta, K. Yoshida, A. Kitoh, T. Nakaegawa, 2020: Seasonal characteristics of future climate change over Japan and the associated atmospheric circulation anomalies in global model experiments. *Hydrological Research Letters*, 14, 130–135.
33. Martínez M. M., T. Nakaegawa, R. Pinzón, S. Kusunoki, R. Gordón, and J. E. Sanchez-Galan, 2020: Using a Statistical Crop Model to Predict Maize Yield by the End-Of-Century for the Azuero Region in Panama. *Atmosphere*, 11, 1097.
34. Kawase, H., A. Murata, K. Yamada, T. Nakaegawa, R. Ito, R. Mizuta, M. Nosaka, S. Watanabe, H. Sasaki, 2020: Regional characteristics of future changes in snowfall in Japan under RCP2.6 and RCP8.5 scenarios. *SOLA*, 17.
35. Kawase, H., M. Yamaguchi, Y. Imada, S. Hayashi, A. Murata, T. Nakaegawa, T. Miyasaka, I. Takayabu, 2020: Enhancement of extremely heavy precipitation induced by Typhoon Hagibis (2019) due to historical warming. *SOLA*, 17A, 7–13.
36. Yamaguchi, M., and S. Maeda, 2020: Increase in the Number of Tropical Cyclones Approaching Tokyo Since 1980. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 775–786.
37. Ohba, M. and H. Kawase, 2020: RainonSnow events in Japan as projected by a large ensemble of regional climate simulations. *Climate Dynamics*.
38. Sheau Tieh Ngai, Hidetaka Sasaki, Akihiko Murata, Masaya Nosaka, Jing Xiang Chung, Liew Juneng, Supari, Ester Salimun, and Fredolin Tangang, 2020: Extreme Rainfall Projections for Malaysia at the End of 21st Century Using the High Resolution Non-Hydrostatic Regional Climate Model (NHRCM). *SOLA*, 16, 132–139.
39. Kawabata, Y., and M. Yamaguchi, 2020: Probability ellipse for tropical cyclone track forecasts with multiple ensembles. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 821–833.
40. Kwiatkowski, L., O. Torres, L. Bopp, K. Toyama, H. Tsujino, 他23名, 2020: Twenty-first century ocean warming, acidification, deoxygenation, and upper-ocean nutrient and primary production decline from CMIP6 model projections. *Biogeosciences*, 17, 3439–3470.
41. Miyasaka, T., H. Kawase, T. Nakaegawa, Y. Imada, and I. Takayabu, 2020: Future projections of heavy precipitation in Kanto and associated weather patterns using large ensemble high-resolution simulations. *SOLA*, 16, 125–131.
42. Fredolin Tangang, et al., 2020: Projected future changes in rainfall in Southeast Asia based on CORDEX-SEA multi-model simulations. *Climate Dynamics*, 55, 1247–1267.
43. Cha, E. J., T. R. Knutson, T. C. Lee, M. Ying, and T. Nakaegawa, 2020: Third Assessment on Impacts of Climate Change on Tropical Cyclones in the Typhoon Committee Region - Part II: Future Projections. *Tropical Cyclone Research and Review*, 9, 75–86.
44. Nosaka, M., M. Ishii, H. Shiogama, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, and H. Sasaki, 2020: Scalability of future climate changes across Japan examined with large-ensemble simulations at +1.5 K, +2 K, and +4 K global warming levels. *Progress in Earth and Planetary Science*.
45. Ito, R., H. Shiogama, T. Nakaegawa, and I. Takayabu, 2020: Uncertainties in climate change projections covered by the ISIMIP and CORDEX model subsets from CMIP5. *Geoscientific Model Development*, 13, 859–872.

46. Lee, T. C., T. R. Knutson, T. Nakaegawa, M. Ying, and E. J. Cha, 2020: Third assessment on impacts of climate change on tropical cyclones in the Typhoon Committee Region - Part I: Observed changes, detection and attribution. *Tropical Cyclone Research and Review*, 9, 1-22.
47. Kawase, H., T. Yamazaki, S. Sugimoto, T. Sasai, R. Ito, T. Hamada, M. Kuribayashi, M. Fujita, A. Murata, M. Nosaka and H. Sasaki, 2020: Changes in extremely heavy and light snow-cover winters due to global warming over high mountainous areas in central Japan. *Progress in Earth and Planetary Science*, 7.
48. Fudeyasu, H., R. Yoshida, M. Yamaguchi, H. Eito, C. Muroi, S. Nishimura, K. Bessho, Y. Oikawa, and N. Koide, 2020: Development Conditions for Tropical Storms over the Western North Pacific Stratified by Large-scale Flow Patterns. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 61-72.
49. Tang, K., J. C. L. Chan, and M. Yamaguchi, 2020: Effects of the Outer Size on Tropical Cyclone Track Forecasts. *Meteorological Applications*.
50. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, Sh. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, and Hiroaki Kawase, 2020: Developments of a system for efficient content-based retrieval to analyze Large volume climate data. *Progress in Earth and Planetary Science*.
51. Kawase, H., Y. Imada, H. Tsuguti, T. Nakaegawa, N. Seino, A. Murata, and I. Takayabu, 2020: The Heavy Rain Event of July 2018 in Japan enhanced by historical warming. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 101, S109-S114.
52. Yamaguchi, M., J. C. L. Chan, I.-J. Moon, K. Yoshida, and R. Mizuta, 2020: Global warming changes tropical cyclone translation speed. *Nature Communications*, 11, 47.
53. Shimada, U., M. Yamaguchi, and S. Nishimura, 2020: Is the Number of Tropical Cyclone Rapid Intensification Events in the Western North Pacific Increasing?. *SOLA*, 16, 1-5.
54. Sasai T., H. Kawase, Y. Kanno, J. Yamaguchi, S. Sugimoto, T. Yamazaki, H. Sasaki, M. Fujita, and T. Iwasaki, 2019: Future projection of extreme heavy snowfall events with a 5 - km large ensemble regional climate simulation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 13975-13990.
55. Nakaegawa, T., R. Pinzon, J. Fabrega, J., A. Cuevas, H. A. De Lima, E. Cordoba, K. Nakayama, J.I. Batista Lao, A. Lau Melo, D. A. Gonzalez, S. Kusunoki, 2019: Seasonal changes of the diurnal variation of precipitation in the upper Río Chagres basin, Panamá. *PLOS ONE*, 14, e0224662.
56. Fukuda, J., and M. Yamaguchi, 2019: Determining 70 Percent Probability-Circle Radii of Tropical Cyclone Track Forecasts with Multiple Ensembles. *SOLA*, 15, 250-256.
57. Tinumbang, A.F.A, K. Yorozu, Y. Tachikawa, Y. Ichikawa, H. Sasaki, T. Nakaegawa, 2019: Analysis of runoff characteristics generated by land surface models and their impacts on river discharge. *Journal of Japan Society of Civil Engineering, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, 75, I271-I276.
58. Camargo, S. J., J. Camp, R. L. Elsberry, P. A. Gregory, P. J. Klotzbach, C. J. Schreck III, A. H. Sobel, M. J. Ventrice, F. Vitart, Z. Wang, M. C. Wheeler, M. Yamaguchi, and R. Zhan, 2019: Tropical Cyclone Prediction on Subseasonal Time-Scales. *Tropical Cyclone Research and Review*, 8, 150-165.
59. Magnusson, L., J. D. Doyle, W. A. Komaromi, F. Zhang, R. Torn, C. K. Tang, C. L. Chan, and M. Yamaguchi, 2019: Advances in understanding difficult cases of track forecasts. *Tropical Cyclone Research and Review*, 8, 109-122.

60. Titley, H. A., M. Yamaguchi, L. Magnusson, 2019: Current and potential use of ensemble forecasts in operational TC forecasting: results from a global forecaster survey. *Tropical Cyclone Research and Review*, 8, 166-180.
61. Watanabe, S. I., A. Murata, H. Sasaki, H. Kawase, and M. Nosaka, 2019: Future Projection of Tropical Cyclone Precipitation over Japan with a High-Resolution Regional Climate Model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 805-820.
62. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, Volume 124, Issue 7, 1865-1886.
63. Kawase, H., Y. Imada, H. Sasaki, T. Nakaegawa, A. Murata, M. Nosaka, and I. Takayabu, 2019: Contribution of Historical Global Warming to Local-Scale Heavy Precipitation in Western Japan Estimated by Large Ensemble High-Resolution Simulations. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 6093-6103.
64. Nosaka, M., H. Kawase, H. Sasaki, and A. Murata, 2019: Influence of the Temporal Resolution of Sea Surface Temperature on Winter Precipitation over the Coastal Area of the Sea of Japan. *SOLA*, 15, 107-112.
65. Murata, A., S. I. Watanabe, H. Sasaki, H. Kawase, and M. Nosaka, 2019: The development of a resolution-independent tropical cyclone detection scheme for high-resolution climate model simulations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 97, 519-531.
66. 山口宗彦, 仲江川敏之, MAGNUSSON Linus, 2023: ダム運用におけるアンサンブル再予報データの利活用. *水文・水資源学会誌*, 36, 52-62.
67. Ito, R., H. Kawase, and Y. Imada, 2022: Regional differences in summertime extremely high temperature in Japan due to global warming. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 61, 1573-1587.
68. 加藤輝之, 2022: アメダス3時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去45年間の経年変化. *天気(論文・短報)*, 69, 247-252.
69. 高薮 出, 花崎直太, 塩竈秀夫, 石川洋一, 江守正多, 嶋田知英, 杉崎宏哉, 高橋 潔, 仲江川敏之, 中北英一, 西森基貴, 橋爪真弘, 初鹿宏壮, 松井哲哉, 山野博哉, 横木裕宗, 渡部雅浩, 2021: 気候変動の予測情報を利用者まで届けるには. *水文・水資源学会誌*, 34, 377-385.
70. 端 康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 田中泰宙, 清野直子, 2021: 東京都心における視程の変化. *天気(論文・短報)*, 68, 5-12.
71. 仲江川敏之, 小端拓郎, 釜堀弘隆, 2020: 中程度の複雑さの地球システムモデルによって算定された日本域年最大月降水量の極値統計の性質. *土木学会論文集*, 65. (submitted)
72. 伊藤昌資, 菅野 豊, 大八木豊, 西澤諒亮, 川瀬宏明, 佐々井崇博, 杉本志織, 川崎将生, 中北英一, 2020: 気候変動が淀川水系の渇水リスクに及ぼす影響. *水文・水資源学会誌*, 33, 83-97.
73. 吉野 純, 山本康平, 村田昭彦, 小林智尚, 2019: 直接ダウンスケーリングによる伊勢湾における可能最大高潮の将来変化. *土木学会論文集*, 75, 1189-1194.

(2) 査読論文以外の著作物(翻訳、著書、解説等) : 8件

1. Kohno N., C. Fritz, P.L.N. Murty, D. Greenslade, D. Telford, M. C. Uson, and S. Rabitu, 2022: Forecasting Tropical Cyclone Coastal and Marine Hazards and Impacts.
2. Fukuda, J. and M. Yamaguchi, 2019: Determining Probability-Circle Radii of Tropical Cyclone Track Forecasts with Multiple Ensembles. *RSMC Tokyo - Typhoon Center Technical Review*, 21, 1-19.
3. 清野直子, 澤田 謙, 川端康弘, 瀬古 弘, 2022: 都市気象予測の現状と課題ー都市気象予測の発展を目指してー. *気象データ分析の高度化とビジネス利用*, 49-56.

4. 加藤輝之, 村松貴有, 2022: 竜巻環境発生場の気候変化と将来予測. 号外海洋, 63, 海洋出版, 40-47pp, ISBN: 0916-2011.
5. 佐々木秀孝, 2020: 増え続ける異常気象, 汎交通 (日本交通協会機関誌)
6. 山崎 剛, 佐々井崇博, 川瀬宏明, 杉本志織, 大楽浩司, 伊東瑠衣, 佐々木秀孝, 藤田実季子, 2019: 5km 力学的ダウンスケーリングデータセット(SI-CAT DDS5TK)の概要. シミュレーション学会誌, 38, 145-149.
7. 瀬古 弘, 和田章義, 村田昭彦, 宮川知己, 竹見哲也, 福井 真, 川畑拓矢, 北村祐二, 清木達也, 堀田大介, 2019: 第5回非静力学モデルに関する国際ワークショップの報告, 天気, 66, 501-506.
8. 藤部文昭, 2019: 1899 年 8 月 15 日の台風による鹿児島島の強風と災害, 天気, 66, 644-650.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等 : 19 件

1. Fritz C., N. Kohno, P.L.N. Murty, D. Greenslade, D. Telford, M. C. Uson, and S. Rabitu, Coastal Inundation/ Storm Surge, 10th International Workshop on Tropical Cyclones (IWTC-10), 2022 年 12 月, インドネシア, バリ
2. Kawase .H, S. Watanabe, and Y. Imada, Contributions of CPM to evaluate the impact of historical warming on recent extreme events in Japan, VI Convection-Permitting Climate Modeling Workshop, 2022 年 9 月, オンライン・ブエノスアイレス
3. Kohno, N., S.M.Q. Hassan, and A. Hossain, Case study of storm surges by Bhola Cyclone in 1970, JpGU meeting 2022, 2022 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
4. Murata, A., Estimation of future daily precipitation frequency using gamma distribution obtained from regional climate model simulations over Japan., International Workshop on Adaptation Research for Climate Change in Asia (ARCC2021), 2021 年 11 月, 宇治市
5. Kawase H. Y. Imada, S. Watanabe, and A. Murata, Evaluation of historical warming on recent heavy rainfall and snowfall events in Japan, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021), 2021 年 9 月, (オンライン)
6. Kawase, H., Y. Imada, S. Watanabe, Impacts of atmospheric and ocean warming on heavy snowfall in 2020/2021 winter, International workshop for mid-latitude air-sea interaction, 2021 年 6 月, オンライン
7. Takamatsu, T., H. Ohtake, T. Oozeki, T. Nakaegawa, and Y. Honda, Study on a Regional Solar Irradiance Forecast by Ensemble Approaches Based on a SVR with MEPS, The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30), 2020 年 11 月, Korea, Jeju&オンライン併用
8. Yamaguchi, M., J. C. L. Chan, I.-J. Moon, K. Yoshida, and R. Mizuta, Global warming changes tropical cyclone translation speed, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
9. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A Content-Based Database System for Large Volume Climate Data, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, 米国, サンフランシスコ
10. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based database system for large volume climate data, VizAfrica Botswana 2019, 2019 年 11 月, ボツワナ, ハボローネ

11. Yamaguchi, M., J. C. L. Chan, I.-J. Moon, K. Yoshida, and R. Mizuta, Tropical cyclone translation speed in a warmed climate, 2019 TCCIP International Workshop on Climate Change, 2019年10月, 中国, 台北
12. Kawase, H., T. Yamazaki, T. Sasai, S. Sugimoto, M. Fujita, A. Murata, H. Sasaki, and N. Nosaka, Future changes in snowfall and snow cover at high Japanese mountain ranges, International Conference on Regional Climate-CORDEX 2019, 2019年10月, China, Beijing
13. Yamaguchi, M., and H. Yu, Enhanced cooperation between research and operational fields, Second Meeting of the Working Group on Meteorology of the Typhoon Committee, 2019年10月, 東京
14. Nakaegawa, T., Future climate projections and HPC in meteorology, the workshop on applications of simulations and CUDA programming: studies at atomic scale, climate and optical phenomena, 2019年9月, Panama, Panama City
15. Yamaguchi, M., Review of activities on challenge 4 -Spatio-temporal post-processing & applications-, Fifth meeting of the WMO/WWRP PDEF working group, 2019年9月, 米国, ボルダー
16. Yamaguchi, M., Pilot Project for Seamless GDPFS in the Asian Pacific Aimed for Better Typhoon Forecast and Warning, Fifth meeting of the WMO/WWRP PDEF working group, 2019年9月, 米国, ボルダー
17. Kawase, H., A. Murata, H. Sasaki, N. Nosaka, T. Sasai, T. Yamazaki, S. Sugimoto, and M. Fujita, Future projection of snowfall and snow depth in Japan using non-hydrostatic regional climate model, Latsis Symposium, 2019年8月, スイス, チューリッヒ
18. Yamaguchi, M., Recent Research and Development at JMA to Improve Typhoon Forecasts, The International Workshop on Tropical Cyclone Ocean Interaction in the Northwest Pacific 2019, 2019年6月, 韓国, 済州
19. Kawase, H., A. Murata, M. Nosaka, H. Sasaki, R. Ito, S. Watanabe, Y. Imada, T. Nakaegawa, and I. Takayabu, Future climate projections over East Asia and Japan using MRI-AGCM and NHRCM, International Workshop for CORDEX East Asia, 2019年4月, Korea, Seogwipo

・国内の会議・学会等：85件

1. 太田琢磨, IBFの観点で見る危険度分布(キキクル)の現状と課題, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
2. 松島沙苗, 伊藤純至, 福井 真, 廣川康隆, 日本域領域再解析 RRJ-Conv. における線状降水帯の統計解析, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
3. 村田昭彦, 福井 真, 野坂真也, 牛山朋来, Ralph Allen Acierto, ジャワ島における降水量の再現性向上を目指した地域気候モデルの感度実験(2), 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, 東京
4. 川瀬宏明, 野坂真也, 渡邊俊一, 福井 真, 志村智也, 山本浩大, 仲ゆかり, 杉本志織, 伊東瑠衣, 鈴木智恵子, 岡地寛季, 石原道秀, 星野 剛, d4PDF5km 全国アンサンブル実験による極端降水の将来変化, 第18回ヤマセ研究会プログラム, 2023年3月, 仙台市
5. 川瀬宏明, 雪のミライ～温暖化で変わる日本の雪、三重の雪～, シンポジウム「大雪は忘れた頃にやってくる～ひとすじ縄ではいかない三重の雪予報～」, 2023年2月, 津
6. 川瀬宏明, 地球温暖化で冬はどう変わるのか～温暖化による降雪・積雪の将来変化～, 気候ネットワーク研究会, 2023年2月, オンライン
7. 松島沙苗, 伊藤純至, 福井 真, 廣川康隆, 日本域領域再解析(RRJ-Conv.)における線状降水帯抽出の統計解析, 令和4年度日本気象学会東北支部気象研究会, 2022年12月, 宮城県仙台市

8. 廣瀬大河, 伊藤純至, 岩崎俊樹, 福井 真, 日本域領域再解析のアンサンブルメンバーを用いた2019年台風第19号に伴う大雨の解析, 令和4年度日本気象学会東北支部気象研究会, 2022年12月, 宮城県仙台市
9. 太田琢磨, 気象庁が提供する大雨・洪水警報の危険度分布(キキクル)についてー現状の課題と今後の取組ー, 2022年度土砂災害予測に関する研究集会, 2022年12月, 日本
10. 川瀬宏明, 近年の異常気象と地球温暖化～近年の猛暑や豪雨は地球温暖化が原因なのか、今後どうなるのか～, 船橋市・オンライン市民公開講座, 2022年11月, オンライン
11. 川瀬宏明, d4PDF 5km 全国アンサンブルダウンスケーリングの実施と初期解析, 最新の成果を踏まえた気候変動予測・影響予測研究に関する研究集会, 2022年11月, 京都
12. 太田琢磨, 大雨災害から身を守るためにーキキクルの活用ー, 令和4年度山梨県防災シンポジウム, 2022年11月, 山梨県甲府市
13. 廣瀬大河, 伊藤純至, 岩崎俊樹, 福井 真, 日本域領域再解析アンサンブルによる2019年台風第19号による東北地方の大雨の検証, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
14. 川瀬宏明, 本田明治, 日本海寒帯気団収束帯と北海道西岸小低気圧に影響を受けた新潟市周辺の大雪の再現実験とSST感度実験, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
15. 山崎 哲, 福井 真, 2018年2月の福井豪雪をもたらしたJPCZへのブロッキングの影響, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
16. 渡邊俊一, 川瀬宏明, d4PDF5kmダウンスケーリングを用いた日本周辺のポーラーメソサイクロンの将来変化, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
17. 川瀬宏明, 土屋智紀, 野沢 徹, 西井和晃, 上野健一, 福井 真, 野坂真也, 大友啓嗣, 区内気象観測と数値シミュレーションによる日本の積雪が稀な地域の大雪の調査, 雪氷研究大会(2022・札幌), 2022年10月, 札幌市
18. 山崎 哲, 福井 真, 日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)のアンサンブルダウンスケール実験ー2018年2月の福井豪雪事例ー, 雪氷研究大会(2022・札幌), 2022年10月, 札幌市
19. 川瀬宏明, 本田明治, JPCZ周辺で発生する大雪の気温・SST感度実験, 中緯度大気海洋相互作用の観測・解析に関する研究集会, 2022年9月, 津
20. 大竹秀明, 大関 崇, 今井正堯, 庭野匡思, 小野耕介, 太陽光発電システム上の積雪の動態ー2022年2月20日の多雪事例ー, 電気学会 電力・エネルギー部門(B部門)大会, 2022年9月, 福井
21. 川瀬宏明, 今田由紀子, 伊東瑠衣, 地球温暖化が近年の極端気象に及ぼす影響, 大槌シンポジウム2022大気パート「多重階層結合系における対流圏大気現象の過去・現在・未来」, 2022年8月, 大槌町
22. 川瀬宏明, 極端豪雨はなぜ毎年のように発生するのか～大雨の要因、温暖化の影響～, 交流館協力科学講座『川崎で「自然災害」を学ぶ 火山・地震・豪雨』, 2022年6月, 川崎市
23. 加藤輝之, アメダス3時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去45年間の経年変化, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
24. 福井 真, 山崎 剛, 高橋直也, 川瀬宏明, 野坂真也, 東北南部及び北信越の山岳域における積雪の将来変化, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
25. 川瀬宏明, 福井 真, 渡邊俊一, 大友啓嗣, 野坂真也, 村田昭彦, 仲江川敏之, 村崎万代, 非静力学地域気候モデルを用いたJRA-55からの5km長期ダウンスケーリング実験, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
26. 福井 真, 曾我大輝, 小原涼太, 臼井 健, 瀧口海人, 小野佳祐, 廣瀬大河, 松島沙苗, 白川栄一, 伊藤純至, 岩崎俊樹, 山崎 剛, 斉藤和雄, 瀬古 弘, 長期(2001-2020)日本領域再解析の再現性の検証, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
27. 川端康弘, 台風進路予報における予測領域の楕円化, 気象庁施設等機関研究報告会, 2022年2月, 東京都

28. 川瀬宏明, 本田明治, 山崎 哲, 新潟の大雪に影響を与える JPCZ と日本海の SST, 低気圧と暴風雨雪に係るワークショップ 2021, 2021 年 12 月, 富山市
29. 小畑 淳, 地球システムモデルで探る火山噴火の気候と生態系への影響, 令和 3 年度気象研究所研究成果発表会, 2021 年 12 月, つくば市
30. 川瀬宏明, 今田由紀子, 渡邊俊一, 本田明治, 山崎 哲, 2020/21 冬季の大雪に工業化以降の温暖化が及ぼす影響, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
31. 加藤輝之, 線状降水帯発生 6 条件の 出現頻度の気候変化, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
32. 川瀬宏明, 気候変動に伴う積雪・降雪の将来予測, サイエンスアゴラ 2021, 2021 年 11 月, オンライン
33. 川瀬宏明, 気候変動で雪は増える?減る?, 気候変動の影響への適応ランチタイムセミナー, 2021 年 10 月, オンライン
34. 川瀬宏明, 日本の地域気候変化予測研究の現状, 日本海洋学会 2021 年度秋季大会シンポジウム「中緯度大気海洋相互作用研究の現状と展望」, 2021 年 9 月, オンライン
35. 川瀬宏明, 今田由紀子, 渡邊俊一, 本田明治, 山崎 哲, 2020/21 冬季に発生した大雪に対する大気と海洋の温暖化の影響, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
36. 川瀬宏明, 近年の極端な気象と大雨と大雪の将来変化, 水に関するシンポジウム in 群馬, 2021 年 8 月, オンライン
37. 川瀬宏明, 山崎 剛, 杉本志織, 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 地域気候モデルを用いた中部山岳の降積雪の再現と将来予測, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
38. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今後の課題, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
39. 野坂真也, 村田明彦, 佐々木秀孝, 渡邊俊一, 北村祐二, 草開 浩, 気象庁現業モデル a suca の気候実験利用のための開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
40. 川端康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 田中泰宙, 清野直子, 東京および東京国際空港における視程の変化, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
41. 川瀬宏明, 「地球温暖化で日本の雪が変わる!?', 立山カルデラ砂防博物館講座, 2021 年 3 月, 富山県
42. 川瀬宏明, 今田由紀子, 山口宗彦, 村田昭彦, 仲江川敏之, 高薮 出, 林 修吾, 宮坂貴文, 近年の気温上昇が令和元年東日本台風の大雨に与えた影響+ α , 気象キャスターネットワークオンライン勉強会, 2021 年 2 月, オンライン
43. 山口宗彦, 前田修平, 日本に接近する台風の過去 40 年の変化と移動速度の鈍化における太平洋十年規模振動の寄与, 令和 2 年度日本気象学会長期予報研究連絡会, 2021 年 1 月, オンライン
44. 川瀬宏明, 今田由紀子, 近年の豪雨と地球温暖化 ~最新のイベント・アトリビューション研究の紹介~, 2020 年度日本気象学会関西支部第 2 回例会, 2020 年 12 月, 岡山市
45. 川瀬宏明, 日本の雪と SNOW LIFE のいまとこれから, サイエンスアゴラ 2020, 2020 年 11 月, オンライン
46. 川瀬宏明, 地域によって異なる地球温暖化に伴う将来の雪の変化, 雪氷防災研究講演会オンライン, 2020 年 11 月, オンライン
47. 川瀬宏明, 日本の山岳域(中部山岳域)の降積雪の実態把握と将来予測, 雲・降水研究会, 2020 年 11 月, オンライン
48. 山口宗彦, 過去 40 年で太平洋側に接近する台風が増えている, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
49. 川端康弘, 山口宗彦, 筆保弘徳, 吉田龍二, 複数アンサンブルを用いた台風発生予測の可能性, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン

