

## 研究プロフィールシート（終了時評価）

研究課題名：データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究

（副課題1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

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

（副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

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

研究期間：5年計画第5年度（令和元年度～令和5年度）

研究費総額：105,318千円

研究代表者：青梨和正（令和元年度）気象観測研究部長

瀬古弘（令和2～4年度）気象観測研究部長

石元裕史（令和5年度）気象観測研究部長

研究担当者：

（副課題1）副課題代表者：[気象観測研究部] 岡本幸三

担当研究者：

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

[気象予報研究部] 中川雅之

[台風・災害気象研究部] 林昌宏（令和元～4年度）

（副課題2）副課題代表者：[気象観測研究部] 瀬古弘（令和元年度）、川畑拓矢（令和2～5年度）

担当研究者：

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

[気象予報研究部] 藤田匡（令和2～4年度）

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

（副課題3）副課題代表者：[気象観測研究部] 石元裕史（令和元～4年度）、山崎明宏（令和5年度）

担当研究者：

[気象観測研究部] 山崎明宏（令和元～4年度）、石田春磨（令和5年度）、工藤玲、

林昌宏（令和5年度）、太田芳文（令和4～5年度）、瀬古弘（令和5年度）  
[気象予報研究部] 大河原望、谷川朋範、長澤亮二、田尻拓也（令和5年度）  
[台風・災害気象研究部] 林昌宏（令和元～4年度）、荒木健太郎（令和元、5年度）  
（副課題4） 副課題代表者：[気象観測研究部] 小司禎教（令和元～3年度）、酒井哲（令和4～5年度）

担当研究者：

[気象観測研究部] 酒井哲（令和元～3年度）、吉田智、小司禎教（令和4年度）、西橋政秀（令和4～5年度）、及川栄治（令和4～5年度）、瀬古弘（令和5年度）  
[台風・災害気象研究部] 永井智広（令和元～3年度）  
[企画室] 小司禎教（令和5年度）

研究協力者：（氏名・機関）

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

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

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

な取り組み事項として「豪雨等の予測精度向上」と「長いリードタイムの確保のための観測・予測技術の高度化」の必要性が指摘されている。

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

静止気象衛星や各種地球観測衛星についても、既存の観測データの高機能・高時空間分解能化と共に、ハイパースペクトル赤外サウンダやドップラー風ライダー等の新しい観測センサの搭載が検討されている。これらの衛星の進歩に対応した利用法を開発すること、つまり、社会に有用な大気・地表面情報やデータ同化等を通じた数値モデル精度向上に資する情報を衛星プロダクトとして提供する必要がある(副課題 1, 3)。それらの実現のためには雲・エアロゾル・火山灰・降雪・積雪等を対象とした大気地表面系の精密かつ高度な放射計算技術と、それをを用いた衛星データ解析手法の開発が不可欠である(副課題 3)。また、エアロゾルの組成別の情報や雲の特性、これらによる放射収支メカニズム等をより正確に把握することは、自然災害の激甚化・頻発化の可能性が指摘されている地球温暖化の監視・予測における大きな不確定要素であるエアロゾル及び雲の放射強制力の科学的理解を深めるために必要である(副課題 3)。

#### (学術的背景・意義)

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

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

可視から赤外、マイクロ波にいたる波長での衛星観測に応じた大気地表面からの

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

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

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

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

(気象業務での意義)

全球数値予報システムは気象業務の最も重要な技術基盤の一つであり、その精度向上には全球スケールでのデータ同化技術の改良が不可欠となっている。全球数値予報システムの精度向上は、防災情報の精度向上に資するだけでなく、2 週間より長い時間スケールを対象とする解析予測システムの技術基盤にもなっており、波及効果は非常に大きい。衛星データ同化手法の改良は、数値予報の改善に向けて不可欠であり、気象庁情報基盤部数値予報課から特に「全天候域での輝度温度同化」の技術開発を要望されている。また新規データの有効性の実証などへの期待も高い。さらに気象庁情報基盤部気象衛星課からは、「ひまわり後継衛星搭載センサのインパクト調査」を要望されている。(副課題 1)

数値予報課に対し、次世代のデータ同化システムの方向性を示し、また同化手法の改良につながる知見を提供する。情報基盤部数値予報課、気象庁大気海洋部観測整備課に対しては、新規データの観測システムシミュレーション実験(OSSE)等

を通じて、データ同化に有効な観測データを開拓し、予測を改善する観測データの条件等の知見を提供する。数値予報課、大気海洋部予報課と航空予報室に、現業利用が令和元年6月から開始されたメソアンサンブル予報システム改良についての知見を提供する。リードタイムの長い予報を提供できるよう高度なデータ同化手法の開発を行う。(副課題2)

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

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

## 2. 研究の目的

(全体)

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

### (副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

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

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

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

### (副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

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

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

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

### 3. 研究の目標

(全体)

目的を達成するため、以下を行う。

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

#### (副課題 1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

##### (a) 衛星データ同化の改良

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

##### (b) 全球データ同化システムの改良

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

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

##### (a) シビア現象に適用する高解像度非線形同化システムの開発

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

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

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

##### (c) 領域モデルを対象にしたアンサンブル予報の摂動作成法の検証

シビア現象を想定したアンサンブル予報の摂動作成法の改良と検証を行う。

#### (副課題 3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

##### (a) ひまわり等衛星データを利用した大気・地表面リトリーバル手法の開発

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

##### (b) ひまわりを用いた火山灰物理量推定アルゴリズムの開発

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

(c) 大気・地表面放射モデルの改良

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

(d) 大気放射収支の変動及びエアロゾル・雲の監視技術の高度化

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

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

(a) 水蒸気ライダー

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

(b) 船舶 GNSS

船舶 GNSS による海上での水蒸気観測手法の実用化に取り組む。

(c) 水蒸気の時・空間構造解析

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

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

#### 4. 研究結果

(1) 成果の概要

(全体)

3 章の研究の目標（全体）の項目に従って主な成果を挙げたい（詳細は、下の副課題毎の成果リストを参照いただきたい）。

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

- ・地上設置型マイクロ波放射計など様々な観測データに対する同化手法や、高密度・高頻度観測同化手法を開発し、降水予測や台風の表現が改善することを確認した。
- ・粒子フィルタや機械学習およびペナルティ項による非ガウス性導入などの開発により、シビア現象に対応するデータ同化システムの開発及び高度化を行った。
- ・大アンサンブルデータ同化システムを開発し、アンサンブルを用いた豪雨要因解明研究やキキクルを用いた洪水確率予測など、アンサンブルデータ利用手法の高度化を行った。
- ・全球データ同化システムの改良、観測誤差相関（水平、チャンネル間）の導入や高度化による観測情報の拡充、アンサンブルを用いた変分法同化システムの

水物質の共分散構造などの高度化を行った。

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

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

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

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

（副課題 1）衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

（a）衛星データ同化の改良

- ひまわり後継衛星への搭載を検討しているハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査のため、本庁気象衛星課や数値予報課と協力して全球及び領域同化システムを用いた OSSE を実行した。概要や領域同化結果について、論文や測候時報にまとめた。
- ひまわり赤外バンドの全天候域輝度温度（ASR）データの同化に向けて、雲の効果を考慮した品質管理、バイアス補正、観測誤差共分散モデルを開発した。晴天輝度温度と比較した改善効果を確認し、成果を取りまとめて論文投稿し受理された。
- 上記ひまわり ASR 同化処理を他の静止衛星に適用した。晴天輝度温度（CSR）データの同化と比べサハラ砂漠域での改悪が確認されたため、全天候輝度温度（ASR）データとの利用の違いについて詳細な調査を行っている。
- 晴天輝度温度データ（CSR）について、下層気温に感度を持つバンド 16 を新たに同化するため、品質管理処理の開発を行い、検証を行った。バンド 16 のように大気透過率が高く地表面の影響を受ける CSR を同化するには、放射計算に用いる地表面パラメータ（地表面温度など）の精度が重要である。そこで窓バンドの CSR から従来利用していたモデル第一推定値の地表面温度よりも高精度な地表面温度

をリトリブして用いた。その結果、バンド 16 の CSR 同化により解析・予測精度が改善する結果を得た。予測精度の改善率について見られた日変化について調査し、モデル大気下層バイアスが関連しているとの知見を得た。これらの成果について学会で発表した。また、これらの成果を取り纏めた論文を投稿し受理された。

- マイクロ波輝度温度同化における陸域高度利用を行うための、マイクロ波気温サウンダに対して陸面射出率の動的推定手法 (DE) を全球 MRI-NAPEX で開発した上で、気象庁数値予報課の NAPEX に移植し現業化に向けた調査を行った。さらに観測輝度温度と計算輝度温度の差が日中と夜間で大きく異なる主要因は地表面温度であることが判明したため、観測や第一推定値の誤差を考慮して射出率と地表面温度を同時推定できる新しい手法も提案・導入した。従来手法よりも概ね推定が適切に行われていることは確認できたものの、一部の雪氷域での温度推定に課題があることも判明し、調査を継続中。ここまでの成果をとりまとめて、国内外の学会で発表した。
- 衛星搭載ドップラー風ライダー (DWL) の同化利用に向けて、DWL 搭載衛星 Aeolus の観測データの同化インパクト評価を行った。特に台風進路予測の改善効果が大きい事が詳細な調査から分かり、その成果を纏めた論文を投稿した (査読中)。これらの成果について、国内外のワークショップ等で発表した。また、日本で検討されている仕様の疑似 DWL データを用い、OSSE を実施し、国内のワークショップで発表した。
- ハイパースペクトル赤外サウンダがもつ観測情報をデータ同化に有効に活用するため、情報圧縮手法のデータ同化への応用に関する研究を実施した。主成分スコアによる情報圧縮の応用を検討し、従来研究を広範囲に調査し、結果を論文として投稿した。主成分分析における固有ベクトルに基づいたチャンネル選択手法を開発した。選択したチャンネルの輝度温度データによる同化処理を可能にし、同化サイクル実験から予報精度への影響を調査した。その結果、当方法によって予報へのインパクトが大きいチャンネルを優先的に選択できることを証明した。結果について国内の学会において発表した。また、深層生成モデルのチャンネル選択への応用可能性について検討し、簡単な事例に対して試用し調査した。結果を国内の学会において発表予定である。
- 衛星搭載雲レーダ (EarthCARE や CloudSat) を用いたモデル検証・同化に向けて、全球モデルのレーダー反射因子観測の再現性を調査し、モデル計算値過小というバイアスがあることが分かった。また反射因子を同化できるように全球 4DVar を改良し、同化による解析場の変化を詳細に調査した。これらの成果をとりまとめて、国内外の学会で発表した。

#### (b) 全球データ同化システムの改良

- 気象研究所の全球 NWP 実験システム (MRI-NAPEX/G) について、研究所新計算機システムへの移植、バージョン更新を行った。同システム上で現実大気を対象とした研究を実施した。
- アンサンブル生成と決定論的解析を一つの変分法同化システムで行う同化システ

ムの研究を進め、完全に流れ依存した背景誤差共分散行列によって、解析や予報精度が明瞭に改善することを明らかにした（論文出版済）。

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

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

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

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

(a) シビア現象に適用する高解像度非線形同化システムの開発

- ガウス型誤差分布を基本とした従来の変分法同化システムにおいて枠組み内で弱い非ガウス性を持つ誤差分布を考慮するための手法を定式化し、効率的な実装に向けて具体的な誤差分布の選定方法や適切な近似手法について検討を行った。また、低自由度モデルを用いた実験システムを構築し、非ガウス性を考慮することで予報誤差が小さくなりうることを確認した。
- Huber ノルムを適用した LETKF を開発し、線状降水帯事例に適用した。
- LETKF による高頻度データ同化では観測空白域があったり観測演算子が非線形な場合に、アンサンブルにアウトライヤーが発生して解析精度が低下することを、理論的に明らかにした。その対策として、少ない追加計算コストで LETKF と観測摂動法による EnKF を組み合わせるハイブリッド EnKF を提案し、ローレンツ 96 モデルによるデータ同化実験によって、LETKF より高精度の解析値が得られることを明らかにした。これらの結果を査読論文にまとめて投稿した。
- 「富岳」および NAPS 上で、メソ NAPEX（メソスケール大気データ同化実験システム）および局地 NAPEX（局地スケール大気データ同化実験システム）を構築し、インパクト実験が行える環境を整えた。
- アンサンブル同化システムにおいて、同化データが多すぎる場合に予報精度が十分に改善できない問題について、観測数よりアンサンブルメンバー数を増やすことがより有効に予報を改善させることを示した。本成果については査読付き論文として出版した。
- データ同化による非現実的な水蒸気分布(負であったり過飽和の状態)に起因する

降水予報のスピンダウン問題について、変分法の枠組みで水蒸気分布に関する拘束条件を評価関数に適切に与えることで、スピンダウンの状態が軽減できることを示した。本成果については査読付き論文として出版した。

- ・ 非線形・非ガウスを陽に扱う手法として粒子フィルタの開発を進めている。OSSEを実施して観測誤差動的推定を行うことで安定した動作することを確認し、さらに、非線形・非ガウス性の起源を調べたところ、積雲発達時の上昇流から始まっていることがわかった。本成果については査読付き論文として出版した。

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

- ・ 流れに依存する背景誤差のスケール依存性を同化で考慮するためウェーブレット制御変数を導入した変分法の特長調査を行った。アンサンブル摂動の各スケール成分の重みが、卓越する気象現象に応じて、高度や要素により変動することを確認した。多数メンバーによる結果を参照してスケールごとの局所化を検討した。スケールごとの背景誤差特性が同化に適用され、インクリメントが観測データの間引き間隔に敏感に応答することが分かった。
- ・ 地上設置型マイクロ波放射計で観測した可降水量や 1D-Var で得られた温度や湿度の鉛直プロファイル、輝度温度について、気象研メソ NAPEX(メソスケール大気データ同化実験システム)を用いて同化実験を行った。可降水量や温度・湿度の鉛直プロファイルを同化すると予測精度が改善することを確認した。輝度温度を 2 分間隔の頻度で直接同化するとさらに予測精度が改善することを確認した。
- ・ 合成開口レーダー(SAR)の海上風プロダクト同化のインパクトを調査した。極端現象における観測データの有効活用のため、観測誤差分布関数として非ガウス分布である Huber 損失関数を導入した。また観測誤差の風速・入射角依存性を明らかにした。2019~2020 年の台風事例を対象に同化実験を行い、対流圏中層の風速の改善が得られることを示した。
- ・ 二重偏波レーダーのデータ同化を目的に、東京大学大気海洋研究所との共同研究の一環として、雲微物理スキームとレーダー観測シミュレーションを高度化した。観測を基にスキームの雨滴の粒径分布や雪の粒子形状の仮定を拡張することで予測精度向上が得られた。また gray zone スケールにおけるレーダー観測シミュレーションの結果から、台風境界層に対する境界層スキーム依存性を明らかにし、査読付き論文として出版した。
- ・ 豪雨の上流側の東シナ海上での洋上ドローン観測で得られた温度と湿度、水平風について、気象研メソ NAPEX を用いて同化実験を行った。それらのデータを用いることにより、降水予報の予測精度が改善する事例があることを確認した。
- ・ 気象庁地上マイクロ波放射計観測網で得られた可降水量と電子航法研究所で観測した航空機動態情報について、メソ NAPEX を用いて同化実験を行った。関東平野に発生した局地的大雨の事例では、マイクロ波放射計の可降水量と航空機動態情報、すなわち、水蒸気に加えて風や気温の情報を同時に同化することが、降水予報に対してより効果的であることがわかった。
- ・ 次期衛星のハイパースペクトル赤外サウンダのメソ OSSE の結果を分析した。メソ

OSSE の疑似観測データには 1 次元変分法 (1D-Var) リトリーバルデータ (T1 課題の成果) を用いた。平成 30 年 7 月豪雨、令和 2 年 7 月豪雨の事例では、晴天域でのインパクトが同化サイクルや予測を通じて伝播し、梅雨前線上の低圧域に伴う降水予測が改善した。平成 29 年 7 月九州北部豪雨では、スケールの大きい環境場が改善した。一方、局地的強雨の予測は不十分であり、本 OSSE の解像度などによる限界とみられた。

