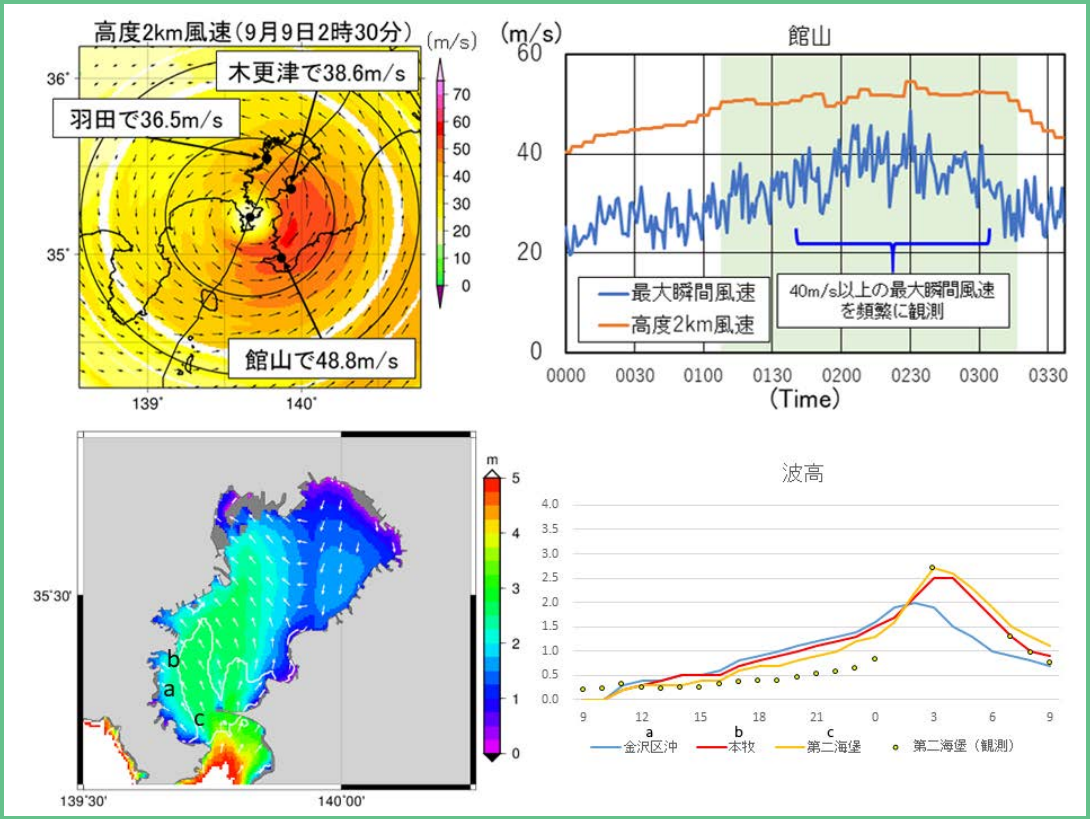
気象研究所年報

（令和元年度）

Annual Report of MRI
April 2019 - March 2020



気象庁　気象研究所

Meteorological Research Institute
Japan Meteorological Agency

ま　え　が　き

わが国は世界の中でも自然災害のリスクの高い国である。また、気象に関する自然災害については、地球温暖化の影響でさらにそのリスクが高まることが懸念されている。令和元年度を振り返ってみると、令和元年房総半島台風が９月８日から９日にかけて千葉県南部を中心に暴風による甚大な被害をもたらしたほか、令和元年東日本台風が 10 月 12 日に日本列島に上陸し、関東、甲信地方から東北地方を中心に広い範囲で大雨が続き、土砂災害、河川の氾濫等によって犠牲者が 80 名を超える災害となった。

こうした激甚化する自然災害、少子高齢化・人口減少等の社会的課題の解決に気象業務が一層貢献していくため、気象庁全体の動きとしても、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」が提言され、重点的な取組事項として、①観測・予測精度向上に係る技術開発、②気象情報・データの利活用推進を位置付けた。

このような背景のもとで、気象研究所は、気象業務を支える研究開発の軸を担う気象研究所の機能を最大限に発揮するため、今年度からの今後５年間の気象研究所中期研究計画を策定するとともに、この中期研究計画をしっかりと推し進めていくため、計画の構成に対応するような形で、気象・気候分野の研究部の組織を改編し、平成 31 年４月より新しい組織体制での研究活動を開始した。さらに、新しいスーパーコンピュータの運用を令和２年３月から開始した。今後、この新しいスーパーコンピュータを活用して、高い解像度の精緻な数値予報モデルの開発や地球温暖化予測に関する研究に加えて、地震津波火山分野での解析・予測技術の研究などの研究開発をさらに推進していく。

令和元年度に気象研究所からの社会に果たした役割の例として、令和元年房総半島台風及び令和元年東日本台風の発生要因や平成 30 年７月の猛暑への地球温暖化の影響評価について、研究成果を発表した。また、気象研究所の研究開発の成果である、ひまわり８号の衛星観測データを用いたデータ同化手法や気象研究所のＣバンド固体素子二重偏波レーダーの実証実験の結果が気象庁の業務に導入され、高精度な黄砂予測情報の発表が令和２年１月に開始され、次期一般気象レーダーの初号機である東京レーダーの運用が令和２年３月に開始された。

この気象研究所年報には、令和元年度（平成 31 年４月～令和２年３月）における、研究課題の外部評価の内容も含めた研究成果、継続課題の年次報告、活動のトピックス、普及・広報活動、研究交流（外国出張、受入れ研究員）、職員の研究論文・講演の一覧、職員の国内外における委員会活動等、気象研究所の研究活動を総合的に掲載している。

この気象研究所年報を通じて、気象研究所の活動についてより深くご理解頂くとともに、今後の一層のご支援をお願いする。

気象研究所長　竹内　義明

目　　次

まえがき

トピックス　…… 1

１．気象研究所の概要

１．１．業務概要…… 4
１．２．沿革…… 5
１．３．組織・定員…… 6
１．４．職員一覧…… 7
１．５．予算…… 9

２．研究報告

２．１．研究課題　…… 10
・経常研究…… 10
・地方共同研究…… 10
・緊急研究…… 11
・他省庁予算による研究…… 11
・共同研究…… 12
・公募型共同利用による研究…… 15
・環境研究総合推進費による研究…… 17
・科学研究費助成事業による研究…… 18
２．２．研究年次報告…… 23
・経常研究…… 24
・地方共同研究…… 162
２．３．研究終了報告…… 165
・緊急研究…… 166
・地方共同研究…… 173

３．研究評価

３．１．気象研究所評議委員会…… 183
３．２．気象研究所評議委員会評価分科会…… 184
３．３．気象研究所研究課題評価委員会…… 185

４．刊行物、主催会議等

４．１．刊行物 …… 191
４．２．発表会、主催会議等 …… 191

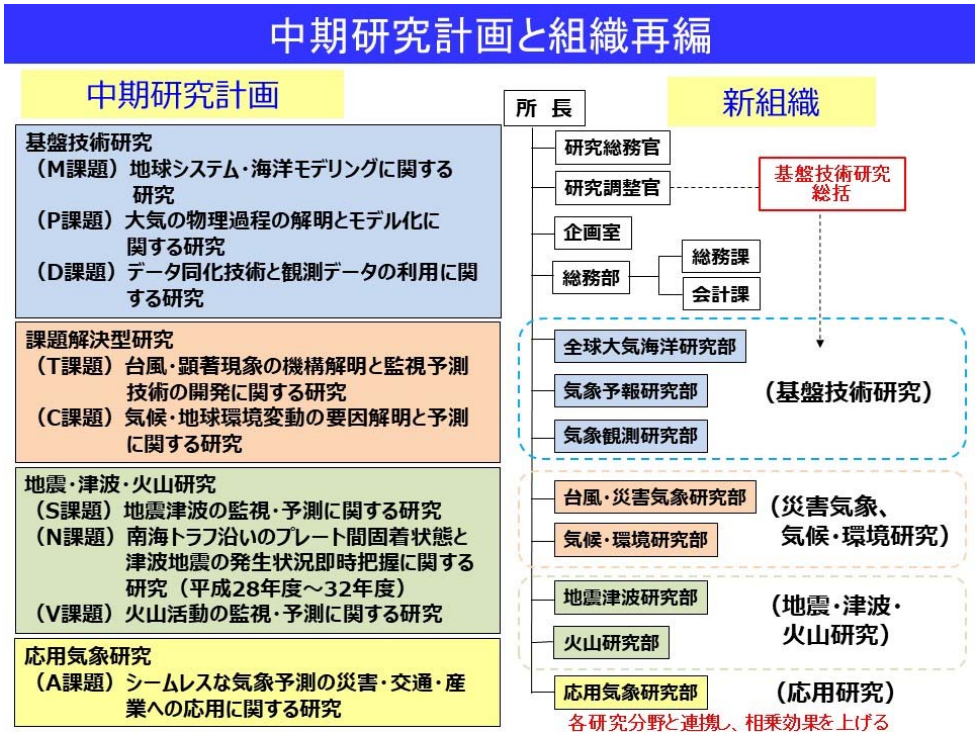
５．普及・広報活動
５．１．ホームページ・・・

新たな中期研究計画と研究部の組織改編について

気象研究所は、近年の気象庁を取り巻く状況の急速な変化を踏まえ、気象研究所は気象庁の技術基盤の研究開発の中核を担う施設等機関として、気象業務への実用的技術の提供を目指し、台風・集中豪雨等対策、気候変動・地球環境対策及び地震・津波・火山対策の強化に資する研究を最新の科学技術を反映した世界最高の技術水準で遂行するため、本年度から令和５年度までの５年間の新たな気象研究所中期研究計画を策定し、研究を実施している。

また、新たな中期研究計画を開始するにあたり、将来にわたって様々な研究分野を有機的に結合し効果的に実施して気象業務の発展に資するため、気象・気候・環境・海洋分野について研究部の組織を次のとおり再編した。

・全球大気海洋研究部
・気象予報研究部
・気象観測研究部
・台風・災害気象研究部
・気候・環境研究部
・応用気象研究部



中期研究計画と組織再編

なお、地震・津波・火山分野については、平成 26 年度に地震火山研究部が地震津波研究部と火山研究部に分かれ、平成 28 年度には火山研究部に第三研究室が新設されて、新しい体制の下で研究開発を推進している。

気象研究所新スーパーコンピュータシステムの運用開始

気象研究所では、令和２年３月から新スーパーコンピュータシステムの運用を開始した。気象研究所のスーパーコンピュータシステムでは、台風・集中豪雨の監視・予測技術の開発・改良、社会経済活動や気候変動適応策への貢献といった諸課題に対応するため、局地的気象から全球規模の気候予測までを対象としたシミュレーションを行うモデルの研究開発を行っている。

8 世代目となる新しいシステムの総理論演算性能は 2.81PFLOPS（880 ノード）である（旧システムは 1.27PFLOPS）。また、物理容量 16.5PB の高速ストレージでは、スパコンが計算した膨大な計算結果や、大量・大規模なデータの編集、解析処理を効率よく実施する。

気象研究所では、新スーパーコンピュータシステムを活用して、高い解像度の精緻な数値予報モデルの開発や地球温暖化予測に関する研究に加えて、地震津波火山分野での解析・予測技術の研究などの研究開発をさらに推進していく。

新スーパーコンピュータシステムの外観

屋外外観

緊急研究課題の実施について

気象研究所は、重大な自然災害発生時には、機動的に研究を行い社会にいち早く情報を発信するための緊急研究課題を必要に応じて設定している。

令和元年は、７月の台風第５号による対馬での大雨災害、９月の台風第 15 号（令和元年房総半島台風）による千葉県南部を中心とした暴風被害、同じく９月の台風第 17 号に伴う延岡での突風被害、10 月の台風第 19 号（令和元年東日本台風）による大雨災害など、台風に伴う被害が多く発生した。

このような日本社会に深刻な影響をもたらした台風及び台風に伴う暴風、豪雨、高波発生の特徴及び特異性を明らかにするため、気象研究所では、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」（研究期間：令和元年 10 月 15 日～令和２年３月 31 日）を立ち上げ、台風・災害気象研究部、全球大気海洋研究部、応用気象研究部の連携の元研究を推進した。研究成果に関しては、報道発表の実施、ホームページ上でのお知らせの掲載など、情報発信を積極的に行った。

顕著な災害をもたらした令和元年房総半島台風、令和元年東日本台風に関して分かった事、研究成果の概要は以下の通りである。本緊急研究課題の研究成果や研究の詳細については 2.3 研究終了報告 2.3.1 緊急研究課題に記載している。

令和元年房総半島台風

- 比較的遅い移動速度で東京湾を北上し、成熟期の台風構造（軸対称に近い台風の眼や壁雲をもった構造）をもち、最大風速の強い地域が台風中心近傍に集中していた。
- 千葉県南部で地上風が強まっていた時間帯に、高度２km 上空では風速 50m/s を超える風が最大で２時間にわたり吹き続けていた。
- 横浜における高波は、台風前面の東風による風浪と、台風の北上に伴い浦賀水道から東京湾に侵入した長周期のうねりの合成により形成された。

令和元年東日本台風

- この台風は、暖かい海洋上で対流圏下層と上層の周囲より高い温位域が結合することにより急発達し、大きくなった。
- 台風北側での西風ジェットへ向かう流れと、台風の暖湿気塊の移流による前線の強化が、台風北側での降水強化に影響を与えた。
- 東日本における局地的な大雨の要因として、多量の水蒸気の流入と地形による局地的な降水の増加が挙げられる。箱根の大雨は、二重偏波レーダー観測により、主に上層に層状性の特徴を持つ浅い対流システムからもたらされたことが示唆された。
- 千葉県市原市にて発生した竜巻を、高頻度・高解像度な観測が可能なフェーズドアレイ気象レーダーで近傍から捉え、台風に伴う竜巻の発生メカニズムを明らかにした。

１．気象研究所の概要

１．１．業務概要

気象研究所は気象庁の技術基盤の研究開発の中核を担う施設等機関として、気象業務への実用的技術の提供を目指し、台風・集中豪雨等対策、気候変動・地球環境対策及び地震・津波・火山対策の強化に資する以下のような研究を最新の科学技術を反映した世界最高の技術水準で遂行している。

・災害の防止・軽減や地球温暖化への対応等の気象庁が取り組むべき喫緊の課題に貢献する研究
・最先端の科学技術を 2030 年の気象業務に応用するための先進的・基盤的研究
・現業機関の持つ観測・予測基盤から得られるビックデータや研究成果を用いた生産性向上に関する社会応用を促進する研究

このため、令和元年度から令和５年度までの気象研究所中期研究計画では、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（基盤技術研究、課題解決型研究、地震・津波・火山研究、応用気象研究）して研究を実施している。

基盤技術研究では、数値予報モデル開発と、気象観測及びデータ同化に関する技術基盤的な課題を取りまとめた研究を実施している。具体的には、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」の開発を推進している。また、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・予測技術の開発を一体的に進めている。さらに、気象研究所の施設等を利用した観測や実験と数値シミュレーションを組み合わせて大気の各種物理過程を解明し、数値予報モデルに反映させる研究を推進している。

課題解決型研究では、基盤技術研究の成果を活用しながら現象の機構解明や監視予測技術、気候と地球環境変動の要因・予測に関する研究を実施している。具体的には、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っている。また、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ている。

地震・津波・火山研究では、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・改良を行っている。また、切迫性の高い南海トラフの大規模地震に関連し、南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化及び津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発を推進している。さらに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貢献するため、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研究を推進している。

応用気象研究では、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ため、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の協働・協創を行いながら、研究に取り組んでいる。

また、気象研究所は、世界気象機関（WMO）や、「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）等の国際的な枠組みの下における研究･技術開発等に、世界トップレベルの中核研究機関として積極的に参加するとともに、（独）国際協力機構（JICA）等国際協力を推進する機関と連携・協力して、国際的な技術協力や技術支援等の国際貢献活動を積極的に推進している。

１．２．沿革

（前身）中央気象台に研究課を設置。（昭和 17 年１月）

昭和 21 年　2月　中央気象台分掌規程の改正に伴い、東京都杉並区において中央気象台研究部として再発足（気象研究所創立）。

22 年　4月　中央気象台気象研究所と改称。

31 年　7月　運輸省設置法の改正により、中央気象台が気象庁に昇格したのに伴い、１課９研究部で構成される気象庁気象研究所となる。

33 年 10 月　総務部を新設し、会計課と研究業務課を設置。

35 年　4月　高層気象研究部を台風研究部に、地球電磁気研究部を高層物理研究部に改組。

46 年　4月　気象測器研究部を気象衛星研究部に改組。

47 年　5月　研究業務課を廃止し、総務部の外に企画室を設置。

49 年　4月　地震研究部を地震火山研究部に改組。

55 年　6月　筑波研究学園都市に移転。

62 年　5月　高層物理研究部と気象衛星研究部を廃止し、気候研究部と気象衛星・観測システム研究部を新設。

平成　9年　4月　応用気象研究部を環境・応用気象研究部に改組。

13 年　1月　中央省庁の再編に伴って国土交通省が設置され、気象庁は同省の外局となる。

25 年　5月　物理気象研究部、海洋研究部、地球化学研究部を廃止し、研究総務官、研究調整官、海洋・地球化学研究部を新設。

26 年　4月　地震火山研究部を廃止し、地震津波研究部と火山研究部を新設。

31 年　4月　予報研究部、気候研究部、台風研究部、環境・応用気象研究部、気象衛星・観測システム研究部、海洋・地球化学研究部を廃止し、全球大気海洋研究部、気象予報研究部、気象観測研究部、台風･災害気象研究部、気候･環境研究部、応用気象研究部を新設。

１．３．組織・定員

気象研究所は、「気象業務に関する技術に関する研究を行う（国土交通省組織令第 235 条）」ことを任務として設置されている気象庁の施設等機関である。気象研究所の内部組織として、８研究部が設置されており、各研究部は３～５の研究室で構成されている。また、研究を側面から支援する部門として総務部と企画室が設置されている。

令和元年度における気象研究所の定員は、指定職１名、行政職 31 名、研究職 139 名の計 171 名である。

気象庁
└ 気象研究所（施設等機関）
　├ 研究総務官
　├ 研究調整官
　├ 企画室
　├ 総務部
　　├ 総務課
　　└ 会計課
　├ 全球大気海洋研究部　（５研究室）
　├ 気象予報研究部　（５研究室）
　├ 気象観測研究部　（４研究室）
　├ 台風・災害気象研究部　（４研究室）
　├ 気候・環境研究部　（４研究室）
　├ 地震津波研究部　（４研究室）
　├ 火山研究部　（３研究室）
　└ 応用気象研究部　（３研究室）

１．４．職員一覧

気象研究所　所　長：　竹内義明

研究総務官：　高薮　出

研究調整官：　大野木和敏

企画室　室　　長：　石原幸司
研究評価官：　丸本大介
課長補佐：　荒波恒平
調　査　官：　坂梨貴将、髙橋　馨
管　理　係：　西尾友利（係長）、谷口雅洋、佐伯悠樹、中澤博志、手島大地[1)]、岡　岳宏[2)]
評　価　係：　小野景子（係長）
業　務　係：　中山賢一（係長）

総務部　部　　長：　池谷慶二
総務課　課　　長：　川上弘海
課長補佐：　小田裕一
調　査　官：　赤羽奈津子
庶　務　係：　岡見久美子（係長）、大塚日富美
人　事　係：　伊藤智子（係長）、櫻井　裕
会計課　課　　長：　赤羽俊彦
課長補佐：　山澤秀幸
調　査　官：　尾瀬三千代
主　計　係：　綿井正典（係長）
出　納　係：　坂下和代（係長）、中山和之
用　度　係：　岡田孝文（係長）、遠藤智美、原田敏文
施　設　係：　近藤尚人（係長）

全球大気海洋研究部　部　長：　前田修平
第一研究室：　石井正好（室長）、吉村裕正、出牛　真、神代　剛[3)]、吉田康平
第二研究室：　石川一郎（室長）、高谷祐平、新藤永樹、齊藤直彬、足立恭将[4)]
第三研究室：　眞木貴史（室長）、関山　剛、梶野瑞王、足立光司、大島　長
第四研究室：　山中吾郎（室長）、中野英之、豊田隆寛、坂本　圭、浦川昇吾
第五研究室：　高野洋雄（室長）、藤井陽介、碓氷典久、広瀬成章

気象予報研究部　部　長：　山田雄二
第一研究室：　山田芳則（室長）、橋本明弘、林　修吾、渡邉俊一[3)]
第二研究室：　中川雅之（室長）、川合秀明、長澤亮二

1）令和元年 10 月 31 日まで、2）令和２年３月 13 日から、3）令和元年 12 月１日から、4）令和２年３月１日から

第三研究室：　毛利英明（室長）、北村祐二、水野吉規、守永武史
第四研究室：　大河原　望（室長）、谷川朋範、庭野匡思
第五研究室：　財前祐二（室長）、折笠成宏、田尻拓也

気象観測研究部　部　長：　青梨和正
第一研究室：　石元裕史（室長）、山崎明宏、工藤　玲
第二研究室：　小司禎教（室長）、酒井　哲、吉田　智
第三研究室：　岡本幸三（室長）、上清直隆、石橋俊之、近藤圭一、小田真祐子
第四研究室：　瀬古　弘（室長）、川畑拓矢、藤田　匡、澤田　謙、堀田大介

台風・災害気象研究部　部　長：　鈴木　修
第一研究室：　和田章義（室長）、嶋田宇大、柳瀬　亘、小野耕介、林　昌宏
第二研究室：　清野直子（室長）、益子　渉、廣川康隆、荒木健太郎
第三研究室：　足立アホロ（室長）、梅原章仁、永井智広
第四研究室：　楠　研一（室長）、足立　透、猪上華子

気候・環境研究部　部　長：　石井雅男
第一研究室：　直江寛明（室長）、小林ちあき、原田やよい、今田由紀子
第二研究室：　保坂征宏（室長）、水田　亮、遠藤洋和、尾瀬智昭
第三研究室：　田中泰宙（室長）、坪井一寛、石島健太郎、松枝秀和
第四研究室：　辻野博之（室長）、遠山勝也、小杉如央、小野　恒

地震津波研究部　部　長：　橋本徹夫
第一研究室：　勝間田明男（室長）、田中昌之、露木貴裕
第二研究室：　小林昭夫（室長）、西宮隆仁、安藤　忍、弘瀬冬樹、永田広平、溜渕功史
第三研究室：　干場充之（室長）、小木曽　仁、小寺祐貴
第四研究室：　山本剛靖（室長）、中田健嗣、南　雅晃

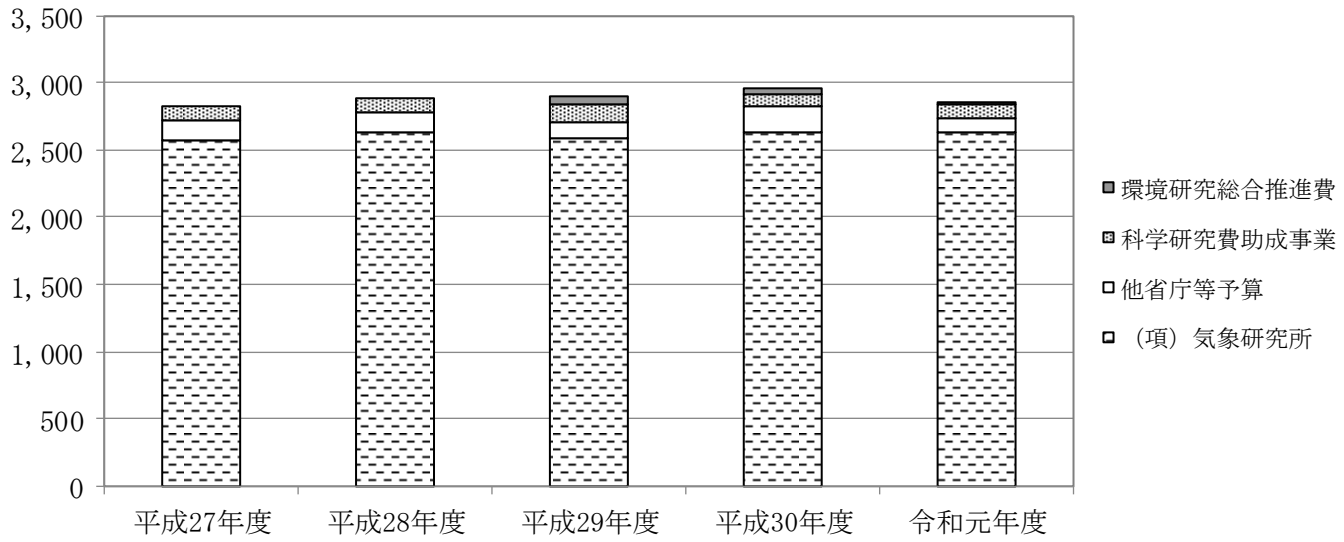
火山研究部　部　長：　齋藤　誠
第一研究室：　小久保一哉（室長）、高山博之、鬼澤真也、長岡　優、奥山　哲（札幌分室）、
　　岡田　純（仙台分室）、川口亮平（東京分室）、森　健彦（福岡分室）
第二研究室：　新堀敏基（室長）、佐藤英一、石井憲介
第三研究室：　菅野智之（室長）、堀口桂香、谷口無我

応用気象研究部　部　長：　行本誠史
第一研究室：　村田昭彦（室長）、野坂真也、佐々木秀孝
第二研究室：　仲江川敏之（室長）、村崎万代、川瀬宏明
第三研究室：　小畑　淳（室長）、山口宗彦、川端康弘

１．５．予算

令和元年度における気象研究所予算の総額は約 29 億円であり、このうち国土交通省本予算によるものは約 26 億 3 千万円であった。

（単位：百万円）



研究経費の予算別内訳と最近５年間（平成 27 年度～令和元年度）の推移

令和元年度においては、他省庁予算として、環境省の地球環境保全等試験研究費（31 百万円）および放射能調査研究費（50 百万円）、内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム（32 百万円）による研究を実施した。（下表：研究の区分参照）

さらに、環境再生保全機構より環境研究総合推進費（16 百万円）、日本学術振興会より科学研究費助成事業（107 百万円）の助成を受けている。

研究の区分

- 経常研究 ・・ 9 件
- 地方共同研究 ・・ 3 件
- 緊急研究 ・・ 1 件
- 他省庁予算による研究
  - 環境省
    - 地球環境保全等試験研究費による研究 ・・・・・・・・・・ 3 件
    - 放射能調査研究費による研究 ・・・・・・・・・・・・・・ 1 件
  - 内閣府
    - 官民研究開発投資拡大プログラム ・・・・・・・・・・・・ 1 件
- 共同研究 ・・ 58 件
- 公募型共同利用による研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 41 件
- 環境研究総合推進費による研究 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4 件
- 科学研究費助成事業による研究（研究代表者として実施している研究課題） ・ 46 件
  （研究分担者として実施している研究課題） ・ 43 件

２．研究報告

２．１．研究課題

本節には、気象研究所が令和元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。

経常的に実施する研究

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。令和元年度は、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	H28～R２	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

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。令和元年度は、次の３課題を実施した。

研究課題	研究期間	実施官署	担当研究部
気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究	H29～R１	鹿児島地方気象台	火山研究部
機動観測項目における火山ガス成分観測の実効性調査	H30～R１	福岡管区気象台、大分地方気象台、宮崎地方気象台、鹿児島地方気象台	火山研究部
機械学習を用いた地震波検測に関する研究	R１～R２	大阪管区気象台	地震津波研究部

緊急研究

重大な自然災害発生時には、機動的に研究を行い社会にいち早く情報を発信するための緊急研究課題を必要に応じて実施する。令和元年度は、次の１課題を実施した。

研究課題	研究期間	代表研究部
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	R１	台風・災害気象研究部 全球大気海洋研究部 応用気象研究部

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。令和元年度は、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
民間航空機による温室効果ガスの３次元長期観測とデータ提供システムの構築	H28～R２
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 －地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けて－	H29～R３
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

（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
人工放射性核種のバックグラウンド大気監視と数値解析に関する研究	H27～R１

（３）官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）による研究（内閣府）

総合科学技術・イノベーション会議が政府全体の科学技術イノベーション政策の司令塔として、民間の研究開発投資誘発効果の高い領域（ターゲット領域）に各府省の施策を誘導し、それらの施策の連携を図るとともに、必要に応じて、追加の予算を配分することにより、領域全体としての方向性を持った研究開発を推進するための経費である。

研究課題	研究期間
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	H30～R４

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。令和元年度は、次の 58 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
統合的気候モデル高度化プログラム	統合的気候変動予測	気象業務支援センター
	気候モデルを用いた気候変動再現実験のマルチモデル比較	東京大学大気海洋研究所
ポスト「京」重点課題	ポスト「京」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」に関わる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開発	海洋研究開発機構
気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）	「気候変動適応技術社会実装プログラム（信頼度の高い近未来予測技術の開発及び超高解像度ダウンスケーリング技術の開発）」に関わる近未来予測及び海洋ダウンスケーリング手法の開発	海洋研究開発機構
	「気候変動適応技術社会実装プログラム（信頼度の高い近未来予測技術の開発及び超高解像度ダウンスケーリング技術の開発）」に伴う超高解像度ダウンスケーリング技術の確立・汎用化	海洋研究開発機構、防災科学技術研究所、東北大学
戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第２期	線状降水帯の形成とその環境場の解析に関する研究	防災科学技術研究所
	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
戦略的創造研究推進事業（CREST）	「FishTech によるサステイナブル漁業モデルの創出」における On-Spot データ同化手法の開発に関わる共同研究	海洋研究開発機構

UAE 降水強化プロジェクト	意図的・非意図的気象改変に関する研究	名古屋大学

・その他の共同研究

研究課題名	相手機関
気象レーダーを活用した火山噴煙に関する研究	鹿児島大学
衛星搭載３次元風観測ドップラーライダ開発・利用に関する研究	情報通信研究機構
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
領域気候モデルの比較を通じた我が国の温暖化予測の精度向上及び電力設備の温暖化影響評価	電力中央研究所
地形が大気境界層における拡散現象に及ぼす影響の研究	龍谷大学
フェーズドアレイ気象レーダーによる顕著現象の探知に関する基礎研究	情報通信研究機構
GNSS データと地震計データを用いた断層すべり推定に関する研究	国土地理院
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
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
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
プレート境界の海底地震活動に関する共同研究	東海大学
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
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
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
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
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
バイオエーロゾル放出源を考慮したエーロゾルモデルの高度化	茨城大学、国立環境研究所
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
台風解析・予報の高度化に資する台風発生の環境要因の解析及びメカニズム推定	横浜国立大学、気象庁予報部
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	東日本旅客鉄道株式会社
箱根山における多項目観測データを活用した総合的火山活動評価に関する研究	神奈川県温泉地学研究所
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
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
東京都区部における豪雨等に対する水蒸気の影響評価	東京都環境科学研究所

積雪地域における雲の放射影響の研究	北見工業大学
領域モデルを用いた長期再解析に関する研究	東北大学
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
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
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	首都大学東京
首都圏におけるシビアストーム機構解明のための水蒸気差分吸収式ライダーによる観測及び改良	首都大学東京
南鳥島における二酸化炭素鉛直平均濃度観測	東京大学
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
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
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
筑波山頂におけるエアロゾル数濃度変動の実態把握と原因解明に関する研究	筑波大学
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	電子航法研究所
次世代植物プランクトン多様性モデルを用いた、気候変動に対する植物プランクトンの応答の評価	北海道大学
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
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
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
台風の移動の診断的評価	岐阜大学
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の共同研究	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	東京大学、気象庁予報部
メソアンサンブル予報を用いた太陽光発電出力予測に関する研究	産業技術総合研究所、気象庁予報部
二重偏波レーダーデータを利用した雷の直前予測技術の開発に関する共同研究	首都大学東京
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
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	名古屋大学、気象庁予報部

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。令和元年度は、次の 41 件の研究を実施した。

相手機関	共同利用区分	課題名	期間
北海道大学 低温科学研究所	共同研究	高解像度数値モデルとドップラーレーダーによる対流雲と地形との相互作用の解明	R1
		大気－積雪間の熱・水交換過程をモデル化するための観測的研究（３）	R1
		大気-積雪-海氷系放射伝達モデルの高精度化とその検証	R1
		海洋システムの統合的理解に向けた新時代の力学理論の構築	R1
	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	R1
東北大学 災害科学国際研究所	共同研究	巨大地震津波を対象とした津波統合モデル解析の展開	R1
新潟大学 災害・復興科学研究所	共同研究	日本海側地域に災害をもたらす顕著大気現象の予測可能性	R1
金沢大学 環日本海域環境研究センター	一般共同研究	領域気象化学モデルによるエアロゾル粒径分布の高精度予測に関する研究	R1
国立環境研究所	共同研究 （温室効果ガス観測技術衛星シリーズ研究公募）	アンサンブルカルマンフィルタ（LETKF）による GOSAT データの４次元同化	R1
宇宙航空研究開発機構	共同研究 （第２回地球観測研究公募）	GCOM-C 大気プロダクト評価のための検証データの取得と提供	R1～R3
		全球データ同化システムを用いた、衛星シミュレータ及び衛星同化の検証と改良	R1～R3
		GCOM-C SGLI エアロゾルプロダクトを用いたエアロゾルデータ同化予測システムの構築と検証	R1～R3
		複合衛星データを用いた火山灰アルゴリズムの開発	R1～R3

宇宙航空研究開発機構	共同研究（第2回地球観測研究公募）	固体降水の厚みの変動を考慮した散乱アルゴリズムの開発	R1
		AMSR2 用の固体降水の厚みの変動を考慮した散乱アルゴリズムの開発	R1
	共同研究（ALOS-2 第6回研究公募）	干渉 SAR 手法を用いたプレート間固着による定常的な地殻変動の検出	H28～R2
東京大学地震研究所	一般共同研究	遠隔からの調査・観測および電磁気構造探査にもとづく西之島の火山活動解明	R1
	特定共同研究	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	R1
		SAR を用いた多角的な地殻・地表変動研究	R1
		固体地球現象の理解と予測に向けたデータ同化法の開発	R1
		地球深部の構造とダイナミクス	R1
	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	R1
	データ・資料等の利用	・首都直下地震防災・減災特別プロジェクトデータ ・都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクトデータ	R1
東京大学地震研究所地震・火山噴火予知研究協議会	公募研究	マグマ起源物質の地球化学的モニタリングによる火山性流体挙動解明および火山活動評価	R1
		八幡平火山～秋田・駒ヶ岳の熱水流動系が周辺水域に与える影響評価: 広域的火山活動と田沢湖関連水域との関係	R1
東京大学地震研究所・京都大学防災研究所	拠点間連携共同研究	建物の応答を考慮した高精度地震情報配信手法の開発	R1
東京大学大気海洋研究所	特定共同研究	「世界海洋大循環モデルの相互比較」 分担課題「大気海洋研究所および気象研究所の世界海洋大循環モデルの相互比較」	R1
統計数理研究所	一般研究	過去データと機械学習を用いた複数の緊急地震速報アルゴリズムの統合	R1

統計数理研究所	一般研究	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	R1
		データ同化システムにおける誤差情報の高度利用に関する研究（２）	R1
	共同研究集会	データ同化ワークショップ	R1
東京工芸大学 風工学研究拠点	共同研究・ 共同利用	日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究	R1
国立極地研究所	一般共同研究	両極由来の寒気に伴う顕著大気現象発現にかかわる極域－熱帯域大気海洋結合システムの解明	R1～R3
京都大学 生存圏研究所	共同研究（ミッション研究）	パラメトリックスピーカーを用いた低騒音型RASS システムの開発	R1
		夏季アジアモンスーン循環からの東方流出渦を狙った国内でのエアロゾル粒子観測	R1
京都大学 防災研究所	一般研究集会	気候変動予測と災害激甚化への適応に関する研究集会の開催	R1
総合地球環境学研究所	共同研究（実践フルリサーチ）	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
	共同研究（予備研究）	次の千年の基盤となる都市エネルギーシステムを構築するためのトランジッション戦略・協働実践研究	R1
鳥取大学 乾燥地研究センター	共同研究	陸面状態の影響を強く受けた黄砂発生量の数値モデルシミュレーションと予測	R1～R2
九州大学 応用力学研究所	一般共同研究	粒子散乱モデルと衛星・地上ライダ／レーダ解析技術の高度化	R1
		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	R1

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
地球温暖化に関わる北極ブラックカーボンとダスト粒子の動態と放射効果	H29～R1
温室効果ガスの吸排出量監視に向けた統合型観測解析システムの確立	H29～R1
原子力事故データの総合解析による事故時の有害物質大気中動態評価法の高度化	H30～R2

気候変動影響評価のための日本域の異常天候ストーリーラインの構築	R1～R3

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
基盤研究(A)	水蒸気稠密観測システムの構築による首都圏シビアストームの機構解明	H29～R1
	最先端解析手法を用いた多様な地表面上でのシビア現象発生機構の解明と予測	R1～R3
	統合粒子モデル開発による水物質を介した気象変化と環境汚染の相乗効果の解明	R1～R5
基盤研究(B)	冬季関東を巨大チャンバーに模した、ＣＣＮ生成過程に関する研究	H27～R1
	揺れの数値予報：広帯域時刻歴波形のリアルタイム予測	H29～R2
	粒子フィルタを用いた積乱雲の発生・発達に関する不確実性の解明	H29～R2
	離散雲の三次元分布、微物理・光学特性の観測と地上日射への三次元放射効果の実態解明	H29～R1
	首都圏の突発的・局地的豪雨の解明に向けた次世代都市気象予測システムの開発	H29～R1
	地球システムモデルの高度化と北極域における黒色炭素粒子の気候影響評価	H30～R3
	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	R1～R4
	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	R1～R4
	最先端の地上大気観測とデータ同化で、線状降水帯の予測精度はどこまで向上するのか？	R1～R4
	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	R1～R4
基盤研究(C)	台風及び非台風降水の地球温暖化による変化予測	H28～R1
	階層的なモデルの比較を通じた台風強度の理解	H28～R1
	氷粒子の多様性を考慮したバルク法雲微物理モデルの設計と構築	H28～R1

基盤研究(C)	発生初期における巻雲の氷晶発生・成長機構解明に関する実験的研究	H28～R1
	トレーサー濃度と気象観測値の同時データ同化による移流拡散シミュレーション高精度化	H29～R2
	偏光情報を用いた積雪物理量の計測技術開発と衛星データによる雪氷圏監視システム	H29～R2
	火山ガス成分と火山物理の融合的観測・分析による火山活動度の評価の研究	H29～R2
	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～R2
	新世代気象衛星のマルチバンド観測を用いた台風の暖気核発達プロセスの解明	H30～R2
	オゾンの衛星観測データ均質化とマルチセンサ長期再解析	H30～R2
	マルチモデル相互比較による事例別の季節予測可能性	H30～R2
	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～R3
	黒潮周辺海域における急激な海面水温上昇のメカニズム解明とその沿岸環境への影響評価	R1～R3
	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～R3
若手研究(B)	気候に影響を与える光吸収性有機エアロゾルの個別粒子解析に関する研究	H27～R1
	次世代データ同化とアンサンブルシミュレーションによる積乱雲の発生・発達機構の解明	H28～R1
	薄氷から厚氷までの全海氷データ同化による北極海熱・水輸送解析と気候変動予測の改善	H28～R2
	巨大アンサンブルデータ同化を基としたマルチスケールデータ同化手法の開発	H28～R1
	次世代極域気候モデルと機動観測によるグリーンランド氷床質量損失メカニズム解明	H29～R1
	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	H29～R2
	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	H29～R2
	首都圏の高精度雨雪判別手法確立に向けた降雪機構の実態解明	H29～R2
	西太平洋―インドモンスーンと台風の変動メカニズムの解明	H29～R2
	冬季日本周辺海上で発生する渦状擾乱の気候系との相互作用とその将来変化	H29～R1
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～R2
	台風急発達の多様なプロセスの体系的理解と急発達前兆現象の解明	R1～R3
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	R1～R3

新学術領域研究（公募研究）	南極氷床表面質量収支高精度推定手法の確立	H30～R2
研究活動スタート支援	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～R2
	観測ビッグデータを活用した変分法データ同化の高度化	R1～R2
	スピンダウン問題解決に向けた変分法同化スキームへの水蒸気バランス機構の導入	R1～R2
国際共同研究加速基金	孤立峰における雲風洞を用いたエアロゾル・雲相互作用に関する研究	H29～R2
	グリーンランド氷床気候システム研究最前線の開拓	H30～R2

【研究分担者として実施している研究課題】

課題区分	研究課題	研究期間
特別推進研究	グローバル水文学の新展開	H28～R2
新学術領域研究（研究領域提案型）	太陽周期活動の予測とその地球環境影響の解明	H27～R1
	雲・エアロゾルを介した中緯度大気海洋相互作用	R1～R5
	中緯度域の気候変動のメカニズム解明と予測可能性	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
	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
	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
	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
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	R1～R2
	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	R1～R2
基盤研究(S)	豪雨と暴風をもたらす台風の力学的・熱力学的・雲物理学的構造の量的解析	H28～R2
	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～R4
基盤研究(A)	次世代積雪物理量測定技術開発と精密積雪物理モデルに基づく雪氷圏変動監視手法の確立	H27～R1
	等温位/等密度座標に基づく大気/海洋大循環の解析	H27～R2
	海峡力学過程の統合と解剖	H28～R2
	日本周辺の海面水温場が局所的な豪雨・豪雪の予測可能性に与える影響の定量的評価	H28～R1

基盤研究(A)	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	H28～R1
	熱帯域における成層圏－対流圏力学結合過程	H29～R1
	結合データ同化システム開発の方法と応用	H29～R3
	大気エアロゾルが雲・降水過程に及ぼす影響解明に関する研究	H29～R1
	揮発性が異なる元素の気化に伴う同位体分別が拓く環境地球化学の新展開	H30～R3
	大気と海洋の波動エネルギーのライフサイクル解析による熱帯気候変動メカニズムの解明	H30～R3
	世界最高水準の衛星海面フラックスデータが明らかにする台風と海洋の関係	H30～R3
	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	R1～R4
基盤研究(B)	降水時の爆発的火山噴火に関するレーダ気象学的研究	H28～R1
	次世代静止気象衛星と数値モデルを融合したエアロゾル統合研究の新展開	H28～R1
	アンサンブルデータ同化のための最適摂動手法に関する研究	H28～R2
	C 帯偏波フェーズドアレイ気象レーダのシステムデザイン	H29～R2
	寒冷渦が竜巻・突風現象発現の予測可能性に与える定量的評価	H29～R2
	低気圧に伴う竜巻の階層構造と予測可能性に関する基礎研究	H30～R2
	台風進路に関わる『藤原効果』の再考	H30～R4
	水中の懸濁微粒子・ファインバブルおよび大気中の浮遊微粒子の実時間分析法の開発	R1～R3
	北極圏における氷河起源ダストが氷晶核分布に与える影響の評価	R1～R3
	海上放射線モニタリングによる原子力事故時放射性物質放出量の早期推定手法の確立	R1～R3
	拡散分離の定量評価により得られた大気組成の精密時空間変動に基づく温暖化影響の評価	R1～R3
	黄砂発生源地域の環境修復と持続的土地利用の両立を目指すキーリソース管理手法の開発	R1～R3
基盤研究(C)	西岸境界流続流における組織的流れの形成メカニズムに関する研究	H29～R2
	日本の夏の気候を規定するチベット・オホーツク海高気圧の形成機構	H29～R1
	里山における大気汚染物質と熱の輸送・拡散過程の解明	H29～R1
	レーダー降雪分類と雲物理過程に基づく新積雪物理量の時空間変化推定手法の開発	R1～R3
	衛星搭載風ライダーによる風高度分布観測の空間分解能最適化に関する研究	R1～R3
	突風・豪雨などの極端現象に関わる乱流の実態・メカニズムとその役割の解明	R1～R3

挑戦的研究(開拓)	長基線レーザー伸縮計ネットワークによるサブミリヘルツ帯の固体地球物理現象の探究	H29～R1

２．２．　研究年次報告

本節には、気象研究所が令和元年度に実施した経常研究、地方共同研究について、課題毎に当該年度の研究計画と研究成果等を掲載した。令和元年度に終了した研究課題（３課題）については 2.3 節でそれぞれ報告する。

２．２．１．経常研究

・ M 地球システム・海洋モデリングに関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 24
・ P 大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
・ 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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 60
・ 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・・・・・・・・・・・・・・・ 77
・ C 気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 97
・ S 地震と津波の監視・予測に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 120
・ N 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・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 129
・ V 火山活動の監視・予測に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 136
・ 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・・・・・・・・・・・・・・ 150

２．２．２．地方共同研究

・ 機械学習を用いた地震波検測に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 162

M　地球システム・海洋モデリングに関する研究

研 究 年 次 ： １年目／５年計画（令和元年度～令和５年度）
研 究 代 表 者 ：前田修平（全球大気海洋研究部長）

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
［全球大気海洋研究部］○石井正好、吉村裕正、出牛真、吉田康平、新藤永樹、高谷祐平、大島長、浦川昇吾
［気象予報研究部］川合秀明、長澤亮二
［気候・環境研究部］保坂征宏、水田亮、田中泰宙、辻野博之
［応用気象研究部］行本誠史、小畑淳

（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
［全球大気海洋研究部］○山中吾郎、中野英之、豊田隆寛、坂本圭、浦川昇吾、高野洋雄、藤井陽介、碓氷典久、広瀬成章、吉村裕正、高谷祐平、新藤永樹
［気候・環境研究部］辻野博之

（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
［全球大気海洋研究部］○高野洋雄、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、浦川昇吾、石川一郎、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

（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
［全球大気海洋研究部］○石川一郎、高谷祐平、新藤永樹、齊藤直彬、藤井陽介、豊田隆寛、山中吾郎、浦川昇吾、吉田康平
［気象予報研究部］川合秀明
［気候・環境研究部］保坂征宏、今田由紀子、小林ちあき、辻野博之
［応用気象研究部］行本誠史

（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
［全球大気海洋研究部］○眞木貴史、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
［台風・災害気象研究部］永井智広
［気候・環境研究部］直江寛明、田中泰宙
［応用気象研究部］川端康弘

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要素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。

（気象研究所の実績）

各副課題に対応するこれまでの気象研究所の実績は次のとおりである。

（副課題１）

地球温暖化予測のための高精度な気象研究所地球システムモデル MRI-ESM2 を開発した。このモデルは以前のモデルに比べて、放射分布の再現性をはじめ多くの点で性能が向上している。IPCC の第６次評価報告書（IPCC-AR6）に重要な貢献をする第６期結合モデル比較計画（CMIP6）に参加し、MRI-ESM2 を使用して気候変化再現実験や将来予測シナリオ実験を含む多くの実験を実施した。その結果は公開され、多くの研究コミュニティに利用されている。

（副課題２）

気象研究所共用海洋モデル（MRI.COM）は、これまでの気象庁における海況監視予測業務、及び地球システムモデルを用いた地球温暖化業務や 2008 年以降の季節予報業務で用いられてきた。昨年度までの５カ年計画では、サブグリッドスケールのパラメタリゼーションの改良等により気候変動用の海洋モデリング技術を改良するとともに、多段階ネスティング手法を用いた沿岸域の海洋モデリング技術を開発した。海況監視予測業務等に資する全球渦無し海洋モデル、北太平洋渦解像モデル、日本近海 2km モデルを開発した。

（副課題３）

これまでの気象庁における海洋情報業務、及び 2008 年以降の季節予報業務で用いられる海洋データ同化システムの構築とその基盤となる同化手法の開発は、全て気象研究所で実施されてきた。昨年度までの 5 カ年計画では、次世代の季節予報システム開発の一環として、4 次元変分法（4D-VAR）と海氷同化を採用した新しい全球海洋データ同化手法を開発した。また海況情報業務の改善に向けて、日本近海データ同化手法を開発し、その手法を適用した日本沿岸海況監視予測システムを構築した。また、季節予報や台風予測等の精度向上を目的として大気海洋結合同化システムを開発した。

（副課題４）

全球渦許容海洋モデルを開発し、渦なし海洋モデルに４次元変分法を適用した同化システムの結果から渦許容海洋モデルに適合する初期値を作成する手法を開発した。全球渦許容海洋モデルと気象庁全球大気モデル(GSM)とを結合した大気海洋結合モデルを構築した。

（副課題５）

気象研究所地球システムモデルにおけるエーロゾル・オゾン等の化学輸送モデルに加え、気象庁環境気象管理官業務（黄砂予測、紫外線予測業務）や数値予報業務（エーロゾル気候値、オゾン解析値）で用いられている全球エーロゾル輸送モデルや全球化学輸送モデルの開発を進めてきた。領域化学輸送モデルは環境気象管理官業務（大気汚染気象予測）で活用されている。これらの化学輸送モデルに対してデータ同化手法の開発を進めてきており、その一部は気象庁業務に環境気象管理官業務等で活用されている。また、二酸化炭素技術情報で用いられる逆解析技術の開発を継続している。エーロゾルライダーの観測を継続し、成層圏長期変動の監視を長期間継続してきた。衛星観測データのリトリーバル手法の開発を行ってきた。分光日射観測を継続し、本庁に技術指導等を実施してきた。

研究の目的

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）

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）

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）

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）

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）

エーロゾル、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。

研究の成果の到達目標

（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）

- 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。
- 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）
・　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）
・　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）
・　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。
・　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）
・　気象研究所地球システムモデル（MRI-ESM2）におけるエーロゾル、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。
・　エーロゾル、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、エー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、エーロゾル・オゾンに関しては本庁での業務開始・高度化を支援する。
・　エーロゾル・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。

令和元年度の研究計画
（副課題１）
高解像度地球システムモデルの開発に向けて、全球大気モデルの高解像度化を行い、また海洋モデルとの結合インターフェースの実装を行う。地球システムモデルの気候再現性の高精度化に向けて、境界層と浅い対流過程、および雲物理過程の高度化を行う。また、気候と地球化学の相互作用の高度化に向けて、エーロゾル・大気化学モデルとの結合インターフェースの実装を行う。

（副課題２）
（１）海洋モデルのプロセス改良
・物理プロセスの精緻化、全球渦解像モデルの高速化
（２）次世代の海洋予測技術の開発
・高分解能大気海洋結合モデルの開発、大気波浪結合モデルの開発
（３）海洋変動機構の解明に関する研究
・多段階ネストモデル実験

（副課題３）
（１）昨年までに開発したシステムの現業化に向けた検証・改良
・現業化のための精度評価と改良
（２）新たな海洋データ同化手法の開発
・4D-VAR 同化手法の改善、
・衛星海面水温データを直接同化する手法の開発
（３）大気海洋結合同化システムの改良
・大気海洋結合同化システムの改良
・大気海洋結合予測に向けた初期値の作成
（４）海洋観測のインパクト評価
・海洋観測データが海況の監視・予測に与える影響等の評価
・黒潮流路の変動メカニズム等、海洋諸現象の解明

（副課題４）
（１）次期季節予測システムの運用開始(R3 年度予定)に向けた開発・精度評価
・次期 CPS の開発、再予報実施、精度評価
（２）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
・高解像度化の影響評価実験、結合系のアンサンブル手法の開発、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
（３）海洋観測システムの季節予報への影響に関する研究
・実験の設計・準備（海洋初期値の作成等）

（副課題５）
（１）化学輸送モデルに関する研究。
・NHM-Chem 改良（asuca 対応等）
・全球エーロゾル、化学輸送モデル改良
・全球大気化学統合モデルの開発
（２）データ同化・応用技術に関する研究
・2D-Var、LETKF 等の同化システム開発
・組成別光学的厚さのデータ同化システム開発
・逆解析（CO2、BC 等）
（３）大気微量成分の鉛直分布観測
・化学輸送モデル検証のためのエーロゾルや対流圏オゾンの鉛直分布観測

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（１）課題全体

中期計画開始の 1 年目ということもあり、研究計画の詳細の立案など、立ち上げの業務を行った。一方、前中期計画での開発成果を評価・活用した研究を実施した。具体的には、①地球システムモデル(MRI-ESM2)の記述論文（日本気象学会の気象集誌論文賞を受賞）を発表し、②MRI-ESM2 を使った CMIP6 実験出力データの解析を進め 10 編程度の論文にまとめ、③日本沿岸海況監視予測システムの評価を行い論文化し、③新たに打ち上げが予定されている面的海面高度衛星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。また、開発したシステムの気象庁での現業化（大気汚染気象業務、黄砂予測業務など）を支援した。現課題のモデル開発に関しては、①大気モデルを一新した大気海洋結合モデルの開発に着手し、②高分解能大気海洋結合モデルを用いた予備的な実験を行い、③高度な時間積分スキームを導入した全球渦解像モデルの長期積分を実施しモデルの高速化と堅牢化を確認した、など着実に成果を挙げた。

（２）副課題

（副課題１）

a. 新中期計画の初年度にあたり、新研究体制による役割分担を定め、10 年先を見越した地球システムモデル開発の計画を立案した。

b. 大気海洋結合過程の改良として、フラックス計算スキームの共通化作業に着手した。また、フラックス交換方法について検討した。さらに、本庁 GSM をベースに既存の気象研開発物理過程スキームを移植する作業を進めた。海洋モデルについても、高速化、計算安定化、各種機能拡張を施したものを開発した。現時点での大気海洋結合モデルを用いて短期予報実験（大気物理過程は GSM1705 と同じ）を低解像度（AGCM 60km）版で実施した実験で、短期予測スキルが大気モデル単体の場合と同等となることや、低緯度に正のインパクトがあることを確認した。
c. 大気モデルを一新した大気海洋結合モデルの開発に着手し、境界層、浅い対流過程、雲物理過程などの物理スキームの開発、モデルの高速化、結合過程の検討を行った。
d. 放射-化学結合の高度化やアセトン他の大気-海洋間気体交換プロセス導入のための事前調査を行い、今後の化学モデルの開発ための準備を行った。
e. CMIP6 実験を完了し、各種実験出力データの解析を進め、モデル記述、大気物理過程改良、各種 MIP 実験結果に関して 10 編程度の論文にまとめた。モデル記述論文(Yukimoto et al. 2020) は 2019 年度の気象学会気象集誌論文賞を受賞した。また、国際相互比較研究のために計算出力データを CMIP サーバに登録した。

（副課題２）
a. 高度な時間積分スキームを導入した全球渦解像モデルの長期積分を実施し、モデルの高速化と堅牢化を確認した。また、海洋‐海氷シミュレーションに薄氷データが与える影響を調査した。
b. 高分解能大気海洋結合モデルの研究計画を立案し、予備的な実験を行った。大気波浪結合モデルの研究計画を立案するとともに、課題の検討を行った。また、海面フラックスの共通化を図るため、バルク式の検討を行った。
c. 海洋定線観測で得られた南大洋や北太平洋底層の CFC 分布と CMIP6/OMIP 実験結果との比較を行った。モデルの CFC 分布は、濃度が小さいものの、観測と同様に南太平洋から北太平洋への広がりを再現していた。
d. 昨年度までに開発した現業モデルの検証を進め、モデルの特性をパフォーマンス論文として取りまとめた。また、現業システムの監視資料（JPN Atlas 2020）と予測資料の整備を行った。
e. SI-CAT 海洋将来予測データセットを用いて、日本周辺の海況（海水温、海面水位、海氷、海洋循環）の将来予測について解析を実施し、「気候変動評価レポート 2020」を執筆した。

（副課題３）
a. 昨年までに開発したシステムの現業化に向けた検証をすすめ、システムの特性を取りまとめた。現業システムの仕様の詳細を確定するために，設定ファイルの整備や追加実験による支援を行った。また、海氷分布の系統誤差についてその要因を解析し、システム改良を進めた。
b. 衛星海面水温データを直接同化する手法の開発に向けて予備調査を行った。海洋レーダの流速同化に向けた予備調査を行った。
c. 大気海洋結合同化システムの高度化に向けて、昨年度までに開発したシステムのインパクト評価を行った。大気海洋結合予測に向け、アンサンブル初期値の作成手法を開発した。
d. 海洋観測データの予測に対するインパクトについて、国内外の研究成果や課題をとりまとめた。新たに打ち上げが予定されている面的海面高度衛星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。再解析データを用いて、日本沿岸の急潮等の特異現象を客観的に抽出する手法の開発に取り組み、事例解析による発生メカニズムの理解を進めた。

（副課題４）
a. 現行季節予測システム(CPS2)を用いた予測実験を通じて、2018 年夏の北西太平洋の台風活動度や北半球の高温について、その要因と予測可能性を明らかにした。
b. 新しい海洋摂動作成手法による摂動初期値を開発中の結合モデルに導入した予測実験を行い、海水温予測のスプレッド増の効果を確認した。また、摂動の大きさの調整を行った。
c. 熱帯域を高解像度化した地球システムモデルを用いて簡易同化実験・季節予測実験を実施した。熱帯の高解像度化が大気循環場の初期状態や事例別の ENSO の予測性能にどのような影響を与えているかを調査した。
d. 昨年までに開発した結合同化システムについての性能評価を引き続き行い、季節内スケールの降水量‐海面水温関係の解析について結果を取りまとめた。

e. 現業季節予測システムを用いた結合 bred vector の開発・検証実験を実施中。

（副課題５）
a. M1 課題等と連携して CMIP6 実験等を実施し、結果を提出すると共に MRI-ESM2 の放射強制力の特徴を取り纏めた論文を投稿した。
b. 領域化学輸送モデルを高解像度化（20km→5km）し、本庁の大気汚染気象業務にて運用を開始した（2019 年 12 月）。
c. ひまわり 8 号エーロゾル光学的厚さのデータ同化システムの本庁システムへの移植や技術支援を行い、本庁の黄砂予測業務において運用を開始した（2020 年 1 月）。
d. JRA-3Q 用オゾン作成にあたり、観測データの品質管理手法の論文を発表すると共にデータ同化システムの構築を行い本庁に成果を提供した。
e. エアロゾル再解析（JRAero）V2 の準備を進めた。
f. 二酸化炭素解析に衛星観測データを取り込む際に必要なバイアス補正法の開発を進めた。
地上エーロゾルライダー観測データを用いた MRI-ESM2 エーロゾルシミュレーション結果の検証に着手した。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）
順調に進捗している。
（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）
なし。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）

（副課題１）
地球システムモデル MRI-ESM2 の全球の雲量バイアス低減し放射過程を改善するなどのモデル全体の性能向上に寄与した雲物理過程の改良スキームについて、気候情報課の現業モデルでの採用に向けて協力を行った。また、CMIP6 実験の結果は、現在精力的に行われている国際比較研究で活用されている。

（副課題２）
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。

（副課題３）
前中期計画より開発を継続している 4 次元変分法全球海洋データ同化システムおよび本年度開発したアンサンブル初期値の作成手法について、本庁に提供すると共にその次期季節予報システムでの現業利用に向けた改良・調整を気候情報課と協力して実施している。

（副課題４）
熱帯域を高解像度化した地球システムモデルの各種実験結果から、熱帯海洋の渦擾乱がその場の海洋場の再現だけでなく、広域の降水量に影響を与えていることが明らかとなり、この成果は気候モデリング分野におけるモデル改良の重要な指針になるものと期待される。

（副課題５）
・ オフライン版 NHM-Chem の高解像度版（asuca-chem）は令和 1 年 12 月に気象庁の大気汚染気象業務において現業運用が開始された。
・ 全球エアロゾルデータ同化システム（2D-Var）は令和 2 年 1 月に気象庁黄砂予測業務において現業運用が開始された。
・ JRA-3Q 用オゾン観測データ品質管理手法やデータ同化システムは JRA-3Q へのプロダクト提供に加え、科研費課題等に活用された。
・ NHM-LETKF データ同化システムによって計算されたモデル解析値は科研費課題、推進費課題、他機関との共

同研究（鳥取大等）に活用された。
- 二酸化炭素の衛星逆解析システムは科研費課題、推進費課題や GOSAT 研究公募等において活用された。
- 北極評議会・北極圏監視評価プログラム作業部会・短寿命気候強制力因子の評価報告書に記載するためのモデル計算を本課題で開発された MRI-ESM2 を用いて実施し、計算結果を提出した。
- 気象研エーロゾルライダーによる成層圏エーロゾル長期観測データが、米国大気研究センター（NCAR）の全大気気候モデル（WACCOM6 ）の検証用データとして使用され、結果が公表された（https://doi.org/10.1029/2019JD030943)。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況
（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）　他省庁予算
- 環境研究総合推進費「地球温暖化に関わる北極ブラックカーボンとダスト粒子の動態と放射効果」から得られた観測データや知見により全球エアロゾル輸送モデルを高度化することができた。
- 「温室効果ガスの吸排出量監視に向けた統合型観測解析システムの確立」から得られた知見により衛星観測データの品質管理手法を改良することができた。
- 「原子力事故データの総合解析による事故時の有害物質大気中動態評価法の高度化」で得られた知見をフィードバックして領域化学輸送モデルやそのデータ同化システム開発の進捗を図ることができた。

（２）共同研究
鳥取大学乾燥地研究センターとの共同研究により、モンゴルゴビ砂漠における観測データ等を入手して黄砂発生過程の研究を実施中。

（２）　公募型共同利用による研究
a. 地球シミュレータ公募課題で、高解像度大気モデルを粗い海洋モデルに結合した短期の台風予測実験を実施した。海洋研究開発機構で開発しているモデルとの比較実験を進め、解像度や熱帯の 40～50 日変動が台風の発生や進路予測に与える影響などについて考察が進められ、これらの成果を本所におけるモデル開発で取り込んだ。
b. 「データ同化システムにおける誤差情報の高度利用に関する研究（3)（令和元年度)」(統計数理研究所）で開発された解析誤差推定手法を応用し、本年度、アンサンブルメンバー作成手法を作成した。
c. 「FishTech によるサステイナブル漁業モデルの創出」における On-Spot データ同化手法の開発に関わる共同研究」(令和 1 年～令和 4 年度）(海洋研究開発機構）で得た沿岸同化に関する知見を日本沿岸海況監視予測システムの改良に活かしている
d. GOSAT 研究公募より得ることができた GOSAT 観測データを本課題に活用することができた。
e. JAXA 地球観測研究公募「GCOM-C SGLI エアロゾルプロダクトを用いたエアロゾルデータ同化予測システムの構築と検証」より得ることができた GCOM-C SGLI エーロゾル観測データを本課題に活用することができた。

（３）　科学研究費補助金
a. 基盤 C「マルチモデル相互比較による事例別の季節予測可能性」において、2014 年のエルニーニョ不発事例について、気象研モデルを用いた季節予測結果と他機関の予測結果とを比較した。これらの取り組みは、モデルに依存する誤差の要因の特定に活かされることが期待される。
b. 基盤 A「結合同化システム開発の方法と応用（平成 29～令和 3 年度、研究代表者：統計数理研究所　上野玄太)」では多様な結合モデルに対する同化手法の検討とその評価を行っていて、得られた知見は気象研究所における結合同化システムの改良に活用されている。
c. 基盤 A「海峡力学過程の統合と解剖」(平成 28～令和 2 年度、研究代表者：九州大学　広瀬直毅）で得られた日本海海峡通過流量の変動メカニズムは、日本沿岸海況監視予測システムの改良に活用されている。
d. 新学術「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」（令元年～令和 5 年度、研究代表：海洋研究開発機構　野中正見）で得られた黒潮続流域の変

動メカニズムは日本沿岸海況監視予測システムの改良に活用されている。

e. 基盤 C「黒潮周辺海域における急激な海面水温上昇のメカニズム解明とその沿岸環境への影響評価」(平成 30 年～令和 3 年度、研究代表者：碓氷典久) で得られた黒潮変動や沿岸域の黒潮による暖水波及メカニズムは日本沿岸海況監視予測システムの改良に活用されている。

f. 国際共同加速基金 (H29-R1)「孤立峰における雲風洞を用いたエーロゾル・雲相互作用に関する研究」(代表:梶野主任研究官) で、フランス・クレルモン・オーベルニュ大学に渡航し、NHM-Chem によるエーロゾル・雲の粒径分布・化学組成の評価を行うために、Puy-de-dome 山頂観測所のデータの提供を受けた。

g. 基盤 A「統合粒子モデル開発による水物質を介した気象変化と環境汚染の相乗効果の解明」に参画することにより統合粒子モデルの精緻化を行うことができた。

h. 基盤 B「地球システムモデルの高度化と北極域における黒色炭素粒子の気候影響評価」に参画することにより全球エアロゾル輸送モデルの BC 変質過程等を高度化することができた。

i. 基盤 C「トレーサー濃度と気象観測値の同時データ同化による移流拡散シミュレーション高精度化」から得られた知見により大気微量成分と気象場の同時データ同化システムを開発することができた。

j. 基盤 C「衛星観測データを活用した次世代炭素収支解析システムの構築」に参画することにより化学輸送モデルおよびデータ同化システムの研究が進展した。

k. 基盤 C「オゾンの衛星観測データ均質化とマルチセンサ長期再解析」において、オゾン全量の Level2 衛星観測データを地上からの観測と比較し結合データセットを作成した。このデータセットは、気象庁の次期長期再解析の境界条件と使われるオゾンの基礎的データとなる。

１.５　今後の課題

- 高解像度モデルを気象庁の現業で用いるために、高速化と計算安定化を継続する必要がある。
- 次期地球システムモデル (MRI-ESM3) への新たな境界層過程の導入に向け、研究・開発を加速する必要がある。
- 日本周辺の海面水位の過去の上昇量を適切に評価するためには、20 世紀初頭を含む長期間の再現実験を行う必要がある。
- 次期季節予報システム用 4 次元変分法全球海洋データ同化システムでは、大気の状態を考慮せずに海洋場の修正を行っているので、特に熱帯域で海上風との整合性が崩れ、南赤道海流や熱帯湧昇の再現性が低下するという問題が残っている。この問題を解決するために、今後は海洋場と同時に大気強制力 (風応力や熱フラックス) を修正するスキームを開発すると共に、現業での導入が出来るように結合同化システムの改良を進めていくことが必要である。
- 日本沿岸海況監視予測システムによる海氷予測において、オホーツク海の海氷南下が弱いという系統的な誤差があることが分かった。この誤差は、海洋循環場に起因する海洋亜表層の高温バイアス、および大気フォーシングデータの海上気温に起因することが分かった。この改善策の検討および、現業システムへの導入が今後の課題である。
- 沿岸域のデータ同化の精度向上のためには、現在利用していない流速データの同化が不可欠である。今年度実施した海洋レーダーの海面流速場との検証から流速同化に対して正のインパクトを持つ見込みが得られた。今後は、流速データの同化に向け、同化スキームの改良が必要である。
- 今秋の本庁組織再編に伴い、開発部門と業務部門が分離することによる連携確保の方策 (特に業務部門)。

２. 参考資料

２.１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Merryfield et al., 2020: Current and emerging developments in subseasonal to decadal prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*.
2. 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*.