50. 川瀬宏明, 山口宗彦, 今田由紀子, 林 修吾, 村田昭彦, 仲江川敏之, 高薮 出, 宮坂貴文, 近年の気温上昇によって強化された台風 Hagibis の大雨, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
51. 山口宗彦, 地球温暖化が台風に及ぼす影響 ～これまでとこれから～, 統合的気候モデル高度化研究プログラムオンライン講演会, 2020 年 10 月, オンライン
52. 大竹秀明, PV システムの発電予測技術に関する研究の取組, 福島県再生可能エネルギー関連産業推進研究会 令和 2 年度第 1 回太陽光分科会, 2020 年 9 月, 郡山市・オンライン
53. 高松尚宏, 大竹秀明, 大関崇, 仲江川敏之, 本田有機, MEPS データを用いた PV 発電予測の基礎検討, 電気学会 令和 2 年電力・エネルギー部門大会, 2020 年 9 月, オンライン
54. 森 友輔, 若尾真治, 大竹秀明, 大関 崇, 高松尚宏, 仲江川敏之, 本田有機, MEPS データと JITModeling による 翌日日射量の信頼区間推定に関する基礎的検討, 電気学会 令和 2 年電力・エネルギー部門大会, 2020 年 9 月, オンライン
55. 大竹秀明, 大関 崇, 高松尚宏, 森 友輔, 若尾真治, 本田有機, 仲江川敏之, メソアンサンブル予報による日射量予測の初期解析, 電気学会 令和 2 年電力・エネルギー部門大会, 2020 年 9 月, オンライン
56. 山口宗彦, 気象データの利用におけるリスクマネジメント ～さまざまなアンサンブル予報の形態～, 令和 2 年度第 1 回 WXBC セミナー, 2020 年 8 月, オンライン
57. 大竹秀明, 大関 崇, 山口順之, 井村順一, 研究用太陽光発電出力推定・予測データのオープンデータ化, 第 39 回エネルギー・資源学会研究発表会, 2020 年 7 月, オンライン
58. 川瀬宏明, 村田昭彦, 山田 賢, 仲江川敏之, 伊東瑠衣, 水田 亮, 野坂真也, 渡邊俊一, 佐々木秀孝, 地球温暖化に伴う将来の降雪・積雪変化の地域特性, 降雪・積雪系オンラインワークショップ 2020, 2020 年 7 月, オンライン
59. 川端康弘, 田中泰宙, 財前祐二, 梶野瑞王, 足立光司, 東京と熊谷における視程の経年変化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
60. 佐々木秀孝, 村田昭彦, 川瀬宏明, 野坂真也, 仲江川敏之, 鬼頭昭雄, 長沢昭子, NHRCM を用いたアジア・太平洋地域における気候変動予測実験に関する共同研究について, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
61. 山口宗彦, 前田修平, 1980 年以降東京に接近する台風が増加している, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
62. 野坂真也, 石井正好, 水田 亮, 村田昭彦, 川瀬宏明, 佐々木秀孝, 塩竈秀夫, 全球平均気温が 1.5℃、2℃、4℃上昇した場合の日本周辺の気候変化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
63. 小畑 淳, 辻野博之, 将来温暖化時の旱魃、飢饉を地球システムモデルで探る, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
64. 川端康弘, 山口宗彦, 台風予報改善のための研究の取り組み, 日本気象学会沖縄支部研究発表会, 2020 年 2 月, 沖縄県国頭郡恩納村
65. 川瀬宏明, 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 山崎 剛, 佐々井崇博, 杉本志織, 藤田実季子, 伊東瑠衣, 地球温暖化に伴う北アルプスの降積雪の極端化, 第 15 回 立山研究会, 2019 年 12 月, 富山市
66. Yamaguchi, M., 衛星搭載合成開口レーダーによる海上風観測との連携の可能性について, 名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会, 2019 年 12 月, 東京
67. 山口宗彦, 台風予報改善のための研究の最前線～社会の多様なニーズに応える～, 気象研究所成果発表会, 2019 年 12 月, 東京
68. 川瀬宏明, 山崎 剛, 佐々井崇博, 杉本志織, 藤田実季子, 伊東瑠衣, 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 地球温暖化に伴う山岳降雪の極端化, 第 16 回ヤマセ研究会, 2019 年 11 月, 新庄市

69. 川瀬宏明, 異常気象と地球温暖化の関係を解き明かす新手法～イベント・アトリビューション～, 三重県気候講演会『地球温暖化によって 猛暑・豪雨・台風はどうなるのか』, 2019 年 11 月, 津
70. 村田昭彦, 渡邊俊一, 佐々木秀孝, 川瀬宏明, 野坂真也, 地域気候モデルによる予測結果から得られた日降水量の統計分布パラメーターの将来変化, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
71. 山口宗彦, 石橋俊之, 中澤哲夫, 伊藤耕介, 山田広幸, 大東忠保, 清水健作, 長浜則夫, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 気象庁全球数値予測システムと T-PARCII ドロップゾンデを用いた 2018 年台風第 24 号を対象とした観測システム実験, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
72. 川端康弘, 山口宗彦, 台風進路予報における予報楕円, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
73. 佐々木秀孝, 村田昭彦, 川瀬宏明, 野坂真也, 仲江川敏之, 利根川流域における NHRCM の解像度による降水再現性の違いについて, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
74. 渡邊俊一, 辻野博之, 村田昭彦, 石井正好, 大気海洋結合地域気候モデルの開発, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
75. 川瀬宏明, 宮坂貴文, 今田由紀子, 仲江川敏之, 地球温暖化に伴う日本の極端降水の変化とその要因分析, 「グローバルスケールとメソスケールを貫く気象学」研究集会, 2019 年 9 月, 札幌
76. 川瀬宏明, 山崎 剛, 佐々井崇博, 杉本志織, 藤田実季, 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 地球温暖化による北アルプスの降積雪の極端化, 雪氷研究大会 (2019・山形), 2019 年 9 月, 山形市
77. 川瀬宏明, いろいろな人とつながった地球温暖化の研究, 第 31 回日本気象学会夏季特別セミナー, 2019 年 8 月, 土浦市
78. 川瀬宏明, 地球温暖化で変わる日本の雪, 日本気象学会 2019 年度夏季大会, 2019 年 8 月, 東京
79. 渡邊俊一, 辻野博之, 村田昭彦, 石井正好, 大気海洋結合地域気候モデルの開発, 東京大学大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センター研究集会 最新の観測・モデル・理論研究から捉える日本周辺の気象及び気候変動, 2019 年 7 月, 岩手県上閉伊郡大槌町
80. 山口宗彦, 石橋俊之, 中澤哲夫, 伊藤耕介, 山田広幸, 大東忠保, 清水健作, 長浜則夫, 篠田太郎, 高橋暢宏, 坪木和久, 気象庁全球数値予測システムと T-PARCII ドロップゾンデを用いた 2018 年台風第 24 号を対象とした観測システム実験, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
81. 中川友進, 川原慎太郎, 荒木文明, 松岡大祐, 石川洋一, 藤田実季子, 杉本志織, 岡田靖子, 川添 祥, 渡辺真吾, 石井正好, 水田 亮, 村田昭彦, 川瀬宏明, 大規模アンサンブル気候データの効率的な解析に向けたコンテンツベース検索システム, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市
82. 山口宗彦, 吉田康平, 青梨和正, 台風の移動速度は遅くなっているか?, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
83. 小畑 淳, 辻野博之, 行本誠史, 早魃、飢饉を地球システムモデルで探る, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
84. 川瀬宏明, 津口裕茂, 今田由紀子, 村田昭彦, 野坂真也, 仲江川敏之, 清野直子, 高薮 出, 近年の気温上昇が平成 30 年 7 月豪雨に与えた影響, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
85. 村田昭彦, 佐々木秀孝, 川瀬宏明, 野坂真也, 日本の極端降水量の将来変化に対する力学及び熱力学過程の影響 (第二報), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等：6件

1. Chung, J. X., H. Sasaki, A. Murata, F. Tangang, L. Juneng, N. S. Tieh, and E. Salimun, Performance of a convection-permitting model in simulating the rainfall in Malaysia, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021) High-Resolution Climate Modeling and Hazards; https://www.pco-prime.com/tougou2021_ws/index.html, 2021年9月, (オンライン)
2. Fukui, S. and A. Murata, Comparison of simulations of precipitations over Kyushu in Baiu season with regional climate models with grid spacing from kilometer to sub-kilometer, The Fifth Convection-Permitting Modeling Workshop 2021 (CPM2021) High-Resolution Climate Modeling and Hazards; https://www.pco-prime.com/tougou2021_ws/index.html, 2021年9月, (オンライン)
3. Mori, Y, S. Wakao, H. Ohtake, T. Oozeki, T. Takamatsu, Y. Honda, and T. Nakaegawa, Fundamental Study on Use of MEPS Solar Irradiance Data, The 30th International Photovoltaic Science and Engineering Conference (PVSEC-30), 2020年11月, Korea, Jeju&オンライン併用
4. Ohtake H., T. Oozeki, General issues of Photovoltaic power forecasts for energy management in Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
5. Nakagawa, Y., Y. Onoue, S. Kawahara, F. Araki, K. Koyamada, D. Matsuoka, Y. Ishikawa, M. Fujita, S. Sugimoto, Y. Okada, S. Kawazoe, S. Watanabe, M. Ishii, R. Mizuta, A. Murata, H. Kawase, A content-based retrieval system for conventional and machine learning methods to analyze large volume climate data, The 9th International Workshop on Climate Informatics, 2019年10月, フランス, パリ
6. Murata, A., S. I. Watanabe, H. Sasaki, H. Kawase, and M. Nosaka, Assessing uncertainties in precipitation in regional climate model simulations with the influence of tropical cyclones based on statistical distributions, the 27th IUGG General Assembly, 2019年7月, カナダ, モントリオール

・国内の会議・学会等：29件

1. 野坂真也, 村田昭彦, 佐々木秀孝, 里田弘志, 千葉 長, ジャカルタにおける降水日周期の将来変化, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
2. 福井 真, 村田昭彦, 中央アジア域における地域気候モデル NHRCM の再現性, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
3. 川端康弘, 気象庁台風進路予報の検証, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
4. 福井 真, 曾我大輝, 小原涼太, 臼井 健, 瀧口海人, 小野佳祐, 廣瀬大河, 松島沙苗, 白川 栄一, 伊藤純至, 岩崎俊樹, 山崎 剛, 斉藤和雄, 瀬古 弘, 領域再解析(RRJ-Conv.)における降水の年々変動の検証, 日本気象学会 2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
5. 村崎万代, 仲江川敏之, 川瀬俊明, 5km ダウンスケーリングデータにおける極端気候指標の再現性 その2 ~DSJRA-55 と JRA-55DS の標準化降水指数(SPI)の比較~, 気象学会 2022秋季大会, 2022年10月, 札幌市
6. 川端康弘, 日本の気象官署における霧の気候学的特徴, 日本気象学会 2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
7. 村田昭彦, 福井 真, 野坂真也, 牛山朋来, Ralph Allen Acierto, ジャワ島における降水量の再現性向上を目指した地域気候モデルの感度実験, 日本気象学会 2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
8. 高野洋雄, 対馬弘晃, 林 豊, Entel Mikhail, トンガ火山噴火に伴う潮位振動について, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン

9. 野坂真也, 村田昭彦, 川瀬宏明, 佐々木秀孝, 福井 真, 気候シミュレーションデータセットからの局地風検出手法の検討, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
10. 川端康弘, 日本の主要空港における視程の変化, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
11. 村崎万代, 仲江川敏行, 川瀬宏明, 5 km ダウンスケーリングデータにおける極端気候指標の再現性 ~DSJRA-55 と JRA-55DS の比較~, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
12. 川瀬宏明, 土屋智紀, 村田昭彦, 野坂真也, 福井 真, 上野健一, 野沢徹, 西井和晃, 大庭雅道, 区内観測が捉えた過去の関東平野の大雪と気象モデルを用いた再現実験, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
13. 川口真司, 加藤輝之, 寒気流入と大雪との関連性に関する研究, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
14. 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 川瀬宏明, 日本の降水頻度の将来変化に対する相対湿度の影響 (2), 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
15. 川端康弘, 梶野瑞王, 財前祐二, 足立光司, 東京における 1990 年代の低視程日数増加と大気環境, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
16. 小畑 淳, 辻野博之, 地球システムモデルの土地利用と凶作, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
17. 川端康弘, 山口宗彦, 筆保弘徳, 吉田龍二, アンサンブル予報を用いた台風発生予測と発生環境場, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重
18. 山崎 哲, 福井 真, 村田昭彦, 気象再解析データでの 2018 年 2 月の福井豪雪, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
19. 福井 真, 村田昭彦, 地域気候モデルの九州域における降水再現の解像度依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
20. 村崎万代, 仲江川敏之, 石崎紀子, Climact による日本域の気候指標利活用の可能性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
21. 小畑 淳, 辻野博之, 地球システムモデルによる旱魃と飢饉の地域別推定, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
22. 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 川瀬宏明, 日本の降水頻度の将来変化に対する相対湿度の影響, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
23. 大竹秀明, 大関崇, 井村順一, 太陽光発電オープンデータ: エネルギーマネジメント分野への活用, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
24. 仲江川敏之, 佐々木秀孝, 楠 昌司, R. Pinzon, J. Fabrega, and J. S. Galan, MRI-AGCM, NHRCM を用いたパナマでの気候変化予測協力, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
25. 村田昭彦, 川瀬宏明, 野坂真也, 佐々木秀孝, 地域気候モデルで予測された日本の将来の気候, 環境研究機関研究交流セミナー, 2019 年 12 月, つくば市
26. 村崎万代, 石井正好, 水田 亮, 遠藤洋和, NHRCM を用いた新タイムスライスダウンスケーリング, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
27. 吉野 純, 山本康平, 小林智尚, 村田昭彦, 伊勢湾における可能最大高潮の直接ダウンスケーリング実験, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
28. 川瀬宏明, 山崎 剛, 佐々井崇博, 杉本志織, 藤田実季子, 浜田 崇, 栗林正俊, 伊東瑠衣, 村田昭彦, 野坂真也, 佐々木秀孝, 1 km 力学的ダウンスケーリングから見えた地球温暖化に伴い極端化する中部山岳の降雪・積雪, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
29. 渡邊俊一, 辻野博之, 村田昭彦, 石井正好, 大気海洋結合地域気候モデルの開発, 第 6 回メソ気象セミナー, 2019 年 7 月, 三重県伊勢市

30. 野坂真也, 川瀬宏明, 村田昭彦, 佐々木秀孝, 海面水温の時間解像度が日本海沿岸地域の冬季降水に与える影響, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

報道・記事

(1) 報道・記事 : 70 件

1. 太田琢磨, 2023: 「元気甲州人」においてキキクルの開発について解説, 山梨日日新聞, 2023 年 2 月 16 日取材
2. 福井真, 2022: 「アメダスがない場所も解析可能」急増する大雨予測の救世主? “領域再解析”とは」において領域再解析について解説, 東北放送株式会社「N スタミやぎ」(宮城県内ローカル) 内, 2022 年 12 月 14 日
3. 川瀬宏明, 「大気の水」由来豪雨増加, 日刊工業新聞, 2022 年 1 月 24 日
4. 小畑 淳, 気温低下 影響限定的, 読売新聞, 2022 年 1 月 23 日
5. 小畑 淳, Is all that ash in the earth's atmosphere going to block the sun and cool the planet?, ウォールストリートジャーナル, 2022 年 1 月 21 日
6. 小畑 淳, 地球寒冷化へ影響「限定的」, 日本経済新聞, 2022 年 1 月 20 日
7. 小畑 淳, 気温を下げるガス 放出少なめ, 朝日新聞, 2022 年 1 月 19 日
8. 川瀬宏明, 夕刊 雪は雨へと・・・クリスマスの未来は, 朝日新聞, 2021 年 12 月 23 日
9. 川瀬宏明, ドカ雪で立ち往生 防ぐには, 朝日新聞, 2021 年 12 月 20 日
10. 川瀬宏明, 梅雨の大雨 北海道でも, 読売新聞, 2021 年 11 月 14 日
11. 川瀬宏明, 知って備える 異常な降水のメカニズム, 朝日新聞, 2021 年 9 月 30 日
12. 川瀬宏明, 昨年の暖冬要因解明, 日刊工業新聞, 2021 年 9 月 23 日
13. 山口宗彦, 学ぼう、台風の仕事, 毎日こども新聞, 2021 年 9 月 22 日
14. 川瀬宏明, 凶暴台風 制御に挑む, 朝日新聞, 2021 年 9 月 10 日
15. 川瀬宏明, 日本の夏 まさかの長雨, 毎日新聞, 2021 年 8 月 27 日
16. 川瀬宏明, 異例豪雨 大気の流れ停滞, 日本経済新聞, 2021 年 8 月 17 日
17. 川瀬宏明, 梅雨の雨 10 年で活発化, 朝日新聞, 2021 年 8 月 10 日
18. 川瀬宏明, 「人間が生んだ危機」断定, 朝日新聞, 2021 年 8 月 10 日
19. 川瀬宏明, 温暖化 異常気象に拍車, 毎日新聞, 2021 年 8 月 10 日
20. 川瀬宏明, 高まる「温暖化で豪雨」, 毎日新聞, 2021 年 7 月 20 日
21. 山口宗彦, 大雨発生数 1.5 倍に, 日本経済新聞, 2021 年 6 月 30 日
22. 加藤輝之, 1995 年県北部豪雨「線状降水帯」か専門家分析, 信濃毎日新聞, 2021 年 6 月 3 日
23. 山口宗彦, 9 月の台風 速度遅く, 朝日新聞, 2021 年 6 月 1 日
24. 山口宗彦, 温暖化で災害増 再び関心, 日本経済新聞, 2021 年 5 月 31 日
25. 山口宗彦, 秋台風、ノロノロに, 日本経済新聞, 2021 年 5 月 19 日
26. 川瀬宏明, 複合的な災害 影響が深刻化, 毎日新聞, 2021 年 5 月 18 日
27. 山口宗彦, 9 月の台風 近年遅く, 読売新聞, 2021 年 5 月 18 日
28. 川瀬宏明, 温室効果ガス増加・水害に影響, 日本農業新聞, 2021 年 5 月 1 日
29. 川瀬宏明, シリーズ “2030 未来への分岐点” 「暴走する温暖化地球の危機」, NHKBS1 スペシャル, 2021 年 4 月 18 日
30. 川瀬宏明, 地球温暖化で激しさ増す水害, 朝日新聞 別刷 GLOBE, 2021 年 4 月 4 日
31. 降雪 長期的には減少, 産経新聞, 2020 年 12 月 28 日
32. 昨年の台風 19 号 温暖化で雨量 13.6%増, 読売新聞, 2020 年 12 月 26 日
33. 台風雨量 温暖化影響?, 毎日新聞, 2020 年 12 月 26 日
34. 「気候危機 人類にブーメラン」, 朝日新聞朝刊, 2020 年 11 月 15 日

35. 「太平洋側接近の台風増加」，東京新聞，2020年10月22日
36. 「過去40年で太平洋側に接近する台風が増えている」について，FM ゆうがお（電話収録），2020年10月2日
37. 「もし温暖化がなかったら」，朝日新聞，2020年9月20日
38. 「太平洋側に接近の台風増加 東京は1.5倍 温暖化影響も」，日本経済新聞，2020年9月11日
39. 「台風接近、過去40年で増加 東・西日本太平洋側に一気象研」，時事通信，2020年8月26日
40. 「東京へ台風接近、40年で5割増 太平洋高気圧が原因か」，朝日新聞，2020年8月26日
41. 「首都接近の台風 1.5 倍に…過去 40 年分析、太平洋高気圧の張り出し影響」，読売新聞，2020年8月26日
42. 「なぜ？「数十年に一度」の大雨、7年で16回 特別警報多発の理由」，西日本新聞，2020年7月13日
43. 「豪雨日常化、牙むく梅雨 温暖化で降水量上積み」，日本経済新聞，2020年7月10日
44. 「温暖化で降水量増加」，毎日新聞，2020年7月8日
45. 温暖化のはてな？② 遅くなる台風移動速度，東京新聞，2020年6月24日
46. 温暖化のはてな？② 雪が増えるところも，東京新聞，2020年6月24日
47. 「LOVE OUR PLANET」電話収録，ZIP-FM，2020年5月29日
48. 降雪量 温暖化で極端に 北アルプス、年により増減，日本経済新聞，2020年4月12日
49. 北アルプス、温暖化で降雪量増加も，読売新聞，2020年4月9日
50. 「ニュースザウルス福井」出演，NHK 福井，2020年3月14日
51. 「関東の降雪の特徴と地球温暖化の日本雪への影響」，FM 群馬（電話収録），2020年1月22日
52. Hiroaki Kawase, Japan's Ski Areas Are Having Their Worst Winter in Decades, Bloomberg news, 2020年1月20日
53. 山口宗彦，「地球温暖化で台風の移動速度遅く 被害拡大のおそれ」，NHK ニュース，2020年1月9日
54. 山口宗彦，「地球温暖化がこのまま進んだ場合、日本付近を進む台風のスピードが、今世紀の末には平均して現在よりもおよそ10パーセント遅くなることが予測される」，あさチャン，TBS 6:00~8:00，2020年1月9日
55. 山口宗彦，「台風の速度、今世紀末に10%遅く」，TBS系（JNN）ニュース，2020年1月9日
56. 山口宗彦，「温暖化で速度が落ちる予測 台風被害が深刻化の恐れ」，テレビ朝日系（ANN）ニュース，2020年1月9日
57. 山口宗彦，「温暖化 台風の通過速度10%遅く」，朝日新聞，2020年1月9日
58. 山口宗彦，「温暖化 台風ノロノロ 気象研など予測 今世紀末10%減速」，読売新聞，2020年1月9日
59. 山口宗彦，「台風、温暖化で1割減速か 今世紀末に洪水増える恐れ 気象庁など研究」，毎日新聞，2020年1月8日
60. 山口宗彦，「台風の速度、10%遅く 温暖化厳しい対策しないと・・・今世紀末 被害拡大の恐れ」，日本経済新聞，2020年1月9日
61. 山口宗彦，「地球温暖化で台風の移動速度遅く 被害拡大のおそれ」，NHK NEWS WEB，2020年1月9日
62. 山口宗彦，「温暖化で台風遅くなる 被害拡大の恐れ 気象研」，時事通信社，2020年1月8日
63. 山口宗彦，「地球温暖化によって台風の移動速度が遅くなる」，共同プレスリリース，2020年1月8日
64. 山口宗彦，「温暖化で台風移動遅く 今世紀末 気象研解析、暴風雨長く深刻被害も」，茨城新聞クロスアイ，2020年1月9日
65. 山口宗彦，台風の予報円の技術開発について，福島テレビ（放映有り）（2019年8月6日）
66. 川瀬宏明，2019：温暖化 西日本豪雨に影響，日本経済新聞朝刊，2019年7月12日

67. 川瀬宏明, 2019: 相次ぐ豪雨崩れた常識「長時間」「広域」温暖化の影響も、に「猛烈な雨の頻度 1.6 倍」が引用, 朝日新聞朝刊 7 面, 2019 年 7 月 8 日
68. 川瀬宏明, 2019: 今夏は長梅雨か 激しい雨増加 (コメント), 読売新聞, 2019 年 6 月 16 日
69. 川瀬宏明, 2019: 「温暖化進み雨量 6 % 増」 西日本豪雨、気象研解析 (コメント), 共同通信, 2019 年 6 月 29 日
70. 川瀬宏明, 2019: 「誰があなたの命を守るのか “温暖化型豪雨” の衝撃」データ解析手法のコメント, NHK スペシャル, 2019 年 6 月 30 日

(1) 報道発表

1. 川瀬宏明, 令和 5 年夏の大雨および記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます。ーイベント・アトリビューションによる速報ー (2023 年 9 月 19 日)
2. 川瀬宏明, 地球温暖化がさらに進行した場合、線状降水帯を含む極端降水は増加すると想定されます (2023 年 9 月 19 日)
3. 川瀬宏明, 豪雪をもたらす線状の降雪帯, JPCZ の構造とメカニズムを日本海洋上観測により明らかにした (2022 年 12 月 26 日)
4. 川瀬宏明, 地球温暖化により「大気の川」由来の「経験したことのない大雨」が増え (2022 年 1 月 18 日)
5. 川瀬宏明, 極端気象をもたらす寒冷渦を捉える新指標を開発 (2021 年 9 月 15 日)
6. 川瀬宏明, 近年の気温上昇が令和元年東日本台風の大雨に与えた影響 (2020 年 12 月 24 日)
7. 山口宗彦, 過去 40 年で太平洋側に接近する台風が増えている, 報道発表 (2020 年 8 月 25 日)
8. 川瀬宏明, 地球温暖化により極端化する北アルプスの降雪 (2020 年 3 月 11 日)
9. 山口宗彦, 地球温暖化で台風の移動速度が遅くなる, 報道発表 (2020 年 1 月 8 日)
10. 川瀬宏明, 地球温暖化が中部日本山岳地域の豪雪をより強く～将来の寒波がより強い豪雪を引き起こす可能性を明らかに～ (2019 年 12 月 17 日)

その他 ((3) 「成果の他の研究への波及状況」関連)

・講演、アウトリーチ等

1. Murata, A.: Dynamical Downscaling of Climate Projection Data, Webinar Series on Climate Change Projection for Disaster Risk Reduction in Asia-Pacific Region, 2023 年 8 月, オンライン
2. 村田昭彦: 地域気候モデルによる気候予測の現状と課題, 気候変動適応の研究会シンポジウム, 2022 年 2 月, オンライン
3. 加藤輝之, 集中豪雨の発生要因と予報について～線状降水帯を中心として～, 第 16 回航空気象シンポジウム, オンライン, 2021 年 11 月 20 日
4. 加藤輝之, アンサンブル予報を用いたリスクマネジメント, 危機管理産業展 (RISCON TOKYO) 2021 危機管理セミナー, 東京都, 2021 年 10 月 20 日
5. 川瀬宏明, 気候変動で変わる大雨, 気象学会九州支部第 21 回気象教室, オンライン, 2021 年 10 月 17 日
6. 加藤輝之, 集中豪雨をもたらす線状降水帯とは, 気象学会九州支部第 21 回気象教室, オンライン, 2021 年 10 月 17 日
7. 加藤輝之, 線状降水帯とは, 気象研究所お天気フェア, オンライン, 2021 年 7 月 20 日～8 月 31 日
8. 村田昭彦: 適応施策に活用可能な気候予測データセットに関する話題提供, 環境研究機関研究交流セミナー, 2020 年 12 月, オンライン
9. 山口宗彦, 地球温暖化が台風に及ぼす影響 ～これまでとこれから～, 統合的気候モデル高度化研究プログラムオンライン講演会, 2020 年 10 月, オンライン

10. 山口宗彦, 気象データの利用におけるリスクマネジメント ～さまざまなアンサンブル予報の形態～, 令和2年度第1回 WXBC セミナー, 2020年8月, オンライン
11. 山口宗彦, 映像で見る気象観測の世界, サイエンス Q によるつくば市立葛城小学校での出前講座 (2020年1月20日)
12. 山口宗彦, 天気予報の最前線, 岐阜大学工学部における特別講義 (2019年12月18日)
13. 山口宗彦, 台風予報改善のための研究の最前線～社会の多様なニーズに応える～, 気象研究所成果発表会, 2019年12月, 東京
14. 村田昭彦, 川瀬宏明, 野坂真也, 佐々木秀孝, 2019: 地域気候モデルで予測された将来の日本の気候, 環境研究機関研究交流セミナー, つくば国際会議場, 2019年12月13日
15. 川瀬宏明, 近年の豪雨と地球温暖化～最新のイベント・アトリビューション～, 日本気象学会関西支部例会, 2020年12月, 岡山 (オンライン)
16. 川瀬宏明, 2019: 「異常気象と地球温暖化の関係を解き明かす新手法 ～イベント・アトリビューション～」 その2: 地球温暖化で増える豪雨, 三重県気候講演会, 三重県地球温暖化防止活動推進センター, 三重県総合文化センター, 2019年11月19日
17. 川瀬宏明, いろんな人とつながった地球温暖化の研究, 第31回日本気象学会夏季特別セミナー, 2019年8月, 土浦市

V 火山活動の監視・予測に関する研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究代表者：齋藤 誠（火山研究部長／令和元～2年度）
吉田康宏（火山研究部長／令和3～4年度）
高木朗充（火山研究部長／令和5年度）

課題構成及び研究担当者

（副課題1）地殻変動観測等に基づく火山活動評価

副課題代表者：小久保一哉（火山研究部／令和元～2年度）、
鬼澤真也（火山研究部／令和3～5年度）

研究担当者：

〔火山研究部〕小久保一哉（令和元～2年度）、高山博之（令和元年度）、
鬼澤真也、森 健彦、奥山 哲、岡田 純、川口亮平（令和元～5年度）、
長岡 優（令和元年度）、安藤 忍（令和2～5年度）、
島村哲也（令和2～4年度）、入山 宙（令和3～5年度）、成田冴理（令和5年度）
〔地震津波研究部〕小林昭夫（令和元～4年度）、安藤 忍（令和元年度）

（副課題2）化学的手法等による火山活動監視

副課題代表者：菅野智之（火山研究部／令和元～2年度）、
高木朗充（火山研究部／令和3～4年度）、
坂井孝行（火山研究部／令和5年度）

研究担当者：

〔火山研究部〕菅野智之（令和元～2年度）、堀口桂香（令和元～2年度）、長岡 優（令和元年度）、
谷口無我（令和元～5年度）、森 健彦（令和元～5年度）、
高木朗充（令和元～5年度）、坂井孝行（令和5年度）、関 香織（令和5年度）
〔気象予報研究部〕橋本明弘（令和3～5年度）

（副課題3）火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

副課題代表者：新堀敏基（火山研究部／令和元～5年度）

研究担当者：

〔火山研究部〕新堀敏基（令和元～5年度）、佐藤英一（令和元～5年度）、
石井憲介（令和元～5年度）、入山 宙（令和4～5年度）
〔気象予報研究部〕橋本明弘（令和元～5年度）