- 中国が運用を開始した現業静止気象衛星 FY-4B に搭載された赤外サウンダ GIIRS の L1 データを取得し、数値予報への活用を想定して、データ品質と特性の調査を行った。特に、GIIRS L1 データの虚数スペクトルとひまわり雲プロダクトを比較し、光学的に薄く、低い輝度温度の雲のシーンで虚数シグナルが大きい傾向があることが分かった。これらは同化前 QC の雲判定では検出困難な FOV 内部分雲を示唆していると考えられるため、虚数シグナルを用いた QC は有用かつ必須であることが分かった。
- ハイパースペクトル赤外サウンダの同化前データ品質管理におけるダスト (黄砂) の影響を調査した。昨年度までに試作した 2 チャンネル閾値判定手法を IASI, CrIS データに適用し、ダストを検出する閾値を定めることが可能であることを確認した。さらにダストの影響を受けたデータが QC を通過してメソ解析で同化されていることを確かめた。2023 年 4 月に比較的に大きな黄砂イベントが発生したため、同期間の GIIRS データとひまわりエアロゾルプロダクトを用いて 2 チャンネル閾値を定量的に見積もることができた。これにより、GIIRS データ単独でのダスト検出が可能であることが分かった。
- 水蒸気ライダーで得られた水蒸気鉛直プロファイルデータを気象研メソ NAPEX に同化することにより、大気下層の水蒸気場の解析値・予報値が共に改善することを確認した。また、2021 年 7 月 10 日に鹿児島県北西部で発生した線状降水帯事例に関して、水蒸気ライダーデータの同化により、降水域の予測精度が改善することが分かった。この結果を Monthly Weather Review に投稿し、現在リバイス中である。
- 三菱電機が開発した水蒸気 DIAL で得られた水蒸気濃度を気象研メソ NAPEX に同化する手法を開発した。初期的なデータ同化実験では、水蒸気プロファイルや予測する雨量の変化を確認した。
- ライダー品質管理に関して理化学研究所との共同研究の下、AI を用いたノイズ除去手法を開発し、従来手法を 40% 上回る精度を得ることができた。本成果の一部は査読付き論文として出版した。
- マイクロ波放射計搭載小型衛星群による高頻度観測の同化を想定した、衛星群の軌道シミュレーションおよび観測システムシミュレーション実験について、異なる群構成や河川流域での効果の検討を行ったその結果、観測頻度に加えて観測の時間間隔のばらつきが、降水予測精度に大きな影響を及ぼすことが分かった。
- 大気陸面結合同化に基づいた陸域の全天候マイクロ波データ同化手法を令和 2 年 7 月豪雨に適用し、洪水をもたらした雲降水域が適切に再現された。
- 赤外線大気サウンディング干渉計によって観測されることを想定した水蒸気量と

水蒸気同位体比の疑似観測データを作成し、それによる理想化実験を NICAM-WISO を用いて行った。結果、従来観測に加えて、衛星観測された水蒸気量や同位体比を追加で同化することで、観測が空白な地域を中心に水蒸気量や同位体比だけでなく、気温や水平風の精度がさらに向上することがわかった。これらの成果について学会や研究集会にて発表した。

- 衛星データ同化技術の高度化を目指した「成層圏から中間圏・下部熱圏の大気微量成分による放射冷却・加熱率推定」に向けて、地表から熱圏までを含む大気大循環モデルに化学輸送スキームを組み込み、2016年1月について現実大気再現実験を行なった。大気微量成分を一定としたシミュレーションに対して、大気微量成分による化学反応・輸送を含めたシミュレーションでは、上部中間圏から下部熱圏にかけての白夜（極夜）の領域でCO<sub>2</sub>の光解離が促進（抑制）されることを示した。また、オゾンに関しても、中間圏界面付近の日変動も良く再現することができた。

### (c) 領域モデルを対象にしたアンサンブル予報の摂動作成法の改良

- 平成30年の7月豪雨と平成29年の九州北部豪雨について特異値解析を行い、西日本の降水量に対する大気場の異質相関マップを求めた。7月豪雨について、異質相関マップから摂動を作成して予報すると、期待したように降水域の位置が変化することを確認した。本成果については査読付き論文として出版した。
- 1000メンバーによる大アンサンブル LETKF によって、2019年東日本台風に対して風向および風速に関する確率予測を精度良く行えることを示した。また台風進路予測に対して側面境界摂動が極めて重要であることを確認した。
- メソ解析システム NHM-LETKF (気象庁非静力学モデルを用いた局地アンサンブル変換カルマンフィルタ) を実行するにあたり実験設定やダウンスケーリング設定を簡易化した Python スクリプトのテストランを行い、アンサンブルメンバー50、解像度 15km, 5km の設定で2018年8月の東京周辺の雷雨事例を精度よく再現できることを確認できた。
- 1000メンバーによる大アンサンブル LETKF (局地アンサンブル変換カルマンフィルタ) によって、2022年7月18日から19日にかけて九州北部や中国地方で発生した線状降水帯の予測可能性の調査を実施し、半日程度前から豪雨発生の可能性を示した。
- 防災気象情報の高精度化のために洪水キキクル(流域雨量指数)と1000メンバーのアンサンブル気象予測を用いて2020年7月の球磨川の事例で洪水の確率予測を行った。甚大な被害が出た地域で洪水が発生する確率が約60%であることを災害が発生する12時間に示すことができた。比較対象としてMEPSの100メンバーの気象予測を用いた実験も行ったが1000メンバーの予測精度が優れていることが示された。
- 2019年東日本台風に対して、解像度1kmの1000アンサンブルは5kmの実験より陸上の強風発生確率をよく予測できることを確認した。また、側面境界摂動の影響は線状降水帯の事例よりも台風においての影響が大きいことを確認し、さらに

側面境界摂動の改良によって台風進路及び風速確率分布予測の改善を示した。

- ・2022年7月15日～18日にかけて九州地方で発生した線状降水帯事例について、100メンバー及び1000メンバーでのデータ同化実験と2km解像度での24時間決定論的及びアンサンブル予測実験を実施した。1000メンバー実験で、半日以上前から決定論予測は九州北部と山口県での豪雨の位置及び強度を精度良く予測した。また、発生時刻2、3時間程度の誤差を考慮することで豪雨の発生確率をよく捉えることがわかった。さらに100メンバーでの予測実験は、1000メンバーでの予測より精度は劣るものの概ね再現可能であることを確認した。
- ・メソアンサンブル予報システムを利用した顕著現象の予測可能性向上を目指し、メソアンサンブル初期摂動に総観場の不確実性を反映できる手法の開発を行った。本手法により、夏季冬季ともに降水確率予測精度が改善するとともに、顕著現象に対する複数気象シナリオの決定論的予測精度も改善することが明らかとなった。

### (副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

#### (a) ひまわり等衛星データを利用した大気・地表面リトリーバル手法の開発

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

#### (b) ひまわりを用いた火山灰物理量推定アルゴリズムの開発

- ・火山灰の組成情報(複素屈折率)をパラメータとした火山灰粒子散乱特性モデルを組み込んだ赤外サウンダ用高速スペクトルシミュレータ(MBCRM)を開発した。このシミュレータを用いて複数の火山噴火事例における火山灰雲の解析を行った。その結果から、火山灰雲の観測輝度温度スペクトルを最もよく説明する複素屈折率モデルが特定でき、赤外サウンダデータの解析から火山灰雲の組成情報を大まかに推定できることが示された。研究結果を論文としてAMT誌に投稿し、受理・掲載された(2022.1)。
- ・赤外サウンダ解析と同じ複素屈折率モデルを使った火山灰粒子モデルを独自開発のひまわり8号データ解析用の最適火山灰アルゴリズム(OVAA)に組み込むことで、火山灰雲物理量(光学的厚さ、粒径、灰雲頂高度およびカラム量)の推定を高度化した。また複数の火山噴火事例に対して、NOAA/NESDIS開発のアルゴリズムであるVOLCATとOVAAとの火山灰雲解析結果の比較を行い、リトリーバル結果

の違いについてまとめた。また OVAA を GCOM-C 衛星のチャンネルに対応させ、ひまわりと GCOM-C のマッチアップデータを解析することで、熱赤外 2 チャンネルでも GCOM-C の高解像度で火山灰雲解析が可能であることを示した。これらの研究成果についてまとめ論文を執筆中。

- ・霧島新燃岳噴火でのひまわり OVAA による火山灰雲推定結果を火山研究部第 2 研究室に提供し、気象庁移流拡散モデル (JMA-ATM) の初期値としてひまわり OVAA の結果が利用可能であることが示された。結果まとめを共著論文として EPS 誌に投稿し掲載された (2023. 3)。

#### (c) 大気・地表面放射モデルの改良

- ・A-Train の衛星搭載イメージャとライダーによるエアロゾル組成プロダクトについて、論文を作成し、国内外の学術誌に投稿、受理された。また、エアロゾル組成の全球三次元分布の長期変動を導出し、国内外の学会で発表した。
- ・A-Train の衛星用に開発した手法を、2024 年に打ち上げ予定の EarthCARE 衛星に応用する手法を開発した。新しい点として最先端の煤の非球形内部混合粒子を導入した。また、環境研と共同で EarthCARE 衛星搭載ライダー単独で雲とエアロゾルを解析する手法も開発した。これについて、JAXA の標準プロダクトとして JAXA に提出した。
- ・国際宇宙ステーションの SAGE III によるエアロゾル観測データを用いて、成層圏エアロゾルの粒径分布を導出する手法を開発した。そして、過去の火山噴火の影響等の解析結果を共著者として国際学術誌に投稿、受理された。マイクロ CT (断層撮影法) データを利用して開発した霰および雪片モデルを用い DDA 法による計算でテーブル化したレーダー反射特性について、またフェーズフィールド法を用いた積雪変質モデルの可能性と開発の進捗について積雪ワークショップで報告した (2022. 6)。
- ・不純物が内部混合した氷粒子の幾何光学散乱特性計算コードを開発し、吸収性物質の混合状態による光散乱特性の違いについての研究を行った。内部混合粒子の吸収特性は吸収性物質の混合状態 (不純物のサイズや氷内部での分布状態など) によって大きく異なり、混合粒子モデルの計算によく用いられている有効媒質近似は一般的な内部混合粒子の平均吸収特性を必ずしもうまく近似しているわけではないことがわかった。研究結果まとめを論文として執筆中。
- ・海氷の波長別偏光特性をシミュレートする大気-積雪・海氷系放射伝達モデルを改良し、より複雑な海氷・積雪状態でのシミュレーションを可能にした。

#### (d) 大気放射収支の変動及びエアロゾル・雲の監視技術の高度化

- ・現行のひまわり 8/9 号のシミュレーションデータと実際の観測データを使用し、エアロゾル組成、地表面アルベド、海上風速、クロロフィル a 濃度を推定する解析手法を開発し、各パラメータを推定可能か調査した。結果、光吸収性とダスト粒子の推定が難しいことが分かった。他のパラメータは十分とは言えないが、推定できることが分かった。
- ・気象研の敷地内で 2 台の全天カメラによる雲のステレオ観測を実施した。そして、雲分布の判別、ステレオ立体視によって雲底高度を推定する手法について、プロ

トタイプを開発し、事例解析を行った。ライダーを使って雲底高度を検証し、整合性を確認した。観測整備計画課、東京管区气象台と共同で、雲の目視代替観測を目的に、羽田空港で2台の全天カメラの観測を実施した。全天カメラで解析された雲層毎の雲量と雲底高度を、目視とシーロメータの観測結果と比較・検証した。

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

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

(a) 水蒸気ライダー

- 水蒸気ラマンライダーによる観測（長崎市野母崎、鹿児島県下甕島、気象研露場、神奈川県川崎市および茅ヶ崎市）を行い、期間中ほぼ連続的に水蒸気鉛直分布を、日中高度 0.2～約 1 km，夜間 0.2～約 5 km の範囲で取得した。
- 2020 年 6 月 25 日に長崎県北部で発生した線状降水帯事例に関連した大気下層における水蒸気の上昇の観測に成功した。この結果を気象研成果発表会で発表した。
- 九州での水蒸気ラマンライダーによる観測データをラジオゾンデ観測データと比較し相互検証を行い、その結果が本庁の現業ラジオゾンデ観測データ解析ソフトウェアの改善につながった。
- 水蒸気ラマンライダーやラジオゾンデの観測データを副課題 2 に同化用データとして提供するとともに、緊急研究課題の線状降水帯データベースに提供した。
- 今後の水蒸気データの現業利用に向けて、九州の水蒸気ライダーの観測データをリアルタイムで大気海洋部に提供した。
- 人工知能を利用した観測データの品質管理、デノイズ手法、及び最適な鉛直・時間解像度を評価する手法を開発した。その結果をまとめた論文がレーザーセンシング学会誌に掲載された。
- 長崎市野母崎における水蒸気ラマンライダー観測で得られた水蒸気プロファイルのデータ同化実験を行い、事例によっては降水予測の改善が得られることを確認した。その結果をまとめた論文が Monthly Weather Review に掲載された。
- 2021 年 7 月 10 日に鹿児島県北西部で発生した線状降水帯について水蒸気ライダーデータの解析を進めた。その結果この線状降水帯を引き起こした大気下層の湿潤なインフローは対流混合層内でのみで湿潤であることが分かった。通常、対流混合層の厚みは 2 km 以下であることから、大気下層の水蒸気観測の重要性を示した。この内容は Monthly Weather Review に投稿し、現在リバイス中である。
- AI 技術である Deep Image Prior（ニューラルネットワーク構造を利用した画像復元手法の一つ）を用いた水蒸気ラマンライダーデータのノイズ除去を適用する手法を開発し、従来手法に対し平均で 30% を超える精度改善が得られた。この結果は令和 4 年 6 月に気象庁から報道発表された。
- 東京都立大と共同開発している水蒸気 DIAL の観測精度改善のための開発・調整を行った。特に、光学設計ソフトウェアを用いた受信光学系の最適化や、調整用ミラー等の追加による送信光学系の再設計を行うとともに、ビームプロファイラーを活用した調整作業の効率化を実現した。また、送信レーザーの波長制御アルゴリズムも並行して開発し、試験観測を開始した。これらの成果を気象学会とレーザーセンシングシンポジウムで発表した。
- 気象研露場において、水蒸気ラマンライダーとドローン、ラジオゾンデ観測データを比較し、相互検証を行った。
- 気象研究所露場においてバイサラ社製水蒸気 DIAL、三菱電機社製 DIAL の検証観

測を行い、気象学会とレーザセンシングシンポジウムで発表した。

- ・バイサラ社製水蒸気 DIAL と三菱電機社製 DIAL 観測で得られた水蒸気データの初期的なデータ同化実験を行い、予報に対するインパクトを調査し、国際レーザレーダ会議、レーザセンシングシンポジウムで発表した。
- ・2022 年に長崎野母崎と下甕島で実施した水蒸気ラマンライダーデータとラジオゾンデーデータの比較解析を進めた。その結果、水蒸気ラマンライダーの水蒸気混合比の推定精度がおよそ 0.75kg であることが分かった。
- ・2017 年 8 月 19 日の東京での局地的大雨事例について、水蒸気ラマンライダー及び空港気象ドップラーライダー観測データと気象庁非静力学モデル(NHM)による再現実験結果を解析し、東京湾から上陸する海風前線が、16 時過ぎに武蔵野市付近で降水をもたらした積乱雲発生のトリガとなっていることを明らかにした。
- ・2018 年 9 月 2 日に羽田空港周辺で発生した積乱雲の発生・発達過程を羽田空港ドップラーライダー及び空港ドップラーレーダーで明瞭に捉えることに成功した。水蒸気ライダー観測で得た水蒸気の鉛直プロファイルとの比較から、下層水蒸気量の上昇により積乱雲の発達が強化されていることを示した。

#### (b) 船舶搭載 GNSS

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

#### (c) 水蒸気の時・空間構造解析

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

直プロファイルを修正できることを示した。

- 船舶 GNSS で推定可能な視線水蒸気量の模擬観測データを用いて、船舶が航行することにより推定領域内の視線数が増加し、水蒸気量偏差の3次元分布が推定できることを示した。
- レーダー屈折率の観測高度を確認するため、気象研構内で国立極地研究所と実施する数か月間にわたる大気下層のドローン観測の準備を行った。