3. 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.
4. S. Itahashi, 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.
5. 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.
6. Hatsuzuka, D., T. Sato, K. Yoshida, M. Ishii, and R. Mizuta, 2020: Regional projection of tropical-cyclone-induced extreme precipitation around Japan based on large ensemble simulations. *SOLA,* **16**, 23-29.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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**, 19336-19341.
13. 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.
14. 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.

15. 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.
16. 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.
17. 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*.
18. Takaya, Y., 2019: Positive Phase of Pacific Meridional Mode Enhanced Western North Pacific Tropical Cyclone Activity in Summer 2018. *SOLA*, **15A**, 55-59.
19. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, 124, 1865-1886.
20. 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**, 49-54.
21. 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.
22. 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.
23. 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**, 25-30.
24. 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.
25. 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.
26. 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**, 13-18.
27. Sebastian Oscar Danielache, Chisato Yoshikawa, Mizuo Kajino, Satoshi Itou, Wataru Kakeya, Naohiro Yoshida, Yasuhito Igarashi, 2019: Radioactive 35S emitted from the Fukushima Nuclear Power Plant and its re-suspension from the contaminated area. *Geochemical Journal*, **53**, 103-118.
28. 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 CCMI-1. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 1341-1361.
29. 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.

30. 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.
31. Y. Zhao 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.
32. 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. Visioni, 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.
33. K. Lamy et al. , 2019: Clear-sky ultraviolet radiation modelling using output from the Chemistry Climate Model Initiative. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **19**, 10087-10110.
34. 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.
35. Ishizaki, H., T. Nakano, H. Nakano, and G. Yamanaka, 2019: Interdecadal variability of the North Equatorial Undercurrent (NEUC) found in the long-term hydrographic observations along 137° E. *Journal of Oceanography*, **75**, 395-414.
36. 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.
37. 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. Z. E. Gillett, J. M. Arblaster, A. J. Dittus, M. Deushi, P. Jöckel, D. E. Kinnison, O. Morgenstern, D. A. Plummer, L. E. Revell, E. Rozanov, R. Schofield, A. Stenke, K. A. Stone, and S. Tilmes, 2019: Evaluating the relationship between interannual variations in the Antarctic Ozone Hole and Southern Hemisphere surface climate in chemistry-climate models. *Journal of Climate*, **32**, 3131-3151.
38. L.M. Polvani, L. Wang, M. Abalos, N. Butchart, M.P. Chipperfield, M. Dameris, M. Deushi, S.S. Dohmse, P. Jockel, D. Kinnison, M. Michou, O. Morgenstern, L.D. Oman, D.A. Plummer, K.A. Stone, G. Zeng, 2019: Large impacts, past and future, of ozone-depleting substances on Brewer-Dobson circulation trends:A multi-model assessment. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **124**, 6669-6680.
39. 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**.
40. 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 NO_2, CO and NH_3 modeling over China under the framework of MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 181-202.
41. 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.

42. 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.
43. Benoit Meyssignac, Tim Boyer, Zhongxiang Zhao, Maria Z Hakuba, Felix W Landerer, Detlef Stammer, Armin Köhl, Seiji Kato, Tristan L'Ecuyer, Michael Ablain, John Patrick Abraham, Alejandro Blazquez, Anny Cazenave, John A Church, Rebecca Cowley, Lijing Cheng, 2019: Measuring Global Ocean Heat Content to estimate the Earth Energy Imbalance. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 432.
44. Subramanian, A. et al. , 2019: Ocean observations to improve our understanding, modeling, and forecasting of subseasonal-to-seasonal variability. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 427.
45. 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.
46. 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.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. M. Kondo, 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. Arneth, 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*.
2. 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.
3. 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.
4. 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用．*月刊海洋*, **52**, 42-47.
5. 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）．*気象研技術報告*, **83**.

（３）学会等発表

1. 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
2. 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 impoact 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

3. 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
4. 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
5. 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
6. 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
7. 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
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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
14. 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
15. 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
16. 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

17. 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
18. 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
19. 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
20. T. Maki, 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
21. 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
22. 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
23. 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
24. 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
25. T. Maki, 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
26. 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
27. 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
28. 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
29. 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
30. 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
31. 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
32. 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

33. Takaya, Y., Current status and challenges in seasonal predictions of the Asian summer monsoon, AsiaPEX Kick-off Conferece, 2019年8月，札幌
34. 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
35. Yoshida, K. and R. Mizuta, Sudden Stratospheric Warming 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
36. 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
37. 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
38. T. Maki, 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
39. T. Maki, 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
40. 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
41. Y. Fujii, 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
42. 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℃ 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，千葉市
43. 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
44. 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
45. 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
46. 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
47. 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
48. 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

49. 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
50. 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
51. 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
52. 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
53. 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
54. 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
55. 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
56. 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
57. 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
58. 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
59. 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
60. M. Deushi, 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
61. 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砕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
62. 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
63. 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
64. 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
65. 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

66. 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
67. 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
68. 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
69. 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
70. 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
71. 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
72. 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
73. 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
74. 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
75. 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
76. 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
77. 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
78. 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
79. 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
80. 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
81. 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
82. 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
83. 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
84. 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

85. 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

86. 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

87. 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

88. 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

89. 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

90. 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

91. 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

92. 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

93. 広瀬成章，碓氷典久，坂本圭，山中吾郎，高野洋雄，2km 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

94. 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

95. 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

96. 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

97. 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氷速度データの利用，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

98. 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

99. 広瀬成章，碓氷典久，坂本圭，山中吾郎，高野洋雄，日本近海 2km 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

100. 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

101. 豊田隆寛，海洋モデルにおける海氷速度データの利用，次世代大気－海洋－海氷結合モデリング研究会，2019 年 6 月，新潟市

102. 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
103. M. Deushi, 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
104. 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
105. 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
106. 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
107. 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
108. 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
109. 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
110. 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
111. 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
112. 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
113. 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
114. 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
115. 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
116. 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
117. 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，九州大学応用力学研究所研究集会「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，福岡市

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

1. 山中吾郎，気候変動に伴う海面上昇量に関する最近の議論，気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会（第 2 回），2019 年 12 月，東京都千代田区
2. 山中吾郎，検潮と海面上昇，小島嶼国研究会，2019 年 11 月，東京都文京区
3. 前田修平，異常気象の発生メカニズムとその予測，第３７回近畿地区気候情報連絡会，2019 年 10 月，大阪市
4. 前田修平，なぜ起こる？　異常気象の謎に迫る，北区公開講座，2019 年 8 月，東京都北区
5. 前田修平，令和元年夏の陣　５月２４日発表の３か月予報の解説，気候情報の活用に関する講習会，2019 年 6 月，東京都

6. 前田修平，季節予報の展望，筑波大学木曜セミナー，2019 年 11 月，つくば市
7. 今田 由紀子，日本気象学会正野賞「気候モデルを用いた短期気候変動予測研究および極端気象に対する温暖化寄与推定の研究」，2019 年 10，福岡市
8. 眞木貴史、CO2 の放出と吸収のより正確な推定に成功、2019 年 12 月 13 日、報道発表（気象研究所）
9. 田中泰宙、黄砂に関する情報を拡充します、2020 年 1 月 24 日、報道発表（気象庁、九州大学、宇宙航空研究開発機構）

報道対応
毎日新聞「科学の森：続く黒潮大蛇行、影響は」2019 年 6 月 27 日

P　大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究

研 究 年 次 ： １年目／５年計画（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　部長）

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
［気象予報研究部］○山田芳則、橋本明弘、林　修吾、渡邉俊一
［台風・災害気象研究部］和田章義、小野耕介

（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
［気象予報研究部］○毛利英明、北村祐二、水野吉規、守永武史

（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
［気象予報研究部］○大河原望、庭野匡思、谷川朋範
［気候・環境研究部］保坂征宏

（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
［気象予報研究部］○中川雅之、川合秀明、長澤亮二
［全球大気海洋研究部］吉村裕正、新藤永樹
［台風・災害気象研究部］和田章義

（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
［気象予報研究部］○財前祐二、折笠成宏、田尻拓也、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

研究の動機・背景
（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。

（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。

（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付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。

エーロゾルは、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。これらのエー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 として働くエーロゾル粒子、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ーロゾルの 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。

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。

研究の目的

観測や実験と数値シミュレーションを組み合わせて大気の各種物理過程を解明し、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）

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）

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

[1]グレーゾーン問題
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

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）
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。

研究の成果の到達目標
（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。

（副課題２）
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する。

（副課題３）
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）
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ー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する。

（副課題５）
電子顕微鏡による大気エー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の基礎データを得る。また、雲生成チェンバー等の装置を用いた実験やモニタリングを行い、各種大気エーロゾルの CCN 能、IN 能についてのデータを得る。これらの実験結果や測定結果を、新たに開発する詳細微物理モデルによって、解析し、パラメータ化する。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う。

令和元年度の研究計画
（副課題１）
①水平分解能が 125m, 250m, 500m, 1km, 2 km, 5 km 等の NHM による梅雨期・夏季および冬季の再現実験を行い、降水・降雪量や地表面フラックス量、境界層の構造、乱流輸送量、日射量予測等について異なる解像度間の比較・検証を行い、現行モデルや現業モデルの改良点の検討を行う。また、境界層モデル（MYNN, グレーゾーン対応モデル、Deardorff）の違いが予測精度に及ぼす効果を検証する。インパクト実験も適宜実施する。NHM による降雪予測精度については、検証方法も含めた検

討をも行う。
②バルク法やビン法雲微物理モデルによる降水・降雪過程モデルの改良や高度化を行う。
③物理過程の高度化や改良を行うとともに、対流雲の再現性を向上させる。
④高解像度モデルによる発雷予測手法の検討および観測との比較検証を行い，発雷メカニズムに基づいた発雷予測の改良を行う。
⑤asuca への移行準備に着手する。
⑥湿潤 LES 開発のための実験を行い、モデルの問題点等を明らかにする。
⑦広領域高解像度モデル実験のための準備に着手し、フィリピン付近を対象とした予備的な実験を実施する。
⑧熱帯や亜熱帯域での物理過程の改良を検討する。
⑨NHM の高度化と利用促進のために，様々な状況でのモデル計算に資するための力学過程・物理過程の最適化、外部機関での利用を念頭に置いたツールの整備を行う。

（副課題２）
①LES や DNS を用いて安定・不安定・中立な境界層の予備的な数値計算を行い、解析手法について検討する。
②気象研風洞において安定・不安定・中立な境界層の予備的な実験を行なってデータを蓄積しつつ、解析手法について検討する。。
③気象研露場において接地境界層の通年観測を行なってデータを蓄積しつつ、これまでに得られた観測データを解析して乱流輸送の実態を把握する。

（副課題３）
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・積雪観測を継続し、サンプルから不純物濃度を分析する。現地観測を活用して、積雪・海氷等の物理の解明、放射過程等に基づく詳細アルゴリズムの開発を進める。
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
多バンドで時空間分解能の優れたひまわり、長期観測中の MODIS、SGLI を搭載する GCOM-C 等の極軌道衛星、マイクロ波衛星等の衛星データについて、雪氷物理量の監視のためのアルゴリズムの改良を進める。
③雪氷物理過程モデルの高度化と活用
日本周辺および極域での領域モデル計算、全球モデル計算を実施し、地球システムモデルの結果とともにその検証を行う。

（副課題４）
①積雲対流スキームの開発
・グレーゾーンに対応した積雲対流スキームの概念モデルを構築し、理想環境や鉛直 1 次元モデルによる実験を行う。
・観測や湿潤 LES による参照値の収集・作成を進める。
・従来の積雲スキームの見直しと性能評価を行う。
②層積雲スキームの開発
・3 次元モデルでの単発実験と事例調査を行う。またサイクル実験による性能評価を進める。
・浅い対流、境界層スキームの改良の必要性を検討する。
③全球モデルにおける雲微物理過程の改良
・全球モデルの雲微物理過程の見直しを引き続き行う。
・衛星データ等の観測データによる検証を行い、CMIP6 や CFMIP などの枠組みで行われるモデル間比較に参加する。
④全球モデルにおけるエーロゾル雲相互作用の高度化
・地球システムモデルのエーロゾル雲相互作用の部分の見直しを引き続き行う。
・各種観測データによる検証を行い、CFMIP などの枠組みで行われるモデル間比較に参加する。
⑤放射スキームの改良
・雲の水平非一様性とより精緻な雲オーバーラップ等を実現する仕組みの構築を行う。

・観測データ・再解析データによる検証・参照利用を行う。

（副課題５）
①雲生成チェンバーを点検・整備し、実験が可能な状態にする。代表的な内部混合粒子の生成方法を検討する。
②氷晶核（IN）計・雲核（CCN）計等を用いたモニタリングを継続実施する。
③主な大気エーロゾル粒子の CCN 能・IN 能を高精度に表現する、詳細雲降水微物理モデルを開発詳細微物理モデルの開発を行う。NHM-Chem への実装を行い、過去に得られた室内実験や過去再現実験により観測データと比較可能にする。
④文献調査等により、現行の雲スキームの問題点を把握し、改良の方向性を検討する。
⑤外部研究機関等と協力した野外観測・サンプリングを実施して、電子顕微鏡等を用いた個別粒子分析を行い、気候変動や気象予測等に資するエーロゾルの微物理・化学成分の解析を行う。
⑥有効な IN の解明のため、バーチャルインパクターや電子顕微鏡、冷却ステージ付き光学顕微鏡等を用いた予備実験を行い、技術を確立する。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（１）課題全体

5 年計画の初年度であることから、研究の立ち上げに係る準備や環境の整備に注力したなかで、以下に述べるように 5 つの副課題それぞれについて今後につながる研究成果をあげることができた。

（２）副課題

（副課題１）
・バルク法雲物理モデルをベースに素過程追跡スキームを開発し、日本気象学会レター誌 SOLA に投稿した。平成 30 年冬季北陸の大雪事例を対象に数値実験を行い、霰降水寄与率の時空間変化を観測と比較した結果、定性的によく再現できていることが分かった。同じ事例で、氷晶–霰・雪–霰変換過程の時定数に対する霰降水寄与率の依存性を調べ、定量的な検証に着手した。
・平成 29 年 7 月九州北部豪雨・平成 30 年 7 月豪雨を対象とする数値実験により得られた霰混合比の高度分布を発雷観測と比較した結果､霰の介在する発雷機構を支持する特徴を示すことが分かった。
・観測的研究からえられた氷・霰体積（質量）・発雷頻度関係について，数値モデルによる再現実験を実施した．予備的な調査からは放電頻度の増減には霰混合比だけでなく霰（およびその他氷物質）数濃度にも依存する可能性が示唆された.
・気象研スパコン更新に伴うモデル移植について情報収集を行うとともに更新･移植作業に着手した．気象研での asuca 利用に向けて情報収集を行うとともに、利用環境の整備に着手した。
・台風に伴う大雨をもたらした降水システムを対象として、予測精度のモデル解像度依存性を調べる実験を実施しようとしたが、高解像度モデル（水平解像度 1 km）でモデルが異常終了した。この原因は、現時点では氷晶と雨との衝突によるあられ生成が大きくなりすぎていると推察している。異常終了したこの事例について、暖かい雨を two-moment に代えて実験を行うと異常終了はしないものの、再現された降水域はレーダーによる雨域の分布と大きく異なっていた。台風のような熱帯擾乱に伴う降水域の再現性や予測精度を確かめるために、高解像度モデルでは微物理モデルの改良が必要であることが明らかになった。現在、微物理モデルの全体的な見直しを行っており、予測精度のモデル解像度依存性に関する実験は一時的に延期している。

（副課題２）
次年度以降の本格的な研究に向けた基盤整備として、①数値計算・②風洞実験・③野外観測の各々において、計算コード開発・予備実験・予備観測を実施した。大気境界層乱流について以下の学術的な知見が既に得られ、論文として発表している。
①差分誤差に起因する乱流エネルギーの散逸について、評価法を提案し、不安定な境界層における影響を調べた(Kitamura and Nishizawa 2019)。
②日射による壁面過熱が都市街区内の流れや気温に及ぼす影響を風洞における模型実験から明らかにした(Lin et al. 2020)。
③大気汚染物質が森林のキャノピー内に侵入する過程を風洞における模型実験から明らかにした(市

川ほか 2020)。

（副課題３）

①雪氷物理量を測定するための技術開発、連続観測

札幌、長岡、及び北見において自動気象連続観測と定期的な積雪観測を実施し、取得したデータの品質管理を行った。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（Ménard et al., 2019)。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。また、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(Kokhanovsky et al., 2019)。さらに、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、積雪不純物濃度の長期モニタリングを実施し、その結果を JGR にまとめた。併せて積雪粒径、積雪不純物濃度の導出に必要な光散乱粒子モデルを作成した。現在、これらの粒子モデルを基にした衛星観測用の光学テーブル(ルックアップテーブル)を作成中である(一部 D3 課題共通)。

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 号による東アジア域の積雪,オホーツク海海氷面積に関する定常観測を開始した.また、積雪、海氷域の検知率の向上を目指し、引き続きアルゴリズムの改良を行った。これまで開発してきた積雪・海氷プロダクトに関する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。また、ひまわり雪氷データ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。

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（庭野 2019)。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（Niwano et al., 2019)。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。

（副課題４）

①積雲対流スキームの開発

・グレーゾーンに対応した積雲対流スキームの構築に向け、文献調査や関係者と議論を行って情報を収集するとともに、積雲の何を予測するべきかについて検討を行った。理想実験環境の作成に向け、数値予報課 asuca ミーティングに参加して意見交換を行っている。

②層積雲スキームの開発

・Kawai （2017）の層積雲スキームと組み合わせて評価するため、GSM1705 に小森（2009）に基づく浅い積雲対流スキームを導入して予測への影響を調査し、境界層の構造が現実大気に近づく一方、下層雲量は過少になることを確認した。成果は学会で発表するとともに、8/28 の全球予報（GSM）に関する数値予報課と気象研究所の打合せや、開発管理サーバ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 の雲関係の改良に関する論文を出版（GMD）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 層積雲スキームについて記述した。秋季気象学会でも発表した。

・対流パラメタリゼーションの役割の実情（対流性降水・大規模凝結降水の性質、水平解像度依存、観測データとの違い、雲への影響など）について、台風 MIP データ、CMIP5 マルチモデルデータ、それらの対流スキーム off 実験データなどを用いて、概括的に調査した。結果を 7/5 の物理過程開発者会合で紹介し、議論を深めた。また、春季気象学会、及び CFMIP 会合でも発表した。

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-CGCM3、及び MRI-ESM2 の雲関係の要素、及び、エアロゾルの雲への影響を調査した。

⑤放射スキームの改良

・全球モデルの放射計算で多重散乱計算を行う際に必要となる、各鉛直サブカラムでの雲の有無とその雲水量を格子点（格子平均）の雲量と雲水量の値から決定する部分（cloud generator）のコーディングと動作確認を行った。任意の雲量・雲オーバーラップの仮定を、コーディングした cloud

generator に入力し、出力が想定通りとなることを確認した。
・全球モデルの放射計算における氷雲の光学特性について文献調査を行い、その見直しを行った。氷雲の光学特性を見直した場合のインパクトについて、鉛直 1 次元の理想実験で評価した。

（副課題５）
・酸化アルミおよび酸化鉄の雲核、氷晶核特性を用いた実験解析結果をまとめ、J. Meteor. Soc. Japan 誌に投稿した。
・地上モニタリング観測により、実大気エアロゾルの雲核能・氷晶核能の季節変動等を解析した。
・平成 30 年 7 月豪雨を対象として数値実験を行い、雲核数パラメータに対する雲微物理特性の依存性を調べた。
・詳細微物理モデルを開発・改良し、Geosci. Model Dev. 誌に投稿した。また、それを実装した NHM-Chem に関する初期評価結果を J. Meteor. Soc. Japan 誌で発表した。
・越境汚染（福江島）、雲残渣（北極）、森林火災（北米）の各種試料を採取、電子顕微鏡を用いて分析し、米国科学アカデミー紀要やネイチャージオサイエンスなどに発表した。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）

概ね当初の計画通り進んでいる。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）

（副課題２）
・風洞実験においては大型風洞の床面冷却用冷凍機に不具合が生じたため、修理が完了する R2 年度までの間は小型風洞において安定・不安定成層の実験を行うこととした。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）

（副課題２）
・数値計算においては、大気境界層のグレーゾーンに対応した乱流スキームを数値予報課の気象モデル asuca に実装。
・野外観測においては、監視カメラの画像からアメダス露場の積雪深を推定するため画像補正のアルゴリズムを開発(R1 年度観測部技術開発課題)。また課題 D4(GPS による土壌水分観測)に観測データを提供。

（副課題３）
・ひまわり 8 号用の雪氷プロダクトのアルゴリズム開発に協力し、気象衛星センターにおいて同プロダクトの定常的な作成が開始された。
・本課題において改良を進めている積雪変質モデル SMAP の気象庁予報業務（解析積雪深等）への活用に向けた取り組みを開始した。

（副課題４）
・Kawai et al. (2019, GMD)は、CMIP6 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。

（副課題５）
・エアロゾル・雲の航空機観測及び数値シミュレーションによる再現実験は、アラブ首長国連邦（UAE）助成金プロジェクト「乾燥・半乾燥地域における降水強化に関する先端的研究」と連動して実施し、航空機観測データや雲の微物理構造に関する多くの知見を得、またモデルの評価に貢献した。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況
（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）他省庁予算

（副課題３）

地球環境保全試験研究費「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　－地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けて－」（平成 29-令和 3 年度、研究代表者：大河原望）による以下の成果を活用した。

・札幌、ニーオールセンに設置した全天分光日射計（GSAF）データを用いて、積雪粒径、積雪不純物濃度のモニタリングを実施した。同時に積雪粒子モデル、積雪不純物モデルの改良を行い、その結果、これら積雪物理量が高精度でモニタリング可能となった。

・北海道サロマ湖において海氷上の精密な放射観測を実施し、海氷上積雪の有無、積雪深、積雪粒径の違い、海氷厚の違い、生物因子（アイスアルジの濃度など）の違いによって変化する波長別アルベド、透過率の実態把握を行った。

・衛星解析に必要な積雪のリトリーバル解析に用いる２種類の積雪粒子形状モデル（角柱状ボロノイ粒子モデル、凝集体ボロノイ粒子モデル）の妥当性を札幌に設置した 全天分光日射計の観測データ用いて評価した。その結果、小粒子は角柱状ボロノイ粒子モデル。大粒子は凝集体ボロノイ粒子モデル、その中間では両者の混合モデルが適していることが分かった。

・NHM-Chem 算出結果と国内におけるスカイラジオメータおよびライダーの観測結果との比較から、大気中の光吸収性エアロゾル（LAA）のモデル再現性を評価した。また、NHM-Chem-SMAP を構築し、札幌での積雪中 LAA 濃度との比較を実施した。これらの結果から、モデル内の除去係数の過小評価の可能性が示唆され、モデル改良に向けた感度実験や文献調査を実施した。

・極域向けの領域気候モデル NHM-SMAP（化学過程は未導入；現在、導入準備中）を用いて、大気場の変化に伴う積雪粒径増加によるアルベド低下効果及び融雪過程をそれぞれ見積もることを可能とした。

（副課題５）

・環境研究総合推進費「地球温暖化に関わる北極ブラックカーボンとダスト粒子の動態と放射効果」と連動して、北極域のエアロゾルについての調査を実施し、北極域ダストの氷晶核能等について多くの知見を得た。

（２）共同研究

（副課題２）

・風洞実験にかかる論文 市川ほか(2020)は龍谷大との共同研究「地形が大気境界層における拡散現象に及ぼす影響の研究」(H28 年度-R02 年度)に基づく森林における接地境界層の事例解析から得られた成果を活用した。

（３）公募型共同利用による研究

なし。

（４）科学研究費補助金

（副課題２）

・数値計算にかかる論文 Kitamura and Nishizawa (2019)は科研費 18H05055（新学術領域研究）「地表面フラックス見積りスキームの改良とそれによる南極域氷床の表面質量収支評価改善」（平成 30-令和元年度）における理研担当者との研究から得られた成果を活用した。

・風洞実験にかかる論文 Lin et al. (2020)は国立環境研との共同研究(基盤 C)「粒子画像解析に基づく乱流計測技術に関する研究」(H28 年度-R05 年度)に基づく都市における接地境界層の事例解析から得られた成果を活用した。

・風洞実験にかかる論文 市川ほか(2020)は科研費 17K00526「里山における大気汚染物質・熱の輸送・拡散過程の解明」(H29 年度-R01 年度)に基づく森林における接地境界層の事例解析から得られた成果を活用した。

（副課題５）

・各種エアロゾル粒子の雲核能・氷晶核能に関する実験、観測は、基盤研究（A)「大気エアロゾルが

雲・降水過程に及ぼす影響解明に関する研究」、基盤研究(B)「冬季関東を巨大チャンバーに模した、ＣＣＮ生成過程に関する研究」、基盤研究(C)「発生初期における巻雲の氷晶発生・成長機構解明に関する実験的研究」と連動して実施し、金属酸化物エアロゾルの氷晶・雲凝結核特性のパラメタライズ式などの成果を得た。

・詳細微物理モデルの開発は、国際共同加速基金「孤立峰における雲風洞を用いたエアロゾル・雲相互作用に関する研究」、基盤研究（A)「統合粒子モデル開発による水物質を介した気象変化と環境汚染の相乗効果の解明」と連動して実施し、NHM-Chem へ搭載する詳細エアロゾルモデル等を開発した。このモデルは、今後、エアロゾルの雲降水へ影響の他、スモッグ、黄砂、視程予測の精緻化に寄与することが期待される。

・エアロゾルの物理化学特性の調査を、基盤研究（B)「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」、若手研究（B)「気候に影響を与える光吸収性有機エアロゾルの個別粒子解析に関する研究」及び、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」、基盤研究（A)「揮発性が異なる元素の気化に伴う同位体分別が拓く環境地球化学の新展開」と連動して実施し、森林火災から放出される有機エアロゾルの生成や物性変化を明らかとする成果を得た。

・基盤研究（B)「北極圏における氷河起源ダストが氷晶核分布に与える影響の評価」、基盤研究(B)「環境水中のナノ・マイクロ粒子の実時間測定法の開発と応用」、基盤研究(A)「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」と連動して、氷河中の粒子や北極域でのエアロゾルサンプルを採取・分析し、氷河の融解によって放出される鉱物粒子が、氷晶核として機能していることを実証した。

１．５　今後の課題

（副課題１）

・熱帯擾乱に伴うような降水雲について、高解像度モデルにおいて安定して計算できるように微物理モデルの開発と改良。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Adachi, K., Sedlacek, A.J., Kleinman, L., Springston, S.R. Wang J., Chand, D., Hubbe, J.M., Shilling, J.E., Onasch, T.B., Kinase, T., Sakata, K., Takahashi, Y., Buseck, P.R, 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*, 201900129; DOI: 10.1073/pnas.1900129116
2. Ching, J., K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, and M. Kajino,2019: Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition, *npj Climate and Atmospheric Science*, 2, Article number: 22.
3. 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, doi:10.2151/sola.2020-009.
4. Hiranuma, N., Adachi, K., Bell, D. M., Belosi, F., Beydoun, H., Bhaduri, B., Bingemer, H., Budke, C., Clemen, H.-C., Conen, F., Cory, K. M., Curtius, J., DeMott, P. J., Eppers, O., Grawe, S., Hartmann, S., Hoffmann, N., Höhler, K., Jantsch, E., Kiselev, A., Koop, T., Kulkarni, G., Mayer, A., Murakami, M., Murray, B. J., Nicosia, A., Petters, M. D., Piazza, M., Polen, M., Reicher, N., Rudich, Y., Saito, A., Santachiara, G., Schiebel, T., Schill, G. P., Schneider, J., Segev, L., Stopelli, E., Sullivan, R. C., Suski, K., Szakáll, M., Tajiri, T., Taylor, H., Tobo, Y., Ullrich, R., Weber, D., Wex, H., Whale, T. F., Whiteside, C. L., Yamashita, K., Zelenyuk, A., and Möhler, O., 2019: A comprehensive characterization of ice nucleation by three different types of cellulose particles immersed in water, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 4823-4849.

5. 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流体力学的効果の解析，*大気環境学会誌*，**55**，50-59.
6. 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology - chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**, 337-374.
7. 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.
8. Kinase, T., Adachi, K., Oshima, N., Goto‐Azuma, K., Ogawa‐Tsukagawa, Y., Kondo, Y., et al, 2020: Concentrations and size distributions of black carbon in the surface snow of eastern Antarctica in 2011. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, **125**, e2019JD030737.
9. 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, doi:10.1002/asl.905.
10. 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., Zuhr, A., Vladimirov, 2019: Retrieval of snow properties from the Sentinel-3 Ocean and Land Colour Instrument. *Remote Sensing*, **11**, 2280, doi:10.3390/rs11192280.
11. 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, doi:10.2151/jmsj.2019-032.
12. Kurisu, M., K. Adachi, K. Sakata, and Y. Takahashi, 2019: Stable Isotope Ratios of Combustion Iron Produced by Evaporation in a Steel Plant, *ACS Earth and Space Chemistry*, **3**, 4, 588-598.
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. 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, doi:10.5194/essd-11-865-2019.
15. Masashi Niwano, Akihiro Hashimoto, and Teruo Aoki, 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt. *Scientific Reports*, **9**, 10380, doi:10.1038/s41598-019-46152-5.
16. 庭野匡思，2019：グリーンランド氷床における近年の急激な雪氷質量損失　ー現地観測と数値モデルによるメカニズム理解の試みー，*天気*，**66**(3)，225-230，doi：10.24761/tenki.66.3_225.
17. Niwano, M., Hashimoto, A., and Aoki, T., 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt, *Sci. Rep.*, **9**, 10380, doi:10.1038/s41598-019-46152-5.
18. Ohtake H., F. Uno, T. Oozeki, S. Hayashi, J. Ito, A. Hashimoto, H. Yoshimura, Y.

Yamada, 2019: Solar irradiance forecasts by mesoscale numerical weather prediction models with different horizontal resolutions. *Energies*, **12**, 1374, doi:10.3390/en12071374.

19. 小野﨑 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, 10.2116/bunsekikagaku.68.757.
20. Tobo, Y, Adachi, K, DeMott, PJ., Hill, TC, Hamilton, DS, Mahowald, NM, Nagatsuka, N, Ohata, S, Uetake, J., Kondo, Y, Koike, M, 2019: Glacially sourced dust as a potentially significant source of ice nucleating particles, *Nature Geoscience*, **12**, 253-258.
21. 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.
22. Yoshizue, M., Iwamoto, Y., Adachi, K. et al. 2019: **J Oceanogr**, **75**: 513. https://doi.org/10.1007/s10872-019-00519-4
23. 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 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**, 5.07-5.08.
2. Hashimoto, A., N. Orikasa, T. Tajiri, Y. Zaizen, and M. Murakami, 2019: Numerical simulation of shallow cloud formation in the United Arab Emirates. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 5.09-5.10.
3. 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ルク・カナックにおける 強風の出現特性. *北海道の雪氷*, **38**, 81-84.
4. 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.
5. 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.
6. 関口 亮平, 長澤 亮二, 中川 雅之, 籔 将吉, 2019: 放射過程, *数値予報課報告・別冊,* **65**, 気象庁予報部, 66-80.
7. 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.
8. 山下克也, 中井専人, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 荒木健太郎, 村上正隆, 斎藤篤思, 田尻拓也,2019: 2014 年２月大雪時の東京西部と山梨東部の降雪粒子種の特徴. *気象研究ノート*,**240**, 365-382.
9. 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.

（３）学会等発表

1. Adachi, K., T. Kinase, Single-particle analyses of aerosol particles using transmission electron microscopy and cold stages with an optical and scanning electron microscopes, AGU Fall meeting, 2019 年 12 月サンフランシスコ
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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 年秋季大会，2019 年 10 月，福岡
6. 橋本明弘，数値気象モデルによる雲粒寄与率予測値を用いた新雪比表面積の推定，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
7. 橋本明弘，山崎哲秀，青木輝夫，庭野匡思，山口悟，グリーンランド北西部のシオラパルク付近におけるおろし風の出現頻度，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. 橋本明弘,降雪メカニズムと新雪比表面積との関係に関する数値実験，雪氷学会北信越支部大会，2019 年 6 月，新潟県長岡市
9. 橋本明弘,領域気象モデルを用いた地上降雪粒子の再現性の現状と展望，「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，新潟県長岡市
10. 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
11. 橋本明弘，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
12. 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
13. 橋本明弘,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
14. 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（SE-Dome）アイスコアに関する研究集会，2019 年 11 月，札幌市
15. 橋本明弘,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，2019 年 11 月，新潟県長岡市
16. 橋本明弘,平成 30 年 7 月豪雨の雲微物理特性に関する数値実験，2020 年 2 月，立川市
17. 林修吾，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
18. Hayashi, S., 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
19. 林修吾,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
20. 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
21. 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

22. 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
23. 川合秀明，マダガスカルで見た蜃気楼　― 推定される大気境界層の温度プロファイル ―，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
24. 川合秀明,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
25. Kawai, H., 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
26. 川合秀明，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
27. 北村祐二，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
28. 黒﨑豊，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氷変動の復元，雪氷研究大会（2019・山形），2019 年 9 月，山形市
29. 毛利英明，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
30. 守永武史，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
31. 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
32. 中川雅之，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
33. 中川雅之，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
34. 庭野匡思，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
35. 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
36. 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
37. 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
38. 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
39. 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
40. 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
41. 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 年秋季大会，2019 年 10 月，福岡
42. 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

43. 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
44. 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向性，「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
45. 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
46. 田尻拓也，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
47. 田尻拓也，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
48. 田尻拓也，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
49. 田尻拓也，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
50. 田尻拓也，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
51. 田尻拓也，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
52. 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
53. 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
54. 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℃ 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，千葉市
55. 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
56. 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
57. 山田芳則，2018 年台風 21 号に伴う近畿地方の風のドップラーレーダー解析，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
58. 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
59. 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２，2019 年度秋季大会，2019 年 5 月，東京都
60. 財前祐二，折笠成宏，田尻拓也，つくばで観測された新粒子生成イベントとその後の成長，2019 年度エアロゾル討論会，2019 年 9 月，東広島市
61. 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
62. 折笠成宏，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

63. 折笠成宏，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，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年 5 月，千葉県千葉市
64. 折笠成宏，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
65. Orikasa, N., 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
66. Orikasa, N., 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
67. 折笠成宏，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

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

令和２年２月 17 日取材

テレビ朝日映像（株）「気象研究所の雲生成チェンバーと人工降雨研究について」

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 年 次 ： １年目／５年計画（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　部長）

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
［気象観測研究部］○岡本幸三、上清直隆、石橋俊之、近藤圭一、小田真祐子
［台風・災害気象研究部］林　昌宏
［気象予報研究部］中川雅之

（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
［気象観測研究部］○瀬古　弘、川畑拓矢、藤田匡、澤田謙、堀田大介、岡本幸三、小司禎教、酒井哲、吉田智、近藤圭一
［台風・災害気象研究部］　荒木健太郎

（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
［気象観測研究部］○石元裕史、山崎明宏、工藤　玲
［台風・災害気象研究部］林　昌宏
［気象予報研究部］大河原　望、谷川朋範、長澤亮二

（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
［気象観測研究部］○小司禎教、酒井　哲、吉田　智
［台風・災害気象研究部］永井智広

研究の動機・背景
（社会的背景・意義）
近年の「今まで経験したことのない」という言葉が聞かれる豪雨災害（H30.7 豪雨における西日本各地やH23.8の台風12号による紀伊半島、H26.8広島、H25.11のフィリピンを襲った台風30号）などが頻発している。また、地球温暖化に伴い、極端な降水がより強く頻繁に発生する可能性も指摘されている。近年の自然災害の激甚化や少子高齢化等の社会環境の変化の顕在化等を受けて、今後 10年程度の中長期を展望して取りまとめられた交通政策審議会気象分科会の提言（H28.8.20）では、防災のため、豪雨等の予測精度向上と長いリードタイムの確保などのための観測・予測技術の高度化の必要性が指摘されている。

激しい災害をもたらす豪雨や突風、台風等は、一般的に短時間に局地的に発生することや、雲物理からモンスーンまで様々なスケールの現象が相互作用するため、正確な予測が困難である。それらの現象をより長いリードタイムを確保し、もしくはより短いスピンナップで精度良く予測ができるシステムの構築が望まれている。近年の高密度・高頻度・高精度な観測データと電子計算機の発達により、上記を実現する高度な同化法の開発が可能になった。

また、激しい災害をもたらす豪雨や突風、台風等による被害を軽減するためには、その機構を解明し予測精度を向上させる必要がある。これには、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。

高機能・高時空間分解能化が進む静止気象衛星や各種地球観測衛星の観測データを用いて、その特性に応じた解析を実施し、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。その実現のためには雲・エーロゾル・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。また、エーロゾルの組成別の情報や雲の特性を把握し、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、気象災害を激甚化・多発化させる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ー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。人為起源エーロゾルの主要な排出源である東アジアでは、今後、最大のエーロゾルの排出国である中国におけるエーロゾルの総排出量は減少することが予想されているが、温暖化の効果を持つ黒色炭素エーロゾルの削減が十分でない場合には、温暖

化がさらに加速する可能性が指摘されている。

（学術的背景・意義）

大気現象は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全球数値予報データ同化システムが不可欠である。雲粒から惑星スケールの波動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。

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ーには限界がある。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、非常に多くの高密度・高頻度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な大量の観測データの同化に対し、これを克服する手法の開発が必要である。

近年実用化されたアンサンブル予報では、単に予報に使えるだけではなく、それを高度利用することにより、気象学的に大きな意義がある「顕著現象を発生・維持させる要因」の解明などの研究に資することが期待される。

可視、赤外から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系の放射伝達計算や、そこに含まれる雲・エーロゾル等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。

エー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ーロゾルは、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。エー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、エー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。

GNSS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をデータ同化している。GLONASS、GALILEO、準天頂衛星等近年の複数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開発が途についたばかりであり、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)の開発が盛んに行われている。

（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同化システムの精度向上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、数値予報課から特に全天候域での輝度温度同化など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。
- メソアンサンブル予報の現業的利用が2019年度に開始された。「全外し」を少なくする摂動作成法の開発とともに、極端シナリオの抽出法などのアンサンブル予報の高度な利用法の開発が望まれている。
- 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、また陸面データ同化など個々の同化手法の改良につながる知見の提供が望まれている。
- 予報課や航空予報室に対し、メソアンサンブル予報システム改良や高度な利用方法についての知見を提供したい。さらに、スピンアップが短く、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。
・数値予報課、観測部に対し、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。
・観測部からの要望事項である「ひまわり 8/9 号プロダクト開発」に対応する。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。
・地球環境・海洋部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への支援が可能となり、同業務の安定実施に貢献する。
・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。
・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、線状降水帯等甚大な災害をもたらす気象現象の機構解明・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。

研究の目的

台風、集中豪雨等の監視・予測精度向上のため、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・予測技術の開発を一体的に進める。

研究の成果の到達目標

（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と利用法の開発（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）

(a) 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、観測システムシミュレーション実験（OSSE）を実施する。
(b) 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）

(a) シビア現象に適用でき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（EnVar や粒子フィルター（PF）など）を開発する。さらに陸面等の結合同化の有効性を調査し、有効であれば、陸面等の結合同化手法を開発する。
(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。これらの手法を用い、より短いスピンアップで、予測のより長いリードタイムを目指す。
(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

シビア現象のアンサンブル予報の摂動作成法を改良し､｢全外し｣が少なくなるアンサンブル予報システムの開発を行う。

（副課題３）

(a) 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により、NOAA/NESDIS 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 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。
(b)大気・地表面放射モデルの改良
　エー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。
(c) 大気放射収支の変動及びエーロゾル・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、エーロゾル・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）
(a) GNSS、水蒸気ライダーを含む複数の観測機器を統合し、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。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。水蒸気ライダーの観測や開発及び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) 水蒸気ライダーや GNSS の観測、データ解析技術の開発と改良を行い、既存の観測網に加え地上デジタル波、レーダー電波の位相等新たなリモセン機器と統合処理し、水蒸気の時空間構造を高精度でとらえる手法の開発を実施することで、豪雨をもたらす気象現象の機構解明や予測に資する。

令和元年度の研究計画
（副課題１）
(a) 衛星データ同化の高度化
・「ひまわり」の全天候域輝度温度の全球データ同化の検証・改良を引き続き継続する。
・マイクロ波センサ輝度温度の全球同化について、動的な陸域射出率推定手法を導入し、検証を行う。
・「ひまわり」後継衛星搭載ハイパースペクトルサウンダのインパクト評価のための OSSE について、誤差設定などの処理の精緻化や、複数の事例に対する評価を行い、結果をまとめる。
・高速放射伝達モデル RTTOV の全天候域での検証を、独立した衛星シミュレータ（Joint-Simulator）や「ひまわり」観測と比較しながら実施する。
(b) 全球データ同化の高度化
・アンサンブルを用いた同化システムについて、4 次元（時空間）の背景誤差共分散の高精度化等によって解析精度の向上を図る。さらに誤差の非ガウス分布を考慮した同化手法の有効性調査を開始する。
・観測誤差相関を考慮した観測データの高密度同化や、水物質の情報を持った観測データの同化を進め、観測情報を拡充する。
・既存及び将来観測データの解析や予報場へのインパクトを評価する。
・モデル誤差を感度解析等によって検出し、解析への影響を軽減する。

（副課題２）
(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
・気象研究所に移植したメソ NAPEX や局所アンサンブル変換カルマンフィルタ（LETKF）の改良を継続する。
・非線形や非ガウス分布なシビア現象にも適用できるアンサンブル変分法（EnVar）や PF についての情報を収集する。

(b) 領域モデルを対象にしたひまわりデータ等の高頻度・高密度な観測ビッグデータの同化法の開発
・ひまわりデータや偏波レーダー、フェーズドアレイレーダー等の高頻度・高密度な観測ビッグデータについての特性を調べる。
・観測ビッグデータの最適なデータ間引き法等の検討を開始する。
・観測ビッグデータを用いて、より短いスピンアップで精度良く予測するための同化手法について検討を開始する。

・ハイパースペクトルサウンダの観測システムシミュレーション実験を行う。
(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
・メソスケール現象のアンサンブル予報において、摂動作成法の改良を行い、「全外し」となるアンサンブル予報の特徴を調べ、「全外し」が少なくなる摂動作成法についての検討を開始する。

（副課題３）
(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
・ひまわり等衛星データを利用した最適雲推定(OCA)による雲物理情報の抽出アルゴリズム開発、エーロゾル効果の導入による日射量推定アルゴリズムの改良を行う。
(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
・ひまわり８号データを用いた火山灰解析アルゴリズム開発に関連して、赤外サウンダシミュレータ開発を実施する
(c) 大気・地表面放射モデルの改良
・積雪粒子の融解・変質シミュレーションを行い、散乱特性計算のための粒子モデルを作成する。
(d) 大気放射収支の変動及びエーロゾル・雲の監視技術の高度化
・地上放射観測網によるエーロゾル光学特性等の連続観測及び解析を行う。
・分光日射観測システムの開発及び同システムを用いた連続観測を行う。
・放射計校正技術の開発を行う。

（副課題４）
・水蒸気ラマンライダーを用いた観測とデータ同化グループへのデータ提供。水蒸気 DIAL の開発。
・引き続き、九州西方を航行する船舶に搭載した GNSS から可降水量を解析し、精度評価を行うとともに、副課題２に同化用データとして提供する。11 月に撤去を行い、２年間の結果をまとめる。
・複数の観測機器を統合した、水蒸気の時・空間構造を高精度でとらえる手法のプロトタイプを開発し、気象災害事例に適用する。
・観測や解析された３次元大気情報の評価、顕著気象現象の機構解明のため、高層ゾンデ観測を実施する。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（副課題１）
(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、気象庁予報部数値予報課が作成した輝度温度疑似観測や実験環境を気象研全球 NAPEX に移植し、同化予報実験ならびに結果の解析を行っている。
- ひまわり８号の全天候輝度温度データの同化に向けて、全球同化システムへの導入・検証を進めている。品質管理や観測誤差モデルは、昨年度まで NHM-LETKF で調査・試験したものを適用し、有効性を確認した。さらにヤコビアンが異常値を示す観測点を除く品質管理を追加し、同化実験を行っている。また全天候輝度温度の再現性を調べるため、放射伝達モデル RTTOV や Joint-Simulator と観測との比較を行っている。
- マイクロ波輝度温度同化における陸域高度利用について、陸上域のマイクロ波輝度温度データを有効に処理して解析・予報精度改善するため、気象研全球 NAPEX を用いて陸面射出率の動的推定手法の研究開発及び導入を進め、評価を行っている。
-

(b) 全球データ同化システムの改良
- 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気象研全球 NAPEX 上で進めており、完全に流れ依存した背景誤差、観測誤差相関の導入、解析変数の拡張等の導入による顕著な精度改善が得られている。数値予報課観測データ処理グループ会合や気象庁・理化学研究所情報交換会等で適宜情報共有している。
- アンサンブルを用いた変分法において、必須となる局所化手法の高度化について研究を進めている。特に EnVAR では、背景誤差共分散の時間発展が問題となると認識しているので、まずは背景誤差共分散のノイズをきれいに取り除くという観点から、マルチスケールの局所化について、簡

易的なモデルに実装し、研究を進めている。
- 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、非線形性が強い熱帯やストームトラックでは非ガウス性が強くなり、解析誤差が大きくなる傾向があることを示した。

（副課題２）

(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
- 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。
- 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。
- 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。

(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
- ドップラーレーダーの動径風について観測誤差の統計的特徴を調べ、データ同化における観測誤差の精緻化による予測へのインパクトの事例調査を行った。精緻化された観測誤差を用いて高頻度高密度観測の効果をより有効に引き出すためには「流れに依存する背景誤差」を考慮した同化手法が望ましいことがわかった。
- シーロメーターで推定する境界層の上端の高度について、事例ごとに大きく様相が異なり、一般的な推定法の作成が難しいことが分かった。
- 2016 年 8 月 2 日の孤立積乱雲のケースについて、二重偏波パラメータの同化に取り組み始めた。
- 船舶搭載GNSSと浮遊ブイ搭載GNSSで観測した可降水量について、気象研メソNAPEXを用いて同化実験を行った。船舶搭載GNSSではGNSS可降水量を同化すると降水分布が改善する事例があることを確認した。
- GNSSデータの同化手法における背景誤差の鉛直方向の局所化の効果について、1次元モデルを用いて調べた.
- 気象研究所や関西国際空港のドップラーレーダーの位相データを用いて遅延量(T4課題から提供)の時間変化が明瞭に見えることを確認した。さらに屈折率の時間変化量に変換するとともに、降水分布との対応を調べた。また、関西国際空港のドップラーレーダーで得られた屈折率の時間変化量とGNSSデータ、フェーズドアレイレーダーの動径風をNHM-LETKFに適用して同化実験を行った。大阪平野で発生した局地的大雨の場合、屈折率の時間変化量のインパクトはGNSSよりも小さいことがわかった。遅延量を算出するためのプログラムを気象庁観測部の担当者と共有した。
- ひまわりの後継衛星の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、気象研メソ NAPEX を用いて平成 30 年 7 月豪雨と平成 29 年九州北部豪雨の事例について OSSE を行い、平成 30 年 7 月豪雨についてサウンダによる観測で得られると想定される温度や湿度の鉛直分布が豪雨の降水予報を改善することを示した。
- アンサンブルを用いた観測誤差の動的推定手法を開発し、OSSE によって適切に誤差が更新されていることを確認した。
- 非ガウス分布する高次元データをガウス分布する低次元データに変換できる技術をAI分野で開発されたアルゴリズムを援用して開発し、台風の位置ずれを模した理想実験によりその有効性を確認した。
- 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元､AI を用いたノイズ除去手法を開発し、従来手法と同等の精度を得ることが出来た。今後、解像度を上げるなど高度化に取り組む。
- モデルパラメータの推定に関して、アンサンブルから作成した仮想空間を利用して効率的に最適な推定を行う手法を試み、想定通りの結果を得ることが出来た。

(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分解解析を行い、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。

（副課題３）

(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

- OCA プロダクトを用いてひまわり 8 号観測データによる日射量プロダクトの開発を実施し、地上気象観測との比較や基準地上放射観測網（BSRN）の比較などの検証を行っている。また、日射量プロダクト作成技術を応用して光合成有効放射（PAR）プロダクトの開発さらに農業・食品産業技術総合研究機構から提供された PAR の地上観測値について比較検証を行っている。

(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

- OCA を改良し、ひまわり 8 号と GCOM-C/SGLI が観測した火山灰雲を独自アルゴリズムで解析できるようにした。噴火事例解析を開始し、VOLCAT リトリーバル結果との整合性や火山灰物質情報（複素屈折率）による結果の依存性についての調査を実施している。
- 火山灰雲パラメータや SO_2 カラム量と同時に火山灰複素屈折率を推定する赤外サウンダ（AIRS, IASI）用高速スペクトルシミュレータ（MBCRM）を新たに開発した。また推定した複素屈折率に対応するひまわり OCA/VOLCAT 用散乱特性 Look Up Table（LUT）を整備した。過去噴火事例について MBCRM による赤外サウンダデータ解析を実施し、各火山に対応する最適 LUT の推定を行っている。

(c) 大気・地表面放射モデルの改良

- マイクロ CT（断層撮影法）データから詳細な霰・雪片形状モデルを作成し、その偏波特性の理論計算を行った。
- 地上可搬型全天分光日射計データから積雪粒径を導出するために必要な積雪粒子形状モデルを開発した。
- 積雪の波長別偏光特性を調べるための大気-積雪放射伝達モデルを開発した.
- これまでに開発してきた衛星搭載イメージャとライダー（現行衛星搭載機器MODIS-CALIOP、次世代衛星EarthCARE）を複合利用することで、ダストや黒色炭素などのエーロゾル組成の全球三次元分布を導出する手法を改良した。また、現行衛星のデータを使って、エーロゾル組成の全球三次元分布を導出、地上分光放射計による検証、さらに放射強制力の見積もりを行った。結果は、他の研究と概ね等しいものであった。
- 衛星搭載ライダーの解析用に、火山灰の粒子モデルを作成した。

(d) 大気放射収支の変動及びエーロゾル・雲の監視技術の高度化

- 気象庁環境管理官のスカイラジオメーター観測の安定運用に向け、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。
- 気象庁環境管理官がマウナロア観測所で実施するスカイラジオメーターの検定観測に係る技術指導と、検定データ解析に係る技術提供を継続して行った。
- 南鳥島でのエーロゾル観測強化、現業化に向けての検討を開始した。
- 新しいエーロゾル情報算出時のデータ解析・利用法に係る助言と、直射光観測によるエーロゾル粒径分布導出プログラムの提供を行った。
- 分光放射計（スカイラジオメーター）によるエーロゾルの解析手法を、航空機のデータを使って検証しながら、改良した。この解析ソフトを環境管理官へ提供した。
- 全天空の輝度分布を定量化する新型の全天カメラを開発。計測データから、三次元放射伝達理論に基づいて、不均質に分布した雲の光学特性を導出する手法を開発した。分光放射計や日射計の地上観測プロダクト、ひまわりやGCOMの衛星プロダクトとの相互比較検証を行い、概ね他のプロダクトと同一の結果が得られることを確認した。

（副課題４）

(a) 水蒸気ライダー

- インパクト評価実験に用いるために、水蒸気ライダーを用いた観測を2019年暖候期に東京湾岸(川崎市・茅ヶ崎市）とつくばで実施し、期間中ほぼ連続的に水蒸気鉛直分布を、日中高度 0.1～約 1 km, 夜間 0.1～約 5 km の範囲で取得した。
- 2017 年 8 月 30 日の東京都北部で発生した降水事例に対して、川崎市に設置した水蒸気ライダーで

得られた水蒸気鉛直プロファイルのデータ同化実験を行った。水蒸気鉛直プロファイルの同化により、水蒸気ライダーの下流側に位置する降水域で、下層水蒸気量増加および収束強化のインパクトが確認された。

- 2017 年 7 月の九州北部豪雨事例を用いて、水蒸気ライダーや GNSS の OSSE に着手した。
- 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。
- AI を用いた水蒸気ライダー観測データの品質管理手法および混合層高度検出手法の開発に着手した

(b) 船舶 GNSS

- 船舶搭載GNSSによる観測を通年実施し、連続観測に耐えることを確認した。解析された可降水量解析と高層ゾンデや衛星搭載マイクロ波放射計を比較し、平均差1mm未満、差の標準偏差3mm未満の一致度を得た。
- 船舶搭載GNSSの位置推定誤差が可降水量の誤差と関連していることを発見した。また潮汐モデルを用いることで誤差を軽減できる可能性があることを確認した。

(c) 水蒸気の時・空間構造解析

- 3次元変分法による高頻度地上観測データ同化により，夏季東京の平均的な大気構造の日変化、及び豪雨の環境場の解析を行った.
- 首都圏に70mm/h以上の短時間強雨が発生する場合、鹿島灘からの北東風と東京湾からの南東風が収束する場合が多いこと、また豪雨となる場合は鹿島灘からの北東風は下層で多湿であることがわかった。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度

概ね計画どおり進捗している。

（２）当初計画から変更した点

（副課題２）

「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）

(a)ひまわり OCA を用いた日射量プロダクト・PAR プロダクト開発・大気不安定指数は本庁からの要望を受けた形で研究計画に追加した。

(d)温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) の地上検証を行うため、2009 年から 2018 年にかけてのつくば設置スカイラジオメーターから導出した光学的厚さ、一次散乱アルベドのデータを国立環境研究所 GOSAT 地上検証グループに提供した。これによりエーロゾルによる影響を考慮した GOSAT の地上検証が実施される。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況

（副課題 1）

・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(c6)でも基盤システムとなっている。また、他の課題に関連した観測システム実験でも利用されており、気象研メソ NAPEX の導入、本庁計算機移植、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。

・観測誤差共分散行列の高精度推定による観測情報の拡充については、現業化を目指して数値予報課と協力して進めている。

（副課題２）

・LETKF を用いたアンサンブル同化システムは、「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発、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」において用いられた。

・LETKF を用いたアンサンブル同化システムは、「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」」において用いられた。

（副課題３）

(d)開発したスカイラジオメーターのエーロゾル解析ソフトを気象庁環境管理官へ提供した。また、解析に関する助言を行った。さらに、スカイラジオメーターの国際コミュニティのヨーロッパの研究チームに提供し、他のソフトと比較検証することとなった。

(d)JAXA、千葉大学、山梨大学で共同開発していた GOSAT シリーズの地上検証用の分光測器のベースデザインに、本研究で開発した全天カメラによる輝度分布測定手法を取り入れることとなった。

（副課題４）

- 気象庁地球環境海洋部における凌風丸代船検討において、GNSS水蒸気観測システムの導入が検討されている。
- 気象庁のGNSS水蒸気解析システムで使用しているリアルタイム軌道情報MADOCAの代替検討に成果が利用されている。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況

（１）他省庁予算

（副課題４）

- 内閣府の第二期戦略的イノベーション創造プログラムの中で、福岡大学と共同で九州での水蒸気ライダー観測を計画。

（２）共同研究

（副課題１）

- 情報通信研究機構(NICT)との共同研究「衛星搭載 3 次元風観測ドップラーライダ開発・利用に関する共同研究」（研究代表者：岡本幸三、NICT 石井昌憲）を通して得られた衛星搭載ドップラーライダー（DWL）のシミュレーションデータは、データ同化における前処理の開発、データ同化実験の実施や OSSE の検証に用いられており、DWL が数値予報改善に寄与することが確認された。

（副課題３）

(c)国立環境研究所の JAXA 受託研究「衛星搭載ライダーおよびイメージャを用いた雲・エアロゾル推定手法の開発およびプロダクトの地上検証」において、CALIPSO-MODIS を複合利用したエーロゾル組成の全球三次元分布の解析手法を開発した。その結果を利用し、放射強制力の全球分布の導出などを行った。

（副課題４）

- 福岡大学との共同研究により、福岡大学が行っている新規水蒸気ライダー開発に技術提供などを通して協力。

（３）公募型共同利用による研究

（副課題 1）

- JAXA の第 2 回地球観測研究公募課題「全球データ同化システムを用いた、衛星シミュレータ及び衛星同化の検証と改良」（代表：岡本幸三）において、衛星シミュレータやモデルの検証を行っており、ひまわり等の全天候輝度温度同化の開発に寄与している。

（副課題２）

- 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で用いた平成 30 年 7 月豪雨の数値実験は、「ポスト「京」で重点的に取り組むべき社会的・科学的課題に関するアプリケーション開発・研究開発、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」で計算した。
- NHM-PF の開発の一部は、令和元年度統計数理研究所共同利用「一般研究 2」における研究課題「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」として、統計数理研究所のスパコンを用いて行われた。

（副課題３）
(b)宇宙航空研究開発機構第 2 回地球観測研究公募「複合衛星データを用いた火山灰アルゴリズムの開発」(2019 年度-2021 年度、石元裕史）の一環として、衛星赤外サウンダシミュレータの開発、ひまわり及び GCOM-C に対応した火山灰解析用 OCA の開発を行った。

(c)九州大学応用力学研究所令和元年度一般共同研究「粒子散乱モデルと衛星・地上ライダ／レーダ解析技術の高度化」(石元裕史）において、非球形氷粒子のライダ後方散乱特性の計算を行い、衛星ライダデータ解析用のデータベース構築に協力した。
(d)JAXA 共同研究契約「GCOM-C 大気プロダクト評価のための検証データの取得と提供」において、衛星データの地上検証としてスカイラジオメーターと全天カメラのデータの提供を行った。

（４）科学研究費補助金
（副課題 1）
- 科研費基盤研究 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」(2019～2022、研究代表：岡本幸三）において、ひまわりの全天候同化やマイクロ波射出率の動的推定、風ライダーの同化などの衛星データ同化の高度化、さらにこの成果を利用した台風メカニズムの解明に取り組んでいる。
- 科研費若手研究 B「巨大アンサンブルデータ同化を基としたマルチスケールデータ同化手法の開発」(2016－2019、研究代表：近藤圭一）において、巨大アンサンブルデータ同化の結果を活用し、現象のスケールに応じた同化手法の開発に取り組んでいる。
- 科研費基盤 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」(2017～2020、研究代表者：石橋俊之）において、データ同化システムの高度化等による観測情報の拡充の研究に取り組んでいる。

（副課題２）
- NHM-PF の開発の一部は、基盤研究 B「粒子フィルタを用いた積乱雲の発生・発達に関する不確実性の解明」によって行われた。
- ドップラーレーダーの遅延量の推定と同化実験は、基盤研究 B「首都圏の突発的・局地的豪雨の解明に向けた次世代都市気象予測システムの開発」と基盤研究 A「水蒸気稠密観測システムの構築による首都圏シビアストームの機構解明」によって行われた。
- データ同化による非現実的な水蒸気分布に起因する降水予報のスピンダウン問題の実験は、スタート支援「スピンダウン問題解決に向けた変分法同化スキームへの水蒸気バランス機構の導入」によって行われた。
- ドップラーレーダーの動径風の観測誤差の統計的調査とデータ同化実験は、スタート支援「観測ビッグデータを活用した変分法データ同化の高度化」によって行われた。
- アンサンブル摂動手法の改良の一部は基盤研究 B「アンサンブルデータ同化のための最適摂動手法に関する研究」(分担)によって行われた。

（副課題３）
(c)科研費基盤研究(A)「次世代積雪物理量測定技術と精密積雪物理モデルに基づく雪氷圏変動監視手法の確立（平成 27 年度―令和元年度、防災科研・山口悟)」および科研費基盤研究(A)「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(平成 28 年度―令和元年度、極地研・青木輝夫)」に関連して、積雪マイクロ CT データを利用した霰・雪片など個体降水粒子のモデル化と、融解を考慮した赤外およびマイクロ波における散乱特性の理論計算を実施した。また本研究成果を応用し、地上可搬型全天分光日射計や衛星データから積雪粒径を導出するために必要な積雪粒子形状モデルを開発した。

(d)科研費基盤（B)「離散雲の三次元分布、微物理・光学特性の観測と地上日射への三次元放射効果の実態解明」において、全天の輝度分布を測定する新しい全天カメラの開発、離散的に散在する雲

の光学特性の導出手法の開発を行った。

（副課題４）

・　科研費「水蒸気稠密観測による首都圏シビアストームの機構解明」及び「最先端の地上大気観測とデータ同化で、線状降水帯の予測はどこまで向上するのか？」の成果を当課題に活用している。特に、首都大学東京と小型水蒸気DIAL送信部の改良を行い、レーザー出力の安定度を改善した。

１．５　今後の課題

（副課題１）

・　気象研全球 NAPEX については、次期計算機システムで構築される NAPS バックアップシステムの有効活用が検討課題としてある。
・　研究成果と現業システム改良をより円滑に結びつけるため、引き続き情報共有等の継続が必要。

（副課題２）

高密度な観測データの現業システムでのインパクトについての研究を進めるために、観測データの提供元、数値予報課との情報共有の継続が必要。

（副課題３）

(b)本庁が NOAA/NESDIS から移植した火山灰アルゴリズム VOLCAT は、本庁新システムへ組み込みが困難な状況にあり、また気象研への移植も不完全で VOLCAT の改良をベースとしたアルゴリズム開発の見通しが立っていない。今後、ひまわり火山灰アルゴリズムは気象研自主開発の OVAA を主体とした研究を進めることで対応したい。
(d)気象庁環境気象管理官は、南鳥島でのエーロゾル観測強化の検討を開始した。南鳥島では本研究課題においてエーロゾル散乱係数とバックグランド観測を行っており、研究観測から現業観測に移行するための具体的な検討を進める必要がある。
(d)開発した全天カメラとスカイラジオメーターによる雲の光学特性の導出手法を適用できる雲の種別を拡大するために、水氷の粒子判別と雲の高度情報が必要であることが分かった。これに対応するために、近赤外、遠赤外波長帯の輝度を測定するカメラが有効であることが分かった。

（副課題４）

船舶GNSSに関して、気象庁地球環境・海洋部より低価格化、小型化への期待が寄せられており、科研費への応募など予算獲得を検討している。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. 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.
2. 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.
3. Letu, H., K. Yang, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. M. Nagao, J. Riedi, A. J. Baran, R. Ma, T. Wang, H. Shang, P. Khatri, L. Chen, C. Shi, and 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.
4. Yoshida, S., S. Yokota, H. Seko, T. Sakai, and T. Nagai, 2020: Observation System Simulation Experiments of Water Vapor Profiles Observed by Raman Lidar using LETKF System. *SOLA*, **16**, 43-50.