研究協力者：福井敬一（気象研究所客員研究員／令和3～5年度）

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

日本ではこれまでたびたび火山噴火が発生し国民の生命や暮らしが脅かされており、火山との共生は国家的な課題である。国として火山災害の軽減を目指す火山噴火予知研究への取り組みは、1974年度の「火山噴火予知計画」（測地学審議会建議）に始まり、2014年度からは「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（科学技術・学術審議会建議）に基づいて実施されてきた。

2014年9月の御嶽山噴火による戦後最悪の火山災害を受けて、火山噴火予知連絡会では「御嶽山の噴火災害を踏まえた活火山の観測体制の強化に関する報告」（2015年3月）をとりまとめた。その中で気象庁には、「これまでに発生した事象の経験や学術研究の成果を最大限活用した火山活動の評価体制の強化」が求められ、また「過去の水蒸気噴火において、先行現象として地磁気変化や火山ガス成分の変化が観測されている。気象庁は大学・研究機関等と連携して、これらの観測データを長期間安定して蓄積しつつ、水蒸気噴火を繰り返してきた火山の噴火の兆候をより早期に把握するための技術の習得及び開発を行う」とされている。

その後、2016年には火山防災への貢献を目指して文部科学省の「次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト」（10か年）が創設されているが、2018年1月の草津白根山（本白根山）の噴火では、またしても人的被害が発生している。

気象庁では、各火山で実施する観測に基づいて火山活動の評価を行い、噴火予報及び警報の発表、「噴火警戒レベル」の運用を行っている。これらは、国民の安全・安心に寄与するものであり、最近の火山災害に鑑みてなお一層その的確な運用の基礎となる火山活動評価の精度向上は重要な課題となっている。

さらに、火山噴火に伴う噴煙や風の影響を受けて降下する小さな噴石（火山礫）、火山灰といった火山噴出物は広範囲に災害をもたらす。1707 年富士山宝永噴火や 1914 年桜島大正噴火のような大規模噴火を想定して試行したシミュレーションでは、時季によって国内どこでも浮遊火山灰や降灰の可能性があることが推定されている。大規模降灰時は、交通や電力等インフラへの影響による社会的混乱が懸念され、すみやかに除灰などの対策が取れない場合の経済的被害は計り知れない。

2013 年 5 月に出された「大規模火山災害対策への提言」では「大規模な降灰対策」について、「国及び大学等の監視観測・調査研究機関は、的確な予警報の発表や適切な防災対応のために、大規模な降灰の発生、拡散を早い段階で予知・予測する手法や、降雨時においても降灰状況を把握することができるレーダー解析の手法等の調査研究・技術開発に努めるべきである」と提言され、2018 年 8 月末には「大規模噴火時の広域降灰対策検討ワーキンググループ」が中央防災会議防災対策実行会議の下に設置されたところである。

浮遊火山灰や降灰対策を立てる上でも、火山噴火時に火山噴出物の即時的な輸送予測の技術を確認するための研究開発は、継続的に取り組む必要のある課題である。

（学術的背景・意義）

我が国では、2000 年有珠山噴火などいくつかの事例で、前もって噴火の発生を予測することに成功しているが、2014 年の御嶽山の噴火では、活動の変化を把握しながら噴火の前兆と評価することができず、さらに 2018 年の草津白根山の噴火では、常時監視の対象とは別の火口で噴火が発生するなど、火山活動の評価と予測に関して未解決の課題が少なくない。

顕著な火山噴火は低頻度の自然現象であるため、火山の研究においては火山現象の観測とその事例解析およびモデル化が、今でも欠かすことのできない研究手段である。また、観測データをより高精度に解析するための技術開発が、研究および業務、双方において必要である。

伊豆大島は 30 数年の間隔で周期的に噴火する火山であり、前回の噴火が 1986 年であったことから近い将来に噴火する可能性が高いとみられている。気象研究所が、これまで伊豆大島で行ってきた観測研究から、短期的な収縮・膨張という特徴的な現象や、長期的な膨張が球状圧力源で期待されるものよりも東西方向に卓越することなど、マグマ供給系解明の端緒を開く成果が得られている。しかし、噴火準備過程の全容や噴火に至るプロセスを明らかにするためには、GNSS 解析や SAR 干渉解析での補正の精度を向上させて地殻変動をより詳細に把握すること、地下の物理モデルの構築で欠かせない熱や水などの収支を観測から評価して準備過程の全容を表現する物理モデル構築を目指す必要がある。

近年 GNSS や ALOS-2 を始めとする衛星 SAR の解析技術の向上によって、箱根山や霧島山でみられたような微小な火山性地殻変動をとらえることができるようになり、地下数 km の深さにおけるマグマの蓄積や、数百 m の浅部の局所的な熱水等の活動も検出できるようになってきた。ただし、大気の影響でみかけの地殻変動がみられることもあり、解析をより精密に行うためには対流圏遅延補正の改良に引き続き取り組む必要がある。

蓄積したマグマや熱水が移動、上昇して噴火に至ることを事前に予測することは大きな課題である。それら火山性流体の内部で生じる物性の変化等と、その動きを妨げる周囲の地殻の構造の変化により、発生する地震活動や地殻変動も多様に変化しうると考えられる。地下の物性の分布や変化をとらえる手法として、地震学の分野で近年発展している背景雑音を用いる手法は、この課題へのアプローチとして取り組む価値が高いと考えられる。

火山ガスはその中に含まれる成分ごとにマグマへの溶解度が異なることなどから、噴火の前には火山ガスの組成比が変化することがあると考えられており、これまでにいくつかの事例も報告されている。しかし、火山ガス成分の高精度で高頻度の観測の事例が少ないことや、単純な説明が適用できないことも多いことから、火山ガスの組成分析に基づく火山活動評価の研究は、地球物理学的手法等による研究と比べると進展していなかった。火山活動における火山ガスの寄与の全体像は明らかにされておらず、また明確なモデル化もされていない。

一方で、マグマが直接移動せず活発な地震活動や地殻変動を生じない水蒸気噴火などの解明において、火山ガスは有望な観測項目のひとつと考えられており、火山ガスの直接採取による高精度分

析と、火山ガスのセンサーによる高頻度観測をバランスよく行う観測研究は、火山ガスを活動評価に活用する上で有望視されている。

さらに火山噴火の際に、降灰の状況を正確かつ即時的に把握・予測し、推定される降灰の範囲や程度に応じてすみやかに対応をとることは、被害を最小限に抑えるために重要である。

火山灰の輸送や火山礫の降下範囲の予測には、初期値として噴煙高度が用いられている。現状の噴煙高度は、遠望カメラ等を用いた目視観測によって得られているが、

火山の山頂部周辺に雲がかかっている場合や規模の大きな噴煙の場合は、目視観測では噴煙高度が把握できず、正確な予測が困難になっている。噴煙の高度や量を観測する手段として気象レーダーの有効性が注目されており、過去5か年の研究では、2014年御嶽山、2017～18年霧島山（新燃岳）、2018年草津白根山（本白根山）噴火で噴煙の範囲や高度、およびそれらの時間変化を明らかにしてきた。また、Kuバンド高速スキャンレーダーによる噴煙の3次元構造変化の約1分毎に取得（世界初）や、Xバンド二重偏波レーダーによる噴煙内部の火山噴出物の状態変化の捕捉にも成功している。しかし、現在のレーダー観測技術では、噴煙と雨雲の判別、噴煙中の火山灰・礫の総量や分布等の即時的かつ定量的な把握などは実現していない。レーダー観測や気象衛星観測を活用して、火山噴火時に正確な降灰量分布の予測や、正確な降灰範囲の予測をするためには、研究開発を継続する必要がある。

火山噴出物の移流拡散予測について、これまで降灰・降礫を対象とした領域移流拡散モデルと浮遊火山灰を対象とした全球移流拡散モデルの開発および火山灰データ同化システム（プロトタイプ）の作成を行ってきた。しかしながら、領域移流拡散モデルは海拔約20km以下の下部成層圏までの噴煙しか予測できないため、大規模噴火時に想定される上部成層圏まで達するような強い噴煙にも対応するには、全球移流拡散モデルによる降灰・降礫予測が必要である。また初期値に用いている噴煙供給源モデルには、弱い噴煙における風の影響や強い噴煙に伴う傘型噴煙が入っていないため、噴煙観測に基づく火山灰データ同化による修正が課題である。このため、全球／領域の二つのモデルを統一して、降灰・降礫から浮遊火山灰まで一貫して扱える新しい移流拡散モデルの開発が必要である。その上で、火山灰データ同化システムと結合して初期値改善を図るとともに、火山灰の凝集や再飛散などの物理過程の導入と合わせて、予測精度向上を図ることができる。

（気象業務での意義）

気象庁は、国の行政機関として信頼できる火山情報を一元的に広く提供する責務を負っており、地殻変動観測等による火山活動評価が、震動観測等による火山活動のモニタリングと並んで、火山監視業務の技術的な柱となっている。特に地殻変動観測は、地下のマグマや熱水等の蓄積を圧力源モデルとして検出できる火山監視に有効な手法のひとつであるため、GNSSや傾斜計等による地殻変動の監視が行われている。これらのデータについて、火山監視への高度な利用を図り、適切な火山活動評価に活用する手法を開発・改良することは、火山監視業務への大きな貢献である。

気象庁では平成27年度から順次4火山（御嶽山、吾妻山、草津白根山、九重山）に多成分火山ガス連続観測装置を設置して観測を開始したが、観測データの品質管理や評価手法について課題を多く抱えている。これらの課題解決に向けた協力が、気象庁からの行政要望にあげられている。

気象庁が目指す火山ガス観測による火山活動評価を実現するためには、現地で直接採取した火山ガスを精緻に分析し、火山活動評価にどのように活用しうのかなどを研究する必要がある、その研究成果は気象庁火山監視業務に直接貢献する。

気象庁で行っている降灰予報（速報・詳細）は現在、目視観測による噴煙高度に依存しているため、噴煙高度の観測ができないときには正確な降灰予報が困難となる。目視観測を補う噴煙の観測手法の確立が急務である。また予測対象に降礫を含む降灰予報（速報）では、予測計算の高速化が求められている。高速化によりリアルタイムで計算実行できるようになれば、想定外の火口からの噴火や噴火後すぐに降り始める火山灰や火山礫へも対応が可能になる。

さらに航空路火山灰情報については、現在は火山灰が浮遊する範囲のみの情報であるが、合わせて火山灰の濃度に関する確率的予測を提供しようという動きが国際航空路火山監視のためのロードマップにある。新たに開発する移流拡散モデル、さらにはその初期値となる供給源モデルを高度化した火山灰データ同化・予測システムの構築は、このような課題にも対応する。

研究の目的

(全体)

火山活動への理解を深め、火山現象の評価・予測の精度を高めることにより、気象庁火山業務における噴火警報、噴火警戒レベル、降灰予報、航空路火山灰情報などの改善に資する。

(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価

火山内部の状態把握をよりの確に行えるよう地殻変動データなどの解析手法の開発・改善を進め、噴火に至るプロセス等の解明を行うことにより、火山活動評価手法の改善を図る。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

化学的手法等による観測・分析によって火山ガス活動の理解を深め、火山噴火の前兆を早期に把握する監視手法を開発し、火山活動予測への活用を図る

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

噴火現象の即時的な観測技術および予測技術の開発・改良を行うことにより、大規模噴火にも対処可能な「降灰予報」および「航空路火山灰情報」とその精度向上を図る

研究の目標

(全体)

地殻変動や火山ガスなどの観測データの解析をととして、火山活動の理解を深めるとともに、火山内部の状態をよりの確に把握することで、火山活動予測、火山活動評価の改善を図る。また、噴火に伴う浮遊火山灰や降灰等、噴火現象の即時的な把握技術および予測技術の開発を行う。

(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価

[テーマ1] 火山活動の活発化や噴火に至るプロセスの解明

伊豆大島で地殻変動源解析によりマグマ蓄積量を迅速に把握し、多項目観測を統合したプロダクトと精密に補正した重力観測データを用いて、マグマ上昇の検出・モニタリングを行う。地表面熱・水収支、およびマグマ・揮発性成分収支のモデルを構築し、火山活動評価への活用を図る。他の活動的火山でも活動評価に資する地殻変動等の解析を行う。

[テーマ2] 火山活動の解析・評価のための手法開発

衛星 SAR 解析における大気遅延補正を気象モデルを用いて高精度化し、GNSS 解析にも気象モデルを導入して、火山における地殻変動検知能力を向上させる。また、火山活動の理解を深めるために、地殻変動から地下の変動源の時空間変化を推定する手法、及び地下のマグマ挙動に伴う地殻変動のシミュレーション手法を開発し、それらの事例解析の比較により解析手法と物理モデルを改良する。

[テーマ3] 監視観測データの活用的高度化

伊豆大島の震動観測データに地震波干渉法を適用して、地下の速度構造の時間変化の要因を評価することにより、火山活動に伴う速度構造変化を検出する手法を開発する。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

[テーマ1] 化学分析に基づく火山活動の理解に関する研究

直接採取による火山ガスや火山灰および熱水の化学分析や安定同位体比の分析研究を進めることで、火山ガス活動の理解を深め、個々の火山における火山ガス活動の機構の解明を目指す。

[テーマ2] 火山ガス活動のモニタリングに関する研究

火山ガスの放出率や組成比をモニタリング・評価する技術を開発する。テーマ1による火山ガス活動への理解をふまえ、副課題1の地殻変動などの物理観測データも組み合わせた多項目解析を行うことで、火山活動評価への活用を図る。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

[テーマ1] 気象レーダー・衛星等による噴火現象の観測

気象レーダー等の観測データを用いて、噴火現象の検知や噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発する。

〔テーマ2〕新しい移流拡散モデルの開発・改良、火山灰データ同化・予測システムの構築

浮遊火山灰や降灰等を統一的に予測するための新しい移流拡散モデルを開発・改良する。さらに火山灰データ同化システム（プロトタイプ）と結合させることにより、気象レーダー等による観測値と移流拡散モデルの予測値に基づく火山灰データ同化・予測システムを構築する。

研究成果

（1）成果の概要

（全体）

地殻変動観測等に基づく火山活動評価については、マグマ蓄積から噴火に至るプロセスの解明に向けて伊豆大島で実施した多項目の観測データを用い火山活動評価への適用に向けた観測・解析技術開発とマグマ・揮発性成分収支の概念モデルの構築を行った。他の活動的火山においても地殻変動等の解析を行い、活動評価へ活用された。また、地殻変動検知能力の向上を目指したSAR及びGNSS気象補正技術の開発、地形の影響を取り込んだ地殻変動源解析法の開発を行った。併せて、火山内部の状態モニタに向けて、地震波干渉法による速度変化の検出を行った。

化学分析に基づく火山活動の理解に関する研究では、水蒸気噴火の発生が懸念される火山の観測データを取得し、草津白根山湯釜火口のマグマ熱水系モデルを提案する他、箱根山では火山活動の良い指標となるガス成分の組み合わせを明確にする等、火山活動や熱水系の構造について地球化学的な理解を深めた。火山ガス活動のモニタリングに関する研究では、気象庁多成分火山ガス濃度連続観測データのリアルタイム補正のための技術開発を行った。また、阿蘇山での試験観測に基づき二酸化硫黄ガスの連続モニタリング手法の開発研究を行い、放出率の検量を可能にするとともに、高解像度気象シミュレーションによる手法開発のための調査を進め、パラメータ設定の必要性を確認した。

火山噴出物の監視技術の研究では、気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的推定手法を改良（MPE法を開発）して火山噴火予知連絡会に資料提供するとともに、2次元ビデオディストロメーター及び二重偏波気象レーダーのデータを用いて、噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発した。輸送予測の研究では、新たに気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）を開発し、その設計内容について技術報告を発行して、現業化した。火山灰データ同化システムをJMA-ATMと結合して、合わせて現業化するとともに、初期値改善に資するため新しい噴煙モデル（プロトタイプ）の開発を開始した。

地球化学的手法と地球物理学的手法を組み合わせた多項目解析研究については、多成分火山ガス濃度の連続観測と地球物理データを組み合わせた吾妻山の浅部の火山活動の解釈や、二酸化硫黄放出率と地震活動の関係性から口永良部島の火道状態の理解を深めるとともに、伊豆大島での概念モデル構築に役立てるなど、活動評価に資する成果を得た。

（副課題1）地殻変動観測等に基づく火山活動評価

〔テーマ1〕火山活動の活発化や噴火へ至るプロセスの解明

- ・伊豆大島における地殻変動をはじめとする多項目観測により、火山活動評価への適用に向けた観測・解析技術開発と概念モデルの作成を行った。GNSS観測データの後処理により地殻変動源の体積変化量を自動解析し、経年的な山体膨張からすでに前回1986年噴火時の溶岩噴出量に相当するマグマが蓄積していると推定した。また、UAVを用いた夜間空中熱赤外観測から地表面温度分布データ作成までの一連の技術を構築した。これにより得られた地表面温度と副課題2による二酸化硫黄放出率、噴気ガス組成の情報から、地表面からの揮発性成分放出率を推定するとともに、これらをマグマ蓄積率から推定される地下からの揮発性成分供給率、降水量と対比し、収支に関する概念モデルを構築した。地殻変動検出の迅速化の観点からはGNSSキネマティック解析を実施し、監視利用の観点で誤差要因等の調査を進めた。また、山頂三原山へのマグマ上昇に伴い期待される重力変化検出に向けて、重力計のスケール検定・校正によりデータの高精度化を行った。その他、多成分ひずみ計のデータからは、GNSS観測によりカルデラ北部に推定される変動源の周期的膨張・収縮に対応する変化を捉えていることを確認した。
- ・SAR衛星データを用い、全国の火山について地殻変動や地形変化を検出した（霧島山、アトサヌプリ、秋田焼山・八幡平、口永良部島等）。西之島については継続的なデータ解析により活動推移を追跡し、差分干渉解析から噴火時や非噴火時における地殻変動を検出、強度画像および相関画像から陸域面積および溶岩噴出率を推定した。また、福岡岡ノ場のSARデータについて、噴火前後の強度画像を比較することにより、新島の出現を確認している。これらの結果は

火山噴火予知連絡会での活動評価に活用されるとともに、海域の火山においては火山現象に関する海上警報の発表等に貢献した。

- ・その他の活動的火山においても地殻変動解析を実施した。吾妻山については、GNSS 時系列データの定常トレンドと季節変化による周期成分を取り除き、火山性の地殻変動を抽出・評価した。これにより、火山活動の活発化の際に深部膨張が浅部の地震活動活発化に2～7か月先行して開始するパターンと、深部膨張をほぼ伴わずに浅部の火山活動活発化に至るパターンの2種類に分類した。この結果、地震など他の現象との時空間的な対比関係がより明確となり、2020-21年に深部膨張が進行した際、将来的な噴火警報発表の可能性を視野に、監視上注目すべき現象の把握に役立つなど、地域火山監視・警報センターでの火山活動評価等に利用された。

[テーマ2] 火山活動の解析・評価のための手法開発

干渉 SAR および GNSS の対流圏遅延補正の高精度化

- ・干渉 SAR、GNSS の対流圏遅延補正のために、気象庁の数値気象モデルを用い、任意の方位角・仰角についての数値積分による遅延量を計算するプログラムを開発した。干渉 SAR については、このプログラムにより画像中の各点における視線方向遅延量を直接計算し、それをオリジナルの干渉画像から減ずることで良好な結果を得ており、プログラムの業務利用に向けた準備を進めている。GNSS については、天頂方向遅延量と仰角3度における遅延量から先験的な遅延量モデルを構築し、それを座標値推定に用いることで、既存の対流圏遅延補正モデルとほぼ同等の結果を得た。
- ・光波測距については、気象庁の数値気象モデルを用いた対流圏遅延補正手法を伊豆大島における連続観測データに適用し、ノイズレベルと斜距離の関係式を導出した。

地殻変動源解析の手法開発

- ・境界要素法を適用し、山体地形の影響を考慮した地殻変動計算手法を開発した。常時観測火山のうち18火山で山体地形メッシュ作成をできるようにし、圧力源も複数の形状を選択できるようにした。山体地形モデル作成や圧力源モデルの設定に加えて計算結果作図機能を追加し、これらの作業を簡単に行うためのGUIツールを作成した。
- ・富士山などで、山体地形が観測データに与える影響を評価した結果、圧力源が観測点と同程度の標高にある場合、既存の標高補正茂木モデルでは、観測データを適切に評価できないことを示した。また、三宅島の水準測量データによる圧力源解析では、地形効果などを考慮することで、火山性地震の震源付近に圧力源を推定することができた。
- ・マグマ上昇に伴う地殻変動の時間変化を求めるシミュレーション手法を開発し、伊豆大島の地殻変動観測点に実施した。シミュレーションの結果からマグマ上昇位置の違いにより観測される傾斜データの時空間変化の違いを示した。

[テーマ3] 監視観測データの活用的高度化

- ・地震波干渉法による脈動記録を用いた地震波速度変化の検出手法を開発し、伊豆大島において活動静穏時における地震波速度の時間変化を検出した。地震波速度変化が地殻変動と相関していることを明らかにするとともに、クラスター分析によって地震波速度変化の空間パターンを分類することにより、地下構造との対応関係を把握した。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

[テーマ1] 化学分析に基づく火山活動の理解に関する研究

- ・草津白根山（本白根山）2018年噴火で放出された火山灰の構成粒子および水溶性成分を分析し、噴火様式が水蒸気噴火であること、噴火発生深度は海拔2000m以深であるという発生場などを明らかにするとともに、本白根山の山体には少なくとも200℃以上の熱水変質帯が存在することを明らかにした。
- ・2020年4～7月頃に発生した長野・岐阜県境付近の地震活動に伴って観測された焼岳山麓の廃温泉井からの高温泉の異常湧出に関し、流出した高温泉の化学・安定同位体比を分析し、この高温泉の湧出から焼岳の活発化を示す証拠はないと評価した。
- ・浅間山 2019年8月噴火の火山灰の粒子や水溶性成分を分析し、この火山灰は新鮮なマグマ成分を含まず、既存の山体構成物質から成ることを明らかにした。
- ・草津白根山湯釜火口の湖水の化学・安定同位体組成を分析し、火口直下のマグマ-熱水系モデルを提案するとともに、噴火の切迫を検知するためにMg/Cl比の観測が有効であることを示した。
- ・長野地方気象台から提供された焼岳1962年噴火の火山灰を分析し、当該噴火が水蒸気噴火であったことを裏付ける、熱水系由来の鉱物や水溶性成分を検出した。

- ・霧島山（硫黄山）周辺の火山ガスの化学・安定同位体組成を分析し、2018 年 4 月の噴火に先立って熱水系の高温化が起きていたことを明らかにした。
- ・現在活発な火山活動が続く霧島山（硫黄山）周辺に排出される熱水の化学・安定同位体組成を分析し、熱水の起源や水質形成機構を考察し、水中の Cl/SO_4 比が火山活動の良い指標となることを明らかにした。
- ・箱根山では火山ガスの He/CH_4 や $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ などが火山活動の良い指標であること明確にするとともに、これらの指標を追跡することで、地震観測では判別が困難な浅部熱水系に対するマグマ性成分の供給量の増加を 2023 年 4～5 月に検知した。箱根山 2015 年噴火は水蒸気噴火の中でも規模が小さい噴火であり、本研究による成果は水蒸気噴火のように高リスク小規模噴火の潜在力がある火山でも化学観測によって火山活動評価・異常検知ができる可能性を示す好例となった。

〔テーマ 2〕火山ガス活動のモニタリングに関する研究

- ・火山ガスセンサーを多様な条件で人工的にガス曝露させ、センサーの電圧感度変化の挙動を明らかにし、補正のためのモデル式を推定して気象庁の多成分火山ガス濃度連続観測データのリアルタイム補正のための技術開発を行った。
- ・2018～2019 年の吾妻山の火山ガス濃度連続観測データを、多成分のダイアグラムで表現することによりマグマの寄与があった可能性を示し、物理観測データとともに解釈することにより、火山活動の評価に有効であることを示した。
- ・二酸化硫黄放出率モニタリング手法の構築へ向け、二酸化硫黄カラム濃度の連続観測システムを開発し、阿蘇中岳近傍において現地収録型での試験観測を行った。この試験観測では、一部の観測点で生じた光量不足の要因は解明や、年間を通したスケジュール運用に成功するなど、業務化を意識した今後の課題を明確にした。
- ・二酸化硫黄放出率の連続観測システムでの検量を可能にするため、準定常ガス拡散モデルを用いた二酸化硫黄カラム濃度分布モデル作成ツールを開発した。これは火山監視業務にも活用され、機動観測による二酸化硫黄放出率観測を開始する前に当日の火山ガス拡散予測を提供するなど観測業務の支援に用いられている。
- ・二酸化硫黄放出率の連続観測システムでは、30 分大気解析 GPV を利用した準定常ガス拡散モデルから二酸化硫黄カラム濃度の理論値を計算し、観測値とフィッティングすることで二酸化硫黄放出率の検量を可能にした。連続観測と機動観測検量値の比較による精度の明確化を進め、機動観測で得られた二酸化硫黄放出率の時間変化とほぼ一致している結果が得られた。
- ・二酸化硫黄放出率モニタリング手法の高度化のため、高解像度気象シミュレーションから得られた風速場を用いて、阿蘇山火口を放出源とするトレーサ移流拡散の数値実験を、放出率の鉛直分散・トレーサの水平拡散係数を数通り与えて実施した。その結果と、機動観測から得られた二酸化硫黄カラム量分布を組み合わせて、放出率の鉛直プロファイルや拡散係数を最適化する手法の開発を進めた。その結果、火口上空の二酸化硫黄放出率プロファイルの鉛直分散や、トレーサの水平拡散係数を適切に与える必要があること他、気象条件によりモデルの解像度が二酸化硫黄分布の再現性に影響を与えることが分かった。
- ・機動観測で実施できる火山ガス成分観測の習熟及びその評価手法の確立のため、ガス検知管を用いた火山ガス成分観測の測定手法とその有用性に関する調査研究を行い、その成果についてとりまとめた。
- ・口永良部島における 2018 年から 2019 年の噴火活動において、多項目解析による火山活動評価手法の検討を行った。二酸化硫黄放出率と地震活動の関係性から、爆発的噴火の発生へ向けての火道閉塞を示唆する二酸化硫黄放出率の低下と地震活動の活発化の変化を明らかにして火道の状態を理解し、活動評価へ活用できる可能性を見いだした。

（副課題 3）火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

〔テーマ 1〕気象レーダー・衛星等による噴火現象の観測

- ・気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的推定手法の改良を行い、大気屈折率・地球楕円体の効果、ジオイド補正処理を追加した、MPE (Modified Probabilistic Estimation) 法を開発した。MPE 法を 2018 年 1 月 23 日草津白根山（本白根山）噴火事例に適用し、噴煙高度を海拔 $5580 \pm 506 \text{ m}$ (1σ) と推定した。

- ・気象庁一般気象レーダーによる噴火事例（2019年8月7日浅間山、2020年1月11日・2月3日口永良部島、6月4日桜島、2021年諏訪之瀬島（複数事例）、2021年10月14日・20日阿蘇山）の解析資料を火山噴火予知連絡会に提出した。噴石が3kmを超えて飛散した2020年6月4日桜島噴火事例を解析し、噴煙高度が（火口縁上）約8000m以上に達していたと推定した。
- ・二重偏波化された一般気象レーダー（福岡）のデータを用いて、2021年阿蘇山噴火の解析を行った。その結果、10月14日・20日の噴火は共に水物質の寄与が大きかったが、20日の噴火の方が、噴煙内部の火山噴出物（火砕物）の量が多いことを示した。
- ・気象研究所 X バンドマルチパラメータレーダー（気象研 MP レーダー）による噴煙観測と2次元ビデオディストロメーター（2DVD）による降灰観測を実施し、その観測結果を用いて、噴煙に含まれる火山灰等の分布を定量的に推定する手法の開発を行った。本手法では、2DVDによって観測された粒径と粒子形状の情報を独立資料として利用する。二重偏波レーダーで観測されたパラメータを説明し得る粒径分布を推定することで、大気中の噴出物量を求めている。
- ・2021年福岡ノ場噴火と2022年フンガ・トンガ・フンガ・ハアパイ火山（トンガ海底火山）噴火について、気象衛星ひまわりの画像解析を行った。衛星視差の影響による傘型噴煙の位置ズレは、福岡ノ場噴火の事例では北へ約10km、トンガ海底火山噴火の事例では東南東へ約30km生じていた。この衛星画像上の位置ズレが傘型噴煙の面積・半径の解析に与える影響については、衛星天頂角が極度に開いていない限り、無視できることを示した。
- ・2021年福岡ノ場噴火と2022年トンガ海底火山噴火に伴って発生した雷データの比較解析を行い、トンガ海底火山噴火の方が雷活動（ストローク数・エネルギー）で見た規模が大きいことを示した。また、火山雷の監視が噴火活動の検知・盛衰の把握に有効であることも示した。