## (2) 当初計画からの変更点 (研究手法の変更点等)

### (副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

変更なし。

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

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

### (副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

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

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

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

変更なし。

## (3) 成果の他の研究への波及状況

### (副課題1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

- 本課題で整備している気象研全球 NAPEX は、大気海洋結合同化に関する研究 (M 課題) でも基盤システムとして用いられている他、全球モデル検証や他の課題に関連した観測システム実験でも利用されている。また、気象研メソ NAPEX 導入、気象庁本庁の計算機システム更新、JAXA 等の庁外研究機関との協力等にも有効な環境や情報を提供している。
- 誤差共分散行列の高精度推定による観測情報の拡充、変分法によるアンサンブル同化、NWP システムの随伴演算子を用いた観測インパクト評価については、現実化を目指して数値予報課と協力して進めている (ソースコード、ツール等、提供済)。
- Aeolus 衛星やひまわり輝度温度高度利用についても、数値予報課と定例会や勉強

会で進捗を報告、開発管理サーバーを用いたソースコードの共有など、緊密に情報を共有しながら進めている。

- ・静止衛星搭載サウンダの OSSE は、ハイパーサウンダのひまわり後継衛星搭載決定に至る科学的議論に重要な情報を提供した。
- ・衛星搭載 DWL 同化について、宇宙航空研究開発機構（JAXA）や東京都立大学と連携して進めており、日本における将来の DWL 検討や衛星シミュレータ高度化に寄与している。
- ・全天候の赤外輝度温度同化開発に必要な衛星観測とモデル結果の整合性調査は、モデルの雲特性、特にバイアスの検証に有益であり、数値予報課や気象予報研究部と成果を共有している。

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

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

#### (副課題 3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

- ・本課題で開発した昼夜対応の全天カメラについて、高層気象台、東北大学、環境研、東京管区気象台、電子航法研究所で導入されたため、技術協力を行った。
- ・スカイラジオメータの解析ソフト Skyrad pack MRI version 2.1 を応用し、インドの国立大気科学研究所の研究者と共同で、SAGEIII/ISS のリムサウンディングによる成層圏エアロゾルの光学的厚さの観測からエアロゾルの数濃度粒径分布を導出する手法を開発した。
- ・全天カメラの校正手法を、JAXA、山梨大学、千葉大学と共同で開発中の GOSAT シリーズ地上検証用のカメラ型分光放射計に応用したソフトウェアを開発し、プログラムを共有した。
- ・気象庁現業の他、熊本県立大学、インド国立大気科学研究所などの国内外の研究機関にスカイラジオメータのデータ解析ソフト Skyrad pack MRI version 2.1 を提供し、技術協力を行った。
- ・A-Train の複合解析手法について JAXA に提供し、JAXA の WEB サイトを通して解析結果が公開された。
- ・EarthCARE 衛星のライダーを使ったエアロゾルの標準プロダクトを JAXA に提供した。
- ・産総研（フラックスネット）、環境研（GOSAT/GOSAT-2 検証）、金沢工大などのスカイラジオメータは、気象研究所の基準器と比較検定することで観測精度を維持しており、それぞれの機関の研究推進に貢献した。また、比較検定されたスカイラジオメータは地球観測衛星 GCOM-C の地上検証で使用されている。

- ・2020年8月上旬に福岡に到達した西之島火山性由来気塊の地上 In-situ 観測データの解析では、気象研究所の BC 測定器のデータが使われ、研究成果が福岡大学総合研究所ニュース&レポートにおいて報告された。また、福岡で実施している観測については、福岡大学福岡から診る大気環境研究所参画者でレビューペーパーを執筆し、学術誌「エアロゾル研究」に受理され、掲載予定である。

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

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

#### (4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

中間評価において、以下のような評価をいただきました。

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

中間評価でいただいた次の指摘事項について、以下の様に対応しています。

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

たい。

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

(コメント) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発については、九州・沖縄でのスカイラジオメータ観測解析の結果が報告された。今後は SKYNET や AERONET による多地点観測網の観測データを融合していくような研究が進むと発展性が高まるのではないかと。

(対応) 観測データの融合に関連して、ヨーロッパの研究者チームと共同で、スペイン、バレンシアの観測データを使って AERONET、Skyrad pack MRI version 2、Skyrad pack version 4.2 を比較した。Skyrad pack MRI version 2 は、特に SSA について、Skyrad pack version 4.2 よりも AERONET と整合的な結果を示した。その結果は、2022 年 7 月にギリシャで開催された International Radiation Symposium で発表され、共著者として参加した。

(コメント) 海上の水蒸気の観測が重要であることが示されたのであれば、それを機動的に観測する方法として、航空機による観測を検討されるべきではないかと。

(対応) 航空機観測は、気象研究所の令和 4 年度の緊急研究「集中観測等による線状降水帯機構解明研究」で実施されたが、関東地方を対象にした航空機観測を取り入れた課題を提案した科研費は採択されていない。引き続き、民間航空機の観測データである DAPs データ等の利用を含め、検討をしていきたい。

(コメント) 研究としての意義、面白さと社会実装の適否はかならずしも一致しない。出口を見据えて、つねにフィードバックをかけてほしい。

(対応) 出口として、学会や論文による発表に加えて、気象庁の現業システムでの利用が挙げられる。今後も、「防災」と「学術」を両方に貢献できる研究を推進していきたい。

## (5) 今後の課題

### (副課題 1) 衛星データ同化技術及び全球同化システムの改良

現在、進めている各衛星データ同化や全球データ同化処理開発は、引き続き改良や詳細な検証を進め、論文化や学会発表、数値予報課へのコードの提供等、結果のとりまとめを行う。特に全天候での赤外輝度温度同化、観測誤差相関を考慮した高密度化や観測誤差の最適化は、現業数値予報システムへの数年以内の導入を予定しており、引き続き数値予報課と緊密な連携を行う。さらにその先を見据えた研究・開発、例えば、ハイパースペクトル赤外サウンダの高度な処理、アクティブセンサや小型衛星の同化・処理高度化・インパクトの詳細な検証、アンサンブルを用いた

同化システム、場に依存した誤差相関処理、海面水温等境界付近の観測の同化などの研究開発を着実に進める。ひまわり後継衛星やDWLの観測システムを検討するためのOSSEは、本庁やJAXA等と連携しながら、より多くの事例での調査や同化処理の高度化等を行う。

気象研究として、今後も現業に耐えるスペックのNWPシステムを用いた高度な研究が不可欠である（現業から研究：O2R）。同時にこれまで得られている現業導入が可能な研究成果（誤差共分散行列の高精度化、変分法によるアンサンブル同化、風ライダー同化、赤外全天同化等）について、迅速に現業導入されること（研究から現業：R20）は、現業システムの精度向上だけでなく、このような研究の継続のためにも重要である。

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

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

#### （副課題3）衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

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

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

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

船舶搭載GNSSによる水蒸気観測について、令和4年度年までに気象庁船、海上

保安庁船、民間船への実装が行われた成果をまとめる。

## 5. 自己点検

### (1) 到達目標に対する達成度

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

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

#### (副課題3) 衛星・地上放射観測および放射計算・解析技術の開発

・大気不安定指数の推定など、衛星による大気プロファイルの推定には現行ひまわり等のイメージャよりも赤外サウンダに分がある。このため日射量推定などひまわりが主となる課題の達成をみた後の早い段階で研究対象をイメージャから赤外サウンダに切り替えた。複数の赤外サウンダデータを用いた解析などにより、不安定指数の推定に加えて台風中心部の解析や同化システムへの利用など、当初目標を上回る達成があった。

・火山灰解析における当初目標はNOAA/NESDIS開発のVOLCAT利用とその改良であった。しかしVOLCATアルゴリズム調査を進めるにつれ、その特殊性や拡張性に問題があることがわかり、開発の主体を自主開発アルゴリズムであるOVAAに切り替えることにした。その結果、ひまわりと赤外サウンダや高解像度イメージャの複合利用など、当初目標を上回る研究成果が得られることとなった。しかしその一方で本庁が利用しているVOLCATについては開発が進まず十分な成果は得られなかった。

・赤外波長での火山灰粒子モデルデータセットやマイクロCT画像から抽出した現実の霰形状・構造を用いた偏波レーダー特性テーブルは新しい衛星・地上リモートセンシング研究を行う上で重要なデータとなる。またひまわりOVAAや赤外サウンダシミュレータMBCRMなど新しい放射計算コードや地上マイクロ波放射計用1DVARコードなど研究に必要な放射計算ツールを開発し、当初の目標を達成した。

・衛星複合センサの解析手法の開発について、当初の目標を達成した。また、開発した手法を応用し、EarthCARE衛星のJAXA標準プロダクトの開発や成層圏エーロゾルの解析等、目標を超えた成果を上げることができた。

・全天カメラによる雲の観測手法の開発について、当初の目標を超えて、気象業務への貢献（観測整備計画課、東京管区气象台との羽田空港での観測）、様々な研究機関への導入を達成した。

・エーロゾルの長期変動の解析について、様々な地上観測データ、衛星観測データ、排出規制等の社会的な情報を解析することで、当初の目標を超えて、より長期・広域

データを解析することができた。また、目標を超えて研究が進んだことから、比較検証を通して地球システムモデル開発者へ貢献できた。

- ・全天カメラによる雲の観測手法の開発について、当初の目標を超えて、気象業務への貢献（観測整備計画課、東京管区気象台との羽田空港での観測）、様々な研究機関への導入を達成した。

- ・エーロゾルの長期変動の解析について、様々な地上観測データ、衛星観測データ、排出規制等の社会的な情報を解析することで、当初の目標を超えて、より長期・広域データを解析することができた。また、目標を超えて研究が進んだことから、比較検証を通して地球システムモデル開発者へ貢献できた。

- ・大気海洋部環境・海洋気象課と南極観測隊によるスカイラジオメータ観測では、検定観測・解析に係る技術提供を行うことで、安定運用に貢献することができた。

- ・エーロゾル光学特性等の連続観測の実施及びデータ解析を行い、気象研究所のホームページ「最先端の観測技術の開発」に関わる観測データを紹介において、解析結果のデータ利用に関する公開を行った。

- ・分校放射計の温度特性を評価し、温度依存性を解析結果に反映することにより、分光放射計校正技術の高度化を達成した。

#### （副課題 4）

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

#### （2）到達目標の設定の妥当性

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

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

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

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

#### （3）研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

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

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

(副課題 4)

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

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

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

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

(副課題 3)

- ・赤外サウンダ用解析ツールやひまわり火山灰解析など、計算結果がそのままデータ同化に利用可能なものや、地上マイクロ波放射計 1DVAR コードなど一部が既に本庁システムで利用されているものもある一方で、X線マイクロCTやフェーズフィールド法、内部混合氷粒子モデルなど、論文にする新規性はあるが実利用には一層の開発要素や継続した研究が必要な課題も残っている。
- ・衛星リモートセンシングによるエアロゾルの解析手法は、JAXA プロダクトとして提供した。また、その全球解析結果は、学術的な貢献にとどまらず、地球システムモデル開発者への貢献にもつながった。
- ・地上リモートセンシングによるエアロゾルの解析手法は、気象庁業務へ活用された。また、熊本県立大学やインド国立大気科学研究所など、国内外の研究機関に技術協力を行った。
- ・開発した全天カメラ及び雲の解析手法については、気象庁業務への活用のほか、東北大学をはじめとして、様々な研究機関に技術協力を行った。また、EarthCARE 衛星の雲プロダクトの検証や、航空機の安全運航に関する成田空港における観測プロジェクトなど今後の活用が計画されている。

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

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

船舶 GNSS 観測技術は現業化され、本庁業務に活用されている。

水蒸気ライダー観測により、線状降水帯発生に先行して流入する下層水蒸気の鉛直構

造を初めて明らかにしたことは、その機構解明につながるものであり学術的意義がある。

#### (5) 総合評価

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

## 6. 参考資料

### 6.1 研究成果リスト

#### (1) 査読論文

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

- 9 Hotta, D., T. Kadowaki, H. Yonehara, and T. Ishibashi, 2023: Twin-analysis verification: a new verification approach to alleviate pitfalls of own-analysis verification. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
- 10 Ken Sawada, Naoko Seino, Takuya Kawabata, and Hiromu Seko, 2023: Impacts of an Urban Canopy Scheme and Surface Observation Data on a Heavy Rain Event through Data Assimilation. *SOLA*, 19B, 1-4. (in press)
- 11 Kenichiro Kobayashi, Le Duc, Takuya Kawabata, Atsushi Tamura, Tsutao Oizumi, Kazuo Saito, Daisuke Nohara & Tetsuya Sumi , 2023: Ensemble rainfall-runoff and inundation simulations using 100 and 1000 member rainfalls by 4D LETKF on the Kumagawa River flooding 2020. *Progress in Earth and Planetary Science*, 10, 5.
- 12 Ming Li, Husi Letu, Hiroshi Ishimoto, Shulei Li, Lei Liu, Takashi Y. Nakajima, Dabin Ji, Huazhe Shang, Chong Shi, 2023: Retrieval of terahertz ice cloud properties from airborne measurements based on the irregularly shaped Voronoi ice scattering models. *Atmospheric Measurement Techniques*, 16, 331-353.
- 13 Yasutaka Ikuta, Masahiro Sawada, Masaki Satoh, 2023: Determining the impact of boundary layer schemes on the secondary circulation of Typhoon Faxai using radar observations in the gray zone. *Journal of the Atmospheric Sciences*.
- 14 Bomidi Lakshmi Madhavan, Rei Kudo, Madineni Venkat Ratham, Corinna Kloss, Gwenael Berthet, Pasquale Sellitto, 2022: Stratospheric aerosol characteristics from the 2017-2019 volcanic eruptions using the SAGE III/ISS observations. *Remote Sensing*, 15. (in press)
- 15 Satoh, M., S. Matsugishi, W. Roh, Y. Ikuta, N. Kuba, T. Seiki, T. Hashino, and H. Okamoto, 2022: Evaluation of cloud and precipitation processes in regional and global models with ULTIMATE (ULtra-sItE for Measuring Atmosphere of Tokyo metropolitan Environment): A case study using the dual-polarization Doppler weather radars.. *Progress in Earth and Planetary Science*, 9.
- 16 Satoru Yoshida, Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Yasutaka Ikuta, Yoshinori Shoji, Hiromu Seko, Koichi Shiraishi , 2022: Lidar observations and data assimilation of low-level moist inflows causing severe local rainfall associated with a mesoscale convective system. *Monthly Weather Review*, Vol. 150, No. 7, 1781-1798. (in press)
- 17 Saito, K., T. Matsunobu, and T. Oizumi, 2022: Effect of upper-air moistening by northward ageostrophic winds associated with a tropical cyclone on the PRE enhancement. . *SOLA*, 18, 81-87.
- 18 Fujita, T., K. Okamoto, H. Seko, M. Otsuka, H. Owada, and M. Hayashi, 2022: Mesoscale OSSE to Evaluate the Potential Impact from a Geostationary Hyperspectral Infrared Sounder. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (submitted)

- 19 Li, M., H. Letu, Y. Peng, H. Ishimoto, Y. Lin, T. Y. Nakajima, A. J. Baran, Z. Guo, Y. Lei, and J. Shi, 2022: Investigation of ice cloud modeling capabilities for the irregularly shaped Voronoi ice scattering models in climate simulations. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 22, 4809–4825.
- 20 Monica Campanelli, Henri Diemoz, Anna Maria Siani, Alcide di Sarra, Anna Maria Iannarelli, Rei Kudo, Gabriele Fasano, Giampietro Casasanta, Luca Tofful, Marco Cacciani, Paolo Sano, Stefano Dietrich, 2022: Aerosol optical characteristics in the urban area of Rome, Italy, and their impact on the UV index. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 1171–1183. (in press)
- 21 Jin, Y., T. Nishizawa, N. Sugimoto, S. Takakura, Ma. Aoki, S. Ishii, A. Yamazaki, R. Kudo, K. Yumimoto, K. Sato, and H. Okamoto, 2022: Demonstration of aerosol profile measurement with a dual-wavelength high-spectral-resolution lidar using a scanning interferometer. *Applied Optics*, 61, 3523–3532.
- 22 Khatri, P., T. Hayasaka, H. Irie, H. Letu, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. Takamura, 2022: Quality assessment of Second-generation Global Imager (SGLI)-observed cloud properties using SKYNET surface observation data. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 1967–1982.
- 23 Tran Thi Ngoc Trieu, I. Morino, O. Uchino, Y. Tsutsumi, T. Sakai, T. Nagai, A. Yamazaki, H. Okumura, K. Arai, K. Shiomi, D. F. Pollard, and B. Liley, 2022: Influences of aerosols and thin cirrus clouds on GOSAT XCO<sub>2</sub> and XCH<sub>4</sub> using Total Carbon Column Observing Network, sky radiometer, and lidar data. *International Journal of Remote Sensing*, 43, 1770–1799.
- 24 Fujita, T., H. Seko, and T. Kawabata, 2022: Effects of Flow Dependency Introduced by Background Error in Frequent and Dense Assimilation of Radial Winds Using Observation Error Correlated in Time and Space. *Monthly Weather Review*, 150, 481–503.
- 25 Letu H., T. Y. Nakajima, T. Wang, H. Shang, R. Ma, K. Yang, A. J. Baran, J. Riedi, H. Ishimoto, M. Yoshida, C. Shi, P. Khatri, Y. Du, L. Chen, and J. Shi, 2022: A new benchmark for surface radiation products over the East Asia-Pacific region retrieved from the Himawari-8/AHI next-generation geostationary satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 103, 873–888.
- 26 Ikuta, Y., H. Seko, and Y. Shoji, 2022: Assimilation of shipborne precipitable water vapour by Global Navigation Satellite Systems for extreme precipitation events. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. (in press)
- 27 Ishimoto, H., M. Hayashi, and Y. Mano, 2022: Ash particle refractive index model for simulating the brightness temperature spectrum of volcanic ash clouds from satellite infrared sounder measurements. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15, 435–458.
- 28 Ikuta, Y., F. Tadashi, O. Yukinari, and H. Yuki, 2021: Variational Data Assimilation System for Operational Regional Models at Japan Meteorological