5. 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.

6. Duc, L., K. Saito, and D. 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.

7. 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.

8. Okamoto, H., K. Sato, A. Borovoi, H. Ishimono, K. Masuda, A. Konoshonkin, and 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.

9. Bagtasa, G., M. G. Cayetano, C.-S. Yuan, O. Uchino, T. Sakai, T. Izumi, I. Morino, T, Nagai, R. C. Macatangay, and 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.

10. 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.

11. 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**.

12. 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.

13. Ujiie, M., and D. Hotta, 2019: Elimination of spectral blocking by ensuring rotation‐free property of discretized pressure gradient within a spectral semi‐implicit semi‐Lagrangian global atmospheric model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **145**, 3351-3358.

14. Nakajima TY., H. Ishida, TM. Nagao, M. Hori, H. Letu, R. Higuchi, N. Tamaru, N. Imoto, and 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**

15. Takashima, H., K. Hara, C. Nishita-Hara, Y. Fujiyoshi, K. Shiraishi, M. Hayashi, A. Yoshino, A. Takami, and 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**.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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）

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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*．

5. 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.

6. 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

1. 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

2. 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

3. 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

4. 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

5. 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

6. 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

7. 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

8. 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,
9. Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, and 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,
10. Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, Y. Shoji, and 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
11. 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
12. 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
13. Ishimoto, H., M. Hayashi, and 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
14. Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, and M. Hayashi, Experimental assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8, Joint Satellite Conference, 2019年10月, アメリカ, Boston
15. 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
16. Khatri, P., H. Iwabuchi, T. Hayashi, H. Irie, T. Takamura, A. Yamazaki, and A. Damiani, Cloud Retrieval from Surface Using Zenith Radiances, AOGS 16th Annual Meeting, 2019年8月, Singapore, Suntec City
17. 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
18. Yoshida, S., 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
19. Seko, H., M. Kunii, Y. Sawada, K. Okamoto K. Ito and 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
20. 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
21. Ishimoto, H., S. Adachi, and 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
22. Ishibasi, T., T. Iriguchi, Y. Fujii, T. Yasuda, Y. Takaya, N. Saito, and T. Onogi, 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. 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
24. Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai, 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
25. Shoji, Y., T. Kato, Y. Terada, T. Tsuda, and M. 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
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. 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
28. 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
29. 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰酵, 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
30. 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
31. 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
32. 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰酵, 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
33. 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
34. 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
35. 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
36. 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリー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
37. 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
38. 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

39. 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
40. 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
41. 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
42. 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
43. 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
44. 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
45. 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
46. 藤田匡，瀬古弘，川畑拓矢，澤田謙，堀田大介，幾田泰酵，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
47. 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
48. 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
49. 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
50. 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
51. 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
52. 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
53. 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
54. 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
55. 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
56. 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

57. 青梨和正，次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリー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
58. 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
59. 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
60. 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
61. 藤田匡，成田正巳，氏家将志，河野耕平，幾田泰酵，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
62. 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
63. 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
64. 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
65. 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

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

（副課題４）

- 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」
- 読売新聞（2020年1月30日夕刊）「海上の水蒸気で豪雨予測」

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 年 次 ： １年目／５年計画（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）

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
［台風・災害気象研究部］○和田章義、嶋田宇大、柳瀬　亘、林　昌宏、小野耕介
［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
［台風・災害気象研究部］○清野直子、益子　渉、廣川康隆、荒木健太郎
［気象予報研究部］橋本明弘、林　修吾

（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
［台風・災害気象研究部］○楠　研一、足立　透、猪上華子

（副課題４）先端的気象レーダーの観測技術の研究
［台風・災害気象研究部］○足立アホロ、梅原章仁、永井智広、足立　透、荒木健太郎
［気象予報研究部］林　修吾
［気象観測研究部］石元裕史、瀬古　弘、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 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、気象庁で令和元年度から現業利用を開始した二重偏波レーダー、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、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）

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）

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）

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。

研究の成果の到達目標

（副課題１）

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）

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、予報現業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）

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）

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。

令和元年度の研究計画

（副課題１）

ひまわり 8 号高頻度大気追跡風や気象レーダーデータ、数値予報モデル等を用いた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、並びに台風活動及び温帯低気圧化の気候学的特徴の抽出に関する研究に着手する。

数値予報システム等を用いた発生前の熱帯擾乱を含む台風事例毎の予測可能性研究に着手する。

機械学習を用いた台風予測システム構築に着手する。

解析ツール用のサーバーを整備し、データ収集及びシステム構築に着手する。

（副課題２）

近年発生した大雨(線状降水帯による事例を含む) や突風、降雪事例について、特に顕著なものを中心に、各種観測データや客観解析データ及び数値シミュレーション結果を解析し，環境場の特徴や、現象の構造、発生機構の解明を行う（※)。

過去 10 年程度の国内における線状降水帯の発生状況を調べると同時に、線状降水帯発生の診断的予測指標である線状降水帯 6 条件が、線状降水帯の発生をどの程度予測していたか MSM に基づく調査を行う。

特に顕著な現象が発生した時は、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する。

※「平成 29 年 7 月九州北部豪雨」、「2015 年台風第 15 号の通過に伴って八重山諸島で発生した記録的な暴風・突風」、「2012 年に発生したつくば竜巻」、「2018 年 1 月 22 日に南岸低気圧の通過に伴って発生した首都圏の大雪」等。

（副課題３）

竜巻等突風及び局地的大雨のレーダーデータ解析のためのデータベース構築に着手する。そのために、フェーズドアレイレーダー、可搬型ドップラーレーダーによる高速観測の実施、各種データの収集、深層学習のためのカタログ化などを進める。

また、ビッグデータ高速処理技術、3 次元図化技術、AI による深層学習などを用いて、災害をもたらす現象の自動検出・追跡技術の開発に着手する。

（副課題４）

偏波情報を用いた降水強度高精度推定手法に関連し、偏波パラメータ観測の高精度化、レーダーシミュレーターの改良/高機能化を行う。偏波情報を用いた粒子判別に関する研究として、降水粒子やクラッター、飛散物等の観測・解析と偏波特性の調査、積乱雲中の電荷分布推定手法の調査を行う。

偏波情報を用いた水蒸気、液水、雪水量推定に関する研究として、レーダー位相を用いた水蒸気推定手法（プロトタイプ）の作成、融解シミュレーションによる雪粒子モデルの作成を行う。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として、データ品質の調査と同レーダーに固有の問題の抽出を行う。

1. 令和元年度の研究結果

1.1 成果の概要

（１）課題全体

各課題ともおおむね順調に進捗した。詳細は副課題ごとに記述する。

（２）副課題

（副課題１）

【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】

- ひまわり 8 号台風機動観測を用いた AMV 算出環境および雲物理量推定手法を開発・導入した。台風構造変化プロセスの解明のため、対流圏下層 AMV の算出領域を拡大する手法を開発し、初期的な検証を行った。台風の暖気核発達プロセスの解明のため、衛星サウンダデータから眼の中の鉛直プロファイルの推定を行い、現場観測データなどによる調整を試みた。2019 年の台風事例数例について、ひまわり 8 号による 30 秒観測をリクエストし、データの収集を行った。
- 中緯度起源の上層擾乱の影響下で発生した 2012 年台風第 12 号の数値シミュレーションを行った。発生期の台風が温帯低気圧に似た構造を部分的に有していることをトラジェクトリ解析で示し、その要因が前線形成によるものであることを確認した。これらの特徴は北大西洋域で研究されている亜熱帯低気圧という現象に類似している。
- 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。
- 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。

【台風活動及び温帯低気圧化の気候学的特徴の抽出に関する研究】

- 1979 年～2018 年のベストトラックと JRA-55 再解析データを利用し、台風の温帯低気圧化後の再発達に関わる大規模な場の特徴を解析した。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く、それらが上層の渦位場と関係していることをコンポジット解析と複数の指標の統計により明らかにした。
- 台風の急発達時における大気海洋環境場と赤外輝度温度分布の特徴を台風のサイズ別（小型、中型、大型）に分けて調べた結果、台風のサイズ毎に、環境場と輝度温度分布の特徴が異なることがわかった。
- 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。
- 2016 年８月の台風経路の特異性及び温帯低気圧化した台風の増加について、2018 年８月の総観場と 2001-2015 年の平均総観場及び 2016 年９月の総観場と比較した結果、2016 年８月の総観場は強く蛇行した対流圏上層のジェット気流、対流圏中層の強いトラフ及び対流圏下層の低気圧付近での比較的暖かい空気により特徴づけられることがわかった。

【台風予測可能性研究】

- 現業メソアンサンブル予報システムにおいて、2018 年台風第 7 号による大雨を対象にメソ特異ベクトル法のインパクトを解析し、メソ特異ベクトル法による降水確率予測精度の改善への寄与が大きいことを示した。
- メソ特異ベクトル法による特異ベクトル計算で、一度に複数領域に特異ベクトルの算出する手法を開発し、この手法により 2017 年台風第 18 号に伴う降水の予測可能性が向上することを示した。
- 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、海洋初期における中規模渦の位置誤差が、強度予測誤差を生じさせたこと、一方で台風第 25 号は中規模渦の位置誤差に関係なく、強度予測誤差を生じていたことが明らかとなった。

【台風予測精度向上に向け、機械学習を用いた台風予測システムシステムの改良】

- 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。
- 台風ビックデータと 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 研究者とともに行った。

【解析サーバー等において使用する解析ツールを引き続き整備・拡張】

- 解析サーバーを導入し、環境整備を行うとともに、顕著台風事例解析ウェブの移植のための準備を行った。

【令和元年度に社会に影響をもたらした台風（緊急研究関連）】

- 2019 年の台風活動について、８月までの台風発生緯度の北偏、９，11 月の発生数増加、９月の日本上陸台風数の増加について取材を受け、解説を行った。
- 2019 年台風第 19 号の発生、発達、大雨をもたらしたメカニズムについて、ニュートン誌に掲載された解説を監修した。

（副課題２）

【顕著現象に関する事例解析】

- 2015 年台風第 15 号の急発達期におけるコア域の風構造について詳細な解析を行ったところ、眼の内部において､複数の気圧低下を伴った低気圧性回転の小渦が存在することが明らかになった。また、多角形状の壁雲の頂点に、低気圧性回転で気圧低下を伴ったメソ渦が存在し、そのメソ渦の前面において強いインフローを伴った強風域が存在することが分かった。そして、壁雲の内縁において､直交するように渦（数 km スケール）を内在した複数のフィラメント状の対流域が存在し、それに伴い地上で突風をもたらすことがあることが分かった。
- 2012 年つくば竜巻を対象に水平解像度 100m、75m、50m、30m の 4 種類の実験を実施し、水平解像度依存性調査を行った。その結果、水平解像度 100m のような粗い解像度では竜巻渦が再現できたが、水平解像度 30m や 50m の実験とは異なり、ガストフロント上で渦がマージしてゆっくりと竜巻状渦が形成され、非現実的なものであることが分かった。
- 2019 年 10 月 25 日に関東で発生した大雨について、その発生環境場を調査した。この大雨は発雷を伴わず背の高くない線状の降水システム（QLCS）と発雷を伴い背の高い移動性 QLCS の二つのシステムでもたらされていた。前者は関東に形成された沿岸前線に多量の水蒸気が東から流入することで発生しており､後者は沿岸前線を含むメソ前線上で発生した低気圧に伴って発生していた。関東にはオホーツク海高気圧と台風第 21 号の間にあたる日本の東海上から水蒸気が流入し続けており、上空の寒気流入に伴う不安定化で移動性 QLCS の発生環境場はより不安定化していた。移動性 QLCS 発生に重要である低気圧は、停滞性 QLCS の発達に伴う下層の非断熱加熱による正渦位アノマリー生成が寄与していたと考えられる。このことから、本事例では沿岸前線上で発達した QLCS の結果として新たな QLCS の発生環境が整えられるという正のフィードバックが働いていたことが示唆された。
- 2014 年 2 月 8～9 日と 14～15 日に首都圏で発生した大雪の総観・メソスケール環境場を調査した。総観スケール環境場として両事例ともに上層の二重ジェット構造、オホーツク海低気圧、北日本への下層寒気吹き出しなどの共通点が見られたが､2 月 14～15 日の事例のほうが北日本上空の寒帯ジェットストリークが明瞭で、北日本への下層寒気吹き出しも強かった。メソスケール環境場として降雪前から下層が乾燥しており、降雪時には寒気移流や降雪粒子の昇華による非断熱冷却による下層低温化が起こること、Cold-Air Damming や沿岸前線の特徴がみられたことなどは共通していた。2 月 14～15 日の事例で顕著な大雪となった要因として、南岸低気圧に伴う降雪雲の水平スケールが大きかったことで地上降雪が長期化したこと、沿岸前線上で Zipper Low と呼ばれる低気圧の形成が起こったことで関東甲信地方の南海上で沿岸前線が維持されて降雪が継続したことが考えられる。
- 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 Conveyer 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、低気圧の構造などから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。

【線状降水帯に関する解析】

- 解析雨量を用いて線状降水帯を客観的に検出する手法を開発し、過去 10 年（2009 年～2018 年）の国内における線状降水帯の発生状況の特徴を調査した。線状降水帯は、東・西日本太平洋側を中心に分布し、6 月～9 月に多く、停滞前線と台風本体の総観場で多く生じていた。また線状降水帯発生の診断的予測指標である線状降水帯 6 条件の、線状降水帯の発生予測可能性について MSM に基づく調査を行った。線状降水帯 6 条件は見逃しが少ない一方、空振りが多い傾向にあり、捕捉率や適中率の予測精度は約 15 時間先の予報値まではほぼ変化しないことが確認できた。
- 九州地方における過去 9 年間の線状降水帯発生時の大気環境場を気象庁メソ解析データにより調べたところ、風上にあたる九州の南西海上に、大気下層（高度 500m 付近）の水蒸気フラックスの大きい領域があったことが確認できた。

【令和元年度に社会に影響をもたらした台風（緊急研究関連）】

- 2019 年台風第 17 号に伴う延岡竜巻や 2019 年台風第 19 号に伴う市原竜巻は、台風進行方向右側のアウターレインバンドを構成する団塊状の対流セルのもとで発生していたことが分かった。そこでは時計回りに変化する大きな鉛直シアが存在していたが、不安定は中程度であり、ミニスーパーセルが発生しやすい環境場であったことが明らかになった。
- 2019 年台風第 19 号による大雨の環境場について客観解析などのデータから調査した。大型で非常に強い台風の北側には温帯低気圧化の過程で見られる前線が形成・強化されており、この前線に多量の下層水蒸気流入のあった地域と大雨域とは概ね対応していたことに加え、前線の暖域側（南側）の山岳域などでも大雨が発生していた。水平解像度 2km の数値実験で台風と大雨を再現し、標高 0m 実験と陸を海にする実験を行ったところ、いずれの実験でも前線による大雨は再現されたが、標準実験における降水量の 60～80％が地形の影響によるものだった地域もあった。これらのことから、本事例における大雨の要因として、多量の水蒸気流入に加えて台風北側の前線の形成・強化が重要であり、さらに地形の影響により降水が大幅に強化された地域があったことがわかった。

（副課題３）

・竜巻の実事例とシミュレーションによる教師データ整備

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、夏季竜巻の深層学習に用いる教師データを整備した。

・AI を用いた竜巻の自動検出・追跡技術の開発

実観測とシミュレーションの教師データによる自動検出の実験を実施し、夏季竜巻の探知精度の大幅な向上を確認した。

・自動予測・情報提供システムの開発

鉄道用ドップラーレーダーへの実装の準備を進めるとともに、航空機向けのシステムの初期プロトタイプの試作を行った。

（副課題 4）

- 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バイアス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。またレーダーシミュレーターを改良するとともに高機能化を行った。さらに、降水強度高精度推定手法や降水粒子判別に必要な気温の鉛直プロファイルを観測する手法を開発した。
- 偏波情報を用いた粒子判別に関する研究として、降水粒子やクラッター、竜巻飛散物等の観測・解析と偏波特性の調査を行った。また、試験版粒子判別結果を用いた、積乱雲中の電荷分布推定手法及び突風（ダウンバースト）の前兆把握可能性に係る調査を行った。
- 偏波情報を用いた水蒸気、液水、雪水量推定に関する研究として、レーダー位相を用いた水蒸気推定手法(プロトタイプ)の作成を行い得られた結果については D-2 課題のデータ同化に用いた。また X 線マイクロ CT データを用いた霰・雪片形状モデルを作成し、融解シミュレーションに基

づく濡れ雪・霰粒子モデルのレーダー偏波特性計算を行った。
・ 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としてデータ品質の調査と同レーダーに固有の問題の抽出を行い、これに基づいて積乱雲の急発達の事例について解析を実施した。

1.2 計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）

概ね、予定通り進捗している。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）

特になし。

1.3 本課題の成果から施策や他の研究への波及状況

（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）

（副課題１）

・ ひまわり 8 号台風機動観測を用いた 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。
・ 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され、現業化される予定である。
・ 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」を立上げ、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」に参加することにより、機動的に研究を行い社会にいち早く情報を発信するための研究を行った。

（副課題２）

・ 2012 年に発生したつくば竜巻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、ポスト「京」重点課題「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」において、風工学分野の研究グループに提供され、建物を解像した工学モデルに利用された。
・ 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活用された。

（副課題３）

・ JR 東日本との共同研究の一環で､庄内平野における XRAIN 型レーダーによる突風探知における AI 実装の検討化につながった。

（副課題４）

・ 気象研究所の C バンド固体素子二重偏波レーダーを用いて、現業導入に向けての観測設定パラメータの特定等のための実証実験を行った。得られた知見やデータを活用して、次期一般気象レーダーの初号機である東京レーダーが、令和２年３月より運用開始された（予定)。

1.4 他省庁予算及び共同研究等からの反映状況

（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）他省庁予算

特記事項無し

（２）共同研究

- 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、AMV データにより台風域における対流の日変化の特性に関する研究が行われ、比較的強い台風のレインバンド上において統計的に有意な日変化が検出された。また、この日変化と台風強度変化の関連が示唆された。（副課題１）

- JR との共同研究における冬季日本海側のデータおよび解析手法、竜巻等突風の探知アルゴリズムを活用し、フェーズドアレイレーダーを念頭にした 3 次元竜巻自動探知の開発および XRAIN＋空港気象ドップラーレーダーによる竜巻探知の検証を進めている。（副課題３）

（３）公募型共同利用による研究

特記事項無し。

（４）科学研究費補助金

（副課題１）

- 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）において、2017 年台風第 21 号の発達から成熟期における対流バーストに伴う重力波の特徴を明らかにした。この重力波と台風強度変化との関連について、本課題で実施される数値シミュレーション研究と組み合わせ、台風強度変化のメカニズムを解明する計画である。また、ひまわり 8 号画像から上層雲を除去するアルゴリズムを開発し、対流圏下層 AMV の算出領域を拡大する手法を開発した。この手法で算出された AMV は本課題にも利用していく計画である。
- 科学研究費補助金基盤研究 A「世界最高水準の衛星海面フラックスデータが明らかにする台風と海洋の関係」（研究代表者 富田特任助教、名古屋大）にて、2015 年台風第 21 号（Dujuan）の発達期における数値シミュレーションを海面フラックスデータセット及び衛星海面水温データセットと２種類の海面水温データを初期値として大気波浪海洋結合モデルにより実施した。２つのシミュレーション結果は海面フラックスデータセット（J-OFURO3）と比較を行った。この比較結果から、海上風分布や台風による海面水温低下といった台風特有の特徴をもつ物理量について、J-OFURO3 は数値シミュレーションにより再現された構造を良好にとらえていた。本成果から J-OFURO3 は台風活動及び温帯低気圧化の気候学的特徴の抽出に関する研究に有用なデータセットであることが示された。
- 科学研究費補助金基盤研究 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」（研究代表者 岡本室長、気象観測研究部）にて 2018 年台風第 12 号について、異なる全球大気解析データにより作成された大気初期場・側面境界場の違いが台風予測に与える影響を大気モデル及び大気波浪海洋結合モデルによる数値シミュレーションにより調査している。この研究で使用する大気初期場・側面境界場の違いを調査する上で、渦位インバージョン解析ツールを開発した。本解析ツールは対流圏上層の大気場が台風構造変化プロセス及び台風進路予測に与える影響を研究する上で有用なツールであり、本課題においても使用している。
- 科学研究費補助金基盤研究 C「新世代気象衛星のマルチバンド観測を用いた台風の暖気核発達プロセスの解明」（研究代表者　小山亮、気象庁予報部予報課、台風・災害気象研究部併任）にて開発した１D-Var システムを用いて、本課題では 2018 年台風第 24 号の暖気核発達プロセスについて、数値シミュレーション結果等を組み合わせることにより、調査している。
- 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」では、房総半島を中心に強風により甚大な被害をもたらした台風第 15 号について、気象レーダーデータ等現場観測データや非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施し、即時的な解析を行っている。収集したデータの解析を含む進行中の研究については引き続き本課題で実施する計画である。
- 科学研究費補助金特別研究促進費「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」では、東日本・東北地方を中心に広い範囲で大雨をもたらした台風第 19 号について、気象レーダーデータ等現場観測データや非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施し、即時的な解析を行っている。収集したデータの解析を含む進行中の研究については引き続き本課題で

実施する計画である。

（副課題２）

・ 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」では、千葉県房総半島を中心に甚大な風害をもたらした 2019 年台風第 15 号は、関東上陸時でも発達した成熟期の台風構造を維持し、眼の壁雲が通過するタイミングで顕著な強風を伴っていたことが明らかにした。このため、2018 年台風第 21 号や 2019 年台風第 19 号が進行方向右側を中心に強風となっていたのとは対照的に、2019 年台風第 15 号は強い最大風速が台風中心近傍に集中して観測され、中心左側でも強風を伴っていたことが判った。

（副課題３）

・ 研究費助成事業・若手研究（B)「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」において取得したデータを用いて、フェーズドアレイレーダーおよび AI による 3 次元竜巻自動探知技術の適用実験を実施した。

1.5 今後の課題

（副課題１）

強い台風の日本上陸が相次ぎ、深刻な暴風被害が社会問題となっている現状を鑑み、台風の急発達予測の精度向上及び陸上を移動する台風の暴風分布予測プロダクトの開発に対する要望が高まっている。一方でこの開発に投入する人的・物的資源が足りず、人員増の要望を提出してはいるものの、今後の課題となっている。

（副課題３）

・ 突風探知アルゴリズムのより広い範囲（様々な季節・地域）への適用を目指し、XRAIN および空港気象ドップラーレーダーと合わせた解析を行うことが重要である。そのためこれらレーダーデータの速やかな入手が必要でありオンラインによる入手が最も望ましい。
・ 機能強化を行なった可搬型ドップラーレーダーは、今後も、突風の発生頻度が高くなる冬季に日本海沿岸に設置し、庄内平野に新規に設置された XRAIN 型レーダーと連携することで、未解明な点もある冬季竜巻の高速・高分解能観測・解析をすることが必要である。

2. 参考資料

2.1　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Adachi, A., and Hiroyuki Hashiguchi, 2019: Application of parametric speakers to radio acoustic sounding system. *Atmospheric Measurement Techniques*, **12**, 5699-5715.
2. 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.
3. 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.
4. Horinouchi, T., U. Shimada, 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.
5. 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.

6. Kawase, H., Y. Imada, H. Tsuguti, T. Nakaegawa, N. Seino, A. Murata, I. Takayabu, 2020: The Heavy Rain Event of July 2018 in Japan Enhanced by Historical Warming. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **101**, S15-S20.

7. Kusunoki, K., Ken-ichiro Arai, Hanako Y. Inoue, and Chusei 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.

8. Mario Marcello Miglietta, Ken'ichiro Arai, Kenichi Kusunoki, Hanako Inoue, Toru Adachi, Hiroshi Niino, 2020: Observation analysis of two waterspouts in north western Italy using an OPERA Doppler radar. *Atmospheric Research*, **234**, 104692.

9. Misumi, R, Y. Shoji, K. Saito, H. Seko, N. Seino, S. Suzuki, Y. Shusse, K. Hirano, S. Belair; V. Chandrasekar, D. Lee, A. J. Pereira Filho, T. Nakatani, M. Maki, 2019: Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS) , *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **100**, 2027-2041.

10. Ono, K., 2019: Extension of the Lanczos Algorithm for Simultaneous Computation of Multiple Targeted Singular Vector Sets. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. **146**, 454-467.

11. 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.

12. 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 Meteorological Society of Japan*, **97**. 553-575.

13. Yamada, T., T.O. Sato, 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, and Y. Kasai, 2020: HO_2 generation above sprite‐producing thunderstorms derived from low‐noise SMILES observation spectra, *Geophys. Res. Lett.*, **47**, 3.

14. 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.

15. 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, doi:10.6057/2019TCRR04.03.

16. 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.

（2）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. Araki, K., 2019: Application of 1DVAR technique using ground-based microwave radiometer data to estimating thermodynamic environments in winter convective clouds. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 1.03-1.04.

2. Araki, K., 2019: Numerical simulation of potential impact of aerosols on heavy snowfall events associated with Japan-sea Polar-airmass Convergence Zone.

CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling, **49**, 4.03-4.04.

3. 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.
4. 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.
5. 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 Dujuan (2015) case. *Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 9-13.
6. 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.
7. 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.
8. 荒木健太郎, 2019: 2014年2月の関東甲信地方大雪事例における総観・メソスケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 299-321.
9. 荒木健太郎, 2019: Cold-Air Damming と沿岸前線を伴う関東大雪のメソスケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 235-255.
10. 荒木健太郎, 2019: アメリカ北東部における大雪"Northeast Snowstorm". *気象研究ノート*, **239**, 46-82.
11. 荒木健太郎, 2019: シチズンサイエンスによる高密度雪結晶観測. *気象研究ノート*, **241**, 551-555.
12. 荒木健太郎, 2019: 雲の声に耳を傾けてみよう. 道徳と特別活動, 36(4), 58-59.
13. 荒木健太郎, 2019: 雲は地震の前兆になるのか. *日本地震学会広報紙「なゐふる」*, **117**, 6-7.
14. 荒木健太郎, 2019: 関東甲信地方における大雪の気候学的特徴. *気象研究ノート*, **239**, 83-93.
15. 荒木健太郎, 2019: 高密度地上観測網による2014年2月関東大雪の観測研究. *気象研究ノート*, **240**, 285-298.
16. 荒木健太郎, 2019: 積乱雲を体験するということ. *気象キャスターネットワーク会報「空色レポート」*, **17**, 1-2.
17. 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧とそれに伴う降水現象の予測可能性. *気象研究ノート*, **241**, 557-565.
18. 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧による大雪研究のこれまで. *気象研究ノート*, **239**, 1-45.
19. 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧による大雪研究の現状と課題. *気象研究ノート*, **241**, 605-614.
20. 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧に伴う関東平野の雪と雨の総観スケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 163-173.
21. 荒木健太郎, 吉田聡, 北畠尚子, 加藤輝之, 2019: 関東平野に大雪・大雨をもたらす南岸低気圧の特徴. *気象研究ノート*, **240**, 174-188.
22. 荒木健太郎, 村上正隆, 2019: 南岸低気圧に伴う関東甲信地方大雪時の降雪・雲物理特性.

気象研究ノート, **240**, 323-338.

23. 荒木健太郎, 北畠尚子, 加藤輝之, 2019: 南岸低気圧による関東大雪における総観・メソ環境場と雲の相互作用. *気象研究ノート*, **240**, 189-199.
24. 小野耕介, 2020: メソアンサンブル予報システムの本運用に向けた開発. *数値予報課報告・別冊*, **66**.
25. 加藤輝之, 荒木健太郎, 2019: 2014 年 2 月の大雪発生要因と過去事例との比較. *気象研究ノート*, **240**, 256-267.
26. 加藤輝之, 廣川康隆, 2019: 線状降水帯と集中豪雨. *号外海洋　ー大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用ー*, **62**, 106-110.
27. 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.
28. 田口仁, 荒木健太郎, 上石勲, 臼田裕一郎, 2019: WebGIS による複合要素の可視化システムの関東大雪事例への適用. 気象研究ノート, **241**, 513-522.
29. 益子渉, 2019: 高解像度モデルを用いたスーパーセル竜巻の数値シミュレーション, *号外海洋　ー大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用ー*, **62**, 124-129.
30. 柳瀬亘, 2019: 低気圧の多様性 ー熱帯低気圧・温帯低気圧・ハイブリッド低気圧ー. *号外海洋　ー大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用ー*, **62**, 34-38.
31. 山下克也, 中井専人, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 荒木健太郎, 村上正隆, 斎藤篤思, 田尻拓也, 2019: 2014 年 2 月大雪時の東京西部と山梨東部の降雪粒子種の特徴. *気象研究ノート*, **240**, 365-382.
32. 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　ー大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用ー*, **62**, 81-86.
33. 小林 文明, 佐藤 英一, 友清 衣利子, 野田 稔, ガヴァンスキ 江梨, 髙舘 祐貴, 高森 浩治, 木村 吉郎, 中藤 誠二, 森山 英樹, 鈴木 覚, 重永 永年, 服部 力, 松井 正宏, 岩下 久人, 2020: 【速報】台風 1915 号 (FAXAI) がもたらした強風災害について. *日本風工学会誌*, **45-1**, 30-39.
34. 日本風工学会風災害研究会, 2019: 風災害研究会 2018 年次報告. *日本風工学会誌*, **44-2**, 230-234.
35. 足立透, 2019: フェーズドアレイレーダーを用いた顕著な大気現象の観測. *日本風工学会誌*, **44**, 4, 371-380.

（３）学会等発表

1. ADACHI, A., Hiroyuki HASHIGUCHI, Application of Parametric Speaker to Wind Profiler/RASS, 11th International Symposium on Tropospheric Profiling, 2019 年 5 月, フランス, トゥールーズ
2. ADACHI, A., Hiroyuki Hashiguchi, Application of Parametric Speakers to RASS, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, 奈良市
3. ADACHI, A., Takahisa Kobayashi, Estimation of shape parameter from C-band polarimetric radar measurements, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
4. 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

5. 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
6. Araki, K., S. Satoh, and 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
7. Hayashi, M., and K. Nonaka, New Estimation Method of Himawari-8/-9 Lower Tropospheric Winds, AGU Fall Meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
8. Hayashi, S., Akihito Umehara, Nobuhiro 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
9. 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
10. 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
11. 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
12. Ishitsu, N., K. Kusunoki, T. Adachi, K. Arai, H. Y. Inoue, C. Fujiwara, and Suzuki. H., 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, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
13. 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
14. Kusunoki, K., Noaki Ishitsu, Toru Adachi, Ken-ichiro Arai, Hanako Inoue, Chusei Fujiwara, and Hiroto 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
15. 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
16. 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
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. 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
19. Seko, H., W. Mashiko, S. Yokota, T. Tamura, and H. Niino, Tsukuba Tornado with Fujita Scale 3 Reproduced by Super-computer 'K', 16th annual meeting Asia Oceania Geosciences Society, 2019年7月, シンガポール
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, heavy rainfall, and strong wind gusts, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
21. 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
22. 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
23. Suezawa, T., Hiroshi Kikuchi, Tomoaki Mega, Eiichi Yoshikawa, Hiroshi Hanado, Syugo Hayashi, Tomoo Ushio, An evaluation of the Multi Parameter Phased Array Weather Radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
24. Toru Adachi, Naoki Ishitsu, Kenichi Kusunoki, Hanako Inoue, Ken-ichiro Arai, Chusei Fujiwara, Hiroto 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
25. Umehara, A., Tetsuji Koike, Kentaro Yamamoto, Nobuhiro Nagumo and Hiroshi 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, Japan, Nara
26. 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, AGU Fall Meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
27. 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
28. 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
29. 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
30. 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
31. 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
32. 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

33. 新井健一郎、楠研一,石津尚喜、足立透、猪上華子、新野宏、Mario Marcello Miglietta4、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
34. 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
35. 荒木健太郎, SNS を通した気象研究と防災, FUKKO STUDY #1, 2019 年 12 月, 東京都
36. 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
37. 荒木健太郎, 雲と防災, 三重大学セミナー, 2019 年 10 月, 三重県
38. 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, 宮崎県
39. 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, 東京都
40. 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, 沖縄県
41. 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, 福岡県
42. 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, 東京都
43. 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, 茨城県
44. 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, 新潟県
45. 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
46. 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, 新潟県
47. 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, 2019 年 6 月, 東京都
48. 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., 日本気象学会秋季大会, 2019 年度
49. 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
50. 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, 三重大学セミナー, 2019 年 10 月, 三重県
51. 荒木健太郎, 令和元年台風第 19 号に伴う大雨の要因について, 三重大学セミナー, 2019 年 10 月, 三重県
52. 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, 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
53. 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
54. 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, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
55. 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-序報-, JpGU Meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県
56. 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-序報-，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

57. 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 -その２-， 日本測地学会第 132 回講演会，2019 年 10 月，富山県

58. 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

59. 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

60. 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

61. 小山亮，岡本幸三，入口武史，村田英彦，1D-Var を用いた台風内部の大気プロファイル解析，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都渋谷区

62. 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

63. 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

64. 清野直子，2019：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，2019 年 5 月，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. 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，福岡県福岡市

66. 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 -概要-， 日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都

67. 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

68. 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

69. 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

70. 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

71. 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

72. 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

73. 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

74. 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 -マイクロ波放射計との同時観測-，JpGU Meeting 2019，2019 年 5 月，千葉県

75. 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
76. 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，メソ気象セミナー，2019 年 7 月，三重県伊勢市
77. 廣川康隆，加藤輝之，津口裕茂，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
78. 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
79. 益子渉，2019：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 年春季大会，2019 年 5 月，東京都
80. 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 年秋季大会，2019 年 10 月，福岡
81. 柳瀬亘，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
82. 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
83. 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
84. 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
85. 和田章義，岡本幸三，台風のモデリング，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，愛知県名古屋市
86. 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，平成 31 年度（令和元年度）研究集会「台風研究会」，2019 年 11 月，愛知県名古屋市

2.2　受賞・報道・アウトリーチ活動等

(1)　受賞

1. 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
2. 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
3. 楠　研一　平成 30 年土木学会技術開発賞、2019 年 5 月（団体）
4. 気象庁気象研究所　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

(2)　報道

1. 和田 章義　「台風第 19 号について」NHK スペシャル　2019 年 10 月 17 日
2. 荒木健太郎　NHK 長崎（長崎人（じげもん））「積乱雲の観測研究と発達について」2020 年 3 月 13 日
3. 荒木健太郎　NHK（又吉直樹のヘウレーカ！）「雲の“心”　読めますか？」2020 年 2 月 19 日
4. 荒木健太郎　テレビ朝日（633 天気）「花粉光環について」2020 年 2 月 18 日
5. 荒木健太郎　月刊清流「自然が作り出す芸術、雪や霜　その消えゆく美しさを楽しむ」2020 年 2 月 1 日
6. 荒木健太郎 withnews「「天気の子」監修の雲研究者が「映え写真」連日投稿する理由」2020 年 1 月 24 日
7. 荒木健太郎 Honda Kids「魔法のような色の空はなぜ見える？薄明・マジックアワーのナゾ」2020 年 1 月 16 日
8. 荒木健太郎　テレビ東京（探究の階段）「気象予測で災害のない未来を目指す／荒木健太郎（雲研究者）」2020 年 1 月 9 日
9. 荒木健太郎 FASHION HEADLINE「防災・災害時、Twitter はどう活用された? 初開催の「FUKKO STUDY」

【レポート】」2019 年 12 月 18 日
10. 荒木健太郎 grape「これは現実？　朝焼けの空を撮影した４枚に驚きの声」2019 年 12 月 1 日
11. 荒木健太郎 FNN PTIME「美しい「雪結晶」がスマホで簡単に撮れる！ 雪が降る前に撮り方を覚えておこう」2019 年 11 月 25 日
12. 荒木健太郎 FUNDO「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
13. 荒木健太郎　ITmedia ニュース（ねとらぼ）「雪が降る前に知っておきたい　お手軽に「雪の結晶をスマホで撮影する方法」が驚きの美しさ」2019 年 11 月 18 日
14. 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
15. 荒木健太郎　読売新聞「リアルな雲・空　「科学の子」　気象監修が生んだあの積乱雲」2019 年 11 月 13 日
16. 荒木健太郎　日本経済新聞（北関東面）「映画「天気の子」を監修　気象庁気象研究所研究官　荒木健太郎氏」2019 年 11 月 7 日
17. 荒木健太郎　日本経済新聞（電子版）「気象研究所の荒木健太郎さん　映画「天気の子」を監修（人物ファイル）」2019 年 11 月 6 日
18. 荒木健太郎　毎日新聞「雲の研究で防災　楽しみつつ継続　／東京」2019 年 10 月 19 日
19. 荒木健太郎　アウトドアで防災 BOOK（別冊ランドネ）「雲を愛することが防災に繋がる」2019 年 10 月 10 日
20. 荒木健太郎　神戸新聞 NEXT「「今年最強」大型で猛烈な台風１９号が接近中　これからすべきこと」2019 年 10 月 10 日
21. 荒木健太郎 J-WAVE（GOOD NEIGHBORS）「雲研究者の荒木健太郎さん“雲を愛でるための技術”」2019 年 10 月 1 日
22. 荒木健太郎 KAI-YOU「鮮やかな虹色をまとった彩雲 『天気の子』監修の研究者が撮り方を解説」2019 年 10 月 1 日
23. 荒木健太郎 Share the Mountain「雲研究者・荒木健太郎さん「雲を愛することが防災につながる」」2019 年 9 月 28 日
24. 荒木健太郎　毎日新聞「（ひと）荒木健太郎さん＝映画「天気の子」気象監修の雲研究者」2019 年 9 月 19 日
25. 荒木健太郎　CBC ラジオ「伊勢湾台風特別番組『あの日から 60 年 そのいのちを、守りたい』」2019 年 9 月 17 日
26. 荒木健太郎　フジテレビ（直撃 LIVE グッディ！）「穴あき雲について」2019 年 9 月 13 日
27. 荒木健太郎　日本テレビ（news every.）「太陽の周りに〇…正体は？　あの専門家がナゾを解説」2019 年 9 月 10 日
28. 荒木健太郎　日本経済新聞「「天気の子」監督と雲研究者が語る異常気象 新海誠氏×荒木健太郎氏」2019 年 8 月 31 日
29. 荒木健太郎　テレビ朝日（グッド！モーニング）「まるで絵画…虹色に輝く“彩雲”」2019 年 8 月 30 日
30. 荒木健太郎　grape「「肉眼で見てみたい」　珍しい雲を撮影した『４枚』が、ネットで大反響」2019 年 8 月 29 日
31. 荒木健太郎　TBS（教えてもらう前と後）「積乱雲研究について」2019 年 8 月 27 日
32. 荒木健太郎　RCC 中国放送）（イマなまっ！）「積乱雲研究について」2019 年 8 月 27 日
33. 荒木健太郎　日経サイエンス（2019 年 10 月号）「雲研究者に聞く　映画に描かれた東京の異常気象」2019 年 8 月 24 日
34. 荒木健太郎　日経サイエンス（2019 年 10 月号）「『天気の子』の空はこうして生まれた　対談　新海誠×荒木健太郎」2019 年 8 月 24 日
35. 荒木健太郎　神戸新聞 NEXT「風速３５メートルは新快速レベル　超大型台風に備えてすべきこと」2019 年 8 月 13 日
36. 荒木健太郎　子供の科学「映画『天気の子』で磨く空の観察眼」2019 年 8 月 10 日
37. 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

38. 荒木健太郎　TBS NEWS「なぜ？空に一直線・・・青い帯、きのう夕方 各地で・・・」2019 年 8 月 5 日
39. 荒木健太郎　日本テレビ（news every.）「視聴者が撮った“その瞬間”　不思議な“雲”の正体は…？」2019 年 7 月 30 日
40. 荒木健太郎　フジテレビ（めざましテレビ）「「天気の子」新海監督こだわりの雨」2019 年 7 月 26 日
41. 荒木健太郎　NEWS ポストセブン「新海誠、エンタメは政治やメディアの言わないことを叫べる」2019 年 7 月 29 日
42. 荒木健太郎　NEWS ポストセブン「「晴れ女」はいる？　『天気の子』新海監督＆雲研究者対談」2019 年 7 月 28 日
43. 荒木健太郎　NEWS ポストセブン「映画『天気の子』　新海誠監督が細部までこだわった雨の描写」2019 年 7 月 27 日
44. 荒木健太郎　NEWS ポストセブン「新海誠監督語る『天気の子』　天気と人間の関係が変わった」2019 年 7 月 25 日
45. 荒木健太郎　女性セブン「<新>われらの時代に　新海誠監督×雲研究者 荒木健太郎さん 「異常気象は人間にとってのもの、天気には正常も異常もない」」2019 年 7 月 25 日
46. 荒木健太郎　KAI-YOU「『天気の子』特徴的な雲のメカニズム、監修した本人がイラストで解説！」2019 年 7 月 24 日
47. 荒木健太郎　新潟日報「積乱雲による大雨について」2019 年 7 月 18 日
48. 荒木健太郎　テレビ朝日（ミラクル 9）「高層雲について」2019 年 7 月 3 日
49. 荒木健太郎　WEDGE Infinity「「雲研究者」が SNS で広める”感天望気”」2019 年 7 月 2 日
50. 荒木健太郎　日本テレビ（news every.）「不思議！真横に伸びる虹？」2019 年 6 月 26 日
51. 荒木健太郎　千葉テレビ（シャキット！）「飛行機雲のしくみについて」2019 年 6 月 20 日
52. 荒木健太郎　ITmedia ニュース（ねとらぼ）「山形県沖地震の前に地震雲が出ていた？ → 雲研究者が否定「全て気象学で説明できる」」2019 年 6 月 19 日
53. 荒木健太郎　FNN PRIME「「熱中症の疑いがあるとき、何をすべきか？」環境省が公開する“応急処置”が分かりやすいと話題」2019 年 6 月 3 日
54. 荒木健太郎　荒木健太郎　RCC 中国放送（イマなまっ！）「ハロ・アークのしくみについて」2019 年 5 月 10 日
55. 荒木健太郎　日本テレビ（news every.）「笠雲・吊るし雲について」2019 年 5 月 9 日
56. 荒木健太郎　Yahoo 動画（天気・災害ニュース）「東日本中心に環水平アーク出現」2019 年 4 月 28 日
57. 荒木健太郎　Wedge（2019 年 5 月号）「平成から令和へ　新時代に挑む 30 人　「雲研究者」が SNS で広める“感天望気”」2019 年 4 月 20 日
58. 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
59. 楠　研一　日本経済新聞「気象研と JR 東日本、竜巻の進路　AI 予測へ」2019 年 5 月 15 日
60. 楠　研一　読売新聞「竜巻進路 AI が予測」2019 年 5 月 29 日
61. 楠　研一　毎日新聞「AI で交通の突風事故防ぐ」2019 年 4 月 11 日
62. 楠　研一　朝日新聞「竜巻 AI で進路予測」2019 年 5 月 13 日
63. 楠　研一、嶋田 宇大　日本経済新聞「天気予報　AI で精緻に」2019 年 5 月 26 日
64. 嶋田 宇大　読売新聞「台風に別の渦 風速増す」2019 年 9 月 1 日

(3) アウトリーチ活動

1. 嶋田 宇大,「Lab SCOPE　Invitation」2019 年８月
2. 和田 章義,「なぜ台風 19 号は大規模化したのか」（協力）ニュートン（ニュートンプレス社）2020 年１月号
3. 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
4. 荒木健太郎, 雲と雪のかたちの科学. Tsukuba Mini Maker Faire 2020. 2020 年 2 月

5. 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
6. 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
7. 荒木健太郎，SNS を通した気象研究と防災．FUKKO STUDY #1．2019 年 12 月
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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

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 年 次 ：１年目／５年計画（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）

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
［気候・環境研究部］○直江寛明、小林ちあき、原田やよい、遠藤洋和、今田由紀子、尾瀬智昭
［全球大気海洋研究部］石川一郎、高谷祐平、新藤永樹、吉田康平、齊藤直彬
［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
［気候・環境研究部］○保坂征宏、水田　亮、遠藤洋和、尾瀬智昭、田中泰宙、辻野博之、直江寛明、小林ちあき、原田やよい、今田由紀子
［全球大気海洋研究部］石井正好、吉村裕正、出牛　真、吉田康平、石川一郎、高谷祐平、新藤永樹、齊藤直彬、大島　長、山中吾郎、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］行本誠史、仲江川敏之、村崎万代、川瀬宏明、小畑　淳、山口宗彦

（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
［気候・環境研究部］○田中泰宙、坪井一寛、石島健太郎、松枝秀和
［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
［気候・環境研究部］○辻野博之、遠山勝也、小杉如央、小野　恒
［全球大気海洋研究部］山中吾郎、中野英之、豊田隆寛、坂本　圭、浦川昇吾

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こととなる。
- 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 100 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、世界気象機関（WMO）の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、雪氷圏のふたつを除く５つ（表面温度、海洋熱、大気 CO_2、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、世界気候研究プログラム(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、海洋およ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およびメカニズムを解明することは、気候システムと、その重要な一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。
- 気象研究所では、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、およびこれらに関連したデータ解析は、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 次評価報告書や、世界気象機関気候ステートメント年報等に貢献する。

（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）

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・長期再解析並びに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い、気候メカニズムを理解し、全球およ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、世界気象機関の Global Atmospheric Watch、パリ協定の Global Stocktake 等に貢献する。

（副課題４）
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同時に、その原因を解明する。これによって、「持続的開発目標」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。

研究の成果の到達目標
（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およ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）
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機序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機序、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機序の解析、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）
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、地域スケールの予測情報の不確実性を評価・低減する。また、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、全球およ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 気候再解析
- 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（気候再解析）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 100 年スケールの気候変動研究領域を開拓する。

④ CMIP 実験
- 世界気候研究計画の第 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、CMIP6 マルチモデル解析を行う。解析結果をモデル開発にフィードバックするとともに、上記の課題の気候変動メカニズムの理解に役立てる。

（副課題３）

① 化学トレーサーの時空間変動に関する観測研究
- 気象庁の大気観測所（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ーの連続観測を実施する。これらのデータと、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標準ガス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・較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立する。

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、ラドンを指標とした清浄大気のデータ選別手法を確立し、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）

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立し、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立により、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ー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。

令和元年度の研究計画

（副課題１）

① アジアモンスーンと台風の予測可能性評価
- 現行の季節予測システム(JMA/MRI-CPS2)を用いた実験により、アジアモンスーンの季節～数年の予測可能性を評価し、そのメカニズムの解明に向けた解析を行う。

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)予測可能性を評価する。

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

- 平成29年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨、平成30年7月熱波などについて、主に、背景となる循環場の特徴の実態調査とその発生要因の解明を、長期再解析データ等を用いて行う。社会的に影響の大きい異常気象が発生した場合には、迅速に解析を実施し、情報提供を行う。

④ 気候データに関する研究

- JRA-3Q の予備実験の品質評価を行う。また JRA-3Q の本計算の開始にあわせて準リアルタイムな品質評価を行うと同時に、各種気象要素や気象現象の長期的な変化傾向の表現性能の評価も行っていく。なお、品質評価には可能な限り高品質な観測データセット等を用いるほか、他機関作成の長期再解析プロダクトを用いる。

（副課題２）

① タイムスライス温暖化予測システム

- タイムスライス温暖化予測システムを開発し、過去気候と将来気候を与えた実験を実施し、システムの雛形を作成し、プロダクトの確実性表現について検討する。海洋の将来予測プロダクト生成にも配慮したシステム構成も検討する。

② 十年規模気候変動予測

- 計算コストの低いモデル初期値化スキームを地球システムモデルに組み入れて、十年規模予測実験を行い、実験出力を解析し、全球およ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。

③ 気候再解析

- 歴史的観測データを整備し、これを活用した長期気候変動再現（気候再解析）システムを開発する。

④ CMIP実験

- 世界気候研究計画の第 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、CMIP6 マルチモデル解析に着手する。

（副課題３）

① 化学トレーサーの時空間変動に関する観測研究：

- 綾里・与那国島・南鳥島・父島の大気観測所におけるラドン濃度(^{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それぞれ継続する。
- 次世代のレーザー分光型大気観測システムを見据え、３成分（CO_2,CH_4,CO）レーザー分光分析計の評価試験として南鳥島観測所にて従前装置との比較実験を行う。
- 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とCH_4の標準ガス新較正装置の運用について技術支援を行う。
- 南鳥島における気象庁のハロカーボン観測立ち上げの技術支援を行う。これまで気象研が実施してきたフラスコ分析の標準ガスと気象庁が新たに整備する標準ガスの比較実験を行い、観測スケール整備についても支援を行う。
- 実大気標準ガス充填設備を導入し、初期的な充填試験を行う。

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：

- ^{222}Rnの観測データベースを利用して、大陸の発生源の影響を強く受けた大気のデータを取り除き、広域の清浄大気を代表するデータを選別する手法の検討を行う。
- CO_2濃度の変動に対応する^{222}RnやO_2濃度等の変動の関係性の解析を行い、組成比について、イベント・季節的な変動性の違いの有無について解析を実施する。
- M5課題と連携し温室効果ガス輸送モデルを用いた^{222}Rn濃度の再現実験を行う。気象研究所で観測を実施している4つの観測所における観測値との比較解析を行い、大陸からの気塊の輸送過程の再現性の評価を行う。

（副課題４）

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

- 房総半島南東の黒潮再循環域において、2019年4月～6月、及び2020年3月～5月にそれぞれ50日間程度の水中グライダー観測を行う。これらにより冬の深い鉛直混合の状態から夏への成層化と生物生産期における物理的・化学的な海洋鉛直構造の変化を把握する。
- 前項の観測や筑波大学下田臨海実験センターにおける試験をもとに、水中グライダーの運行性能や観測性能などを確認し、効率的な観測法やデータ処理方法の開発を進める。
- 使用する試薬の純度等が海水pH測定結果に及ぼす影響を評価する。

② データ解析による海洋物質循環の変動機構解明

- 全炭酸濃度や全アルカリ度等の観測データに基づき、北太平洋表層の二酸化炭素など、生物地球化学パラメーターの長期変化の実態を明らかにする。
- 海洋モデル、及び地球システムモデルにより再現された現在気候条件における海洋生物地球化学場を観測結果と比較検討し、その再現性を検証する。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（１）課題全体

本研究は課題解決型研究課題であり、M 課題や本庁気候情報課、海洋気象課、環境気象管理官との緊密な協力や、外部資金などを通じた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、それらの組み合わせにより、異常気象のメカニズム、季節予測可能性、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と予測に関して、以下に述べる様々な成果を着実に挙げることができた。

（２）副課題

（副課題１）

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）。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および台風活動の予測可能性をもたらすことを意味する。

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できた。（Kobayashi and Ishikawa 2019）。

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

- 地球温暖化や十年規模変動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ためのデータベース延長実験を実施した。これらのデータを解析し、2018 年夏の猛暑が、地球温暖化の影響なしにはほぼ説明できないことや、近年の日本域の昇温が平成 30 年 7 月豪雨の雨量を底上げしていたことを明らかにした（Imada et al. 2019; Kawase et al. 2019）。また、異常気象及び気候変動のメカニズム解明を目的として、全球線形傾圧モデル及び関連ツールを開発した。

④ 気候データに関する研究

- JRA-3Q 総合試験及びストリーム A の本計算やストリーム B の予備実験について、循環場全般の品質評価や性能評価を行い、総合試験報告用資料と長期再解析推進懇談会資料を作成した。ストリーム A の本計算では、熱・放射フラックス、降水量のバイアスの増減、熱帯赤道波、ハドレー循環および成層圏循環などの表現性能について、各種観測データセットや最新の ECMWF 長期再解

析（ERA5）などの他機関作成のプロダクトを用いて調べた。その結果、熱・放射フラックスや降水量などのバイアスが JRA-55 と比較して減少し、循環場もそれらの変化に整合していることが分かった。

- ストリーム B の予備実験では、帯状平均場、対流圏-下部成層圏の衛星観測データのインパクトが JRA-55 より概ね縮小した。一方、インパクトが拡大した南半球では背景誤差を調整して縮小した。