[テーマ2] (1) 新しい移流拡散モデルの開発・改良

- ・全球移流拡散モデルと領域移流拡散モデルを統一した新しい気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）について、気象庁開発管理サーバにサブプロジェクトを立上げ、開発した。JMA-ATMによる火山灰拡散および降灰予測は、旧モデルと同等の予測精度を保持すること検証した。
- ・JMA-ATMの設計内容から精度検証について、気象研究所技術報告にまとめて発行した。
- ・降灰予報および航空路火山灰情報を発表する気象庁火山灰情報提供システム（VAFS）の更新に合わせて、JMA-ATMを現業化した。MPI計算による高速化により想定外火口からの速報、また全球GPVの入力により大規模噴煙からの予報が可能になった。
- ・JMA-ATMに新たな物理過程（再飛散過程）を実装した。このモデル改良に伴い、浮遊火山灰の予測領域（水平方向の輸送距離）が改善した。予測領域（鉛直方向の高度分布）の衛星画像に対する検証では、衛星視差の影響による位置ズレを考慮した再飛散火山灰の雲頂高度の正確な解析が必要になることを指摘した。
- ・SAR干渉解析から抽出された狭域の降灰等層厚線から、JMA-ATMにより広域の降灰量分布を推定する手法を実装した。

[テーマ2] (2) 火山灰データ同化・予測システムの構築

- ・2016年10月8日阿蘇山噴火の事例について、降灰データを逆解析して新旧移流拡散モデルを実行し、初期値の不確実性を示した。
- ・予報官による気象衛星画像の解析（予報官解析）を用いた火山灰データ同化システムをJMA-ATMと結合した。同システムで作成した初期値を用いることで、火山灰雲の中心位置・火山灰雲の面積の予測が改善することを確認した。
- ・気象庁VAFSの更新に合わせて、火山灰データ同化システムも現業システムである気象庁スーパーコンピュータシステム（NAPS）に導入した。
- ・気象衛星ひまわりの観測データを用いた火山灰雲の解析値をJMA-ATMの初期値にデータ挿入法を用いて反映させる仕組みを火山灰データ同化システムに実装し、2018年4月4日新燃岳噴火の事例において火山灰雲の定量的な予測が可能であることを示した。また、複数の噴火事例を用いて、本システムに含まれる、火山灰雲の厚さを推定するための経験的なパラメータを決定した。
- ・JMA-ATMに必要な初期値（供給源）を改善するために、火山噴煙の力学を考慮した新しい噴煙モデル（プロトタイプ）の開発を始めた。本モデルは、噴煙の形状（傘型重力流・風下重力流）を予測する機能があり、複数の実事例を用いて、その精度を検証した。このモデル開発を継続することによって、大規模な噴火時に形成される傘型噴煙の予測が可能になる見込みであり、富士山宝永噴火や桜島大正噴火相当の噴火に対する予測精度の向上が期待できる。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）**(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価**

当初計画から大きな変更はないが、中間評価時の指摘事項を踏まえながら研究を進めた。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

【テーマ2】多成分火山ガス連続観測の補正技術について、当初は予定していなかった化学センサーの電圧感度の時間変化を把握するための実験を行って挙動把握する方針に変更した。二酸化硫黄放出率連続観測の実証試験は薩摩硫黄島を想定して準備を進めていたが、感染症拡大のため離島への渡島のための条件が厳しくなり、観測試験地を阿蘇山に変更して計画を実施した。二酸化硫黄放出率監視の高度化研究を補強するため、新たに衛星による研究開発の可能性を試行し、次期計画から本格的に取り組むこととした。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

【テーマ1】について、現業業務への早期活用を目指すため、噴煙高度の確率的推定手法の改良を優先的に行った。Ku バンド高速スキャンレーダーは機器故障のため、観測を終了した。気象研 MP レーダーは、固体電力増幅器 (SSPA) の一部故障のため、最終年度は単偏波観測のみを行った。2022 年 1 月 15 日にトンガ海底火山で大規模な爆発的噴火が発生したため、気象衛星 (Himawari-8, GOES-17) のほか、雷監視ネットワーク (WWLLN) による観測データの解析を行った。

【テーマ2】について、JMA-ATM の開発が当初予定よりも進捗したことから、火山灰データ同化システムとの結合を令和2年度までに完了した。これに伴い、火山灰データ同化・予測システムの初期値 (供給源モデル) を改善するために、新しい噴煙モデル (プロトタイプ) の開発を開始した。

(3) 成果の他の研究への波及状況

(副課題1) 【テーマ2】で開発した地殻変動源解析プログラム、及び(副課題3) 【テーマ2】で開発した JMA-ATM は、文部科学省次世代火山研究推進事業の課題 C-3「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」に活用されている。(副課題2) 【テーマ1】で取得した採取・分析成果、及び火山ガスや熱水等の試料とそれらの地球化学的なデータは、同事業の課題 B-3「地球化学的観測技術の開発」に活用されている。(副課題3) 【テーマ1】で開発した二重偏波レーダー解析のためのプログラムやスクリプトは、鹿児島地方気象台との地方共同研究に活用されている。(副課題3) 【テーマ2】で開発した JMA-ATM は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP 第2期) の「衛星 SAR 解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発」にも活用されている。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

「気象庁内外の研究グループとの十分連して研究を進めて欲しい」(事前評価)との助言に対し、所外の研究グループとの連携(文部科学省次世代火山研究推進事業(副課題1、2、3)、京都大学防災研究所・防災科学技術研究所・気象庁・気象研による共同研究(副課題3)、神奈川県温泉地学研究所との共同研究(副課題1、2)、東海大学との共同研究(副課題2)、鹿児島大学との共同研究(副課題3)、産業技術総合研究所との連携(副課題2))及び庁内の連携(福岡管区気象台等との地方共同研究(副課題2)、鹿児島地方気象台との地方共同研究(副課題3))を実施した。それ以外の反映状況は以下のとおりである。

(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価

- ・衛星 SAR の気象モデルによる補正については、共同研究の枠組みを通じ、得られた成果を火山・地震等分野を問わず他の SAR 研究者と積極的に共有する方針で開発を進めるなど、「衛星 SAR 気象モデル補正プログラムは火山のみならず広く共有してほしい」(事前評価)との助言に対応した。
- ・伊豆大島については、マグマ蓄積からマグマ上昇を見据えた観測技術の開発を進めるとともに、地下過程を概念的に理解するための知見の収集・整理など、「マグマ蓄積から噴火に至る過程の観測、モデル開発を進めてほしい」(事前評価)との助言に対応した。
- ・GNSS 大気遅延量の研究では、GPS 気象学の専門家からも助言を得ながら研究を遂行するなど、「地殻変動の監視と気象解析の両者にメリットがある」(中間評価)との助言に対応した。

- ・現計画において遂行してきたそれぞれの研究内容について、今一度、監視・評価から警報発表までの業務における位置づけや研究課題の業務実装までの課題・道程をより意識して研究を進めるなど、「より業務へ結びつく研究開発を行うべき」（中間評価）との助言に対応した。

（副課題2）化学的手法等による火山活動監視

- ・草津白根山（湯釜付近）では観測した湖水に溶存する火山ガス成分（Cl や S04）の変動に基づいて火口直下のマグマ熱水系のモデルを提案し、国際誌に発表するなど、「観測と並行してモデル作りも進めて欲しい」（事前評価）との助言に対応した。
- ・気象研究所・気象庁外の研究者と共同で研究を実施したほか、装置を相互利用するなど効率的に研究に取り組むなど、「気象庁内外の研究グループとの十分連して研究を進めて欲しい」（事前評価）との助言に対応した。

（副課題3）火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

- ・噴火現象の気象レーダーによる解析に関しては台風・災害気象研究部に併任、気象衛星データの解析に関しては気象観測研究部と所内連携を行い、火山灰データ同化システムの開発に関しては東京大学地震研究所外来研究員として連携するなど、「気象庁内外の研究グループとの十分連して研究を進めて欲しい」（事前評価）との助言に対応した。

（5）今後の課題

（全体）

本研究計画では、それぞれの副課題が設定した目標を十分に達成した。一方で、火山活動の監視や評価の業務に、よりいっそう寄与することが求められている。その期待にこたえるための研究は、それぞれの副課題がこれまで以上に密接に連携しながら、気象庁業務のニーズを的確に取り入れて研究を高度化する必要がある。

また、本研究計画では、いずれの副課題も気象モデル等を活用した研究を実施したが、火山活動の監視や評価の研究を推進するためには、気象庁のアドバンテージである気象分野のデータや知見を、これまで以上に取り込んで高度化することが有効である。このような研究は、他の研究機関にとっては実施が容易ではなく、気象研究所であるからこそ可能なユニークなアプローチである。たとえば、これまでは地上観測に頼っていた監視技術については、気象衛星等の積極的活用などの改善が図られるべきと考える。

（副課題1）地殻変動観測等に基づく火山活動評価

今後の研究においては、気象庁火山業務における監視・評価や警報発表へより密接に関連づけながら実施する必要がある。このうち、本課題で実施した研究に関連する課題としては下記のような事項が挙げられる。

- ・噴火前兆等の早期検出への利用が期待される GNSS キネマティック観測については、監視業務への活用の観点から、条件によらず安定的に座標値を決定できることが求められる。誤差要因の把握やその補正と併せて、実用化に向けた調査、検討を進める必要がある。
- ・干渉 SAR および GNSS の対流圏遅延補正については現時点で良好な結果が得られているが、実地形とモデル地形の差異や、それに伴う大気境界層の取り扱いについて対応することによりさらなる改善の余地がある。これらの問題はダウンスケーリングにより気象モデルの高時空間分解能化を図ることで改善すると考えられる。
- ・業務実装済の光波測距及び本課題にて構築した GNSS のための対流圏遅延補正システムはメソ解析から遅延量を計算するものであり、迅速性に問題がある。地殻変動をリアルタイムで把握するためには、解析値ではなく予報値から遅延量を計算するようことで改善が見込まれる。
- ・火山業務においては令和元年度からドローンの活用が始まり、夜間の空中熱赤外観測も実施されるようになった。今後は地表面温度分布データの定量的利用に向けて、本研究で得られた技術を反映させる必要がある。
- ・伊豆大島の概念モデルについては、監視・評価業務に活用できるよう、今後はさらにマグマ上昇時に想定される現象や監視視点を整理していく必要がある。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視**[テーマ1]**

- ・水蒸気噴火が発生し得る熱水系の構造や観測される化学的なシグナルは火山毎に多様であるため、各火山において効果的な火山活動監視を実現するためには各々の火山で火山ガスや熱水の観測研究を展開する必要があるが、現状ではこの分野の研究者の人員が限られていることが引き続き今後の課題であり、効率的な研究手法の開発等が必要である。

[テーマ2]

- ・二酸化硫黄放出率連続観測の実証試験から、火山近傍での環境に対応でき、長期観測に耐えうる測器の素材変更及び一部の設計改良の課題が明らかになった。また、次段階のテレメータによるデータの連続取得技術の開発に加え、準リアルタイム解析技術の確立と検量技術の高精度化が課題である。
- ・本研究で高度化を進める二酸化硫黄放出率の連続把握の技術開発は地上観測によるものである。大規模に放出するような活動把握のためには、今後、衛星監視技術等も取り込んでいくことが課題である。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測**[テーマ1]**

- ・これまで、気象研究所 MP レーダーと 2DVD の観測データを用いて、噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発してきた。今後は、二重偏波化された気象庁レーダーや国土交通省 XRAIN などのレーダーデータを用いた解析も行い、火山灰等の定量的推定手法を現業化するための開発を行っていくことが課題である。

[テーマ2]

- ・火山灰の輸送予測は現在、航空路向けの定量的な濃度予測および確率予測を技術開発することが求められている。今後は、JMA-ATM 本体の改良とともに、今研究期間に着手した衛星火山灰プロダクトの同化および新しい噴煙モデルの開発による初期値改善が課題である。

自己点検**(1) 到達目標に対する達成度**

本課題は当初設定した到達目標を達成した。

(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価

以下の理由から、当初設定した到達目標を達成した。

[テーマ1] 伊豆大島における活動評価への適用に向けた技術開発および概念モデルの構築は計画通り達成した。また、全国の活動的火山においても衛星 SAR データをはじめとした解析結果は活動評価に多く活用された。

[テーマ2] SAR 気象補正については着実に進展し計画通り業務利用への準備段階となっている。GNSS 気象補正に関しては最終目的である座標値の大幅な改善にまでは至っていないが、気象庁の数値気象モデルを読み込み既存モデルと同等の補正を実現した。地形の影響を考慮した地殻変動源解析法については、開発したプログラムの監視・評価業務への適用に取り組むとともに、マグマ上昇に伴う地殻変動の時間変化を求めるシミュレーション手法を開発した。

[テーマ3] 計画通り地震波速度変化を検出する手法を開発し、速度変化を検出した。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

以下の理由から、当初設定した到達目標を達成した。

[テーマ1] 火山ガス活動の理解を深め、個々の火山における火山ガス活動の機構の解明を目指すとの目標をふまえ、草津白根山、箱根山、霧島山(硫黄山)などにおいて火山ガスや熱水の成分変動を説明するためのマグマ熱水系のモデルを考案して国際誌で公表したほか、焼岳や本白根山等、浅間山などでは火山灰を分析することで噴火の特徴や発生場の理解の深化に貢献しており、十分な達成度を得られた。

[テーマ2] 多成分火山ガス濃度連続観測データのリアルタイム補正のため、研究アプローチを変更し、技術開発に至った。今後、監視システムに導入することを検討しており、達成度は極めて高い。二酸化硫黄放出率連続観測手法の開発研究に関しては当初の想定通り開発が進み、目標をほぼ達成している。『物理観測データも組み合わせた多項目解析による火山活動評価への活用』

の目標に関しては、吾妻山の火山活動評価や口永良部島での噴火現象に関する研究において達成するとともに、副課題1の伊豆大島の収支に関する概念モデル作成においても寄与した。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

以下の理由から、当初設定した到達目標を達成した。

[テーマ1] 気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的推定手法の改良を行うとともに、当初計画通り、噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発した。

[テーマ2] 当初計画通り、気象庁移流拡散モデルを開発し、火山灰データ同化システムと結合して現業化した。さらに移流拡散モデルの改良を進めるとともに、その初期値を改善するために新しい噴煙モデル（プロトタイプ）の開発を開始した。

(2) 到達目標の設定の妥当性

(副課題1) 地殻変動観測等に基づく火山活動評価

以下の理由から、目標の設定は妥当であった。

[テーマ1]

気象庁火山業務では地下で生じている過程の理解も併せた活動評価の高度化が求められており、近い将来の噴火も考えられる伊豆大島において、現象の背景となるマグマ・揮発性成分収支の概念モデルを構築した。また、早期異常検知やマグマ上昇検出に向けた観測・解析技術を進展させた。併せて、全国の火山について、衛星 SAR をはじめとしたデータ解析を行い活動評価に寄与した。

[テーマ2]

火山活動に伴う異常検知力向上のために観測データのノイズ除去は不可欠であり、衛星 SAR やGNSSについて数値気象モデルを用いた対流圏補正技術を進展させた。衛星 SAR については、業務利用に向けた準備段階である。

[テーマ3]

地下状態をモニタするために、近年発展してきた地震波干渉法に取り組み、地殻変動に 관련된地震波速度変化の検出を行うとともに、速度変化の空間パターンが地下構造と関係している可能性を示した。

(副課題2) 化学的手法等による火山活動監視

以下の理由から、目標の設定は妥当であった。

[テーマ1]

御嶽山や本白根山で発生した様な水蒸気噴火は比較的発生頻度が高く、また噴火が小規模であったとしても人的・物的な被害をもたらす得る噴火であり（高リスク小規模噴火）、本研究の目標設定『火山ガス活動の機構の解明を目指す』は妥当であり、その達成は社会的にも学術的にも意義が大きい。一方、水蒸気噴火の発生機構や前兆は火山毎に多様であるため、『個々の火山における』とした目標は妥当で必要不可欠な設定と考えられる。

[テーマ2]

多成分火山ガス濃度連続観測データは事後補正を想定していたが、研究アプローチの変更によりリアルタイム補正も可能となり、設定した到達目標を上回るものとなった。二酸化硫黄放出率連続観測のような野外観測における開発研究においては想定し得ない事象も起こりうるが、本計画では段階を踏んで解決した。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

以下の理由から、目標の設定は妥当であった。

[テーマ1]

二重偏波気象レーダーを用いた噴火現象の検知や火山灰量の定量的推定が実現しており、本テーマで開発した手法の有効性は示された。そのため、「気象レーダー等の観測データを用いて、噴火現象の検知や噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発する」目標は妥当であった。

[テーマ2]

開発した移流拡散モデルの現業化により想定外火口からの降灰予報（速報）が可能になるとともに、同じく現業化した火山灰データ同化システムにより航空路火山灰情報の予測精度が改善したことから、「新しい移流拡散モデルを開発」して「火山灰データ同化システムを構築する」ことは妥当であった。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

いずれの副課題においても、内部の組織や、外部の研究グループ等と連携することなどにより、効率的に研究を進められた。

（副課題 1）地殻変動観測等に基づく火山活動評価

[テーマ 1]

- ・次世代火山プロジェクトや地震研究所共同利用などの外部機関との共同研究により、データ利用、観測技術の他、学術的知見に関する利点があり、効率的に研究を遂行する上で役に立った。現地観測では、火山防災連絡事務所の協力を得ることにより、効率的に計画を遂行することができた。
- ・ALOS-2 の防災利用実証実験に参画し、火山噴火予知連絡会の衛星解析グループの枠組みにおいて、SAR 観測データおよび干渉解析結果の共有を行い、効率的な研究推進を図ってきた。

[テーマ 2]

- ・次世代火山プロジェクトに参加することで、数値計算やシミュレーション技術の情報が得られた。

（副課題 2）化学的手法等による火山活動監視

[テーマ 1]

- ・外部資金の活用や大学との共同研究を通じて、観測旅費の確保、共同観測の実施、及び分析装置の相互利用などを図った。また、気象台の支援・協力を得ることで気象研究所単独では収集が困難な試料の確保や高頻度の観測を実現した。

[テーマ 2]

- ・多成分火山ガス連続観測データの補正技術開発には、産業技術総合研究所の研究者と頻繁に意見交換するなどして、研究手法の変更にも効率的・効果的に対応した。
- ・阿蘇山での観測研究に関して、東京分室と福岡分室が連携し、観測試験地に近い福岡管区気象台の強い協力も得られ、効率的に計画を実施することができた。また、解析技術においても、福岡管区気象台と共同で進めることで、効率的に成果を得た。

（副課題 3）火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

[テーマ 1]

- ・現業気象レーダーによる噴煙の検知について、客員研究員の協力も得つつ実施した。
- ・桜島でのレーダー・2DVD 観測については、鹿児島地方気象台・京都大学防災研究所・鹿児島大学との連携・協力の下、実施した。

[テーマ 2]

- ・気象観測研究部で開発されている衛星火山灰プロダクト及び気象庁が有する数値予報の技術も活用しつつ実施した。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

（副課題 1）地殻変動観測等に基づく火山活動評価

- ・全国の火山の活発化や噴火時の地殻変動をはじめとする解析結果は、各火山監視・警報センターや火山噴火予知連絡会に提供し火山活動評価に活用されている。SAR については、特に常時監視が難しい離島火山における活動モニタリングに貢献している。
- ・数値気象モデルを利用した対流圏遅延補正技術のうち、SAR 干渉解析については現業利用に向けた準備を進めている。
- ・開発した地殻変動源解析プログラムは、文部科学省次世代火山研究推進事業の課題 C-3「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」に活用されている。

（副課題 2）化学的手法等による火山活動監視

[テーマ 1]

- ・2014 年御嶽山噴火や 2018 年草津白根山噴火の様な、従来、前兆把握が困難とされてきた水蒸気噴火（高リスク小規模噴火の典型）の早期警戒を高度化するものであり、得られた成果の学術的意義は大きい。研究成果は草津白根山（湯釜付近）の活動評価に湯釜火口湖の湖水分析が取り入れられているほか、次世代火山人材育成総合 PJ（文部科学省）にも活用されている。

[テーマ2]

- ・多成分火山ガス濃度連続観測データのリアルタイム補正技術は、気象庁の監視システムに導入するための検討を開始した。
- ・精度の高い大気解析データを入手できれば、火山ガス拡散モデルを使って二酸化硫黄放出率を定量することは可能であることを示し、火山活動の監視業務にも活用ともに、今後の衛星を利用した二酸化硫黄の定量技術などにも応用が期待される。

(副課題3) 火山噴出物の監視技術とデータ同化に基づく輸送予測

[テーマ1]

- ・本課題で改良した噴煙高度の確率的推定手法（MPE 法）は、火山噴火予知連絡会への提出資料等、気象庁火山監視業務で活用されている。

[テーマ2]

- ・本課題で開発した火山灰データ同化システムと結合した JMA-ATM は、気象庁降灰予報および航空路火山灰情報で令和3年3月から運用を開始した。
- ・JMA-ATM は、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP 第2期、平成30～令和4年度）の「衛星 SAR 解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発」で活用された。

(5) 総合評価

本研究計画では、それぞれの副課題が設定した目標を十分に達成した。一部の火山では、地殻変動や火山ガスなどの観測データの解析を通して火山活動の理解を深めるとともに、火山内部の状態をよりの確に把握することができ、火山活動予測や火山活動評価の改善に寄与した。また、噴火に伴う浮遊火山灰や降灰等、噴火現象の即時的な把握技術および予測技術の開発を行い、現業システムの導入に至った。

「地殻変動観測等に基づく火山活動評価」では、マグマ蓄積から噴火に至るプロセスの解明に向け、伊豆大島での多項目観測データ等を用い、火山活動評価への適用に向けた観測・解析技術開発、概念モデル構築を進めるとともに、解析結果を火山活動評価に活用した。また、地殻変動検知能力の向上を目指した SAR 及び GNSS 気象補正技術の開発、地形の影響を取り込んだ地殻変動源解析法の開発、火山内部の状態モニタに向けての地震波干渉法による速度変化の検出等を行うなどの成果が得られた。これらの成果をもとに、今後は火山活動の監視と評価に直接的に寄与するための研究が望まれる。

「化学的手法等による火山活動監視」では、化学分析に基づく火山活動の理解に関する研究を進め、水蒸気噴火の発生が懸念される火山のマグマ-熱水系モデルを提案する他、火山活動の良い指標となるガス成分の組み合わせを明確にする等の監視業務への寄与に資する研究を行った。また、火山ガス活動のモニタリングに関する研究を進め、気象庁多成分火山ガス濃度連続観測データのリアルタイム補正のための技術開発を行うほか、二酸化硫黄ガスの放出率の連続把握技術の高度化を進めた。これらの研究成果をもとに、今後は化学分析技術の効率的・効果的取り組みや、衛星も活用した火山ガス活動のモニタリング研究への進展が望まれる。

「火山噴出物の監視技術データ同化に基づく輸送予測」では、噴火現象の観測研究を進め、気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的推定手法の改良や噴煙に含まれる火山灰等の定量的推定手法を開発した。また、輸送予測の研究では、新たに気象庁移流拡散モデル（JMA-ATM）の開発を行い、火山灰データ同化システムを JMA-ATM と結合して、合わせて現業化した。今後は、二重偏波化された気象庁レーダーを活用した研究、加えて衛星火山灰プロダクトを活用した濃度・確率予測および新しい噴煙モデルの開発による初期値改善が課題である。

本研究計画では、副課題1と副課題2の一部では地球物理学的手法と地球化学的手法の連携による成果がみられた。今後は、両者がいっそう連携して火山活動の監視及び評価技術を高めるとともに、加えて火山噴出物の監視技術研究との連携によって、噴火前から噴火後に至る噴火サイクル全般に対する火山活動の監視・評価技術の向上に貢献するための研究・開発を行うことが求められるであろう。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文：43 件

1. Imura T., M. Ban, K. Tsunematsu, A. Goto, J. Okada, and M. Kuri, 2023: Geological constraints on volcanic-fluid pathways at the Maruyamasawa-Fumarolic-Geothermal-Area, and its relation to the present magmatic-hydrothermal activity in Zao Volcano, Tohoku, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 437, 107793.
2. Kensuke Ishii, Masahiro Hayashi, Hiroshi Ishimoto, Toshiki Shimbori, 2023: Prediction of volcanic ash concentrations in ash clouds from explosive eruptions based on an atmospheric transport model and the Japanese meteorological satellite Himawari-8: a case study for the Kirishima-Shinmoedake eruption on April 4th 2018. *Earth, Planets and Space*, 75, 37.
3. Chikita K. A., A. Goto, J. Okada, T. Yamaguchi, and H. Oyagi, 2023: Water Cycles and Geothermal Processes in a Volcanic Crater Lake. *Hydrology*, 10(3), 54.
4. Kensuke Ishii, Akira Nishijo, Takehiro Koyaguchi, Yujiro J. Suzuki, 2022: A physics-based source model for real-time tephra-dispersal forecasting for weak eruption plumes. *Journal of Applied Volcanology*, 11. (in press)
5. Tomoya Obase, Hirochika Sumino, Kotaro Toyama, Kaori Kawana, Kohei Yamane, Muga Yaguchi, Akihiko Terada, and Takeshi Ohba, 2022: Monitoring of magmatic-hydrothermal system by noble gas and carbon isotopic compositions of fumarolic gases. *Scientific Reports*, 12:17967.
6. Araujo, J., F. Sigmundsson, T. Ferreira, J. Okada, M. Lorenzo, R. Silva, R. Carmo, and J.L. Gaspar, 2022: Multiple inflation and deflation events from 2004 to 2016 at Fogo (Agua de Pau) volcano, Sao Miguel, Azores. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 432.
7. Yaguchi, M., T. Ohba, Y. Hirayama, and N. Numanami, 2022: Volcanic ash from the June 17, 1962 eruption of Yakedake volcano: stereomicroscopic, XRD, and water-soluble components analyses. *Journal of Disaster Research*.
8. J. D' Araújo, F. Sigmundsson, T. Ferreira, J. Okada, M. Lorenzo and R. Silva, 2022: Plate Boundary Deformation and Volcano Unrest at the Azores Triple Junction Determined From Continuous GPS Measurements, 2002-2017. *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, 127.
9. Terada, A., M. Yaguchi, and T. Ohba, 2022: Quantitative assessment of temporal changes in subaqueous hydrothermal activity in active crater lakes during volcanic unrest based on a time-series of lake water chemistry. *Frontiers in Earth Science*, 9:740671.
10. Chikita K. A., K. Amita, H. Oyagi, and J. Okada, 2022: Effects of a Volcanic-Fluid Cycle System on Water Chemistry of a Deep Caldera Lake: Lake Tazawa, Akita Prefecture, Japan. *Water*, 14(19), 3186.
11. Chikita K.A., A. Goto, J. Okada, T. Yamaguchi, S. Miura and M. Yamamoto, 2022: Hydrological and chemical budgets of Okama Crater Lake in active Zao Volcano, Japan. *Hydrology*, 9.
12. Goto, A., K. Fukui, T. Hiraga, Y. Nishida, H. Ishibashi, T. Matsushima, T. Miyamoto, and O. Sasaki, 2021: Reply to: H. Sato et al., "Flowage of the 1991 Unzen lava; discussion to Goto et al. 'Rigid migration of Unzen lava rather than flow', *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 110, 107073." . *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 420, 107384.
13. Yaguchi, M., T. Ohba, and A. Terada, 2021: Groundwater interacting at depth with hot plastic magma triggers phreatic eruptions at Yugama Crater Lake of Kusatsu-Shirane volcano (Japan). *Frontiers in Earth Science*, 9:741742.