- Agency. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 1563–1592.
- 29 Yoshifumi Ota, Miho Sekiguchi, and Yousuke Sato, 2021: Spatial-Scale Characteristics of a Three-Dimensional Cloud-Resolving Solar Radiation Budget Based on Monte Carlo Radiative Transfer Simulations. *SOLA*, 17, 228–233.
- 30 Aonashi, K., T. Tashima, T. Kubota, and K. Okamoto, 2021: Introduction of a mixed lognormal probability distribution function and a new displacement correction method for precipitation to the ensemble-based variational assimilation of the all-sky microwave imager brightness temperatures.. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 99, 1201–1230. (in press)
- 31 Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, and A. Okuyama, 2021: Examination of all-sky infrared radiance simulation of Hiwamari-8 for global data assimilation and model verification. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1–17. (in press)
- 32 Li, J., A. J. Geer, K. Okamoto, J. A. Otkin, Z. Liu, W. Han and P. Wang,, 2021: Satellite All-sky Infrared Radiance Assimilation: Recent Progress and Future Perspectives.. *Advances in Atmospheric Sciences*. (in press)
- 33 Sawada, K., Y. Honda, 2021: A constraint method for supersaturation in a variational data assimilation system. *Monthly Weather Review*. (in press)
- 34 Rei Kudo, Henri Di 70 moz, Victor Estell 70 s, Monica Campanelli, Masahiro Momoi, Franco Marengo, Claire L. Ryder, Osamu Ijima, Akihiro Uchiyama, Kouichi Nakashima, Akihiro Yamazaki, Ryoji Nagasawa, Nozomu Ohkawara, and Haruma Ishida, 2021: Optimal use of the Prede POM sky radiometer for aerosol, water vapor, and ozone retrievals. *Atmospheric Measurement Techniques*, 14, 3395–3426.
- 35 Sho Yokota, and Hiromu Seko, 2021: Ensemble-based singular value decomposition analysis to clarify the causes of heavy rainfall. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 2244–2263.
- 36 Le Duc, T. Kawabata, K. Saito, T. Oizumi, 2021: Forecasts of the July 2020 Kyushu Heavy Rain Using a 1000-Member Ensemble Kalman Filter. *SOLA*, 17, 41–47.
- 37 Michiko Otsuka, Hiromu Seko, Masahiro Hayashi, and Ko Koizumi, 2021: Data Validation and Mesoscale Assimilation of Himawari-8 Optimal Cloud Analysis Products. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 38, 223–242.
- 38 Hotta, D., and Y. Ota, 2021: Why does EnKF suffer from analysis overconfidence? – An insight into exploiting the ever-increasing volume of observations. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 147, 1258–1277.
- 39 Le DUC, Kazuo SAITO, Daisuke HOTTA, 2020: Analysis and design of covariance inflation methods using inflation functions. Part 1: Theoretical framework. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 146, 3638–3660.

- 40 Okamoto, H., K. Sato, A. Borovoi, H. Ishimoto, K. Masuda, A. Konoshonkin, and N. Kustova, 2020: Wavelength dependence of ice cloud backscatter properties for space-borne polarization lidar applications. *Optics Express*, 28, 29178.
- 41 Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Kazumori, M. Otsuka, H. Seko, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Ishimoto, M. Hayashi, H. Ishida, A. Ando, M. Takahashi, K. Bessho, H. Yokota, 2020: Assessment of the potential impact of a hyperspectral infrared sounder on the Himawari follow-on geostationary satellite. *SOLA*, 16, 162-168.
- 42 Li, W., F. Zhang, YI-N. Shi, H. Iwabuchi, M. Zhu, J. Li., W. Han, H. Letu, and H. Ishimoto, 2020: Efficient radiative transfer model for thermal infrared brightness temperature simulation in cloudy atmospheres. *Optics Express*, 28, 25730.
- 43 Nakajima, T., M. Campanelli, H. Che, V. Estelles, H. Irie, S. Kim, J. Kim, D. Liu, T. Nishizawa, G. Pandithurai, V. Soni, B. Thanana, N. Tugjsurn, K. Aoki, S. Go, M. Hashimoto, A. Higurashi, S. Kazadzis, P. Khatri, R. Kudo, A. Yamazaki, and 6 others., 2020: An overview of and issues with sky radiometer technology and SKYNET. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 4195-4218.
- 44 Tanikawa, T., K. Kuchiki, T. Aoki, H. Ishimoto, A. Hachikubo, M. Niwano, M. Hosaka, S. Matoba, Y. Kodama, Y. Iwata, and K. Stamnes, 2020: Effects of snow grain shape and mixing state of snow impurity on retrieval of snow physical parameters from ground-based optical instrument. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 125, e2019JD031858.
- 45 Ishibashi, T., 2020: Improvement of accuracy of global numerical weather prediction using refined error covariance matrices. *Monthly Weather Review*, 148, 2623-2643.
- 46 Masahiro Momoi, Rei Kudo, Kazuma Aoki, Tatsuhiro Mori, Kazuhiko Miura, Hiroshi Okamoto, Hitoshi Irie, Yoshinori Shoji, Akihiro Uchiyama, Osamu Ijima, Matsumi Takano, and Teruyuki Nakajima, 2020: Development of on-site self-calibration and retrieval methods for sky-radiometer observations of precipitable water vapor. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 2635-2658.
- 47 Jiang, Z., M. Duan, H. Che, W. Zhang, T. Nakajima, M. Hashimoto, B. Chen, and A. Yamazaki, 2020: Inter-comparison between the Aerosol Optical Properties Retrieved by Different Inversion Methods from SKYNET Sky Radiometer Observations over Qionghai and Yucheng in China. *Atmospheric Measurement Techniques*, 13, 1195-1212.
- 48 Okamoto, K. , Y. Sawada and M. Kunii, 2020: Comparison of assimilating all-sky and clear-sky infrared radiances from Himawari-8 • in a mesoscale system.. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 745-766.

- 49 Letu, H., K. Yang, T. Y. Nakajima, H. Ishimoto, T. M. Nagao, J. Riedi, A. J. Baran, R. Ma, T. Wang, H. Shang, P. 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.
- 50 S. Yoshida, S. Yokota, H. Seko, T. Sakai, T. Nagai, 2020: Observation System Simulation Experiments of Water Vapor Profiles Observed by Raman Lidar using LETKF System. *SOLA*, 16, 43-50.
- 51 Kawabata, T. and G. Ueno, 2020: Non-Gaussian Probability Densities of Convection Initiation and Development Investigated Using a Particle Filter with a Storm-Scale Numerical Weather Prediction Model. *Monthly Weather Review*, 148, 3-20.
- 52 Le DUC, Kazuo SAITO, Daisuke HOTTA, 2020: An Explanation for the Diagonally Predominant Property of the Positive Symmetric Ensemble Transform Matrix. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 98, 455-462.
- 53 Uchiyama, A., M. Shiobara, H. Kobayashi, T. Matsunaga, A. Yamazaki, K. Inei, K. Kawai, and Y. Watanabe, 2019: Nocturnal aerosol optical depth measurements with modified sky radiometer POM-02 using the moon as a light source. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 6465-6488.
- 54 Okamoto, H., K. Sato, A. Borovoi, H. Ishimono, K. Masuda, A. Konoshonkin, N. Kustova, 2019: Interpretation of lidar ratio and depolarization ratio of ice clouds using spaceborne high-spectral-resolution polarization lidar. *Optics Express*, 27, 36587-36600.
- 55 Gerry Bagtasa, Mylene G. Cayetano, Chung-Shin Yuan, Osamu Uchino, Tetsu Sakai, Toshiharu Izumi, Isamu Morino, Tomohiro Nagai, Ronald C. Macatangay, Voltaire A. Velazco, 2019: Long-range transport of aerosols from East and Southeast Asia to northern Philippines and its direct radiative forcing effect. *Atmospheric Environment*, 218, 1352-2310.
- 56 Khatri, P., H. Iwabuchi, T. Hayasaka, H. Irie, T. Takamura, A. Yamazaki, A. Damiani, H. Letu, and Q. Kai, 2019: Retrieval of cloud properties from spectral zenith radiances observed by sky radiometers. *Atmospheric Measurement Techniques*, 12, 6037-6047.
- 57 Masuda, R, H. Iwabuchi, K. S. Schmidt, A. Damiani, and R. Kudo, 2019: Retrieval of cloud optical thickness from sky-view camera images using a deep convolutional neural network based on three-dimensional radiative transfer. *Remote Sensing*, 11.
- 58 Kondo, K., and T. Miyoshi, 2019: Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics: a study with a 10240-member ensemble Kalman filter using an intermediate atmospheric general circulation model. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 26, 211-225.

- 59 Ujiie, M. and D. Hotta, 2019: Elimination of spectral blocking by ensuring rotation-free property of discretised pressure gradient within a spectral semi-implicit semi-Lagrangian global atmospheric model. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 3351-3358.
- 60 Nakajima TY., H. Ishida, TM. Nagao, M. Hori, H. Letu, R. Higuchi, N. Tamaru, N. Imoto, A. Yamazaki, 2019: Theoretical basis of the algorithms and early phase results of the GCOM-C (Shikisai) SGLI cloud products. *Progress in Earth and Planetary Science*, 6.
- 61 Takashima H., K. Hara, C. Nishita-Hara, Y. Fujiyoshi, K. Shiraishi, M. Hayashi, A. Yoshino, A. Takami, A. Yamazaki, 2019: Short-term variation in atmospheric constituents associated with local front passage observed by a 3-D coherent Doppler lidar and in-situ aerosol/gas measurements. *Atmospheric Environment*, 3.
- 62 Wada, A., H. Tsuguti, K. Okamoto, and N. Seino, 2019: Air-Sea Coupled Data Assimilation Experiment for Typhoons Kilo, 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.
- 63 Nishita-Hara, C., M. Hirabayashi, K. Hara, A. Yamazaki, and M. Hayashi, 2019: Dithiothreitol-measured oxidative potential of size-segregated particulate matter in Fukuoka, Japan: effects of Asian dust events. *GeoHealth*, 3, 160-173.
- 64 Hotta, D., and Y. Ota, 2019: Statistical generation of SST perturbations with spatio-temporally coherent growing patterns. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 145, 1660-1673.
- 65 瀬戸里枝, 鼎信次郎, 2023: 仮想観測シミュレーションと OSSE を組合せた小型マイクロ波衛星群データ同化による短期降水予測可能性と要求観測性能の評価法の提案. *水工学論文集*, Vol. 78, No. 2, 511-516.
- 66 新堀敏基, 林昌宏, 石元裕史, 2023: 気象衛星による大規模噴煙解析—2022年1月15日トンガ海底火山噴火の事例—. *験震時報 (論文)*. (in press)
- 67 川畑 拓矢, 上野 玄太, 2022: 雲解像粒子フィルタを用いた積乱雲の非ガウス性に関する研究. *統計数理*, 70, 133-151.
- 68 酒井 哲, 2022: 第34回 ライダーによる水蒸気の観測. *リモートセンシング学会誌*, 42, 152-156.
- 69 山崎明宏, 工藤玲, 白石浩一, 原圭一郎, 高島久洋, 林政彦, 西田千春, 内山明博, 2021: 2020年8月上旬に九州, 沖縄地方でスカイラジオメーターが観測した煙霧時のエアロゾル光学特性. *日本リモートセンシング学会誌*, 41, 551-562.
- 70 酒井 哲, 吉田 智, 永井 智広, 小司禎教, 2020: 豪雨予測に向けた水蒸気ライダーの開発と観測データを用いた研究. *レーザー研究*, 48, 595-598.

- 71 Goto, D., Sato, Y., Yashiro, H., Suzuki, K., Oikawa, E., Kudo, R., Nagao, T. M., and Nakajima, T., 2020: Global aerosol simulations using NICAM.16 on a 14 km grid spacing for a climate study: improved and remaining issues relative to a lower-resolution model. *Geoscientific Model Development*, 13, 3731-3768.
- 72 Sawada, Y., K. Okamoto, M. Kunii, and T. Miyoshi, 2020: Assimilating every-10-minute Himawari-8 infrared radiances to improve convective predictability. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, 124, 2546-2561.
- 73 泉敏治, 内野修, 酒井哲, 永井智広, 森野勇, 2019: つくばと佐賀に設置したミーライダーデータから算出した混合層高度の日変動・季節変動およびラジオゾンデ・客観解析データとの比較. *天気 (論文・短報)*, 66, 345-357.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)

- 1 Hiromu Seko, Yasutaka Ikuta, Hiroshi Ishimoto, Kentaro Araki, Tetsu Sakai, Kouichi Yoshimoto, Tetsuya Nakamura, Shingo Shimizu, 2023: Data Assimilation Experiments of Ground-based Microwave Radiometer and small UAV by using Meso-NAPEX. *WGNE RESEARCH ACTIVITIES IN EARTH SYSTEM MODELLING*, 53. (submitted)
- 2 Akaeda K., K. Saito, K. Sasaki, R. Kobayashi, and H. Ichijo, 2023: Training courses and seminars in the JICA technical cooperation project.. *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, 2023(15), 91-105.
- 3 Saito, K., M.K. Hung, and D.D. Tien, 2023: Development of a prototype system of the very short-range forecast of precipitation in Vietnam.. *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, 2023(15), 59-79.
- 4 Toshiro Inoue, Hiroshi Ishimoto, Masahiro Hayashi, Johannes Schmetz, 2022: Cirrus Clouds Observed From Himawari-8. *Studies of Cloud, Convection and Precipitation Processes Using Satellite Observations*, 179-205.
- 5 Takahashi, A., T. Sakai, T. Kawabata, S. Yoshida, and N. Ueda, 2022: Balance plot for visualizing and examining tradeoff between accuracy and data quantity of lidar water vapor measurement data. *レーザーセンシング学会誌 E3*, 124-135. (in press)
- 6 SAWADA Ken, SEINO Naoko, KAWABATA Takuya, and SEKO Hiromu, 2022: Effects of an Urban Canopy Scheme and Surface Observation Data on a Heavy Rain Event through Data Assimilation. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 52, 115-116.
- 7 Ikuta, Y., 2022: Chapter 23 - Radar data assimilation in numerical weather prediction models. *Precipitation Science*, 743-756.
- 8 Saito, K., L. Duc, T. Matsunobu and T. Kurihana, 2021: Perturbations by the ensemble transform. . *Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrological Applications*, 4, 115-141.