（副課題２）

① タイムスライス温暖化予測システムの活用

- 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い、過去についての予備実験を実施した。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降水量の気候値、年々変動が改善した。また、従来の海水面温度変化を与える大気モデルと比べると、大気海洋結合効果により、北西太平洋域での降水量の年々変動や降水量と海水面温度との間の位相関係等が改善した。

② 十年規模気候変動予測

- 十年規模予測実験として、CMIP6 の一環である DCPP（Decadal Climate Prediction Project）を実施し、その解析に着手した。
- 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

- 海面水温解析および表層水温・塩分解析を最新まで延長した。このデータは温暖化予測実験①、十年規模変動予測実験②等に活用した。

④ CMIP 実験の実施と気候変動メカニズム解明

［CMIP6 実験の実施関係］

- 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、データ提出するとともに、初期的な解析を行った。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 等である。
- RFMIP, AerChemMIP 等で得られた有効放射強制力について、解析結果を学術論文としてとりまとめ、投稿した。
- 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アイスコアデータにより検証し、また解析した。その結果、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 世紀前半の濃度増大を再現できなかった。一方、CMIP5 で配布された排出源データ用いた MRI-ESM2 による計算結果は、黒色炭素エアロゾルの濃度増大を表現した。結果として、CMIP6 排出源データの黒色炭素粒子には大きな不確定性が含まれることが示唆されることを得た。
- 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）にコアメンバとしてかかわり、モデルの調整等を行ったうえで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。

［MRI-ESM によるその他のモデル相互比較関係］

- QBO に関する国際比較相互実験 （QBOi）において、気象研究所地球システムモデル（MRI-ESM2.0）を用いて実験を行い、北半球冬季の成層圏準二年振動が極渦変動に与える影響について解析した。その結果、QBO が東風位相時のとき極渦が弱くなることが確認され、さらに温暖化すると QBO と極渦変動の関係がロバストに強化されることがわかった(Naoe and Yoshida, 2019)。

- MRI-ESM2 を用いて短寿命気候強制力因子について評価するための計算を行い、計算結果を北極評議会・北極圏監視評価プログラム作業部会・短寿命気候強制力因子グループに提出した。その評価報告書に反映される予定である。

［MRI-ESM、MRI-AGCM を用いたメカニズム解明］

- 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、気候・環境変動の解明・予測に於けるモデルの有用性を確認した。
- 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 off にする実験により、大気海洋結合モデル、及び大気モデルを用いて調べた。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がわかった。亜熱帯高気圧には大陸西岸の下層雲の雲頂冷却が大きく貢献しているという説があるが、その影響は実際にはほとんどないことがわかった。南大洋の下層雲が、モデルのダブル ITCZ 問題に影響しているという説があるが、南大洋の下層雲を消す実験では、MRI-ESM2 ではダブル ITCZ がやや悪化することが確認された。
- MRI-AGCM3.2 を用いて SST 昇温と温室効果ガス（GHG）濃度増加の役割を調べる感度実験を行い、SST 昇温は東アジア全体の降水量増加や梅雨降水帯の強化/南下に寄与する一方、GHG 増加に伴う陸面昇温は大陸側の降水量増加に寄与することが分かった。

［d4PDF の解析］

- 高解像度大規模アンサンブルシミュレーションデータセット（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、database for Policy Decision making for Future climate change、以下 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、 将来の台風の移動速度の低下や日本域での台風に伴う降水の増加についてその要因や不確実性も含めて明らかにした。
- 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 d4PDF を用いて調べ、SSW に伴い熱帯成層圏を中心に駆動される上昇流とともに 熱帯低気圧を含めた熱帯の対流活動が活発化することを示した。
- 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調べ、それらの再現期間や時空間スケールに対する依存性が、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。

［CMIP マルチモデル解析等によるメカニズム解明］

- 日本付近における夏期降水の将来予測について、気象研究所の高解像度大気モデル MRI-AGCM3.2 ならびに CMIP5 マルチモデルの解析を進めた。CMIP5 モデルの多数アンサンブルで見ると、21 世紀末の夏季東アジアの平均降水量変化は増加する予測になっているが、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る。後者の特徴は、60 km MRI-AGCM 予測実験の結果とも共通することがわかった。さらに、モデルの現在気候再現性によって、このような降水量将来変化の差異が生じる理由について調査した（Ose, 2019 等）。
- 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、CMIP5 マルチモデルの解析を行い、調査した。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）で我々が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。

［気候変動評価レポート 2020］

- 気象庁と文部科学省の共同で作成する『気候変動評価レポート 2020』の気温、降水量、積雪・降雪、極端現象、大気循環の項の見通し・要因分析等を担当し、第０次並びに第１次原稿を提供した。（年度末までには第２次原稿も提出予定。）この中で、地球温暖化予測の確信度に関する検討を深めた。

（副課題３）

① 化学トレーサーの時空間変動に関する観測研究

- 綾里・与那国島・南鳥島・父島の大気観測所におけるラドン(^{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それぞれ継続した。父島では10月末から台風被害のため欠測が続いたが、2月に新たな採取口等を整備し観測を再開した。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。
- 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。南鳥島現業観測装置との比較実験の準備を行った。
- 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標準ガス新較正装置の性能評価や運用について技術支援を行った。CO_2の WMO スケール改訂案（X2019）の評価を実施した。
- 気象庁で運用を開始した CH_4新較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。
- 南鳥島に設置する気象庁ハロカーボン観測装置の製作について、技術支援を行った。これまで気象研が実施してきたフラスコ分析用の標準ガスと気象庁が新たに整備する標準ガスの比較実験を行い、観測スケールの整合性を確認した。
- 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。

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を選別し、これまで着目してこなかった海洋等からのラドン放出の可能性を探った。
- ラドン、六フッ化水素（SF_6)、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 担当者および環境気象管理官付と共有した。
- ４観測所のラドン濃度の季節変動等について、二酸化炭素輸送モデル GSAM-TM の解像度の異なる計算結果と共に解析して JPGU で発表した。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、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等について報告した。さらに高解像度 GSAM-TM にタグ付きラドンとラドンエイジを新たに実装し、ラドンの地域放出や輸送の寄与を調査し、気象学会秋季大会と AGU Fall Meeting で発表した。ローカル放出の影響は限定的で、高濃度イベントはほぼ中国からの総観規模輸送に起因し、長期変動についてはロシア等の影響も受けているということが分かった。
- ERA5の海洋熱フラックスデータ等を用いて新たにN_2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/N_2比の大気観測の季節変動の再現性が大きく改善した。
- トレーサー観測等を基にした地球システムモデル MRI-ESM2.0 による大気二酸化炭素濃度の評価を C4, C2, M1, M5 と連携のもと開始した。

（副課題４）

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

- 2019 年 4 月から 6 月に房総半島南東の黒潮再循環域で、水中グライダーによる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)
- 前項の観測や筑波大学下田臨海実験センターにおける試験をもとに、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。
- 筑波大学下田臨海実験センターで、自己推進装置を取り付けた水中グライダーの投入・回収試験と動作確認を実施した。
- 地球環境・海洋部海洋気象課からの要請により、海水 pH 測定に使用する試薬のうち、海洋研究

開発機構から提供された精製高純度色素や溶液として市販されている色素内に含まれる不純物の量を測定した。この測定結果に基づいて、海水 pH の測定結果における不純物による影響を除去する式の妥当性について海洋気象課の担当者と検討を進めていく。

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 CO_2 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)。
- 気象庁による観測データ等に基づく重回帰式に将来変化を適用するとともに、諸研究機関による地球システムモデルの予測結果と比較検討するなどして、沖縄周辺海域、及び日本南方における 21 世紀末までの酸性化傾向を見積もった。(Kosugi et al., 2019, JpGU 年次会合) また、気候変動評価レポート 2020 の原稿作成に活用した。人間活動による CO_2 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と)、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 年にはさらに 0.3 の pH 低下が見込まれる。
- 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)
- 欧州や米国の研究チームや本庁海洋気象課と協力して、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 CO_2 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)
- 第 6 期結合モデル相互比較計画（CMIP6）のもとで実施された、気象研究所地球システムモデルによる現在気候再現実験における海洋生物地球化学場を観測結果と比較検討した。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。一方、海面二酸化炭素フラックスは、海洋による吸収過多により若干の悪化となった。今後は原因の分析と改善の方向性について検討を行う。
- 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 CO_2 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 CO_2 分圧の季節変化の増大が、海水への CO_2 蓄積に伴う表層海水の化学的性質の変化（バッファーファクターの増加）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)

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）

どの課題も、概ね線表の計画通り研究が進捗した。(副課題３）ではハロカーボンの現業観測装置の調整に多くの時間を費やしたために、ガス充填装置やレーザー分光計の試験がやや遅れたが、2 年目以降に進める。二酸化炭素輸送モデルについては、高解像度化したモデルでのナッジング対応、タグ付き・ラドンエイジ計算の開発と実行等、計画以上に進捗した。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）

- （副課題１）と(副課題４）は当初計画からの変更はない。

（副課題２）では当初「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」に拡張して進めている。

（副課題３）も研究手法に概ね変更点はないが、計画表にある 2021 年度からの新規観測については、予算の目途が立っていない。観測データ等を用いた MRI-ESM2 の大気 CO_2 濃度の評価を新たに開始した。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）

（副課題１）

- 季節予測システム(JMA/MRI-CPS2)を用いた予測可能性の研究は、M4 課題と協力して進めている。2018 年夏の台風活発や高温の予測可能性に関する研究成果（Takaya, 2019; Kobayashi and Ishikawa, 2019）などの予測可能性に関する調査研究は 2018 年の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ると考えられる。
- 本庁による次世代再解析(JRA-3Q)総合試験及びストリームＡの本計算やストリームＢの予備実験について、循環場全般の品質評価や性能評価を行い、総合試験報告用資料と長期再解析推進懇談会資料を作成した。
- 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平成 30 年 7 月豪雨および同年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。これらの成果は、共同研究「気候モデルを用いた気候変動再現実験のマルチモデル比較」（東京大学）や、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）におけるアウトリーチ活動にも貢献した。

（副課題２）

- 気象庁と文部科学省の共同で作成している『気候変動評価レポート 2020』の作成にあたっては、地球環境業務課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いる。

（副課題３）

- 気象研究所で実施してきた南鳥島採取大気中のハロカーボン分析手法を参考に、今年度整備する南鳥島の新代替フロン観測装置の調整や分析条件決定、標準ガススケールの確認を気象研究所で実施し、定常観測開始への支援を行った。
- 「温室効果ガス標準化共同プログラム」を気象庁環境管理官と共同運営し、WMO GAW の WCC 活動を支える標準スケールの維持・管理に貢献した。

（副課題４）

- 地球システムモデル出力や回帰モデル等を用いて得られた海洋酸性化の将来見通しを、「気候変動評価レポート 2020」に反映させている。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況
（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）他省庁予算

（副課題１）

- 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）において、領域気候モデルを用いて全球大気モデルによる大規模アンサンブル実験の結果をダウンスケーリングする実験を実施している。本課題ではこのデータをイベント・アトリビューション研究に利用しており、今年度は、2018 年夏の猛暑や豪雨事例に対して温暖化の寄与推定を実施した。

（副課題２）

- 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）において、気象研究所地球システムモデルの活用として、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（高解像度全球大気モデルと、海洋水温・塩分を同化する全球海洋モデルとを結合したシステム）を開発しており、また同課題は d4PDF 等のデータセットを作成しているが、これらを活かして研究を進めている。

（副課題３）

- 地球一括計上（環境省 地球環境保全試験研究費）「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」（H31 年度～R5 年度）で得られた、南鳥島と綾里での大気中ラドン濃度の連続観測と綾里での酸素濃度連続観測を継続し、得られた時系列データを気象庁定常観測データとあわせ、品質管理を行った。ラドンデータについては輸送モデルの評価にも活用した。南鳥島の二酸化炭素同位体分析計（レーザー分光法）の高精度化について、情報交換を行った。
- 地球一括計上（環境省 地球環境保全試験研究費）「民間航空機による温室効果ガスの３次元 長

期観測とデータ提供システムの構築」(H28 年度～R2 年度) で得られた民間航空機による温室効果ガス観測データの品質管理を行い、データセットを作成すると同時に、本課題での解析に活用した。

- 環境研究総合推進費「温室効果ガスの吸排出量監視に向けた統合型観測解析システムの確立」の「サブテーマ 2：同化技術を用いたメタン解析手法の開発」(H29 年 度～R1 年度) で得られた知見からメタン収支解析の進捗を図ることができた。

（２）共同研究

（副課題１）

- 共同研究「気候モデルを用いた気候変動再現実験のマルチモデル比較」(東京大学) において、全球大気モデルを用いた大規模アンサンブル実験の延長実験を実施し、データを整備した。本課題ではこのデータをイベント・アトリビューション研究に利用しており、今年度は、2018 年夏の猛暑や豪雨事例に対して温暖化の寄与推定を実施した。

（副課題３）

- 民間航空機を用いた温室効果ガス観測に関する研究：(１) 地球一括計上 (民間航空機) 記述のとおり
- 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)：南鳥島で採取した大気試料のハロカーボン分析を継続し、2019 年までのデータセットを作成した。
- 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)：スカイツリーにて、ラドン観測を継続した。得られたデータを用いて、輸送モデルの評価を実施した。
- 南鳥島における二酸化炭素鉛直平均濃度観測 (東京大学)：7 月に南鳥島に新太陽光分光装置を設置し、従来型装置と並行観測を開始した。CO_2 カラム量濃度結果の評価後、気象庁の航空機観測データ等と比較解析を進める予定。

（３）公募型共同利用による研究

（副課題３）

- 文部科学省 北極域研究推進プロジェクト (ArCS) 事業北極気候変動分野 (国立極地研究所)「北極域におけるメタン等温室効果気体の動態解明と収支評価」(H27 年度～R1 年度)：今年度羽田ーパリ路線の大気試料採取を 9 回実施し、高緯度上空の温室効果ガス濃度データを得た。他課題とも合わせた広範囲の航空機データセットを用い、解析等に活用した。

（４）科学研究費補助金

（副課題１）

- 基盤研究 (C)「オゾンの衛星観測データ均質化とマルチセンサ長期再解析」において、オゾン全量の Level 2 衛星観測データを地上からの観測と比較し結合データセットを作成した。このデータセットは、気象庁の次期長期再解析の境界条件と使われるオゾンの基礎的データとなる。
- 基盤研究 (C)「マルチモデル相互比較による事例別の季節予測可能性」において、過去のエルニーニョ事例について、気象研モデルを用いた季節予測結果と他機関の予測結果とを比較した。これらの取り組みは、季節予測の予測可能性研究においてモデル依存の不確実性の理解につながるものと期待される。
- 新学術領域研究「中緯度域の気候変動のメカニズム解明と予測可能性」において、大気モデルによる大規模アンサンブル実験を用いた中緯度域の異常気象の長期予測可能性研究を実施しており、季節予測の予測可能性研究に直結する研究である。
- 基盤研究(A)「等温位/等密度座標に基づく大気/海洋大循環の解析」において開発された循環場解析ツールを用いて、2017/18 年冬季の寒波の解析や、EU パターン発現時の日本付近への寒気流入の解析を行い、異常気象分析に貢献している。

（副課題３）

- 基盤(B)課題「拡散分離の定量評価により得られた大気組成の精密時空間変動に基づく温暖化影響の評価」(R1 年度～R3 年度)：南鳥島航空機観測で得られた上空の大気試料中の主成分(酸素、

アルゴン）分析を行った。これらの結果も含め採取試料の温室効果ガスデータの品質評価を実施した。

１．５　今後の課題

（副課題１）

- JRA－3Q の準リアルタイムモニタリング、品質情報提供および性能評価するにあたって他機関作成の最新の再解析プロダクトや観測データセットを利用する必要があり、そのためには大規模ストレージを整備することが必要である。
- 異常気象の発生・変動メカニズムについては、温暖化が進行中であることを考慮する必要があり、引き続き予測可能性や長期変化を調査していく必要がある。
- イベント・アトリビューション研究が将来的に気象庁の情報発信に貢献するために、過去の異常気象事例に遡った分析を行うことで情報の特性を精査する必要がある。

（副課題２）

- 気象研究所地球システムモデルは気候再現特性に優れているが、令和元年度までに CMIP6 用に計算したアンサンブルメンバ数は多くはない。そこで、地球温暖化予測の不確実性の低減のため、令和２年度以降も追加実験を実施していく予定である。

（副課題３）

- 次世代観測技術の開発や地上観測点および航空機観測を推進・発展させるため研究技術の継承が課題である。
- 炭素収支解明に観測データと数値モデルを融合的に活用したデータ解析を進めるため、他課題との連携をさらに進めることが必要である。

（副課題４）

- 観測データの解析を補完する材料としての予測モデルデータの活用、モデルによる予測の検証用としての観測データの活用をより進めることで、研究をより一層発展させられる可能性があり、担当者間の連絡を密にするなどによって対応する。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Ayarzagüena, B., 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 CO_2 concentrations in CMIP6 models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **125**, e2019JD032345.
2. 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.
3. 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. Visioni, 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.
4. 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. *J. Geophys. Res., Atmosphere*, **124**, 7018-7033, https://doi.org/10.1029/2018JD030162.
5. Hatsuzuka, D., T. Sato, K. Yoshida, M. Ishii, and R. Mizuta, 2020: Regional

projection of tropical-cyclone-induced extreme precipitation around Japan based on large ensemble simulations, *SOLA*, doi:10.2151/sola.2020-005.

6. 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. *J. Climate*, **32**, 2247-2259. doi:10.1175/JCLI-D-18-0426.1.
7. 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, doi: 10.2151/sola.15A-002.
8. 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. *Atm. Chem. Phys.*, **19**, 7073-7103, doi:10.5194/acp-19-7073-2019.
9. Ito, A., K. Nishina, K. Ishijima, S. Hashimoto and M. Inatomi, 2019: Emissions of nitrous oxide (N_2O) from soil surfaces and their historical changes in East Asia: a model-based assessment. *Prog. Earth Planet. Sci.*, **5**, doi:10.1186/s40645-018-0215-4.
10. 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.
11. 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. *Geosci. Model Develop.*, **12**, 2875-2897, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.
12. 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. *J. Geophys. Res.*, **124**, 6093-6103.
13. Kawase, H., Y. Imada, H. Tsuguti, T. Nakaegawa, N. Seino, A. Murata, and I. Takayabu, 2019: The Heavy Rain Event of July 2018 in Japan enhanced by historical warming. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, doi:10.1175/BAMS-D-19-0173.1.
14. 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, Concentrations and size distributions of black carbon in the surface snow of eastern Antarctica in 2011, *J. Geophys. Res., Atmospheres,* **125**, e2019JD030737, https://doi.org/10.1029/2019JD030737, 2020.
15. 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.
16. 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, https://doi.org/10.2151/sola.15A-006
17. Kusunoki, S., T. Ose, and M. Hosaka, 2020: Emergence of unprecedented climate change in projected future precipitation. *Scientific Reports*, 10.
18. 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.
19. 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,

doi:10.2151/sola.2019-037.

20. Merryfield, W. J. et al. 2020: Current and emerging developments in subseasonal to decadal prediction, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0037.1.
21. 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, S. Takano, and N. Nagatsuka, Black carbon and inorganic aerosols in Arctic snowpack, *J. Geophys. Res., Atmospheres,* **124**, 13,325-13,356, https://doi.org/10.1029/2019JD030623, 2019.
22. 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*.
23. Naoe, H. and K. Yoshida, 2019: Influence of quasi-biennial oscillation on the boreal winter extratropical stratosphere in QBOi experiments. *Q. J. R. Meteorol. Soc.*, **145**, 2755-2771.
24. 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.
25. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *J. Geophys. Res., Biogeosciences*, **124**, 1865-1886.
26. Olsen, A., N. Lange, R. M. Key, T. Tanhua, M. Alvarez, S. Becker, H. C. Bittig, and B. R. Carter, L. Cotrim da Cunha, R. A. Feely, S. van Heuven, M. Hoppema, M. Ishii, E. Jeansson, S. D. Jones, S. Jutterstrom, M. K. Karlsen, A. Kozyr, S. K. Lauvset, C. Lo Monaco, A. Murata, F. F. Perez, B. Pfeil, C. Schirnick, R. Steinfeldt, T. Suzuki, M. Telszewski, B. Tilbrook, A. Velo, R. Wanninkhof, 2019: GLODAPv2.2019 - an update of GLODAPv2, *Earth Sys. Sci. Data,* **11**, 1437-1461. https://doi.org/10.5194/essd-11-1437-2019
27. 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, *Geophys. Res. Lett.*, **46**, 13, 161-13,169. https://doi.org/10.1029/2019GL085121
28. Ose, T., 2019: Characteristics of future changes in summertime East Asian monthly precipitation in MRI-AGCM global warming experiments. *J. Meteor. Soc. Japan*, **97**, 317-335. https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-018
29. Ose, T., 2019: Future changes in summertime East Asian monthly precipitation in CMIP5 and their dependence on present-day model climatology. *J. Meteor. Soc. Japan,* **97**, 1041-1053.
30. 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. *Atm, Meas. Tech.*, **12**, 5639-5653, doi:org/10.5194/amt-12-5639-2019.
31. Pisso, I., P. Patra, M. Takigawa, T. Machida, H. Matsueda, and Y. Sawa, 2019: Assessing Lagrangian inverse modelling of urban anthropogenic CO_2 fluxes using in situ aircraft and ground-based measurements in the Tokyo area. *Carbon Balance and Management*, **14:6**, 1-23, doi:org/10.1186/s13021-019-0118-8.
32. Qian, Y., H. Murakami, M. Nakano, P. -C. Hsu, T. L. Delworth, S. B. Kapnick, V. Ramaswamy, T. Mochizuki, Y. Morioka, T. Doi, T. Kataoka, T. Nasuno, and K.

Yoshida, 2019: On the mechanisms of the active 2018 tropical cyclone season in the North Pacific. *Geophys. Res. Lett.,* **46**, 12293-12302.

33. 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. https://doi.org/ 10.1016/j.ocemod.2019.101503
34. 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.
35. Schlunegger, S., K. B. Rodgers, J. L. Sarmiento, T. L. Frölicher, J. P. Dunne, M. Ishii, and R. Slater, 2019: Emergence of anthropogenic signals in the ocean carbon cycle, *Nature Climate Change*, **9**, 719-725. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0553-2
36. 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**, 25-30.
37. 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**, 13-18.
38. 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^{o}C will lower increases in inequalities of four hazard indicators of climate change. *Environmental Research Letters*, **14**, 124022.
39. 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.
40. 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. A*tmospheric Chemistry and Physics*.
41. 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.
42. 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.
43. Sun, N., T. Zhou, X. Chen, H. Endo, A. Kitoh, and B. Wu, 2020: Amplified tropical Pacific rainfall variability related to background SST warming, *Clim. Dyn.*, **54**, 2387-2402, doi:10.1007/s00382-020-05119-3
44. 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. *Atmos. Chem. Phys.*, **20**, 753-770, https://doi.org/10.5194/acp-20-753-2020.
45. Takaya, Y., 2019: Positive phase of Pacific meridional mode enhanced western North Pacific tropical cyclone activity in summer 2018. *SOLA*, **15A**, 55-59, doi:10.2151/sola.15A-010.
46. 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**, 49-54. doi:10.2151/sola.15A-009.

47. Yamaguchi, M., Chan, J.C.L., Moon, I., Yoshida, K., and Mizuta, R., 2020: Global warming changes tropical cyclone translation speed. *Nat. Commun.* **11**, 47, https://doi.org/10.1038/s41467-019-13902-y.
48. Yokoyama, C., Y. 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. *J. Climate*, **32**, 5251-5274
49. 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. https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-051
50. 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.
51. Wada, S., M. Ishii, N. Kosugi, N., D. Sasano, W. Matsushita, Y. Omori, and T. Hama, 2020: Seasonal dynamics of seawater CO_2 system at a coastal site near the southern tip of Izu Peninsula, Japan, *J. Oceanogr.*, **76**, 227.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 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**, 659-651.
2. 石島健太郎, 「Greenhouse Gases Measurement Technique-2019参加報告」, *大気化学研究*, **42**, Article No. 042N01, 2019.
3. 石島健太郎, 6 地球環境; 6-9 放射強制力と長寿命温室効果気体の濃度変化, 8 物質編; 温室効果気体, 「大気環境の事典」, 大原利眞編, 朝倉書店, http://www.asakura.co.jp/books/isbn/978-4-254-18054-1/
4. 鬼頭昭雄, 2019: 地球温暖化で台風はどうなる？　*グローバルネット*, **345**(2019年8月号), 2-3.
5. Kitoh, A., 2019: Atmosphere - The Gaseous Realm Which Supports Human Life. In: Himiyama, Y., Satake, K., Oki, T. (eds), Human Geoscience. Advances in Geological Science. Springer, Singapore. ISBN 978-981-32-9223-9, doi:10.1007/978-981-32-9224-6_2, pp.21-26.
6. Kitoh, A., 2019: Climate Change We Human Are Responsible for. In: Himiyama, Y., Satake, K., Oki, T. (eds), Human Geoscience. Advances in Geological Science. Springer, Singapore. ISBN 978-981-32-9223-9, doi:10.1007/978-981-32-9224-6_20, pp.283-293.
7. 鬼頭昭雄, 2019: 激発する極端気象. *世界*, 2019年12月号, no.927, 91-100.
8. 町田敏暢, 坪井一寛, 丹羽洋介, 梅澤拓, 石島健太郎, 松枝秀和,「民間旅客機が切り拓く大気中二酸化炭素の新たな観測ネットワーク」, *月刊JETI* 2020年1月号

（３）学会等発表

1. Ishii, M., Ocean carbon and biogeochemistry observing system in the next decade: Time-series ocean BGC measurements — a key for better understanding the variability — Expert Workshop on Integrated Ocean Carbon Research (IOCR), 28-30 October 2019, Paris, France
2. 石井雅男, 海洋のCO_2吸収・酸性化・貧酸素化の調査・研究の10年（2021-2030）, 日本学術会議公開シンポジウム　国連の持続可能な海洋科学の10年, 2019年11月, 東京都
3. 石島健太郎, 坪井一寛, 松枝秀和, 澤 庸介, 丹羽洋介, 眞木貴史, 中村 貴, Variations

of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市

4. Ishijima, K., H. Matsueda, K. Tsuboi, K. Kozumi, G. Umezawa, T. Kawasaki, and Y. Sawa, New calibration system for methane and carbon dioxide at JMA, The 20th WMO/IAEA Meeting on Carbon Dioxide, Other Greenhouse Gases, and Related Measurement Techniques (GGMT-2019), 2-5 September 2019, Jeju, Korea.
5. 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, 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度変動, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
6. 石戸谷重之, 坪井一寛, 丹羽洋介, 村山昌平, 松枝秀和, 澤庸介, 青木伸行, 石島健太郎, 古積健太郎, 梅澤研太, 雪田一弥, 西田重晴, 山本めぐみ, C-130H 輸送機により観測された北西太平洋上空における大気ポテンシャル酸素の季節および年々変動, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉市
7. Ishijima, K., K. Tsuboi, H. Matsueda, Y. Tanaka, T. Maki, T. Nakamura, Y. Niwa, Analysis of atmospheric Radon-222 variations observed at JMA stations using model simulations of tagged Radon-222 tracers and Radon-222 age, AGU fall meeting 2019, Dec 2019, San Francisco, U.S.A.
8. 今田由紀子, 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
9. 今田由紀子, 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, 福岡市
10. Endo, H., 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), Beijing, China, 2019/10/28-30
11. Endo, H. and A. Kitoh, Distinguishing feature of the Asian summer monsoon response to global warming simulated by CMIP5 climate models, EAC2019, City University of Hong Kong, Hong Kong, 2019/4/27-29
12. 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
13. 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
14. 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 5 月, 東京 (招待講演)
15. 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 IUGG General Assembly, 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール.
16. 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
17. 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, 千葉県柏市
18. 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 (招待講演)
19. 岡英太郎, 山田広大, 笹野大輔, 延与和敬, 中野俊也, 石井雅男, 遠隔強制による過去 40 年間の亜熱帯モード水の物理・生物地球化学的十年規模変動, 日本海洋学会 2019

年度秋季大会，2019 年 9 月，富山

20. 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,2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
21. 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）2019 年度秋季大会，2019 年 10 月，福岡市
22. 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?潮内側域の pCO_2 空間変動　日本海洋学会 2019 年秋季大会，2019 年 9 月，富山
23. 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
24. 釜堀 弘隆　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 年春季大会，2019 年 5 月，東京
25. 釜堀弘隆，様々な時間スケールのアメダス降水量の長期変動，日本気象学会 2019 年度秋季大会，2019 年 10 月，福岡市
26. Kawai, H., T. Koshiro, H. Endo, and O. Arakawa, 2019: Mechanisms of Changes in Marine Fog in CMIP5 Multi-Model Simulations. A11L-2766, 2019 AGU Fall Meeting, in San Francisco, 9-13 December 2019.
27. Kawasaki, T., M. Yamamoto, M. Yoshida, K. Saito, K. Kozumi, G. Umezawa, K. Yukita, S. Nishida, S. Sato, M. Akamatsu, A. Kinoshita, Y. Sawa, K. Tsuboi, K. Ishijima, H. Matsueda, WCC and QA/SAC activities by JMA, GGMT 2019, Sep 2019. Jeju, Korea.
28. Kawasaki, T., M. Yamamoto, M. Yoshida, K. Saito, K. Kozumi, G. Umezawa, K. Yukita, S. Nishida, S. Sato, M. Akamatsu, A. Kinoshita, Y. Sawa, T. Machida, S. Murayama, K. Tsuboi, K. Ishijima, and H. Matsueda, Comparison analysis of greenhouse gas observation data at Minamitorishima GAW Global station, AGU fall meeting 2019, Dec 2019, San Francisco, U.S.A.
29. 楠 昌司，大量アンサンブル実験による梅雨期の将来変化，日本気象学会 2019 年 5 月，東京都
30. 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、2019-10-28 日本気象学会 2019 年度秋季大会、日本気象学会、福岡国際会議場/日本/福岡県福岡市
31. Koshiro, T., H. Kawai, and S. Yukimoto , “Can low cloud feedback be explained based on low cloud indices?” 2019-10-01 CFMIP Meeting on Clouds, Precipitation, Circulation and Climate Sensitivity, NASA, Saint John Hotel/ギリシャ/ミコノス
32. 小杉如央，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，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，　2019 年 5 月，千葉県千葉市
33. 小杉如央，大気・下層・水平方向への酸素フラックスから定量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
34. Kobayashi, C., 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
35. Kobayashi, C., 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
36. 小林ちあき，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
37. 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
38. 小林ちあき，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
39. 小林ちあき，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

40. 小林ちあき，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
41. 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，東京都
42. 田中泰宙，MRI-ESM2.0 による自然起源エーロゾルのトレンド解析，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
43. 田中泰宙，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，福岡県福岡市
44. 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 年 2 月 アメリカ，サンディエゴ
45. 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 年秋季大会、2019 年 9 月，富山
46. Murakami, H., “Seasonal Predictions of Tropical Cyclones in 2018 using GFDL, NICAM, and MRI High-Resolution Global Models,” in *Japan Geoscience Union Meeting 2019*, Makuhari Messe Chiba, Chiba, Japan, May 26-30 2019.
47. Naoe, H., 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
48. Naoe, H., 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
49. 直江寛明、Level 2 衛星オゾン全量の有効温度依存性，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都渋谷区
50. 直江寛明、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
51. 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，宇治
52. Harada, Y., 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
53. Harada, Y., Diagnostics of a WN2-type Major Sudden Stratospheric Warming Event in February 2018 using a new Three-dimensional Wave Activity Flux, 第 27 回国際測地学地球物理学連合総会，2019 年 7 月，カナダ，モントリオール
54. Harada, Y., Relationship between the Boreal Summer Intra-seasonal Oscillation and the Stratospheric Quasi-Biennial Oscillation, WCRP/SPARC SATIO-TCS joint workshop on Stratosphere-Troposphere Dynamical Coupling in the Tropics, 2020 年 2 月，京都
55. 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，日本気象学会 2019 年度春季大会，2019 年 5 月，東京都
56. 原田やよい，新しい３次元波活動度フラックスを用いた 2018 年 2 月北半球大規模突然昇温の解析結果，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年 5 月，千葉
57. 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
58. 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
59. 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 15 回「異常気象と長期変動」（異常気象研究会），2019 年 11 月，宇治
60. Fujita, R., S. Morimoto, S. Ishidoya, Y. Tohjima, K. Ishijima, S. Aoki, and T. Nakazawa, Source identification of high CH_4 air masses observed on board R/V MIRAI in the northern high latitudes based on $\delta^{13}C$ and δD measurements, 8th

International Symposium on Non-CO2 Greenhouse Gases, June 2019, Amsterdam, Netherlands.

61. Fujita, R., S. Morimoto, S. Ishidoya, Y. Tohjima, K. Ishijima, S. Aoki, and T. Nakazawa, Observation of carbon and hydrogen isotope ratios of atmospheric methane in the Arctic region : the dominant contribution of biogenic sources in the summer, Sixth International Symposium on Arctic Research (ISAR-6), Mar 2020, Tokyo, Japan
62. 保坂征宏、MRI-ESM2 による過去再現・将来予測計算結果の理解に向けて、日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
63. 松枝秀和、高精度メタン標準ガス較正装置、日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
64. 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
65. 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
66. 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
67. 村田文絵, 松山沙紀, 井上達斗, 山﨑理子, 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
68. 村山昌平, 坪井一寛, 石戸谷重之, 松枝秀和, 丹羽洋介, 澤庸介, 石島健太郎, 古積 健太郎, 梅澤研太, 雪田一弥, 西田重晴, 山本めぐみ, 宇佐美哲之, 森本真司, 南鳥島における大気中 CO_2 濃度および炭素・酸素安定同位体比の連続観測, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉
69. 村山昌平, 坪井一寛, 石戸谷重之, 松枝秀和, 石島健太郎, 丹羽洋介, 森本真司, 澤 庸介, 古積 健太郎, 梅澤 研太, 赤松 澪, 雪田 一弥, 西田 重晴, 佐藤 祥平, 宇佐美 哲之, 南鳥島における大気中二酸化炭素の濃度および安定同位体比の変動, 第 24 回大気化学討論会 c 2019 年 11 月, 愛知県蒲郡市
70. Yoshida, K., 2019: Do sudden stratospheric warmings boost convective activity in the tropics? Workshop: Stratospheric predictability and impact on the troposphere, Reading, UK, 18 November 2019.
71. Yoshida, K. and R. Mizuta, 2019: Sudden Stratospheric Warming Influence on the Tropical Troposphere with High Resolution Large Ensemble Simulations, AOGS 16th Annual Meeting, Singapore, Singapore, 29 July 2019. (Invited)
72. Yoshida, K. and R. Mizuta, 2019: 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, Montreal, Canada, 10 July 2019.
73. 吉田康平, 2019: 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「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 15 日 宇治市.

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

(受賞)

今田由紀子,日本気象学会 2019 年度正野賞　気候モデルを用いた短期気候変動予測研究および極端気象に対する温暖化寄与推定の研究

尾瀬智昭, 日本気象学会 2019 年気象集誌論文賞 (Ose et al. 2019)

行本誠史ほか：日本気象学会 2019 年気象集誌論文賞 (Yukimoto et al. 2019)

今田由紀子，日本気象学会 2019 年 SOLA 論文賞

（報道）

石井雅男，「海が地球温暖化を抑制　人為起源の CO_2『31%』を吸収」科学新聞，2019 年 4 月 5 日

今田由紀子，川瀬宏明，「温暖化で猛暑日 1.8 倍に　気象研予測，1 度上昇の場合」，沖縄タイムス，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「地球温暖化なければ去年夏の猛暑はない」，KHB 東日本放送 16：16，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「地球温暖化なければ去年夏の猛暑はない」，tv asahi，テレ朝　NEWS　16：16，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「地球温暖化なければ去年夏の猛暑はない」，名古屋テレビ 19：48，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「温暖化で猛暑日 1.8 倍に」，大分合同新聞，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「パリ協定目標達成でも猛暑日 1.8 倍　気象庁」，デジタル毎日，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「温暖化がなければ昨夏の猛暑起きず」，朝日新聞夕刊，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明「温暖化で猛暑 1.8 倍に　気象研などが予測」日本経済新聞，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「パリ協定目標達成でも猛暑日 1.8 倍　気象庁」，デジタル毎日，2019 年 5 月 22 日

今田由紀子，川瀬宏明，「温暖化目標達成でも猛暑増　気象研チーム発表」，毎日新聞朝刊，2019 年 5 月 23 日

今田由紀子，川瀬宏明，Deadly Japan heatwave ″essentially impossible″ without global warming，CLIMATE HOME NEWS，2019 年 5 月 29 日

今田由紀子，川瀬宏明，Japan's deadly 2018 heatwave could not have happened without climate change.，Carbon Brief，2019 年 5 月 30 日

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 News，2019 年 6 月 4 日

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

（アウトリーチ）

今田由紀子　「異常気象と地球温暖化」　科学技術週間特別講演，気象研究所，2019 年 4 月 17 日　気象研究所

坪井一寛　「二酸化炭素濃度を『はかる』」　科学技術週間ミニ講座，気象研究所，2019 年 4 月 17 日

鬼頭昭雄，地球温暖化による気象・気候リスク．南北米福地開発協会第25回環境問題研究会セミナー．2019年6月15日　川崎，大山街道ふるさと館．

Ono, H. and M. Ishii, Acceleration of ocean acidification in the western North Pacific, IPCC 50th Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBTA50), Bonn, Germany, 2019年6月17日

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 季節予報の理解と活用～グローバル気候システム研究の最前線～，秋葉原UDX，東京都千代田区，2019年6月29日

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，京都テルサ，京都市，2019年8月17日

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，三重県総合文化センター，2019 年 11 月 19 日

石井雅男，基調講演「IPCC　海洋・雪氷圏特別報告書について」　環境省・気象庁 IPCC シンポジ

ウム「くらしの中の気候変動」2019 年 11 月 21 日　東京大学伊藤謝恩ホール
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，市民ホールやたべ，2019 年 11 月 26 日
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？～」気象研究所成果発表会　2019 年 12 月 7 日　一橋大学一橋講堂
坪井一寛「航空機を利用して温室効果ガス濃度を『はかる』」，日本気象学会九州支部 第 19 回気象教室「地球温暖化、その原因の正体に迫る」，2020 年 1 月 13 日，福岡市科学館
鬼頭昭雄，異常気象に未来に何が待っているのか．2020年2月22日　練馬区消費者教室．東京，石神井公園区民交流センター．

S　地震と津波の監視・予測に関する研究

研 究 年 次 ：１年目／５年計画（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　部長）

課題構成及び研究担当者
（副課題１）地殻活動監視に関する研究
［地震津波研究部］○勝間田明男、田中昌之、露木貴裕、小林昭夫、安藤　忍、弘瀬冬樹、永田広平、溜渕功史

（副課題２）地震動即時予測に関する研究
［地震津波研究部］○干場充之、小木曽仁、小寺祐貴

（副課題３）津波予測に関する研究
［地震津波研究部］○山本剛靖、中田健嗣、南　雅晃

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。

（気象研究所の実績）

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。

研究の成果の到達目標

（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。

令和元年度の研究計画

（副課題１）

地殻活動の異常度を表現するための統合的指標の構築のため、その要素となる地震活動の特徴を表すｂ値やｐ値などの様々な指標の地域毎の時間変動特性および地域差の特徴ついて調査を行う。また､それらの指標の地域特性の違いに寄与している可能性のある物理的背景について検討を行う。

（副課題２）

緊急地震速報のさらなる精度向上・迅速化・堅牢化を目指して、データ同化手法を用いて波動場を正確に推定し、そこから未来の波動場を予測する手法を発展させる。PLUM 法の改良を進め、伝播経路特性については地下構造の精緻化を図る。地盤増幅特性の中の位相特性を検討し、長周期地震動を含めた即時予測での継続時間の予測の精度向上を目指す。

（副課題３）

近地津波について津波後続波の観測事例を収集・整理し、それらの観測事例を再現する津波波源の推定に着手する。遠地津波の減衰過程を説明する MRMS パラメータの改良を行う。遠地津波と近地津波のそれぞれの観測事例について、長時間津波伝播計算による後続波と減衰過程の再現を試み、その精度向上のために必要な計算条件設定の検討を行う。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（１）課題全体

副課題１では、地殻活動に関する個別指標の調査を進めた。副課題２では、PLUM 法の高度化や地盤増幅特性のモデル化解析を進めた。副課題３では、津波観測データに基づく後続波と減衰過程の解析を進めつつ、津波伝播計算手法の改良を行った。

（２）副課題

（副課題１）

・地震活動を表す手法として、余震・本震に基づく ETAS モデル・規模別頻度分布の係数ｂ値・潮汐応答と地震活動の関係を表すｐ値などについて文献調査を行い、地震活動の変動を確率として表現する方法に見通しを得た。

・「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（前田法)」を模擬データである ETAS カタログへ適用し，予測効率を調査した結果，自然地震カタログへの適用よりも成績が悪くなった．また，自然地震カタログの方が ETAS カタログよりも前震活動の加速は大きかった．このことは，ETAS モデルでは前震活動の特徴を十分には再現することは困難であり，前震活動の特徴をうまく抽出できれば ETAS モデルよりも効率的な予測が可能であることを示唆する．

・日本の内陸の地殻内で発生した地震の震源周辺の規模別頻度分布の時間変化を調査した。M6.5 以上の地震を対象に、地震規模との経験的関係から計算される余震域の広がり程度の範囲の地震活動を見ると、地震発生から半年程度以降のｂ値は、地震発生前に比べて高く、相対的に規模の大きな地震の割合が少なくなっていたことが分かった。

・地震の規模別頻度分布から得られるｂ値の時間変化と地殻変動、繰り返し地震との関係について調査を行い、跡津川断層や宮古島近海のｂ値の時間変化に有意な周期性があることを確認した。

・地震モーメント保存則に基づき、日本海溝～千島・カムチャッカ海溝沿いで発生し得る地震の最大規模を推定した。推定された最大規模は、切断 G-R 則で 10 程度、宇津の式で 11 程度である。

・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の地震活動について、潮汐との相関を調査した。解析の結果、潮汐応力値の絶対値が大きいほど地震発生の潮汐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。

・中規模繰り返し地震について、発生状況のモニタリングと発生確率予測を行い、2016 年 2 月，2017 年 2 月及び 2018 年 2 月に岡田･他(2007)のベイズ統計対数正規分布モデル(LN-Bayes，ϕ=2.5，ζ=0.23)を用いて実施した 1 年発生確率について､平均対数尤度(MLL)とブライアスコア(BS)の評価指標を使って予測成績を確認し、他の更新過程の小標本論対数正規分布モデル(LN-SST)，BPT 分布モデル(BPT，α=0.24)及び指数分布モデル(Exp)の予測成績と比較した。結果は､MLL について，

2016 年 2 月予測は LN-SST が他のモデルよりも成績は良く，2017 年 2 月と 2018 年 2 月予測は LN-Bayes が最も良い．3 回の実験はそれぞれ独立であり，3 回の結果を一つにして得られる成績は LN-Bayes が最も良い．要因は不明であるが、LN-Bayes，LN-SST 及び Exp の成績は徐々に悪化している．という結果を定量的に確認した。

・地震活動の静穏化・活発化を示す eMAP について調査し、この手法が他の手法に比べてその変動をより強調して表すことができることを示した。

・レーザー変位計及びひずみ計データを用いて、これまで観測されていなかった、超低周波地震と短期的スロースリップの中間の継続時間を持つ現象がないか調査し、継続時間約 1 時間の継続時間を持つスロースリップ現象を発見した。このスロースリップは通常の短期的スロースリップが発生している期間に発生したもので、Mw5.0 ほどの規模を持ち Ide et al.(2007)のスロー地震のスケーリング則と調和的であった。

・ひずみの時系列データを状態空間モデルで表現し、カルマンフィルタによって状態の推定を行うことにより、地殻変動データのトレンド変化を確率として表現することが可能であるとの見通しを得た。

（副課題２）

・PLUM 法の高度化については、S 波群中の P 波を検知する方法を発展させ、上下動成分のみから得られる震度を予測に用いることを検討した。また、距離減衰を導入することを考察した。これらにより、PLUM 法が、近い未来のみにしか適用できない弱点を軽減する可能性を見出した。

・継続時間も含めた揺れの予測の精度向上を目指し、減衰・散乱・速度構造などの地下構造の詳細な推定や地盤増幅特性のモデル化を進めている。

・詳細な観測網が利用可能な状況では、(断層破壊の全体を捉える）Ｍｗの即時推定では強い揺れに間に合わず、揺れをモニターする方法が有効であることを示唆する結果を得た。

・予測計算の堅牢化のために､機械学習によって観測点の品質を自動的に監視する方法を検討した。また、データ同化や波動伝播シミュレーションでの計算時間を短縮する方法の考察について着手した。

（副課題３）

・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。

・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加えて北太平洋を波源とする巨大津波についてその振幅の増加・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ても共通性が見られること、指数関数的に減衰する過程における津波振幅が北太平洋を波源とする津波についても地震の規模に比例することを確認した。

・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。摩擦項の離散化をより適切な式表現にすることで、計算時間間隔を極めて短くすることなく数値安定性を高め精度を維持できることを示した。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度

当初計画通り、研究は進捗している。

（２）当初計画から変更した点

なし

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況

地震動即時予測に関し、米国西海岸にて PLUM 法の適用実験が行われている。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況

（１）他省庁予算
なし

（２）共同研究
・地殻変動観測等について「地震・津波防災研究分野における連携・協力に関する協定」(JAMSTEC, 地震火山部、気象研究所）を通じて、情報交換を行った。
・精密制御震源装置について、共同研究「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・気象研究所・静岡大学）として、研究を進めた。
・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）(協力：干場充之）2019 年 6 月から 36 か月間計画)
日本での緊急地震速報の経験や今後の技術開発について議論することで、EU をはじめとする各国からの参加者の理解を促し、これにより、議論が深まっている。同時に、この議論を通して、地震動即時予測の研究の進展に寄与している。
・気象庁、防災科学技術研究所などの共同研究「緊急地震速報の高度化に関する研究」への参画 (H28 年度～)
緊急地震速報の運用について気象庁地震火山部が各研究機関と行っている共同研究に参加することで、各機関と連携して研究を進めている。

（３）公募型共同利用による研究
・地震活動予測について、CSEP(Collaboratory for the Study of Earthquake Predictability)に参加して、予測精度評価や情報交換を行った。
・相似地震調査について、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」(大学及び関連機関）の相似地震調査グループと情報交換を行いつつ研究を進めた。
・地殻変動解析について「地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関する協定」(関係大学等）を通じて情報交換を行った。
・地殻変動解析について東京大学地震研究所共同利用研究「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」を通じて情報交換を行った。
・東京大学地震研究所共同研究 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」(代表：小木曽仁）(令和２年度)
地震動即時解析や即時予測の情報交換に寄与している。
・東京大学地震研究所共同研究 特定共同研究Ｂ「固体地球現象の理解と予測に向けたデータ同化法の開発」(参加：干場充之）(令和２年度)
データ同化を地震動即時予測に応用する研究に寄与している。

（４）科学研究費補助金
・挑戦的研究(開拓)「長基線レーザー伸縮計ネットワークによるサブミリヘルツ帯の固体地球物理現象の探求」(平成 29～令和元年度)
当補助金を活用し、レーザー干渉計システムを再構築して得たデータを解析した。
・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，分担：小木曽仁，小寺祐貴）(平成29～令和2年度)
地震動即時予測を長周期に拡張する研究に寄与している。
・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）(平成29～令和元年度)
地震動即時予測に適用する際のデータの品質検査の研究に寄与している。
・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：小木曽仁）（平成 30～令和 2 年度)
減衰構造や散乱構造を取り入れることによる震度予測精度向上の研究に寄与している。

１．５　今後の課題
なし

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

（副課題１）

1. Hirose, F., K. Maeda, and O. Kamigaichi, 2019: Tidal Forcing of Interplate Earthquakes Along the Tonga‐Kermadec Trench, *J. Geophys. Res.*, **124**, 10498-10521.
2. Hirose, F., K. Maeda, and Y. Yoshida, 2019: Maximum magnitude of subduction earthquakes along the Japan-Kuril-Kamchatka trench estimated from seismic moment conservation, *Geophys. J. Int.*, **219**, 1590-1612.
3. Murotani,S., K. Satake, H. Tsuruoka, H. Miyake, T. Sato, T. Hashimoto, H. Kanamori, 2020: A Database of Digitized and Analog Seismograms of Historical Earthquakes in Japan. *Seismological Research Letter*, **91**, 1459-1468.

（副課題２）

1. 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, doi:10.1785/0120180326.
2. Kodera, Y. 2019: An Earthquake Early Warning Method Based on Huygens Principle: Robust Ground Motion Prediction Using Various Localized Distance‐Attenuation Models. *J. Geophys. Res.*, **124**, 12981-12996, doi:10.1029/2019JB017862.
3. 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?, *J. Geophys. Res.*, **125**, e2019JB017718, doi:10.1029/2019JB017718.
4. 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. doi:10.1785/0220190263.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

（副課題１）

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 気象研究所, 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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. *地震予知連絡会会報*, **103**, 356-360.

（副課題２）

1. 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.
2. 干場充之，2019: シンポジュウム「南海トラフ地震臨時情報：科学的データや知見の活用」開催報告，*日本地震学会ニュースレター*，72，NL-4-31-33.

（３）学会等発表

（副課題１）

1. NAGATA 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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
6. 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
7. 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，JpGU meeting 2019，2019 年 5 月，千葉県千葉市
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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

（副課題２）

1. 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
2. Kodera, Y., 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
3. 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
4. 小木曽　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

5. 小木曽　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
6. 小寺祐貴, 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
7. 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
8. 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
9. 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
10. 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
11. 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
12. 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
13. 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
14. 小木曽　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
15. 小寺祐貴, 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
16. 小寺祐貴, 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
17. Hoshiba, M., Too-late warning by estimating Mw: From viewpoint of real-time prediction of strong motion in earthquake early warning, 2019 AGU fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
18. Ogiso, M., Full seismogram envelope prediction in the earthquake early warning: implementation of a forward scattering model in the Numerical Shake Prediction scheme, 2019 AGU fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
19. Kodera, Y., An unsupervised automatic classification algorithm for continuous seismic records using a nonparametric Bayesian approach, 2019 AGU fall meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ
20. 小木曽　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
21. 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
22. 小木曽　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
23. 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

24. 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
25. 小寺祐貴，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

（副課題３）

1. 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，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年５月，千葉県千葉市
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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，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
6. 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

N　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

研 究 年 次 ：４年目／５年計画（平成 28 年度～令和２年度）
研 究 代 表 者 ：橋本徹夫（地震津波研究部　部長）

課題構成及び研究担当者
（副課題１）南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視技術の高度化
［地震津波研究部］○小林昭夫、勝間田明男、露木貴裕、西宮隆仁、安藤　忍、弘瀬冬樹、永田広平、中田健嗣
［併任：地震火山部］山内　崇、甲斐玲子、宮岡一樹、前田憲二

（副課題２）津波地震などに対応した即時的地震像把握手法の開発
［地震津波研究部］○勝間田明男、小林昭夫、田中昌之、西宮隆仁、中田健嗣、溜渕功史
［併任：地震火山部］岩切一宏
［併任：気象大学校］吉田康宏

研究の動機・背景
（社会的背景・意義）
平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の発生を受け、広範囲で大規模な被害が懸念され、かつ切迫性が高い南海トラフの大規模地震についての評価及び地震対策の見直しが各機関において行われている。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。平成 26 年 6 月 24 日には「経済財政運営と改革の基本方針 2014（骨太方針）」が閣議決定され、その中で平成 26 年 3 月に内閣府によりまとめられた「南海トラフ地震防災対策推進基本計画 」を推進することとしている。この基本計画の中では、「津波に関する情報については、（中略）予測の精度向上について検討を進める」こと、東海・東南海・南海地域の「時間差発生等への対応」の必要性が指摘されている。また、「経済財政運営と改革の基本方針 2015（骨太方針）（平成 27 年 6 月 30 日閣議決定）」には、南海トラフ巨大地震などの自然災害に対し、研究・人材育成を含め防災・減災の取組を推進するとしている。国土交通省では、平成 26 年に「国土交通省南海トラフ巨大地震対策計画［第１版］」を公表し、重点項目の一つとして緊急地震速報・津波警報等及び津波観測情報の迅速化・高精度化を挙げている。また、内閣府は平成 25 年に「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について」の報告書を公表した。その中で、「地震の規模や発生時期を高い確度で予測することは困難である」が、「観測データの変化に基づいてプレート境界のすべり等の固着状態の変化が検知できれば、不確実性は伴うものの地震発生の危険性が相対的に高まっていることは言及できそうである」としている。地震調査研究推進本部は、平成 24 年 9 月に「新たな地震調査研究の推進について」、平成 26 年 8 月に「地震に関する総合的な調査観測計画～東日本大震災を踏まえて～」を発表した。これらの中で、「海溝型地震を対象とした地震発生予測の高精度化に関する調査観測の強化（プレート境界の状況を把握することが重要、調査観測から得られる成果を総合的に取り込んだモデルを構築することが重要）」を挙げている。平成 25 年に科学技術・学術審議会は「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について」を文部科学大臣や国土交通大臣などに建議し、その中で「モニタリングによる地震活動予測」や「地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化」のための研究について推進することを提言している。

（学術的背景・意義）
十数年前から高密度の GPS や高感度地震計の展開により、南海トラフ沿いでは深部低周波微動・地震（高感度地震計で観測できる微小な振動）を伴うプレート境界の短期的スロースリップ（ゆっくりすべり）、長期的スロースリップ等が観測されるようになってきた。これらはプレート間巨大地震の震源域となりうる固着域周辺で発生している現象であり、プレート間の固着状態に影響を及ぼす可能性が指摘されている。このため、東海地域だけではなく南海トラフ全体におけるプレート間固着状態の変化を地震活動、地殻変動の複数の観測手法を用いて検出し、地震サイクルの数値シミュレーションによってそれら変化が示す意味に対する理解を深めることが重要である。また、想定東海地震が現時

点で発生していないことから、東海地震と東南海・南海地震が連動して発生する可能性について指摘されている。東海地域で巨大地震が発生した場合、想定東海地震なのか、東南海・南海地域も連動して地震が発生したのか、あるいは今後連動して地震が発生するか等を評価することは国の応急対策活動や復旧・復興活動にとって極めて重要である。このため、地震防災対策強化地域判定会や地震調査委員会等で、発生した巨大地震や今後の巨大地震の連動可能性についてすみやかに検討できるよう、震源域がどこまで及んでいるか等を速やかに分析して提供できるようにする必要がある。さらに、過去の南海トラフ沿いの地震のうち1605年の慶長地震は、地震動被害に比べて津波被害が大きい「津波地震」であった可能性が指摘されている。平成23年の東北地方太平洋沖地震の発生は、改めて地震の多様性を示す例となっており、津波地震に対しても対策が必要である。現在の気象庁の津波警報システムでは、巨大地震の発生時に規模を過小評価しない対策は取られているが、さらに適切な津波警報等を行うために津波地震の識別の信頼性向上と津波地震の定量的な規模推定を行う必要がある。

（気象業務での意義）

東海地域では、1978年の大規模地震対策特別措置法の成立以来、地震予測のための対策がとられている。気象庁長官の私的諮問機関である地震防災対策強化地域判定会（以下、判定会）では観測データに異常が現れた場合、これが東海地震の前兆かどうかを判定し、大規模な地震が発生する恐れがあると認めたときには､気象庁長官は内閣総理大臣に地震予知情報を報告することになっている｡また、東海地震の想定震源域に隣接する南海トラフ沿いにおける東南海地震・南海地震の発生が予測されている｡両地震に関する観測体制の整備が法律（東南海･南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法（平成14年7月26日法律第92号））で求められており気象庁でも観測強化を進めている。本研究課題は、東海地震を含む南海トラフ沿いの震源域およびその深部延長域におけるプレート境界の固着状態の監視能力の向上を通じた東海地震直前の異常検知の早期化への寄与と、地震発生シミュレーションなどによる地震発生に至る過程の解明を通じた南海トラフ沿いの海溝型巨大地震の観測・監視業務への貢献を目的としている。

現在の気象庁の津波警報システムでは、巨大地震の発生時に規模を過小評価しない対策は取られているが、本研究課題の津波地震の識別の信頼性向上と津波地震の定量的な規模推定により期待される成果は、さらに適切な津波警報等に寄与する。

また、東海地域で地震が発生した場合、判定会では発生した地震が東海地震であるかどうかの判定を行う必要がある。本研究課題の地震の規模・震源域の広がりを即時に推定する手法はこの判定に寄与する。

研究の目的

切迫性の高い南海トラフの大規模地震に関連し、プレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法を高度化するとともに、観測された現象と大地震発生との関連性を理解し、地震発生前の的確な情報発信を可能とする。さらに、津波地震を含む巨大地震の多様な発生状況を想定した地震の規模・震源域の広がり等を迅速に把握するための手法を開発し、津波地震に対する津波警報の適切な発表や、東海・東南海・南海地域の時間差発生対応のための割れ残りの判定により、的確な災害対策に貢献する情報発信を可能とする。これらにより大地震、津波から国民の生命と財産を守る。

研究の成果の到達目標

（全体）

南海トラフ沿いのプレート境界におけるスロースリップ、プレスリップなど固着状態の変化を検出するための手法を高度化するとともに、その物理的背景（固着域の状態変化）に関する説明能力の向上を図る。さらに、津波地震を含む巨大地震の多様な発生状況を想定した地震の規模・震源域の広がり等を迅速に把握するための手法を開発する。

（副課題１）

1.1 プレート間固着状態のモニタ

1.1.1　衛星データ（干渉SAR）による地殻変動検出手法の改良

プレート間の固着状態の変化による地殻変動を面的に詳細に把握するため、人工衛星リモートセンシング手法の一つであるSAR干渉解析手法の改良を行う。

1.1.2　スロースリップ変動源推定手法の高度化
　プレート間のゆっくりしたすべり現象について、数か月から数年間継続する長期的スロースリップによる地殻変動をひずみ計、GNSS 等を用いて客観的に検出するなど、すべり現象の検出手法、変動源を推定する手法の改良を行う。
1.2　地震発生の数値シミュレーションによる固着状態推定
　観測された固着状態の変化の物理的背景の理解を進めるとともに、プレスリップにつながるなど将来の大地震の発生に結びつく可能性について評価する手法を開発する。

（副課題２）
2.1　津波地震等の検出手法の開発
　津波地震や海底地すべりの発生を検知し、津波予測に用いるための規模等を推定するための手法を開発する。
2.2　余震活動の即時把握の高度化
　発生した地震の震源域の広がり把握や、余震発生予測等に寄与するため、地震発生直後の余震の発生状況について即時に把握する手法を改良する。
2.3　地震断層のすべり分布推定手法の高度化
　津波予測や連動発生地震の監視に寄与するため、発生した地震のすべり分布を迅速に推定するための手法を改良する。

令和元年度の研究計画
（副課題１）
・南海トラフ沿いの岬付近の差分干渉 SAR 解析結果について、数値気象モデルを用いた大気遅延量を推定し補正を行う。
・短期的スロースリップのすべり分布推定手法の改良を行い、すべりの時空間分布を推定する。
・東海大学と共同で、海底地震計観測を行う。
・地震発生シミュレーションにおいて、効率的な計算手法の検討を行う。また、千島海溝域についての地震発生シミュレーションモデルの基本構造の構築を行う。

（副課題２）
・津波地震が日本近海で発生した場合の、現状の規模推定法の問題点の検討を行う。
・津波地震の規模推定法の検証を進める。
・山体崩壊による津波の評価法の検討を行う。
・自動震源決定手法を海底地震計データに適用可能な形に改良し、海溝型地震における破壊域等の断層パラメータ把握についての検討を行う。
・遠地実体波震源過程解析の自動解析手法のとりまとめを行う。近地強震波形震源過程解析の手法改良を行う。

１．令和元年度の研究結果
１．１　成果の概要
（１）課題全体
　副課題１のプレート間固着状態監視として、GNSS やひずみ、レーザー式変位計データを用いたスロースリップ、干渉 SAR による定常地殻変動速度、過去の海底地震計波形を用いた浅部低周波微動検出の研究などが進展した。副課題２の津波地震関係については、スロー地震タイプの規模推定手法、自動震源決定手法の改良などに関する研究が進んだ。

（２）副課題
（副課題１）
・GNSS 座標データを用い、2017 年春から 2018 年秋にかけて発生した志摩半島付近の長期的スロースリップを検出した。長期的スロースリップ発生期間には隣接する領域で短期的スロースリップが活性化され、短期的スロースリップによる変位を除くと長期的スロースリップのすべりの規模は Mw 6.4 相当であった。
・中国地方を領域固定した GNSS 日値を用い、フィリピン海プレートの沈み込みと逆方向の成分に

ついて2年間の変化量を求め、あらかじめ南海トラフのプレート等深線25km上を中心とする矩形断層で一定のすべりを与えて計算した理論変位と比較することで、南海トラフ沿いの長期的スロースリップの2年あたりの規模の時空間分布を得る手法を開発した。
・レーザー式変位計及びひずみ計データを用いて、短期的スロースリップよりも短時間のスロースリップ現象がないか調査し、継続時間約1時間のスロースリップ現象を発見した。そのスロースリップは通常の短期的スロースリップ期間中に発生したもので、Mw5.0 ほどの規模を持ちIde et al. (2007)のスロー地震のスケーリング則と調和的であった。
・本庁に導入済みのすべり位置推定ツールに、ひずみ計、GNSSなど単一のデータを用いてすべり分布インバージョン解析を行えるよう機能を追加した。
・SAR衛星ALOSのデータを用いた時系列解析により、御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動の検出を行い、面的に詳細でスムーズな地殻変動分布を得た。2.5 次元解析の結果と GNSS 観測点の比較により、特に上下方向で 0.5cm/年の範囲内で調和的であることを確認した。
・2004年紀伊半島南東沖の地震後に行った海底地震計観測から、浅部低周波地震が紀伊半島南東沖の地震の余震域と近接した場所で多数発生していたことを示した。また、浅部低周波地震が、2004年新潟県中越地震や潮汐に敏感に反応していることを示した。
・東海大学と共同で、駿河湾における海底地震計観測を行った。過去データに浅部低周波微動が含まれていないか調査した。

（副課題２）
・津波地震の規模推定法として開発した、積分した変位を用いた規模推定法を日本近海の地震に対して適用し、マグニチュード7クラス以上の地震については、モーメントマグニチュードとの差が十分に小さく推定できることを確認した。
・津波地震が日本近海で発生した場合の現状のマグニチュード推定の定量的な評価について、1992年ニカラグア地震などの代表的な津波地震を模擬した震源時間関数を用いて震源近傍の理論波形を算出することにより、現実的かつ高い精度で評価できるようにした。
・積分した変位を用いた津波地震の規模推定手法を、代表的な津波地震である1992年ニカラグア地震の観測波形に適用した場合に、従来の変位振幅に基づく手法に比べて適正に規模を推定できる可能性が高いことを示した。
・2018年スラウェシ島パル湾で発生した津波について、観測された遡上高・ビデオ記録から再現された津波波形などを説明しうる海底地すべりによる津波のモデルを提示した。
・自動震源決定手法に関連し、海底地震計で特徴的に観測される人工ノイズであるエアガンの信号を効率的に識別する手法を開発した。
・2011年3月の地震波形に震源自動決定システム（PF法）を適用し、現在の一元化震源カタログの2倍以上のイベントを検出した。その結果、東北地方ではM完全性を約1.0程度低下できることを示した。
・遠地実体波を用いた自動震源過程解析手法について、より信頼性の高い解を求めるため、仮定する破壊速度を変化させるなどの改良を行った。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度

ほぼ計画通り進捗しているが、次項で述べる北海道・千島列島南部沖の地震発生シミュレーションについては進捗していない。

（２）当初計画から変更した点

経常研究 S「地震と津波の監視・予測に関する研究」の事前評価の結果、北海道・千島列島南部沖の地震発生シミュレーションを本研究において実施することとした。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況

副課題１のスロースリップの客観検知手法は、気象庁のEPOSシステムに導入されることとなり、現在移植中である。気象庁導入済みのすべり位置推定ツールに、ひずみ計、GNSSなど単一のデータを用いてすべり分布インバージョン解析を行えるよう機能を追加した。スロースリップの解析では、経常

研究 S「地震と津波の監視・予測に関する研究」において観測しているレーザー式変位計データを用いた。また、副課題１の干渉 SAR 解析において使われる手法については、研究課題 V「火山活動の監視・予測に関する研究」においても同様の解析手法を用いており、相互に情報交換を行った。

副課題２の積分した変位を用いた津波地震の規模推定手法は、次期 EPOS システムにおいて実装され、津波予報業務に活用されることとなった。海底地すべりなどによる津波の計算には、経常研究 S「地震と津波の監視・予測に関する研究」の手法を用いた。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況

（１）他省庁予算

（２）共同研究

・プレート境界の海底地震活動に関する共同研究（東海大学）
駿河湾における海底地震計観測を継続した。取得されたデータに浅部低周波微動が含まれていないか調査を開始した。
・GNSS データと地震計データを用いた断層すべり推定に関する研究（国土地理院）
・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（防災科研）
・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）
2020 年 1 月に石垣島地台に重力計を設置して観測を開始した。
・地殻変動連続観測等データの流通及び利用に関する協定（北大他）
・機械学習を用いた地震波検測に関する研究（大阪管区）
機械学習により地震波形からノイズ／P 相／S 相を識別するモデルを作成し、現行の自動震源の処理に識別処理を加えることで精度向上することを確認した。

（３）公募型共同利用による研究

・SAR を用いた多角的な地殻・地表変動研究（東大地震研）
・干渉 SAR 手法を用いたプレート間固着による定常的な地殻変動の検出（宇宙航空研究開発機構）

（４）科学研究費補助金

１．５　今後の課題

おおむね計画通り進捗しているが、北海道・千島列島南部沖の地震発生シミュレーションについては、本研究期間内に進捗させる必要がある。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Kobayashi, A. and T. Tsuyuki, 2019: Long-term slow slip event detected beneath the Shima Peninsula, central Japan, from GNSS data. *Earth, Planets and Space*, **71**, 60.
2. Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, **46**, 23.
3. Yamada, M., T. Kandel, K. Tamaribuchi, and A. Ghosh, 2019: 3D Fault Structure Inferred from a Refined Aftershock Catalog for the 2015 Gorkha Earthquake in Nepal. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **110**, 26-37.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 気象研究所, 2019: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, **102**, 277-279.
2. 気象研究所, 2020: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, **103**, 251-252.