14. Terada, A., Kanda, W., Ogawa, Y., Yamada, T., Yamamoto, M., Ohkura, T., Aoyama, H., Tsutsui, T. and Onizawa, S., 2021: The 2018 phreatic eruption at Mt. Motoshirane of Kusatsu-Shirane volcano, Japan: eruption and intrusion of hydrothermal fluid observed by a borehole tiltmeter network. *Earth, Planets and Space*, 73, 157.
15. Sato, E., 2021: Kusatsu-Shirane volcano eruption on January 23, 2018, observed using JMA operational weather radars. *Earth, Planets and Space*, 73:117, 1-8.
16. Ohba, T., M. Yaguchi, U. Tsunogai, M. Ito and R. Shingubara, 2021: Behavior of magmatic components in fumarolic gases related to the 2018 phreatic eruption at Ebinokogen Ioyama volcano, Kirishima Volcanic Group, Kyushu, Japan. *Earth, Planets and Space*, 73, 81.
17. Yaguchi, M., 2020: Abnormal discharge of high-temperature hot spring water observed at the abandoned well in the Okuhida hot spring area during the earthquake swarm occurred at Gifu-Nagano district, central Japan. *Journal of Hot Spring Sciences*, 70, 70-79.
18. Yaguchi, M., A. Terada, and Y. Ogawa, 2020: Air-Fall Ash from the Main Crater of Asama Volcano on August 7, 2019, and its Water-Soluble Components. *Journal of Disaster Research*, 15, 53-56.
19. Ohba, T., M. Yaguchi, K. Nishino, and N. Numanami, 2019: Time Variation in the Chemical and Isotopic Composition of Volcanic Gas at Mt. Mihara of Izu-Oshima Island, Japan. *Journal of Disaster Research*, 14, 972-977.
20. Yaguchi, M., T. Ohba, N. Numanami, and R. Kawaguchi, 2019: Constituent Mineral and Water-Soluble Components of Volcanic Ash from the 2018 Eruption of Mt. Motoshirane of Kusatsu-Shirane Volcano, Japan. *Journal of Disaster Research*, 14, 991-995.
21. Onizawa, S., 2019: Apparent calibration shift of the Scintrex CG-5 gravimeter caused by reading-dependent scale factor and instrumental drift. *Journal of Geodesy*, 93, 1335-1345.
22. Ohba, T., M. Yaguchi, K. Nishino, N. Numanami, U. Tsunogai, M. Ito, and R. Shingubara, 2019: Time Variation in the Chemical and Isotopic Composition of Fumarolic Gasses at Kusatsu-Shirane Volcano, Japan. *Frontiers in Earth Science*, 7, 249.
23. Yaguchi, M., T. Ohba, and M. Sago, 2019: The nature and source of the volcanic ash during the 2015 small phreatic eruption at Hakone volcano, central Japan. *Geochemical Journal*, 53, 209-217.
24. Fujita, E., Y. Iriyama, T. Shimbori, E. Sato, K. Ishii, Y. J. Suzuki, K. Tsunematsu, and K. Kiyosugi, 2019: Evaluating volcanic hazard risk through numerical simulations. *Journal of Disaster Research*, 14, 604-615.
25. Ohba, T., M. Yaguchi, K. Nishino, N. Numanami, Y. Daita, C. Sukigara, M. Ito, and U. Tsunogai, 2019: Time variations in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Hakone volcano, Honshu Island, Japan, over the earthquake swarm and eruption in 2015, interpreted by magma sealing model. *Earth, Planets and Space*, 71, 48.
26. Kondo, G., H. Aoyama, T. Nishimura, M. Ripepe, G. Lacanna, R. Genco, R. Kawaguchi, T. Yamada, T. Miwa, and E. Fujita, 2019: Gas flux cyclic regime at an open vent magmatic column inferred from seismic and acoustic records. *Scientific Reports*, 9, 5678.
27. Seki, K., T. Ohba, S. Aoyama, Y. Ueno, H. Sumino, W. Kanda, M. Yaguchi, and T. Tanbo, 2019: Variations in thermal state revealed by the geochemistry of fumarolic gases and hot-spring waters of the Tateyama volcanic hydrothermal system, Japan. *Bulletin of Volcanology*, 81, 8.
28. 入山 宙, 鬼澤真也, 新堀敏基, 高木朗充, 2023: 気象庁数値気象モデルを用いた気象補正に伴う光波測距のノイズレベル定量化. 験震時報 (論文) . (in press)

29. 菅原道智, 松本 享, 川村 安, 森 健彦, 平松秀行, 火山ガス成分観測グループ, 2023: ガス検知管を用いた火山ガス成分観測の測定手法とその有用性について. 験震時報 (論文), 86 巻 5.
30. 河波俊和, 田町勇氣, 森 健彦, 2023: 火山ガス拡散予想ツールの開発. 験震時報 (論文), 87 巻 3.
31. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2023: 気象衛星による大規模噴煙解析—2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火の事例—. 験震時報 (論文), 87, 2.
32. 鬼澤真也, 西山竜一, 今西祐一, 大久保修平, 安藤 忍, 長岡 優, 島村哲也, 平山康夫, 石原昂典, 松田健助, 金子祐也, 上田義浩, 谷田部史堯, 渡邊篤志, 安藤美和子, 坂下至功, 2022: 伊豆大島における火山活動の解明と活動評価への適用に向けた合同重力観測. 東京大学地震研究所彙報, 97, 13-32.
33. 柳澤宏彰, 及川輝樹, 川口亮平, 木村一洋, 伊藤順一, 越田弘一, 加藤幸司, 安藤 忍, 池田啓二, 宇都宮真吾, 坂東あいこ, 奥山 哲, 鎌田林太郎, 兒玉篤郎, 小森次郎, 奈良間千之, 2022: 新潟焼山火山 2016 年噴火 —活動推移・噴出物を基にした噴火モデル—. 火山, 67, 295-317.
34. 篠原英一郎, 菅井 明, 森 健彦, 中村政道, 2022: 2018 年~2019 年口永良部島新岳の噴火活動. 験震時報 (論文), 85 巻 8.
35. 北川隆洋, 風早竜之介, 谷口無我, 篠原宏志, 福岡管区气象台, 大分地方气象台, 2022: Multi-GAS 連続観測における硫化水素センサーの感度変化の影響とその補正. 火山, 67, 113-123.
36. 丹原 裕, 若生 勝, 堀内慎太郎, 関 晋, 大石雅之, 宮川祐司, 近澤 心, 岡田 純, 碓井勇二, 2022: 気象庁観測データによる吾妻山の火山活動のレビュー (1965 年~2019 年). 験震時報 (論文), 85 巻 10, 1-18.
37. 安部祐希, 原田昌武, 板寺一洋, 高木朗充, 藤松 淳, 2021: 箱根火山大涌谷における二酸化硫黄放出率 —2021 年 6 月までの推移—. 神奈川県温泉地学研究所報告, 53, 55-60.
38. 北川隆洋, 風早竜之介, 2021: 気象庁が導入した多成分火山ガス観測システムの概要と観測データ. 験震時報 (論文). (submitted)
39. 関 晋, 丹原 裕, 山村卓也, 佐々木康気, 松浦茂郎, 越谷英樹, 近江克也, 近澤 心, 若生 勝, 岡田 純, 碓井勇二, 2021: 2018 年から 2019 年にかけての吾妻山の火山活動. 験震時報 (論文), 85 巻:4, 1-35.
40. 村松容一, 谷口無我, 2020: 山梨県増富温泉の水質形成機構. 温泉科学, 70, 124-136.
41. 野上健治, 鬼澤真也, 2020: 浅間山 2004 年噴火で放出された火山灰のフッ素・塩素含有量. 火山, 65, 1-12.
42. 代田 寧, 大場 武, 谷口無我, 十河孝夫, 原田昌武, 2019: 箱根火山大涌谷北側斜面で 2017 年に観測された噴気組成 (C/S 比) の変動. 神奈川県温泉地学研究所報告, 51, 37-44.
43. 高木朗充, 谷口正実, 太田健治, 上田義浩, 松末伸一, 小窪則夫, 2019: 1950 年代から 2001 年までの気象庁の検知管法による火山ガス成分観測データの調査と解析. 験震時報 (論文), 83.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説等) : 26 件

1. Ohba, T. and M. Yaguchi, 2023: Geochemical monitoring of lake water in the Yugama crater and adjacent fumarolic gases reveal the long-term volcanic activity cycles of the Kusatsu-Shirane volcano, Japan. Active Volcanoes of the World, the "Kusatsu-Shirane volcano. (submitted)
2. K. Ishii, T. Shimbori, R. Kai, Y. Hasegawa, Y. Hayashi, H. Tsuchiyama, 2021: Improvement of volcanic ash cloud prediction in the Tokyo Volcanic Ash Advisory Center. WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 51, 0503-0504.
3. Shimbori, T., K. Ishii, R. Kai, Y. Hasegawa, Y. Hayashi, and Y. Hayashi, 2021: Renewal of the JMA atmospheric transport model on the volcanic ash advisory and

- ash fall forecast distribution system. WGNE Research Activities in Earth System Modelling, 51, 0513-0514.
4. Hashimoto, A., T. Mori, T. Shimbori and A. Takagi, 2019: An experiment in numerical prediction of volcanic gas transportation. CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, 49, 5-07.
 5. 新堀敏基, 2024: 降灰予報. 最新 地学事典, 487.
 6. 高木朗充, 2023: 伊豆大島の火山活動の推移予測に資する観測体制の維持と重要な観測項目ー噴火警戒レベルを参照してー. 防災科学技術研究所研究資料, 487, 90-93.
 7. 川口亮平, 2023: マグマ移動シナリオに基づく地殻変動シミュレーション. 防災科学技術研究所研究資料, 487, 66-69.
 8. 鬼澤真也, 2023: 既存知見に基づく伊豆大島噴火シナリオ改善に向けた検討. 防災科学技術研究所研究資料, 487, 45-50.
 9. 谷口無我, 平山康夫, 大場 武, 沼波 望, 2022: 噴火により放出された火山灰について. 昭和 37 年 (1962 年) の焼岳火山噴火資料集, 9p.
 10. 岡田 純, 2022: 東北の活火山と防災 - 問われる地域の減災協働. 震災学, Vol. 16, 108-121.
 11. 代田 寧, 大場 武, 谷口無我, 十河孝夫, 原田昌武, 2021: 箱根山火山ガス組成による火山活動予測ー火山防災への活用ー. 地学雑誌, 130, 783-796.
 12. 新堀敏基, 石井憲介, 2021: 気象庁移流拡散モデル設計書. 気象研究所技術報告, 84.
 13. 真木雅之, 小堀壮彦, 西 隆昭, 藤吉康志, 徳島秀彦, 佐藤英一, 井口正人, 爲栗 健, 2020: 船舶レーダによる桜島火山の噴煙柱モニタリングー2018 年の観測結果ー. 京都大学防災研究所年報, 63-B, 136-148.
 14. 柳澤宏彰, 飯野英樹, 安藤 忍, 高木朗充, 及川輝樹, 2020: 西之島の 2020 年 6~8 月のバイオレント・ストロンボリ式噴火. 火山, 65, 119-124.
 15. 谷口無我, 大場 武, 外山浩太郎, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 2019: 霧島山硫黄山周辺の湧水・湯だまりの化学組成 (2019 年 1 月 25 日現在). 火山噴火予知連絡会会報, 132, 312-316.
 16. 大場 武, 西野佳奈, 沼波 望, 谷口無我, 鬼澤真也, 松田健助, 石原昂典, 2019: 伊豆大島三原山噴気の化学組成 (2019 年 1 月 29 日). 火山噴火予知連絡会会報, 132, 152-154.
 17. 大場 武, 谷口無我, 外山浩太郎, 角野浩史, 角皆 潤, 伊藤昌雅, 新宮原諒, 2019: 霧島硫黄山噴気の化学組成 (2019 年 1 月 25 日) および環境大気 H₂S 濃度変化. 火山噴火予知連絡会会報, 132, 317-323.
 18. 安藤 忍, 影山勇雄, 2019: ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた吾妻山の SAR 干渉解析結果. 火山噴火予知連絡会会報, 132, 177-185.
 19. 佐藤英一, 福井敬一, 新堀敏基, 石井憲介, 徳本哲男, 2019: 気象レーダーで観測した 2019 年 1 月 17 日口永良部島噴火 に伴う噴煙・火山灰雲エコーについて. 火山噴火予知連絡会会報, 132, 420-426.
 20. 安藤 忍, 2019: ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地表変化. 火山噴火予知連絡会会報, 132, 177-185.
 21. 大場 武, 西野佳奈, 沼波 望, 谷口無我, 篠原宏志, 風早竜之介, 角皆 潤, 伊藤昌雅, 新宮原諒, 2018: 霧島硫黄山噴気の化学組成・安定同位体比 (2015 年 12 月~2018 年 5 月). 火山噴火予知連絡会会報, 130, 304-312.
 22. 谷口無我, 大場 武, 西野佳奈, 外山浩太郎, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 2018: 霧島山硫黄山周辺の湯溜り・湧水等の化学・安定同位体組成 (2018 年 5 月 29 日現在). 火山噴火予知連絡会会報, 130, 285-291.
 23. 大場 武, 西野佳奈, 沼波 望, 谷口無我, 2018: 草津白根山噴気の化学組成・安定同位体比 (2014 年 7 月~2018 年 5 月). 火山噴火予知連絡会会報, 130, 83-90.

24. 谷口無我, 高木朗充, 大場 武, 西野佳奈, 小窪則夫, 満永大輔, 稲葉博明, 山部美則, 池亀孝光, 河野太亮, 小枝智幸, 林 幹太, 渡辺 茂, 古田仁康, 山本光成, 角野浩史, 川名華織, 秋山良秀, 2018: 霧島山硫黄山周辺の湧水の化学組成(2016年8月-2018年2月). 火山噴火予知連絡会会報, 129, 307-309.
25. 大場 武, 西野佳奈, 沼波 望, 谷口無我, 篠原宏志, 風早竜之介, 2018: 霧島硫黄山で採取した噴気の化学組成・安定同位体比(2015年12月~2018年1月). 火山噴火予知連絡会会報, 129, 312-320.
26. 大場 武, 西野佳奈, 沼波 望, 谷口無我, 2018: 草津白根山噴気の化学組成・安定同位体比(2014年7月~2017年11月). 火山噴火予知連絡会会報, 129, 92-98.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等：12件

1. Ohba, T., and M. Yaguchi, Geochemical monitoring of lake water in the Yugama crater and adjacent fumarolic gases reveal the long-term volcanic activity cycles of the Kusatsu-Shirane volcano, Japan, IAVCEI-CVL11 Workshop on Volcanic Lakes, 2023年8月, Portugal, São Miguel, Azores
2. Chikita K.A., A. Goto, J. Okada, H. Oyagi, and T Yamaguchi, A study on water cycles and geothermal processes in a crater lake: Okama in Zao Volcano, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
3. Ohba T., M. Yaguchi, N. Numanami, and S. Toyoshima, Correlation between the rate of increase in the He/CH₄ ratio of volcanic gas and the number of earthquakes at Mt Hakone, The 14th CCVG Field Workshop, 2022年11月, Perú, Arequipa
4. Ishikawa, A., T. Nishimura, G. Lacanna, H. Aoyama, R. Kawaguchi, E. Fujita, T. Yamada, T. Miwa, and M. Ripepe, Pre-explosive ground deformations induced by normal Strombolian and paroxysmal activities at Stromboli volcano, 5a Conferenza Alfred Rittmann, 2022年9月, イタリア, カターニャ
5. Chikita, K.A., A. Goto, J. Okada, S. Miura, and M. Yamamoto, Groundwater flow system inferred by estimates of hydrological, thermal and chemical budgets in Okama Crater Lake, Zao Volcano, Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
6. Ohba, T., M. Yaguchi, U. Tsunogai, M. Ito, and R. Shingubara, BEHAVIOR OF MAGMATIC COMPONENTS IN FUMAROLIC GASES RELATED TO THE 2018 PHREATIC ERUPTION AT EBINOKOGEN IOYAMA VOLCANO, KIRISHIMA VOLCANIC GROUP, KYUSHU, JAPAN, 1st CCVG Virtual Workshop, 2021年5月, オンライン
7. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 笹井洋一, Barairo Maria, Alanis Paul, Bornas Ma. Antonia, 楠本成寿, 長尾年恭, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原 諒, VARIATION IN THE CHEMICAL AND ISOTOPIC COMPOSITION OF FUMAROLIC GAS AT TAAL VOLCANO, PHILIPPINE PRIOR TO THE 2020 ERUPTION, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
8. Satoshi Okuyama, Shinobu Ando and Toshiki Shimbori, Development of InSAR tropospheric phase delay correction system at MRI (4th report), JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
9. T. Koyaguchi, K. Ishii, Y.J.Suzuki, A. Nishijo, Uncertainty quantification of volcanic eruption column dynamics and tephra dispersal models, The 3rd International Conference on Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems, 2020年3月, 兵庫県神戸市
10. Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, Nozomi Numanami, Yasushi Daita, Chiho Sukigara, Masanori Ito, Urumu Tsunogai, Time variations in the chemical and

isotopic composition of fumarolic gases at Hakone volcano, Honshu Island Japan over the earthquake swarm and eruption in 2015, interpreted by magma sealing model, International Workshop on the mechanism of Phreatic Eruption, 2020 年 1 月, 神奈川県箱根町

11. Sato, E., K. Fukui, T. Shimbori, and M. Maki, "Invisible" volcanic eruption plume/cloud observation with polarimetric weather radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
12. Araujo J., F. Sigmundsson, J. Okada, T. Ferreira, and M. Lorenzo, Current plate movements across the Azores triple junction determined from 17 years of continuous GPS measurements, European Geosciences Union (EGU) General assembly, 2019 年 4 月, オーストリア, ウィーン

・国内の会議・学会等：99 件

1. 知北和久, 後藤章夫, 岡田 純, 大八木英夫, 齋藤 圭, 岡崎友輔, 活火山火口湖の環境構造に関する比較研究：鳴子火山・湯沼と蔵王火山・御釜, 第 25 回日本陸水学会北海道支部大会, 2023 年 12 月, 北海道札幌市
2. 後藤章夫, 知北和久, 岡田 純, 大八木英夫, 齋藤 圭, 鳴子火山・湯沼の熱的構造とその変動一序報一, 陸水物理学会第 44 回研究発表会 (2023 新潟大会), 2023 年 11 月, 新潟県新潟市
3. 後藤章夫, 知北和久, 山崎新太郎, 岡田 純, 松中哲也, 土屋芳範, 平野伸夫, 大八木英夫, 山口高志, 蔵王火山火口湖・御釜の現在の活動状況について, 火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
4. 真木雅之, 西 隆昭, 中道治久, 井口正人, 中村啓彦, 佐藤英一, 小堀壮彦, 桜島噴煙モニタリングプラットフォーム研究会, 桜島火山噴煙のレーダマルチセンシング, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
5. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 豊島誠也, 安田裕紀, 寺田暁彦, 草津白根山における火山ガス組成の時間変化, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
6. 新堀敏基, 橋本明弘, 石井憲介, 林 洋介, 移流拡散モデルによる再飛散火山灰予測, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, オンライン
7. 森 健彦, 入山 宙, 河波俊和, 岩本征大, 井上秀穂, 西 正儀, 阿蘇火山における二酸化硫黄放出率の準連続観測 ～その 2～, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
8. 鬼澤真也, 西山竜一, 今西祐一, 大久保修平, 安藤 忍, 伊豆大島火山における合同精密重力観測, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
9. 宇平幸一, 山里 平, 高橋幸祐, 高木朗充, 伊豆大島における傾斜計の温度変化の特徴について, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
10. 高木朗充, 衛星から見積もられた火山周辺の二酸化硫黄分布 (2018～2023 年), 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
11. 小澤 拓, 姫松裕志, 宮城洋介, 奥山 哲, 火山観測用可搬型レーダー干渉計 (SCOPE) により検出された十勝岳 62-II 火口周辺における地殻変動, 日本測地学会第 140 回講演会, 2023 年 10 月, 仙台市
12. 安藤 忍, 小久保一哉, 川口亮平, 木村一洋, 山本哲也, 伊豆大島多成分ひずみ計における過去 10 年分の解析, 日本測地学会第 140 回講演会, 2023 年 10 月, 仙台市
13. 笠井隼稀, 高田陽一郎, 松島 健, 高木朗充, ALOS および ALOS-2 による雲仙溶岩ドームの変形検出と物理モデリング, 日本測地学会第 140 回講演会, 2023 年 10 月, 仙台市
14. 佐藤英一, 二重偏波気象レーダーによる火山噴煙の観測と応用について, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市

15. 知北和久, 後藤章夫, 岡田 純, 大八木英夫, 山口高志, 活火山火口湖の水循環システムと地殻熱流に関する研究: 蔵王・御釜, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市
16. 高木朗充, 松本 享, 気象庁マルチガスデータのリアルタイム補正と火山監視・評価への活用, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
17. 宮縁育夫, 佐藤英一, 現地調査と気象データからみた霧島火山新燃岳 2018 年 5 月 14 日噴出物の空間・粒度分布の特徴, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
18. 角野浩史, 長井雅史, 廣瀬 郁, 三輪学央, 谷口無我, 噴気・温泉ガスのヘリウム・炭素同位体比からみた硫黄島の火成活動の起源と熱水系, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
19. 高木朗充, 新堀敏基, Sentinel-5p 衛星 TROPOMI センサーと気象庁局地モデルによる二酸化硫黄放出率の監視と西之島の火山活動, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
20. 高木朗充, 化学的手法に基づく火山活動監視・予測に関する研究, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 2 次) 火山部会研究集会, 2023 年 2 月, 鹿児島市
21. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区気象台, 鹿児島地方気象台, 宮崎地方気象台, 熱水分析による霧島山(硫黄山)の火山活動モニタリング, 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 課題 B サブテーマ成果報告会「九州の火山」, 2023 年 1 月, オンライン
22. 高木朗充, 福井敬一, 谷口無我, 岡田 純, 火山ガスと地球物理学観測から推定される吾妻山 2018-2019 年の火山性異常, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 2 次) 「多項目モニタリングにもとづく火山活動の中期的評価と推移モデルの構築」研究集会 (令和 4 年度), 2023 年 1 月, オンライン開催
23. 大場 武, 谷口無我, 草津白根山湯釜火口湖水および火山ガス組成のモニタリングにより明らかにされた長周期火山活動サイクル, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 2 次) 「多項目モニタリングにもとづく火山活動の中期的評価と推移モデルの構築」研究集会 (令和 4 年度), 2023 年 1 月, オンライン開催
24. 石井憲介, 小屋口剛博, 気象庁の火山灰予測業務と 1 次元噴煙モデル, 地球表層における重力流のダイナミクス, 2022 年 12 月, 東京
25. 佐藤英一, 二重偏波レーダーによる大気中の火山灰量推定手法について ―初期解析結果―, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
26. 高木朗充, 福井敬一, 谷口無我, 岡田 純, 火山ガスと地球物理学観測から推定される吾妻山 2018-2019 年の火山性異常, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
27. 寺田暁彦, 鈴木レオナ, 谷口無我, 大場 武, 湖水濃度変動から示唆される草津白根山浅部熱水循環の時間変化, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
28. 吉田康宏, 綿田辰吾, 2022 年 1 月 15 日フンガ・トンガーフンガ・ハアパイ火山 噴火に伴う大気・固体地球のカップリングモードの励起, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
29. 森 健彦, 入山 宙, 河波俊和, 岩本征大, 井上秀穂, 阿蘇火山における二酸化硫黄放出率の準連続観測 ～その 1～, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
30. 若松 海, 寺田暁彦, 角野浩史, 小長谷智哉, 谷口無我, 大場 武, 草津白根火山・湯釜火口周辺における土壌ガス中のヘリウム・炭素同位体比―土壌ガスの起源―, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
31. 高木朗充, 伊豆大島の火山活動の推移予測に資する観測体制の維持と重要な観測項目, 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 火山PJ 課題間連携研究 伊豆大島ワークショップ, 2022 年 10 月, 東京都文京区

32. 川口亮平, マグマ移動シナリオに基づく地殻変動シミュレーション, 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 火山PJ 課題間連携研究 伊豆大島ワークショップ, 2022年10月, 東京都文京区
33. 鬼澤真也, 既存知見に基づく伊豆大島噴火シナリオ改善に向けた検討, 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 火山PJ 課題間連携研究 伊豆大島ワークショップ, 2022年10月, 東京都文京区
34. 寺田暁彦, 鈴木レオナ, 谷口無我, 大場 武, 濃度時系列データに基づく火口湖底活動の定量的評価と濃度変動予測モデルー草津白根山・湯釜火口湖への適用ー, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
35. 高木朗充, 火山学の進展と火山活動の評価体制, 日本地球惑星科学連合 2022年大会, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
36. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 豊島誠也, 箱根山火山ガス He/CH₄比の上昇速度と地震回数の関係, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
37. 豊島誠也, 大場 武, 沼波 望, 谷口無我, 箱根火山ガス中の硫黄同位体比に関する考察, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
38. 小長谷智哉, 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 石橋純一郎, 霧島硫黄山噴気中のヘリウム・炭素同位体組成の時間変動, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
39. 高木朗充, 火山活動評価に資する火山活動のモデル化, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第2次)「多項目観測データに基づく火山活動のモデル化と活動分岐判断指標の作成」研究集会(令和3年度), 2022年1月, オンライン開催
40. 知北和久, 後藤章夫, 岡田 純, 三浦 哲, 山本 希, 山口高志, 活火山火口湖における水・化学物質・熱収支評価による 地下熱水系の推定: 蔵王・御釜について, 第42回陸水物理学会全国大会, 2021年11月, 名古屋市
41. 石井憲介, 西條 祥, 小屋口剛博, 気象庁の火山灰予測業務で用いる一次元 噴煙 モデル の開発, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
42. 高木朗充, 森 健彦, 橋本明弘, 大気環境測定局の二酸化硫黄濃度による火山活動評価への活用, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
43. 入山 宙, 2次元定常噴煙流テフラ輸送理論を用いた供給源テフラ粒径分布時系列変化の推定と新燃岳 2018年4月5日噴火への応用, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
44. 小長谷智哉, 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 箱根火山噴気の希ガス・炭素同位体組成の時間変動, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
45. 谷口無我, 大場 武, 寺田暁彦, 湖水の化学組成からみた草津白根山湯釜火口直下のマグマ・熱水活動, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
46. 鈴木レオナ, 寺田暁彦, 谷口無我, 大場 武, 草津白根火山・湯釜火口湖へ供給される熱水の化学的特徴ー湖水濃度時系列解析ー, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
47. 若松 海, 寺田暁彦, 角野浩史, 小長谷智哉, 谷口無我, 大場 武, 草津白根火山・湯釜火口周辺における土壌ガス中のヘリウム同位体比分布ー潜在破碎帯検出の試みー, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
48. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 豊島誠也, 箱根火山噴気化学組成の時間変化, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
49. 佐藤英一, 瀧下恒星, 井口正人, 非球形粒子の抵抗係数に関する理論の二次元ビデオディストロメーターによる降灰観測への応用について, 日本火山学会 2021年度秋季大会, 2021年10月, オンライン
50. 小長谷智哉, 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根山噴気中のマグマ起源ヘリウム・アルゴン比の時間変動, 2021年度日本地球化学会第68回年会, 2021年9月, オンライン開催