- 9 Miyoshi, T., K. Terasaki, S. Kotsuki, S. Otsuka, Y.-W. Chen, K. Kanemaru, K. Okamoto, K. Kondo, G.-Y. Lien, H. Yashiro, H. Tomita, M. Satoh, and E. Kalnay,, 2021: Enhancing data assimilation of GPM observations. *Precipitation Science – Measurement, Remote Sensing, Microphysics, and Modeling*, 787–804.
- 10 Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, and A. Okuyama, 2021: Examination of all-sky infrared radiance simulation of Hiwamari-8 for global data assimilation. *GSICS quarterly newsletter*, 15, 1–3.
- 11 Gabriele Fasano, Henri Di ヱemoz, Ilias Fountoulakis, Claudio Cassardo, Rei Kudo, Anna Maria Siani, Luca Ferrero, 2021: Vertical profile of the clear-sky aerosol direct radiative effect in an Alpine valley, by the synergy of ground-based measurements and radiative transfer simulations. *Bulletin of Atmospheric Science and Technology*, 2. (in press)
- 12 Sawada, K., Y. Honda, 2021: Effect of supersaturation constraint in a variational data assimilation system. *WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 51, 1–19–20.
- 13 Chaikovsky, A., Bril, A., Dubovik, O., Fedarenka, A., Goloub, P., Hu, Q., Lopatin, A., Lapyonok, T., Miatselskaya, N., Torres, B., Fuertes, D., Peshcharankou, V., Podvin, T., Popovici, I., Liu, D., Li, Z., Soupiona, O., Mylonaki, M., Mona, L., Giunta, A.,, 2020: Synergetic Observations by Ground-Based and Space Lidar Systems and Aeronet Sun-Radiometers: A Step to Advanced Regional Monitoring of Large Scale Aerosol Changes. *EPJ Web of Conferences*, 237.
- 14 Ikuta, Y., H. Kusabiraki, K. Kawano, T. Anzai, M. Ujiie, S. Nishimoto, Y. Ota and M. Narita., 2020: A New Data Assimilation System and Upgrading of Physical Processes in JMA' s Meso-scale NWP System. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 50. (submitted)
- 15 Seko, H., and Y., Shoji, 2020: Impact of Data Assimilation of Shipborne GNSS Data on Rainfall Forecast (Part 2). *CAS/JSC WGNE WGNE Research Activities in Earth System Modelling*, 50, 1–19–20.
- 16 T. Fujita, H. Seko, T. Kawabata, D. Hotta, K. Sawada, Y. Ikuta, M. Kunii, T. Tsukamoto, and G. Akimoto, 2019: Time and Space Observation Error Correlation of Doppler Radar Radial Winds. extended abstract in the 39th International Conference on Radar Meteorology, Americal Meteorological Society, 16–20 Sep. 2019, Nara, Japan.
- 17 高島久洋, 原圭一郎, 西田千春, 白石浩一, 林政彦, 伊禮 聡, 兼保直樹, 高良太, 小林 拓, 丸本 幸治, 奥田知明, 長田和雄, 乙部直人, 高見昭憲, 内尾英一, 上田佳代, 山崎明宏, 吉野彩子, 2023: 福岡における越境/局地大気汚染・健康影響に関する研究. *エアロゾル研究*. (in press)
- 18 小司 禎教・日比野 祥・長谷川 拓也・小嶋 惇・椿 修二・齊藤 一浩・奥野 功之・前原 孝多, 2023: 船舶による海上のGNSS水蒸気観測について. *測候時報*, 90–5.

- 19 日暮明子、藤川雅大、西澤智明, 2023: 衛星搭載ライダー・イメージャの複合解析によるエアロゾル組成の全球三次元分布. レーザーセンシング学会誌, 4 巻 1 号, 5-11.
- 20 瀬戸里枝, 2023: 令和 4 年度水文・水資源学会論文奨励賞を受賞して. 水文・水資源学会誌, 36 巻 1 号. (in press)
- 21 平島寛行, 山口 悟, 庭野匡思, 山崎 剛, 加茂祐一, 荒川逸人, 安達 聖, 勝島隆史, 大澤 光, 橋本明弘, 石元裕史, 2023: 積雪ワークショップ開催報告. 雪氷, 85, 25-42.
- 22 石橋俊之, 2023: 大気解析のための変分法データ同化における背景誤差共分散行列の根の定式化. 統計数理, 第 70 巻 第 2 号, 181-193.
- 23 石元裕史, 2022: 大気粒子による電磁波の散乱. リモートセンシング事典, 24-25.
- 24 今井 崇人, 若山 郁生, 小林 健二, 北村 智文, 塚本 暢, 丸山 拓海, 林 昌宏, 2022: 推計気象分布への日照時間の要素追加について. 測候時報, 89, 3.
- 25 吉田智, 2022: 水蒸気ライダー観測とデータ同化による線状降水帯に伴う降水量予測精度の向上. 計測と制御, 61, 372-376.
- 26 Hosono, T., S. Nakashima, M. TANOUE and K. Ichiyanagi., 2022: Monsoon climate controls metal loading in global hotspot region of transboundary air pollution. Scientific Reports , 12, 11096.
- 27 清野直子, 澤田謙, 川端康弘, 瀬古弘, 2022: 都市気象予測の現状と課題 –都市気象予測の発展を目指して–. 気象データ分析の高度化とビジネス利用, 49-56.
- 28 西澤智明, 工藤玲, 及川栄治, 日暮明子, 2022: 衛星搭載ライダーによる全球エアロゾル観測. 計測と制御, 61, 5, 350-354. (in press)
- 29 佐藤正樹 佐藤芳昭 八代尚 伊藤耕介 筆保弘徳 三好建正 川畑拓矢 坪木和久 堀之内武 岡本幸三 山口宗彦 中野満寿男 和田章義 金田幸恵 辻野智紀, 2022: 今後の台風予測研究に関する展望. 天気, 69, 285-294.
- 30 酒井 哲, 2022: ライダーによる地上からの水蒸気鉛直分布計測. 計測と制御, 61, 366-371.
- 31 林昌宏, 和田章義, 小山亮, 2022: ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析. 台風研究会 台風予報と防災情報に関する研究集会, 2021K-06, 5-7.
- 32 小司禎教, 2022: GPS/GNSS 気象観測について. 電子基準点を利用したリアルタイム測位推進協議会 協議会だより, 47, 3-4.
- 33 今須 良一, 岡本 幸三, 橋本 真喜子, 佐藤 世智, 本多 嘉明, 2021: 次期静止ミッション検討分科会における赤外サウンダー搭載に向けた検討. 日本リモートセンシング学会誌, 41, 469-477.
- 34 川畑拓矢, 上野玄太, 中野慎也, 藤井陽介, 三好建正, 小守信正, 増田周平, 伊藤耕介, 村上大輔, 大石俊, 青木邦弘, 青梨和正, 2021: 第 11 回データ同化ワークショップの報告. 天気, 68, 465-468.
- 35 川畑拓矢 荒木健太郎 清水慎吾 下瀬健一 三好建正 前島康光, 2021: 気象災害委員会・第 54 回メソ気象研究会「令和 2 年 7 月豪雨」報告. 天気, 68.

- 石田純一, 和田章義, 柄本英伍, 杉本志織, 三好建正, 澤田謙, 佐藤陽祐, 太田行哉, 2021: 第 22 回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 59-74.
- 万田敦昌 西本秀祐 雨宮新 川畑拓矢 伊藤純至 樫村博基, 2021: 第 21 回非静力学モデルに関するワークショップ開催報告. 天気, 68, 263-266.
- 佐藤正樹, 川畑拓矢, 宮川知己, 八代尚, 三好建正, 2021: 「富岳」による新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測. 繊維学会誌, 77, 54.
- 岡本幸三、大和田浩美、藤田匡、別所康太郎、高橋昌也、太田芳文、計盛正博、大塚道子、瀬古弘、石田春磨、上清直隆、石元裕史、林昌宏、安藤昭芳、横田寛伸, 2021: ひまわり 8・9 号後継衛星検討のためのハイパースペクトル赤外サウンダの数値予報インパクト調査. 測候時報, 87, 99-150.
- 佐藤 正樹, 川畑 拓矢, 宮川 知己, 八代 尚, 三好 建正, 2021: 「富岳」による新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測. 繊維学会誌, 77, 54-58.
- 筆保弘徳、山崎哲、中村哲、安成哲平、吉田龍二、釜江陽一、下瀬健一、大橋唯太、堀田大介, 2020: 気象術語事典：全方位解析天気予報等最尖端的気象学知識 . 気象術語事典：全方位解析天気予報等最尖端的気象学知識 .
- 岡本幸三, 2020: 2018 年度秋季大会シンポジウム「未来を拓く気象観測のあり方」の報告 3. 衛星データ同化・再解析. 天気, 67, 645-648.
- 石井昌憲, 岡本幸三, 久保田拓志, 藤平耕一, 松本紋子, 今井 正, 境澤大亮, 今村俊介, 石橋俊之, 田中泰宙, 佐藤 篤, 西澤智明, 村田健史, 岡本 創, 沖 理子, 佐藤正樹, 岩崎俊樹, 2020: 衛星搭載ドップラー風ライダーによる全球風観測. レーザセンシング学会誌, 1, 61-66.
- 岡本 創, 木村 俊義, 境澤 大亮, 石井 昌憲, 西澤 智明, 石元 裕史, 佐藤 可織, 及川 栄治, 2020: イメージング FTS とドップラーライダーによる 全球風観測. レーザセンシング学会誌, 1-2, 67-71.
- 川畑拓矢 上野玄太 中野慎也 藤井陽介 三好建正 小守信正 増田周平 眞木貴史 土居知将 野村俊一 雨宮新 山崎哲 露木義, 2020: 第 10 回データ同化ワークショップの報告. 天気, 67, 455.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 .
- 瀬古弘, 和田章義, 村田昭彦, 宮川知己, 竹見哲也, 福井真, 川畑拓矢, 北村祐二, 清木達也, 堀田大介, 2019: 第 5 回非静力学モデルに関する国際ワークショップの報

告. 天気, 66, 501-506.

- 51 瀬古弘, 津田敏隆, 2019: メソスケール LETKF システムを用いた GNSS 掩蔽観測の屈折率データの同化実験. 月刊海洋号外「新野宏教授退職記念号」, 62, 111-114.

### (3) 学会等発表

#### ア. 口頭発表

##### ・国際的な会議・学会等

- 1 Okamoto, K., M. Hayashi, M. Nakagawa, G. Kikuchi, T. Kubota, Preliminary examination of space-based cloud radar simulation for the global data assimilation, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2023, 2023年9月, マルメ, スウェーデン
- 2 Takuya KAWABATA, Tsutao OIZUMI, Ping-Yin Wu, Le Duc, Kazuo SAITO, The impact-based forecasting with a large-ensemble DA, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023年9月, Sapporo
- 3 Ikuta, Y., M. Satoh, W. Roh, S. Matsugishi, N. Kuba, T. Seiki, A. Umehara, and H. Eito, Effects of introducing three types of snow particle shapes and bimodal raindrops size distribution into cloud microphysics scheme, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models (NHM-WS 2023), 2023年9月, Japan, Sapporo
- 4 Ken Sawada, Consideration of distortion from Gaussian error distribution in relative humidity assimilation, The 6th International Workshop on Nonhydrostatic Models, 2023年9月, 札幌市
- 5 S. Yoshida, Water vapor lidar observation for improving of local severe rainfall forecast, The 3rd International Symposium of SSRE, 2023年8月, Japan, Fuchu
- 6 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, Extension of the global all-sky infrared radiance assimilation of Himawari, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023年8月, シンガポール, シンガポール
- 7 OIZUMI, T./ T. KAWABATA, L. DUC, K. KOBAYASHI, K. SAITO, T. OTA, Impact of a Number of Ensemble Members in Numerical Weather Prediction Models on Flood Prediction, Asia Oceania Geosciences Society 20th Annual Meeting (AOGS2023), 2023年7月, シンガポール, シンガポール
- 8 Saito, K., M. K. Hung, and D. D. Tien, Development of a Very Short-Range Forecast of Precipitation System in Vietnam, AMS 32nd Conference on Weather Analysis and Forecasting (WAF), 2023年7月, USA, Madison
- 9 Ishimoto, H., M. Hayashi, K. Ishii, Volcanic ash algorithm using hyperspectral infrared sounder, Himawari and GCOM-C data, GEO Workshop 2023, 2023年7月, 茨城県つくば市

- 10 Masahiro Tanoue, Hisashi Yashiro, Kei Yoshimura, Global cloud-system-resolving model equipped with stable water isotopes (NICAM-WISO), International Symposium on Isotope Hydrology, 2023年7月, オーストリア, ウィーン
- 11 Ikuta, Y., Evaluation of cloud microphysics scheme using ground-based micro-rain radar in senjo-kousuitai event, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 12 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, Improvement in global all-sky infrared radiance assimilation and assessments of its procedures, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 13 Okamoto. K., T. Ishibashi, and I. Okabe, Improvement in global all-sky infrared radiance assimilation and assessments of its procedures, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 14 Izumi Okabe, Kozo Okamoto, Impact of Aeolus wind data assimilation on the JMA's global data assimilation system, Aeolus Science Conference 2023, 2023年5月, ギリシャ, ロードス島
- 15 Wu, P.-Y., T. Kawabata, and L. Duc, High-resolution 1000-member Ensemble Simulations of Typhoon Hagibis (2019), JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 16 Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Impact of Aeolus horizontal line-of-sight wind observations on Typhoon forecasting in a global NWP system, 16th International Winds Workshop, 2023年5月, オンライン
- 17 N. Ohkawara, Results of the ACP in Japan, WMO ACP workshop, 2023年4月, スイス, ダボス
- 18 Okamoto K., K. Bessho, and M. Kachi, Status report of space agency: JMA and JAXA, 21st international ATOVS study conference, 2023年3月, Norway, Tromsø
- 19 Okamoto K., T. Ishibashi, and I. Okabe, All-sky assimilation of infrared radiances at water vapor bands of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, 21st international ATOVS study conference, 2023年3月, Norway, Tromsø
- 20 Masahiro Tanoue, Tetsu Nakamura, Kazuhiro Oshima, Kimpei Ichiyanagi, Hotaek Park, Arctic sea ice retreat does not increase atmospheric hydrological cycle, ISAR-7 Seventh International Symposium on Arctic Research, 2023年3月, 東京都立川市
- 21 Tadashi Fujita, Kozo Okamoto, Hiromu Seko, Michiko Otsuka, Hiromi Owada, Masahiro Hayashi, Mesoscale OSSE for the potential impact of a geostationary hyperspectral infrared sounder, 12th Asia Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, Onlin, 2022年11月, オンライン
- 22 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, All-sky infrared radiance assimilation of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, 12th Asia Oceania Meteorological Satellite Users' Conference, Onlin, 2022年11月, オンライン

- 23 Rie SETO, Yohei SAWADA, Development of cloud water content estimation method over land using AMSR2/AMSR3 measurements and ground-based microwave radiometer considering dynamic effects of land radiation, The Joint PI Meeting of JAXA Earth Observation Missions FY2022, 2022年11月, (ハイブリッド)
- 24 Takuya Kawabata, Genta Ueno, On Non-Gaussianity in Cumulonimbus Prediction using a Storm-Scale Particle Filter, Mathematics of the weather, 2022年10月, Germany, Bad Orb
- 25 Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Effect of retrieval of land surface temperature derived from CSRs at window band on assimilation of CSRs at CO2 band, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2022, 2022年9月, ベルギー, ブリュッセル
- 26 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, M. Hayashi, All-sky Infrared Radiance Assimilation in the Global Data Assimilation System at JMA, 19th Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society, 2022年8月, オンライン
- 27 Izumi Okabe and Kozo Okamoto, A statistical investigation about impact of Aeolus DWL data assimilation on forecasting skills for typhoons, AOGS2022 VIRTUAL 19th Annual Meeting, 2022年8月, オンライン
- 28 S. Nyeki, J. Gröbner, L. Vuilleumier, C. Lanconelli, A. Driemel, W. Knap, M. Maturilli, N. Ohkawara, L. Riihimaki, and H. Schmithüsen, Extending the Calibration Traceability of Longwave Radiation Time-Series (ExTrac), International Radiation Symposium 2022, 2022年7月, ギリシャ, テッサロニキ
- 29 Yasutaka Ikuta, Udai Shimada, Assimilation of Sea Surface Wind by Synthetic Aperture Radar in Typhoon Cases, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 30 Okamoto. K., T. Ishibashi, I. Okabe, M. Hayashi,, Recent progress of all-sky infrared radiance assimilation of geostationary satellites in the global data assimilation system, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 31 Ikuta, Y. and U. Shimada, Assimilation of Sea Surface Wind by Synthetic Aperture Radar in Typhoon Cases, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 32 Yoshifumi Ota, Miho Sekiguchi, and Yousuke Sato, Spatial-scale Characteristics of a Three-dimensional Cloud-resolving Radiation Budget based on Monte Carlo Radiative Transfer Simulations, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
- 33 Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Effect of retrieval of land surface temperature derived from CSRs at window band on assimilation of CSRs at CO2 band, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン

- 34 Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, Examination of all-sky infrared radiance simulation of Himawari-8 for global data assimilation, GSICS Annual Meeting 2022, 2022年3月, online, online
- 35 Rei Kudo, H. Diemoz, V. Estelles, M. Campanelli, Masahiro Momoi, F. Marengo, C. L. Ryder, Osamu Ijima, Akihiro Uchiyama, Kouichi Nakashima, Akihiro Yamazaki, Ryoji Nagasawa, Nozomu Ohkawara, Haruma Ishida, Yasutaka Jin, Tomoaki Nishizawa, Development of Skyrad pack MRI version 2, 6th International SKYNET workshop, 2021年11月, Japan, online
- 36 Okamoto, T. Ishibashi, I. Okabe, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, All-sky infrared radiance assimilation of Himawari-8 in the JMA global system, Bureau of Meteorology annual R&D workshop 2021, 2021年11月, オンライン, オンライン
- 37 Izumi Okabe, Kozo Okamoto and Toshiyuki Ishibashi, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2021, 2021年9月, online, online
- 38 Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, I. Okabe, T. Ishibashi, Examination and assimilation of all-sky IR radiances of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference 2021, 2021年9月, online, online
- 39 Ikuta, Y., New Variational Data Assimilation System for Regional Model at JMA, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 40 Takuya Kawabata and Genta Ueno, An Adaptive R Estimator with a Storm-Scale Particle Filter, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 41 Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Hayashi, M. Kazumori, M. Otsuka, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Seko, H. Ishida, H. Ishimoto, K. Bessho, OSSE for a hyperspectral IR sounder on the Himawari follow-on geostationary satellite, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2021), 2021年8月, online, online
- 42 Sakai, T., S. Yoshida, T. Nagai, K. Shiraishi, Y. Shoji, Y. Ikuta, and H. Seko, Compact Mobile Water Vapor Raman Lidar Observations for Heavy Rainfall Prediction in Japan, The Optical Society Optical Sensors and Sensing Congress, 2021年7月, 米国, virtual
- 43 Okamoto, K., M. Kachi, K. Bessho, Status report of space agency: JMA and JAXA, The 23rd International TOVS Study Conference, 2021年6月, オンライン, オンライン
- 44 Okamoto, K., M. Hayashi, T. Hashino, M. Nakagawa, A. Okuyama, I. Okabe, T. Ishibashi, Preliminary assimilation of all-sky IR radiances of Himawari-8 in the global data assimilation system at JMA, The 23rd International TOVS Study Conference, 2021年6月, オンライン, オンライン

- 45 Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Enhancement in Assimilation of Doppler Radar Radial Winds, JpGU Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
- 46 Okamoto. K., H. Owada, T. Fujita, M. Hayashi, K. Bessho, Recent progress of impact assessment of hyperspectral sounder for a Himawari follow-on satellite, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
- 47 Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system on forecasting skills for typhoons, JpGU-AGU Joint Meeting 2021: Virtual, 2021年6月, オンライン
- 48 Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Assessment of Aeolus DWL data and impact of assimilation in the JMA's global data assimilation system, EGU General Assembly 2021, 2021年4月, オンライン, オンライン
- 49 Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Assimilation of Radial Winds with Observation Error Correlated in Time and Space, International Symposium on Data Assimilation - Online, 2021年4月, オンライン
- 50 Izumi Okabe and Kozo Okamoto, Impact of Aeolus DWL data assimilation in the JMA's global data assimilation system on forecasting skills for typhoons, 15th International IWWG Workshop, 2021年4月, オンライン, オンライン
- 51 Okamoto, K., H. Owada, T. Fujita, M. Kazumori, M. Otsuka, Y. Ota, N. Uekiyo, H. Seko, A. Ando, H. Yokota, OSSE for hyperspectral IR sounder on the Himawari follow-on program, 7th workshop on the impact of various observing system on NWP, 2020年12月, online
- 52 Daisuke Hotta, Takashi Kadowaki, Hitoshi Yonehara, Toshiyuki Ishibashi, "Twin-analysis" verification: a new verification approach that alleviates pitfalls of "own-analysis" verification when applied to short-range forecasts, International Verification Methods Workshop Online, 2020年11月, オンライン
- 53 Kondo, K., S. Kotsuki, and T. Miyoshi, A local particle filter based on non-Gaussian statistics using an intermediate AGCM, Data Assimilation Seminar, 2020年9月, オンライン
- 54 Kozo Okamoto, Impacts of potential usage of hyperspectral IR sounder on Himawari-8/-9 follow-on program. , the coordination group for meteorological satellites (CGMS) - 48 Plenary, 2020年8月, online, online
- 55 Saito, K., and T. Matsunobu, Ageostrophic winds associated with a tropical cyclone and northward moisture fluxes., JpGU-AGU Joint Meeting 2020, 2020年7月, Japan, online
- 56 瀬古 弘、小司 禎教、堀田 大介、小泉 耕、幾田 泰醇, Impacts of vessel GNSS data on the heavy rainfall forecasts obtained by JMA's mesoscale data assimilation system (NAPEX) , JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン

ン

- 57 Okamoto, K., All-sky infrared assimilation overview, 4th workshop on assimilating satellite cloud and precipitation observations for NWP, 2020年2月, イギリス, レディング
- 58 Saito, K., and T. Matsunobu, Ageostrophic winds associated with a tropical cyclone and northward moisture fluxes., 100th AMS Annual Meeting, 2020年1月, USA, Boston
- 59 Sakai, T., T. Nagai, S. Yoshida, T. Kawabata, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Sea breeze front observation with water vapor lidar and Doppler lidar at Tokyo Bay -Case of localized heavy rainfall on 19 August 2017-, AMS 100th Annual Meeting, 2020年1月, アメリカ, ボストン
- 60 Kotsuki, S., T. Miyoshi, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
- 61 Saito, K., L. Duc, and T. Matsunobu, LETKF perturbations by ensemble transform in a cloud resolving model., International Workshop on Prediction skill of extreme Precipitation events and tropical cyclones: Present status and future Prospect (IP4),, 2019年11月, India, Pune
- 62 Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, M. Hayashi, Evaluation and assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8 in the regional and global data assimilation system., The 22nd International TOVS Study Conference, 2019年11月, カナダ, Saint-Sauveur,
- 63 Tetsu Sakai, Tomohiro Nagai, Satoru Yoshida, Yoshinori Shoji, Osamu Uchino, Lidar Research at MRI, Steering committee meeting of the Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), 2019年10月, 茨城県つくば市
- 64 Hayashi, M., and H. Ishimoto, Volcanic Ash Retrieval by Himawari-8 using Refractive Index Model Estimated from Hyper Spectral Infrared Sounder Data, Joint Satellite Conference, 2019年10月, アメリカ, Boston
- 65 Okamoto, K., Y. Sawada, M. Kunii, T. Hashino, M. Nakagawa, M. Hayashi,, Experimental assimilation of all-sky infrared radiances of Himawari-8, Joint Satellite Conference, 2019年10月, アメリカ, Boston
- 66 Kawabata, T., and G. Ueno, What is the source of chaos in MCS?, The EMS Annual Meeting: European Conference for Applied Meteorology and Climatology 2019, 2019年9月, デンマーク, コペンハーゲン

- 67 Pradeep KHATRI, Hironobu IWABUCHI, Tadahiro HAYASAKA1, Hitoshi IRIE, Tamio TAKAMURA, Akihiro YAMAZAKI3, and Alessandro DAMIANI, Cloud Retrieval from Surface Using Zenith Radiances, AOGS 16th Annual Meeting, 2019年8月, Singapore, Suntec City
- 68 Okamoto, K, Assimilation of Passive and Active Sensors on Satellite to Improve Tropical Cyclone Forecasts. , Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
- 69 Oyama, R., K. Okamoto, T. Iriguchi, H. Murata, H. Fudeyasu, K. Cheung, and K. Tsuboki, Analysis of atmospheric profiles within tropical cyclones using the new-generation satellite observations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
- 70 S. Yoshida, T. Sakai, T. Nagai, S. Yokota, H. Seko, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Development of a mobile water vapor Raman lidar and its application for data assimilation, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
- 71 Saito, K., M. Kunii, and K. Araki,, Convection Initiation by Sea Breezes and Numerical simulation of a local heavy rainfall event observed in TOMACS., 18th Conference on Mesoscale Processes., 2019年7月, USA, Savannah
- 72 Seko, H., M. Kunii, Y. Sawada, K. Okamoto K. Ito, K. Shimoji, Improvements of Heavy Rainfall and Typhoon Forecasts Reproduced by Super-computer 'K' , Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
- 73 Seko, H., W. Mashiko, T. Tamura, H. Niino and S. Yokota, Tsukuba Tornado with Fujita Scale 3 Reproduced by Super-computer 'K' , Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
- 74 Ishimoto, H., S. Adachi, K. Masuda, X-ray micro-CT imagery of deposited snow in optical modeling of atmospheric ice particles, 第18回電磁気と光散乱会議 (ELS-XVIII) , 2019年6月, 中国, 杭州
- 75 H. Seko, M. Kunii, S. Yokota, K. Shimoji, Y. Sawada, K. Okamoto, and K. Ito, Data Assimilation Studies using Big Observation Data in the Projects of Post K and BDA , JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
- 76 Nagai, T., T. Sakai, S. Yoshida, T. Izumi, S. Yokota, H. Seko, Y. Shoji, and K. Shiraishi, Development and Observation of Water Vapor Raman Lidars for Localized Torrential Rainfall Prediction, 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
- 77 Yoshinori Shoji, Teruyuki Kato, Yukihiro Terada, Toshitaka Tsuda, Masanori Yabuki, Study of Water Vapor Monitoring in the Open Ocean using Kinematic Precise Point Positioning, 日本地球惑星科学連合 2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市

- 78 Saito, K., L. Duc, D. D. Tien and M. K. Hung, Heavy Rainfall Event in Middle Viet Nam on 8–9 December 2018 and current QPE/QPF at VNMHA., Japan Geoscience Union Meeting 2019 (JPGU2019), 2019年5月, Japan, Chiba
- 79 Saito, K., T. Oizumi, L. Duc, and J. Ito, Ultra-high resolution numerical weather prediction with a large domain and size dependency of simulated convective cores on model resolutions., 2019 International Workshop on Next-Generation NWP Models: Verification and Predictability., 2019年5月, Korea, Jeju
- 80 Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai, High Space-time Resolution Analysis of Atmospheric Fields using GNSS and Other Observations to Study the Mechanisms of Local Heavy Rainfall in Tokyo Metropolitan Area, Living Planet Symposium 2019, 2019年5月, イタリア, ミラノ
- 81 Masahiro Tanoue, Hisashi Yashiro, Yuki Takano, Kei Yoshimura, Chihiro Kodama, and Masaki Satoh, Modelling water isotopes using a global non-hydrostatic model with explicit convection scheme, EGU General Assembly 2022, 2022年5月, Austria, Vienna

・国内の会議・学会等

- 1 Wu, P.-Y., T. Kawabata, L. Duc, and T. Oizumi, Typhoon and heavy rainfall simulations with 1000-member ensembles: Influence of boundary condition perturbations, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023年5月, 東京
- 2 澤田謙, データ同化における過飽和制約導入の効果について, 日本気象学会 2023 年度秋季大会, 2023年10月, 仙台市
- 3 吉田智, 酒井哲, 永井智広, 幾田泰醇, 加藤輝之, 白石浩一, 加藤亮平, 九州での水蒸気ライダー観測と線状降水帯の予測精度向上, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, つくば市
- 4 工藤玲, 及川栄治, 日暮明子, 西澤智明, 藤川雅大, CALIOP-MODIS 複合解析によるエアロゾル組成の長期変動, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, つくば市
- 5 岡部 いづみ, 岡本 幸三, 石橋 俊之, 山中 沙羅, 竹中 秀樹, 石井 昌憲, 疑似ドップラー風ライダーデータ同化による数値予測へのインパクト評価, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, 茨城県つくば市
- 6 岡部 いづみ, 岡本 幸三, 石橋 俊之, 山中 沙羅, 竹中 秀樹, 石井 昌憲, 疑似ドップラー風ライダーデータ同化による数値予測へのインパクト評価, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, 茨城県つくば市
- 7 川畑拓矢, 大アンサンブルシミュレーションによる線状降水帯と洪水の確率予測, 日本気象学会関西支部第44回夏季大学「線状降水帯」, 2023年8月, 大阪
- 8 小司禎教, Kinematic PPP の鉛直座標に関する一考察, 測位航法学会全国大会 2023, 2023年5月, 東京都

- 9 川畑拓矢, 大泉伝, 呉品穎, Le Duc, 大アンサンブルによる Impact-based forecasting, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
- 10 岡本幸三, 石橋俊之, 岡部いづみ, 静止衛星の全天候赤外輝度温度同化, 日本気象学会 2023 年春季大会, 2023 年 5 月, (オンライン)
- 11 田上雅浩, 芳村圭, 八代尚, NICAM-LETKF による水同位体大アンサンブル同化実験, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
- 12 岡部いづみ, 岡本幸三, Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風強度予測へのインパクト評価, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
- 13 岡本幸三, 石橋俊之, 岡部いづみ, 静止衛星の全天候赤外輝度温度同化, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
- 14 石橋俊之, 全球大気と地球表面状態等の結合同化に向けて (2), 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
- 15 堀田大介, Katrin Lonitz, Sean Healy, GNSS 偏波掩蔽の観測演算子の開発, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
- 16 大泉伝, 川畑拓矢, Le Duc, 小林健一郎, 斉藤和雄, 太田琢磨, アンサンブル予報を用いた洪水の Impact Based Forecasting, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
- 17 吉田智, 酒井哲, 永井智広, 幾田泰醇, 加藤輝之, 白石浩一, 加藤亮平, 水蒸気ライダーデータ同化による線状降水帯の予測精度向上, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
- 18 林昌宏, 和田章義, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心気圧の解析, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
- 19 酒井哲, 吉田智, 西橋政秀, 及川栄治, 永井智広, 小司教禎, バイサラ社製差分吸収式ライダーと気象研ラマンライダーによる水蒸気鉛直分布の比較観測 (2), 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
- 20 吉田智, 酒井哲, 永井智広, 幾田泰醇, 加藤輝之, 白石浩一, 加藤亮平, 線状降水帯に関連した下層インフローの観測とデータ同化, 第 25 回大気ライダー研究会, 2023 年 3 月, 東京都中央区
- 21 西橋政秀, 及川栄治, 酒井哲, 永井智広, 吉田智, 阿保真, 線状降水帯の予測精度向上を目指した水蒸気 DIAL の開発, 第 25 回大気ライダー研究会, 2023 年 3 月, 東京都中央区
- 22 酒井 哲, 吉田 智, 西橋政秀, 及川栄治, 永井智広, 小司教禎, バイサラ社製水蒸気 DIAL と気象研究所ラマンライダーの検証観測, 第 25 回大気ライダー研究会, 2023 年 3 月, 東京都中央区
- 23 荒木健太郎, 吉本浩一, 瀬古弘, 石元裕史, 地上マイクロ波放射計を用いた冬季日本海側の降雪雲の観測, 2022 年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン
- 24 岡部いづみ, 岡本幸三, Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風予測への寄与, 第 13 回データ同化ワークショップ, 2023 年 2 月, 兵庫県神戸市