（３）学会等発表

1. Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, and S. Annoura, Off the Kii Peninsula Shallow Low Frequency Earthquake in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
2. Tamaribuchi, K., An automatic hypocenter determination system of the JMA unified earthquake catalog, Seminar on high-quality earthquake locations, 2019 年 6 月，京都府宇治市
3. Tamaribuchi, K. and Y. Kodera, Integration of different observation networks to the IPF hypocenter determination algorithm, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月，韓国，ソウル
4. NAGATA 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
5. Tamaribuchi, K., Y. Iwasaki, K. Iwakiri, and H. Ueno, Evaluation of automatic hypocenter determination (PF method) for dense ocean bottom seismograph networks, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月，アメリカ，サンフランシスコ
6. 小林昭夫，露木貴裕，2017 年から 2018 年にかけての志摩半島長期的スロースリップ，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
7. 中尾凪佐，馬場久紀，佐藤比呂志，鶴我佳代子，坂本泉，西宮隆仁，篠原雅尚，阿部信太郎，台風 24 号通過時に駿河湾北部で発生したと考えられる混濁流について ―OBS アレイが捉えた海底異常現象の痕跡―，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
8. 中田 健嗣，勝間田 明男，Abdul Muhari，2018 年スラウェシ島地震時の津波の海底地滑り波源の可能性，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年 5 月，千葉県千葉市
9. 勝間田 明男，中田 健嗣，小林 昭夫，弘瀬 冬樹，西宮 隆仁，小笠原諸島周辺及びカリブ海小アンティル諸島周辺のマントルウェッジ内 地震活動，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年 5 月，千葉県千葉市
10. パナヨトプロスヤニス，馬場久紀，西宮隆仁，曽谷太洋，中尾凪佐，自己浮上型海底地震計（OBS）と陸上地震観測網の併合処理による駿河湾周辺の地震活動観測，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
11. 西宮隆仁，勝間田明男，吉田康弘，震源スペクトル解析に基づく津波地震（スロー地震）の近地波形の推計とマグニチュードの評価，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
12. 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気象庁広帯域地震計・速度型強震計の長周期帯域のノイズレベルの比較，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
13. 曽谷太洋，馬場久紀，西宮隆仁，中尾凪佐，長尾年恭，駿河湾石花海周辺における OBS 地震観測の b 値について，JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
14. 馬場久紀，鶴我佳代子，佐藤比呂志，石山達也，篠原雅尚，西宮隆仁，阿部信太郎，駿河湾北部-富士川河口断層帯におけるエアガン-OBS 構造探査（序報），JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市
15. 橋本徹夫,横田崇，世界の大規模地震の続発性―同規模の地震の続発と連動―，日本地震学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，京都府京都市
16. 西宮隆仁，小林昭夫，溜渕功史，馬場久紀，駿河湾における OBS 観測記録への低周波微動検出手法適用の試み，日本地震学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，京都府京都市
17. 溜渕功史，岩﨑友理子，岩切一宏，上野寛，海底地震観測網を活用した自動震源決定（PF 法）の評価，日本地震学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，京都府京都市
18. 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
19. 勝間田 明男，田中 昌之，スロー津波地震の規模推定手法の検討(4)，日本地震学会 2019

年度秋季大会，2019 年 9 月，京都府京都市

20. 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
21. 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
22. 溜渕功史，岩﨑友理子，岩切一宏，上野寛，海底地震観測網が一元化自動震源に及ぼす影響，研究集会”日本における地震発生予測検証実験(CSEP-Japan)”，2019 年 11 月，東京都文京区
23. 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
24. 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
25. 溜渕功史，海底地震観測網で観測されるエアガンの自動識別法，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

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

V　火山活動の監視・予測に関する研究

研 究 年 次 ： １年目／５年計画（令和元年度～令和５年度）
研 究 代 表 者 ：齋藤　誠（火山研究部　部長）

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
［火山研究部］○小久保一哉、高山博之、鬼澤真也、森　健彦、奥山　哲、岡田　純、川口亮平、長岡　優
［地震津波研究部］小林昭夫、安藤　忍

（副課題２）化学的手法等による火山活動監視
［火山研究部］○菅野智之、堀口桂香、谷口無我、森　健彦
［気象予報研究部］橋本明弘

（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
［火山研究部］○新堀敏基、佐藤英一、石井憲介
［気象予報研究部］橋本明弘

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

確立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ことが必要である。

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、正確な降礫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抜約 20 km 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るのかなどを研究する必要があり、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）

火山内部の状態把握をより的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）

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。

研究の成果の到達目標

（全体）

地殻変動や火山ガスなどの観測データの解析をとおして、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的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）

［テーマ１］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］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］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）

［テーマ１］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）

［テーマ１］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］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。

令和元年度の研究計画

（副課題１）

［テーマ１］観測研究による火山活動の活発化や噴火に至るプロセスの解明

① 伊豆大島等におけるマグマ蓄積・上昇過程の解明

- 伊豆大島において GPS、光波測距、多成分ひずみなどの地殻変動観測を継続する。
- 伊豆大島の地殻変動データの解析において迅速化・自動化を進める。また、圧力源推定の精度・時間分解能の向上を図るとともに、地下のマグマの状態・挙動の推定を行う。他の火山でも活動に応じて地殻変動の解析を行う。
- 重力観測データ補正技術の高度化を進めるとともに、伊豆大島において重力の繰り返し精密観測を行う。

② 伊豆大島山頂部における地表放熱量評価

- 伊豆大島山頂域において地表面熱収支を把握のための試験観測を開始するとともに、熱・水収支モデルの構築を進める。

［テーマ２］火山活動の解析・評価のための手法開発

① SAR の対流圏遅延補正高精度化

- 気象モデルを用いた対流圏遅延補正プログラムの開発を進めるために、利用可能な気象メデルの調査や既存の気象補正手法の調査を行う。

② GNSS 解析手法の高度化
・ 気象データを活用した大気遅延補正の先行研究の調査を行う。
・ GNSS 解析戦略および対象とする火山を検討する。
③ マグマの状態・活動を地殻変動などから推定するための手法開発
・ 火山活動に伴う地殻変動データの抽出・解析手法の検討
・ 地下のマグマ挙動に伴う地殻変動シミュレーションの先行研究の調査
［テーマ３］監視観測データの活用の高度化
① 地震波形の観測点間の相互相関解析による地震波速度変化のモニタリング
・ 震動観測データを取得する環境の整備、構築
・ 解析手法の検討

（副課題２）
［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
吾妻山、箱根山、草津白根山および霧島山等を主な対象として火山ガスおよび熱水流体の化学組成ならびに水素・酸素安定同位体比を分析し、それらの変化を噴気域や放出量、放出温度の変化などといった表面現象の観測や、地震や地殻変動などの物理観測の結果と比較する。
噴火中の火山ガスの化学組成およびその変化の推定のために、火山灰から抽出した水溶性物質の化学分析を実施する。
［テーマ２］火山ガス活動のモニタリングに関する研究
センサーによる火山ガス観測の有効性を検証するため、可搬型マルチガス観測装置センサーの異なるガス種による干渉性を点検して校正した上で、直接採取した火山ガスの化学分析結果と比較し、有効な観測範囲、精度などについて検討する。また、本庁のマルチガス観測点周辺での観測も実施することで、連続観測データの有効性について検討する。
二酸化硫黄放出量計測の自動化へ向け、気象場と噴煙拡散モデルを利用した二酸化硫黄ガス拡散モデル化の可能性を確認し､二酸化硫黄カメラを利用した実況とモデルとの比較検討を試みる。
福岡管区気象台との地方共同研究で実施している火山ガス成分の繰り返し観測の結果を利用し、地震や地殻変動などの物理観測から得られる結果とを融合した総合的な中長期の火山活動評価手法の検討を進める。

（副課題３）
［テーマ１］気象レーダーによる噴煙の観測を実施し、事例解析を行う。また、気象レーダーによる解析結果の検証の試行を行う。
［テーマ２］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移流拡散モデルを設計して、開発に着手する。レーダーや衛星、降灰等の観測値を移流拡散モデルの初期値に同化し、予測精度を向上させるための火山灰データ同化システムの開発を行う。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（１）課題全体

・伊豆大島を対象とした重力の精密観測、GNSS・光波測距等による地殻変動観測等の総合的な観測を継続した。地表面熱収支総合観測装置を山頂域に設置して、連続観測を開始した。
・箱根山、草津白根山、霧島山（えびの高原硫黄山)、吾妻山、栗駒山及び Taal 火山（フィリピン）を対象に、火山ガス及び熱水流体の化学組成及び水素・酸素安定同位体比を分析する事例研究を行った。噴気、湧水、湖水の化学組成の変化が、噴火や火山性地震の盛衰等の火山活動と良い相関を示しており、火山活動評価の指標として有効であることを明らかにした。
・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移流拡散モデルについて、気象庁開発管理サーバにサブプロジェクトを立上げ、開発に着手した。

（２）副課題

（副課題１）
［テーマ１］: 観測研究による火山活動の活発化や噴火に至るプロセスの解明
① 伊豆大島等におけるマグマ蓄積・上昇過程の解明

・ 伊豆大島において GNSS、光波測距、多成分ひずみの地殻変動観測を継続し、その解析からマグマだまりのマグマ蓄積量の変化を推定した。また他の火山で、十勝岳、吾妻山、霧島山で、地殻変動解析で変動源を推定し、火山活動評価に資する結果を得た。
・ 伊豆大島で重力の繰り返し精密観測を継続し、観測データ補正技術の高度化を進めた。地震研究所との共同研究により新たに絶対重力点との接続、重力計スケール評価を行った他、重力鉛直勾配と GNSS を用いた上下変動に伴う重力変化予測値との比較を進めた。

② 伊豆大島山頂部における地表放熱量評価
・ 伊豆大島山頂域において地表面熱収支を把握するために独自に考案した装置を設置して連続観測を開始した。熱・水収支モデルの構築に向けて、地震研究所による坑井温度データを解析し、海水準より深部の熱・流体の流れ、浸透率の分布を推定できた。

［テーマ２］：火山活動の解析・評価のための手法開発

① SAR の対流圏遅延補正高精度化
・ 衛星 SAR の干渉解析について気象モデルを用いた対流圏遅延補正プログラムの開発を進め、モデルから光路長を補正する手法の妥当性を確認し、モデル第 1 層の扱いを見直して標高依存で生じる誤差を低減する手法を開発した。

② GNSS 解析手法の高度化
・ GNSS 解析手法について、吾妻山を対象とする統合解析を行い、年周変動除去と気象モデルによる大気遅延補正を適用するための調査を行った。

③ マグマの状態・活動を地殻変動などから推定するための手法開発
・ 火山活動に伴う地下の圧力源で生じる地殻変動の計算手法で、境界要素法を適用し、地形の影響を考慮したごく浅部の圧力源による変動の計算手法を開発し、既存の簡易な補正の適用限界を示した。

［テーマ３］：監視観測データの活用の高度化

① 地震波形の観測点間の相互相関解析による地震波速度変化のモニタリング
・ 地震波形の観測点間の相互相関解析による地震波速度構造の解析で、霧島山の速度構造を解析し、マグマだまりがシル状となっていることを示唆する結果が得られた。また使用する震動観測データを常時蓄積・表示するシステムを構築した。

（副課題２）

［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
・ 箱根山、草津白根山、霧島山（えびの高原硫黄山）、吾妻山、栗駒山及び Taal 火山（フィリピン）を対象に、火山ガス及び熱水流体の化学組成及び水素・酸素安定同位体比を分析する事例研究を行った。東海大学との共同研究を実施している箱根山では、噴気の CO2/H2S 比と He/CH4 比が火山性地震の回数と良い相関を示しており、火山活動評価の指標として有効であることを明らかにした。草津白根山では東海大学、東京工業大学と共同で観測を実施し、火口湖湯釜の湖水の Mg/Cl 比が過去の噴火・噴出現象に対応して変化したことに着目して分析を続けた結果、2019 年夏から秋にかけて湯釜湖水の Mg/Cl 比に僅かな上昇が起きたことを明らかにした。霧島山硫黄山では東海大学、東京大学などと共同で観測を実施し､2018 年 4 月に発生した噴火の前後で増加していた硫黄山山麓の湧水の Cl/SO4 比が 2019 年 1 月から 11 月にかけて明瞭に低下したことを明らかにした。また、噴火した浅間山や阿蘇山を対象に、噴火中の火山ガスの化学組成及びその変化の推定のために火山灰から抽出した水溶性物質の化学分析を実施し、浅間山では新鮮なマグマの関与はなく水蒸気噴火によって既存の山体の一部が破砕・放出されたことを明らかにした。それらの分析結果に基づき、地震や地殻変動等の物理観測から得られる結果とも総合しつつ火山活動の状態について検討を行い、検討結果は火山噴火予知連絡会や火山監視・警報センターに適宜提供を行い、火山活動評価や火山防災情報に活用された。
・ 草津白根山で得られた火山ガス組成と、本庁整備の多成分火山ガス観測装置による組成の比較の結果、多成分火山ガス観測装置による観測では、センサー感度変化の補正が必要なことや、活動変化による火山ガスの組成変化を捉えられることを明らかにした。
・ 福岡管区気象台との地方共同研究（平成 30～令和元年度）を推進する中で、福岡管区気象台管内の職員が実施した火山ガス成分の繰り返し観測の結果を利用して、地震や地殻変動などの物理観測から得られる結果とを融合した総合的な中長期の火山活動評価手法の検討

を進めた。

［テーマ２］火山ガス活動のモニタリングに関する研究

- センサーによる火山ガス観測の有効性を検証するため、可搬型マルチガス観測装置の異なるガス種による干渉性を点検して校正した上で、吾妻山及び九重山において本庁整備の多成分火山ガス連続観測装置周辺での観測を行った。得られた結果を連続観測データや直接採取した火山ガスの化学分析結果と比較して、有効な観測範囲や精度等について検討を行い、可搬型マルチガスを用いた観測データが火山活動監視にあたり一定の有意性をもつことや、連続観測装置のセンサー劣化の程度を把握してより精度良く補正を行う手法につながることを明らかにした。
- 吾妻山の土壌ガス（CO2）の連続観測を継続し、大穴火口の活動の変化に同期した高まりが捉えられている可能性があることを明らかにした。
- 二酸化硫黄（SO2）放出率計測の自動化へ向け、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）で行われた先行観測研究を元に課題の洗い出しと解決策の検討を行い、試験機の開発を行った。また、諏訪之瀬島において二酸化硫黄カメラを用いて、二酸化硫黄の移流拡散の実況を把握する手法について検討を行った。

（副課題３）

［テーマ１］気象レーダー・衛星等による噴火現象の観測

- 気象研究所Xバンド MP レーダーおよびKuバンド高速スキャンレーダーによる噴煙観測と2次元ビデオディスドロメーター（2DVD）による降灰観測を実施した。2DVD による観測では、扁平な小粒子が多いことが確認された。このことは、大きな粒子の離脱によって、小さな粒子が数多く残った噴煙または火山灰雲を MP レーダーで観測した際に、扁平度を表すパラメータ（反射因子差）が増加することに対応すると考えられる。
- 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）の解析を行い、火山噴火予知連絡会に資料を提出した。
- 一般気象レーダーによる噴煙高度の確率的推定手法について、桜島の遠望観測データを用いて手法の検証を試行し、降水エコーとの区別など、検証をする上での問題点を整理した。

［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、同庁開発管理サーバにサブプロジェクトを立上げ、開発に着手した。

② 火山灰データ同化・予測システムの構築

- 火山灰データ同化システムを JMA-ATM に結合した。
- 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、初期値の不確定性を示した。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）

副課題１については、各テーマとも概ね当初計画通り進捗している。テーマ１では、地表面放熱量評価に必要な熱収支観測装置による連続データ取得を予定通り開始した。また熱・水収支モデル構築の基礎となる解析により山体内部の知見を得ることができた。テーマ２では衛星 SAR 解析の高精度化において、その基礎となる要素技術の開発を着実に進めることができた。GNSS 解析手法については、この期間の調査を踏まえて、解析結果の SN 比を向上させるため大気補正遅延に加えて、広域の変動から火山活動に起因する局所的な変動を抽出し解析する手法や、原因が必ずしも特定できない年周・半年周変動の汎用的な低減などを含めた総合的なノイズリダクションが重要なことがわかった。火山活動に伴う地殻変動解析手法については、浅部圧力源による地殻変動の地形を考慮した計算手法を、予定通り開発できた。テーマ３は今後の研究で使用するデータを常時蓄積するシステムを予定通り構築できた。

副課題２については、火山ガスや熱水の地球化学的分析に用いる分析装置類の整備が今年度で一段落し、それらを活用して箱根山、霧島山（えびの高原硫黄山）、草津白根山において、火山活動を評価することが可能な興味深い分析結果を得られており、計画通りに進捗している。また、センサー観測について、二酸化硫黄放出率の自動化に向けた研究では、緊急性と重要性が認めら

れ前倒しで試作機の整備を行うことができ、計画よりも進捗している。可搬型マルチガス観測装置を用いた研究では、機器校正の技術を高めた上で連続観測点近傍での比較観測を行い補正手法の検討に着手しており、概ね計画通りに進捗している。土壌ガスの連続観測は、吾妻山大穴火口の活動変化に同期した変化を捉える等成果は得られているが、機器の動作不良によりデータの蓄積が少なく本格的な解析に至っておらず、土壌ガス放出量観測から火山活動を評価する技術確立の研究はこれから本格的に行っていく予定である。

副課題３テーマ１については、当初計画通り進捗している。副課題３テーマ２については下記変更により、当初計画より早く進行している。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）

副課題３テーマ２について、JMA-ATM の開発が進捗していることから、火山灰データ同化システムの開発について JMA-ATM との結合を早めて実行することに変更した。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況
（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）

・火山噴火予知連絡会や火山課へ観測データの解析結果を提供して、気象庁の火山活動評価への貢献を行っている。(箱根山、草津白根山等の火山ガスや湧水等の化学分析結果、口永良部島噴火時の気象レーダーを利用した噴煙高度の推定結果、西之島等の ALOS-2 合成開口レーダー観測・解析結果等)
・令和２年度末に更新予定の火山灰情報提供システムにインストール予定の移流拡散モデルの開発を進めている。
・ALOS-2 の防災利用実験に参画し、火山ワーキンググループの枠組みで関係機関と観測データ、解析結果を共有することで効率的な研究推進を図っている。
・「災害の軽減に貢献する地震火山観測研究計画（第２次)」に基づく研究と相互に情報交換を行い、連携することで相互にレベルアップが可能となる。
・副課題３テーマ２で開発に着手した JMA-ATM は、次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト（平成 28～令和７年度）課題Ｃ「火山噴火の予測技術の開発」サブテーマ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」で行う大規模噴火を想定した降灰ハザード予測モデルの開発に寄与している。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況
（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）他省庁予算

次世代火山研究推進事業（文部科学省）
課題Ｂ：先端的な火山観測技術の開発
（サブテーマ２：リモートセンシングを活用した火山観測技術の開発、サブテーマ２－１：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）
複数の火山における衛星 SAR 解析を実施し、解析結果を本研究でも活用した。
（サブテーマ３：地球化学的観測技術の開発）
複数の火山において、火山ガスの採取を行った。
課題Ｃ：火山噴火の予測技術の開発
（サブテーマ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）
マグマ移動モデルの研究開発に参画し、地殻変動計算手法の開発を行っている。

（２）共同研究

・京大防災研、防災科研、気象庁、気象研　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）(R1 年度～)
研究のための観測データ流通の枠組みとして活用した

・神奈川県温泉地学研究所　箱根山における多項目観測データを活用した総合的火山活動評価に関する研究　(H29～R1 年度)
活動モニタリングとして SO2 放出率観測を箱根山で共同で実施した。

また、地殻変動観測データ等を共有して研究するための枠組みとして活用した。

・東海大学　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　(H29～R1 年度)

箱根山、霧島硫黄山等で共同で観測を実施した。談話会で情報共有を行い、研究方針等の確認を行った。また、分析装置の相互利用を行った。

・鹿児島地方気象台(地方共同研究)　気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究」(平成 29～R1 年度)

複数の噴火事例の解析の結果、噴煙高度が低い時には、気象庁一般気象レーダーに比べて、国土交通省高性能レーダ雨量計ネットワーク（XRAIN）による噴煙高度推定結果の方が良好であった。噴煙高度の確率的推定手法に XRAIN を用いることで改善の可能性があることがわかった。

・鹿児島大学　気象レーダーを活用した火山噴煙に関する研究（平成 26～令和 4 年度）

火山噴煙の定量的推定や気象レーダーによる降灰予測技術の高度化を副課題３テーマ１と連携して進めており、解析結果の検証手法に貢献している。

（３）公募型共同利用による研究

・京都大学防災研究所一般共同研究　船舶レーダによる機動的火山噴火監視技術の確立と火山防災への利用（平成 30～令和元年度）

鹿児島大学と共同で進めている船舶レーダーによる火山噴火監視技術の研究ではその有効性が示されている。特に噴煙高度の推定について、事例によっては、副課題３テーマ１で開発している噴煙高度の確率的推定手法の検証に有効である可能性がある。

・地震研究所共同利用　八幡平火山～秋田･駒ヶ岳の熱水流動系が周辺水域に与える影響評価:広域噴火活動と田沢湖関連流域との関係（知北和久、網田、岡田純、令和元年度）

分室研究官として東北地方の火山について、地元大学の研究官と共同研究

・東京大学地震研究所外来研究　データ同化手法を用いた火山灰の拡散及び噴煙ダイナミクスの解析（令和元年度）

副課題３テーマ２に関連して、移流拡散堆積系における逆解析手法を開発し、降灰量を観測値として噴煙柱からの火砕物の放出量の鉛直分布及びその誤差や解像度が計算できることを示した。また、地震研究所で開発された噴煙のダイナミクスを計算する噴煙１次元モデルについて、気象研への移植及び気象庁の業務での利用について検討を行った。

（４）科学研究費補助金

・火山ガス成分と火山物理の融合的観測・分析による火山活動度の評価の研究（研究代表者：高木朗充（気象庁地震火山部火山課火山活動評価解析官、気象研究所併任)、平成 29～令和２年度）

複数の火山において、火山ガス等の試料採取を行った。また、センサー観測に関する研究について、副課題２テーマ２と併せて現地調査等を実施することにより、効率的に研究を推進している。

・降水時の爆発的火山噴火に関するレーダ気象学的研究(研究代表者:真木雅之(鹿児島大学)、平成 28～31 年度)

桜島における曇天時の噴火事例解析（2017 年 11 月 13 日南岳）を実施した。解析の結果、本事例は目視（カメラ）で噴煙高度は得られなかったものの 2017 年の噴火の中では最大規模であったこと、噴煙内部で凝集が発生していた可能性があることが示された。凝集に関しては、副課題３テーマ１で開発している噴煙内部の火山灰量の定量的推定手法にも影響を与えるため、特に手法の曇天時の適用条件に関して、更なる検討が必要であることが分かった。

１．５　今後の課題

副課題２テーマ１の化学分析について引き続き事例研究を行い、火山活動と火山ガス・熱水等の変化の関係についての知見の蓄積を行っていく。従来、対象としてきた火山に加え、新たに火山活動に変化がみられた火山で臨時に観測を行う等、さらに取組を進めていく必要があるが、火山ガス等の採取・分析にかかるマンパワーが不足しており、共同研究の枠組みの活用はもとより様々な方策を検討していく必要がある。

副課題２テーマ２のセンサー観測については、観測研究成果を火山監視・警報センターの監視業務で活用するため、本庁関係官と連携しつつ火山監視情報システム更新等のタイミングも見据えながら実装に向けた検討を行っていく必要がある。

副課題３テーマ１で使用している観測機器については、必要に応じて後年度の噴煙内部の火山灰量等の定量的推定手法の開発に向けた観測方法の見直しが課題である。

副課題３テーマ２は来年度末の現業化に向けて、必要な機能追加および耐久試験を兼ねた並行運用を確実に実行することが課題である。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

1. Muga Yaguchi, Akihiko Terada, and Yasuo 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. doi: 10.20965/jdr.2020.p0053
2. Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, and Nozomi 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. doi: 10.20965/jdr.2019.p0972
3. Muga Yaguchi, Takeshi Ohba, Nozomi Numanami and Ryohei Kawaguchi (2019) Constituent mineral and water-soluble component of volcanic ash from the 2018 eruption of Mt. Motoshirane of Kusatsu-Shirane volcano, Japan. *Journal of Disaster Research*, **14**, 991-995. doi: 10.20965/jdr.2019.p0991
4. Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, Nozomi Numanami, Urumu Tsunogai, Masanori Ito and Ryo Shingubara (2019) Time variation in the chemical and isotopic composition of fumarolic gases at Kusatsu-Shirane volcano Japan. *Frontiers in Earth Science*, 7:249. doi: 10.3389/feart.2019.00249
5. Muga Yaguchi, Takeshi Ohba and Masakazu 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. doi:10.2343/geochemj.2.0560
6. Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, Nozomi Numanami, Yasushi Daita, Chiho Sukigara, Masanori Ito and Urumu 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. (https://doi.org/10.1186/s40623-019-1027-5)
7. Araujo, J., F. Sigmundsson, J. Okada, T. Ferreira, and M. Lorenzo, 2019, Current plate movements across the Azores triple junction determined from 17 years of continuous GPS measurements, *Geophys Res Abstr* , **21**, EGU2019-10056
8. 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, *Sci Rep* 9, 5678(2019), doi:10.1038/s41598-019-42033-z
9. 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. J*ournal of Disaster Research*, **14**, 604-615, doi:10.20965/jdr.2019.p0604.
10. 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.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 谷口無我，大場　武，外山浩太郎，福岡管区気象台，鹿児島地方気象台，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

2. 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.
3. 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，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.
4. 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.
5. 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報*, 132, 177-185.

（３）学会等発表

1. 安藤忍，2019，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
2. 川口亮平，2019，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
3. 川口亮平，齋藤直子，鬼澤真也，2019，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，JpGU meeting 2019
4. Kobayashi, T., K. Kato, R. Kawaguchi, Y. Yoshigai, Y. Ogawa, K. Nogami, W. Kanda, and A. Terada, 2019, Report of Volcanic Activity at Kusatsu-Shiranesan(Yugama Area), Japan in 2018-2019, AGU Fall Meeting 2019
5. 小久保一哉，2019，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
6. 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，髙田健一，松本享，福岡管区気象台，大分地方気象台，2019，九重硫黄山における火山活動の変化について，JpGU meeting 2019
7. 長岡優，西田究，青木陽介，武尾実，2019，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秋季大会
8. 長岡優，西田究，青木陽介，武尾実，大倉敬宏，吉川慎，2019，地震波干渉法による霧島山のマグマ供給系の解明，JpGU meeting 2019
9. Nagaoka, Y, K. Nishida, Y. Aoki, M. Takeo, T. Ohkura, and S. Yoshikawa, 2019, Imaging of the magma reservoir beneath Kirishima volcanoes, Japan, by seismic interferometry, AGU Fall Meeting 2019
10. 岡田純，松浦茂郎，近江克也，山村卓也，丹原裕，関晋，2019，吾妻山の2014-2015年と2018-2019年の火山活動に伴う地殻変動，JpGU meeting 2019
11. 奥山哲，安藤忍，札幌管区気象台地域火山監視警報センター，2019，PALSAR-2 により検出された十勝岳における局所的地殻変動，日本火山学会2019年度秋季大会
12. 奥山哲，安藤忍，新堀敏基，2019，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），JpGU meeting 2019
13. 奥山哲，安藤忍，新堀敏基，2019，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
14. 鬼澤真也，長岡優，2019，伊豆大島火山マグマ活動の解明に向けた精密重力観測，地震研究所共同利用実施報告書2018-G-12
15. 鬼澤真也，2019，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，JpGU meeting 2019
16. 鬼澤真也，松島喜雄，2019，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
17. Toriyama, N., K. Tamaribuchi, R. Kawaguchi, K. Uhira, Y. Yoshigai, J. Miyamura, and S. Matsusue, 2019, Hypocenter determination, applying PF method to volcanic earthquake in Izu-Oshima, AGU Fall Meeting 2019

18. 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
19. 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
20. 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
21. 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
22. 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
23. 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
24. 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
25. 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，髙田健一，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，日本地球惑星科学連合 2019 年大会，2019 年 5 月，千葉県千葉市
26. 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
27. 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
28. 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
29. 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
30. 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
31. 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
32. 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
33. 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
34. 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
35. 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

36. 福井敬一，高木朗充，菅野智之，堀口桂香，吾妻山における土壌ガス放出率連続観測，日本火山学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，兵庫県神戸市
37. 東郷洋子，風早康平，高橋正明，森川徳敏，戸崎裕貴，佐藤　努，高橋　浩，中村有理，堀口桂香，ハロゲン元素比による東北地方の塩水の起源推定，日本火山学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，兵庫県神戸市
38. 風早康平，東郷洋子，高橋　浩，高橋正明，佐藤　努，森川徳敏，堀口桂香，篠原宏志，稲村明彦，地下水水質によるマグマ溜りの状態把握：その手法と阿蘇および九重火山への適用結果，日本火山学会 2019 年度秋季大会，2019 年 9 月，兵庫県神戸市
39. 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火山学会第 66 回年会，2019 年 9 月，東京都文京区
40. 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, Jan. 2020, Hakone, Kanagawa
41. 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
42. 小屋口剛博，石井憲介，K. R. Anderson，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
43. 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
44. 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
45. 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
46. 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
47. 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
48. 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
49. 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
50. 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
51. 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
52. 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
53. 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
54. 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

55. 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
56. 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
57. 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
58. 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
59. 石井憲介，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
60. 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
61. T. Koyaguchi, K. Ishii, Y. J. Suzuki, and A. Nishijo, Uncertainty quantification of volcanic eruption column dynamics and tephra dispersal models, Computational Engineering and Science for Safety and Environmental Problems (COMPSAFE2020), 2020 年 3 月，兵庫県神戸市

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

１．谷口無我：明日間山周辺の火山ガスの調査について，福島テレビによる取材，2019 年 6 月 27 日，福島県福島市（浄土平駐車場周辺）

２．谷口無我：火山における地球化学的観測についての講義および現地でのガス採取・簡易分析実習，御嶽山火山マイスターとの合同講習会への講師，2019 年 12 月 21 日，長野県木曽町（名古屋大学大学院環境学研究科付属地震火山研究センター御嶽山火山研究施設）

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 年 次 ：１年目／５年計画（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　部長）

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
［応用気象研究部］○村田昭彦、野坂真也、佐々木秀孝、仲江川敏之、村崎万代、川瀬宏明
［気象予報研究部］長澤亮二、北村祐二
［併任：地球環境・海洋部］卜部祐介、加藤尚、山田賢

（副課題２）防災・交通分野への気象情報の活用
［応用気象研究部］○小畑　淳、山口宗彦、川端康弘

（副課題３）産業活動に資する気候リスク管理
［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
［気候・環境研究部］小林ちあき
［全球大気海洋研究部］高谷祐平
［併任：地球環境・海洋部］萱場亙起、後藤敦史、宮脇祥一朗

研究の動機・背景
（社会的背景・意義）
（副課題１）
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地球温暖化予測情報第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）
国土強靭化にかかわる我が国の防災のありようについては、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連関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）
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世界的枠組み、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、各国の気象機関において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 のうちの一つとして、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・国土強靭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で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）
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）
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
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）
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）
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）
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。

研究の成果の到達目標
本研究課題では、既存の課題の解決のみでは無く、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）
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）
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）
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

令和元年度の研究計画
（副課題１）
・気象庁の現業で使用されている数値モデル（asuca）を新たに導入し、地域気候モデルとして使用するための調整等を実施する。高解像度 SST のモデル計算結果に対する効果を調べる。陸面過程等の物理過程の改良を行う。

（副課題２）
①台風進路の診断的研究や予測可能性研究を行っている大学・研究機関と連携し、台風進路の気象学的根拠の定量化を行い、アンサンブル予報を用いた進路予報不確実性の定量化プロダクトの作成に着手する。
②本庁予報課と連携して、台風予報ガイダンスの開発を行う。
③数値予報改良に資する予報大外し事例抽出に向け、関連データの収集を行う。

（副課題３）
①GFCS の 5 つの優先分野（農業と食糧安全保障、災害軽減、エネルギー、健康、水資源)に重点を置きつつ、潜在的な気候リスク管理需要の調査を行う。その中から選定した分野について、必要となる気象観測・予測データの整備の可能性を検討する。

②気候リスク管理に関する先行研究の動向を調査・まとめを行い、一つの産業を選び、管理手法の設計を開始する。
③容易に利用可能な、気温、降水量などを用いた、産業別の気候指標を開発するために、既存の研究を調査しつつ、データ収集・整理を行う。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

（副課題１）

①陸面等の物理過程の改良
陸面過程の改良の一環として、日本領域再解析データからオフラインで陸面モデル SiB を動かすことができるようにした。また、海氷の効果をモデルに適切に取り込む方法を導入した。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。その結果、日本海沿岸地域の冬季降水に対し SST の時間分解能が影響を与えており、特に冬季モンスーン発生時に影響が大きいことが分かった。
②新モデルの地域気候モデル化
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を導入するための調整を行った。具体的には、全球再解析データ（JRA-55）や全球大気モデル（AGCM）での計算結果から asuca 用の境界値を作成するためのツールを整備した。
③現在気候における温暖化影響の検出
d4PDF データを用いて過去の地球温暖化が日本の豪雨に及ぼす影響を調べたところ、九州西部での大雨が増加傾向を示した。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することが分かった。また、近年の気温上昇が平成 30 年 7 月豪雨に及ぼす影響について調べた。その結果、温暖化によって 6.7%程度の降水量の増加が見込まれ、Clausius-Clapeyron の関係に近いことが分かった。
④温暖化予測結果における各現象及び各要素に応じた物理的メカニズムについての分析
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の違いを高度毎に調べた。その結果、高地では 2km 格子モデルの降水量が 5km 格子モデルのそれよりも再現性が良かったが、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再現性が良くなる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。高解像度モデルによる予測結果を用いて、豪雨の将来変化に関する物理的メカニズムを調べた。鉛直積算した水蒸気フラックス収束の温暖化による変化について、力学過程及び熱力学過程の寄与を求め、場所によって寄与の程度が異なることが分かった。この違いは、収束プロファイルの温暖化による変化の違いによってもたらされていた。

（副課題２）

①岐阜大学と共同研究契約を結び、台風進路の気象学的根拠の定量化（渦位逆変換等）に関する研究に着手した。
・本庁予報課と連携し、マルチセンターアンサンブル手法による台風予報円を現業化した。これにより、５日先まで一貫した手法で、台風毎・初期値毎に異なる予報の不確実性がより適切に表現出来る様になった。本研究は「研究から現業へ」の成功例である。
・マルチセンターアンサンブル予報(JMA,ECMWF,NCEP,UKMO)を用いた台風進路予報不確実性に関する研究に着手、台風予報「楕円」の有効性について調査した。その結果、事例により楕円の形状が異なること（台風の移動速度・方向の不確実性)、又、楕円の方が円より予測面積が15～30%減少、楕円表現は予報業務において防災上留意すべき領域をより的確に示せることが分かった。
②台風予報解析高度化プロジェクト（本庁予報課と連携）のもと、台風発生予報ガイダンスの改良を行った。
③台風の発生予測可能性に関する研究に着手、且つ、予報大外し事例抽出に向け、これらの研究に必要なアンサンブルデータを収集した。
④台風の将来変化に関して、温暖化に伴う台風の移動速度の変化を体系的に調査し論文として公表した(Yamaguchi et al. 2020 Nature Communications)。本研究では、今以上の政策的な緩和策を講じない場合、今世紀末、日本を含む中緯度を通過する台風（熱帯低気圧）の移動速度が 10%遅くなることが分かり、将来の台風防災・減災業務へ大きく貢献する知見を示した。
⑤数年規模の防災・社会経済に資する情報として、気象研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（寒冷乾燥化、中高緯度の植物生産減少等）を解析した論文を公表

した(Obata and Adachi 2019 JGR)。その他、モデルの経年変動に於ける旱魃・凶作に関する場の調査を行った。

（副課題３）
①GFCS の 5 つの優先分野のうち、農業と食糧安全保障、災害軽減、エネルギーに関する話題の招待講演を開催し情報共有を進めると共に、北海道農業研究センターや森林総合研究所北海道支所を訪問し潜在的な気候リスク管理需要の調査を行った。
②気候リスク管理に関する先行研究の動向を調査・まとめを行い、再生可能エネルギーと洪水予測について、外部機関と共同研究契約を結び、先端的研究に着手した。
③容易に利用可能な、気温、降水量などを用いた、産業別の気候指標を開発するために、既存の研究について輪講を通して情報収集に努めた。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点

（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）

（副課題１）各研究項目とも進捗状況は概ね順調である。
（副課題２）新手法による台風進路予報円（プロダクト）の開発、現業化が達成される等、概ね順調である。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）

（副課題２）台風予報の参考研究として、大気モデル将来温暖化実験の解析を進めた結果、将来の温暖化に伴う日本（中緯度）域の台風移動速度の鈍化という防災上大変重要な知見が得られ、著名国際学術誌に論文が掲載された(Yamaguchi et al. 2020 Nature Communications)。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況

（外部機関や所内外の研究課題への波及効果）
（副課題１）
- 本庁地球環境業務課、気候情報課と連携して、気候変動レポート 2020（仮称）を作成中（本庁業務への貢献)。

（副課題２）
- 本庁予報課と連携したマルチセンターアンサンブル手法による台風予報円の現業化：本庁予報業務への貢献。
- 地球システムモデルによる火山噴火寒冷化等の解析：Ｃ課題（気候・地球環境変動）に寄与。

１．４　他省庁予算及び共同研究等からの反映状況

（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）

（１）他省庁予算

文部科学省「統合的気候モデル高度化研究プログラム　テーマ C 統合的気候変動予測」
文部科学省「気候変動適応技術社会実装プログラム」(SI-CAT)

（２）共同研究

- 山口宗彦、岐阜大学との共同研究「台風の移動の診断的評価」：当研究に於ける台風進路の気象学的根拠の定量化は、予報プロダクト・ガイダンスの開発・改良に資する。
- 小畑淳、村田昭彦、川瀬宏明、野坂真也、電力中央研究所との共同研究「領域気候モデルの比較を通じた我が国の温暖化予測の精度向上及び電力設備の温暖化影響評価」：当研究に於ける台風を含む豪雨・暴風、又、豪雪等のモデル比較・精度向上は、将来の防災気象・交通基盤整備にも資する。また、温暖化予測結果の比較を通して地域気候モデルの改善に資する。
- メソアンサンブル予報を用いた太陽光発電出力予測に関する研究　(数値予報課､応用気象研究部、産業技術総合研究所)
- 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　(数値予報課、応用気象研究部、東京大学生産技術研究所)

（３）公募型共同利用による研究

（４）科学研究費補助金

川端康弘（協力)、基盤研究(B)「首都圏の突発的・局地的豪雨の解明に向けた次世代都市気象予測システムの開発」(代表：清野直子（台風・災害気象研究部)，平成 29-令和元年度)：当研究の視程観測値を用いて、交通・防災に資する視程の研究を行っている。

川瀬宏明（代表)、基盤研究(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」(令和元-4 年度)：当研究で得られた大雪に関する知見を経常研究で活用している。

川瀬宏明（分担)、(協力：村田、野坂、佐々木、仲江川、村崎)、新学術領域研究（研究領域提案型)「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」(令和元-5 年度)：海面水温に関する知見を経常研究で活用している。

村田昭彦（代表)、基盤研究(C)「台風及び非台風降水の地球温暖化による変化予測」(平成 28-令和元年度)：当研究で得られた降水量の統計分布に関する知見を経常研究で活用している。

１．５　今後の課題

副課題１、副課題２は、概ね順調に進んでおり、特に緊急の課題は認められない。
副課題３では、研究対象となる産業が幅広いので、研究体制を考慮すると、２，３の産業に絞って研究を推進していく必要があり、適切な課題選択が喫緊の課題である。

２．参考資料

２．１　研究成果リスト

（１）査読論文

（副課題１）

1. Du, H., L. V. Alexander, M. G. Donat, T. Lippmann, A. Srivastava, J. Salinger, A. Kruger, G. Choi, H. S. He, F. Fujibe, M. Rusticucci, B. Nandintsetseg, R. Manzanas, S. Rehman, F. Abbas, P. Zhai, I. Yabi, M. C. Stambaugh, S. Wang, A. Batbold, P. T. de Oliveira, M. Adrees, W. Hou, S. Zong, C. M. S. e Silva, P. S. Lucio, Z. Wu, 2019: Precipitation from persistent extremes is increasing in most regions and globally, *Geophys. Res. Lett.*, **46**, 6041-6049.
2. 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, *J. Geophys. Res.*, **124**, 6093-6103.
3. 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, *Bull. Amer. Meteor. Soc., special report*, **101**, S109-S114.
4. 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**, 10.
5. 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. *J. Meteor. Soc. Japan*, **97**, 519-531
6. 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, and H. Kawase, 2019: Development of a System for Efficient Content-Based Retrieval to Analyze Large Volumes of Climate Data, *Progress in Earth and Planetary Science*, **7**, 9.
7. 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.
8. Sasai T., H. Kawase, Y. Kanno, J. Yamaguchi, S. Sugimoto, T. Yamazaki, H. Sasaki, M. Fujita, and T. Iwasaki, 2019: Future projection in extreme heavy snowfall event with 5-km large ensemble regional climate simulation, *J. Geophys. Res.*, 124, 13975-13990.
9. Tinumbang, A. F. A, K. Yorozu, Y. Tachikawa, Y. Ichikawa, H. Sasaki, and 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.
10. Watanabe, S. I., H. Tsujino, A. Murata, and M. Ishii, 2019: Impacts of sea surface temperature improved by a high-resolution ocean model on summer precipitation in a dynamical downscaling over Japan, *SOLA*, 15, 183-188.
11. 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, *J. Meteor. Soc. Japan*, 97, 805-820.
12. 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 B2（海岸工学）*，75，I_1189-I_1194.

（副課題２）

1. 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.
2. Tang, K., J. C. L. Chan, and M. Yamaguchi, 2020: Effects of the outer size on tropical cyclone track forecasts. *Meteorological Applications*.
3. 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.
4. 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. *J. Meteor. Soc. Japan*, 98, 61-72.
5. Fukuda, J., and M. Yamaguchi, 2019: Determining 70 percent probability-circle radii of tropical cyclone track forecasts with multiple ensembles. *SOLA*, 15, 250-256.
6. Titley, H. A., M. Yamaguchi, and 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(3), 166-180.
7. 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(3), 109-122.
8. 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(3), 150-165.
9. Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 124, 1865-1886.

（副課題３）

1. 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.
2. 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, *PEPS*, **7**, 10.
3. 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.
4. 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.
5. 仲江川敏之，日比野研志，高薮　出，2019：気候アナログで実感する今世紀末の温暖化状況下におけるロシア主要７都市の気候．*土木学会論文集(水工学)*，**75**，I1045-I1050.

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

（副課題１）

1. 藤部文昭，2019：1899 年８月 15 日の台風による鹿児島の強風と災害，*天気*，**66**，644-650.
2. 川瀬宏明，2019：地球温暖化で雪は減るのか増えるのか問題　-そろそろ、これからの雪の話をしよう！-，ベレ出版.
3. 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.
4. 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.

（副課題２）

1. 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.
2. 山口宗彦，2019：スマート社会を支える台風予報の高度化のための研究・開発．*気象業務はいま 2019*，125.
3. 山口宗彦，2019：平成 29 年台風第 21 号の航空機観測を用いた強度解析と予測実験．*気象業務はいま 2019*，124.

（３）学会等発表

（副課題１）

1. 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，東京都渋谷区
2. 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 Meteorological Research Institute-Atmospheric General Circulation Model (MRI-AGCM) and Nonhydrostatic Regional Climate Model (NHRCM), International Workshop for CORDEX East Asia, 2019 年４月，韓国，西帰浦
3. Kawase H., 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
4. Kawase, H., T. Yamazaki, S. Sugimoto, T. Sasai, M. Fujita, M. Nosaka, A. Murata, and H. Sasaki, Future changes in snowfall and snow cover at high Japanese

mountain ranges, International Conference on Regional Climate, 2019 年 10 月, 中国, 北京

5. 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, 東京都渋谷区
6. 川瀬宏明, 山崎剛, 杉本志織, 佐々井崇博, 藤田実季子, 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 年 9 月, 山形県山形市
7. 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, 1km 力学的ダウンスケーリ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, 福岡県福岡市
8. 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 International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) General Assembly, 2019 年 7 月, カナダ, モントリオール
9. 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
10. 村田昭彦, 渡邉俊一, 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
11. 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
12. 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
13. 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
14. 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
15. 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, 千葉県千葉市
16. 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, 福岡県福岡市
17. 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, 東京都渋谷区
18. 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, 福岡県福岡市

19. Watanabe, S., H. Tsujino, A. Murata, and M. Ishii, Coupled atmosphere-ocean regional climate model for Japan and surrounding ocean, High-Resolution Climate Modeling: Perspectives and Challenges, Latsis Symposium, 2019 年 8 月，スイス，チューリッヒ
20. 渡邉俊一，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，福岡県福岡市
21. 渡邉俊一，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，メソ気象セミナー，2019 年 7 月，三重県伊勢市
22. 渡邉俊一，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，大槌シンポジウム「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，岩手県大槌町
23. 山田賢，卜部佑介，後藤敦史，川瀬宏明，野坂真也，佐々木秀孝，村田昭彦，伊東瑠衣，渡邉俊一，RCP2.6 シナリオを用いた日本付近における気候変化の将来予測について，京都大学防災研究所一般研究集会「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
24. 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
25. 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，富山県富山市
26. 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，山形県新庄市
27. 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，北海道札幌市

（副課題２）

1. 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*, October 2019. (Taipei, Taiwan)
2. 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*, June 2019. (Jeju, Korea) [Invited Presentation]
3. Yamaguchi, M., and H. Yu, Enhanced cooperation between research and operational fields. *Second Meeting of the Working Group on Meteorology of the Typhoon Committee*, October 2019. (Tokyo, Japan)
4. 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*, September 2019. (Boulder, USA)
5. Yamaguchi, M., Review of activities on challenge 4 -Spatio-temporal post-processing & applications-. *Fifth meeting of the WMO/WWRP PDEF working group*, September 2019. (Boulder, USA)
6. 山口宗彦，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，東京都
7. 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，東京都
8. 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 2019 年度秋季大会，2019 年 10 月，福岡県福岡市
9. 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

10. 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
11. 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
12. 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

（副課題３）

1. 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
2. 萱場 亙起，宮脇祥一郎，2週間気温予報の提供開始と利活用促進に向けて， 日本農業気象学会2020年全国大会，2020年3月，大阪府大阪市

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

（受賞）

（副課題１）

1. 川瀬宏明，日本雪氷学会2019年度学会賞・平田賞受賞，「日本及び周辺域における降雪・積雪環境の高精度将来変化に関する研究」，2019年9月9日

（副課題２）

1. 山口宗彦（気象庁予報部・気象研究所　台風予報・解析技術高度化プロジェクトチーム），気象庁長官表彰：台風強度予報の精度向上と期間延長に資する技術開発等による5日先までの強度予報の業務化への貢献

（報道）

（副課題１）

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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

（副課題２）

1. 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（令和２年１月８日）
   - 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
   - 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
   - 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
   - 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
   - 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
   - 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
   - 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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

2. 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）（令和元年 8 月 6 日）

（アウトリーチ活動）

（副課題１）

1. 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
2. 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
3. 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
4. 川瀬宏明，地球温暖化で変わる日本の雪，日本気象学会 2019 年度夏季大学，2019 年 8 月，東京

（副課題２）

1. 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（令和 2 年 1 月 20 日）
2. 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（令和元年 12 月 18 日）
3. 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

機械学習を用いた地震波検測に関する研究

研 究 年 次 ：１年目／２年計画（令和元年度～令和２年度）
研 究 代 表 者 ：工藤祥太（大阪管区気象台 気象防災部地震火山課）
研 究 担 当 者 ：
［大阪管区気象台］飯盛　裕、下條賢梧
［地震津波研究部］溜渕功史

研究の動機・背景

現行の自動震源決定プロセスは 2016 年 4 月に気象庁に導入され、地震多発時における自動震源決定に一定の効果を上げている。しかしながら、地震波形による相の検測については、地震波とノイズを自動で判別することができず、ノイズの誤検知やＳ相をＰ相として誤検測してしまうなどの課題が残されている。気象庁及び大阪管区気象台の地震現業では、日々これらの自動震源の目視による確認、精査作業を行っているが、2016 年 4 月以降の自動震源の一元化震源への採用率は７割程度に留まっており、残りの３割は現業者が目視による相の精査を行っている現状である。

昨今でも平成 28 年（2016 年）熊本地震、平成 30 年 6 月に発生した大阪府北部の地震、平成 30 年（2018 年）北海道胆振東部地震など、大規模地震及びそれに伴う余震等に対する自動震源は、報道発表資料はもとより地震調査委員会の評価等でも活用されており、その震源決定技術の向上は極めて重要な課題である。さらに、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討においては、地震発生時に余震域の広がりから震源域（主破壊域及び割れ残りの範囲）を推測することや余震活動の活発さの程度を評価することが期待されている。それらの観点からも自動震源は重要な役割を果たす必要がある。

そのような現状の中、昨今、様々な領域で機械学習、とりわけ Deep Learning が用いられ、良い成果を挙げている。気象庁及び大阪管区気象台は地震波形や検測値、震源などのデータを長期間に渡って大量に保有しており、地震について Deep Learning を活用するのに理想的な状態にある。そこで、Deep Learning を活用し、前述の課題を解決できるのではないかと考えた。

研究の目的

気象庁が保有する地震波形、検測値、震源データ等を活用し、Deep Learning を用いて、Ｐ相／Ｓ相／ノイズの分類、相の検測を行うモデルを構築し、検測・震源精度の向上に資することを目的とする。また、波形そのものからの震源決定や震度予測等を行うなど、Deep Learning を用いた応用を可能な限り検討し、先進事例としてその適用可能性を模索する。さらに、将来的に地震火山部システムへの適用可能なプログラムを作成する。

研究の成果の到達目標

気象庁が保有する地震波形、検測値、震源データ等を活用し、Deep Learning を用いて、Ｐ相／Ｓ相／ノイズの分類、相の検測を行うモデルを構築し、検測・震源精度の向上に資することを目的とする。また、波形そのものからの震源決定や震度予測等を行うなど、Deep Learning を用いた応用を可能な限り検討し、先進事例としてその適用可能性を模索する。さらに、将来的に地震火山部システムへの適用可能なプログラムを作成する。

令和元年度の研究計画

・機械学習（特に Deep Learning）を行うのに必要な開発環境を構築する。
・地震波形データおよび検測値データを収集する。
・Ｐ相・Ｓ相・ノイズを識別するモデルを作成し、学習し、精度検証を行う。
・Ｐ相・Ｓ相を検測するモデルを作成、学習し、精度検証を行う。
・現行の自動処理にモデルを適用した場合の震源精度についての検証を行う。

１．令和元年度の研究結果

１．１　成果の概要

【環境構築及びデータ収集・前処理】

・　既整備のGPU搭載ワークステーションに、より高速な処理を行えるようSSDを増設。また、Python、

CUDA や CuDNN、TensorFlow など機械学習・Deep Learning 向けのソフトウェアをインストール。
・ 約 150 万個の地震波形データ、検測値データ（2013 年～2016 年の 4 年間に、人手で精査検測・簡易検測された日本全国のすべての地震に相当）を地震観測処理システムから取得し、機械学習に利用可能なフォーマットに変換。
・ データの取得から前処理までの一連の処理(例えば､マグニチュードや震源フラグを指定すると、検測値周囲の地震波形を取得する処理や､C と Python を連携した win 波形データの高速なデコード、オフセット除去、フィルタ、訓練・検証・テストデータへの分配、規格化、tfrecord というフォーマットへの変換など）を半自動化するプログラムを作成。

【モデル学習及び精度検証】
・ 4 秒間の地震波形から P 相・S 相を検測する Deep Learning モデルを作成し、一元化震源検測値と比較して P 相は 0.05 秒、S 相は 0.1 秒程度の誤差で検測できることを確認。
・ 4 秒間の地震波形からノイズ／P 相／S 相を識別する Deep Learning モデルを作成し、テストデータに対しては識別の正解率が 98.7%に上ることを確認。

【現行の自動処理への適用】
・ ノイズ／P 相／S 相識別モデルと P 相・S 相検測モデルを組み合わせて、連続波形を検測する処理を作成し、現行の自動処理を置き換えたところ、ノイズレベルの高い地震波形を見逃すなど、自動処理の性能が低下。
・ ノイズ／P 相／S 相識別モデルを、現行の自動処理の後にノイズ除去処理として追加したところ、地震波形は見逃さずにノイズのみを除去でき、自動処理の性能が向上。

１．２　計画に対する進捗度及び変更点
（１）当初計画に対する進捗度（計画した線表通りに研究が進捗しているかを記述）
計画通り、順調に進捗している。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）
特になし。

１．３　本課題の成果から施策や他の研究への波及状況
特になし。

１．４　今後の課題
依然として、人間でも分かりにくい波形についてはデータが不足し、学習しきれていない部分があると考えられる。よって、定常ノイズ以外のノイズデータの収集、より多様な地震波形データの収集が求められる。データの多様化に伴い、モデルもより表現力のある複雑なものを構成する必要があると予想される。また、モデルは Python や TensorFlow などの現行の地震観測処理システムにはない環境を必要とするため､モデルを地震観測処理システムに導入するためのパッケージングが必要となる。

２．参考資料
２．１　研究成果リスト
（１）査読論文
特になし。

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）
特になし。

（３）学会等発表
・工藤祥太、下條賢梧、溜渕功史、畳み込みニューラルネットワークによる地震／ノイズの識別（ポスター発表)、日本地震学会 2019 年度秋季大会、2019 年 9 月、京都府京都市
・工藤祥太、下條賢梧、溜渕功史、畳み込みニューラルネットワークによる地震／ノイズの識別【依頼講演】、震源物理研究会、2019 年 11 月、大阪府大阪市
・工藤祥太、下條賢梧、溜渕功史、畳み込みニューラルネットワークを用いた地震波形検測、2019 年度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

・地震火山技術検討会、2020 年 2 月、気象庁本庁
・工藤祥太、下條賢梧、溜渕功史、畳み込みニューラルネットワークを用いた地震波形検測【依頼講演】、東京大学地震研究所共同利用研究集会「AI はどのように地震学を加速させるか」、2020 年 3 月、東京都文京区