51. 鬼澤真也, 松島喜雄, 伊豆大島火山における地表面熱収支観測, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
52. 豊島誠也, 沼波 望, 大場 武, 谷口無我, 箱根山火山ガス組成の経時変化 (2018~2020 年), JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
53. 大場 武, 谷口無我, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原 諒, えびの高原硫黄山 2018 年水蒸気噴火で解明された火山ガスに含まれるマグマ起源成分の挙動, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
54. 長岡 優, 地震波干渉法による霧島山の 3 次元 VSV, VSH 構造, 東京大学地震研究所特定共同研究 (B) 「プレートの沈み込みと島弧変動のダイナミクス」オンライン集会, 2021 年 1 月, オンライン
55. 安藤 忍, 奥山 哲, 飯野英樹, 西之島における SAR 解析, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「SAR による地表変動解析の新展開: 先進レーダー衛星の活用を見据えて」, 2020 年 12 月, オンライン
56. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 気象研究所における干渉 SAR 対流圏遅延補正プログラムへの地上面解析値の導入, 東京大学地震研究所共同利用 (研究集会) 「SAR による地表変動解析の新展開: 先進レーダー衛星の活用を見据えて」, 2020 年 12 月, オンライン
57. 安藤 忍, 奥山 哲, 飯野英樹, 小笠原諸島西之島の溶岩噴出率の算出の試み, 日本測地学会第 134 回講演会, 2020 年 10 月, オンライン
58. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 気象研究所における干渉 SAR 対流圏遅延補正プログラムへの地上面解析値の導入, 日本測地学会第 134 回講演会, 2020 年 10 月, オンライン
59. 石井憲介, 小屋口剛博, 火砕物の移流拡散堆積過程の逆問題の数理構造とその応用に向けての考察, 火山学会 2020 年秋季大会, 2020 年 10 月, (オンライン)
60. 佐藤英一, 瀧下恒星, 井口正人, 二次元ビデオディストロメーターによる降灰観測 (初期解析結果), 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
61. 井村 匠, 伴 雅雄, 常松佳恵, 後藤章夫, 岡田 純, 蔵王火山丸山沢噴気地熱地帯の火山物質科学的研究, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
62. 代田 寧, 大場 武, 谷口無我, 十河孝夫, 原田昌武, 箱根火山における噴気組 ($\text{CO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比) 変化速度と火山活動強度の関係, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
63. 小長谷智哉, 角野浩史, 外山浩太郎, 川名華織, 山根康平, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根火山周辺の噴気ガス・温泉ガス中の希ガス同位体組成, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
64. 大場 武, 谷口無我, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原諒, えびの高原硫黄山火山ガス組成と 2018 年水蒸気噴火の関係, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
65. 角野浩史, 外山浩太郎, 小長谷智哉, 滝口孝寛, 大場 武, 谷口無我, 霧島火山群におけるヘリウム同位体比の時空間変動, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
66. 谷口無我, 大場 武, 寺田暁彦, 草津白根山湯釜火口湖の化学組成変化, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
67. 沼波 望, 大場 武, 谷口無我, 箱根火山の地球化学的モニタリング, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
68. 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根火山の火山ガスのヘリウム同位体比, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
69. 寺田暁彦, 香取 慧, 谷口無我, 山本 希, 山田大志, 鬼澤真也, 西澤達治, 青山 裕, 森田裕一, 大場 武, 草津白根火山西方における温泉湧出と 2018 年群発地震, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
70. 佐藤英一, 気象レーダーを用いた火山噴煙解析結果の検証について, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン

71. 真木雅之, 小堀壮彦, 西 隆昭, 藤吉康志, 徳島秀彦, 佐藤英一, 井口正人, 爲栗 健, 船舶レーダによる桜島火山の噴煙柱モニタリングー2018年の観測結果ー, 令和元年度京都大学防災研究所研究発表講演会, 2020年2月, 京都府宇治市
72. 石井憲介, 小屋口剛博, 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の特異値解析, 固体地球科学データ同化に関する研究会, 2020年2月, 宮城県仙台市
73. 新堀敏基, 石井憲介, 新しい気象庁移流拡散モデルの開発(その2), 第4回「降水と噴火」研究会, 2020年2月, 東京都千代田区
74. 佐藤英一, 気象レーダーを用いた曇天時の火山噴煙観測について, 第4回「降水と噴火」研究会, 2020年2月, 東京都千代田区
75. 千馬竜太郎, 佐藤英一, 桜島における気象レーダーを用いた噴煙解析手法の開発, 第4回「降水と噴火」研究会, 2020年2月, 東京都千代田区
76. 福井敬一, 佐藤英一, 新堀敏基, 気象庁レーダー観測網による噴火雲の検知, 第4回「降水と噴火」研究会, 2020年2月, 東京都千代田区
77. 新堀敏基, 新しい移流拡散モデルー火山業務における現業化に向けた開発ー, 気象庁施設等機関研究報告会, 2020年1月, 東京都千代田区
78. 佐藤英一, 火山噴煙レーダー観測の検証について, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画第2次桜島大規模噴火総合研究グループ研究集会, 2019年12月, 鹿児島県鹿児島市
79. 谷口無我, 湯釜火口湖水の化学組成からみた草津白根山のマグマ-熱水活動, 2019年度火山性流体討論会, 2019年10月, 栃木県那須町
80. 森 健彦, 森 俊哉, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 火山活動の変化に伴う二酸化硫黄放出量の変動の特徴について ~霧島新燃岳・口永良部島・阿蘇山における最近の事例から~, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
81. 風早竜之介, 北川隆洋, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 神田 径, 草津白根山(湯釜)の火山活動に対応した火山ガス組成変化, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
82. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 笹井洋一, C.L. Barairo, P. Alanis, M.A. Bornas, 楠本成寿, 長尾年恭, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原諒, フィリピン・タール山の火山ガス, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
83. 寺田暁彦, 森 俊哉, 大場 武, 谷口無我, 鬼澤真也, 森田裕一, 伊豆大島三原山火口底の火山ガス組成測定, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
84. 鬼澤真也, 松島喜雄, 坑井温度プロファイルから推定される伊豆大島火山の熱水系, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
85. 佐藤英一, 福井敬一, 新堀敏基, 気象レーダーによる火山噴煙高度推定手法の検証, 日本火山学会 2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
86. 谷口無我, 大場 武, 寺田暁彦, 草津白根山山頂火口湖湯釜の水質と火山活動との対応, 2019年度日本地球化学会第66回年会, 2019年9月, 東京都文京区
87. 佐藤英一, 福井敬一, 新堀敏基, 気象庁の気象レーダー網で観測した2018~2019年口永良部島の噴煙・火山灰雲エコーについて, 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
88. 大場 武, 谷口無我, 西野佳奈, 沼波 望, 代田 寧, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 鋤柄千穂, 箱根山火山ガス化学組成および安定同位体比の時間変化, 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
89. 大場 武, 谷口無我, 外山浩太郎, 角野浩史, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原諒, 霧島硫黄山火山ガスの化学組成および安定同位体比, 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市

90. 外山浩太郎, 角野浩史, 川名華織, 大場 武, 谷口無我, 秋山良秀, 相澤広記, 塚本果織, 霧島火山群におけるヘリウム同位体比の時空間変化, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
91. 森 健彦, 谷口無我, 川村 安, 平松秀行, 池田啓二, 菅井 明, 菅原道智, 高田健一, 松本享, 気象庁福岡管区気象台, 気象庁大分地方気象台, 九重硫黄山における火山活動の変化について, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
92. 石川 歩, 西村太志, 青山 裕, 川口亮平, 藤田英輔, 三輪学央, 山田大志, M. Ripepe and R. Genco, ストロンボリ火山の山頂小爆発に伴う傾斜変動の圧力源推定, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市幕張
93. 谷口無我, 大場 武, 外山浩太郎, 気象庁福岡管区気象台, 気象庁鹿児島地方気象台, 霧島山硫黄山の湧水・湯だまりの水質, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
94. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 外山浩太郎, 角野浩史, 角皆 潤, 伊藤昌稚, 新宮原諒, 草津白根山火山ガス化学組成および安定同位体比の時間変化, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
95. 小屋口剛博, 石井憲介, Anderson Kyle, 小園誠史, 観測データと物理モデルに基づく火山噴火推移予測の可能性, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
96. 佐藤英一, 千馬竜太郎, 福井敬一, 新堀敏基, 二重偏波レーダーを用いた曇天・雨天時の火山噴煙の観測について (第 2 報), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
97. 外山浩太郎, 角野浩史, 川名華織, 山根康平, 秋山良秀, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市
98. 大場 武, 西野佳奈, 谷口無我, 外山浩太郎, 角野浩史, 草津白根山火山ガス組成の変化と解釈, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市
99. 寺田暁彦, 森田裕一, 橋本武志, 森 俊哉, 大場 武, 谷口無我, 神田 径, ドローンを用いた草津白根火山・湯釜火口湖からの採水, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等 : 18 件

1. Horiguchi, K. and Y. Kodera, Detection of Volcanic Activity Changes at Mt. Azuma, Japan from Soil CO₂ Gas Emission with a Machine Learning Approach, 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
2. Sato, E., Volcanic ash estimation method using dual-polarization weather radar, 国際火山学及び地球内部化学協会 2023 年学術総会, 2023 年 2 月, ニュージーランド, ロトルア
3. Satoshi OKUYAMA, Shinobu ANDO and Toshiki SHIMBORI, InSAR Tropospheric Delay Correction using JMA Numerical Weather Model, The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2022, 2022 年 11 月, (ハイブリッド)
4. Toyoshima S., T. Ohba, N. Numanami, and M. Yaguchi, A Study on Sulfur Isotope Ratios in Hakone Volcanic Gas, The 14th CCVG Field Workshop, 2022 年 11 月, Perú, Arequipa
5. Numanami N., T. Ohba, and M. Yaguchi, Multivariate analysis of river water and hot spring water of Hakone volcano, The 14th CCVG Field Workshop, 2022 年 11 月, Perú, Arequipa
6. Okada J., Y. Nihara, Y. Miyagawa, S. Seki, T. Yamamura, and S. Chikasawa, Existence of deep pressure sources and its behaviors during recent volcanic activity at Azumayama, NE Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
7. Sato, E., M. Iguchi, Ash fall observation using 2D-Video Disdrometer, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン

8. Chikita K., A. Goto, J. Okada, S. Miura and M. Yamamoto, Estimates of hydrological, thermal and chemical budgets of Okama Crater Lake, Zao Volcano, Japan: A preliminary study, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
9. 外山浩太郎, 角野浩史, 谷口無我, 大場 武, 豊福高志, 和田茂樹, Noble gas composition in hot spring gas in Shikine Island, Izu-Bonin volcanic arc, Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
10. 安藤 忍, 奥山 哲, 松末伸一, Lava discharge rate in Nishinoshima volcano, Ogasawara Islands revealed using ALOS-2/PALSAR-2, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
11. Okada J., Y. Nihara, S. Chikasawa, T. Yamamura, S. Seki, K. Sasaki, A. Takagi, and K. Fukui, Reactivation of volcanic activity on May 2019 at Azumayama -Importance of precise ground deformation monitoring near the crater, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 5 月, オンライン
12. Kobayashi, T., K. Kato, R. Kawaguchi, Y. Yoshigai, Y. Ogawa, K. Nogami, W. Kanda and A. Terada, Report of Volcanic Activity at Kusatsu-Shiranesan(Yugama Area), Japan in 2018-2019, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
13. Toriyama, N., K. Tamaribuchi, R. Kawaguchi, K. Uhira, Y. Yoshigai, J. Miyamura and S. Matsusue, Hypocenter determination, applying PF method to volcanic earthquake in Izu-Oshima, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
14. Kitagawa, T., R. Kazahaya, M. Yaguchi, K. Horiguchi, T. Kanno and H. Shinohara, Continuous Multi-GAS observations at volcanoes in Japan: Data quality control and examination for correction of sensor sensitivity changes, 2019 AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
15. Nagaoka, Y., K. Nishida, Y. Aoki, M. Takeo, T. Ohkura, and S. Yoshikawa, Imaging of the magma reservoir beneath Kirishima volcanoes, Japan, by seismic interferometry, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
16. Toyama K., Sumino H., Kawana K., Akiyama Y., Ohba T., Yaguchi M., Aizawa K. and Tsukamoto K., Helium Isotope Ratios in Fumarolic and Hot Spring Gases in Kirishima Volcanic Group, Japan., Goldschmidt 2019, 2019 年 8 月, スペイン, バルセロナ
17. Sato, E., K. Fukui, T. Shimbori, K. Ishii, Y. Iriyama, and E. Fujita, Volcanic Eruption Plume Observation using Weather Radar and its Application for Volcanic Hazard Prediction System, 第 27 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2019), 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
18. MugaYaguchi, Fukuoka Regional Hdqrs., JMA, Kagoshima Meteorol. Office, JMA, Nozomi Numanami, Takeshi Ohba, AkimichiTakagi, 火山灰の水溶性付着成分の化学分析による火山活動評価: 新燃岳噴火の例, Cities on Volcanoes 10 (第 10 回火山都市国際会議), 2018 年 6 月, イタリア, ナポリ

・国内の会議・学会等 : 96 件

1. 岡田 純, 仙台管区气象台, 磐梯山の 2022 年 12 月末の地震急増 - その活動経過と膨張性地殻変動, 火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
2. 福井敬一, 佐藤英一, 気象庁種子島レーダーによる桜島噴火噴煙の検知率, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
3. 橋本明弘, 高木朗充, 新堀敏基, 衛星観測と前方流跡線解析による二酸化硫黄放出率推定, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
4. 奥山 哲・安藤 忍・新堀敏基・鬼澤真也, 気象研究所における GNSS 対流圏遅延補正プログラムの開発, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市

5. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 宮崎地方气象台, 火山性熱水の化学分析による火山活動評価ー霧島山えびの高原(硫黄山)の例ー, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
6. 大場 武, 谷口無我, 沼波 望, 豊島誠也, 箱根山における火山ガス組成の時間変化, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
7. 川口亮平, 鬼澤真也, 成田冴理, 安藤 忍, (仮題)伊豆大島の GNSS データの解析, 日本火山学会 2023 年度秋季大会, 2023 年 10 月, 鹿児島県鹿児島市
8. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 鬼澤真也, 気象研究所における GNSS 対流圏遅延補正プログラムの開発 (第 4 報), 日本測地学会第 140 回講演会, 2023 年 10 月, 仙台市
9. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 宮崎地方气象台, 霧島山 (硫黄山) 2018 年火口に湧く強酸性熱水の地球化学的特徴, 2023 年度 日本地球化学会 第 70 回年会, 2023 年 9 月, 東京
10. 入山 宙, 鬼澤真也, 新堀敏基, 高木朗充, 数値気象モデルを用いた気象補正に伴う光波測距のノイズレベル定量化, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
11. 川口亮平, 火山の地形を考慮した地殻変動計算システムの開発 (2), 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
12. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 鬼澤真也, 気象研究所における GNSS 対流圏遅延補正プログラムの開発 (第 3 報), 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
13. 小澤 拓, 姫松裕志, 奥山 哲, 青木陽介, 宮脇正典, 能美 陽, サブテーマ B-2: 可搬型レーダー干渉計と衛星 SAR による精密地殻変動観測技術の開発, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
14. 安藤 忍, 鬼澤真也, 伊豆大島におけるドローンを用いた熱赤外観測 2, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
15. 佐藤英一, 二重偏波気象レーダーによる火山灰の定量的推定について, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
16. 佐藤英一, 久保武史, 星原一航, 小枝智幸, 中橋正樹, 二重偏波レーダーを用いた火山噴煙の解析的研究 (第 2 報), 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
17. 笠井隼稀, 高田陽一郎, 松島 健, 高木朗充, ALOS および ALOS-2 による雲仙溶岩ドームの変形検出と物理モデリング, 日本地球惑星科学連合 2023 年大会, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
18. 豊島誠也, 大場 武, 沼波 望, 谷口無我, 箱根山・えびの高原硫黄山火山ガスの硫黄同位体比, 第 20 回同位体科学研究会, 2023 年 3 月, 東京
19. 久保武史, 星原一航, 小枝智幸, 中橋正樹, 佐藤英一, 二重偏波レーダーを用いた火山噴煙の解析的研究, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市&オンライン
20. 入山 宙, 鬼澤真也, 新堀敏基, 高木朗充, 気象庁数値予報モデルを用いた光波測距の気象補正における精度検証, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
21. 大場 武, 谷口無我, 草津白根山における地球化学的モニタリング, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
22. 島村哲也, 川口亮平, 鬼澤真也, 稠密 GNSS 観測による伊豆大島の地殻変動源の推定, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
23. 岡田 純, 越谷英樹, 山岸 遼, 秋田焼山における火山ガス調査ー専門家および関係機関の連携による安全確保, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
24. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析 (その 2), 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
25. 川口亮平, 宇平幸一, 水準測量データと GNSS 連続観測データに基づく三宅島の地殻変動源の推定, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン

26. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 高木朗充, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その4, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 静岡県三島市
27. 河波俊和, 森 健彦, 入山 宙, 準定常ガス拡散モデルを用いた二酸化硫黄放出率推定, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
28. 安藤 忍, 奥山 哲, 高木朗充, 干渉 SAR 時系列解析を用いた雲仙岳溶岩ドームの変形, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
29. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 宮崎地方气象台, 熱水の化学分析による霧島山えびの高原(硫黄山)の火山活動モニタリング, 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, (ハイブリッド)
30. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 鬼澤真也, 気象研究所における GNSS 対流圏遅延補正プログラムの開発(第2報), 日本測地学会第 138 回講演会, 2022 年 10 月, 鹿児島(ハイブリッド)
31. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区气象台, 鹿児島地方气象台, 宮崎地方气象台, 熱水の化学分析による火山活動モニタリングー霧島山えびの高原硫黄山の例ー, 2022 年度日本地球化学会第 69 回年会, 2022 年 9 月, 高知市
32. 星原一航, 久保武史, 小枝智幸, 中橋正樹, 佐藤英一, 二重偏波レーダーを用いた火山噴煙の解析的研究(初期解析結果), JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
33. 佐藤英一, 二重偏波気象レーダーで観測した 2021 年阿蘇山噴火, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
34. 佐藤英一, 海底火山噴火に伴って発生した雷について, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
35. 川口亮平, 火山の地形を考慮した地殻変動計算システムの開発ー海底地形の効果の検討ー, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
36. 安藤 忍, 鬼澤真也, 伊豆大島におけるドローンを用いた熱赤外観測, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
37. 奥山 哲, 安藤 忍, 齊藤一真, 村上 亮, 干渉 SAR 時系列解析により検出された恵山における局所的地殻変動, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
38. 大石雅之, 山村卓也, 山岸 遼, 鈴木康太, 越谷英樹, 作野 魁, 岡田 純, 吾妻山大穴火口底における陥没現象, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
39. 谷口無我, 大場 武, 寺田暁彦, 湖水の化学組成からみた草津白根山湯釜火口での最近(1982 年以降)の噴火の要因, JpGU meeting 2022, 2022 年 6 月, 千葉県千葉市&オンライン
40. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月, オンライン
41. 新堀敏基, 石井憲介, 清水慎吾, 小澤 拓, 藤田英輔, 衛星 SAR を用いた降灰量分布推定手法の研究: 降灰シミュレーションによる広域分布推定, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月, オンライン
42. 新堀敏基, 林 昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した火山灰雲のひまわり 8 号による解析, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
43. 安藤 忍, 奥山 哲, 島村哲也, 鬼澤真也, InSAR 時系列解析を用いた伊豆大島の地殻変動, 日本測地学会第 136 回講演会, 2021 年 11 月, オンライン
44. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 鬼澤真也, 気象研究所における GNSS 対流圏遅延補正プログラムの開発(序報), 日本測地学会第 136 回講演会, 2021 年 11 月, オンライン
45. 新堀敏基, 石井憲介, 甲斐玲子, 長谷川嘉臣, 林 洋介, 林 勇太, 火山灰移流拡散モデルの更新, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
46. 川口亮平, マグマ上昇に伴う地殻変動の時間変化のシミュレーション, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
47. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その3, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン

48. 小久保一哉, 伊豆大島のボアホール式ひずみ計による地殻変動源のモニタリング, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, 日本
49. 島村哲也, 安藤 忍, 鬼澤真也, 奥山 哲, 入山 宙, GNSS と SAR 解析による伊豆大島カルデラ地域の地殻変動, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
50. 不破智志, 宮村淳一, 奥山 哲, 青山 裕, 2021 年 3 月有珠山直下やや深部の地震増加イベント, 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
51. 後藤章夫, 山崎新太郎, 知北和久, 岡田 純, 土屋範芳, 蔵王山火口湖・御釜の水中ドローン調査(速報), 日本火山学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 10 月, 日本
52. 谷口無我, 平山康夫, 大場 武, 沼波 望, 焼岳 1962 年 6 月 17 日噴火火山灰(顕微鏡像, XRD, 水溶性成分), 2021 年度日本地球化学会第 68 回年会, 2021 年 9 月, オンライン開催
53. 谷口無我, 平山康夫, 大場 武, 沼波 望, 焼岳 1962 年 6 月 17 日噴火火山灰とその水溶性成分, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
54. 小長谷智哉, 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根火山噴気ガス中のヘリウム・炭素同位体組成の時間変動, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
55. 佐藤英一, 瀧下恒星, 井口正人, 二次元ビデオディストロメーターによる降灰観測(第 2 報), Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021 年 6 月, (オンライン)
56. 佐藤英一, 気象レーダーを用いた噴煙高度の確率的推定手法の改良, Japan Geoscience Union Meeting 2021, 2021 年 6 月, (オンライン)
57. 川口亮平, 境界要素法による火山周辺の地殻変動計算システムの開発(2), 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
58. 安藤 忍, 奥山 哲, 干渉 SAR 時系列解析を用いた西之島における噴火間の地殻変動, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
59. 奥山 哲, 安藤 忍, 干渉 SAR 時系列解析により検出された十勝岳における局所的地殻変動, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021 年 6 月, オンライン
60. 谷口無我, 大場 武, 福岡管区気象台, 鹿児島地方気象台, 宮崎地方気象台, 湧水・2018 年噴火口跡熱水の化学組成変化から見た霧島山(硫黄山)の熱水活動, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
61. 橋本明弘, 森 健彦, 新堀敏基, 気象予測モデルを併用した新しい二酸化硫黄放出率推定手法の開発: その 2, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
62. 鬼澤真也, 石原昂典, 平山康夫, 松田健助, 谷口無我, 松島喜雄, 伊豆大島火山における 1 m 深地温測定 ~経験的手法による地熱兆候の検出~, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
63. 川口亮平, 境界要素法による火山周辺の地殻変動計算システムの開発, 日本火山学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, 日本
64. 長岡 優, 西田 究, 青木陽介, 武尾 実, 浅間山の 3 次元 3 次元 VSV, VSH 構造, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
65. 角野浩史, 外山浩太郎, 大場 武, 谷口無我, 霧島火山群における火山ガスのヘリウム同位体比の時空間変動, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
66. 鈴木レオナ, 寺田暁彦, 谷口無我, 高橋昌孝, 大場 武, 草津白根火山・湯釜火口湖水の不均質性から推定される湖底熱水の化学的特徴, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020 年 7 月, オンライン
67. 川口亮平, 境界要素法に基づく火山周辺の気象庁傾斜計データの評価の検討(2), 日本地球惑星科学連合 2020 年大会, 2020 年 5 月, オンライン
68. 安藤 忍, 伊豆大島における ALOS-2/PALSAR-2 を用いた時系列解析, 日本測地学会第 132 回講演会, 2019 年 10 月, 富山県富山市

69. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 気象研究所における干渉 SAR 対流圏遅延補正プログラムの開発 (第3報), 日本測地学会第132回講演会, 2019年10月, 富山県富山市
70. 宇野史睦, 新堀敏基, 橋本明弘, 小長谷瑞木, 火山灰による太陽光発電量の減少率を利用した降灰量推定, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
71. 谷口無我, 大場 武, 寺田暁彦, 火口湖湯釜の化学組成からみた草津白根山のマグマ熱水活動, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
72. 沼波 望, 大場 武, 谷口無我, 箱根山2019年火山活動活発化による噴気と河川水への影響, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
73. 諸石喜大, 大場 武, 谷口無我, 箱根大涌谷の温泉水の化学組成変化とリザーバ温度の推定, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
74. 北川隆洋, 風早竜之介, 多成分火山ガス観測装置 (Multi-GAS) のセンサー感度補正の試み, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
75. 新堀敏基, 鈴木雄治郎, 入山 宙, 石井憲介, 佐藤英一, 藤田英輔, 移流拡散モデルによる大規模噴火を想定した降下火砕物予測の課題 (その3) 噴煙ダイナミクスモデルに基づく初期条件, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
76. 千馬竜太郎, 佐藤英一, 気象レーダーを用いた噴煙解析ツールの開発 (第2報), 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
77. 香取 慧, 寺田暁彦, 西野佳奈, 沼波 望, 大場 武, 谷口無我, 草津白根火山における浅部熱水だまりの化学組成, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
78. 外山浩太郎, 角野浩史, 川名華織, 大場 武, 沼波 望, 谷口無我, フィリピン・タール火山における火山ガスのヘリウム・炭素同位体比, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
79. 代田 寧, 大場 武, 谷口無我, 十河孝夫, 瀧沢倫明, 原田昌武, 箱根山における火山活動活発化に伴う噴気組成の変化, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
80. 川口亮平, 境界要素法に基づく火山周辺の気象庁傾斜計データの評価の検討, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
81. 通山尚史, 溜渕功史, 川口亮平, 宇平幸一, 吉開裕亮, 松末伸一, 宮村淳一, 自動震源決定手法 (PF 法) の伊豆大島火山性地震への適用, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
82. 石川 歩, 西村太志, 青山 裕, 川口亮平, 藤田英輔, 三輪学央, 山田大志, M. Ripepe, ストロロンボリ火山の2014年8月山腹噴火に伴う山体変形, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
83. 小久保一哉, 伊豆大島の多成分ひずみ計の複数の傾斜計を利用した検定 (2), 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
84. 堀口桂香, 菅野智之, 谷口無我, 北川隆洋, 風早竜之介, 岡田 純, 関 晋, 吾妻山におけるガスセンサーおよび化学分析による火山ガス観測結果の比較, 日本火山学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 兵庫県神戸市
85. 長岡 優, 西田 究, 青木陽介, 武尾 実, 地震波干渉法を用いた浅間山の3次元 VSV, VSH 構造の推定, 日本地震学会2019年度秋季大会, 2019年9月, 京都府京都市
86. 岡田 純, 松浦茂郎, 近江克也, 山村卓也, 丹原裕, 関 晋, 吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
87. 新堀敏基, 石井憲介, 新しい気象庁移流拡散モデルの開発, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
88. 佐藤英一, 千馬竜太郎, 気象レーダーを用いた汎用的噴煙解析手法の開発, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市

89. 石井憲介, 小屋口剛博, 火山灰の移流拡散堆積過程における逆問題の数理的構造, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市幕張
90. 長岡 優, 西田 究, 青木陽介, 武尾 実, 大倉敬宏, 吉川 慎, 地震波干渉法による霧島山のマグマ供給系の解明, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
91. 外山浩太郎, 角野浩史, 川名華織, 秋山良秀, 大場 武, 谷口無我, 寺田暁彦, 草津白根火山周辺の噴気及び温泉ガス中の希ガス同位体組成, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
92. 奥山 哲, 安藤 忍, 新堀敏基, 気象研究所における干渉 SAR 対流圏遅延補正プログラムの開発 (第 2 報), 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
93. 川口亮平, 斎藤直子, 鬼澤真也, 水位変動・地震観測に基づく立山カルデラ新湯の地下構造の推定, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市幕張
94. 鬼澤真也, 伊豆大島火山カルデラ内坑井温度プロファイルによる伝導・対流熱伝達の推定, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市幕張
95. 代田 寧, 大場 武, 谷口無我, 十河孝夫, 原田昌武, 箱根山における群発地震を伴わない噴気組成の変化, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市
96. 諸石喜大, 西野佳奈, 左合正和, 大場 武, 谷口無我, 箱根山大涌谷における温泉水の地球化学的特徴, 日本火山学会 2018 年度秋季大会, 2018 年 9 月, 秋田県秋田市

報道・記事

1. 信濃毎日新聞「北アルプス焼岳の水蒸気爆発 火山灰で裏付け」(令和 4 年 11 月 8 日)
2. 朝日新聞「西之島の面積について」(令和 2 年 8 月 28 日)
3. 読売新聞オンライン「桜島の噴煙、過去最大級の高さ 8000m 超か… 6 月 4 日噴火」(令和 2 年 7 月 14 日) ほか 8 件
4. 福島テレビ「吾妻山周辺の火山ガスの調査について」(令和元年 6 月 27 日)