- 25 川畑 拓矢, 線状降水帯を知る -そのメカニズムと予測について-, 第2回 スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム シンポジウム「富岳百景」, 2022年12月, オンライン
- 26 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, スケールに依存する変分法データ同化の検討, 第24回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022年12月, 茨城県つくば市
- 27 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, ドップラー速度、AMV 同化の検討, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2022年12月, つくば
- 28 幾田泰醇, 瀬古弘, 川畑拓矢, 石元裕史, 荒木健太郎, 田尻拓也, 清水慎吾, 吉本浩一, 竹田智博, 河野宜幸, 松元誠, 鈴木健司, 中山和正, 地上設置型マイクロ放射計データ同化のインパクト, 線状降水帯機構解明に関する研究会(第6回), 2022年11月, オンライン
- 29 荒木健太郎, 瀬古弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内洋, 吉本浩一, 松元誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 線状降水帯機構解明に関する研究会(第6回), 2022年11月, オンライン
- 30 荒木健太郎, 瀬古弘, 石元裕史, 田尻拓也, 山内洋, 吉本浩一, 松元誠, 竹田智博, 河野宜幸, 鈴木健司, 中山和正, 地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 31 林昌宏, 衛星搭載ライダー・レーダー観測を用いたひまわり巻雲物理量推定値の検証, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 32 工藤玲, 入江仁士, 西澤智明, 日暮明子, 藤谷雄二, 長谷川就一, 大河原望, 大島長, Sang-Woo Kim, Pradeep Khatri, 竹村俊彦, 弓本桂也, 中川勝之, 地上・衛星観測によるエアロゾルの長期変動解析, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 33 瀬古弘, 山内洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井哲, 足立アホロ, 福岡レーダーによる屈折率推定とドローン観測, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 34 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 多重スケールを扱う変分法データ同化の検討, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 35 田上雅浩, 八代尚, 芳村圭, NICAM-LETKF を用いた水同位体データ同化システムの開発, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 36 幾田泰醇, 瀬古弘, 川畑拓矢, 清水慎吾, 地上設置型マイクロ波放射計輝度温度の4次元同化, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 37 岡本幸三, 林昌宏, 中川雅之, 幾田泰醇, 石田春磨, 岡部いづみ, 神代剛, 川合秀明, 衛星搭載雲レーダを用いた気象庁全球気象・気候モデルの検証, 日本気象学会2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 38 岡部いづみ, 岡本幸三, Aeolus 衛星の視線風速データ同化による台風進路予測への寄与, 日本気象学会2022年度秋季大会, 2022年10月, 札幌市

- 39 吉田智、川畑拓矢、酒井哲、幾田泰醇、高橋温志、横矢直人、上田修功、白石浩一、教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去（3）、日本気象学会 2022 年度秋季大会、2022 年 10 月、札幌市
- 40 小司禎教、椿修二、日比野祥、小嶋惇、長谷川拓也、前原孝多、齊藤一浩、奥野功之、MADCOA-PPP 試験データを用いた船舶搭載 GNSS 可降水量解析、GPS/GNSS シンポジウム 2022、2022 年 10 月、オンライン
- 41 青木輝夫、八久保晶弘、庭野匡思、的場澄人、谷川朋範、西村基志、石元裕史、島田利元、井上峻、Gallet Jean Charles、堀雅裕、山口悟、可搬型積分球積雪粒径測定装置の開発、雪氷研究大会、2022 年 10 月、札幌
- 42 酒井 哲、瀬古 弘、山内 洋、佐藤 英一、足立 アホロ、吉田 智、永井 智広、小司 教禎、つくばにおけるラマンライダーとドローンによる水蒸気鉛直分布の比較観測、第 40 回レーザーセンシングシンポジウム、2022 年 9 月、広島県福山市
- 43 吉田智、川畑拓矢、酒井哲、幾田泰醇、高橋温志、横矢直人、上田修功、白石浩一、機械学習を用いた水蒸気ライダーデータのデノイズ、第 40 回レーザーセンシングシンポジウム、2022 年 9 月、広島県福山市
- 44 吉田智、川畑拓矢、酒井哲、幾田泰醇、高橋温志、横矢直人、上田修功、白石浩一、機械学習を用いた水蒸気ライダーデータのデノイズ、第 40 回レーザーセンシングシンポジウム、2022 年 9 月、広島県福山市
- 45 原圭一郎、倉本浩志、石井成美、山崎明宏、林政彦、福岡市内の大气エアロゾル中アンモニウム塩存在状態とその動態、第 39 回エアロゾル科学・技術研究討論会、2022 年 8 月、東京都
- 46 石元裕史、マイクロ CT データとフェーズ・フィールド法を利用した降雪・積雪の 3D モデル、積雪ワークショップ、2022 年 6 月、（オンライン）
- 47 小司禎教、三浦甚哉、椿修二、東吉一、日比野祥、小嶋惇、中村哲也、習田恵三、船舶搭載 GNSS によるリアルタイム可降水量解析とその品質管理、JpGU meeting 2022、2022 年 5 月、千葉県千葉市&オンライン
- 48 吉田智、上里達実、川畑拓矢、酒井哲、高橋温志、横矢直人、上田修功、教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去（2）、日本気象学会 2022 年度春季大会、2022 年 5 月、オンライン
- 49 藤田匡、瀬古弘、川畑拓矢、岡本幸三、スケールを考慮した変分法による高頻度高密度データ同化手法の検討、日本気象学会 2022 年度春季大会、2022 年 5 月、オンライン
- 50 田上雅浩、八代尚、芳村圭、NICAM-WISO による寒冷域での d-excess のバイアス分析、日本気象学会 2022 年度春季大会、2022 年 5 月、東京
- 51 岡本幸三、石橋俊之、岡部いづみ、林昌弘、静止衛星の全天候赤外輝度温度同化、日本気象学会 2022 年度春季大会、2022 年 5 月、オンライン
- 52 小司禎教、三浦甚哉、椿修二、東吉一、日比野祥、小嶋惇、中村哲也、習田恵三、遅延量勾配を用いた船舶搭載 GNSS 可降水量の品質管理、日本気象学会 2022 年度春季大会、2022 年 5 月、オンライン

- 53 石橋俊之, 全球大気と地球表面状態等の結合同化に向けて, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 54 工藤玲、高野松美, 全天カメラによる雲分布・雲底高度分布の推定, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 55 岡部いづみ, 岡本幸三, 石橋俊之, リトリーブ地表面温度を用いた静止気象衛星 CO2 バンドの晴天放射輝度温度データ同化, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 56 吉田智、酒井哲, 大気ライダー観測技術とその応用, フォトニック研究会 4 月研究会, 2022 年 4 月, オンライン
- 57 吉田智、酒井哲, 大気ライダー観測技術とその応用, フォトニック研究会 4 月研究会, 2022 年 4 月, オンライン
- 58 吉田智、酒井哲, 大気ライダー観測技術とその応用, フォトニック研究会 4 月研究会, 2022 年 4 月, オンライン
- 59 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, ドップラー速度の変分法データ同化の高度化の検討, 第 12 回データ同化ワークショップ, 2022 年 2 月, オンライン
- 60 工藤玲, 全天カメラによる雲のリモートセンシング, 令和 3 年度日本気象学会関西支部第 1 回例会, 2021 年 12 月, 大阪
- 61 工藤玲, 全天カメラによる雲のリモートセンシング, 令和 3 年度大阪管区気象台近畿地区気象研究会兼大阪管区台内談話会, 2021 年 12 月, 大阪
- 62 藤田匡, スケールを考慮したドップラー速度の 変分法データ同化の検討, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 63 岡部いづみ、岡本幸三、石橋俊之, Aeolus 衛星のドップラー風ライダーデータ同化インパクト, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 64 岡本幸三, 岡部いづみ, 久保田拓志, 石井昌憲, 衛星による風観測と数値予報データ同化, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 65 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 清水 宏幸, 青梨和正, 陸域マイクロ波輝度温度同化における地表面射出率と地表面温度の推定についての調査, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 66 林昌宏, 和田章義, 小山亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 67 小司禎教, 精密衛星測位の気象学, 気象業務への利用, 日本学術会議地球惑星科学委員会地球・人間圏分科会 (第 25 期・第 4 回), 2021 年 11 月, 日本
- 68 川畑 拓矢, 極端な豪雨に対する予測研究の現状と今後の展望, 第 2 回気候変動適応セミナー, 2021 年 11 月, オンライン
- 69 小司禎教, GPS/GNSS 気象学について, 第 18 回リアルタイム測位利用技術講習会, 2021 年 11 月, (オンライン)

- 70 小司禎教, 三浦甚哉, 椿修二, 東吉一, 日比野祥, 小嶋惇, 中村哲也, 習田恵三, Kinematic PPP によるリアルタイム海上可降水量解析, GPS/GNSS シンポジウム 2021, 2021 年 10 月, オンライン
- 71 瀬古弘, 1km 格子 asuca を用いた豪雨をもたらした降水系の流跡線解析, 第 23 回 非静力学モデルに関するワークショップ, 2021 年 10 月, オンライン
- 72 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 変分法によるドップラー速度のデータ同化 ウェーブレット空間での制御変数の検討, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2021 年 10 月, オンライン
- 73 林昌宏, 和田章義, 小山亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021 年 9 月, オンライン
- 74 吉田, 白石, 酒井, 永井, 幾田, 瀬古, 小司, 水蒸気ラマンライダーを用いた大雨に関連する下層水蒸気の観測, 第 39 回レーザーセンシングシンポジウム, 2021 年 9 月, 東京
- 75 山崎明宏, 工藤玲, 気象研究所地上放射観測網のスカイラジオメーター観測から得られたエアロゾル光学特性, 第 38 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 2021 年 8 月, 熊本県熊本市
- 76 小司禎教, 精密衛星測位を用いた大気リモートセンシング, 安全工学シンポジウム 2021, 2021 年 7 月, オンライン開催
- 77 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による水蒸気解析の最適化, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
- 78 藤田匡, 岡本幸三, 瀬古弘, 大塚道子, 大和田浩美, ひまわり後継衛星 GeoHSS のメソ OSSE, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 79 林昌宏, 岡本幸三, 大和田浩美, 小山亮, 静止衛星搭載ハイパースペクトル赤外サウンダを想定した 気温・水蒸気鉛直プロファイル推定手法の開発, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 80 岡本幸三, 林昌宏, 端野典平, 中川雅之, 奥山新, 全天候赤外輝度温度データ同化に向けた、シミュレーションの検証とバイアス要因調査, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 81 石橋俊之, 観測誤差共分散行列の流れ依存性, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
- 82 岡部いづみ, 岡本幸三, 他 9 名, 衛星搭載ドップラー風ライダー OSSE - 台風進路予測へのインパクト評価 -, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 83 澤田謙, 松信匠, 川畑拓矢, 瀬古弘, 清野直子, NHM-LETKF への SPUC の導入, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 84 近藤圭一, 三好建正, 背景誤差の非ガウス性定量化による非ガウスデータ同化手法, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン

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

- 98 川畑拓矢、上里達実、横矢直人、酒井哲、吉田智、高橋温志、上田修功，教師なし機械学習によるラマンライダーデータのノイズ除去，日本気象学会 2020 年度秋季大会，2020 年 10 月，オンライン
- 99 川畑 拓矢，Le Duc，令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測，日本気象学会 2020 年度秋季大会，2020 年 10 月，オンライン
- 100 幾田泰醇，瀬古弘，小司禎教，令和 2 年 7 月豪雨に対する船舶 GNSS の同化インパクトと発生要因，日本気象学会 2020 年度秋季大会，2020 年 10 月，オンライン
- 101 吉田 智、酒井 哲、永井智広、小司 禎教、瀬古 弘，下層水蒸気量と海風前線の対流発生への寄与 -羽田空港周辺 2018 年 9 月 2 日の事例-，日本気象学会 2020 年度秋季大会，2020 年 10 月，オンライン
- 102 川畑 拓矢，大アンサンブルが予測する豪雨・洪水，「富岳」成果創出加速プログラム「防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測」第 1 回シンポジウム ～豪雨・台風の高精度な予測をめざして～，2020 年 9 月，オンライン
- 103 川畑拓矢、Le Duc、斉藤和雄、大泉伝，令和 2 年 7 月豪雨における線状降水帯の確率予測，第一回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会，2020 年 9 月，オンライン，オンライン
- 104 阿保 真，長澤親生，柴田泰邦，内野修，酒井哲，柴田隆，勝俣昌己，衛星搭載 DIAL によるグローバルな水蒸気分布観測の提案，第 38 回レーザーセンシングシンポジウム，2020 年 9 月，日本
- 105 吉田智，酒井哲，永井智広，小司禎教，瀬古弘，下層水蒸気の積乱雲の発生発達への寄与，第 38 回レーザーセンシングシンポジウム，2020 年 9 月，日本
- 106 石橋俊之，数値天気予報のための全球大気解析の高精度化に関する研究，神戸大学惑星科学研究センターセミナー，2020 年 8 月，リモート
- 107 吉田智，瀬古弘，酒井哲，永井智広，小司禎教，国井勝，観測システムシミュレーション実験を用いた水蒸気観測の影響評価，日本気象学会 2020 年度春季大会，2020 年 6 月，オンライン
- 108 小司禎教，潮汐モデルを用いた船舶 GNSS 可降水量誤差補正の試み，日本気象学会 2020 年度春季大会，2020 年 5 月，川崎市
- 109 谷川朋範，庭野匡思，大河原望，石元裕史，青木輝夫，ニーオルスンにおける全天分光日射計を用いた積雪粒径・積雪不純物濃度の推定，日本気象学会 2020 年度春季大会，2020 年 5 月，オンライン
- 110 藤田匡，瀬古弘，川畑拓矢，澤田謙，堀田大介，幾田泰醇，國井勝，塚本暢，秋元銀河，ドップラー速度の観測誤差相関を考慮した変分法データ同化の検討，日本気象学会 2020 年度春季大会，2020 年 5 月，オンライン
- 111 瀬古弘，小司禎教，堀田大介，小泉耕，幾田泰醇，現業同化システムに準拠したメソ数値予報実験システムを用いた船舶 GNSS の同化実験，日本気象学会 2020 年度春季大会，2020 年 5 月，オンライン

- 112 小司禎教, 酒井哲, 永井智広, 吉田智, 首都圏短時間強雨の環境場 - 東風の特徴 -, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, 川崎市
- 113 澤田謙, 変分法同化システムにおける過飽和制約の導入, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
- 114 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
- 115 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
- 116 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井勝, 塚本暢, 秋元銀河, 観測誤差時空間相関を考慮した変分法によるドップラー速度データ同化の検討, ポスト「京」(スーパーコンピュータ「富岳」)重点課題4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」最終成果報告会, 2020 年 1 月, 東京
- 117 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
- 118 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
- 119 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井勝, 塚本暢, 秋元銀河, 観測誤差相関を考慮した変分法によるドップラー速度データ同化の検討, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2019 年 11 月, 三重県津市
- 120 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
- 121 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
- 122 津口裕茂, 線状降水帯がもたらす集中豪雨のしくみ-近年の顕著事例を例として-, 気象大学校紫雲祭, 2019 年 11 月, 柏
- 123 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みに依る散乱特性の変動の導入, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
- 124 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
- 125 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
- 126 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

- 127 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
- 128 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
- 129 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
- 130 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
- 131 工藤玲, 岩淵弘信, 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
- 132 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 澤田謙, 堀田大介, 幾田泰醇, 國井勝, 塚本暢, 秋元銀河, 変分法によるレーダーデータ同化高度化の検討, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡
- 133 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ドのメソ数值予報OSSE, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡
- 134 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
- 135 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
- 136 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, 数值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
- 137 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
- 138 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
- 139 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
- 140 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
- 141 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

- 142 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
- 143 青梨和正, 次世代のマイクロ波イメージャ降水リトリバルアルゴリズム開発: 固体降水の厚みの変動を考慮した散乱アルゴリズム, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
- 144 小田真祐子, 変分法同化法のための 2 スケール局所化手法, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
- 145 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
- 146 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
- 147 工藤玲, 岩淵弘信, 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
- 148 藤田匡, 成田正巳, 氏家将志, 河野耕平, 幾田泰醇, 沢田雅洋, 國井勝, 塚本暢, 草開浩, 秋元銀河, 安齋太朗, 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
- 149 岡本幸三, 大和田浩美, 計盛正博, 大塚道子, 太田芳文, 上清直隆, 瀬古弘, 安藤昭芳, 吉田良, 石元裕史, 林昌宏, 石田春磨, 佐藤芳昭, 国松洋, 別所康太郎, 横田寛伸, ひまわり後継衛星に向けたハイパースペクトル赤外サウンダのインパクト調査, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都

## イ. ポスター発表

### ・国際的な会議・学会等

- 1 Saito, K., T. Matsunobu, and T. Oizui, Effect of Northward Ageostrophic Winds Associated with a Tropical Cyclone on PRE Rainfall Enhancement. , AMS 20th Conference on Mesoscale Processes, 2023 年 7 月, USA, Madison
- 2 Ikuta, Y., M. Satoh, W. Roh, S. Matsugishi, N. Kuba, T. Seiki, A. Umehara, and H. Eito, Evaluation and improvement of cloud microphysics scheme using ground-based polarimetric radar and disdrometer observations, ICCP-GSRA Workshop 2023, jointly with The 2nd EarthCARE Modeling Workshop, 2023 年 3 月, Izu
- 3 N. Ohkawara, Efforts to reduce errors in infrared radiation observations at the Earth's surface, Metrology for Climate Action, 2022 年 9 月, (オンライン), (オンライン)