２．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

特になし。

２．３．　研究終了報告

本節には、気象研究所が実施、令和元年度に終了した緊急研究、地方共同研究について、課題毎に計画と研究成果等を掲載した。

２．３．１．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・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 166

２．３．２．地方共同研究

・ 気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 173
・ 機動観測項目における火山ガス成分観測の実効性調査・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 177

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

研 究 期 間 ：令和元年 10 月 15 日～令和２年３月 31 日
研 究 代 表 者 ：鈴木 修（台風・災害気象研究部　部長）
研 究 担 当 者 ：
［台風・災害気象研究部］和田章義、嶋田宇大、柳瀬　亘、小野耕介、林　昌宏、清野直子、益子渉、廣川康隆、荒木健太郎、足立アホロ、梅原章仁、足立　透
［全球大気海洋研究部］吉村裕正、高野洋雄
［応用気象研究部］ 仲江川敏之、川瀬宏明

１．研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

令和元年７月の台風第５号による対馬での大雨災害、９月の台風第 15 号による千葉県南部を中心とした暴風被害、台風第 17 号に伴う延岡での突風被害、10 月の台風第 19 号及び台風第 21 号時に日本南岸に沿って移動した低気圧による大雨など、本年も既に多くの台風に伴う被害が発生している。気象研究所中期研究計画において「重大な自然災害発生時には、機動的に研究を行い社会にいち早く情報を発信するための緊急研究課題を必要に応じて設定する」とあることから、この状況を受け、所内研究課題副課題の令和元年度台風に関連する研究成果を本緊急研究に集約し、即時的に社会に発信する。

（学術的背景・意義）

台風第 15 号の千葉県千葉市上陸前における暴風及び構造変化や、台風第 19 号の急発達過程、大きなサイズの形成、海洋との相互作用及び広域にわたる大雨及び台風第 21 号の低気圧に伴う房総半島の大雨等に関しては、科学的にその要因について十分な説明ができていないことから、学術的側面から調査研究を実施する必要がある。

（気象業務での意義）

災害をもたらした令和元年度台風に関する基礎資料を蓄積し、事例及び現象毎にその特徴及び特異性を整理することは、予報現業における警報級の大雨に関する予報技術の高度化、台風の強度推定法の高度化及び強度予報の改善を実現する上で、意義のある取り組みである。

２．研究の目的

令和元年に発生し、我が国に多くの被害をもたらした台風及び台風に伴う現象に対し、機動的に研究を行い、社会にいち早く情報を発信する。

３．研究の目標

令和元年度、日本社会に深刻な影響をもたらした台風及び台風に伴う暴風、豪雨、高波発生の特徴及び特異性を明らかにする。

より具体的には：

- 災害をもたらした令和元年度台風について地上気象観測・気象レーダー（二重偏波レーダー、フェーズドアレイレーダー）等のデータを収集し、解析することにより、強風や大雨の特徴及び特異性を明らかにする。
- 台風第 15 号における高波及び台風第 19 号における高潮に関してデータを収集し解析する。また波浪モデルや高潮モデルにより数値シミュレーションを実施し、特徴及び特異性を明らかにする。
- 災害をもたらした令和元年度台風について数値シミュレーションを実施し、台風及び台風に伴う暴風、豪雨についてシミュレーション結果を用いて解析する。また初期条件等を変更した実験を行い、結果について比較することにより、事象の要因を明らかにする。
- 災害をもたらした令和元年度台風及び台風に伴う暴風、豪雨をもたらした大気・海洋環境場について、大気・海洋再解析データ等を用いた解析を実施し、特徴及び特異性を明らかにする。

４．研究結果

（１）成果の概要

（全体）

台風第 15 号、第 17 号、第 19 号、第 21 号を対象に研究を行い、データの収集、数値シミューレーションによる再現実験、それらの解析を実施し以下の成果を得た。

（個別課題）

【データ解析】

（第 15 号関連）

- 2019 年台風第 15 号の発達時における大気海洋環境場は、台風経路における海洋表層貯熱量は小さく、台風周辺域は乾燥し、上層場では沈降場であったものの、海面水温は 30 度を超え、鉛直シアは 5m/s と発達に好都合な環境であった。
- 千葉県房総半島を中心に甚大な風害をもたらした 2019 年台風第 15 号は、上陸直前の 2019 年台風第 15 号と 2018 年台風第 21 号を比較するとコンパクトな構造であった。また関東上陸時でも上層において渦構造が見られ、発達した成熟期の台風構造を維持し、眼の壁雲が通過するタイミングで顕著な強風を伴っていたことが、地上観測データ等を用いた解析により明らかとなった。また 2018 年台風第 21 号や 2019 年台風第 19 号は移動速度が台風第 15 号の２倍程度であったことから、進行方向右側を中心に強風となっていたのに対し、2019 年台風第 15 号は強い最大風速が台風中心近傍に集中して観測され、中心左側でも強風を伴っていた。
- ドップラーレーダーを用いた風速場の解析により、台風第 15 号の接近に伴い、千葉県南部では高度 2 km付近で風速 50m/s 以上の風が最大で 2 時間にわたって吹き続いていたことがわかった。
- 台風第 15 号は伊豆諸島近海を北上中及び茨城沖に進んだ直後に眼の壁雲交換を経験した。相模湾から東京湾へ台風が移動する時には、眼の壁雲から外側にかけてスパイラル状のレインバンドが形成・発達し、房総半島南部で停滞した。台風が東京湾を進んでいる時の非対称な降水分布は、台風の移動に加え、関東地方の海陸分布が影響していたことが境界層モデルによる数値実験から示唆された。千葉県千葉市上陸後には眼の壁雲が収縮して非降水の眼領域が見られなくなった。

（第 17、19 号関連）

2019 年台風第 17 号に伴う延岡竜巻や 2019 年台風第 19 号に伴う市原竜巻について調べたところ、両方とも台風進行方向右側のアウターレインバンドを構成する団塊状の対流セルのもとで発生していたことが分かった。どちらも、時計回りに変化する大きな鉛直シアが存在下で、不安定は中程度と、ミニスーパーセルが発生しやすい環境場であったことが明らかになった。さらに市原竜巻については、フェーズドアレイレーダーを用いた解析によって、突風被害を引き起こした鉛直渦の立体的な発生・発達過程が明らかになり、ミニスーパーセル内で生じた渦の上下結合が竜巻の発生に寄与したことが示唆された。

（第 19 号関連）

- 2019 年台風第 19 号による大雨の環境場について客観解析などのデータから調査した。大型で非常に強い台風の北側には温帯低気圧化の過程で見られる前線が形成・強化されており、この前線に多量の下層水蒸気流入のあった地域と大雨域とは概ね対応していたこと、前線の暖域側(南側)の山岳域などでも大雨が発生していたことが判った。
- 2019 年台風第 19 号による神奈川県箱根町などに大雨をもたらした降水システムの特徴を気象庁レーダーの観測データ等を使用して調査した。降水システムは概ねエコー頂高度が 12km 以下で、雷はほぼ観測されず、40dBZ 以上の降水域もほとんどなかった。レーダー反射強度の鉛直プロファイルでは、対流性システムの特徴を示す領域と層状性システムの特徴を示す領域が見られたが、0℃高度より上層では顕著な違いは見られなかった。強い降水は山岳域に加え、関東平野においても下層収束の風下側で起きていた。二重偏波レーダーの解析からは、強い降水域において、雨滴が落下しながら成長していたことを示唆する、下層ほど大きな値となるレーダー反射因子差(Zdr)の鉛直分布が見られた。レーダー反射強度ではブライトバンドは明瞭ではなかったが、偏波パラメータではレーダー反射強度に関係なく融解層が観測された。また、高層観測データ等からは、下層は対流不安定であるものの、平衡高度は 6 km程度で 5 km以上の層は安定であるなど、深い対

流活動には不都合な大気成層であったことが判った。以上の特徴は、今回の大雨が、上層に層状性の特徴を有する浅い対流システムから主にもたらされたことを示唆する。

（第 21 号関連）

2019 年 10 月 25 日に関東で発生した大雨について、その発生環境場を調査した。この大雨は発雷を伴わず背の高くない線状の降水システム（QLCS）と発雷を伴い背の高い移動性の QLCS の二つのシステムでもたらされていた。前者は関東に形成された沿岸前線に多量の水蒸気が東から流入することで発生し、後者は沿岸前線を含むメソ前線上で発生した低気圧に伴って発生していた。関東にはオホーツク海高気圧と台風第 21 号の間にあたる日本の東海上から水蒸気が流入し続けており、上空の寒気流入に伴い移動性 QLCS の発生環境場はより不安定化していた。移動性 QLCS 発生をもたらした低気圧には、停滞性 QLCS の発達に伴う下層の非断熱加熱による正渦位アノマリー生成が寄与していたと考えられる。このことは、本事例では沿岸前線上で発達した（停滞性の）QLCS の結果として新たな（移動性の）QLCS の発生環境が整えられたという正のフィードバックの存在が示唆された。

【高波・高潮】

気象庁第 3 世代波浪モデルと２次元高潮モデルを用いて 2019 年台風第 15 号の高潮及び波浪の再現実験を実施した。波浪モデルにより計算された波高・周期は、いずれも東京湾（内湾）としてはかなり大きい値であり、波浪スペクトル分布からは横浜付近における高波の要因は、主に浦賀水道側からの北東風による風浪と南東からのうねりの合成によるものと考えられる。一方、高潮モデルにより計算された横浜付近の潮位偏差は、最大で１m 弱と特に大きい値ではなかった。しかし基準となる水位が１m 程度高くなったことにより、越波が促進されたと考えられる。

【数値シミュレーション】

（第 15 号関連）

2019 年台風第 15 号について、水平解像度 1km の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た。シミュレーション結果は、千葉県千葉市に上陸する前、台風の中心気圧は上昇しているにも関わらず、最大風速は増加し、最大風速半径は縮小している様子が再現された。台風が相模湾から東京湾へと移動する状況において、海面からの顕熱・潜熱フラックスが大きく、背景水平風の鉛直シアが小さい環境場であった。また高度 2km において接線方向風速が最大となる半径が約 20 km と小さく、相対渦度の鉛直成分で算出した軸対称度も高かったことが、この台風の構造変化及び風速の増大に貢献した。

（第 19 号関連）

・2019 年台風第 19 号の急発達期について、水平解像度 1km の非静力学大気モデル及び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及び海水温を気候値に変えた感度実験を実施した。急発達中における台風通過域において、海水温は気候値よりも高く、また台風の移動による海水温低下量は小さかったため、台風は急速に中心気圧を深め、またその中心気圧を維持することができた。数値シミュレーション結果から、中心気圧は対流圏上層の上昇流により形成された高温位域と地表面における高温位域が結合することにより，急速に深まったことを確認した。

・2019 年台風第 19 号について、水平解像度 2km の非静力学気象モデルによる数値シミュレーションを実施し、台風と大雨を再現した。また標高 0m 実験と陸を海にする実験を行ったところ、いずれの実験でも前線による大雨は再現されたが、標準実験における降水量の 60～80%が地形の影響によるものだった地域もあった。これらのことから、本事例における大雨の要因として、多量の水蒸気流入に加えて台風北側の前線の形成・強化が重要であり、さらに地形の影響により降水が大幅に強化された地域があったことがわかった。

・20km メッシュ及び 5km メッシュの非静力学地域気候モデル及び２段ネスティング手法と気象庁 55 年長期再解析データを用いて、2019 年台風第 19 号による大雨の再現及び近年の気温上昇が大雨に与える影響を評価した。近年の気温上昇について、1980 年以降近年までの 8 月から 10 月までの各月の日本周辺域で領域平均した鉛直１次元月平均気温トレンドを気象庁 55 年長期再解析データから評価し、この気温トレンドを大気初期場から除いた初期・側面境界値により気温上昇除去実験を再現実験

に加えて実施した。5km メッシュモデルの計算結果において、気温上昇除去実験の結果は全て日本付近の領域平均降水量の減少を示したことから、近年の気温上昇及びそれに伴う水蒸気量増加が台風第19 号の大雨に影響を及ぼした可能性が高かったことが分かった。一方で降水量の増加量は気温の上昇量とは必ずしも一致していなかった。これは気温上昇除去に伴う大気場における安定度の変化に伴う台風強度の変化が関与していた可能性がある。

（第 21 号関連）
2019 年台風第 21 号衰退期における房総半島の大雨をもたらした線状降水システムは、台風第 21 号の経路が関連していることが、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結果から示された。台風第 21 号の衰退期における強度は海洋環境場及び台風による海水温低下の影響を大きく受けていたものの、房総半島を含む日本域における総降水量や最大雨量に大きな影響を及ぼさなかった。

【大気海洋環境場】
・2019 年の台風活動について、８月までの台風発生緯度の北偏、９，11 月の発生数増加、９月の日本上陸台風数の増加について取材を受け、解説を行った。

・気象庁 55 年長期再解析データを用いて、2019 年 8-11 月の 300hPa 及び 500hPa 高度場及び可降水量の特徴を調査し、1979-2019 年の期間の月平均データを用いて経験的直交関数(EOF)解析を実施した。この結果、平均的な分布に対して偏西風ジェットの位置が北上していること、2019 年９-10 月においては日本の南、黒潮海域で可降水量が平年より多く、可降水量全体の変動の約２割を占める EOF 第２モードで説明できることがわかった。

・北太平洋海洋長期再解析データセット及び気象庁現業北太平洋海洋解析データを用いて、2019 年８-11 月の海水温 26℃以上の熱量（海洋貯熱量）の特徴を調査し、1982-2019 年 11 月の期間の旬毎のデータを用いて経験的直交関数(EOF)解析を実施した。この結果 2019 年９月において、海洋貯熱量分布は日本の太平洋沿岸まで拡がっていたこと、2019 年８-11 月の期間、熱帯中央太平洋にて海洋貯熱量が高い状況が続いていたことが明らかとなった。この高い海洋貯熱量海域は変動全体の約２割を占める EOF 第２モードで説明できることがわかった。

・2019 年台風第 19 号の発生、発達、大雨をもたらしたメカニズムについて、ニュートン誌に掲載された解説を監修した。

（２）当所計画からの変更点
（１）当初計画に対する進捗度
概ね計画通りに進捗した。

（２）当初計画から変更した点（研究手法の変更点など）
特になし。
但し、対象とする台風については、研究計画立上げ時以降に災害をもたらしたものを順次追加した。

（３）成果の他への研究への波及状況
・　本緊急研究における研究活動の成果の一部は、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」の成果に反映されている。

・　本緊急計画において収集したデータ、実施したシミュレーション結果、解析中の事例については、各メンバーが参加している経常研究において発展的に研究が進められる予定である。

（４）他省庁予算及び共同研究等からの反映状況
（他省庁予算等研究課題から本課題への波及効果）
〇他省庁予算

特記事項無し。

○共同研究
特記事項無し。

○公募型共同利用による研究
特記事項無し。

○科学研究費補助金
- 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」では、房総半島を中心に強風により甚大な被害をもたらした台風第 15 号について、気象レーダーデータ等現場観測データや非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施し、即時的な解析を行っている。収集したデータの解析を含む進行中の研究については引き続き本課題で実施する計画である。
- 科学研究費補助金特別研究促進費「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」では、東日本・東北地方を中心に広い範囲で大雨をもたらした台風第 19 号について、気象レーダーデータ等現場観測データや非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施し、即時的な解析を行っている。収集したデータの解析を含む進行中の研究については引き続き本課題で実施する計画である。

（５）今後の課題
- 強い台風の日本上陸が相次ぎ、深刻な暴風被害が社会問題となっている現状を鑑み、台風の急発達予測の精度向上及び陸上を移動する台風の暴風分布予測プロダクトの開発に対する要望が高まっている。一方でこの開発に投入する人的・物的資源が足りず、人員増の要望を提出してはいるものの、今後の課題となっている。
- 令和元年度の台風活動に関する地球温暖化の影響について、社会の関心は高く、降水に対する影響の程度の評価に着手した。しかし、本課題においては人員や期間の制約があり、十分には取り組みができなかった。非静力学地域気候モデルによる２段ネスティング手法を用いた、台風第 19 号の大雨に関する数値シミュレーション研究においては、台風の再現性をより高めるため、初期値・側面境界値に気象庁領域解析データを使用して実験を行い、大雨に対する日本周辺域の気温上昇の効果を定量的に評価する予定である。
- 現状の実態把握から次へ繋げる重要な研究課題として、現象の特異性が地球温暖化に係わる大気海洋環境場の変化の影響をどの程度受けていたのかを定量的に評価することが挙げられる。

５．自己点検
（１）到達目標に対する達成度
令和元年度、日本社会に深刻な影響をもたらした台風及び台風に伴う暴風、豪雨、高波等について、地上気象観測・気象レーダー等観測データや大気海洋再解析データを収集し、各種数値モデルによる即時的な数値実験を実施することができた。即時的な解析により、台風それぞれの特徴や特異性を示すことができたという点で、計画は達成したものと考えられる。

（２）到達目標の設定の妥当性
限られた時間及び研究資源の中で、研究担当者がそれぞれの専門分野において、令和元年度の台風に関する知見を積み上げ、2 度の本庁の報道発表資料作成への寄与、2 度（3 度を予定）の気象研ホームページへの途中成果の掲載、気象学会春季大会及びＪｐＧＵでの研究成果発表へのエントリー、また、現在、論文化を目指した研究に複数のグループが着手しており、目標の設定は妥当であったと言える。

（３）研究の効率性（実施体制、研究手法等）について
２つの科学研究費補助金特別研究促進費による研究との連携を密にし、また台風事例毎に関連する研究者間での議論を中心に据えることで、研究の効率性向上を図った。メーリングリストを活用することで、所内外の情報を効率的に共有することができた。

（４）成果の施策への活用・学術的意義

令和元年度の特定の台風及び暴風・豪雨・高波等の関連する現象について、実態を把握することはできたものの、その背景となる成因、台風上陸時における風速分布の高度な推定手法、予測誤差を改善するための数値モデルの開発に関しては、本課題の成果を基盤として、今後の経常課題等で取り組むべき課題となる。こうした科学的にも未解明な課題を提示することができたことは本研究の成果であり、その取り組みについては学術的意義のある活動である。さらに社会に研究の即時的成果を発信することは気象研究所中期研究課題に即したものであり、本課題で得た経験は今後の緊急研究実施における前例として活かされることが期待される。

（５）総合評価

当初想定していた目標は十分に達成された。

６．参考資料

６.１　研究成果リスト

（１）査読論文

（２）査読論文以外の著作物（翻訳、著書、解説）

1. 筆保弘徳，及川義教，永戸久喜，嶋田宇大，和田章義，吉田龍二，宮本佳明，台風 15 号の発生・発達における環境場の影響，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」成果報告書，2.1，2020 年３月.
2. 益子渉，地上観測データを用いた暴風・突風の解析，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」成果報告書，2.2，2020 年３月.
3. 嶋田宇大，ドップラーレーダーを用いた台風上陸時の構造変化の解析，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」成果報告書，2.3，2020 年３月.
4. 宮本佳明，筆保弘徳，和田章義，数値シミュレーションによる 2019 年台風 15 号の上陸前の強度・構造変化のメカニズム，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」成果報告書，2.8，2020 年３月.
5. 高野洋雄，東京湾における高波の要因，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」成果報告書，2.9，2020 年３月.

（３）学会等発表

1. 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
2. 柳瀬 亘，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
3. 和田章義，岡本幸三，台風のモデリング ，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，愛知県名古屋市
4. 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，平成 31 年度（令和元年度）研究集会「台風研究会」，2019 年 11 月，愛知県名古屋市

６．２　受賞・報道・アウトリーチ活動等

(1)受賞

無し

(2)報道

1. 和田章義　「台風第 19 号について」NHK スペシャル　2019 年 10 月 17 日
2. 清野直子　読売新聞「前線に大量水蒸気、台風 19 号、気象庁分析」2019 年 12 月 24 日

(3)アウトリーチ活動

1. 和田章義,「なぜ台風 19 号は大規模化したのか」(協力) ニュートン (ニュートンプレス社) 2020 年１月号
2. 和田章義「2019 年台風を振り返ってー気象研究所における事例解析結果の紹介ー」2020 年２月 15 日　お天気キャスターネットワーク 2020 年定期総会

６．３　その他（４．（３）「成果の他の研究への波及状況」関連）　　なし

気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究

研 究 期 間 ：平成２９年度～令和元年度
研 究 代 表 者 ：佐藤英一（火山研究部第二研究室主任研究官）
研 究 担 当 者 ：
［鹿児島地方気象台］千馬竜太郎、池亀孝光、山下千尋、竹下孝弘、長山泰淳、井上温史、福島秀樹、満永大輔（平成 29 年度～令和元年度）、小窪則夫、重信有三、篭原宏之、河野太亮、小枝智幸、渡辺　茂、青柳雄也、満永大輔（平成 29～30 年度）、稲葉博明、古田仁康、末次秀規（平成 29 年度）、鳥巣啓多、山下隆丞、五藤大仁、手操佳子、新恵正信、武石貢佑（平成 30 年度～令和元年度）中橋正樹、岸本博志、矢野美波（令和元年度）

１．研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

現在、気象庁（地方気象台）では、噴煙の高さの観測を目視で行っているが、曇天時や雨天時など、視程の悪い状況では観測することが出来ない。2014 年の御嶽山噴火や 2016 年の阿蘇山噴火などにおいても、現業による噴煙高度の目視観測は出来なかった。視程の悪い状況下での噴煙のモニタリングのため、気象レーダーによる観測が重要である。

（学術的背景・意義）

気象レーダーによる火山噴煙の観測は、噴煙のダイナミクスや素過程を理解するうえで重要とされている。火山学会での気象レーダーを用いた解析的研究は、(MP レーダーなどの）最先端の技術を得て、新たにスタートしたところであるが、コミュニティの規模が小さい。本共同研究は、学術的な意味での裾野拡大も目指している。

（気象業務での意義）

気象庁では噴煙の高さを移流拡散モデル（JMA-RATM）の初期値（のパラメータ）として利用しているが、噴煙の高さが目視で得られないときは衛星や他のデータを利用する必要がある。気象衛星ひまわりは噴煙高度を得る良い手段であるが、(気象由来の）雲が卓越するような場では、衛星で噴火をはっきりとは確認出来ず、そのようなケースにおいては、気象レーダーにおける解析技術が特に重要となる。

そのような状況の中、気象レーダーを噴煙の高さ推定に利用すべく、気象研究所では気象庁地震火山部火山課と共同で、観測部で作成されたレーダー3 次元データの検証を行っているところである。しかし、現状では自動でエコーの高さを計算することは出来ても、気象レーダーによって観測されたエコーが気象現象なのか火山現象なのかの判断については、自動で判別することは出来ず、人の手を介する必要がある。現在は（比較的大きな）噴火イベントが発生した場合、気象研究所において気象レーダーによる解析を行い、噴火予知連絡会への報告等を行っているが、日常的に起こっている規模の噴火事例への対応は特段行っていない。事例の蓄積と言う点からも、汎用的な解析技術が確立されることが望ましい。

悪天時における気象レーダーの解析技術については、今後、重要性を増していくと考えられるが、現時点で地方官署にその技術を求めるのは困難である。気象研究所では、研修などを通じて気象レーダーを用いた火山噴煙の解析について講義することはあるが、一度の授業で教えることには限界があり、継続した指導体制の下、技術を確立していくことが必要である。

２．研究の目的

本共同研究の目的は、地方官署（現業）における気象レーダー網を用いた汎用的な噴煙解析技術の確立である。また、これらを通じた（まだコミュニティの規模としては小さい）気象レーダーを用いた火山噴煙解析分野の裾野を拡大することである。

３．研究の目標

本研究では、汎用的な火山噴煙解析ツールの作成を目標とする。

４．研究結果

（１）成果の概要

・ 2017 年 7 月 25 日・28 日、2018 年 9 月 10 日に、気象レーダーの基本的な処理・データフォーマット・解析ソフトウェアなどについて講習（火山班対象）を行い、理解を深めた。加えて、2019 年 6 月 25 日には鹿児島地方気象台にて、「火山噴煙の気象レーダーによる観測について」の題で談話会（台内全職員対象）を行った。
・ 2017 年 11 月 28 日に鹿児島地方気象台で行われた鹿児島地区研究会で、研究の概要と観測結果、現状の問題点、今後の方針について発表を行った。
・ 火山学会 2018 年度・2019 年度秋季大会と第 3 回・第 4 回「降水と噴火」研究会において、本研究で開発している噴煙解析ツールを用いた事例解析結果を発表した。解析の結果、目視によって噴煙高度が確認できなかった 2017 年 11 月 13 日の桜島南岳噴火の規模が同年最大規模の噴火であったことを示すと共に、曇天時に気象レーダーを用いて噴火（規模）を観測することの有効性についても示すことが出来た。また、本事例では、火口から離れた領域で反射強度が強まっており、噴煙内部で凝集が発生していた可能性も指摘した。また、本事例では、火口から離れた領域で反射強度が強まっており、噴煙内部で凝集が発生していた可能性も指摘した。なお、気象研究所 X バンド MP（二重偏波）レーダーによる観測でも、このことを裏付けるデータが取得されており、気象レーダーによる噴煙内部で発生する凝集の（直接的な）観測可能性があることも示した。
・ 気象レーダーによる火山噴煙解析ツール（スクリプト）を作成し、WEB ベースの監視ツールとして完成させた。監視ツールでは、噴煙の 3 次元データから水平断面と鉛直断面を表示し、噴煙がどの高度まで達しているかを簡単に確認することが出来る。また、開発したツールは OJT を経て修正・改良されている。
・ 気象レーダー網を用いた汎用的な噴煙解析技術を確立し、気象レーダーを用いた火山噴煙解析分野の裾野を拡大することが出来た。

（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

複数の噴火事例の解析の結果、噴煙高度が低い時には、気象庁一般気象レーダーに比べて、国土交通省高性能レーダ雨量計ネットワーク（XRAIN）による噴煙高度推定結果の方が良好であった。この結果から、気象研究所経常研究「火山活動の監視・予測に関する研究」で開発・検証を進めている、噴煙高度の確率的推定手法に XRAIN を用いることで改善の可能性があることが分かった。

（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）

・ 事前評価においては、全体の到達目標を具体的にするよう指摘があったが、本研究では火山噴煙解析ツールの完成を具体的な目標として定めることにより、目標設定と事後の評価をクリアにすることが出来ている。
・ 成果のとりまとめについて、その後の業務マニュアルにつながるような報告物を作成するよう指摘があったため、ツールのマニュアルを作成すると共に、事例解析の結果について、論文への投稿を予定している。
・ 技術移転に留意して確実に実施するよう指摘があったが、年 1 回以上の講習に加え、メールでのサポートを適宜行うことで、解析・開発作業を確実に行うことが出来た。
・ 確実に適用可能な事例を増やしていくといったかたちで成功体験を重ねながら進めるといったことも良いのではないか、という指摘もあり、解析事例は手法の適用可能な範囲に絞って実施した。
・ アプリケーションの開発や各種検討においては、気象のコミュニティとの連携を図ることが有効との指摘があったが、本研究では気象研究所の開発した Draft というレーダー解析ソフトウェアを使用しており、その使用方法や事例解析手法について、気象のコミュニティと連携を図って進めることが出来た。

（５）今後の課題

気象庁一般気象レーダーなど単偏波の気象レーダーを中心とした汎用的な解析手法が確立してきた一方で、実用面から考えると、雨天・曇天時には雨灰判別が必要となる。二重偏波（MP）レーダーは

その課題を解決するために有力な手段であるが、手法としてはまだ確立されていない。気象庁でも二重偏波レーダーの導入が進んできており、将来的な監視技術の開発のためにも、今後、先ずは二重偏波レーダーを用いた解析環境構築や事例解析などの基礎的な調査･研究を積み重ねていく必要がある。

５．自己点検

（１）到達目標に対する達成度

本研究では、汎用的な火山噴煙解析ツールの作成を目標としていたが、解析ツール（スクリプト）に加え、WEB ベースの監視ツールも作成しており、到達目標は達成されたと考える。

（２）到達目標の設定の妥当性

本研究では、火山噴火の事例解析だけではなく、火山噴煙解析ツールの作成を優先的な到達目標と位置付けていた。そのため、先ずは解析ツールを整備することで、その後の解析や OJT による効率的な改善が行うことが出来たと考えている。そのため、本研究の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

本研究の実施体制に関しては、鹿児島地方気象台火山班全員を対象としているが、年に一度以上の講習や談話会を開催することで、効率的な情報共有を行った。また、研究手法に関して、データフォーマット変換や座標変換などの基礎的な処理はレーダー解析ソフトウェア Draft の機能を用いている。そのため、本研究で目標としている火山噴煙解析ツールの開発に関しては、メインターゲットとなる噴煙高度の推定に必要な機能の開発に注力することが出来た。

（４）成果の施策への活用・学術的意義

本研究で作成したツールは､鹿児島地方気象台の PC にインストールされており､他の PC からも WEB（イントラネット）を通じて利用可能な状態になっている。気象レーダーによる火山噴煙の事例解析が容易になったことで､今後､現業を見据えた高度な調査･研究が進展することも期待できる。また、学術的にも、気象レーダーを用いた火山噴煙解析コミュニティの裾野拡大が出来たことの意義は大きい。

（５）総合評価

本研究を通じて､地方官署で気象レーダーを使って噴煙を解析するための基盤を作ることが出来た。今後、本ツールを使って多くの事例解析がなされれば、それらの結果から、現業での火山監視や降灰予報・航空路火山灰情報の改善に結び付くデータが得られることが期待できる。

本研究の事例解析でも､噴煙内部の凝集の観測に関する興味深い結果が得られている。凝集の観測･監視手法に関しては、将来的な火山噴煙・降灰の監視技術だけでなく、噴煙内部のダイナミクス・素過程の理解にもつながるものである。

これらのことから、本研究では、将来的な研究・開発へとつながる有用な結果を得ることが出来たと言える。

６．参考資料

６．１　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）

なし

（３）学会等発表

ア．口頭発表

・国際的な会議・学会等

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

・国内の会議・学会等

千馬竜太郎，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，鹿児島地区研究会，

2017 年 11 月，鹿児島県鹿児島市
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 3 回「降水と噴火」研究集会，2018 年 11 月，鹿児島県三島村
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

イ．ポスター発表

・国際的な会議・学会等

なし

・国内の会議・学会等

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，日本火山学会 2018 年度秋季大会，2018 年 9 月，秋田県秋田市
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
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

６．２　報道・記事

なし

６．３　その他（３．（３）「成果の他の研究への波及状況」関連）

なし

機動観測項目における火山ガス成分観測の実効性調査

研 究 期 間 ：平成 30 年度～令和元年度
研 究 代 表 者 ：川村　安（福岡管区気象台 地域火山監視･警報センター 機動班長）
研 究 担 当 者 ：
平成 30 年度
［火山研究部］高木朗充、堀口桂香、谷口無我、森　健彦
［福岡管区気象台］足立幸夫、内田直邦、篠原英一郎（H30 年 9 月まで）、林　幹太（H30 年 9 月から）、池田啓二、雑山浩秀、菅原道智、古田仁康、髙田健一、滿永大輔、末次秀規、工藤直樹、本井雅人、松本　享、後藤　進、菅井　明、森　博
［大分地方気象台］平松秀行、牧之段康二
［宮崎地方気象台］植村英明、有村雄一
［鹿児島地方気象台］小窪則夫、手操佳子

令和元年度
［火山研究部］高木朗充、堀口桂香、谷口無我、森　健彦
［福岡管区気象台］足立幸夫、山部美則、井上秀穂、久利美和、篠原英一郎（R1 年 10 月から）、池田啓二、菅原道智、古田仁康、塚本果織、滿永大輔、末次秀規、千馬竜太郎、工藤直樹、本井雅人、松本　享、後藤　進、菅井　明、森　博
［大分地方気象台］平松秀行、川上政樹
［宮崎地方気象台］植村英明、有村雄一
［鹿児島地方気象台］五藤大仁、手操佳子

１．研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

国内の活動的火山は、桜島などの都市に近接した火山、霧島などの観光客や登山客を集める火山など、国民の経済活動に近接した場所に存在している。そのため、一度火山活動が活発化すれば、2014 年の御嶽山の水蒸気噴火のような人的被害、地元自治体の規制に起因する地域経済の損失などを招く。現在の火山学のレベルでは、100%間違いのない火山活動予測を行うことは難しいが、より精度の高い予測技術により、国民の安全確保と経済損失の軽減が社会からより強く求められている。

このような背景の中で、気象庁では多項目の観測データを基に、火山活動評価の高精度化を進めている。地震観測及び地殻変動観測においては、観測データをリアルタイム伝送することにより、各センターでの連続的な監視に資しているが、マグマ活動を直接反映する火山ガスの成分変化は、研究者による現地調査でしか情報が得られず、十分に活用できていないのが実状である。そもそも、火山ガスに関わる研究者は国内で 10 名もおらず、各火山で高頻度な成分変化を捉えることが不可能に近い。火山活動監視に重要でありながら、得られにくい火山ガス成分の情報を、全国に官署を持つ気象庁が機動観測によって高頻度で効率的に得ることは、火山活動評価の精度を大きく高めることが期待できる。

(学術的背景・意義)

近年、火山活動評価における火山ガス観測の重要性が改めて認識されつつある。それは、 火山ガスがマグマや熱水系から放出される物質そのものであり、火山活動の盛衰に応じてその化学組成などを変化させるからである。例えば、2015 年の箱根山の活動では、4 月下旬に群発地震が始まり、6 月末にごく小規模な水蒸気噴火に至った過程で、群発地震の発生に先行した火山ガス中の水の安定同位体比の減少及び地震活動の変化に対応するような CO2/H2O 比の変動が観測されている。また、2014 年 12 月から噴気活動を再開した霧島山硫黄山では、噴気量の増減などの表面活動に対応した火山ガス中の CO2/H2S 比や He/CH4 比の変化、あるいは周辺山麓に湧出する熱水の Cl/SO4 比の変化などが観測されている。これらの観測事実は、火山ガスあるいは熱水等の液相に溶け込んだ火山ガス成分の観測が火山活動評価にとって有効であることを示している。

一方、火山活動の盛衰に応じて変動する化学的な指標は火山毎に個性的であり、火山ガス成分観測の火山活動評価における実効性を確立するためには、様々な火山を対象とした観測事例を蓄積し、

各々の火山においてどの様な火山ガス成分が火山活動の良い指標となり得るかを明らかにすることが重要である。また、 火山活動の評価には迅速性が不可欠であり、 機動観測における火山ガス観測としての適切な手法・手順を検証することもまた重要である。

(気象業務での意義)
気象庁が行っている活動的火山における活動度評価の項目として、地震活動、地殻変動、火山ガス及び熱活動があり、それぞれの観測データは、連続観測及び機動観測によって得られている。火山ガスに関するデータは二酸化硫黄放出量のみが、2007 年から機動観測によって得ることができているが、火山ガス成分に関する情報がほぼ皆無である。先に述べたように、火山ガス成分を測り、時系列でその成分変化を監視することは、マグマ活動の変化を捉えることとなる。マグマ活動の変化を明らかにすることができれば、地震や地殻変動が熱水に起因するのか、マグマの動きに起因するのかなどの発生要因を推定することが可能となる。すなわち、火山ガス成分のデータを高頻度で得ることは、単純に評価に資する観測項目が増えるのみでなく、他の観測データの情報量を膨らませ、総合的な活動評価を高めることに繋がる。連鎖的にもたらされる活動評価の能力向上によって、噴火活動予測のさらなる高精度化へ寄与することが期待できる。

２．研究の目的

本研究は、火山活動評価及び噴火活動予測の精度を高めるための有用な要件の一つとなる、火山ガス成分観測に関して、火山監視･警報センター及び各地方官署にて実施する機動観測によって、有用なデータを得て、それが火山活動評価に資することができるかどうかの検証を目的としている。
細部の目的として、
1)　機動観測で実施できる火山ガス成分観測の習熟
2)　観測された火山ガス成分データの有用性の確認と評価手法の確立
3)　火山ガス成分と従来からのデータを融合した火山活動評価手法の確立
の 3 つを柱とする。
なお、最終的には噴火ポテンシャルも含めた活動評価に資するため、噴火活動が継続している火山は対象とはしない（噴火が多発している桜島や多量の火山ガスを常時放出している阿蘇山)。対象火山は、噴気孔から火山ガスを採取しやすく噴火ポテンシャル評価にもつながることが期待される、九重山や霧島山硫黄山等を想定している。

３．研究の目標

- 機動観測で実施できる火山ガス成分観測の習熟

機動観測で実施できる、検知管による精密な火山ガス濃度測定、電気伝導度計を用いた熱水の電気伝導度測定、気象研究所での分析が可能となる精度を保った熱水サンプル法の習熟を進める。これらの習熟のために、地熱活動が活発であり、火山ガス及び熱水サンプルが容易である九重山（大分県)、霧島硫黄山（宮崎県）をフィールドとして選定する。これらの火山において、初回は気象研究所の研究官を招いたサンプル法の実地研修を行い、観測手法の習熟を進める。以後は、地方官署の担当官によるサンプルを行い、気象研究所の研究官から TV 会議などによる指導を適宜受け、スキルアップを図る。

- 観測された火山ガス成分データの有用性の確認と評価手法の確立

観測された火山ガス成分データに関して、計測手法及びデータの有用性について気象研究所の研究官からの指導を受け、火山ガス成分データのデータ評価手法の確立を目指す。

- 火山ガス成分と従来からのデータを融合した火山活動評価手法の確立

評価された火山ガス成分データと、その他の観測データを融合した火山活動評価のあり方について、気象研究所と連携した検討を進め、評価手法の確立を進める。

４．研究結果

（１）成果の概要

各研究計画に関する成果は以下の通りである。

【観測技術の習得】

平成 30 年 7 月、火山研究部谷口研究官の指導の下、九重山及び霧島新湯噴気地帯（火山活動活発化に伴い、霧島硫黄山から対象フィールドを変更）にて、火山ガス成分観測の技術講習を実行した。

技術講習に先立ち、福岡管区気象台において、火山ガス成分の観測が火山活動評価の精度向上に繋がる理由について、谷口研究官が講義を行うと共に、観測手法及び必要機材に関する座学を実施し、本研究計画の意義について、研究担当者の意識を高めた。これらの現地技術講習及び管区での座学によって、福岡センター及び各地台の観測担当者の観測技術研修を完了した。研修後、火山ガス成分観測の手順書を作成し、以後の観測に活用している。

【観測技術の習熟】

観測技術の指導後、各官署において現地観測を実施し、技術の習熟を進めた。なお、当初予定していた霧島硫黄山では、平成 30 年度末から噴気地帯での観測を実施できる活動状態となっている。観測実施回数として、平成 30 年度は、九重山 6 回、霧島新湯噴気地帯 5 回。霧島硫黄山 1 回。平成 31 年度は、九重山 7 回、霧島新湯噴気地帯 6 回。霧島硫黄山 6 回（それぞれの実施予定回数も含む）である。また、計画されたフィールド以外ではあるが、定期の機動観測にあわせて技術習得を進めており、2 カ年で、伽藍岳(別府)6 回、阿蘇吉岡噴気地帯 2 回、雲仙岳 2 回の観測を実施した。

【観測精度の評価】

火山ガス成分観測で得られる凝縮水を気象研究所にて分析を実施し、観測技能の評価をおこなった。結果として、研究(観測)担当者が実施した火山ガス成分観測の技術に問題はなく、火山活動評価に用いる精度を十分保った結果であることが保証された。この観測技能の評価にあたり、気象研究所との TV 会議を繋いで、観測結果及び測定技術に関する助言を受け、今後の進め方に関して議論を実施した。

【観測データを用いた活動評価検討】

九重硫黄山、霧島硫黄山の両火山において、マグマ活動の長期的な緩やかな活発化を示唆する火山ガス成分の変化を捉えることに成功した。特に、九重硫黄山においては、GNSS 連続観測での九重山周辺での膨張を示唆する基線長の伸び、全磁力観測での九重硫黄山浅部の蓄熱を示唆する消磁変化の要因がマグマ活動の活発化であることを、本研究で実施した火山ガス成分の観測から示唆されることとなった。このように、火山ガス成分変化の観測結果を利用し、地球物理学的観測データから示唆される火山活動状況との比較をすることで、その火山のマグマ活動がどのような状態で進行しているのかを考察し、評価できる手段が得られたと考える。令和 2 年 3 月には火山研究部菅野室長及び谷口研究官に臨席いただき、福岡管区気象台において、本研究で実施した観測結果を火山活動評価にどのように生かしていくのが効率的であるのか、研究担当者との議論・検討を実施する予定である。

（２）当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

当初フィールドとして検討していた霧島硫黄山では、火山活動の活発化に伴い、噴気地帯での観測が安全管理上難しい状況となった。そのため、噴気地帯での安全性がある程度担保される状況となった平成 30 年度末まで観測を実施することができなかった。そのため、測定技術の習熟を進めるため、霧島新燃岳の山麓に位置する新湯噴気地帯を対象フィールドとして、観測を実施してきた。なお、霧島硫黄山においては、研究開始当初から、規制エリア外での霧島硫黄山を起源とする湧水（温泉水）の採取を実施し、この湧水（温泉水）の分析結果から得られる情報を用いた火山活動評価への利用法の検討を追加で実施している。

（３）成果の他の研究への波及状況

気象研究所火山研究部では、重点研究 B7「火山ガス観測による火山活動監視・予測に関する研究」（H30 年度）及び研究課題 V2「火山活動の監視・予測に関する研究 －（副課題２）化学的手法等による火山活動監視」（H31 年度）あるいは東海大学との共同研究「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(H29-H31 年度)」の一環として各地の活動的火山の噴気地帯から火山ガスを採取し、 その化学組成や凝縮水の安定同位体比の分析に取り組んでいる。本地方共同研究では火山ガスの化学組成分析に検知管法を用いており、検知管分析に供する火山ガスを採取する際に火山ガスに含まれる水蒸気を冷却して凝縮水として除去している。この凝縮水は安定同位体比分析用の試料として気象研究所に提供され、 気象研究所の研究を推進している。

また、霧島山硫黄山で実施した火山ガス成分を溶存する熱水観測の成果は、 気象研究所、 東海大学、 東京大学などが共同で実施している観測・研究に統合され、 それらの結果は専門の学会や委員会で報告されるなど、本研究の成果は気象研究所や大学等他機関が実施する他の研究へも大きく波及した。

（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）
今回、福岡管区火山センターを中心に実施されてきた火山ガス成分比の観測について、観測の準備過程から観測方法、測定データの評価法までをドキュメント化し、各センターで共有できるような教則本を作り上げることにも取り組んでいる。中間評価で指摘されたように、福岡管区での知見を全国官署に広め、気象庁全体の火山活動評価能力の向上を図っていく。

（５）今後の課題
長期のマグマ活動の変化を捉えるためには、火山センターにおいて根気強い観測の継続が必要である。そのためには、今回会得した観測技術をしっかりと伝えていくことが重要な要素となる。そのためには、先述の教則本の必要性も大きいが、観測技術を会得し伝承できる人材、観測データを評価できる人材を幅広く増やしていく努力が必要と考える。将来にわたって、この観測の意義と重要性について火山センターで共有し、データが示唆するマグマ活動の変化を理解する人材を育てていくことを気象研究所と連携して進められるかが今後の重要な課題であると考える。

５．自己点検
（１）到達目標に対する達成度
当初掲げた 3 つの到達目標に対し、現段階では『火山ガス成分と従来からのデータを融合した火山活動評価手法の確立』に関しては、本シート作成段階において、気象研究所と研究担当官署との間で評価検討の会合が未開催のため、まだ検討途上の目標である。それぞれの観測を終えたタイミングで、他の火山観測データと火山ガス成分比の変化を比較し、火山活動との関係性について議論を重ねてきたが、2 年間を通して、どのようにデータを評価していくのが好ましいか、総まとめとしての課題発掘は 3 月に実施の検討会で議論する予定である。それ以外の 2 つに対しては、目標を達成したと考えており、今後も火山ガス成分観測を過不足なく実施できる。

（２）到達目標の設定の妥当性
火山ガス成分の情報を、地域火山監視警報センターが火山活動評価へ組み込むためには、火山ガスサンプルの手技を会得することは当然であるが、火山ガスが活動的な火山にとって何を示唆するのか、実際の火山に身を置いて理解することが第一であると考えた。そこで、火山ガス成分観測を活動的火山で実施することに重きを置いて目標設定を行った。計画では、観測回数を多くすることで、手法を学べる職員の数を増やすとともに、複数回の観測を経験できる機会を設けた。本研究において、到達目標はやや低めに設定したが、結果として、火山ガス成分観測に興味を持ち、且つ手技を身につけた職員を増やすことに成功した。

（３）研究の効率性（実施体制、研究手法等）について
本研究では、研究開始時に気象研究所の担当研究官から火山ガス成分を観測する意義について講義を受けるとともに、フィールドにおいてはプロである研究官からサンプル手法について直接指導を賜るなど、研究担当者が火山ガス成分観測に興味を持ち、研究へ積極的に取り組める下地を作ることに成功した。また、研究官から直接の指導を受けることで、当官署と気象研究所との関係がより太くなり、研究に関するアドバイスを受けやすい環境が構築できた。このことが、本研究の遂行を円滑に進め、進行状況の共有がリアルタイムで進み、逐次アドバイスを受けられる環境を構築ですることとなった。
気象研究所との関係強化の結果、本研究による観測のいくつかが、気象研究所、東海大学、東京大学などの専門家が実施する観測と共同で実施されることとなった。このことにより、観測（試料採取）地点 や観測結果の相互共有が図られたとともに、火山ガスの専門家が実施する火山ガス観測の手法や手技、観測方法やデータの見方に関する注意点などを効率的に取り入れることができた。

（４）成果の施策への活用・学術的意義
本研究の成果は、他の観測データと比較検討し、火山活動を評価する材料として、火山監視業

務に利用されるようになった。また、成果の一部は、福岡管区気象台から火山噴火予知連絡会への資料として使われている。加えて、地元官署で頻度の高い火山ガス成分観測が実施されることで、気象研究所から出向いて観測を実施するよりも、より効率的にサンプルを取得することが可能となり、気象研究所の研究の進展に寄与することになった。

（５）総合評価

本研究によって、福岡火山センターでは火山活動評価に火山ガス成分を組み込むことが可能となり、当初の目標を達成することができた。また、気象研究所と火山センター間の関係がさらに向上し、本研究以外においても、観測結果に関する議論や火山活動に関する相談事項がより頻繁に交わされることとなった。本共同研究によって、火山ガス成分という火山活動評価への新たな知見が加わったとともに、気象研究所とのパイプがより強まったことで、あらゆる面において、福岡センターの火山監視能力をより高めることに繋がったと考える。

６．参考資料

６．１　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）

- 菅原道智・松本　亨・川村　安・火山ガス成分調査グループ、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 年度福岡管区気象研究会誌、No.79、福岡管区気象台
- 松本　亨・菅原道智・川村　安・火山ガス成分調査グループ、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 年度～平成 31 年度　地方共同研究（平成 31 年度経過報告）―、令和元年度福岡管区気象研究会誌、No.80 福岡管区気象台

（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

- 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・髙田健一・松本　亨・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、日本地球惑星科学連合 2019 年大会、2019 年 5 月、千葉県千葉市
- 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(2019)日本地球惑星科学連合 2019 年大会、2019 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

なし

・国内の会議・学会等

なし

６．２　報道・記事

なし

６．３　その他（３．（３）「成果の他の研究への波及状況」関連）

霧島山硫黄山では、 2018 年 4 月噴火の前後で、一般に高温の火山ガスに多く含まれる成分（Cl/SO_4 比）の割合が増加したことを捉えていた。その後、本研究においても、連携して継続的な観測を実施した結果、指標の一つとした硫黄山山麓の湧水に含まれる Cl/SO_4 比が、2019 年になって低下したことを明らかにした。これらの成果は、日本地球惑星科学連合 2019 年大会の火山の専門セッションや専門家で構成される火山噴火予知連絡会などに報告された。

・谷口無我、大場　武、外山浩太郎、福岡管区気象台、鹿児島地方気象台（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.
・谷口無我、大場　武、福岡管区気象台、鹿児島地方気象台(2019)霧島山硫黄山周辺の湯溜り･湧水の化学組成(2018 年 10 月 19 日現在)、火山噴火予知連絡会会報、131、355-359.
・谷口無我、大場　武、西野佳奈、外山浩太郎、福岡管区気象台、鹿児島地方気象台(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.

３．研究評価

３．１．気象研究所評議委員会

気象研究所評議委員会の役割

気象研究所評議委員会は、気象研究所長に対し「気象研究所の長期研究計画の策定に関する助言」及び「気象研究所が実施する研究課題の評価に関する報告」を行うため、平成７年 12 月に設置された委員会であり、気象業務に関する研究について広く、かつ高い見識を有する研究所外の外部有識者により構成されている。

また、経常的に実施する研究の外部評価を実施するため、評価対象となる研究の分野にあわせ、評議委員の中から「気象研究所評議委員会評価分科会」の委員を選出して外部評価を実施している。

令和元年度気象研究所評議委員名簿（五十音順、敬称略）令和元年８月時点

委員長	岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科　特任教授
委　員	小畑　元	東京大学大気海洋研究所　教授
	木本昌秀	東京大学大気海洋研究所　教授
	小泉尚嗣	滋賀県立大学環境科学部環境生態学科　教授
	三枝信子	国立研究開発法人国立環境研究所　地球環境研究センター　センター長
	佐藤　薫	東京大学大学院理学系研究科　教授
	関口渉次	国立研究開発法人防災科学技術研究所　総括主任研究員
	田中　博	筑波大学生命環境系　計算科学研究センター　教授
	坪木和久	名古屋大学宇宙地球環境研究所　教授
	中島映至	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター　参与
	馬場俊孝	徳島大学大学院社会産業理工学研究部　教授
	保坂直紀	東京大学大学院新領域創成科学研究科　特任教授
	渡辺秀文	東京大学　名誉教授

令和元年度の開催状況

令和元年度は、次のとおり第 47 回気象研究所評議委員会を開催した。

第 47 回気象研究所評議委員会

日　時：令和元年８月８日（木）　13 時 00 分～15 時 00 分

場　所：気象庁大会議室（気象庁５階）

出席者：

（委員）岩崎俊樹 委員長、小畑 元 委員、木本昌秀 委員、三枝信子 委員、佐藤 薫 委員、関口渉次 委員、田中 博 委員、坪木和久 委員、中島映至 委員、馬場俊孝 委員、保坂直紀 委員、渡辺秀文 委員

（気象研究所）所長、研究総務官、研究調整官、企画室長、全球大気海洋研究部長、気象予報研究部長、 気象観測研究部長、台風・災害気象研究部長、気候・環境研究部長、地震津波研究部長、火山研究部長、応用気象研究部長、企画室研究評価官

議事概要

○議事１：評議委員長の選任及び評価分科会長の指名等について
　評議委員の互選により、評議委員長に岩崎俊樹委員が選出された。

○議事２：気象研究所の最近の研究活動について（報告）

○議事３：令和元年度の研究計画について（懇談）

○議事４：今後の評議委員会の予定について（協議）

３．２．気象研究所評議委員会評価分科会

令和元年度は評価対象課題がないことから、気象研究所評議委員会評価分科会は実施しなかった。

３．３．気象研究所研究課題評価委員会

気象研究所研究課題評価委員会は、国の研究開発全般に共通する評価の実施方法のあり方についての大綱的指針（平成９年５月）、運輸省技術開発推進本部での運輸省研究開発評価指針（平成 10 年２月）により課題評価の実施について定められたことから、気象研究所における研究開発課題の評価を実施するために設置された。その結果は、効果的かつ効率的な研究の推進のために積極的に活用されている。

令和元年度気象研究所研究課題評価委員名簿

委員長　竹内義明　　気象研究所長
委　員　高薮　出　　研究総務官
　　大野木和敏　研究調整官
　　石原幸司　　企画室長
　　前田修平　　全球大気海洋研究部長
　　山田雄二　　気象予報研究部長
　　青梨和正　　気象観測研究部長
　　鈴木　修　　台風・災害気象研究部長
　　石井雅男　　気候・環境研究部長
　　橋本徹夫　　地震津波研究部長
　　齋藤　誠　　火山研究部長
　　行本誠史　　応用気象研究部長
　　丸本大介　　企画室研究評価官

令和元年度の開催状況

令和元年度は、下記のとおり気象研究所研究課題評価委員会を開催した。

気象研究所研究課題評価委員会

日　時：令和２年２月 14 日（金）　9 時 30 分～9 時 50 分、
　　令和２年２月 17 日（月）　9 時 00 分～10 時 50 分、
　　令和２年２月 19 日（水）　13 時 10 分～16 時 30 分
場　所：気象研究所第三会議室
委　員：竹内義明、高薮　出、大野木和敏、石原幸司、前田修平、山田雄二、青梨和正、鈴木　修
　　石井雅男、橋本徹夫、齋藤　誠、行本誠史、丸本大介
議事概要
・課題評価
　経常研究９課題の年次チェックアップ、地方共同研究２課題の終了時評価、4 課題の事前評価、１課題の年次チェックアップを実施した。終了時評価、事前評価の結果については下記のとおり。

評価結果

終了時評価

「（地方共同研究）気象レーダーを用いた噴煙の汎用的解析手法に関する研究（平成 29 年度～令和元年度）」

１．総合評価

優れた研究であった。

２．総合所見

本研究は、地方官署における気象レーダー網を用いた汎用的な噴煙解析技術を確立することを目的とし、悪天時の噴煙監視という地方のニーズに即した研究課題である。

本研究により、気象レーダーによる火山灰観測の基礎的ツールが開発された点は、噴煙研究や監視業務にも意義があったと考えられ、評価できる。一般レーダーだけでなく、DRAW や XRAIN のデータにも適用可能と思われるツールを開発した点も評価できる。成果が本庁観測部担当にも共有されていることは良かった。

一方、本研究には多くの地方官署の人が参加しているものの、共同研究相手が特定の個人に偏り過ぎており、他の研究参加者への知見の共有が十分できているか懸念される。

以上のことから、本研究は、概ね適切な目標設定と研究体制のもとに実施され、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後の成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- 今後、他の研究課題で進めている目視観測結果との整合性の評価などを進め、より信頼性の高い火山噴煙ツールの作成を目指して頂きたい。
- 夜間や曇天・雨天時などにも観測可能であり、客観的な測定が可能なレーダーデータの利用には将来性がある。本ツールの開発の成果が、現象の解析や新たな解析手法の開発、二重偏波レーダーへの応用などにつながることを期待したい。
- 成果が関係課内に広く共有され、成果の論文化を期待する。
- 成果のアピールに努めて頂きたい。
- レーダーの新たな活用法となるのではないか。

「(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 年度～令和元年度)」

１．総合評価

優れた研究であった。

２．総合所見

本研究は、火山ガス成分観測に関して、機動観測によって有用なデータを得て、それが火山活動評価に資することができるかどうかの検証を目的とした研究課題である。

本研究により、地方の参加者が測定技術等に習熟した他、気象研や大学の第一線の研究者との情報共有を行えるようになった点は、地方共同研究の人材育成の効果としては優れており、評価できる。また、得られた知見や手法等についてのマニュアルを作って、他管区に共有したことも評価できる。さらに、本研究で取得したデータは、今後の監視手法や研究の基礎データとして活用することも期待される。

一方、九重硫黄山の活動活発化をガスにより確認できたことは、火山ガス測定の有効性を示すことが一定程度できたという点で成果はあったものの、もう少し科学的成果も得られると良かった。

以上のことから、本研究は、概ね適切な目標設定と研究体制のもとに実施され、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後の成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- 予算に限りがある中、検知管の測定数に限りがあることは致し方ないが、せめて評価誤差が分かるよう、一回の観測機会に多くの検知管測定を複数点で行う機会が何度かあっても良かったのではないか。業務化を念頭に置くなら、今後、同様な調査を他地域で行うとき、「自動観測」との比較観測も有効だろう。

・ 火山ガスの採取について、火山ガスの研究者として指導を行い、多くの地台の職員に技術を獲得させた。今後、この技術をどのように広げていくかが課題ではあろう。

事前評価

「（地方共同研究）全天カメラによる雲の地上観測システムの開発（令和２年度～令和３年度）」

１．総合評価

（１）実施の可否：可

（２）修正の必要の有無：修正の必要なし

２．総合所見

本研究は、全天カメラによる撮影画像から、高度別の雲分布を定量化する手法を開発することを目指した研究課題である。

全天カメラの画像情報から、気象の監視に有効な情報を抽出する技術は、将来的にも有効で、雲量や雲底高度など、成果として、気象業務に貢献することが可能であろう。カメラの性能を向上させることで夜間観測にも適用可能となるように、昼間の技術を進めれば、より業務に役立つ研究になると考えられる。

一方、研究の目的がやや不明瞭であり、全天カメラの長所（高感度観測）、短所（日中のみ）を踏まえた上で、目的、目標を明確に設定して頂きたい。業務化に至るまでの中期的な研究目標の設定も別途検討しておく必要があろう。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

・ 地方官署の現場からの視点では「目視観測の代替」が目的となり得るが、リモセンのアルゴリズムへの活用など、研究としての価値を追求して頂きたい。
・ 疑似ステレオ解析は、原理的に１台のカメラでは距離方向の測定が困難であること、風向風速が高度に依存する場合の処理法が難しいことなど、ハードルが高い。早目に検討を行い、ステレオ解析に切り替えることも必要かもしれない。
・ まず時間間隔をいろいろ試してみて適切な間隔を検討し、天気や風速に左右されるため一律には決められないが、いくつかのパターンを考えておくとよい。
・ 目視観測が縮小され観測に従事する職員が今後少なくなっていくことから長期的に観測（目視）品質を維持することが難しくなることが予想される。本自動観測結果は、それ自体が目視の代替とならなかったとしても、目視観測の長期的な品質チェックに活用できる可能性はあるのではないか。航空分野での活用も検討等、目視観測の代替だけではない発展を期待したい。
・ 観測業務との必要性の整理を検討しなければならないが、今後、雲形の調査も行っても良いのではないか。
・ 現場のニーズを把握するという観点でも、研究・検証を進めて頂きたい。
・ 大阪管区で全天カメラによる雲データの現業的利用について期待する。
・ 開発段階では、気象研究所内で実施した方が効率的かもしれない。

「（地方共同研究）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年度～令和４年度）」

１．総合評価

（１）実施の可否：可

（２）修正の必要の有無：修正の必要なし

２．総合所見

本研究は、地方官署における二重偏波気象レーダーを用いた噴煙解析技術の普及、本研究を通

じた気象レーダーを用いた火山噴煙解析分野（コミュニティ）の裾野拡大・職員のスキルアップを目指した研究課題である。火山噴煙の解析について、xrain の MP レーダーに加えて二重偏波レーダーを利用することで、パイオニア的な研究となりうる。

成果は火山監視業務に直接活用できるものであり、業務貢献が期待できる。雨灰判別ができれば大きな成果となると期待できる。今後のさらなる二重偏波レーダーの活用に向けて成果を期待したい。

一方、地方官署の方が得られた知見をきちんと共有できるように配慮して進めて頂きたい。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

- 雨と降灰の判別には別途検証が必要であり、二重偏波レーダーのデータで雨と降灰が混ざっている事例でどのように見えるかに集中した方が良い。
- 地方共同研究の研究分担者に作業を明示的に示しておくと、効率的に進められるのではないか。発見学習的な要素が強い研究の進め方となっているため、研究の進め方に注意が必要である。
- 本成果の活用先として、桜島以外の火山への適用も可能であることから、解析結果や解析ツールなどについて積極的にドキュメント化を行い、広く利用されることを目指してもらいたい。
- 二重偏波レーダーについての知見は防災科学技術研究所や土木研究所も有しているので、気象研究所担当者が知見を整理して地方官署担当者に共有して頂きたい。

「（地方共同研究）高精度な津波数値計算結果を用いた津波の地域特性の理解（令和２年度～令和３年度）」

１．総合評価

（１）実施の可否：可

（２）修正の必要の有無：修正の必要なし

２．総合所見

本研究は、個々の領域における津波の伝播、高さ分布、時間変化、遡上などを詳細に見ることは防災対応を検討する上で非常に重要であり、有効な研究課題である。

過去並びに近い将来に発生しうる大きな津波への備えは、極めて重要である。本研究で実施する最新の数値シミュレーションに基づく、地域毎の特性把握は防災機関としての気象庁にとって有益である。また、特性把握等の研究を通じて、現地官署の津波に関する知見が深まり、対外的な説明などにおいて役立つことも期待できる。