その他 ((3) 「成果の他の研究への波及状況」関連)

文部科学省次世代火山研究推進事業 (平成 28～令和 7 年度)

- ・課題 B-3 「地球化学的観測技術の開発」
- ・課題 C-3 「シミュレーションによる噴火ハザード予測手法の開発」

気象研究所地方共同研究

- ・機動観測項目における火山ガス成分観測の実効性調査 (平成 30～令和元年度)
- ・二重偏波レーダーを用いた火山噴煙の解析的研究 (令和 2～4 年度)

内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP 第 2 期、平成 30～令和 4 年度)

- ・「衛星 SAR 解析および降灰シミュレーションによる広域降灰厚分布把握技術の開発」

メソアンサンブルを利用した決定論的予測技術の改善

研究期間：令和4年度～令和5年度

研究代表者：小野耕介（台風・災害気象研究部 主任研究官）

研究担当者

〔札幌管区气象台〕 倉橋 永、荻原弘堯、朝比奈聡司、齋藤直幸、宇田川 怜、市川真吾、
長谷川泰己、山口小雪、北川澄人、青木健太、廣瀬 聡、米川博志
〔新千歳航空測候所〕 野村達郎、松澤仁志
〔函館地方气象台〕 鳥山暁人
〔仙台管区气象台〕 森川浩司、池田 翔、山口純平、小笠原敦

研究の動機・背景

（社会的背景・意義）

わが国は四方を海に囲まれるため海上からの湿潤な空気の影響を受けやすく、夏季は台風・線状降水帯等による豪雨災害が、冬季は季節風による雪害が毎年のように発生する。また近年、地球温暖化の影響とともにこれら自然災害の発生数は増加傾向にある。

したがって、このような災害をもたらす気象現象を長いリードタイムを持って精度良く予測することは人命・財産の観点から非常に重要であり、社会的ニーズは高い。しかし、大気はカオス力学系でありその予測精度は初期値に敏感である。特に災害をもたらす激しい気象現象の決定論的な予測は、短時間のうちにその予測可能性が失われる。このため、決定論的予測の信頼度・不確実性を予測するアンサンブル予報技術の研究・開発が自然災害をもたらす気象現象の予測には重要となる。さらには、アンサンブル予報から得られるプロダクトを現業予報作業において適切に利活用することが、防災・減災にとって重要である。

（学術的背景・意義）

近年のアンサンブル予報技術の研究は、数値予報モデルの精緻化及び大型計算機の性能向上により、短時間豪雨を対象とした対流を許容する高解像度な数値予報モデルをベースとしたものが主流となっている。このような高解像度のアンサンブル予報技術は豪雨に対する確率予報を可能にし、確率論をベースとした豪雨予測の研究が海外を中心に活発に行われている。

一方、アンサンブル予報プロダクトからは決定論予測とは異なる予測シナリオを提供することが可能であり、ヨーロッパ中期予報センターでは気圧場に対してクラスター解析を行うことで、目先数日に起こり得る複数の気象予測シナリオを提供している。

このような複数シナリオ技術は激しい気象現象を対象とした短期予報においても重要であると考えられるが、降水現象などを対象とした複数シナリオ技術の研究例は少ない。

（気象業務での意義）

気象庁では現業メソモデル（MSM）の不確実性を予測するために、メソアンサンブル予報システム（MEPS）の運用を2019年度から開始し、MSMの予測に対する信頼度情報等を提供している。全国予報技術検討会資料より、地方官署では注警報作業の支援等を目的としてMEPSの確率論的な利用方法が広まりつつある。一方、決定論的な利用については、MSMを含むクラスターを利用した降水シナリオを検討している調査研究があるものの、その数は少ない。

また現業予報作業における時間的な制約を鑑みると、MEPSからの予測を入念に検討することは現実的ではないため、情報の縮約が必要となる。しかし、アンサンブル予報は複数の予測結果を有するため情報量が多く、有効な情報を適切に取り出すことは現業担当者にとって簡単なことではなく、MEPSを利用したプロダクト開発は庁内では進んでいない。

このような背景の下、MEPS予測からクラスター解析を利用して複数の気象予測シナリオを作成することは、MSMの予測が実況と大きく異なる場合にMSM以外の予測シナリオを予報官が想起できるという点で有益であり、決定論的予測をベースとする現業予報作業とも親和性が高いと考えられる。

また、MSMより精度の高い予測シナリオを事前に選択できるならば、現業の予測精度改善に直接貢献することができる。したがって、MEPSから複数の気象予測シナリオを作成・検討することは現業予測精度の改善に大きなポテンシャルを持つと考える。

研究の目的

現在、経常研究課題「台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究」の副課題2「顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究」では、西日本を対象に MEPS に基づく複数の降水予測シナリオの研究・開発を行っている。

この研究では、大雨事例において MSM の降水予測精度が悪い際に MEPS がより実況に近い降水シナリオを提供できることを確認している。

そこで、この研究成果を地方官署が注目する豪雨等の顕著事例に対して適用することで、現業の決定論的予測精度の向上の可能性を探る。特に MEPS 複数シナリオの利用可能性を現業担当者の視点から評価・議論することは、MEPS の現業利用を促進するために重要であるとともに、現業担当者へのアンサンブル予報に対する理解の深化にもつながる。さらには、本研究を通して得られる知見を基に MEPS 複数シナリオ作成技術の高度化についても検討する。

研究の目標

豪雨等の顕著事例に対して、MEPS からの複数シナリオが MSM の予測より良い予測が提供可能かという観点に着目して事例を解析する。また類似事例を複数解析し、MEPS が得意・不得意な事例及びその理由についてまとめることで、MEPS の利用価値に対する知見を蓄積する。併せて、MEPS が提供する複数シナリオを実況で利用可能な情報と照らし合わせて、予報作業時に MSM より良いシナリオが事前に選択可能なのか、といった視点からも事例を検討し、知見を蓄積する。

また、以上の解析及び議論から得られる知見を基に、MEPS 複数シナリオ作成技術の高度化を目指す。

研究成果

(1) 成果の概要

成果の概要を述べる前に MEPS からの複数気象シナリオの作成方法の概略を示す。

- (i) 気象官署が着目する領域（予報期間で固定とする）において、降水・降雪に強く影響する気象要素（相当温位・海面更正気圧等）を一つ選択する。
- (ii) 着目する領域における指定した気象要素について、MEPS21 メンバーのアンサンブル平均からの偏差に対して、主成分分析を行い第1及び第2主成分を求める。
- (iii) これら第1及び第2主成分が張る相空間に MEPS21 メンバーを射影した上でクラスター解析を行い4つのクラスターに分類する。
- (iv) 各クラスターの平均を計算し4つの複数気象シナリオを作成する（Ono 2023）。

以下に、本手法によって得られた知見を示す。

i. 複数気象シナリオ技術に対する知見

A) 着目する気象要素等に関する知見

MEPS から作成する複数気象シナリオは、主成分分析及びクラスター解析によって作成される。この主成分分析の対象となる気象要素及び計算領域の最適な設定は気象現象によって異なる。初年度はこれらの点に着目し、梅雨末期の大雨、温帯低気圧及び季節風による大雪事例を対象に、クラスター解析領域及び気象要素が複数気象シナリオに与える感度を調査した。その結果、温帯低気圧・梅雨末期の大雨事例では相当温位が、冬季季節風による大雪では下層鉛直流が複数シナリオを作成するのに適していることがわかった。

また、主成分分析の計算領域については広すぎると望ましい結果が得られないことが明らかとなった（荻原ほか 2022・野村ほか 2022・森川ほか 2022）。

北川ほか（2023）では不安定降水を対象とした事例解析を実施した。

本調査では下層暖湿気移流場に上層トラフが接近し大雨となった事例を扱っており、主成分分析の際に下層暖湿気あるいは上層トラフの一方のみを利用して複数気象シナリオを作成した場合、各シナリオの相違点が不明瞭であることがわかった。そこで下層暖湿気及び上層トラフそれぞれに主成分分析を行い、両者の第一主成分を軸とする相空間でクラスター解析を実施し、複数気象シナリオを作成した。これにより強雨シナリオが明確に抽出できるとともに、MSM の降水予測精度を大きく改善できることがわかった。

池田（2022・2023）では秋田県における梅雨末期の豪雨を取り上げ、下層相当温位に着目して複数気象シナリオを作成したが、現業 MEPS の下層相当温位のスプレッドが過小であり実

況を捕捉できていなかった¹。このため、初期摂動を改良した予報（Ono 2023, QJRMS）を利用することにより、相当温位による複数気象シナリオが改善され、実況の豪雨を捕捉できることを確認した。以上の結果は、現業 MEPS の初期値摂動開発にとって重要な知見である。

また、倉橋・小野（2022, 2023）では MEPS による複数気象シナリオを高潮予報へ応用する試みについても検討した。本調査では MEPS を気象外力として高潮アンサンブルを実行する一方、MEPS 海面較正気圧をベースとしたクラスタリングを実施し、このクラスタリング結果を利用して高潮潮位偏差についてクラスター平均を計算した。この結果、低気圧の進路予測シナリオによって高潮潮位偏差の予測も適切に分割され、MSM による潮位偏差予測精度を改善できることがわかった。

B) 着目する気象要素等に関する知見

野村ほか(2022)では、2022 年 2 月 6 日に発生した局地的大雪により札幌市内の交通網が麻痺した社会的影響の大きかった事例に対して、MEPS 複数気象シナリオを利用することで大雪の早期警戒情報が当時の発表より 6 時間程度早く発表できる可能性を明らかにした。本事例は冬の気圧配置をもたらす総観規模低気圧の予測誤差に強く依存する事例であり、この知見を基に野村ほか（2023）・市川ほか（2023）・朝比奈ほか（2023）では同様な総観場であった石狩湾周辺の大雪事例を解析し、やはり MSM による大雪予測を MEPS による複数気象シナリオによって大きく改善できることを示した。

また倉橋・小野（2022・2023）による発達した総観規模低気圧による潮位偏差予測、山口ほか（2023）による令和元年度東日本台風による宮城県沿岸部における局地前線に伴う大雨予測についても、MEPS による複数シナリオが MSM の予測を大きく改善することがわかった。

以上の事例に共通することは、いずれも総観規模擾乱の影響を強く受ける局地的現象であるとともに、この総観規模擾乱が海上に存在していることである。一般的に海上は陸上と比較して初期値作成に利用可能な観測データが少なく、初期値に含まれる誤差は相対的に大きいと考えられる。このため、海上にある総観規模擾乱の予測精度が低く、MEPS による初期値の不確実性を考慮した複数気象シナリオが有効であることが示唆される（小野 2023）。

ii. 最適シナリオの事前選択への知見

本共同研究では、対象とする現象発生の半日から 1 日程度前の MEPS 初期値を利用して複数気象シナリオを作成した。したがって、予測のリードタイムは半日から 1 日程度を想定して解析を行った。

最適シナリオの選択には、この初期時刻から 6～12 時間程度先までに得られる解析値及び観測値を利用して MSM 及び MEPS 複数気象シナリオとの比較を行い、最も解析値・観測値に近いシナリオをその後の最適シナリオとして利用可能かどうか検討を行った²。

野村ほか（2022・2023）では大雪事例について、高度場あるいは下層気温に着目して初期時刻から 6 時間程度後に配信されるメソ解析を利用することで最適シナリオの選択が可能であることを示した。

また野村ほか（2023）ではこのメソ解析を参照値として MSM 及び複数シナリオの誤差を計算し、最適シナリオを定量的に評価した。

池田ほか（2022・2023）・市川ほか（2023）・朝比奈ほか（2023）・北川ほか（2023）では毎時大気解析・衛星画像・地上高層観測等を利用して、実況と複数気象シナリオの比較を行い最適シナリオの選択可能性を示した。

山口ほか（2023）では、ベイズ推定及び粒子フィルタといった統計的推定論に基づき複数気象シナリオの実現確率を定量的に評価した。これらの手法では、時刻の経過とともに入手可能な台風ベストトラックあるいはメソ解析を利用することで、リアルタイムに各シナリオの実現確率を算出することができる。

本手法により、令和元年度東日本台風事例による宮城県の局地的大雨について、最適シナリオの実現確率が最も高くなることを確認した。

また、同手法を市川ほか（2023）の大雪事例に適用し、やはり最適シナリオが最も高い実現確率となることを確認している

¹ MEPS は下層水蒸気場の不確実性が見積もりが北日本ほど適切でないことがわかっている（Ono et al. 2021, QJRMS）

² なお、本共同研究で扱ったほとんどの事例において、MSM の予測精度は初期値が更新されても大きく改善されなかった。

iii. 最適シナリオ作成技術の高度化

前述の通り、複数気象シナリオは MEPS21 メンバーから主成分分析及びクラスター解析を通じて作成されるが、ある予報時刻（例えば予報開始から 3 時間後）のクラスターに含まれるメンバーがより後の予報時刻（例えば予報開始から 24 時間後）においても同一であるとは限らない。したがって、個々の予報時間において最適に分割された複数気象シナリオを作成するためには、クラスター内のメンバーシップの時間変動を考慮する必要がある。

そこで研究代表者はすでに開発済みの複数シナリオ作成技術について、予報時間とともに変化するクラスター内のメンバーシップに柔軟に対応できるよう高度化を行い、最適シナリオの決定的予測精度の改善を確認した。以上の成果をアメリカ気象学会誌 Weather and Forecasting 誌に投稿し、受理された (Ono 2023)。

iv. 共同研究参加者の技術力向上

本共同研究参加者は事例解析を通じて複数気象シナリオ作成に関連する主成分分析及びクラスター解析等の技術に習熟するとともに、解析を通じて NAPS 上で NuSDaS データを入力・描画するツールの開発を行い、気象庁ルーチンデータの取り扱いに習熟した。

また、札幌管区気象台では有志により「Atmospheric Modeling (Kalnay, 2003)」及び「意思決定分析と予測の活用 (馬場真哉, 2021)」の輪読会を実施し、独自にアンサンブル予報・確率論への理解を深めた。

事例解析のまとめに当たっては、調査研究会誌の作成に入念な改稿を行うとともに、調査研究会の発表に向けて必要に応じてオンラインによる発表練習を行った。

また令和 5 年度は気象学会秋季大会が仙台で開催されたため、共同研究参加者が口頭発表を実施しするとともに該当セッションの座長を務める等、貴重な経験を得ることができた。さらには学術論文執筆を希望する参加者について、調査研究会誌をベースにその完成度を上げるため、現在も入念な改稿作業を行っている。

以上を通じて、本共同研究は参加者の技術力向上に大きな貢献をしたと考えられる

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

なし。

(3) 成果の他の研究への波及状況

本共同研究の成果を庁内に広く周知するため、研究代表者は MEPS をテーマにした令和 4 年度航空予報技術検討会に出席し、本地方共同研究について簡単な紹介を行うとともに、同検討会における発表内容への助言を行った。

この他にも 2023 年 2 月には福岡管区気象台の特別談話会において本共同研究を紹介するとともに複数気象シナリオ技術を線状降水帯事例へ適用した結果を紹介した。

また、令和 5 年度の北海道地方気象防災支援技術検討会においては、小樽の大雪事例のサブシナリオ選択について紹介した (市川 2023)。

庁内専門家向けに、共同研究参加者間の成果を共有する第 2 回の共同研究内全体打合せにおいて、気象研究所 (瀬古元部長・川畑室長)、数値予報課 (成田 AP 班長)、数値予報開発センターメソ同化 EPS チーム (4 名)、予報課 (5 名程度) に参加いただき、本共同研究への助言をいただく一方で、得られた知見を共有した。

特に成田 AP 班長は統合型ガイダンスの開発とそのシナリオ的利用についての業務に携わっており (令和 4 年度)、本共同研究の成果共有は今後の現業予報におけるサブシナリオの在り方に貢献すると考えられる。

また、本共同研究において取り上げた事例から MEPS が持つ課題 (主にアンサンブルスプレッドの過小とその原因) について、数値予報開発センターメソ同化 EPS チームに共有したことは MEPS の開発に対して重要な知見を与えるものと考えられる。

また、複数シナリオ作成手法を Ono (2023) としてアメリカ気象学会誌に発表したことにより、米国海洋大気庁において中期予報のクラスターリングに取り組んでいる Austin Coleman 博士より、本手法の導入を検討したいとの連絡をいただき、現在メールベースで議論を行っている

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

事前・中間評価では、参加官署が北日本に偏っており線状降水帯を含む大雨事例が対象とならないのではないかと懸念を受けた。この点について、仙台管区气象台では梅雨末期の大雨事例を2件取り上げるとともに、Ono (2023) では九州地方に焦点に当て、降水事例を扱うとともに2年分の統計検証を行った。

また、2023年2月には福岡管区气象台における講演において、線状降水帯事例に対して複数シナリオ技術を適用した結果を紹介した。

この他に事前評価では、調査結果は共同研究参加者だけでなく庁内に広く共有するようとのコメントを受けた。この点については前節(3)に述べた通り、航空予報技術検討会において本共同研究を紹介するとともに、共同研究内全体打合せでは気象研・数値予報課の関係者に参加いただくことで、情報共有を図った。

この他にも、札幌管区気象研究会及び福岡管区气象台の特別談話会で話題提供を行い、共同研究参加者以外の職員への情報共有を行った。

(5) 今後の課題

複数シナリオ作成技術については(1) i. A)で述べたように、総観規模擾乱に支配される局地的現象において、MEPSによる複数気象シナリオが有効であることがわかった。今後も事例解析を重ねるとともに、MEPSが有効な事例とそうではない事例を客観的に差別化できるよう模索したい。

またメソスケールの現象が支配的な局地的現象について、北川(2023)で述べたように複数の気象要素をMEPS複数気象シナリオ作成に用いる必要があり、今後も事例解析を通じて知見を蓄積していく予定である。

最適シナリオの事前選択については(1) ii. B)で述べたように、総観規模擾乱に支配される局地的現象において最適シナリオの選択可能性が示された。この背景には、予報初期の誤差がその後も同様の傾向を持つこと(誤差の線形成長)を仮定している。誤差の線形成長については、先行研究から総観規模擾乱では1日程度持続することが知られているが、メソスケールの現象については研究が少なく、今後は様々な事例について調査を行う必要がある。この知見は最適シナリオがどのくらい継続するかといった重要な情報を提供する。

また山口ほか(2023)により複数気象シナリオそれぞれの実現確率を定量化し、その有効性が示された。本手法は現業において短時間でサブシナリオの妥当性を評価できるツールとして非常に有望であるため、今後様々な事例に適用することでその有用性を示していく。

自己点検

(1) 到達目標に対する達成度

研究開始前に設定した到達目標(3節)に対して、顕著事例に対してMEPSからの複数シナリオがMSMの予測より良い予測が多数の事例で提供可能であること(4節 i A)、特に総観規模擾乱が支配的な局地的現象において有効である傾向がわかった(4節 i B)。

また、予報作業時にMSMより実況に近いシナリオが事前に選択可能な事例が複数あること、統計的推定論に基づく各シナリオの事前実現確率が有効であることがわかった(4節 ii)。さらに、複数シナリオ作成手法の高度化を図り、学術論文として出版された(4節 iii)。

また、研究開始前に設定した目的(2節)に対して、本共同研究の成果を庁内外において多数発表することによりアンサンブル予報の知識普及に努めるとともに、発表・原稿作成を通して参加者の技術力向上にも貢献した。

以上から、到達目標を十分に達成したと考える。

(2) 到達目標の設定の妥当性

本共同研究で取り上げたアンサンブル予報から少数の気象シナリオを抽出し最適なシナリオを選択する手法は世界的に見ても研究例は少ない。

また、アンサンブル予報への理解そのものが現業予報担当者に十分浸透していないといった実状において、MEPSの複数シナリオの利用自体がチャレンジングな課題設定だったと考える。そのため、当初設定したMEPS複数シナリオに対する決定論的予測の改善についての知見蓄積という設定は妥当であったと考える。

そのような背景の下、次項（3）で述べる点に注意を払いながら、意欲的な共同研究参加者の取り組みによって想定の到達目標を十分に達成することができたと考える。

（3）研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

本共同研究では、多くの参加者が馴染みのない MEPS による複数気象シナリオデータを扱うこと、また複数気象シナリオによって MEPS の情報を縮約したとは言え4つの決定論的シナリオを含み情報量が多いことに注意を払う必要があった。これらを踏まえて、以下の点に注意して解析を進めた。

- ・初年度においては、共同研究参加者が複数気象シナリオデータに習熟していないことを考慮し、複数気象シナリオに対する主成分分析における気象要素・計算領域への感度に対する知見を蓄積することに専念した。これにより基礎的な知見（4節 i A）を初年度に得ることができた。この基礎的知見を土台とすることで、4年目は解析する事例数を増やすことができたとともに、最適シナリオの事前選択の検討まで実施することができた。着実な取り組みが堅実かつ想定以上の成果に繋がったと考えられる。
- ・複数気象シナリオのデータ提供の際、主成分分析の様々な設定・異なる初期値等の多数のデータセットの提供依頼があった。一方で、1つのデータセットには4つの気象シナリオがあるため、多数のデータセットを一度に全て解析するのは困難ことが想定された。また、1つのデータセットを詳しく解析しその問題点を明らかにしたうえで、次のデータセットを作成・解析し相違点を明らかにすることで研究が着実に進むことも想定された。このため、MEPS 複数シナリオデータの提供は1セットずつ行った³。このような取り組みも堅実な研究の進捗に繋がったと考えられる。

また、共同研究を円滑に進めるためには参加者同士のコミュニケーションが重要である。近年庁内でも Teams の利用が進んでおり、オンラインでの情報交換が容易になっている一方、共同研究を遂行する目的に特化してうまく使いこなす必要がある。この点について、Teams に対して多くのノウハウを持つ札幌管区気象台の倉橋技術専門官がそれぞれ特定の役割を持つチャンネルを作成し⁴、円滑な情報交換を促していただいた。これにより札幌・仙台の管区を超えた情報交換が進むとともに、様々なツールの共有が管区を超えて行われた。

一方、Teams によるオンライン打合せが可能であるとは言え、対面での共同研究と大きく異なることはお互いの顔が見えない点である。このため、特に初年度は打合せへの遠慮があり、解析が停滞するような場面が見られた。これらの点を改善するために「事例相談会」と称し、進捗及び困っている点等を各共同研究参加者と確認するオンライン打合せを実施した。

その後も事あるごとにオンライン打合せの実施を促した。オンライン打合せの数を増やすほど打合せへの障壁は小さくなり、2年目には頻繁にオンライン打合せを実施し、事例解析が停滞することなく着実に研究を進めることができたと考える。

（4）成果の施策への活用・学術的意義

村中（2014, 量的予報研修テキスト）において、これからの予報官の予報作業において、予報のメインシナリオに加えて特に顕著現象ではサブシナリオを準備し、実況監視とともにメイン・サブシナリオのどちらを採用するか判断の重要性が述べられている。一方、数値予報を利用したサブシナリオの構築技術については未だに構築されておらず、本共同研究で扱った事例のように警報発表が実況対応にならざるを得ない事例が依然としてあるのが実状である。

本共同研究の最終的な目的は、このサブシナリオに MEPS を利用し現在の顕著現象の予測精度を大幅に改善することであり、その可能性を本共同研究で示すことができたと考える。引き続き、本共同研究の内容を継続することで、サブシナリオ構築に向けた知見の蓄積、必要な技術開発を行っていく予定である。

学術的な観点においては、4節（1）iii で述べた通り複数シナリオ作成技術の高度化に関する論文がアメリカ気象学会誌に掲載されるとともに、このことをきっかけに米国海洋大気庁の開発者にも本技術に興味を持っていただいている。また山口ほか（2023）による粒子フィルタを利用した短期予報における最適シナリオの実現確率評価は新奇性が高く、海外誌への発表を目指し現在論文を執筆中である。

³ データの扱いに慣れた参加者には一度に複数のデータセットを提供する等、柔軟な対応も行った。

⁴ 各事例解析のチャンネルに加え、「データハンドリングと可視化」「クラスター解析」「勉強会」等、特定かつ必要性の高いものがチャンネルとして登録されている。

(5) 総合評価

以上から、本共同研究は到達目標を上回る十分な成果を挙げたものとする。

参考資料

研究成果リスト

(1) 査読論文

1. Ono, K. 2023: Clustering technique suitable for Eulerian framework to generate multiple scenarios from ensemble forecasts. Wea. Forecasting, 38, 833-847.

(2) 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説等）

令和4年度

1. 萩原弘堯, 朝比奈聡司, 野村達郎, 米川博志, 鳥山暁人, 松澤仁志, 小野耕介, 2022: メソアンサンブルのクラスタリングによる大雪事例におけるサブシナリオ構築, 令和4年度道央地区気象研究会誌
2. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介, 2022: 2022年2月6日札幌市大雪事例におけるメソアンサンブルを利用した早期注意情報発表の可能性, 令和4年度道央地区気象研究会誌
3. 倉橋 永, 小野耕介, 2022: 高潮事例におけるメソアンサンブル利用の検討, 令和4年度道央地区気象研究会誌
4. 森川浩司, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介, 2022: メソアンサンブルのクラスタリングによる決定論的サブシナリオ構築の検討ークラスター解析対象領域の変更によるシナリオ分割の改善事例ー, 令和4年度宮城地区調査研究会誌
5. 池田 翔, 小笠原敦, 森川浩司, 小野耕介, 2022: メソアンサンブル予報を用いた決定論的予測手法の改善ーアンサンブルスプレッドの改良による複数シナリオの改善ー, 令和4年度宮城地区調査研究会誌

令和5年度

6. 池田 翔, 山口純平, 小笠原敦, 小野耕介: メソアンサンブル予報を用いた決定論的予測手法の改善(その2)ーSelective Ensembleによる最適シナリオの事前選択ー, 令和5年度宮城地区調査研究会誌
7. 山口純平, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介: 令和元年東日本台風事例におけるメソアンサンブルを利用した統計的推定による最適シナリオ選択, 令和5年度宮城地区調査研究会誌
8. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介: 2022年1月13日新千歳空港大雪事例におけるメソアンサンブルによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会誌
9. 市川真吾, 長谷川泰己, 山口小雪, 小野耕介: 2023年1月の小樽市における記録的大雪に対する下層寒気移流に着目したサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会誌
10. 朝比奈聡司, 齋藤直幸, 宇田川 怜, 小野耕介: 2023年2月20日積丹大雪事例におけるメソアンサンブルによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会誌
11. 北川澄人, 青木健太, 廣瀬 聡, 小野耕介: 大雨事例におけるメソアンサンブルのクラスタリングによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会誌
12. 倉橋 永, 小野耕介: 高潮事例におけるメソアンサンブル利用の検討, 令和5年度道央地区気象研究会誌

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等

1. Kosuke Ono, 2023: Clustering technique considering temporal coherence of ensemble members, Using ECMWF's Forecast 2023, ECMWF.