- 4 Tetsu Sakai, Satoru Yoshida, Tomohiro Nagai, Yasutaka Ikuta, Yoshinori Shoji, Comparison of lower tropospheric water vapor vertical distribution measured with Raman lidar and DIAL and their impact of data assimilation in numerical weather prediction model, 第30回国際レーザーレーダ会議, 2022年7月, アメリカ, モンタナ
- 5 Fujita, T., H. Seko, T. Kawabata, K. Sawada, D. Hotta, and Y. Ikuta, Enhancement of Variational Assimilation of High-Frequency and High-Resolution Radial Wind, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 6 Sawada, K., Y. Honda, Effects of suppressing supersaturation in a variational data assimilation system, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 7 Toshiyuki Ishibashi, Improvement of Accuracy of Global Numerical Weather Prediction Using Refined Error Covariance Matrices, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 8 Takuya KAWABATA, Le Duc, Tsutao Oizumi, Kazuo Saito, Ensemble Data Assimilation and Probabilistic Forecast with 1000 Members Coupled with a Hydrological Model Using the Supercomputer “Fugaku” Aiming to the Impact-Based Forecast, WCRP-WWRP Symposium on Data Assimilation and Reanalysis, 2021年9月, (オンライン)
- 9 吉田智、酒井哲、永井智広、小司禎教、瀬古弘, Impact of low-level moisture and convergence on initiation and development of cumulonimbus, AGU Fall Meeting 2020, 2020年12月, 米国, virtual
- 10 Okamoto, K. and M. Hayashi, Examination of observation and model error for all-sky infrared radiance assimilation, ECMWF/EUMETSAT NWP SAF Workshop on the treatment of random and systematic errors in satellite data assimilation for NWP, 2020年11月, online
- 11 Ishibashi, T., Observation impact study in global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
- 12 Ishibashi, T., Data assimilation of lightning observation data for global numerical weather prediction, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
- 13 SHOJI, Yoshinori, Relationship between errors in ship-borne GNSS derived PWVs and that in vertical coordinates, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
- 14 Aonashi, K., K. Okamoto, M. Yamaguchi, and T. Tashima, Introduction of the mixed-lognormal PDF and a new displacement correction method for precipitation to EnVar for all-sky MWI TB assimilation, The 4th Joint JCSDA-ECMWF Workshop on Assimilating Satellite Observations of Clouds and Precipitation into NWP Models, 2020年2月, イギリス, レディング

- 15 Saito, K., M. K. Hung, N. V. Hung, D. D. Tien, and L. Duc, Heavy rainfall event in central Viet Nam in December 2018 and QPE/QPF at VNMHA, 100th AMS Annual Meeting, 2020年1月, USA, Boston
- 16 Miyoshi, T., S. Kotsuki, K. Kondo, and R. Potthast, Local Particle Filter Implemented with Minor Modifications to the LETKF Code, AMS 100th Annual Meeting, 2020年1月, アメリカ, ボストン
- 17 Kondo, K., T. Miyoshi, Non-Gaussian statistics in global atmospheric dynamics with a 10240-member ensemble Kalman filter experiment using an intermediate AGCM, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
- 18 Kudo, R., H. Iwabuchi, T. Takano, H. Irie, A. Damiani, and P. Khatri, Ground-based remote sensing of heterogeneous clouds using sky-view camera and three-dimensional radiative transfer, 8th International EarthCARE Science Workshop, 2019年11月, 福岡
- 19 Okamoto, K., K. Bessho and M. Kachi,, JMA and JAXA, The 22nd International TOVS Study Conference, 2019年11月, カナダ, Saint-Sauveur,
- 20 Seko, H., E. Sato, H. Yamauchi, Y. Shoji, and S. Satoh, Refractivity distributions over the Kanto and Osaka plains and their impacts on the rainfall forecasts , 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年10月, 奈良市
- 21 Ishimoto, H., M. Hayashi, Y. Mano, Development of fast radiative transfer model MBCRM for analysis of volcanic ash clouds measured by hyperspectral infrared sounder, 2019年合同衛星会議, 2019年10月, アメリカ, ボストン
- 22 Ishibasi, T., T. Iriguchi, Y. Fujii, T. Yasuda, Y. Takaya, N. Saito, T. Onog, Numerical Weather Prediction Experiments using a Coupled Atmosphere-Ocean Data Assimilation System in JMA/MRI (3) , JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
- 23 Ishibasi, T., Superposition of atmospheric states using information redundancy for Numerical Weather Prediction, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
- 24 Hiromu Seko, Eiichi Sato, Hiroshi Yamauchi, Refractivity Distributions over the Kanto Plain Obtained by Dual-polarization Radar, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
- 25 Yoshinori Shoji, Tetsu Sakai, Ahoro Adachi, Satoru Yoshida, Tomohiro 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
- 26 Shoji, Y., T. Tsuda, T. Kato, T. Terada, and M. Yabuki, Ocean Platform GNSS Meteorology for Heavy Rainfall Prediction, Living Planet Symposium 2019, 2019年5月, イタリア, ミラノ

- 27 Ishii, S., H. Iwai, M. Aoki, M. Oshiro, H. Takenaka, K. Kikuchi, T. Nishizawa, Y. Jin, N. Sugimoto, E. Oikawa, and H. Okamoto, Validation activities in Japan during 4 years from 2019–2022, Aeolus Science Conference 2023, 2023年5月, ギリシャ, ロドス島
- 28 田上雅浩, 八代尚, 高野雄紀, 芳村圭, 小玉知央, 佐藤正樹, Modelling water isotopes using a global non-hydrostatic model with explicit convection scheme for investigating model's bias and uncertainty, JpGU meeting 2022, 2023年2月, 千葉県千葉市&オンライン

・国内の会議・学会等

- 1 澤田謙, 非ガウス型誤差分布の簡易的導入に向けて, 日本気象学会 2023年度秋季大会, 2023年10月, 仙台市
- 2 及川 栄治, 酒井 哲, 阿保 真, 西橋 政秀, 永井 智広, 吉田 智, 水蒸気DIALの半導体レーザー波長制御アルゴリズムの開発, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, つくば市
- 3 酒井 哲, 吉田 智, 永井智広, 西橋政秀, 及川栄治, 清水慎吾, 前坂剛, 白石浩一, 原口英介, 矢野謙也, 辻秀伸, 今城勝治, 三菱電機社製 DIAL と気象研究所ラマンライダー、ラジオゾンデによる水蒸気鉛直分布の比較観測, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, 茨城県つくば市
- 4 西橋政秀, 及川栄治, 永井智広, 酒井哲, 吉田智, 阿保真, 線状降水帯の予測精度向上に資する水蒸気 DIAL の開発, 第41回レーザーセンシングシンポジウム, 2023年9月, 茨城県つくば市
- 5 田上雅浩・一柳錦平・朴昊澤, 北極圏を対象とした海氷後退に伴う水蒸気起源域と水循環の変化, 水文・水資源学会 日本水文科学会 2023年度研究発表会, 2023年9月, 長崎県長崎市
- 6 石田春磨, 岡本幸三, 赤外ハイパーサウンダーデータの主成分分析に基づく全球予報データ同化利用チャンネルの選択, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
- 7 瀬古弘, 山内洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井哲, 足立アホロ, レーダー屈折率時間変化量の推定時のパラメータと観測高度, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, 東京
- 8 西橋政秀, 及川栄治, 酒井哲, 永井智広, 吉田智, 阿保真, 線状降水帯の予測精度向上を目的とした差分吸収式水蒸気ライダーの開発, 日本気象学会 2023年度春季大会, 2023年5月, 東京
- 9 田上雅浩, 中村哲, 大島和裕, 一柳錦平, 朴昊澤, 北極海の海氷後退と大気水循環との関係, 日本気象学会 2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
- 10 石元裕史, 林 昌宏, 石井憲介, 工藤玲, 複数の衛星データを用いた赤外火山灰解析手法の開発, 日本気象学会 2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市

- 11 山崎明宏, 渡部義明, 江井和則, スカイラジオメータの内部温度測定の改良と温度特性について, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
- 12 瀬古弘, 幾田泰醇, 川畑拓矢, 石元裕史, 荒木健太郎, 田尻拓也, 清水慎吾, 吉本浩一, 竹田智博, 河野宜幸, 松元誠, 鈴木健司, 中山和正, メソNAPEXを用いた地上マイクロ波放射計可降水量の同化実験, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
- 13 小司禎教, IGS 第 3 次再解析を用いた GNSS 可降水量再解析, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
- 14 新堀敏基, 林昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析(その 2), 日本火山学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, オンライン
- 15 新堀敏基, 林昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した傘型噴煙のひまわり 8 号による解析, 日本地球惑星科学連合 2022 年大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 16 瀬古弘, 足立アホロ, 梅原章仁, 佐藤英一, 小司禎教, 酒井哲, 吉田智, 線状降水帯の降水予報精度向上を目指した 気象観測用ドローンを併用した水蒸気観測, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 17 新堀敏基, 林昌宏, 石元裕史, 2022 年 1 月 15 日トンガ海底火山噴火により発生した火山灰雲のひまわり 8 号による解析, 日本気象学会 2022 年度春季大会, 2022 年 5 月, オンライン
- 18 瀬古弘, メソアンサンブルと 1km-asuca を用いた豪雨解析, 「富岳」成果創出加速プログラム防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 2021 年度成果発表会, 2022 年 3 月, オンライン
- 19 藤田匡, 瀬古弘, 川畑拓矢, 岡本幸三, 変分法によるドップラー速度等のスケール依存同化の検討, 「富岳」成果創出加速プログラム防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 2021 年度成果発表会, 2022 年 3 月, オンライン
- 20 瀬古弘, 佐藤英一, 梅原章仁, 鈴木修, 足立アホロ, 山内洋, 南雲信宏, 空港気象レーダーによる屈折率の時間変化, 日本気象学会秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 21 吉田智, 酒井哲, 永井智広, 白石浩一, 幾田泰醇, 瀬古弘, 小司禎教, 線状降水帯の風上側の水蒸気鉛直プロファイルの観測, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
- 22 小司禎教, 三浦甚哉, 椿修二, 東吉一, 日々野祥, 小嶋惇, 中村哲也, 習田恵三, 船舶搭載 GNSS によるリアルタイム海上可降水量解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 23 澤田謙, 変分法メソ解析システムにおける過飽和制約の効果, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
- 24 石元裕史, 林昌宏, 真野裕三, 工藤玲, 火山灰の複素屈折率推定によるひまわり火山灰アルゴリズムの改良, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン

- 25 瀬古弘, メソアンサンブル予報を用いた豪雨の相関解析, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 26 石田春磨, 岡本幸三, 太田芳文, 主成分スコアからの再構成輝度を利用した赤外ハイパースペクトルサウンダデータ同化, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 27 小司禎教, 船舶搭載 GNSS による海上可降水量解析最適化の検討, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, オンライン
- 28 山崎明宏, 工藤玲, 白石浩一, 原圭一郎, 高島久洋, 林政彦, 西田千春, 2020 年 8 月上旬に九州、沖縄地方で確認された煙霧時の スカイラジオメータ観測, 日本気象学会 2021 年度春季大会, 2021 年 5 月, つくば市
- 29 小司禎教, 清野直子, 凌風丸による 2020 年梅雨期東シナ海ゾンデ観測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 30 瀬古弘, 幾田泰醇, 小司禎教, 堀田大介, 現業同化システムに準拠したメソ数値予報実験システムを用いた船舶 GNSS の同化実験 (その 2), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 31 吉田智, 酒井哲, 永井智広, 小司禎教, 瀬古弘, 白石浩一, 清水慎吾, 長崎におけるライダーによる水蒸気鉛直分布の初期観測, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 32 石橋俊之, 雷光観測の全球同化 (序), 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 33 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 青梨和正, Dynamic Emissivity を用いた陸域衛星輝度温度同化の高度化, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 34 林昌宏, 岡本幸三, DARDAR プロダクトとひまわり 8 号観測を用いた RTTOV 氷雲放射スキームの評価, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 35 小司禎教, 移動体 GNSS 解析による可降水量誤差要因の考察, 日本気象学会 2020 年度秋季大会, 2020 年 10 月, オンライン
- 36 瀬古弘, 横田祥, 吉田智, 特異値分解解析による「全外し」を軽減するアンサンブル初期摂動作成法と最適な観測網システムの開発 (その 2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
- 37 近藤圭一, 岡本幸三, 入口武史, 藤井秀幸, 青梨和正, Dynamic Emissivity を用いた陸域衛星輝度温度同化の高度化, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
- 38 林昌宏, 石元裕史, GCOM-C/SGLI の熱赤外観測データを用いた火山灰解析, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
- 39 山崎明宏, 工藤玲, 内山明博, 居島修, 分光型日射計による精密放射観測装置の開発 (2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン

- 40 澤田謙, スピンダウン問題と過飽和抑制, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡市
- 41 瀬古弘, 横田祥, 福井真, 吉田智, 特異値分解解析を利用した「全外し」を軽減するためのアンサンブル初期摂動作成法の開発 (その 1), 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
- 42 林昌宏, 石元裕史, ひまわり 8 号と赤外サウンダによる火山灰解析アルゴリズムの開, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京
- 43 近藤圭一, モデルが不完全な場合における背景誤差相関について, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
- 44 瀬古弘, 横田祥, 佐藤英一, 小司禎教, 山内洋, 佐藤晋介, 川村誠治, 多種の高頻度高密度観測データを用いた 局地的大雨の同化実験 (その 1), 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区

## 6.2 報道・記事

### (1) 報道・記事

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

- ・ 日本テレビ (2022年7月2日) 「進歩・データで「線状降水帯」予測「富岳」で精度向上」
- ・ 日本テレビ (2022年7月5日) 「独自・線状降水帯“大気の川”影響・気象庁の「観測・予測体制」は」

### 6.3 その他 (3. (3) 「成果の他の研究への波及状況」 関連)

- ・ 講演、アウトリーチ等

酒井 哲 集中豪雨予測のための水蒸気ライダーの開発 令和2年度  
気象研究所研究成果発表会(2020年12月16日-2021年1月27日)

川畑 拓矢 スーパーコンピュータ「富岳」を用いた豪雨や洪水の予  
測に向けて、令和2年度気象研究所研究成果発表会(2020年12月  
16日-2021年1月27日)

吉田 智 雷までの距離を測ろう クエスチョンハンティング -つ  
くばこどもクエスチョンオンライン- 2020年8月1日~23日

大泉伝, 高解像度数値気象モデルは豪雨を予測できるのか? ~2013  
年伊豆大島、2014年広島での豪雨事例を対象に~. キャスターネ  
ットワーク勉強会, オンライン, 2021年3月

川畑拓矢, 令和2年7月豪雨における球磨川氾濫事例に対する線状降  
水帯確率予測, キャスターネットワーク勉強会, オンライン,  
2021年3月

川畑拓矢, 極端な豪雨に対する予測研究の現状と今後の展望, 第2回  
気候変動適応セミナー 2021年11月10日

大泉伝, 川畑拓矢 Techで遊ぼう展「2014年8月広島で発生した線  
状降水帯の8K可視化」, NHKプラスクロス渋谷 2023年3月2日  
-3月31日

川畑拓矢: 線状降水帯を知る -そのメカニズムと予測について-, 第  
2回 スーパーコンピュータ「富岳」成果創出加速プログラム シ  
ンポジウム「富岳百景」, 2022年12月

川畑拓矢, 大アンサンブルシミュレーションによる線状降水帯と洪水  
の確率予測 日本気象学会関西支部夏季大学 2023年8月26日

- ・ 受賞等

青梨 和正 衛星観測による全球降水マップの開発と社会での実利  
用推進に関わる功績 2019年 日本気象学会 岸保・立平賞

横田 祥 データ同化とアンサンブル予報を用いたスーパーセル竜  
巻の発生要因と予測に関する研究 日本気象学会 山本賞

堀田大介, 厳密な球面調和変換が可能かつマルチグリッド法を適用可  
能な格子系および求積法の全球気象モデルへの導入 日本計算  
力学連合 2021年 日本計算力学奨励賞

瀬戸里枝, 36と89GHzの衛星マイクロ波観測による陸域雲水量の雲  
降水粒子より分け推定の可能性の検討 水文・水資源学会 水

文・水資源学会論文奨励賞