一方、成果のイメージが十分に固まっていないと思われるので、気象研究所と地方官署の担当者でよく話し合って到達目標を定めて頂きたい。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

- 過去のシミュレーション結果とどこが違うのかに留意して、指導して欲しい。
- 計算結果の解析について、地方への指導をよろしくお願いしたい。
- 地方官署と気象研究所が相互に緊密に連絡を取り、単にモデルの出力結果を調べて終わることのないよう、目標の達成に努めて頂きたい。
- 津波は事例が少なく、“予測精度”の検証は実際には困難になる可能性を感じた。成果をもう少し抑えて確実に到達できる目標するようにした方が良い。
- 地方官署の職員が実際にシミュレーションを行い、内閣府の津波シミュレーション結果と遜色ない詳細な結果を持っておくことによって、より深い知見を得ることができる可能性があり、地震・津波担当の職員の資質の向上も期待できる。

・ また、地域の特性を明らかにすることはモデルの改良にも寄与ものと考えられる。
・ 津波についての各地域の観測データとの比較でモデルの地域特性が理解される点は大変興味深い。

「（地方共同研究）沖縄地方の低周波地震の震源決定と発生状況等の調査（令和２年度～令和３年度）」

１．総合評価

（１）実施の可否：可

（２）修正の必要の有無：修正の必要なし

２．総合所見

本研究は、地震観測業務の中で、作業の困難性により、業務化が取り残されてきたものであり、沖縄地域でのゆっくりすべりに関する研究はこれまであまりなされておらず、観測点も少ないなど、地方共同研究としては挑戦的な研究課題である。

本研究により、沖縄地方の低周波地震をデータとして、取り入れることが出来れば、日本の地震カタログをより高水準なものになることが期待される。気象研究所としての技術協力が求められているところであり、地方共同研究として行う意義はある。

一方、沖縄職員の技術向上には資するものの、研究としてのゴールが不明瞭であり、地方担当者がどこまでやってできるかがよく見えない。知見とりまとめ、報告書作成に重心を置く計画にして頂きたい。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

・ 地震中枢（東京、大阪）での将来の業務展開につながるものである。地方担当者の作業負担に留意しつつ着実に進めて頂きたい。
・ 本研究を通して、地方の方が地震波形を解析する力を涵養できるよう、しっかりと指導して欲しい。
・ 既存のプログラムのパラメータ調整だけで上手く研究に適用できるか、やや懸念される。
・ 調査研究の資源が南海トラフや三陸沖に集中する中、この研究を通じて沖縄地方についても調査が進めば、意義は大きい。
・ 気象業務へどのように貢献するのかという観点での検討を行っておくと、気象庁にとってより意義のある研究になると思われる。

気象研究所研究課題評価委員会

日　時：令和２年３月 17 日（火）　9 時 00 分～10 時 00 分

場　所：気象研究所第三会議室

委　員：竹内義明、高薮　出、大野木和敏、石原幸司、前田修平、山田雄二、青梨和正、石井雅男、橋本徹夫、齋藤　誠、行本誠史、丸本大介

議事概要

・課題評価

緊急研究１課題の終了時評価を実施した。評価の結果については下記のとおり。

評価結果

終了時評価

「（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防風、豪雨、高波等の発生に関する研究（令和元年度）」

１．総合評価

優れた研究であった。

２．総合所見

本研究は、令和元年度、日本社会に深刻な影響をもたらした台風及び台風に伴う暴風、豪雨、高波発生の特徴及び特異性を明らかにすることを目的とした研究課題である。

本研究により、研究課題代表者のリーダーシップのもと各分野の研究者が協力し、短期間であったにも関わらず、様々な観測データの解析や数値シミュレーションにより、優れた成果を得ており、気象研究所の研究部横断型研究として上手く機能したと評価できる。成果の社会への還元についても、報道発表等がなされており評価できる。また、研究の目標や進め方については、緊急研究であるがゆえに明確な目標を立てつつ、実施しながら目標や研究内容、研究体制を柔軟に対応して進めた点は良かった。外部資金（科研費）による研究との連携がよくなされ、本研究の成果の一部が当該科研費研究にも活用されることも素晴らしい。

一方、成果の社会への情報発信は、被害のある中での情報発信となることから、個々の成果の科学的意義や社会的意義に応じて、適切なタイミングと方法で行うことに十分留意する必要があるであろう。

以上のことから、本研究は、適切な目標設定と研究体制のもとに実施され、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後の研究成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- 今後、気象研究所の経常研究に取り込む形で防災気象情報、プロダクトの高度化に資するよう成果を活用して頂きたい。また、新たに見いだされた科学的知見については詳細な解析を進めることによって現象のメカニズム解明や将来の観測システム検討やモデル開発への裨益（ひえき）を生み出して頂きたい。
- 台風が地球温暖化の影響をすでに受けているのか或いは、地球温暖化によって今後どう変わるのかは社会的関心が高いテーマであり、今後こういった課題にも取り組んで頂きたい。
- 緊急研究の意義に鑑み、タイミングを逸しないように関係部署とよく調整し、効果的な成果の情報発信に努めて頂きたい。
- 成果の取り纏めにあたっては、科学的意義や社会的意義をひとこと付け加えるだけで研究の価値が大きく高まる。このような観点から、何らかの形で今回得られた成果全体をストーリー付けしてまとめて欲しい。
- 今後に向けて、緊急研究の立ち上げから本庁との調整等の経過について、記録を残すことが大変有用であろう。

４．刊行物、主催会議等

気象研究所の研究成果は、気象庁の業務に活用されるほか、研究所の刊行物、研究成果発表会などを通じて社会に還元している。

また、関連する学会や学会誌などで発表することにより、科学技術の発展に貢献している。

４．１．刊行物

気象研究所研究報告（Papers in Meteorology and Geophysics）

研究成果の学術的な公表を目的とした論文誌（ISSN 0031-126X）。

気象研究所職員及びその共同研究者による原著論文、短報及び総論（レビュー）を掲載している。主な配布先は、国の内外の研究機関・大学、気象官署などで、国立国会図書館でも閲覧することができる。

平成 17 年度からは、独立行政法人科学技術振興機構が運営する科学技術情報発信・流通総合システム”J-STAGE” に登録し、オンライン発行とした。

J-STAGE URL: https://www.jstage.jst.go.jp/browse/mripapers

令和元年度の発行はなかった。

気象研究所技術報告（Technical Reports of the Meteorological Research Institute）

研究を行うなかで開発された実験方法や観測手法などの技術的内容や研究の結果として得られた資料などを著作物としてまとめることを目的とした刊行物（ISSN 0386-4049）。主な配布先は、国立国会図書館、国内の研究機関・大学、気象官署などで、気象研究所ホームページ（http://www.mri-jma.go.jp/）でも閲覧することができる。

令和元年度は第 83 号を発刊した。

第 83 号「日本沿岸海況監視予測システム 10 年再解析値（JPN Atlas 2020）」
（広瀬成章，坂本 圭，碓氷典久，山中吾郎，高野洋雄）

４．２．発表会・主催会議等

・気象研究所研究成果発表会

気象研究所の研究成果を広く一般に紹介し、社会的評価を高めることを目的とした発表会で毎年 1 回開催している。令和元年度は、令和元年 12 月 7 日（土）に一橋大学一橋講堂（東京都千代田区）で開催し、以下の研究成果について発表した。

【報告題目】

・次世代気象レーダー「フェーズドアレイレーダー」 ～危険な風雨を捉え、災害を防ぐ～
報告者：足立 透　（台風・災害気象研究部　主任研究官）

・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？～
報告者：遠藤 洋和　（気候・環境研究部　主任研究官）

・南海トラフで発生する「ゆっくりすべり」を捉える
報告者：露木 貴裕　（地震津波研究部　主任研究官）
・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～
報告者：山口 宗彦　（応用気象研究部　主任研究官）

・第１回環境研究機関連絡会研究交流セミナー
「生態系ネットワークの保全と再生」
気象研究所を含む 13 の環境研究に携わる国立試験研究機関、国立大学法人及び国立研究開発法人が参加する「環境研究機関連絡会」が主催する研究交流セミナー（平成 15 年度～平成 30 年度までは環境研究シンポジウムを実施）で、参加する研究機関が成果の発表を行っている。令和元年度は、12 月 13 日（火）につくば国際会議場において開催され、気象研究所は以下のポスター発表を行った。

【ポスター発表】
発表名：地域気候モデルで予測された日本の将来の気候
発表者：村田　昭彦（応用気象研究部　室長）

５．普及・広報活動

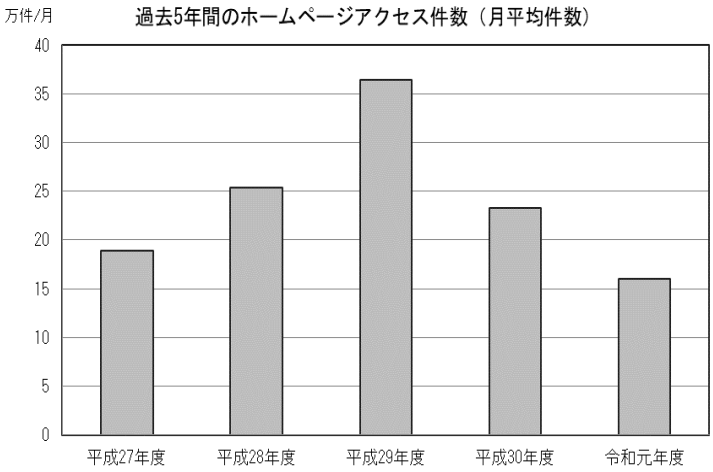
気象研究所では、研究の内容や業務について広く一般の方々の理解を促進するため、気象研究所ホームページやパンフレットなどの媒体を通じて情報を発信している。

また、施設の公開は気象研究所が独自に実施しているもののほか、他省庁の主催する行事への協力や筑波研究学園都市交流協議会、つくば市等の行事と連動し、効果的な普及･広報活動に努めている。

５．１．ホームページ

気象研究所のホームページは、気象研究所の研究活動や内容を内外に向けて積極的に発信することを目的として、平成７年 12 月から運用し、平成 31 年４月にリニューアルを行った。

気象研究所ホームページは、気象庁のホームページや関連研究機関からリンクが張られており、令和元年度のアクセス件数は月平均で約 16 万件であった。



ホームページアドレス：http://www.mri-jma.go.jp

５．２．施設公開等

一般公開（科学技術週間）

気象研究所では、気象測器検定試験センター及び高層気象台と共同して、科学技術に関する国民の関心と理解を深めるため、科学技術週間†の行事の一環として一般公開を行っている。この一般公開では、研究施設の公開、ビデオ放映やパネル展示により当所業務の紹介を行うとともに、研究官による講演や講義を実施し、これまでの研究で得られた最新の知見を紹介している。

令和元年度は、４月 17 日（水）に開催し、131 名の来場者があった。

---

†科学技術週間

科学技術に関し、広く一般国民の関心と理解を深め、わが国の科学技術振興を図るために設定されている週間。例年、発明の日（４月 18 日）を含む週が科学技術週間として設定される。

	気象研究所企画内容（タイトル）	担当した研究部
特別講演	異常気象と地球温暖化 ・・・・・・・・・・・・・・・	気候・環境研究部
研究官との談話・ミニ講座	二酸化炭素濃度を「はかる」 ・・・・・・・・・・・	気候・環境研究部
	火山灰・火山礫（れき）に関する予測情報と防災 ・・	火山研究部
	地震・津波対策に取り組んできた平成の 30 年間 ・・	地震津波研究部
	日本周辺での台風の振る舞い ・・・・・・・・・・・	台風・災害気象研究部
施設公開	低温実験施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気象予報研究部
	電子顕微鏡 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	全球大気海洋研究部
	風洞実験施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気象予報研究部
	GNSS、ライダー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気象観測研究部
	フェーズドアレイレーダー ・・・・・・・・・・・・	台風・災害気象研究部

お天気フェア

気象研究所では、気象測器検定試験センター及び高層気象台と共同して、毎年夏休み期間中に「お天気フェア」を開催している。この「お天気フェア」では、研究施設の公開やビデオ上映により当所の紹介を行うとともに、研究部ごとに特徴を生かしたブースを設置し、実験や解説を行っている。

なお、このお天気フェアは、つくば市教育委員会が主催する研究機関等の施設見学スタンプラリー「つくばちびっ子博士」の指定イベントとして登録されている。

令和元年度は、７月３１日（水）に以下の内容で開催し、1,127 名の来場者があった。

	企画内容（タイトル）	主催官署・研究部
講演	第 59 次南極越冬隊による南極のお話 ・・・・・・・・・	高層気象台
施設公開	低温実験施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気象予報研究部
	回転実験施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気象予報研究部
	気象測器歴史館と風洞施設の施設公開 ・・・・・・・・	気象測器検定試験センター
見学	スーパーコンピュータ ・・・・・・・・・・・・・・・	企画室
	オゾンゾンデ観測の見学 ・・・・・・・・・・・・・・	高層気象台
体験	赤外線で温度を測る ・・・・・・・・・・・・・・・・	火山研究部
	マグニチュード体験 ・・・・・・・・・・・・・・・・	地震津波研究部
	地震波を見てみよう ・・・・・・・・・・・・・・・・	地震津波研究部
展示	オゾン層、紫外線、日射放射観測パネル展示と南極昭和基地に関する展示 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	高層気象台
	気象観測用機材の展示 ・・・・・・・・・・・・・・・	高層気象台
	映像で見る観測の世界 ・・・・・・・・・・・・・・・	気象観測研究部
	古文書からわかる昔の大地震 ・・・・・・・・・・・・	地震津波研究部
実験	紫外線を測ってみよう ・・・・・・・・・・・・・・・	高層気象台
	磁石の不思議 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	地磁気観測所
	竜巻発生装置 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	台風・災害気象研究部
	台風で強風が吹く仕組みを理解しよう・・・・・・・・	台風・災害気象研究部
	雨粒の形を見てみよう ・・・・・・・・・・・・・・・	応用気象研究部
	ふしぎな色水 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	気候・環境研究部
	空気砲で遊ぼう ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	全球大気海洋研究部

定期的な一般公開（科学技術週間、お天気フェア）のほか、主として学校教育の一環として行われる校外授業などを対象に施設見学の対応を行っている。

案内するコースは、主に研究所内の施設紹介を行う「施設見学コース」と、これに加えて見学希望者の選択した研究の内容を研究官自らが紹介する 「研究紹介コース」の２つを設定している。令和元年度は 24 件の申し込みがあり、対応した。

５．３．他機関主催行事への参加

つくば市などが主催する、科学技術の普及に関する行事に参加・協力し、気象研究所の研究活動の紹介や、気象・気候・地震火山に関する知識の普及活動を行っている。令和元年度は、下記行事やつくばサイエンスツアーなどに参画した。

令和２年１月 20 日　研究員による小中学校出前授業サイエンス Q（筑波研究学園都市交流協議会主催）

テーマ：映像で見る気象観測の世界
出前講座先：つくば市立葛城小学校
研究員：山口宗彦（応用気象研究部）

５．４．報道発表

平成 31 年４月８日　対馬海峡で複数の漁船の遭難事故をもたらした突風の正体に迫る～わずか直径 1km の竜巻状渦が繰り返し発生していた様子が明らかに～（東京大学大気海洋研究所との共同プレスリリース）

概要:2015 年９月１日午前３時～４時頃に対馬海峡の海上で突風が発生し、漁船５隻が転覆、５名が死亡する被害が発生しました。当時、突風発生位置付近には強い対流システムを伴う直径 30km 程度のメソβスケールの渦（メソβ渦）が存在しており、このメソβ渦が突風を引き起こしたと考えられます。しかしながら、突風がメソβ渦内のどのような現象によって引き起こされたのかはよくわかっていませんでした。そこで東京大学と気象庁気象研究所の共同研究グループは、気象庁の数値モデルを用いてこの突風事例の高解像度数値シミュレーションを行い、突風が生じた原因を調べました。数値シミュレーションによって再現されたメソβ渦の内部では、直径 1km 以下の竜巻状の渦が繰り返し発生しており、この竜巻状の渦が突風を引き起こした可能性が高いことがわかりました。また、今回竜巻状の渦を起こしたメソβ渦は、海面近くで最も回転が強いなど、これまで地球上で知られている類似のスケールの渦とは異なった構造・成因を持つ新しいタイプの渦であることもわかりました。今回の研究により、同様のメソβ渦が発生すると、突風の危険性があり、海上交通にとって大きな脅威となることがわかりました。今後、さらなる研究の積み重ねによって、将来的な海上での突風予測に繋がっていくことが期待されます。

令和元年５月 22 日　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（東京大学大気海洋研究所ほかとの共同プレスリリース）

概要：気象庁気象研究所、東京大学大気海洋研究所、国立環境研究所の研究チームは、平成 30 年７月の記録的な猛暑に対する地球温暖化の影響と猛暑の発生回数の将来見通しを評価しました。

その結果、工業化以降の人為起源による温室効果ガスの排出に伴う地球温暖化を考慮しなければ、昨年のような猛暑は起こりえなかったことが明らかになりました。また、工業化以降の世界の気温上昇が２度に抑えられたとしても、国内での猛暑日の発生回数は現在の 1.8 倍となると推定されました。

令和元年 12 月 12 日　CO_2の放出と吸収のより正確な推定に成功～IPCC 第５次評価報告書からの進展と第 6 次評価報告書に向けた課題～（千葉大学ほかとの共同プレスリリース）

概要：千葉大学環境リモートセンシング研究センターの近藤雅征 特任助教が率いる国際共同研究グループは、大気と陸域の二酸化炭素（以下、CO_2）の放出と吸収の出入りの総和である「陸域 CO_2 収支量」について、現存する複数の手法を統合した解析を行いました。その結果、これまで複数の数値モデル・観測手法間の推定値に見られたばらつきを大きく軽減させることに成功しました。これにより、「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第５次評価報告書」で推定されていた陸域 CO_2 収支量と比べ、推定値の正確性が大きく向上しました。本研究成果は、2020 年 12 月 12 日付けで「Global Change Biology」誌に掲載されました。

令和元年 12 月 17 日　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～（東北大学ほかとの共同プレスリリース）

概要：東北大学大学院理学研究科の佐々井崇博助教らの共同チームは、スーパーコンピュータ上で大規模な温暖化予測を行い、豪雪を詳細に解析しました。その結果、日本海側の中部日本山岳地域では、温暖化すると現在よりも強い豪雪が起こりうることがわかりました。これは、「気温上昇によって空気に含まれる水蒸気が増えること」に加え、「温暖化に対する寒気の昇温度合いが小さいことで、相対的に寒波が強まる」ためです。今後、豪雪の対策など、気候変動の適応策を進めるためにも、空気に含まれる水蒸気や寒波の長期変化のさらなる解析を進めていくことが重要です。

令和２年１月８日　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）

概要：気象庁気象研究所などの研究グループは、多数の数値シミュレーションの結果を用いて、地球温暖化に伴う、台風（熱帯低気圧）の移動速度の将来変化を評価しました。その結果、現時点を超える政策的な緩和策を講じない場合、今世紀末には、日本の位置する中緯度を通過する台風（熱帯低気圧）の移動速度が約 10%遅くなることがわかりました。このことは、地球温暖化が進むと、台風が日本付近に接近した際に、その影響を受ける時間が長くなることを意味しています。本研究成果は、2020 年１月８日付けで国際的科学誌「Nature Communications」に掲載されました。

令和２年３月 11 日	地球温暖化により極端化する北アルプスの降雪～雪が降る年と降らない年との差がより明瞭に～（東北大学ほかとの共同プレスリリース） 概要：気象研究所などの研究グループは、高解像度の気候シミュレーションを行い、地球温暖化に伴う、中部山岳地域における将来の降雪の見通しを詳細に評価しました。この結果、今世紀末の北アルプスでの冬の降雪量は現在と比べて、雪が多く降る年はより多く、あまり降らない年はより少なくなる可能性があることが分かりました。 今回の研究成果は、北アルプスの水資源管理や生態系の研究に関連するものであり、今後、雪の多い北アルプスを有する自治体における気候変動適応計画の策定等に貢献していきます。

５．５．国際的な技術協力

気象研究所では、気象庁として加盟する世界気象機関(WMO)の枠組みの中で、WMO が行う様々な研修に講師として研究者を派遣するほか、開発途上国などからの研修員を積極的に受け入れている。また、独立行政法人 国際協力機構(JICA)が行う政府開発援助のもとで行う研修においても、気象に関する幅広い技術の指導や支援を行っており、国際的な技術協力を行っている。

そのうち、気象研究所で令和元年度に受け入れた研修は JICA 集団研修「気象業務能力向上」であり、来訪者及び対応者は、8.3「海外研究機関等からの来訪者等」に記載している。

また、地震火山分野にあっては、平成７年以来、建築研究所が行う「国際地震工学研修」グローバル地震観測コースにおいて、地震波解析による核実験識別法の講義等を行うことを通じて、包括的核実験禁止条約の枠組み推進に貢献するとともに、平成 23 年度からは同研修の個人研修にかかる研修生の受け入れも行っている。

６．成果発表

６．１．論文等

気象研究所の職員が、令和元年度に発表した原著論文や報告書,著書,翻訳,解説などの著作物について、単独・共著の区別なく掲載した。ただし、口頭発表に伴う著作物のうち学会予稿集など簡易なものについては除いている。

各著作物の情報は,整理番号, 著者, 発表年, タイトル. *掲載誌（書名）*, **掲載巻,** 掲載頁, doi（オンライン論文誌）または ISBN（著書（分担執筆含む））の順で掲載した。整理番号の後ろに「*」を付した著作物は、原著論文査読付きであることを示している。

足立アホロ

1* Ahoro Adachi and Hiroyuki Hashiguchi, 2019: Application of parametric speakers to radio acoustic sounding system. *Atmospheric Measurement Techniques*, **12**, 5699-5715, doi:10.5194/amt-12-5699-2019.

足立光司

1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（**2**）, 337-374.

2* 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, doi:10.5194/acp-19-4823-2019.

3* Ching, J., K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, M. Kajino, 2019: Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition. *npj Climate and Atmospheric Science*, **2**, doi:10.1038/s41612-019-0081-9.

4* 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**, doi:10.1073/pnas.1900129116.

5* 小野﨑 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, doi:10.2116/bunsekikagaku.68.757.

6* 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**, doi:10.1029/2019JD030737.

足立　透

1* K. Bandholnopparat, 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, doi:10.1016/j.jastp.2019.04.005.

2* H. Y. Inoue, 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.

3* Miglietta, M. 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**.

4 足立透, 2019: フェーズドアレイレーダーを用いた顕著な大気現象の観測. *日本風工学会誌*, **44, 4**, 371-380.

5* T. Yamada, T.O. Sato, 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: HO_2 generation above sprite‐producing thunderstorms derived from low‐noise SMILES observation spectra. *Geophysical Research Letters*, **47, 3**.

荒木健太郎

1 荒木健太郎, 2019: 雲は地震の前兆になるのか. *日本地震学会広報誌「なゐふる」*, **117**.

2 Araki, K., 2019: Application of 1DVAR technique using ground-based microwave radiometer data to estimating thermodynamic environments in winter convective clouds. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 103-104.

3 Araki, K., 2019: Numerical simulation of potential impact of aerosols on heavy snowfall events associated with Japan-sea Polar-airmass Convergence Zone. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 403-404.

4 荒木健太郎, 2019: 雲の声に耳を傾けてみよう. *道徳と特別活動*, **36**, 58-59.

5 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.

6 荒木健太郎, 2019: 積乱雲を体験するということ. *気象キャスターネットワーク会報「空色レポート」*, **17**, 1-2.

7 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧による大雪研究のこれまで. *気象研究ノート*, **239**, 日本気象学会, 1-45pp, ISBN: 987-4904129227.

8 荒木健太郎, 2019: アメリカ北東部における大雪"Northeast Snowstorm". *気象研究ノート*, **239**, 日本気象学会, 46-82pp, ISBN: 987-4904129227.

9 荒木健太郎, 2019: 関東甲信地方における大雪の気候学的特徴. *気象研究ノート*, **239**, 日本気象学会, 83-93pp, ISBN: 987-4904129227.

10 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧に伴う関東平野の雪と雨の総観スケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 163-173pp, ISBN: 987-4904129234.

11 荒木健太郎, 吉田聡, 北畠尚子, 加藤輝之, 2019: 関東平野に大雪・大雨をもたらす南岸低気圧の特徴. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 174-188pp, ISBN: 987-4904129234.

12 荒木健太郎, 北畠尚子, 加藤輝之, 2019: 南岸低気圧による関東大雪における総観・メ

ソ環境場と雲の相互作用. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 189-199pp, ISBN: 987-4904129234.

13 荒木健太郎, 2019: Cold-Air Damming と沿岸前線を伴う関東大雪のメソスケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 235-255pp, ISBN: 987-4904129234.

14 荒木健太郎, 2019: 高密度地上観測網による 2014 年 2 月関東甲信地方大雪の観測研究. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 285-298pp, ISBN: 987-4904129234.

15 荒木健太郎, 2019: 2014 年 2 月の関東甲信地方大雪事例における総観・メソスケール環境場. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 299-321pp, ISBN: 987-4904129234.

16 荒木健太郎, 村上正隆, 2019: 南岸低気圧に伴う関東甲信地方大雪時の降雪・雲物理特性. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 323-338pp, ISBN: 987-4904129234.

17 荒木健太郎, 2019: シチズンサイエンスによる高密度雪結晶観測. *気象研究ノート*, **241**, 日本気象学会, 551-555pp, ISBN: 987-4904129241.

18 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧とそれに伴う降水現象の予測可能性. *気象研究ノート*, **241**, 日本気象学会, 557-565pp, ISBN: 987-4904129241.

19 荒木健太郎, 2019: 南岸低気圧による大雪研究の現状と課題. *気象研究ノート*, **241**, 日本気象学会, 605-614pp, ISBN: 987-4904129241.

20 加藤輝之, 荒木健太郎, 2019: 2014 年 2 月の大雪発生要因と過去事例との比較. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 256-267pp, ISBN: 987-4904129234.

21 山下克也, 中井専人, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 荒木健太郎, 村上正隆, 斎藤篤思, 田尻拓也, 2019: 2014 年 2 月大雪時の東京西部と山梨東部の降雪粒子種の特徴. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 365-382pp, ISBN: 987-4904129234.

22 田口仁, 荒木健太郎, 上石勲, 臼田裕一郎, 2019: WebGIS による複合要素の可視化システムの関東大雪事例への適用. *気象研究ノート*, **241**, 日本気象学会, 513-522pp, ISBN: 987-4904129241.

23 荒木健太郎, 2020: 研究を志す若い人へ. *科学の最前線を切りひらく！*, 117.

安藤　忍

1 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報*, **132**, 177-185.

石井憲介

1* 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, doi:10.20965/jdr.2019.p0604.

2 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.

石井雅男

1 Wanninkhof, R., P. A. Pickers, A. M. Omar, A. Sutton, A. Murata, A. Olsen et al., 2019: A Surface Ocean CO_2 Reference Network, SOCONET and Associated Marine Boundary Layer CO_2 Measurements. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 400, doi:10.3389/fmars.2019.00400.

2* Schlunegger, S., K. B. Rodgers, J. L. Sarmiento, T. Frölicher, J. Dunne, M. Ishii, R. Slater, 2019: Emergence of anthropogenic signals in the ocean carbon cycle. *Nature Climate Change*.

3* Olsen, A., N. Lange, R. M. Key, T. Tanhua, M. Álvarez, S. Becker, H. C. Bittig, B. R. Carter, L. Cotrim da Cunha, R. A. Feely, S. van Heuven, M. Hoppema, M. Ishii, E. Jeansson, S. D. Jones, S. Jutterstrom, M. K. Karlsen, A. Kozyr, S. K.

Lauvset et al., 2019: GLODAPv2.2019 – an update of GLODAPv2 . *Earth System Science Data*, **2019**, 1-39.

4 Sloyan, B. M., R. Wanninkhof, M. Kramp, G.C. Johnson, L. D. Talley, T. Tanhua et al., 2019: The Global Ocean Ship-Based Hydrographic Investigations Program (GO-SHIP): A Platform for Integrated Multidisciplinary Ocean Science. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 445, doi:10.3389/fmars.2019.00445.

5 Tanhua, T., A. McCurdy, A. Fischer, W. Appeltans, N. Bax, K. Currie et al., 2019: What We Have Learned From the Framework for Ocean Observing: Evolution of the Global Ocean Observing System. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 471, doi:10.3389/fmars.2019.00471.

6 Testor, P., B. de Young, D.L. Rudnick, S.Glenn, D. Hayes, C. M. Lee et al., 2019: OceanGliders: A Component of the Integrated GOOS. *Frontiers in Marine Science*, **6**, 422, doi:10.3389/fmars.2019.00422.

7* 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, doi:10.1029/2019GL085121.

8* Wada, S., Ishii, M., Kosugi, N., Sasano, D., Matushita, W., Omori, Y. and Hama, T., 2020: Seasonal dynamics of seawater CO_2 system at a coastal site near the southern tip of Izu Peninsula. *Journal of Oceanography*, **76**, 227, doi:10.1007/s10872-020-00541-x.

石井正好 1 Benoit Meyssignac, Tim Boyer, Zhongxiang Zhao, Maria Z Hakuba, Felix W Landerer, Detlef Stammer, Armin Köhl, Seiji Kato, Tristan L'Ecuyer, Michael Ablain, John Patrick Abraham, Alejandro Blazquez, Anny Cazenave, John A Church, Rebecca Cowley, Lijing Cheng, 2019: Measuring Global Ocean Heat Content to estimate the Earth Energy Imbalance. *Front. Mar. Sci.*, **20**, doi:10.3389/fmars.2019.00432.

2* 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, doi:10.1175/2019BAMSStateoftheClimate.1.

3 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.

4* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

5* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-038.

6* 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, doi:10.2151/sola.2020-005.

7* 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*, doi:10.1186/s40645-019-0315-9.

石川一郎 1 藤井, 陽介, 石川, 一郎, 豊田, 隆寛, 浦川, 昇吾, 杉本, 裕之, 2019: 全球結合予測のための海洋データ同化システムの開発. *平成 30 年度「異常気象と長期変動」研究集会報告*, 67-70.

2* 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, doi:10.2151/sola.15A-006.

石島健太郎 1* 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**, doi:10.1186/s40645-018-0215-4.

2 石島健太郎 他, 2019: 6.地球環境/6-9 放射強制力と長寿命温室効果気体の濃度変化; 8.物質編/温室効果気体. *大気環境の事典*.

3* 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, doi:10.2151/sola.2019-037.

4 町田敏暢, 坪井一寛, 丹羽洋介, 梅澤拓, 石島健太郎, 松枝秀和, 2020: 民間旅客機が切り拓く大気中二酸化炭素の新たな観測ネットワーク. *ＪＥＴＩ*, **68**, 83-86.

5 石島健太郎, 2020: Greenhouse Gases Measurement Technique-2019 参加報告. *大気化学研究*, **42**.

石元裕史 1* 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, doi:10.1364/OE.27.036587.

2* Letu, H., K. Yang, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. M. Nagao, J. Riedi, A. J. Baran, R. Ma, T. Wang, H. Shang, P. Khatri, 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, doi:10.1016/j.rse.2019.111583.

猪上華子 1* H. Y. Inoue, 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.

2* Miglietta, M. 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**.

3* 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.

今田由紀子 1* 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, doi:10.2151/sola.15A-002.

2* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

3 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.

4* 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 1.5ºC will lower increases in inequalities of four hazard indicators of climate change. *Environmental Research Letters*, **14**, 124022, doi:10.1088/1748-9326/ab5256.

5* 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.

碓氷典久 1 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, doi:10.1002/9781119428428.ch9.

2* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

3 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, doi:10.3389/fmars.2019.00417.

4* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

5* 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.

6 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**, doi:10.11483/mritechrepo.83.

浦川昇吾 1 藤井, 陽介, 石川, 一郎, 豊田, 隆寛, 浦川, 昇吾, 杉本, 裕之, 2019: 全球結合予測のための海洋データ同化システムの開発. *平成 30 年度「異常気象と長期変動」研*

究集会報告, 67-70.

2* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

3* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

4* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

5* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

6* 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.

7 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

8* 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, doi:10.1016/j.ocemod.2019.101557.

遠藤洋和 1* 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, doi:10.1007/s00382-020-05119-3.

大島　長 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（**2**）, 337-374.

2* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

3* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

4* 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, doi:10.1029/2019JD030623.

5* 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**, doi:10.1029/2019JD030737.

岡本幸三 1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-029.

2* 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, doi:10.1002/qj.3463.

3* 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, doi:10.1029/2018JD029643.

奥山　哲 1* Taku Ozawa, Yosuke Aoki, Satoshi Okuyama, Xiaowen Wang, Yousuke Miyagi, Akira Nohmi, 2019: Database of crustal deformation observed by SAR: Improvement of atmospheric delay mitigation for satellite SAR interferometry and development of L-band multi-type portable SAR. *Journal of Disaster Research*, **14** , 713-727, doi: 10.20965/jdr.2019.p0713.

尾瀬智昭 1* 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**, 317-335, doi:10.2151/jmsj.2019-018.

2* 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, doi:10.1175/JCLI-D-18-0426.1.

3* 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, doi:10.1175/JCLI-D-18-0656.1.

4* 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**, 1041-1053, doi:10.215/jmsj.2019-055.

5* Kusunoki, S., T. Ose, and M. Hosaka, 2020: Emergence of unprecedented climate change in projected future precipitation. *Scientific Reports*, **10**, doi:10.1038/s41598-020-61792-8.

小野耕介 1* 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, doi:10.1002/qj.3686.

小野　恒 1* 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, doi:10.1029/2019GL085121.

小畑　淳 1* Obata, A., and Y. Adachi, 2019: Earth system model response to large midlatitude and high-latitude volcanic eruptions. *Journal of Geophysical Research Biogeosciences*, **124**, 1865-1886, doi:10.1029/2018JG004696.

2* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

折笠成宏 1* Kuo, T.-H., M. Murakami, T. Tajiri, and N. Orikasa, 2019: Cloud Condensation Nuclei and Immersion Freezing Abilities of Al2O3 and Fe2O3 Particles Measured with the Meteorological Research Institute's Cloud Simulation Chamber. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**, 597-614, doi:10.2151/jmsj.2019-032.

2 Hashimoto, A. , N. Orikasa, T. Tajiri, Y. Zaizen, and M. Murakami, 2019: Numerical simulation of shallow cloud formation in the United Arab Emirates. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 5-09.

3 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.

4* 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, doi:10.2151/sola.2020-009.

梶野瑞王 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（**2**）, 337-374.

2* Wada, R., Y. Sadanaga, S. Kato, N. Katsumi, H. Okochi, Y. Iwamoto, K. Miura, H. Kobayashi, H. Kamogawa, J. Matsumoto, S. Yonemura, Y. Matsumi, M. Kajino, S. Hatakeyama, 2019: Ground-based observation of

lightning-induced nitrogen oxides at a mountaintop in free troposphere. *Journal of Atmospheric Chemistry*, **76(2)**, 133-150, doi:10.1007/s10874-019-09391-4.

3* Ching, J., K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, M. Kajino, 2019: Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition. *npj Climate and Atmospheric Science*, **2**, doi:10.1038/s41612-019-0081-9.

4 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.

5* 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, doi:10.5194/acp-19-11911-2019.

6* 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, doi:10.5194/acp-19-12993-2019.

7* 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, doi:10.1038/s41598-019-55759-7.

8* 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 NO_2, CO and NH_3 modeling over China under the framework of MICS-Asia III. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 181-202, doi:10.5194/acp-20-181-2020.

9* 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**.

10* 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.

11* 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.

勝間田明男 1 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.

川合秀明 1* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

2 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.

3* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

4 川合秀明, 北村祐二, 柴田清孝, 2020: 下位蜃気楼の光路計算 —マダガスカルで見た蜃気楼—. *天気*, **67**, 129-137.

川瀬宏明 1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-035.

2* 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, doi:10.2151/sola.2019-020.

3* 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, doi:10.2151/sola.15A-002.

4* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

5* 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.

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* 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.

8* 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.

9* 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*, doi:10.1186/s40645-019-0315-9.

10* 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**, doi:10.1186/s40645-020-0322-x.

川畑拓矢 1 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.

2 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*.

3* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0367.1.

北村祐二 1* 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, doi:10.1002/asl.905.

2 川合秀明, 北村祐二, 柴田清孝, 2020: 下位蜃気楼の光路計算 ―マダガスカルで見た蜃気楼―. *天気*, **67**, 129-137.

楠 研一 1* H. Y. Inoue, 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.

2* Miglietta, M. 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**.

3* 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.

工藤 玲 1* Masuda, R, H. Iwabuchi, K. S. Schmidt, A. Damiani, and R. Kudo, 2019: Retrieval of cloud optical thicness from sky-view camera images using a deep convolutional neural network based on three-dimensional radiative transfer. *Remote Sensing*, **11**, doi:10.3390/rs11171962.

高野洋雄 1* 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.

2 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**, doi:10.11483/mritechrepo.83.

小杉如央

1* 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, doi:10.1029/2019GL085121.

2* Wada, S., Ishii, M., Kosugi, N., Sasano, D., Matushita, W., Omori, Y. and Hama, T., 2020: Seasonal dynamics of seawater CO_2 system at a coastal site near the southern tip of Izu Peninsula. *Journal of Oceanography*, **76**, 227, doi:10.1007/s10872-020-00541-x.

小寺祐貴

1* 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.

2* 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, doi:10.1029/2019JB017862.

3* 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, doi:10.1029/2019JB017718.

4* 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 Letter*, **91(2A)**, 826-834, doi:10.1785/0220190263.

小林昭夫

1* Kobayashi, A. and T. Tsuyuki, 2019: Long-term slow slip event detected beneath the Shima Peninsula, central Japan, from GNSS data. *Earth, Planets and Space*, **71**, 60, doi:10.1186/s40623-019-1037-3.

2 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.

3 気象研究所, 2019: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, **102**, 277-279.

4* Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, **46**, 13737-13745, doi:10.1029/2019GL085158.

5 気象研究所, 2020: 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知. *地震予知連絡会会報*, **103**, 251-252.

6 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.

小林ちあき 1* 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, doi:10.2151/sola.15A-006.

2* 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**, doi:10.2151/sola.15A-009.

3* 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, doi:10.1029/2019GL086233.

近藤圭一 1* 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, doi:10.5194/npg-26-211-2019.

財前祐二 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（**2**）, 337-374.

2* Ching, J., K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, M. Kajino, 2019: Aerosol mixing state revealed by transmission electron microscopy pertaining to cloud formation and human airway deposition. *npj Climate and Atmospheric Science*, **2**, doi:10.1038/s41612-019-0081-9.

3 Hashimoto, A. , N. Orikasa, T. Tajiri, Y. Zaizen, and M. Murakami, 2019: Numerical simulation of shallow cloud formation in the United Arab Emirates. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 5-09.

酒井　哲 1* 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* 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, doi:10.1016/j.atmosenv.2019.117007.

3* 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, doi:10.2151/sola.2020-008.

4* Yue Huang, Jasper F. Kok, Konrad Kandler, Hannakaisa Lindqvist, Timo Nousiainen, Tetsu Sakai, Adeyemi Adebiyi, and Olli Jokinen, 2020: Climate Models and Remote Sensing Retrievals Neglect Substantial Desert Dust Asphericity. *Geophysical Research Letters*, **47**, e2019GL08659,

doi:10.1029/2019GL086592.

坂本　圭　1* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

2* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

3* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

4* 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.

5 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

6 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**, doi:10.11483/mritechrepo.83.

佐々木秀孝　1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-035.

2* 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, doi:10.2151/sola.2019-020.

3* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

4* 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.

5 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.

6 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.

7* 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.

8* 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**, doi:10.1186/s40645-020-0322-x.

佐藤英一 1 日本風工学会風災害研究会, 2019: 風災害研究会 2018 年次報告. *日本風工学会誌*, **44-2**, 230-234, doi:10.5359/jawe.44.230.

2* 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, doi:10.20965/jdr.2019.p0604.

3 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.

4 小林 文明, 佐藤 英一, 友清 衣利子, 野田 稔, ガヴァンスキ 江梨, 髙舘 祐貴, 高森 浩治, 木村 吉郎, 中藤 誠二, 森山 英樹, 鈴木 覚, 重永 永年, 服部 力, 松井 正宏, 岩下 久人, 2020: 【速報】台風 1915 号（FAXAI）がもたらした強風災害について. *日本風工学会誌*, **45-1**, 30-39, doi:10.5359/jawe.45.30.

澤田 謙 1 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*.

嶋田宇大 1 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, doi:10.6057/2019TCRR03.02.

2 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, doi:10.6057/2019TCRR04.03.

3* 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.

4* 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**.

5 黒良峻平, 八谷大岳, 嶋田宇大, 上田修功, 2020: マルチクロスヒンジ損失を用いた不均衡多クラス分類. *信学技報*, 79-84.

小司禎教 1* Misumi, R, Y. Shoji, K. Saito, H. Seko, N. Seino, S. Suzuk, Y. Shusse, K. Hirano, S. Belair; V. Chandrasekar, D. Lee, A. J. Pereira Filho, T. Nakatan, M. Maki, 2019: Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS). *Bulletin of the American Meteorological Society*, **100**, 2027-2041.

2 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.

新藤永樹 1* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

新堀敏基 1* 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, doi:10.20965/jdr.2019.p0604.

2 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.

3 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.

清野直子 1 津口裕茂, 清野直子, 2019: 線状降水帯の"形成(発生)メカニズム"について. *平成29年度科学研究費補助金（特別研究促進費）「平成29年九州北部豪雨災害に関する総合的研究」報告書*, 19-26.

2* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-029.

3* Misumi, R, Y. Shoji, K. Saito, H. Seko, N. Seino, S. Suzuk, Y. Shusse, K. Hirano, S. Belair; V. Chandrasekar, D. Lee, A. J. Pereira Filho, T. Nakatan, M. Maki, 2019: Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS). *Bulletin of the American Meteorological Society*, **100**, 2027-2041.

4* 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.

関山　剛 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols.

Journal of the Meteorological Society of Japan, **97**（**2**）, 337-374.

2* 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, doi:10.1038/s41598-019-55759-7.

瀬古　弘 1 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.

2 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.

3 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*.

4* Misumi, R, Y. Shoji, K. Saito, H. Seko, N. Seino, S. Suzuk, Y. Shusse, K. Hirano, S. Belair; V. Chandrasekar, D. Lee, A. J. Pereira Filho, T. Nakatan, M. Maki, 2019: Results of the Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities (TOMACS). *Bulletin of the American Meteorological Society*, **100**, 2027-2041.

5* 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, doi:10.2151/sola.2020-008.

6 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.

高谷祐平 1 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*, **GOOS-234**, 265.

2 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**, doi:10.3389/fmars.2019.00427.

3* Takaya, Y., 2019: Positive Phase of Pacific Meridional Mode Enhanced Western North Pacific Tropical Cyclone Activity in Summer 2018. *SOLA*, **15A**, 55-59, doi:10.2151/sola.15A-010.

4* 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, doi:10.6057/2019TCRR03.03.

5* Merryfield, W. et al., 2020: Current and emerging developments in subseasonal to decadal prediction. *Bulletin of the American Meteorological Society*, doi:10.1175/BAMS-D-19-0037.1.

高薮　出 1* 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**.

2* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

3 仲江川敏之, 日比野研志, 高薮　出, 2019: 気候アナログで実感する今世紀末の温暖化状況下におけるロシア主要 7 都市の気候. *土木学会論文集(水工学)*, **75**, I1045-I1050.

4* 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.

5* 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, doi:10.5194/gmd-13-859-2020.

田尻拓也 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, doi:10.5194/acp-19-4823-2019.

2* Kuo, T.-H., M. Murakami, T. Tajiri, and N. Orikasa, 2019: Cloud Condensation Nuclei and Immersion Freezing Abilities of Al2O3 and Fe2O3 Particles Measured with the Meteorological Research Institute's Cloud Simulation Chamber. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**, 597-614, doi:10.2151/jmsj.2019-032.

3 Hashimoto, A. , N. Orikasa, T. Tajiri, Y. Zaizen, and M. Murakami, 2019: Numerical simulation of shallow cloud formation in the United Arab Emirates. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 5-09.

4 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.

5 山下克也, 中井専人, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 荒木健太郎, 村上正隆, 斎藤篤思, 田尻拓也, 2019: 2014 年 2 月大雪時の東京西部と山梨東部の降雪粒子種の特徴. *気象研究ノート*, **240**, 日本気象学会, 365-382pp, ISBN: 987-4904129234.

田中泰宙 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（2）, 337-374.

2* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

3* 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, doi:10.5194/acp-19-10087-2019.

4* 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. Visioni, 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, doi:10.5194/acp-19-11559-2019.

5* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

6* Xian, P., Reid, J.S., Hyer, E.J., Sampson, C.R., Rubin, J.I., Ades, M., Asencio, N., Basart, S., Benedetti, A., Bhattacharjee, P., Brooks, M.E., Colarco, P.R., Da Silva, A., Eck, T.F., Guth, J., Jorba, O., Kouznetsov, R., Kipling, Z., Sofiev, M., Carcia-P, 2020: Current State of the global operational aerosol multi-model ensemble: an update from the International Cooperative for Aerosol Prediction (ICAP). *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **145 (S1)**, 176-209, doi:10.1002/qj.3497.

田中昌之 1 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.

谷川朋範 1 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.

2 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.

3* 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, doi:10.5331/bgr.19R02.

溜渕功史 1* Yamada, M., T. Kandel, K. Tamaribuchi, and A. Ghosh, 2019: 3D Fault Structure Inferred from a Refined Aftershock Catalog for the 2015 Gorkha Earthquake in Nepal. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **110**, 26-37, doi:10.1785/0120190075.

2* Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, **46**, 13737-13745, doi:10.1029/2019GL085158.

3 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.

辻野博之

1* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

2* 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, doi:10.1016/j.jmarsys.2019.05.004.

3* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

4* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

5* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

6* 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.

7* 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, doi:10.1029/2019GL085121.

8 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

9* 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, doi:10.1016/j.ocemod.2019.101503.

10* 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, doi:10.1016/j.ocemod.2019.101557.

坪井一寛

1* 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,

doi:10.5194/acp-19-7073-2019.

2 町田敏暢, 坪井一寛, 丹羽洋介, 梅澤拓, 石島健太郎, 松枝秀和, 2020: 民間旅客機が切り拓く大気中二酸化炭素の新たな観測ネットワーク. ＪＥＴＩ, **68**, 83-86.

露木貴裕 1* Kobayashi, A. and T. Tsuyuki, 2019: Long-term slow slip event detected beneath the Shima Peninsula, central Japan, from GNSS data. *Earth, Planets and Space*, **71**, 60, doi:10.1186/s40623-019-1037-3.

2 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.

3 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.

出牛　真 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（2）, 337-374.

2* Z. E. Gillett, J. M. Arblaster, A. J. Dittus, M. Deushi, P. Jöckel, D. E. Kinnison, O. Morgenstern, D. A. Plummer, L. E. Revell, E. Rozanov, R. Schofield, A. Stenke, K. A. Stone, and S. Tilmes, 2019: Evaluating the relationship between interannual variations in the Antarctic Ozone Hole and Southern Hemisphere surface climate in chemistry-climate models. *Journal of Climate*, **32**, 3131-3151, doi:10.1175/JCLI-D-18-0273.1.

3* L.M. Polvani, L. Wang, M. Abalos, N. Butchart, M.P. Chipperfield, M. Dameris, M. Deushi, S.S. Dohmse, P. Jockel, D. Kinnison, M. Michou, O. Morgenstern, L.D. Oman, D.A. Plummer, K.A. Stone, G. Zeng, 2019: Large impacts, past and future, of ozone-depleting substances on Brewer-Dobson circulation trends:A multi-model assessment. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **124**, 6669-6680, doi:10.1029/2018JD029516.

4* Harari, O., Garfinkel, C. I., Ziskin Ziv, S., Morgenstern, O., Zeng, G., Tilmes, S., Kinnison, D., Deushi, M., Jöckel, P., Pozzer, A., O'Connor, F. M., and Davis, S., 2019: Influence of Arctic stratospheric ozone on surface climate in CCMI models. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **19**, 9253-9268, doi:10.5194/acp-19-9253-2019.

5* 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, doi:10.5194/acp-19-10087-2019.

6* 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. Visioni, 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, doi:10.5194/acp-19-11559-2019.

7* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

8* Y. Zhao 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, doi:10.5194/acp-19-13701-2019.

9* 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, doi:10.1038/s41598-019-55759-7.

10* 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, doi:10.5194/acp-20-281-2020.

11* 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 CCMI-1. *Atmospheric Chemistry and Physics*, **20**, 1341-1361, doi:10.5194/acp-20-1341-2020.

12* 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, doi:10.5194/acp-20-3809-2020.

遠山勝也 1* 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, doi:10.1029/2019GL085121.

豊田隆寛 1 藤井, 陽介, 石川, 一郎, 豊田, 隆寛, 浦川, 昇吾, 杉本, 裕之, 2019: 全球結合予測のための海洋データ同化システムの開発. *平成 30 年度「異常気象と長期変動」研究集会報告*, 67-70.

2* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

3* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

4* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

5* 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.

6* 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, doi:10.1029/2019JC015210.

7 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

直江寛明

1* 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, doi:10.1002/qj.3591.

2* 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, doi:10.1029/2019JD030648.

3* 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, doi:10.1002/qj.3690.

4* 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, doi:10.1002/qj.3749.

5* 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, doi:10.1002/qj.3765.

永井智広

1* 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* 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, doi:10.1016/j.atmosenv.2019.117007.

3* 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, doi:10.2151/sola.2020-008.

仲江川敏之

1* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

2* Kusunoki, S., T. Nakaegawa, R. Pinzón, J. Sanchez Galan and J. R. Fábrega, 2019: Future precipitation changes over Panama projected with the atmospheric global model MRI-AGCM3.2. *Climate Dynamics*, doi:10.1007/s00382-019-04842-w.

3 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.

4 仲江川敏之，日比野研志，高薮　出, 2019: 気候アナログで実感する今世紀末の温暖化状況下におけるロシア主要 7 都市の気候. *土木学会論文集(水工学)*, **75**, I1045-I1050.

5 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, doi:10.1371/journal.pone.0224662.

6* 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.

7* 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, doi:10.1016/j.tcrr.2020.03.001.

8* 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, doi:10.5194/gmd-13-859-2020.

中川雅之

1 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.

長澤亮二

1* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

中野英之

1* 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,

doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

2* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

3* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

4* 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.

5 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

6* 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, doi:10.1016/j.ocemod.2019.101557.

西宮隆仁 1* Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, **46**, 13737-13745, doi:10.1029/2019GL085158.

庭野匡思 1* 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, doi:10.5194/essd-11-865-2019.

2* Masashi Niwano, Akihiro Hashimoto, and Teruo Aoki, 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt. *Scientific Reports*, **9**, 10380, doi:10.1038/s41598-019-46152-5.

3 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ルク・カナックにおける 強風の出現特性. *北海道の雪氷*, **38**, 81-84.

4* 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., Zuhr, A., Vladimirov, 2019: Retrieval of snow properties from the Sentinel-3 Ocean and Land Colour Instrument. *Remote Sensing*, **11**, 2280, doi:10.3390/rs11192280.

野坂真也 1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-035.

2* 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, doi:10.2151/sola.2019-020.

3* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

4* 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.

5* 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**, doi:10.1186/s40645-020-0322-x.

橋本明弘

1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（2）, 337-374.

2* Hideaki Ohtake,Fumichika Uno, Takashi Oozeki, Syugo Hayashi, Junshi Ito, Akihiro Hashimoto, Hiromasa Yoshimura, and Yoshinori Yamada, 2019: Solar Irradiance Forecasts by Mesoscale Numerical Weather Prediction Models with Different Horizontal Resolutions. *Energies*, **12**, doi:10.3390/en12071374.

3* Ohtake H., F. Uno, T. Oozeki, S. Hayashi, J. Ito, A. Hashimoto, H. Yoshimura, Y. Yamada, 2019: Solar irradiance forecasts by mesoscale numerical weather prediction models with different horizontal resolutions. *Energies*, **12**, 1374, doi:10.3390/en12071374.

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 Hashimoto, A. , N. Orikasa, T. Tajiri, Y. Zaizen, and M. Murakami, 2019: Numerical simulation of shallow cloud formation in the United Arab Emirates. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 5-09.

6* Masashi Niwano, Akihiro Hashimoto, and Teruo Aoki, 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt. *Scientific Reports*, **9**, 10380, doi:10.1038/s41598-019-46152-5.

7 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.

8 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ルク・カナックにおける 強風の出現特性. *北海道の雪氷*, **38**, 81-84.

9* 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.

10* 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, doi:10.2151/sola.2020-009.

橋本徹夫 1* 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 Letter*, **91**, 1459-1468.

林 修吾 1* Hideaki Ohtake,Fumichika Uno, Takashi Oozeki, Syugo Hayashi, Junshi Ito, Akihiro Hashimoto, Hiromasa Yoshimura, and Yoshinori Yamada, 2019: Solar Irradiance Forecasts by Mesoscale Numerical Weather Prediction Models with Different Horizontal Resolutions. *Energies*, **12**, doi:10.3390/en12071374.

2* Ohtake H., F. Uno, T. Oozeki, S. Hayashi, J. Ito, A. Hashimoto, H. Yoshimura, Y. Yamada, 2019: Solar irradiance forecasts by mesoscale numerical weather prediction models with different horizontal resolutions. *Energies*, **12**, 1374, doi:10.3390/en12071374.

原田やよい 1* 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, doi:10.1029/2019JD030648.

2* 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.

広瀬成章 1* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

2* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

3* 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.

4 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**, doi:10.11483/mritechrepo.83.

弘瀬冬樹 1* 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, doi:10.1093/gji/ggz381.

2* 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, doi:10.1029/2019JB018088.

3* Tamaribuchi, K., A. Kobayashi, T. Nishimiya, F. Hirose, and S. Annoura, 2019: Characteristics of Shallow Low Frequency Earthquake Off the Kii Peninsula in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer. *Geophysical Research Letters*, **46**, 13737-13745, doi:10.1029/2019GL085158.

4 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.

藤井陽介 1 藤井, 陽介, 石川, 一郎, 豊田, 隆寛, 浦川, 昇吾, 杉本, 裕之, 2019: 全球結合予測のための海洋データ同化システムの開発. *平成 30 年度「異常気象と長期変動」研究集会報告*, 67-70.

2 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*, **GOOS-234**, 265.

3* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

4 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, doi:10.3389/fmars.2019.00417.

5 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, doi:10.3389/fmars.2019.00391.

6 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**, doi:10.3389/fmars.2019.00427.

7* 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.

藤田　匡 1 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.*

2 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.

保坂征宏 1* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

2 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.

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* Kusunoki, S., T. Ose, and M. Hosaka, 2020: Emergence of unprecedented climate change in projected future precipitation. *Scientific Reports*, **10**, doi:10.1038/s41598-020-61792-8.

干場充之 1* 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.

2 干場充之, 2019: シンポジュウム「南海トラフ地震臨時情報 : 科学的データや知見の活用」開催報告. *日本地震学会ニュースレター*, **72**, NL-4-31-33.

3* 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, doi:10.1029/2019JB017718.

4 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.

5* 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 Letter*, **91(2A)**, 826-834, doi:10.1785/0220190263.

堀田大介 1* 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, doi:10.1002/qj.3518.

2 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.

3* 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, doi:10.1002/qj.3636.

4 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.*

5 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* .

6* 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.

前田修平 1* 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**.

2* 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**.

3* 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**, doi:10.2151/sola.15A-009.

眞木貴史 1* 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, K. Adachi, Y. Zaizen, Y. Igarashi, H. Ueda, T. Maki, M. Mikami., 2019: NHM-Chem, the Japan Meteorological Agency's regional meteorology – chemistry model: model evaluations toward the consistent predictions of the chemical, physical, and optical properties of aerosols. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**（**2**）, 337-374.

2 M. Kondo, 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. Arneth, 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 CO_2 budget. *Global change biology*.

3* S. Itahashi, 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.

益子 渉 1 益子渉, 2019: 高解像度モデルを用いたスーパーセル竜巻の数値シミュレーション. *月刊海洋号外「大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用 ―新野宏教授退職記念号―」*, **62**, 191-197.

松枝秀和 1 Pisso,I., P. Patra, M. Takigawa, T. Machida, H. Matsueda, and Y. Sawa, 2019: Assessing Lagrangian inverse modelling of urban anthropogenic CO2 fluxes using in situ aircraft and ground-based measurements in the Tokyo area. *Carbon Balance and Management*, **14:6**, 1-23, doi:org/10.1186/s13021-019-0118-8.

2* 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, doi:10.5194/acp-19-7073-2019.

3* 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 CO_2 vertical profile observations in the troposphere. *Atmospheric Measurement Techniques*, **12**, 5639-5653, doi:org/10.5194/amt-12-5639-2019.

4* 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, doi:10.2151/sola.2019-037.

5 町田敏暢, 坪井一寛, 丹羽洋介, 梅澤拓, 石島健太郎, 松枝秀和, 2020: 民間旅客機が切り拓く大気中二酸化炭素の新たな観測ネットワーク. ＪＥＴＩ, **68** , 83-86.

水田　亮

1* 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, doi:10.1029/2019GL082843.

2* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

3* 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.

4* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-038.

5* 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, doi:10.2151/sola.2020-005.

6* 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*, doi:10.1186/s40645-019-0315-9.

7* 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 CO_2 concentrations in CMIP6 models. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **125**, e2019JD032345, doi:10.1029/2019JD032345.

8* 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, doi:10.1029/2019GL086233.

水野吉規 1 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.

村田昭彦 1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-035.

2* 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, doi:10.2151/sola.2019-020.

3* 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, doi:10.1029/2018JD030155.

4 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.

5* 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.

6* 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, doi:10.2208/kaigan.75.I_1189.

7* 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.

8* 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*, doi:10.1186/s40645-019-0315-9.

9* 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**, doi:10.1186/s40645-020-0322-x.

毛利英明 1* 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, doi:10.1016/j.buildenv.2019.106500.

2 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.

森　健彦 1 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.

守永武史 1 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.

谷口無我 1* Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, Nozomi Numanami, Yasushi Daita, Chiho Sukigara, Masanori Ito and Urumu 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, doi:10.1186/s40623-019-1027-5.

2* MUGA YAGUCHI, TAKESHI OHBA and MASAKAZU 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, doi:10.2343/geochemj.2.0560.

3* Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, Nozomi Numanami, Urumu Tsunogai, Masanori Ito and Ryo Shingubara, 2019: Time Variation in the Chemical and Isotopic Composition of Fumarolic Gasses at Kusatsu-Shirane Volcano, Japan. *Frontiers in Earth Science*, **7**, 249, doi:10.3389/feart.2019.00249.

4* Muga Yaguchi, Takeshi Ohba, Nozomi Numanami and Ryohei 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, doi:10.20965/jdr.2019.p0991.

5* Takeshi Ohba, Muga Yaguchi, Kana Nishino, and Nozomi 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, doi:10.20965/jdr.2019.p0972.

6* 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.

7* Muga Yaguchi, Akihiko Terada, Yasuo 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.

8 谷口無我, 大場　武, 外山浩太郎, 福岡管区気象台, 鹿児島地方気象台, 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

9 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.

10 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，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.

柳瀬　亘

1* 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, doi:10.1175/JAS-D-18-0232.1.

2 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.

山口宗彦

1 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.

2* 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.

3* 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.

4* 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.

5* Fukuda, J., and M. Yamaguchi, 2019: Determining 70 Percent Probability-Circle Radii of Tropical Cyclone Track Forecasts with Multiple Ensembles. *SOLA*, 15, 250-256.

6* 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.

7* 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.

8* Tang, K., J. C. L. Chan, and M. Yamaguchi, 2020: Effects of the Outer Size on Tropical Cyclone Track Forecasts. *Meteorological Applications*, doi:10.1002/met.1888.

9* 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, doi:10.2151/jmsj.2020-004.

山崎明宏

1* 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.

2* 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**.

3* 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**.

4* 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.

5* 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.

6* 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.

山田芳則 1* Hideaki Ohtake,Fumichika Uno, Takashi Oozeki, Syugo Hayashi, Junshi Ito, Akihiro Hashimoto, Hiromasa Yoshimura, and Yoshinori Yamada, 2019: Solar Irradiance Forecasts by Mesoscale Numerical Weather Prediction Models with Different Horizontal Resolutions. *Energies*, **12**, doi:10.3390/en12071374.