・国内の会議・学会等

令和4年度

1. 小野耕介, 2022: 時間軸を考慮したクラスタリングによる複数気象シナリオの作成, 日本気象学会 2022 年度秋季大会
2. 荻原弘堯, 朝比奈聡司, 野村達郎, 米川博志, 鳥山暁人, 松澤仁志, 小野耕介, 2022: メソアンサンブルのクラスタリングによる大雪事例におけるサブシナリオ構築, 令和4年度道央地区気象研究会
3. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介, 2022: 2022 年 2 月 6 日札幌市大雪事例におけるメソアンサンブルを利用した早期注意情報発表の可能性, 令和4年度道央地区気象研究会
4. 倉橋 永, 小野耕介, 2022: 高潮事例におけるメソアンサンブル利用の検討, 令和4年度道央地区気象研究会
5. 森川浩司, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介, 2022: メソアンサンブルのクラスタリングによる決定論的サブシナリオ構築の検討 ―クラスター解析対象領域の変更によるシナリオ分割の改善事例―, 令和4年度宮城地区調査研究会
6. 池田 翔, 小笠原敦, 森川浩司, 小野耕介, 2022: メソアンサンブル予報を用いた決定論的予測手法の改善 ―アンサンブルスプレッドの改良による複数シナリオの改善―, 令和4年度宮城地区調査研究会
7. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介, 2022: 2022 年 2 月 6 日札幌市大雪事例におけるメソアンサンブルを利用した早期注意情報発表の可能性, 令和4年度札幌管区気象研究会・日本気象学会北海道支部研究発表会
8. 森川浩司, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介, 2022: メソアンサンブルのクラスタリングによる決定論的サブシナリオ構築の検討 ―クラスター解析対象領域の変更によるシナリオ分割の改善事例―, 令和4年度東北地方調査研究会・日本気象学会東北支部気象研究会
9. 池田 翔, 小笠原敦, 森川浩司, 小野耕介, 2022: メソアンサンブル予報を用いた決定論的予測手法の改善 ―アンサンブルスプレッドの改良による複数シナリオの改善―, 令和4年度東北地方調査研究会・日本気象学会東北支部気象研究会
10. 小野耕介, 2022: アンサンブル予報の有効活用に向けて, 令和4年度札幌管区気象研究会
11. 小野耕介, 2023: 時間軸を考慮したクラスタリングによる複数気象シナリオの作成と最適クラスターの選択, 福岡管区気象台特別談話会

令和5年度

12. 池田 翔, 山口純平, 小笠原敦, 小野耕介, 2023: メソアンサンブルを用いた決定論的予測技術の改善 ―梅雨末期における秋田県の大雨事例―, 日本気象学会 2023 年度秋季大会
13. 山口純平, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介, 2023: メソアンサンブルを利用した決定論的予測技術の改善 ―令和元年東日本台風事例―, 日本気象学会 2023 年度秋季大会
14. 池田 翔, 山口純平, 小笠原敦, 小野耕介: メソアンサンブル予報を用いた決定論的予測手法の改善 (その2) ―Selective Ensemble による最適シナリオの事前選択―, 令和5年度宮城地区調査研究会
15. 山口純平, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介: 令和元年東日本台風事例におけるメソアンサンブルを利用した統計的推定による最適シナリオ選択, 令和5年度宮城地区調査研究会
16. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介: 2022 年 1 月 13 日新千歳空港大雪事例におけるメソアンサンブルによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会
17. 市川真吾, 長谷川泰己, 山口小雪, 小野耕介: 2023 年 1 月の小樽市における記録的大雪に対する下層寒気移流に着目したサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会
18. 朝比奈聡司, 齋藤直幸, 宇田川 怜, 小野耕介: 2023 年 2 月 20 日積丹大雪事例におけるメソアンサンブルによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会
19. 北川澄人, 青木健太, 廣瀬 聡, 小野耕介: 大雨事例におけるメソアンサンブルのクラスタリングによるサブシナリオ構築, 令和5年度道央地区気象研究会

20. 倉橋 永, 小野耕介: 高潮事例におけるメソアンサンブル利用の検討, 令和5年度道央地区気象研究会
21. 市川真吾: 検討事項1「振り返り」に基づく予報技術・解説技術の改善, (1)予報技術の検討, テーマ②「地域特有の現象・ニーズに対応する予報技術」, 札幌管区気象台報告(大雪), 令和5年度北海道地方気象防災支援技術検討会
22. 野村達郎, 松澤仁志, 小野耕介: 2022年1月13日新千歳空港大雪事例におけるメソアンサンブルによるサブシナリオ構築, 令和5年度札幌管区気象研究会
23. 市川真吾, 長谷川泰己, 山口小雪, 小野耕介: 2023年1月の小樽市における記録的大雪に対する下層寒気移流に着目したサブシナリオ構築, 令和5年度札幌管区気象研究会
24. 北川澄人, 青木健太, 廣瀬 聡, 小野耕介: 大雨事例におけるメソアンサンブルのクラスタリングによるサブシナリオ構築, 令和5年度札幌管区気象研究会
25. 倉橋 永, 小野耕介: メソアンサンブルを用いた高潮の予測不確実性情報の利用, 令和5年度札幌管区気象研究会・日本気象学会北海道支部研究発表会
26. 山口純平, 池田 翔, 小笠原敦, 小野耕介: 令和元年東日本台風事例におけるメソアンサンブルを利用した統計的推定による最適シナリオ選択, 令和5年度東北地方調査研究会
27. 小野耕介: 北海道西岸帯状雲による大雪の予測可能性 ―地方共同研究から得た知見―, 令和5年度札幌管区気象研究会

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等

1. Kosuke Ono, 2023: Towards the deterministic use of the regional ensemble forecasts at the Japan meteorological agency, Using ECMWF's Forecast 2023, ECMWF.

・国内の会議・学会等

なし

(4) 投稿予定論文

1. Yamaguchi J. and K. Ono, 2024: Optimum Scenario Selection Using Ensemble Clustering and Bayesian Estimation, with its Application to TC Hagibis. (in preparation)
2. 倉橋 永, 小野耕介, 2024: 時間的一貫性を考慮したクラスタリングによる高潮の予測シナリオ構築 (準備中)

報道・記事

(1) 報道・記事

なし

その他 ((3) 「成果の他の研究への波及状況」関連)

なし

台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究

研究期間：令和4年度～令和5年度

研究代表者：高橋 武（東京管区気象台 気象防災部 防災調査課 調査官／令和4年度）
鈴木 健（気象防災部地域防災推進課 調査係長／令和5年度）

（副課題1）台風に伴う強風現象を対象に、非静力学大気モデル（asuca, JMA-NHM）による数値シミュレーションを行い、得られた計算結果や観測値、GPV データを解析することにより、地域特性や強風現象の機構解明に取り組む。

（副課題2）強風現象の数値シミュレーション結果や観測値、GPV データを活用し、機械学習の利用可能性を検討する。

（副課題3）観測値、GPV データの解析結果や非静力学大気モデルによる解析結果と災害資料とを合わせ、都県内の強風特性や局地風、強風災害を網羅した資料として取りまとめる。

研究担当者：

〔東京管区気象台〕 鈴木 健(令和4年度～令和5年度)、
小野太郎(令和4年度～令和5年度（個人）)、
三輪剛史、高木美緒、齋藤健太、井上怜音、小鉢直希（令和4年度）
〔宇都宮地方気象台〕 出井 走、近 慎一、仲居史志(令和4年度～令和5年度)、
志賀和輝、丹波由紀夫（令和4年度）
〔熊谷地方気象台〕 水野友雄（令和4年度～令和5年度（個人））、
石川治美、大庭淳之介、岩澤邦夫、安藤直貴、加藤さやか、平野理沙子（令和4年度）
〔新潟地方気象台〕 永野裕太、森井 洋（令和4年度～令和5年度）、東山幸司(令和5年度)、
小松穂歌、大場信之、東屋義幸、犬飼 俊、岡野 光、長谷川大也、中村誠人
（令和4年度）池田廉、平沢雅弘、町田亜紀、岩瀬 崇（令和5年度）
〔長野地方気象台〕 中村皓大(令和4年度～令和5年度)、池田 廉、高橋祐介（令和4年度）
〔岐阜地方気象台〕 佐々木春花(令和4年度（個人）～令和5年度)、
伊藤宣康、勝山光一（令和5年度）
〔長野地方気象台〕 青山大輔、大城 展、藤田浩平(令和4年度～令和5年度)、
木戸健一郎（令和4年度）、石井 浩（令和5年度）

【気象研究所：台風に伴う強風等の解析】

研究代表者：柳瀬 亘（気象研究所 台風・災害気象研究部 第一研究室）
担当研究者：和田章義、辻野智紀

【気象研究所：機械学習の習得・応用】

研究代表者：関山 剛（気象研究所 全球大気海洋研究部 第三研究室）
担当研究者：小野太郎（東京管区気象台 気象防災部 観測予報課）

研究の動機・背景

東京管区気象台は、管区推奨調査研究「強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築（令和3～4年度）」を管内8地方気象台とともに取り組んだ。先行調査や文献を収集し、局地的な強風現象や大規模な強風災害に関する情報を整理することにより、各都県の地域特性について理解が深まるという学術的効果が得られ、また管内職員の解析技術や解説力の向上にも一定の効果があつた。管区推奨調査研究ではまた、各種大気客観解析格子データ（GPV）の解析や非静力学気象モデル（JMA-NHM、asuca 等）による数値シミュレーションの実施を試み、計算結果の解析により現象の要因解明に取り組むこととした。

しかしながら管区推奨調査研究では、官署やアメダスの観測地点を対象とした地域特性の把握や要因の考察に留まる。その成果は実況値や予測資料を元にしたワークシートとして活用されてい

るものの、強風現象や局地風に関する新たな監視・予測手法の新規開発、さらには観測点以外の場所に対する推定手法の構築まで至ることは現状では難しい。

また、観測・予測精度向上のための技術開発に関して、平成 30 年 8 月の交通政策審議会気象分科会提言「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」に基づき、気象庁では機械学習の実況・予測への適用のための開発に取り組んでいる。特に気象分野への応用に関しては、技術開発の進展は著しいものの、管区業務への適用に関しては方法論が確立されていない模索段階である。また管区において、機械学習によるデータ解析の専門知識を持ち、調査研究において有効に使える人材は現状不足している。

このような背景のもと、GPV の解析及び JMA-NHM や asuca による数値シミュレーションの実施及び計算結果の解析、機械学習に関して、気象研究所の専門家による助言や共同の研究等が不可欠である。調査研究においては多くの時間を割く必要があることから、管区内における調査担当は、向上意欲の高い職員に限定することで、効果的・効率的な実施体制を構築する。

特に向上意欲の高い管内職員にとっては専門家から直接指導を受けることにより、調査研究に対するモチベーションを高めることが期待される。また各官署の職員に対し、調査研究会において知見を共有することにより、波及効果が期待できる。気象研究所担当官は地方共同研究の実施を通じて、気象業務・地域防災の現場で取り上げられる問題を把握することにより、既存の研究成果の現場への適用及び経常研究等の研究課題の立案等の波及効果が見込まれる。

研究の目的

本共同研究では、台風に伴う強風等の実態解明に対して、周辺大気環境場との相互作用解明、可能ならば機械学習の利用可能性に関する検討を目的とする。なお、この間、得られた成果の一部は管区推奨調査研究に基づき、気象防災データベースへの登録や防災情報の読み解き時の資料とするなど、自治体等への解説や普及啓発に有効に活用できる形に整理する。

また、これらの共同研究の実施に当たっては、向上意欲の高い管内職員の現象を把握する力（解析力）や計算機を用いたシミュレーション及び機械学習等の技術力を上させるとともに、調査研究に対するさらなるモチベーションを向上させることにより、当該職員に加えて周辺の職員への波及効果が期待でき、当庁における人材育成を促進することも目的とする。

研究の目標

- ・数値シミュレーションの結果や観測値、GPV データの解析を行い、台風を中心とする地域の特有な強風現象及び局地風の機構を周辺大気環境場との相互作用も含めて解明する。
- ・気象解析等で得られた成果と収集した災害資料を合わせ、都県内の強風特性や局地風、強風災害を網羅した資料を作成する。
- ・対象事例の自動判別や実況監視等に適した機械学習の利用可能性を検討する。

研究成果

(1) 成果の概要

【台風の事例解析】

- ・1961 年台風第 18 号（第 2 室戸台風）に関して、JMA-NHM を用いた数値シミュレーションを実施し、新潟県における戦後最大の強風害の要因について調査した。台風の進行方向前面の南東風と、その西側の北よりの風により寒冷前線に似た前線帯が形成された。前線における気温勾配には降水の蒸発による冷却が寄与していることが JMA-NHM の雲物理過程に関する感度実験結果から示された。
- ・2013 年台風第 26 号は宇都宮において最大風速 21.3m/s を記録するほどの強風をもたらした。この要因について、観測値、メソ解析値及び JMA-NHM による数値シミュレーション結果を用いて調査を行った。北西風の強まりに関しては、山岳風の風下側で下降流が確認できたことから、おろし風によるものと推測された。また北北東風による強風は、台風移動時における地形性低圧部の発生による気圧傾度力の強化及び下降流の形成によるものと考えられる。
- ・2018 年台風第 21 号に関して、JMA-NHM（新潟、長野、中部航空）及び asuca（岐阜）を用いて数値シミュレーションを実施した。新潟では越後山脈の標高を変えた感度実験を実施し、地形の影響で発生したおろし風がこの地域における風速強化に寄与したことを示した。長野では赤石山脈の標高を変えた感度実験を実施し、松本地東部は長野県への風の吹き込む向き

によって風の起源が異なること、および赤石山脈では南東風時に山越え風が吹き、伊那盆地の風の強化に影響を与えることを示した。岐阜では天気図において台風東方に解析された気圧の峰の形成に着目して、中部の山脈を変えた感度実験を実施した。中部山岳の標高を低くした場合、気圧の峰は形成されなかったものの、気圧の峰自体が強風に与える影響は先行研究と異なり小さかった。また asuca の雲物理過程において、蒸発冷却オフ実験を実施し、強風の再現性に対する感度を調査したものの、その影響は小さかった。GPV 等のデータ解析から、岐阜付近における最大風速は、その起時付近で台風の移動速度の変化が急激に増加していることがわかった。中部航空では、伊勢湾の埋め立て及び紀伊半島の標高を変えた感度実験を実施し、台風接近時において伊勢湾に沿うように流入する南東風が中部航空付近における風速の増大に寄与したことがわかった。また伊勢湾を埋め立てた場合、中部航空付近において、風速の弱まりが見られた。

- ・2019 年台風第 19 号通過時において、東京湾内及び沿岸で風向が南東から南に変化し、風速が 1 時間で 10m/s 増加した。局地解析データによる調査結果は台風通過時において、台風中心南東側で対流圏下層から上層まで風は相対的に強く、特に 12 日 21 時（日本時）においては東京湾の 950hPa 高度で 45m/s の強風が解析された。JMA-NHM による数値シミュレーション結果及び房総半島有無の感度実験結果から、房総半島の効果は東京湾の南東風時で陸地の影響で風速が弱まったものの、南風の時は効果が明瞭でなかった。このことから、台風の経路と房総半島の位置関係が、風速の急激な変化に寄与していたことが示唆される。一方でこの台風通過に伴うさいたま付近での強風に関する JMA-NHM を用いた数値シミュレーション結果から、赤城山と榛名山間の谷筋において山岳波により下降した空気塊が相対的に暖かい空気と収束場を形成することにより加速された可能性があることが示された。
- ・2023 年に本州に接近した台風第 7 号と第 13 号において事例解析を行った。その結果、台風第 7 号の事例において、北東以外の方向に移動する場合でも、下層暖湿流と鉛直シアによって竜巻などの突風が発生することを確認した。また台風第 13 号の事例では Pressure Dip 現象を確認した他、台風北東象限に発生した複数のメソ低圧部によって局所的に強風が吹くことを確認した。

【機械学習】

- ・各地台からリモートで操作できる機械学習用の端末を東京管区で設計、構築、運用し共同で利用できる環境を整備した。
- ・令和 4 年度はオンラインで月 1 回のペースで勉強会を実施した。研究所及び管区担当者による講演や高度な助言を行い、全参加者に対してプログラミング等の実務的な技能及び AI に関する最新の研究動向を提供する等の支援を行った。
- ・また翌年度の支援に向けて担当研究官から提供された論文の概要説明を行い、そのモデルを構築した機械学習端末で運用可能な状態に整備した。加えて端末の利用マニュアルを作成し、その取扱いについて利用者及び次期管理者に指導を行った。
- ・令和 5 年度は東京と長野で機械学習端末を利用して調査研究が行われた。東京は提供された論文の知見を応用した超解像モデル及び分類器を作成し、これら深層学習モデルを複合化させることにより、熱帯低気圧検出に対する自動判別や実況監視等に適した機械学習の研究開発を行った。長野は整備されたモデルを活かし、長野県周辺における夏季の熱的不安定性降水分布域のクラスタリングを行った。
- ・二官署ともに担当研究官より提供された論文を参考に研究開発を行い、機械学習の有用性を確認した。

（2）当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

- ・再現実験には基本 asuca を用い、事例が古い場合に限り JRA-55 を用いた JMA-NHM を用いるとしていたが、asuca の環境構築に時間がかかったこともあり、新しい事例についても JMA-NHM を用いることを可とした。
- ・機械学習を用いた解析について気象研の研究官と検討した結果、パターン分類が難しいと思われる台風による強風に特化することなく、将来的に強風現象の分類可能性を検討するために、まずは強風に限らず広く派生する現象について調査することとした。

（３）成果の他の研究への波及状況

気象研究所においては、数値シミュレーションに関する技術及び台風の強風をもたらす総観・メソスケールのプロセスの知見を提供する一方、地方共同研究では地形や海陸分布、降水過程等の効果が台風時における地域独特の強風特性に影響を与えるという新たな成果が得られた。気象研究所経常研究等で得られた知見に加えて、地方官署との共同研究によって得られた新たな成果はこれからの地域防災に貢献することが期待される。

東京管区気象台及び地方・航空気象台においては向上意欲の高い管内職員の技術力向上による調査研究に対するさらなるモチベーションの向上及び周囲職員への波及効果が期待される。

今年度先行的に機械学習の研究を行ったことで知見や技術力が培われた。今後、機械学習を用いたさまざまなテーマの研究に波及することが期待される。また、予報現業でも利用できないか引き続き模索していきたい。

（４）事前・中間評価の結果の研究への反映状況

- ・事前評価意見を参考に、調査対象となる強風現象を伴う台風事例を官署毎に選定し、課題解明を研究目的・目標とした。気象研究所の役割は既存の研究成果の共有、数値実験及び解析手法及び結果の解釈に関する助言、研究成果の発表に関する助言とし、あくまで研究実施の主体は各官署の担当者とした。各官署の担当者に関しては適切な人選を行い、担当者の向上意欲に合わせて随時オンライン会合を定期会合以外に年数回実施し、指導を行った。また意欲のある若手職員が参加できるように、途中参加や個人としてのオブザーバー参加も可能とした。
- ・本研究を効率的に進めるために、地方気象台のサポートは管区が行い、管区に対する技術的な助言を気象研究所が行う体制を整えた。また気象研究所からの指導や助言が効率的・効果的に行えるよう、Microsoft Teams に専用チームを立ち上げて、参加官署間で随時の情報共有を図った。
- ・機械学習を用いた解析の進め方について気象研究所関係官と検討した。自己組織化マップ（SOM：Self-Organizing Map）を用いたパターン分類を行うためのツールを気象研究所と東京管区で共同開発し、管内に共有することとした。

（５）今後の課題

台風の事例解析について、感度実験や流跡線等により詳細に解析した強風のメカニズムの一般性を、より多くの事例との比較で確認する必要がある。

また、官署毎の成果から強風メカニズムの類似点及び相違点を抽出することにより、台風時の強風現象の包括的な理解にも取り組みたい。

機会学習について、事例数が少ないためデータ数及び学習回数の最適化をはかるとともに、検出精度の向上や効率化に向けて学習手法を検討する。予報現業の観点では解析値ではなく、各モデルの予報値を用いて降水分布パターンを作成することが重要であるため、今後は予報値を用いたクラスタリングや人力で抽出していた熱的不安定性降水事例の自動抽出などにも取り組みたい。

自己点検

（１）到達目標に対する達成度

過去の台風事例や先行研究を踏まえ、各官署で代表的な事例を幾つか抽出し、各種観測資料による解析や JMA-NHM、asuca による数値実験を行った。さらに、感度実験の実施や流跡線解析等、強風現象を解釈するための解析技術を向上させることができた。得られた知見は強風に関する概念モデルの作成及び見直しに貢献した。機械学習についても勉強会を通じて多くの職員に幅広く知識を習得することができ、2 官署（東京、長野）で機械学習を用いた調査論文を発表することができた。両者ともに目標は概ね達成できたと考える。

（２）到達目標の設定の妥当性

本研究では、数値シミュレーションの結果や観測値、GPV データの解析を行い、台風を中心とする各地域に特有な強風現象及び局地風の機構を周辺大気環境場との相互作用も含めて解明することや概念モデルの作成、機械学習について多くの職員が知識を習得することを目標とした。目標の設定は妥当であったと考える

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

気象研究所からの指導や助言が効率的・効果的に行えるように、Microsoft Teams に専用チームを立ち上げて、参加官署間で随時の情報共有を図った。これにより台風強風に関する数値シミュレーションの設定手法等に関する研究担当者間の情報共有が円滑に実施することが可能となった。また、官署からの希望に応じて気象研究所との個別の打合せをオンラインで行い、研究内容や学会発表等に関する詳細な議論を行った。

機械学習の課題においては、Teams で参加者を網羅したチャネルを作成し意見交換し、参考資料や検討内容を共有したほか、令和4年度はテレビ会議で勉強会を月1回のペースで実施した。また、機械学習の教材（管区→勉強会参加官署に1冊ずつ配布）をもとに、管区で構築した機械学習環境を用いて実習を行った。チャネルを通じて気象研究所研究官からの指導内容や担当者間の質疑応答等を共有し、効率的に調査研究を進めた。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

数値モデルの実行環境に加え、実験結果の可視化や解析手法に関する技術を習得することにより、台風に伴う局地的強風に関する科学的知見が深まった。また現業における実況監視の効率化やワークシート改善に向けた知見の獲得が期待される。

機械学習の課題に関して、平成30年8月の交通政策審議会気象分科会提言「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」を踏まえ、気象庁では観測・予測精度向上のための技術開発を進める新たなツールの一つとして機械学習の活用に取り組んでいるところであり、多くの職員がその知識を習得したことは有益で学術的意義も大きい。

(5) 総合評価

台風に伴う強風現象に対する地域特性について、実験結果の可視化や解析手法に関する技術を習得することにより、科学的知見が深まった。また、その知見は自県だけに限らず幅広く共有されることにより多くの職員の台風に対する理解や解析技術の向上に繋がった。さらにその成果は自治体防災担当者への解説や普及啓発に有効に活用できるものと考えられる。

機械学習について、今回得られた成果は将来的に AI を活用した天気予報や予報精度向上につながると考えられる。両者ともに調査研究は良好であったと考える。

参考資料**研究成果リスト****(1) 査読論文**

なし

(2) 査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説等）

1. 三輪剛史、高橋 武、小野太郎、鈴木 健、高木美緒、齋藤健太、井上鈴音、小鉢直希、2022：強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築（2年計画2年目）、令和4年度東京管区調査研究会誌、55.
2. 志賀和輝、仲居史志、近 慎一、丹波由紀夫、2022：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（管区推奨2か年計画2年目、地方共同2か年計1年目）、令和4年度栃木県内調査研究会、2022年12月5日、宇都宮地方气象台、令和4年度東京管区調査研究会誌、55.
3. 石川治美、水野友雄、大庭淳之介、強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築（事例の解析）－台風による強風発生概念モデルの作成－、令和4年度東京管区調査研究会誌、55.
4. 池田廉、高橋祐介、中村皓大、強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築（2年目）－長野県を対象とした基礎的調査－、令和4年度東京管区調査研究会誌、55.
5. 木戸健一朗、青山大輔、大城 展、藤田航平、台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究、令和4年度東京管区調査研究会誌、55.
6. 佐々木春花、水野裕之、2023：500m 高度データ等を用いた大雨指数帳票の改良、東京管区研究会誌、55.

7. 佐々木春花, 小出雅之, 勝山光一, 2023: 岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴. 東京管区調査研究会誌, 55.
8. 佐々木春花、水野裕之、2023: 500m 高度データ等を用いた大雨指数帳票の改良, 日本気象学会 2023 年春季大会予稿集, B151, p84.
9. 佐々木春花、勝山光一、小出雅之、和田章義、柳瀬 亘、辻野智紀、2023: 岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴, 日本気象学会 2023 年春季大会予稿集, C210, p157.
10. 鈴木 健・上口弘晃・田中明夫、2023: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究 (2 年計画 2 年目) 、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
11. 小野太郎、2023: 深層学習による熱帯低気圧の検出とその最適化にむけて、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
12. 出井 走、近 慎一、仲居史志、2023: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究 (2 年計画 2 年目) 、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
13. 平沢雅弘、永野裕太、池田 廉、町田亜希、森井 洋、岩瀬 崇、東山幸司、2023: 第 2 室戸台風が新潟県にもたらした暴風の事例解析、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
14. 池田 廉、森井 洋、永野裕太、平沢雅弘、町田亜希、岩瀬 崇、東山幸司、2023: 平成 30 年台風第 21 号による南魚沼市の風害に着目した事例解析、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
15. 中村皓大、森本尚里、本橋優登、柳 浩幸、西島 昇、入江和紀、2023: 機械学習を用いた夏季の熱的不安定性降水分布域の調査、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
16. 佐々木春花、勝山光一、伊藤宣康、2023: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究 (2 年計画 2 年目) - 岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴一、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中
17. 青山大輔、大城 展、藤田航平、石井 浩、2023: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究 (2 年計画 2 年目) - 2018 年台風第 21 号を対象とした数値実験一、令和 5 年度東京管区調査研究会誌、印刷中

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等

なし

・国内の会議・学会等

1. 三輪剛史、高橋 武、小野太郎、鈴木 健、高木美緒、※齋藤健太、井上怜音、小鉢直希、2022: 強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築 (2 年計画 2 年目) - 2019 年台風第 19 号を対象とした事例調査一、令和 4 年度東京都内調査研究会
2. 志賀和輝、仲居史志、出井 走、近 慎一、丹波由紀夫、2022: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究 (地方共同 2 年計画 1 年目 管区推奨 2 年計画 2 年目)、令和 4 年度栃木県内調査研究会
3. 志賀和輝、仲居史志、出井 走、近 慎一、丹波由紀夫、2022: 台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究その 2、令和 4 年度栃木県内調査研究会
4. 水野友雄・石川治美・大庭淳之介、2022: 強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築 (事例の解析) - 台風による強風発生概念モデルの作成一、令和 4 年度埼玉県内調査研究会
5. 池田 廉・高橋祐介・中村皓大、2022: 強風現象に対する地域特性の理解や概念図の再構築 (2 年目) - 長野県を対象とした基礎的調査一、令和 4 年度長野県内調査研究会
6. 佐々木春花、水野裕之、2023: 500m 高度データ等を用いた大雨指数帳票の改良, 東京管区研究会誌, 55.
7. 佐々木春花・小出雅之・勝山光一、2022: 岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴、令和 4 年度岐阜県内調査研究会

8. 青山大輔・木戸健一郎・大城 展・藤田航平、2022：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究、令和4年度中部航空調査研究会
9. 佐々木春花、水野裕之、2023：500m 高度データ等を用いた大雨指数帳票の改良、日本気象学会 2023 年春季大会
10. 佐々木春花、勝山光一、小出雅之、和田章義、柳瀬 亘、辻野智紀、2023：岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴、日本気象学会 2023 年春季大会
11. 鈴木 健・上口弘晃・田中明夫、2023：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（2年計画2年目）－2023 年台風第7号と第13号を対象とした事例調査－、令和5年度東京都内調査研究会
12. 小野太郎、2023：深層学習による熱帯低気圧の検出とその最適化にむけて、令和5年度東京都内調査研究会
13. 出井 走、近 慎一、仲居史志、2023：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（2か年計画2年目）、令和5年度栃木県内調査研究会
14. 平沢雅弘、永野裕太、池田 廉、町田亜希、森井 洋、岩瀬 崇、東山幸司、2023：第2室戸台風が新潟県にもたらした暴風の事例解析、令和5年度新潟県内調査研究会
15. 池田 廉、森井 洋、永野裕太、平沢雅弘、町田亜希、岩瀬 崇、東山幸司、2023：平成30年台風第21号による南魚沼市の風害に着目した事例解析、令和5年度新潟県内調査研究会
16. 中村皓大、森本尚里、本橋優登、柳 浩幸、西島 昇、入江和紀、2023：機械学習を用いた夏季の熱的不安定性降水分布域の調査、令和5年度長野県内調査研究会
17. 佐々木春花、勝山光一、伊藤宣康、2023：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（2か年計画2年目）－岐阜県に暴風をもたらす台風の特徴－、令和5年度岐阜県内調査研究会
18. 青山大輔、大城 展、藤田航平、石井 浩、2023：台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（2年計画2年目）－2018 年台風第21号を対象とした数値実験－、令和5年度中部航空調査研究会

イ. ポスター発表

- ・国際的な会議・学会等
 - ・国内の会議・学会等
- なし

報道・記事

- (1) 報道・記事
- なし

その他（（3）「成果の他の研究への波及状況」関連）

なし