2* Ohtake H., F. Uno, T. Oozeki, S. Hayashi, J. Ito, A. Hashimoto, H. Yoshimura, Y. Yamada, 2019: Solar irradiance forecasts by mesoscale numerical weather prediction models with different horizontal resolutions. *Energies*, **12**, 1374, doi:10.3390/en12071374.

山中吾郎 1* 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, doi:10.1175/MWR-D-18-0198.1.

2* 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*, doi:10.1007/s10236-019-01291-1.

3* 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, doi:10.1007/s00382-019-04979-8.

4* 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.

5 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・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用. *月刊海洋*, **52**, 42-47.

6 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**, doi:10.11483/mritechrepo.83.

行本誠史

1* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

2* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

3* 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, doi:10.1002/qj.3749.

4* 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, doi:10.1002/qj.3765.

5* 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*, doi:10.5194/acp-2019-1212.

吉田康平

1* Mei, W., Y. Kamae, S.-P. Xie, and K. Yoshida, 2019: Variability and predictability of North Atlantic hurricane frequency in a large ensemble of high-resolution atmospheric simulations. *Journal of Climate*, **32**, 3153-3167, doi:10.1175/JCLI-D-18-0554.1.

2* 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, doi:10.1002/qj.3591.

3* 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, doi:10.5194/acp-19-10087-2019.

4* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

5* 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, doi:10.1029/2019GL084566.

6* 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.

7* 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, doi:10.1002/qj.3690.

8* 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, doi:10.1002/qj.3749.

9* 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, doi:10.2151/sola.2020-005.

10* 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, doi:10.1002/qj.3765.

吉田　智　1* 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, doi:10.2151/sola.2020-008.

吉村裕正　1* Hideaki Ohtake,Fumichika Uno, Takashi Oozeki, Syugo Hayashi, Junshi Ito, Akihiro Hashimoto, Hiromasa Yoshimura, and Yoshinori Yamada, 2019: Solar Irradiance Forecasts by Mesoscale Numerical Weather Prediction Models with Different Horizontal Resolutions. *Energies*, **12**, doi:10.3390/en12071374.

2* Ohtake H., F. Uno, T. Oozeki, S. Hayashi, J. Ito, A. Hashimoto, H. Yoshimura, Y. Yamada, 2019: Solar irradiance forecasts by mesoscale numerical weather prediction models with different horizontal resolutions. *Energies*, **12**, 1374, doi:10.3390/en12071374.

3* 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, doi:10.5194/gmd-12-2875-2019.

4 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.

5* 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**, doi:10.2151/jmsj.2019-051.

和田章義 1* Oyama, R., and A. Wada, 2019: The Relationship between Convective Bursts and Warm Core Intensification in a Non-hydrostatic Simulation of Typhoon Lionrock (2016). *Monthly Weather Review*, **147**, 1557-1579, doi:10.1175/MWR-D-18-0457.1.

2 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.

3 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.

4 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　ー大気・海洋の渦・対流・シア流とその相互作用ー*, **62**, 81-86.

5* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-029.

6 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.

7 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.

8 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.

9 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 Dujuan (2015) case. *Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **49**, 9-13.

10* 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**.

渡邉俊一 1* 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, doi:10.2151/jmsj.2019-035.

6. 2. 口頭発表

本節には、気象研究所の職員が、令和元年度に筆頭者として行った講演・口頭発表などを掲載した。発表の情報は、タイトル, 研究集会, 発表年月, 発表会場（都市名）の順で掲載した。

青梨和正
1 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリー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
2 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリー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
3 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

足立アホロ
1 雨滴粒径分布の形状パラメータ推定の試み, COBRA 研究会・科研基盤 S 研究会 , 2019 年 4 月, 京都府宇治市
2 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
3 Application of Parametric Speaker to Wind Profiler/RASS, 11th International Symposium on Tropospheric Profiling, 2019 年 5 月, France, Toulouse
4 Application of Parametric Speakers to RASS, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
5 Estimation of shape parameter from C-band polarimetric radar measurements, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月, Japan, Nara
6 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

足立光司
1 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

足立　透
1 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
2 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
3 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
4 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
5 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

荒木健太郎
1 雲を愛する技術 , 福岡市科学館講演会, 2019 年 4 月, 福岡市

2　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

3　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

4　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

5　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

6　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

7　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，沖縄県

8　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，つくば市

9　雲科学とアート，東京造形大学特別講義, 2019 年 7 月，東京都

10　雲を愛する技術，元村有希子の NEWS なカフェ, 2019 年 10 月，東京都

11　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，三重大学セミナー, 2019 年 10 月，津市

12　令和元年台風第 19 号に伴う大雨の要因について，三重大学セミナー, 2019 年 10 月，津市

13　雲と防災，三重大学特別講義, 2019 年 10 月，津市

14　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

15　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

16　雲を愛する技術，宮崎こばやし熱中小学校, 2019 年 11 月，宮崎県小林市

17　SNS を通した気象研究と防災, FUKKO STUDY #1, 2019 年 12 月，東京都

18　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，長岡市

19　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

20　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

21　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

安藤　忍　1　InSAR 時系列解析による御前崎、潮岬、室戸岬、足摺岬周辺の定常的な地殻変動 2, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

2　火山の地殻変動, 2019 年度　測地学サマースクール「暮らしの中の測地学」, 2019 年 8 月，茨城県つくば市

3　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

石井憲介　1　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

石島健太郎
1 Variations of atmospheric Radon-222 concentration observed at JMA stations, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
2 New calibration system for methane and carbon dioxide at JMA, Greenhouse Gases Measurement Technique-2019, 2019 年 9 月, 韓国, 済州
3 気象庁観測所において観測された大気中ラドン濃度変動, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
4 気象庁におけるレーザー分光法を用いたメタンおよび二酸化炭素の新較正装置, 第 24 回大気化学討論会, 2019 年 11 月, 愛知県蒲郡市
5 Analysis of atmospheric Radon-222 variations observed at JMA stations using model simulations of tagged Radon-222 tracers and Radon-222 age, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月, 米国, San Francisco
6 CO 濃度の長期データ解析と一酸化二窒素（N2O）について, 第 3 期第 4 回航空機による地球環境観測推進委員会, 2020 年 3 月, 東京

石橋俊之
1 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
2 Superposition of atmospheric states using information redundancy for Numerical Weather Prediction, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
3 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
4 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
5 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

石元裕史
1 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
2 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
3 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

猪上華子
1 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
2 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

今田由紀子
1 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
2 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
3 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
4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

10 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

碓氷典久

1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

梅原章仁

1 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

2 TC Analysis with Dual Polarization Weather Radar, 2nd Meeting of the Working Group on Meteorology, 2019年10月, 東京都千代田区

3 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

浦川昇吾

1 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

2 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

3 Water mass transformation by surface buoyancy flux in the Southern Ocean and its possible impoact 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

遠藤洋和 1 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

2 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

3 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

4 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

大河原望 1 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 5 月，東京都

大島　長 1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

岡田　純 1 吾妻山の 2014-2015 年と 2018-2019 年の火山活動に伴う地殻変動, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

岡本幸三 1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 Experimental assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8, Joint Satellite Conference, 2019 年 10 月，アメリカ, Boston

7 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,

8 JMA and JAXA, The 22nd International TOVS Study Conference, 2019 年 11 月，カナダ, Saint-Sauveur,

9 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

小木曽　仁 1 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

2 「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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 「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

8 「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

奥山　哲 1 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）, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

2 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

尾瀬智昭 1 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

2 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

小田真祐子　1　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

鬼澤真也　1　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

2　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

小野耕介　1　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

2　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

小畑　淳　1　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

折笠成宏　1　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

2　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

3　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

4　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

5　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

6　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

勝間田明男　1　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

2　小笠原諸島周辺及びカリブ海小アンティル諸島周辺のマントルウェッジ内地震活動, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

3　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

4　スロー津波地震の規模推定手法の検討(4), 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市

川合秀明　1　マダガスカルで見た蜃気楼　― 推定される大気境界層の温度プロファイル ―, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

2　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

3　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

4　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

5　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

6 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

川口亮平 1 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

2 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

3 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

川瀬宏明 1 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

2 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

3 地球温暖化で変わる日本の雪，日本気象学会 2019 年度夏季大学, 2019 年 8 月，東京

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 1km 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

10 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

11 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

12 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

川畑拓矢 1 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

2 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

3 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

川端康弘 1 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

2 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

北村祐二　1　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

楠　研一　1　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 -概要-, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

2　地上付近の直接詳細観測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

3　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

工藤　玲　1　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

2　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

3　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

高野洋雄　1　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

2　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

小久保一哉　1　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

小杉如央　1　pCO2 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

2　大気・下層・水平方向への酸素フラックスから定量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

小寺祐貴　1　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

2　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

3　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

4　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

5　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

6　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

7 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

8 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

小林昭夫 1 2017 年から 2018 年にかけての志摩半島長期的スロースリップ, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市

2 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

小林ちあき 1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

近藤圭一 1 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

2 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

3 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

4 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

酒井　哲 1 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

2 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

3 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

4 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

坂本　圭　1　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

2　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

3　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

4　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

5　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

6　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

佐々木秀孝　1　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

佐藤英一　1　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

2　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

3　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

4　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

5　Radar refractivity estimation using solid-state weather radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019 年 9 月，奈良市

6　"Invisible" volcanic eruption plume/cloud observation with polarimetric weather radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月，奈良市

7　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

8　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

9　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

10　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

澤田　謙　1　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

2　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

嶋田宇大 1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

小司禎教 1 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

2 Ocean Platform GNSS Meteorology for Heavy Rainfall Prediction, Living Planet Symposium 2019, 2019 年 5 月, イタリア, ミラノ

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

新藤永樹 1 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

新堀敏基 1 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

2 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

3 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

4 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

清野直子 1 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

2 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

3 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

瀬古　弘 1 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

2 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

3 Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

10 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

高谷祐平 1 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

2 Current status and challenges in seasonal predictions of the Asian summer monsoon, AsiaPEX Kick-off Conferece, 2019 年 8 月，札幌

3 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

4 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

5 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

6 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

田尻拓也 1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

田中泰宙 1 MRI-ESM2.0 による自然起源エーロゾルのトレンド解析，日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月，東京都

2 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

田中昌之 1 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

2 津波地震の規模推定への利用を想定した気象庁広帯域地震計・速度型強震 計の長周期帯域のノイズレベルの比較，日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

3 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

4 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

5 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

谷川朋範 1 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

溜渕功史 1 Off the Kii Peninsula Shallow Low Frequency Earthquake in 2004 revealed by Ocean Bottom Seismometer, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

2 An automatic hypocenter determination system of the JMA unified earthquake catalog, Seminar on high-quality earthquake locations, 2019 年 6 月，京都府宇治市

3 Integration of different observation networks to the IPF hypocenter determination algorithm, 4th International Conference on Earthquake Early Warning, 2019 年 9 月，韓国，ソウル

4 海底地震観測網を活用した自動震源決定（PF 法）の評価，日本地震学会 2019 年度秋季

大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市

5 海底地震観測網が一元化自動震源に及ぼす影響, 研究集会"日本における地震発生予測検証実験(CSEP-Japan)", 2019 年 11 月, 東京都文京区

6 Evaluation of automatic hypocenter determination (PF method) for dense ocean bottom seismograph networks, AGU Fall Meeting, 2019 年 12 月, アメリカ, サンフランシスコ

7 海底地震観測網で観測されるエアガンの自動識別法, 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

露木貴裕 1 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

出牛 真 1 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

2 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

3 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

遠山勝也 1 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

2 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

豊田隆寛 1 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

2 Impact of observation-based snow albedo with starting temperature of −2℃ 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, 千葉市

3 海洋モデルにおける海氷速度データの利用, 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

4 海洋・海氷シミュレーションにおける海氷速度データの利用, 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

直江寛明 1 Level 2 衛星オゾン全量の有効温度依存性，日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月，東京都渋谷区

2 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

3 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

4 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

5 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

永井智広 1 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

仲江川敏之 1 Future climate projections and HPC in meteorology, the workshop on applications of simulations and CUDA programing: studies at atomic scale, climate and optical phenomena, 2019 年 9 月, Panama, Panama City

長岡　優 1 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

2 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

3 Imaging of the magma reservoir beneath Kirishima volcanoes, Japan, by seismic interferometry, AGU Fall Meeting 2019, 2019 年 12 月，米国, San Francisco

中川雅之 1 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

2 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

長澤亮二 1 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

中田健嗣 1 2018 年スラウェシ島地震時の津波の海底地滑り波源の可能性，日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

2 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

3 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

永田広平 1 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

2 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

中野英之
1 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
2 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

西宮隆仁
1 震源スペクトル解析に基づく津波地震（スロー地震）の近地波形の推計とマグニチュードの評価, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
2 駿河湾における OBS 観測記録への低周波微動検出手法適用の試み, 日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月, 京都府京都市

庭野匡思
1 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
2 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向性, 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
3 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
4 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
5 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 年秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡
6 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
7 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
8 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
9 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
10 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
11 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

野坂真也
1 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

橋本明弘
1 数値気象モデルによる雲粒寄与率予測値を用いた新雪比表面積の推定, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
2 グリーンランド北西部のシオラパルク付近におけるおろし風の出現頻度, 日本地球惑星科学連合 2019 年大会, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
3 降雪メカニズムと新雪比表面積との関係に関する数値実験, 雪氷学会北信越支部大会, 2019 年 6 月, 新潟県長岡市
4 領域気象モデルを用いた地上降雪粒子の再現性の現状と展望,「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, 新潟県長岡市
5 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
6 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

7　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　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

9　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

10　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

11　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

橋本徹夫　1　世界の大規模地震の続発性—実事例と時空間 ETAS による比較, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

2　世界の大規模地震の続発性—同規模の地震の続発と連動—，日本地震学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 9 月，京都府京都市

3　続発する大地震　ー南海トラフ地震—，第 24 回「震災対策技術展」横浜　災害・危機管理 ICT シンポジウム 2020, 2020 年 2 月，神奈川県横浜市

林　修吾　1　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

2　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

3　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

4　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

林　昌宏　1　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

2　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

3　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

4　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

原田やよい　1　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

2　新しい 3 次元波活動度フラックスを用いた 2018 年 2 月北半球大規模突然昇温の解析結果, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月，千葉県千葉市

3　Diagnostics of a WN2-type Major Sudden Stratospheric Warming Event in February 2018 using a new Three-dimensional Wave Activity Flux，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

4 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

5 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

6 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

7 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

廣川康隆 1 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

2 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

広瀬成章 1 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

2 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

3 日本近海2km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

4 2km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

5 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

6 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

弘瀬冬樹 1 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

2 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

3 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

藤井陽介 1 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

2 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

3 Operational oceanography system for fishery management and its application in the Central North Pacific Ocean, OceanPredict'19, 2019年5月, カナダ, ハリファックス

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

10 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

11 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

12 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

藤田　匡

1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

干場充之

1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

堀田大介　1 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

前田修平　1 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

2 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

眞木貴史　1 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

2 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

3 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

4 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

5 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

6 Current project and activities in Japan, 7th SDS-WAS Asian node RSG meeting, 2019 年 11 月，中国，杭州市

7 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

益子　渉　1 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

2 高解像度モデルを用いた Updraft Helicity の日本で発生する竜巻への適用，日本気象学会 2018 年度春季大会, 2019 年 5 月，茨城県つくば市

3 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

4 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

5 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

松枝秀和　1 高精度メタン標準ガス較正装置，日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月，福岡県福岡市

水田　亮　1 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

2 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

3 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

4 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

水野吉規　1 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

南　雅晃　1 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

2 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

3 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

村崎万代　1 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

村田昭彦　1 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

2 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

3 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

4 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

毛利英明　1 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

森　健彦　1 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

2 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

守永武史　1　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

谷口無我　1　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

2　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

3　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

4　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

柳瀬　亘　1　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

2　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

3　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

4　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

山口宗彦　1　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

2　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

3　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

4　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

5　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

6　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

7　Tropical cyclone translation speed in a warmed climate, 2019 TCCIP International Workshop on Climate Change, 2019 年 10 月, 中国, 台北

8　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

9　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

10　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

山田芳則　1　2018 年台風 21 号に伴う近畿地方の風のドップラーレーダー解析, 日本気象学会 2019 年

度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

2 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

山中吾郎 1 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

2 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

3 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

4 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

山本剛靖 1 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

行本誠史 1 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

吉田康平 1 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

2 Sudden Stratospheric Warming 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

3 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

4 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

5 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

6 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

吉田　智 1 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

2 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

3 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

和田章義 1 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

2　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

3　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

4　データ同化などによる観測の時空間拡張　台風のモデリング, 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

5　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

6　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

7　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

8　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

渡邉俊一　1　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

2　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

７．受賞等

ここでは、気象研究所の職員が令和元年度に他機関から受けた表彰、及び取得した学位の一覧を掲載している。

受賞には、受賞者の氏名、賞の名称、表彰した機関名、表彰年月日を掲載している。

学位取得には、学位取得者の氏名、学位名、学位授与大学、取得年月日及び学位取得の対象となった論文名を掲載している。

７．１．受賞

楠　研一、猪上華子　　日本鉄道技術協会坂田記念賞最優秀賞、日本鉄道技術協会、令和元年６月
楠　研一　　平成 30 年土木学会技術開発賞、令和元年５月（団体）
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）、平成 31 年４月
青梨和正　　日本気象学会岸保・立平賞、日本気象学会、令和元年６月
高薮　出　　日本気象協会岡田賞、日本気象協会、令和元年９月
川瀬宏明　　日本雪氷学会平田賞、日本雪氷学会、令和元年９月
今田由紀子　　日本気象学会正野賞、日本気象学会、令和元年 10 月
尾瀬智昭　　日本気象学会気象集誌論文賞、日本気象学会、令和元年 12 月
行本誠史、川合秀明、神代　剛、大島　長、吉田康平、浦川昇吾、辻野博之、出牛　真、田中泰宙、保坂征宏、籔　将吉、吉村裕正、新藤永樹、水田　亮、小畑　淳、足立恭将、石井正好
日本気象学会気象集誌論文賞、日本気象学会、令和元年 12 月
今田由紀子、川瀬宏明　　日本気象学会英文レター誌 SOLA 論文賞、日本気象学会、令和２年２月
気象研究所　　日本鉄道賞「安全」「正確」「快適」を守るシステム特別賞、
国土交通省、令和元年 10 月

７．２．学位取得

長岡　優
学　　位：博士（理学）（東京大学、令和２年３月２日）
学術論文：Study on seismic velocity structure beneath active volcanoes by seismic interferometry （地震波干渉法による活動的火山下の地震波速度構造に関する研究）

8. 研究交流

ここでは、気象研究所の職員が令和元年度に外国出張等により出席・参加した海外で行われた国際会議・研究集会・講演、気象研究所が令和元年度に他機関から受け入れた研究者、及び海外研究機関からの来訪者の一覧を掲載している。

8．1．外国出張等

足立アホロ
- 第 11 回対流圏プロファイルに関する国際シンポジウム（ISTP11)への参加，フランス，R1.5.18～26

足立光司
- FIREX-AQ キャンペーン　航空機観測の機内設置，米国，R1.5.27～31
- FIREX-AQ キャンペーン　航空機観測，米国，R1.7.14～9.4
- 北極圏の雪氷圏変動メカニズム解明に資する放射･エーロゾル観測の実施，ノルウェー，R1.11.5～17
- 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～16

足立　透
- 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.27～8.4

石井雅男
- IPCC AR6 WGI 第３回主要執筆者会合への参加，フランス，R1.8.25～9.1
- UNESCO-IOC 統合海洋炭素研究スコーピング会合への参加，フランス，R1.10.27～11.1
- UNESCO-IOC 海洋酸素データプラットフォームスコーピング会合及び IOCCP 科学運営グループ会合への参加，ポーランド，R1.11.10～17
- Ocean Obs'19 への参加，米国，R1.9.15～22

石島健太郎
- Greenhouse Gases & Measurement Techniques 2019 への参加，韓国，R1.9.1～6
- 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

石元裕史
- 第 18 回電磁波・光散乱会議への参加，中国，R1.6.9～15
- 2019 年合同衛星会議（2019 Joint Satellite Conference）への参加，米国，R1.9.29～10.5

今田由紀子
- CLIVAR Pacific Regional Panel 委員会への参加，カナダ，R1.10.18～22
- 日 EU 気候変動ワークショップへの参加，ベルギー，R2.2.5～9

碓氷典久
- 2019 海洋予測国際シンポジウムへの参加，カナダ，R1.5.5～12
- Ocean Obs'19 への参加，米国，R1.9.15～22
- 第 4 回 GODAE Ocean View データ同化タスクチーム会合 への参加，フランス，R2.1.19～24

浦川昇吾
- 米国地球物理学連合海洋科学会合（AGU Ocean Sciences Meeting 2020)への参加，米国，R2.2.16～23

遠藤洋和
- 第 14 回東アジア気候会合への参加，中国，H31.4.26～30
- 全球モンスーンモデル相互比較実験会合への参加，中国，R1.10.27～30

大河原　望　・北極圏の雪氷圏変動メカニズム解明に資する放射･エーロゾル観測の実施，ノルウェー，R1.11.5～17

大島　長　・2019 年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019)への参加，カナダ，R1.7.8～19

・AMAP SLCF 専門家グループ会合と研究打ち合わせへの参加，米国，R1.11.4～9

岡本幸三　・衛星データ同化のための放射伝達モデルに関する国際ワークショップへの参加，中国，H31.4.28～R1.5.4

・第 4 回衛星雲降水観測同化ワークショップへの参加，英国，R1.2.2～8

・第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.27～8.4

・2019 年合同衛星会議（2019 Joint Satellite Conference）への参加，米国，R1.9.27～10.2

・第 22 回国際 TOVS 会議への参加，カナダ，R1.10.30～11.8

小木曽　仁　・2019 年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019)への参加，カナダ，R1.7.11～19

・第 4 回地震動即時警報世界会議（4th International Conference on EEW）への参加，韓国，R1.9.3～8

・米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

折笠成宏　・第 3 回大気中氷晶核形成に関する会議及び米国気象学会（AMS）第 100 回年次会合への参加，米国，R2.1.9～18

梶野瑞王　・フランス放射線防護・原子力安全研究所（IRSN※）サクレー、カダラッシュ、シェルブールにおけるエアロゾル・雲相互作用に関する共同研究，フランス，R1.7.8～8.29

川合秀明　・雲フィードバックモデル相互比較プロジェクト(CFMIP)会合への参加，ギリシャ，R1.9.28～10.6

・米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

川瀬宏明　・東アジア地域気候ダウンスケーリング実験（CORDEX-EA）に関する国際ワークショップへの参加，韓国，H31.4.3～6

・ラティスシンポジウム 2019　（Latsis Symposium 2019）への参加，スイス，R1.8.20～24

・地域気候ダウンスケーリング実験に関する国際会議（ICRC-CORDEX 2019）への参加，中国，R1.10.14～19

・対流解像領域気候モデルを用いた将来地域気候変動予測研究に関する共同研究の模索及びセミナーの実施，米国，R2.2.23～3.8

川畑拓矢　・2019 年ヨーロッパ気象学会会合（EMS Annual Meeting 2019)への参加，デンマーク，R1.9.8～15

工藤　玲　・タイ国における分光放射観測に関する打合せ，タイ，R2.2.16～19

高野洋雄　・ベトナム気象局の海洋気象業務高度化に関する JICA プロジェクトの事前調査，ベトナム，R1.8.25～31

・ WMO 沿岸浸水域予測実証プロジェクト（CIFDP）フィジーサブプロジェクト高潮予測研修の実施，フィジー，R1.10.13～18
・ WMO 沿岸浸水域予測実証プロジェクト（CIFDP）フィジーサブプロジェクト最終会合への参加及び第２回波浪、高潮、沿岸災害に関する国際ワークショップ（WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）防災専門家チーム会合等含む）への出席,フィジー及びオーストラリア，R1.11.8～22

小寺祐貴
・ 米国地震学会（SSA）2019 年大会への参加，米国，H31.4.22～28
・ 第 4 回地震動即時警報世界会議（4th International Conference on EEW）への参加，韓国，R1.9.3～5
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

小林ちあき
・ 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.27～8.3

近藤圭一
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～14

酒井　哲
・ 温室効果ガス観測技術衛星２号（GOSAT-2）データの高精度化に資するライダー装置の保守・調整及び観測，ニュージーランド，R1.12.1～9
・ 米国気象学会（AMS）第 100 回年次会合への参加，米国，R2.1.11～18
・ 温室効果ガス観測技術衛星２号（GOSAT-2）データの高精度化に資するライダー装置の保守・調整及び観測，フィリピン，R2.2.2～9

坂本　圭
・ 米国地球物理学連合海洋科学会合（AGU Ocean Sciences Meeting 2020)への参加，米国，R2.2.16～23

佐藤英一
・ 2019 年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019)への参加，カナダ，R1.7.7～19

小司禎教
・ 生きている地球シンポジウム 2019(Living Planet Symposium 2019)への参加，イタリア，R1.5.12～18

関山　剛
・ 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.27～8.4
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

瀬古　弘
・ 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.27～8.4

高谷祐平
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15
・ S2S 運営グループ会合及び TIGGE と S2S アンサンブルを用いた予測可能性と力学、応用に関するワークショップへの参加，英国，R1.3.30～4.6
・ 季節内から十年規模の気候予測作業部会（WGSIP）会合への参加，ロシア連邦，R1.5.27～6.1
・ 世界気象機関（WMO）基礎システム委員会（CBS）/気候委員会（CCl）合同現業長期予報専門家チーム(IPET-OPSLS)会合への参加，ドイツ，R2.2.2～9
・ 2019 年ヨーロッパ気象学会会合（EMS Annual Meeting 2019)への参加，デンマーク，

R1.9.8～15

・ ADAP-T プロジェクトタイ気象局レクチャー，タイ，R1.10.4～8

・ 熱帯太平洋観測システム 2020（TPOS 2020)運営委員会第６回会合への参加，中国，R1.11.3～9

高薮　出　・ IPCC AR6 WGI 第３回主要執筆者会合への参加，フランス，R1.8.25～9.1

・ 日 EU 気候変動ワークショップへの参加，ベルギー，R2.2.5～9

田尻拓也　・ 第 3 回大気中氷晶核形成に関する会議及び米国気象学会（AMS）第 100 回年次会合への参加，米国，R2.1.9～18

田中泰宙　・ 全球大気質予測（GAQF）科学チーム専門家会合への参加，スイス，R1.9.30～10.4

・ WMO GAW モデル応用科学諮問部会第 4 回会合への参加，スイス，R1.5.27～31

谷川朋範　・ 北極圏の雪氷圏変動メカニズム解明に資する放射･エーロゾル観測の実施，ノルウェー，R1.11.5～17

溜渕功史　・ 第 4 回地震動即時警報世界会議（4th International Conference on EEW）への参加，韓国，R1.9.3～7

・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

辻野博之　・ IPCC 第 51 回会合（海洋および雪氷圏に関する特別報告書の検討）への参加，モナコ公国，R1.9.19～25

坪井一寛　・ 温室効果ガスの輸送過程解明に資する航空機上での大気試料サンプリング ，フランス，R1.5.28～29、8.19～20、10.30～31、R2.1.22～23

出牛　真　・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

遠山勝也　・ Ocean Obs'19 への参加，米国，R1.9.15～21

・ 米国地球物理学連合海洋科学会合（AGU Ocean Sciences Meeting 2020)への参加，米国，R2.2.16～23

直江寛明　・ 2019 年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019)への参加，カナダ，R1.7.8～15

・ SPARC DynVarMIP ワークショップへの参加，スペイン，R1.10.21～27

仲江川敏之　・ 第 38 回国際水理環境工学研究協会（IAHR)国際会議への参加，パナマ，R1.8.31～9.8

長岡　優　・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

永田広平　・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

庭野匡思　・ デンマーク・グリーンランド地質調査所 GEUS での研究滞在、及びグリーンランド氷床における共同現地観測，デンマーク，H31.4.8～29

・ デンマーク・グリーンランド地質調査所（GEUS）における、グリーンランド氷床気候システム理解の深化に関する共同研究，デンマーク，R1.8.7～9.28

・ フィンランドにおける積雪共同観測，フィンランド，R1.11.24～30

・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.9～14

・ 2020年春のグリーンランド観測打ち合わせ・準備及びHigh Mountain Asiaにおける雪氷変動メカニズ研究に関する意見交換，デンマーク、スイス，R2.2.18～27

林　昌宏
・ 2019年合同衛星会議（2019 Joint Satellite Conference）への参加，米国，R1.9.27～10.2
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

原田やよい
・ 2019年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019）への参加，カナダ，R1.7.8～15

広瀬成章
・ 2019海洋予測国際シンポジウムへの参加，カナダ，R1.5.5～12

藤井陽介
・ 世界気象機関（WMO）地球システム予測における観測システムインパクト評価に関する活動範囲特定のためのワークショップ出席，スイス，R1.12.8～12
・ 2019海洋予測国際シンポジウムへの参加，カナダ，R1.5.5～12
・ 第1回国際現業衛星海洋学シンポジウムへの参加，アメリカ，R1.6.17～22
・ Ocean Obs'19への参加，米国，R1.9.15～21

干場充之
・ 欧州研究プロジェクト TURNkeyのキックオフ会議への参加，ノルウェー，R1.6.12～16
・ 第2回国際地震動即時警報ワークショップへの参加，中国，R1.8.19～22
・ 米国地震学会（SSA）2019年大会への参加，米国，H31.4.22～28
・ 2019年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019）への参加，カナダ，R1.7.11～17
・ 第4回地震動即時警報世界会議（4th International Conference on EEW）への参加，韓国，R1.9.3～8
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.10～14

堀田大介
・ WMO 地球システム予測における観測システムインパクト評価に関する活動範囲特定のためのワークショップ及び観測システムデザイン実験専門家チーム(IPET-OSDE)会合，スイス，R1.12.8～15

眞木貴史
・ 世界気象機関（WMO）砂塵嵐警戒評価システム（SDS-WAS）第7回アジアノード地区運営グループ（RSG）会合参加への参加，中国，R1.11.10～15
・ 日中韓黄砂共同研究第一作業部会会合への参加，韓国，R1.9.25～28
・ 統合全球温室効果ガス情報システム逆解析会合への参加，フランス，R1.10.14～19
・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

益子　渉
・ 第10回シビアストームに関するヨーロッパ会議への参加，ポーランド，R1.11.3～9

水田　亮
・ 大規模アンサンブルワークショップへの参加，米国，R1.7.23～28
・ 日EU気候変動ワークショップへの参加，ベルギー，R2.2.5～8

村田昭彦
・ 2019年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019）への参加，カナダ，R1.7.8～15

谷口無我
・ タール山（フィリピン）における火山ガス試料のサンプリング，フィリピン，R1.9.5～10

柳瀬　亘　・ 第 19 回低気圧ワークショップへの参加，ドイツ，R1.9.28～10.6

山口宗彦　・ WMO/WWRP 予測可能性・力学過程･アンサンブル予報に関する作業部会、及びナウキャスト･メソスケール研究に関する作業部会合同会合出席、及び台風予測研究に関する研究打ち合わせ，米国，R1.9.2～8

・ 北西太平洋における熱帯低気圧海洋相互作用に関する国際ワークショップ参加，韓国，R1.6.18～22

・ 気候変化に関する TCCIP プロジェクト国際ワークショップ参加及び台風研究に関する意見交換，台湾，R1.10.22～27

山中吾郎　・ Ocean Obs'19 への参加，米国，R1.9.15～22

・ 米国地球物理学連合海洋科学会合（AGU Ocean Sciences Meeting 2020)への参加，米国，R2.2.16～23

吉田康平　・ 2019 年国際測地学・地球物理学連合大会（IUGG General Assembly 2019)への参加，カナダ，R1.7.8～15

・ 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.28～8.3

・ 成層圏の予測可能性と対流圏の影響に関するワークショップ参加，英国，R1.11.17～23

吉田　智　・ 第 16 回アジア・大洋州地球科学会（AOGS2019）年会合への参加，シンガポール，R1.7.28～8.3

和田章義　・ 米国地球物理学連合秋季大会（AGU 2019 Fall meeting）への参加，米国，R1.12.8～15

渡邉俊一　・ 日 EU 気候変動ワークショップへの参加，ベルギー，R2.2.5～9

８．２．受入研究員等

客員研究員

当所の研究の効率的な推進に資することを目的とし、当該研究に関する高度の専門知識を有し、当該研究を円滑に実施する能力がある研究者を客員研究員として受け入れている。令和元年度は次の 54 名を受け入れた。

荒川　理
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

楠　昌司
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマ C「統合的気候変動予測」
受入研究部：全球大気海洋研究部

神代　剛
期　　間：H31.４.１～R１.11.30
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマ C「統合的気候変動予測」
受入研究部：全球大気海洋研究部

小寺邦彦
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

杉　正人
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマ C「統合的気候変動予測」、共同研究（筑波大学）「観測ビックデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」、共同研究（海洋研究開発機構）地球シミュレータ公募課題「複数の次世代非静力学全球モデルを用いた高解像度台風予測実験」」
受入研究部：全球大気海洋研究部

野口峻祐
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

野田　彰
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、科学研究費助成事業「等温位/等密度座標に基づく大気/海洋大循環の解析」
受入研究部：全球大気海洋研究部

板橋秀一
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

猪股弥生
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

柴田清孝
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

弓本桂也
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

石崎　廣
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

倉賀野　連
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

伊藤純至
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

宇野史睦
期　　間：H31.４.１～R２.３.31

研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

大竹秀明
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

小野木　茂
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

西澤誠也
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

萩野谷成徳
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

青木輝夫
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」、科学研究費助成事業（基盤研究Ａ）「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」、地球環境保全等試験研究費「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―地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けて―」
受入研究部：気象予報研究部

島田利元
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

村上正隆
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」、アラブ首長国連邦降水強化科学プログラム（UAEREP）「乾燥・半乾燥地域における降水強化に関する先端的研究」、科学研究費助成事業（基盤研究Ａ）「大気エアロゾルが雲・降水過程に及ぼす影響解明に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

内山明博
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

塩原匡孝
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

増田一彦
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

真野裕三
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

内野　修
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

伊藤耕介
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

上野玄太
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

大泉　伝
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

齊藤和雄
期　　間：H31.４.１～R２.３.31

研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

栃本英伍
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

Le Duc
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」
受入研究部：気象観測研究部

金田幸恵
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、科学研究費助成事業（基盤研究Ｂ）「物理・生物を交えた新しい大気相互作用導入による台風予測精度向上」
受入研究部：台風・災害気象研究部

中澤哲夫
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、科学研究費助成事業（基盤研究Ｓ）「豪雨と暴風をもたらす台風の力学的・熱力学的・雲物理学的構造の量的解析」
受入研究部：台風・災害気象研究部

宮本佳明
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、科学研究費助成事業（基盤研究Ｂ）「物理・生物を交えた新しい大気相互作用導入による台風予測精度向上」
受入研究部：台風・災害気象研究部

石原正仁
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」
受入研究部：台風・災害気象研究部

小林隆久
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」
受入研究部：台風・災害気象研究部

新井健一郎
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、共同研究（ＪＲ東日本)「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」
受入研究部：台風・災害気象研究部

石津尚喜
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、共同研究（ＪＲ東日本)「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」
受入研究部：台風・災害気象研究部

藤原忠誠
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「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」、共同研究（ＪＲ東日本)「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」
受入研究部：台風・災害気象研究部

釜堀弘隆
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」、科学研究費助成事業「災害研究に資する長期再解析を用いた過去 60 年間に亘る異常気象の大規模場要因解明」
受入研究部：気候・環境研究部

鬼頭昭雄
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候モデルの高度化と気候・環境の長期変動に関する研究」、統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマ C「統合的気候変動予測」
受入研究部：気候・環境研究部

相澤拓郎
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」、北極域研究推進プロジェクト（文部科学省)「北極域環境の多圏相互作用の解明と気候予測 」
受入研究部：気候・環境研究部

岡田靖子
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」、気候変動適応技術社会実装プログラム（文部科学省)「近未来予測課題」

受入研究部：気候・環境研究部

村上裕之
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」、統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマC「統合的気候変動予測」
受入研究部：気候・環境研究部

丹羽洋介
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」、環境研究総合費「温室効果ガスの吸排出量監視に向けた統合型観測解析システムの確立」
受入研究部：気候・環境研究部

横内陽子
期　　間：H31.４.１～R１.12.31
研究課題名：経常研究「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」
受入研究部：気候・環境研究部

吉川澄夫
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地震と津波の監視・予測に関する研究」
受入研究部：地震津波研究部

舘畑秀衛
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「地震と津波の監視・予測に関する研究」
受入研究部：地震津波研究部

藤部文昭
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「シームレスな気象予報・予測の災害・交通・産業への応用に関する研究」
受入研究部：応用気象研究部

渡邉俊一
期　　間：H31.４.１～R１.11.30
研究課題名：統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマC「統合的気候変動予測」
受入研究部：応用気象研究部

伊藤瑠衣
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマC「統合的気候変動予測」
受入研究部：応用気象研究部

宮坂貴文
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：統合的気候モデル高度化研究プログラム領域テーマC「統合的気候変動予測」
受入研究部：応用気象研究部

リサーチアソシエイト

当該研究に関する高度な専門知識を有し、当所研究の効率的な推進に資することを目的とし、人材派遣会社との契約により気象研究所に派遣される研究支援者のうち、所長の承認を受けた者について「リサーチアソシエイト」の呼称を用いることができるとしている。令和元年度は次の６名について承認した。

郭　威鎮
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

森　一安
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

八木俊政
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：経常研究「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」
受入研究部：気象予報研究部

對馬あかね
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：科学研究費補助金・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」地球環境保全試験研究費「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」
受入研究部：気象予報研究部

木名瀬　健
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：放射能調査研究費「人工放射性核種のバックグラウンド大気監視と数値解析に関する研究」
受入研究部：全球大気海洋研究部

Ping Pui (Joseph) Ching
期　　間：H31.４.１～R２.３.31
研究課題名：放射能調査研究費「人工放射性核種のバックグラウンド大気監視と数値解析に関

する研究」

受入研究部：全球大気海洋研究部

８．３．海外研究機関等からの来訪者等

招聘研究者

Dr. Xiaohao Qin （中国科学院大気物理研究所）
期　　間：令和元年９月９日～令和元年 12 月７日
用　　務：台風の予測精度向上に関する共同研究
担当研究者：山口宗彦（応用気象研究部）

Mr. Ari Kurniadi （インドネシア気象局）
Ms. Apriliana Rizqi Fauziyah（インドネシア　インドネシア気象局）
期　　間：令和元年８月 26 日～令和元年 11 月８日
用　　務：令和元年度国土交通省開発途上国研究機関交流事業による共同研究
担当研究者：佐々木秀孝（応用気象研究部）

Mr. Ali Mohamed Almanai（カタール気象局）
Mr. Fahad Faisal Haji（カタール気象局）
期　　間：令和元年 11 月４日～令和元年 12 月４日
用　　務：中東域における地球温暖化による気候変動予測の研究
担当研究者：佐々木秀孝（応用気象研究部）

Mr. Teerawat Ram-Indra（京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻）
期　　間：令和元年 10 月 15 日～令和元年 10 月 25 日
用　　務：東南アジア域における地域気候モデルによる詳細な将来気候変化予測に関する共同研究
担当研究者：仲江川敏之（応用気象研究部）

Mr. Muhammad Firdaus Ammar Abdullah（マレーシア気象局）
期　　間：令和２年２月 29 日～令和２年３月 12 日
用　　務：気象研究所で GNSS 気象学及びデータ同化に関する研究の技術指導
担当研究者：小司禎教（気象観測研究部）

Ms.Annemarie Baltay Sundstrom（米国地質調査所）
期　　間：令和２年１月 20 日～令和２年１月 25 日
用　　務：波動場から未来の波動場を予測する手法及び震動即時予測の研究や、米国内での地震動即時警報の運用に向けての動きについての議論
担当研究者：干場充之（地震津波研究部）

Mr. Jason E.Box （デンマーク・グリーンランド地質調査所）
Mr. William T. Colgan（デンマーク・グリーンランド地質調査所）
期　　間：令和２年２月 29 日～令和２年３月 12 日
用　　務：第 6 回国際北極研究シンポジウム ISAR-6 への参加・発表と、グリーンランドでの研究に関する打ち合わせ
担当研究者：庭野匡思（気象予報研究部）

JICA 研修受け入れ

令和元年度　課題別研修「気象業務能力向上」

Mr. HOSSAIN Shah Md Shajib（バングラディシュ）
Mr. NHANTUMBO Bernardino Joao（モザンビーク）
Mr. CHONGUE Luis Adriano（モザンビーク）

Ms. Khaing Soe Oo（ミャンマー）
Mr. ROJAS John Ariel Tomboc（フィリピン）
Mr. AUVAE Maccarios Samuelu（サモア）
Ms. RITMAHUN Napornpan（タイ）
Mr. HAUSI Sitaniselao Tuitupou（トンガ）
Mr. TRAN Duy Thuc（ベトナム）

期　　間：令和元年 11 月５日
対応研究者：山崎明宏、工藤　玲（気象観測研究部）、折笠成宏、田尻拓也（気象予報研究部）、財前祐二（全球大気海洋研究部）、梅原章仁、足立　透（台風・災害気象研究部）、小司禎教（気象観測研究部）、酒井　哲（台風・災害気象研究部）

９．委員・専門家等

ここでは、令和元年度に気象研究所の職員が外部機関から委嘱を受けた委員・専門家等（平成 30 年度以前から継続しているものも含む）について、個人別に五十音順で掲載している。

９．１．国際機関の委員・専門家等

青梨和正	・ 天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）耐風・耐震構造専門部会日本側専門部会作業部会 D 委員
足立アホロ	・ 対流圏プロファイルに関する国際会議（ISTP）プログラム委員
石井雅男	・ IPCC 第 1 作業部会主要執筆者（AR6-WG1-LA）
	・ WMO 気候委員会（CCl）*委員
	・ WMO 気候サービスに関する政府間委員会（IBCS）*メンバー
	・ ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）・海洋科学研究委員会（SCOR）国際海洋炭素連携プロジェクト（IOCCP）科学運営グループ委員
	・ 北太平洋海洋科学機関（PICES）気候－炭素部会委員
	・ WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）現場観測支援センター（OPS）* 全球船舶海洋観測研究プログラム（GO-SHIP） 推進委員
	・ 全球海洋観測システム（GOOS）生物地球化学のための海洋観測パネル（BGCP）共同議長
今田由紀子	・ 気候と海洋-変動性と予測可能性、変化に関する研究（CLIVAR）太平洋地域パネル（PRP）委員
碓氷典久	・ WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 全球海洋データ同化実験海洋概観プロジェクトデータ同化タスクチーム（DA-TT）メンバー
大河原望	・ WMO 測器観測法委員会（CIMO）* 直接観測技術と相互比較に関する作業部会 放射基準に関するタスクチームメンバー
大島　長	・ 北極評議会/北極圏監視評価プログラム作業部会(AMAP)/短寿命気候強制力因子専門家会合グループメンバー
折笠成宏	・ 国際気象学・大気科学協会（IAMAS） 国際雲・降水委員会委員
梶野瑞王	・ Atmosphere, Editorial Board Member
	・ Asian Journal of Atmospheric Environment, Editorial Advisory Board Member
高野洋雄	・ WMO 大気科学委員会（CAS）* WWRP 科学運営委員会（SSC）熱帯低気圧上陸過程に関する専門家チームメンバー
	・ WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 防災専門家チーム（ETDRR）コアメンバー
	・ WMO 沿岸浸水予測実証計画（CIFDP）* 推進委員会メンバー
酒井　哲	・ WMO 測器観測法委員会（CIMO）* リモートセンシング技術に関する作業部会 新しいリモートセンシング技術に関する専門家チームメンバー
小司禎教	・ 全球気候観測システム基準高層観測網（GRUAN）*タスクチーム 2（全球航法衛星システムによる可降水量） 委員
	・ 天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR） 耐風・耐震構造専門部会日本側幹事会委員
	・ 国際測地学協会研究会 4.3.7（IAG SG4.3.7「リアルタイム GNSS プロダクト」）メンバー
	・ 国際測地学協会合同作業グループ 4.3.8（IAG JWG4.3.8「気候のための GNSS 大

気プロダクト」)メンバー

高薮　出
- IPCC 第 1 作業部会主要執筆者（AR6-WG1-LA）
- 天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）耐風・耐震構造専門部会日本側専門部会作業部会 D 委員

田中泰宙
- エーロゾルに関する国際協力（ICAP）コアメンバー
- WMO 全球大気監視計画（GAW）モデル応用科学諮問部会 委員
- WMO SDS-WAS アジアノード 予測検証ワーキンググループ 委員

辻野博之
- 世界気候計画(WCRP)* 気候と海洋-変動性と予測可能性、変化に関する研究（CLIVAR）海洋開発パネル(OMDP) Emeritus

仲江川敏之
- WMO 気候委員会（CCl）* 気候リスクとセクター別気候指標に関する専門家チーム共同リーダー
- 国際気象学・大気科学協会（IAMAS） 気候に関する国際委員会委員（ICCL）
- 台風委員会作業部会 気象作業部会 気候変動影響専門家チームメンバー

高谷祐平
- WMO 基礎システム委員会（CBS)/気候委員会（CCl）* 合同現業季節予報専門家チーム(IPET-OPSLS)委員
- 世界天気研究計画/世界気候研究計画（WWRP/WCRP）* 季節内から十年規模の気候予測作業部会（WGWIP）メンバー
- 世界天気研究計画/世界気候研究計画（WWRP/WCRP）* 季節内から季節予測プロジェクト(S2S)運営グループメンバー
- WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 全球海洋データ同化実験海洋概観プロジェクト科学運営チーム（GOVST）結合予測タスクチーム(CP-TT)メンバー
- 全球海洋観測システム（GOOS）* 2020 年以降の熱帯太平洋観測システムに関する検討グループ（TPOS2020）運営委員会メンバー

橋本徹夫
- 天然資源の開発利用に関する日米会議（UJNR）耐風・耐震構造専門部会日本側委員

藤井陽介
- WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 全球海洋データ同化実験海洋概観プロジェクト科学運営チーム（GOVST）コアメンバー
- WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 全球海洋データ同化実験海洋概観プロジェクト観測システム評価タスクチーム（OSEval-TT）共同議長
- 気候と海洋-変動性と予測可能性、変化に関する研究（CLIVAR）全球観測と統合化に関するパネル（GSOP）科学運営委員

眞木貴史
- 日中韓三カ国環境大臣会合 砂塵嵐ワーキンググループ 専門委員
- WMO SDS-WAS アジアノード 副議長

山口宗彦
- WMO 大気科学委員会（CAS）* WWRP 科学運営委員会（SSC） 予測可能性・力学過程及びアンサンブル予報に関する作業部会(PDEF)

和田章義
- WMO 台風委員会 （UNESCSP）Tropical Cyclone Research and Review Associate Editor
- WMO/IOC 合同海洋・海上気象専門委員会（JCOMM）* 大気海洋結合モデルによる短期及び中期予報準備チーム（SMRCP-TT）メンバー

* 世界気象機関（WMO）に属する委員会等

９．２．国内機関の委員・専門家等

青梨和正　・宇宙航空研究開発機構　地球環境変動観測ミッション(GCOM)AMSR 後継機センサチーム委員会委員
・宇宙航空研究開発機構　地球環境変動観測ミッション(GCOM)統合委員会委員

足立アホロ　・日本気象学会　第 40 期気象研究ノート編集委員会委員

足立光司　・東京理科大学　客員准教授

足立　透　・日本気象学会　第 40 期気象災害委員会委員
・総務省　次世代高機能気象レーダーの導入による周波数の有効利用のための技術的条件に関する調査検討会委員

荒木健太郎　・日本気象学会　第 40 期気象研究ノート編集委員会委員
・日本雪氷学会　電子情報委員会委員
・防災科学技術研究所　客員研究員
・三重大学　協力研究員（リサーチフェロー）
・名古屋市港防災センター　展示監修・ワークショップ講座講師

安藤　忍　・日本測地学会　編集委員

石井雅男　・文部科学省　IPCC 国内連絡会メンバー
・文部科学省　IPCC 第 1 作業部会国内幹事会メンバー
・日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 IMBeR 小委員会委員
・海洋研究開発機構　IOC 協力推進委員会海洋観測・気候変動国内専門部会委員
・東京大学　海洋資源利用促進技術開発プログラム　海洋情報把握技術開発「BGC-Argo 搭載自動連続炭素系計測システムの開発」助言委員会委員

石井正好　・日本気象学会　第 40 期 SOLA 編集委員会委員
・筑波大学　生命環境系　教授（連携大学院）
・国立環境研究所　スーパーコンピュータ研究利用専門委員会委員

石元裕史　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

今田由紀子　・日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
・東京大学大気海洋研究所　共同研究運営委員会気候モデリング研究部会委員
・日本気象学会　第 40 期天気編集委員会委員

上清直隆　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

碓氷典久　・宇宙航空研究開発機構　海洋・宇宙連携委員会 End-to-End ユーザグループ「水産・沿岸環境」委員
・宇宙航空研究開発機構　海面高度計ミッション(COMPIRA)委員会委員

梅原章仁　・日本気象学会　第 40 期天気編集委員委員
・日本気象学会　第 40 期電子情報委員会委員

遠藤洋和　・日本気象学会　第 40 期気象研究ノート編集委員会委員

大河原　望　・国立環境研究所　気候変動の影響観測・監視の推進に向けた検討チーム委員

大島　長　・日本気象学会　第 40 期天気編集委員会委員

大野木和敏　・日本気象学会　学術委員会データ利用部会委員

岡本幸三　・日本学術会議委員（地球惑星科学委員会地球・惑星圏分科会地球観測将来構想小委員会委員）

	・宇宙航空研究開発機構　降水観測ミッション(PMM)利用検討委員会委員及び GPM 後継ミッション検討分科会委員
	・宇宙航空研究開発機構　地球環境変動観測ミッション(GCOM)AMSR 後継機センサチーム委員会委員
	・宇宙航空研究開発機構　雲エアロゾル放射ミッション(EarthCARE)委員会委員
尾瀬智昭	・日本学術会議委員(環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 GEWEX 小委員会委員)
小木曽　仁	・日本地震学会　地震学夏の学校 2020 実行臨時委員
奥山　哲	・日本地球惑星科学連合　2019 年大会プログラム委員
	・日本地球惑星科学連合　JpGU-AGU Joint Meeting 2020 プログラム委員会委員
	・日本測地学会　評議員
	・日本測地学会　庶務委員
小田真祐子	・日本気象学会　第 40 期教育と普及委員会委員
鬼澤真也	・日本火山学会　編集委員会委員
小畑　淳	・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
梶野瑞王	・日本エアロゾル学会　エアロゾル研究編集委員会委員
	・筑波大学　生命環境系　准教授（連携大学院）
	・弘前大学被ばく医療総合研究所　客員研究員
	・人間文化研究機構　総合地球環境学研究所　共同研究員
	・金沢大学環日本海域環境研究センター　共同研究員
	・大気環境学会　放射性物質動態分科会　幹事
	・日本分析センター 大気環境における放射性物質の常時監視に関する評価検討会委員
勝間田明男	・建築研究所　研究評価委員会委員
	・建築研究所　研究評価委員会構造分科会　委員
川合秀明	・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
川瀬宏明	・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期教育と普及委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期電子情報委員会委員
	・日本雪氷学会　関東・中部・西日本支部理事
	・（一社）日本気象予報士会　気象予報士 CPD 運営委員会の委員及び認定委員
川畑拓矢	・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
	・神戸大学　非常勤講師（客員准教授）
川端康弘	・日本気象学会　第 40 期役員候補者選挙管理委員会委員
楠　研一	・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期気象災害委員会委員
工藤　玲	・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員
	・東京理科大学　客員研究員
高野洋雄	・内閣府戦略的イノベーション創造プログラム　高潮・高波予測システム開発作業部会委員
小久保一哉	・内閣府　火山防災に係る技術動向検討グループ委員
小寺祐貴	・日本地震学会　地震学夏の学校 2020 実行臨時委員
小林ちあき	・日本学術会議　環境学委員会・地域惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 SPARC 小委員会委員

近藤圭一　・国立研究開発法人理化学研究所客員研究員
財前祐二　・福岡大学産学官連携研究機関　福岡から診る大気環境研究所　研究員
・東京理科大学　客員教授
齊藤直彬　・日本気象学会　第 41 期役員候補者選挙管理委員会委員
齋藤　誠　・内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)イノベーション戦略コーディネーター
・火山研究人材育成コンソーシアム構築事業　火山研究人材育成プログラム担当者
・火山噴火予知連絡会　委員
・火山噴火予知連絡会　火山活動評価検討会委員
・火山噴火予知連絡会　火山観測体制等に関する検討会委員
・火山噴火予知連絡会　伊豆部会委員
・火山噴火予知連絡会　草津白根山部会委員
・火山噴火予知連絡会　霧島山部会委員
・火山噴火予知連絡会　口永良部島部会委員
・火山噴火予知連絡会　霧島山（新燃岳）総合観測班幹事
・火山噴火予知連絡会　口永良部島総合観測班幹事
酒井　哲　・レーザセンシング学会　運営委員会委員
・レーザセンシング学会　企画委員会委員
・レーザセンシング学会　衛星搭載ライダーに関するプロジェクト調査委員会委員
・国立環境研究所　客員研究員
・宇宙航空研究開発機構　大気浮遊物質検地ライダー実用化検討委員会委員
佐藤英一　・日本風工学会　風災害研究会委員
・日本風工学会　代表委員会委員
嶋田宇大　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員
小司禎教　・日本気象学会　第 40 期気象災害委員会委員
・日本地球惑星科学連合　環境災害対応委員会委員
新堀敏基　・内閣府　火山防災に係る技術動向検討グループ委員
鈴木　修　・内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)イノベーション戦略コーディネーター
・日本風工学会　理事
・日本風工学会　日本風工学会代表委員会委員
・日本風工学会　運営・学術委員会委員
・河川情報センター　レーダ雨量計活用による河川情報高度化検討会委員
・防災科学技術研究所　「攻め」の防災に向けた気象災害の能動的軽減を実現するイノベーションハブ運営委員会委員
清野直子　・日本気象学会　第 40 期人材育成・男女共同参画委員会委員
・国立研究開発法人防災科学技術研究所　大型降雨実験施設運用委員会委員
関山　剛　・日本学術会議　環境学委員会・地域惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 IGAC 小委員会委員
・日本大気化学会　運営委員会における学会誌編集委員
・日本大気化学会　第 11 期運営委員
瀬古　弘　・国立研究開発法人海洋研究開発機構　招聘上席研究員
高谷祐平　・日本気象学会　第 40 期 SOLA 編集委員会委員

高薮　出	・文部科学省　IPCC 国内連絡会メンバー
	・文部科学省　IPCC 第 1 作業部会国内幹事会メンバー
	・環境省地球環境局　中央環境審議会委員
	・国土交通省水管理・国土保全局　「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」委員
	・次世代安心・安全フォーラム　次世代安心・安全ＩＣＴフォーラム運営委員
竹内義明	・宇宙航空研究開発機構　地球観測研究センター(EORC)アドバイザリ委員会委員
田中泰宙	・茨城県　東海地区環境放射線監視委員会評価部会専門員
	・日本気象学会　第 40 期電子情報委員会委員
	・筑波大学計算科学研究センター　共同研究委員会委員
谷川朋範	・日本雪氷学会　BGR 編集委員会委員
	・日本雪氷学会　関東・中部・西日本支部理事
溜渕功史	・日本地震学会　広報委員会委員
	・日本地震学会　ジオパーク支援委員会委員
	・日本地震学会　地震学夏の学校 2020 実行臨時委員
辻野博之	・日本気象学会　第 40 期 SOLA 編集委員会委員
	・東京大学大気海洋研究所　共同研究運営委員会委員
坪井一寛	・ＪＡＬ財団　第 3 期航空機による地球環境観測推進委員会委員
	・産業技術総合研究所　客員研究員
出牛　真	・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員
永井智広	・計測自動制御学会　部会運営委員
	・国立環境研究所　客員研究員
	・レーザセンシング学会　理事（庶務担当）
	・レーザセンシング学会運営委員会委員
仲江川敏之	・日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 GEWEX 小委員会委員
	・国土交通省水管理・国土保全局水資源部　水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会委員
	・環境省　気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ委員
	・日本気象学会　第 40 期理事
	・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員長
	・日本気象学会　第 40 期企画調整委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期 SOLA 編集委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期教育と普及委員会副委員長
	・東京大学生産技術研究所　リサーチフェロー
長岡　優	・日本地震学会　地震学夏の学校 2020 実行臨時委員
永田広平	・日本地震学会　地震学夏の学校 2020 実行臨時委員
庭野匡思	・日本気象学会　第 40 期天気編集委員会委員
	・日本雪氷学会　電子情報委員会委員
	・日本雪氷学会　BGR 編集委員会委員
	・北極環境研究コンソーシアム　第 5 期北極環境研究コンソーシアム運営委員会委員
	・第 6 回国際北極研究シンポジウム組織委員会　組織委員会委員
	・防災科学技術研究所　客員研究員

橋本明弘　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員
・日本気象学会　第 40 期電子情報委員会委員
・日本気象学会　第 40 期人材育成・男女共同参画委員会委員
・防災科学技術研究所　客員研究員

橋本徹夫　・国土地理院　地震予知連絡会委員
・文部科学省　地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会委員
・文部科学省　地震調査研究推進本部地震調査委員会高感度地震観測データの処理方法の改善に関する小委員会委員
・文部科学省　地震調査研究推進本部地震調査委員会地震活動の予測的な評価手法検討小委員会
・文部科学省　「活断層帯から生じる連動型地震の発生予測に向けた活断層調査研究」外部評価委員会委員
・防災科学技術研究所　研究開発課題外部評価委員会委員

林　修吾　・日本気象学会　第 40 期天気編集委員会委員
・日本気象学会　第 40 期気象災害委員会委員
・日本大気電気学会　第 26 期　選挙管理委員
・防災学術連携体　防災連携委員

林　昌宏　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

原田やよい　・日本気象学会　第 40 期地球環境問題委員会委員

廣川康隆　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

弘瀬冬樹　・日本地震学会　地震編集委員会委員

藤井陽介　・日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
・宇宙航空研究開発機構　海面高度計ミッション（COMPIRA）委員会委員、沿岸予測コアグループ実務者会合委員、SWOT RA 活動委員
・統計数理研究所　客員准教授

干場充之　・文部科学省　地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会強震動予測手法検討分科会委員
・日本地震学会　理事
・日本地震学会　役員代議員
・日本地震学会　強震動委員会委員長
・日本地震学会　災害調査委員会委員
・日本地震学会　地震学を社会に伝える連絡会議委員
・建築研究所　国際地震工学研修評価委員会委員
・建築研究所　国際地震工学研修カリキュラム部会委員

前田修平　・環境防災総合政策研究機構　水災害から命を守るビジュアル事典編集委員
・三重大学大学院　非常勤講師

益子　渉　・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

水田　亮　・日本学術会議　環境学委員会・地球惑星科学委員会合同 FE・WCRP 合同分科会 CLIVAR 小委員会委員
・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
・日本気象学会　第 40 期地球環境問題委員会委員

水野吉規　・（一社）日本流体力学会　「ながれ」編集委員

村田昭彦	・環境省　気候変動の影響に関する分野別ワーキンググループ委員
	・環境省　気候変動適応策の PDCA 手法検討委員会委員
毛利英明	・防衛装備庁　外部評価委員会委員
	・神戸大学　非常勤講師（客員教授）
安田珠幾	・日本気象学会　第 40 期地球環境問題委員会委員
	・日本海洋学会　幹事
柳瀬　亘	・日本気象学会　第 40 期天気編集委員会委員
	・日本気象学会　第 40 期気象集誌編集委員会委員
山口宗彦	・日本気象学会　第 40 期学術委員会委員
	・岐阜大学　工学部非常勤講師
山崎明宏	・福岡大学産学官連携研究機関　福岡から診る大気環境研究所　研究員
山田芳則	・中央大学　兼任講師
山中吾郎	・日本海洋学会　評議員
山本剛靖	・文部科学省　地震調査研究推進本部地震調査委員会津波評価部会委員
吉田　智	・日本大気電気学会　第 26 期運営委員
渡邉俊一	・日本気象学会　第 40 期講演企画委員会委員

気象研究所年報（令和元年度）

編集・発行　気象庁　気象研究所
〒305-0052　茨城県つくば市長峰１－１
電話：(029)853-8535
URL：http://www.mri-jma.go.jp