

研究プロフィールシート（終了時評価）

研究課題名：(T) 台風・顕著現象の機構解明と監視予測技術の開発に関する研究

(副課題1) 台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術の研究

(副課題2) 顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術の研究

(副課題3) 顕著現象の自動探知・直前予測技術のための研究開発

(副課題4) 先端的気象レーダーの観測技術の研究

研究期間：令和元年度～令和5年度

研究費総額：175,369千円

研究代表者：鈴木 修（令和元年度）、清野 直子（令和2-3年度）、加藤 輝之（令和4-5年度）（台風・災害気象研究部 部長）

研究担当者：

(副課題1) 副課題代表者：和田 章義 担当研究者：柳瀬 亘、嶋田 宇大、小野 耕介（令和元-2年度）、辻野 智紀（令和3-5年度）、林 昌宏（令和元-2年度）、川端 康弘（令和5年度）、岡本 幸三（気象観測研究部）、沢田 雅洋（併任）、小山 亮（令和元-4年度、併任）、伊藤 享洋（令和4-5年度、併任）、瀬崎 歩美（令和4-5年度、併任）、岡部 裕己（令和4年度、併任）、文野 彩花（令和5年度、併任）

(副課題2) 副課題代表者：清野 直子（令和元年度）、益子 渉（令和2-5年度）
担当研究者：廣川 康隆、小野 耕介（令和3-5年度）、荒木健太郎、鈴木 修（令和2-5年度）、栃本 英伍（令和4-5年度）、末木 健太（令和4-5年度）、橋本 明弘、林 修吾（気象予報研究部）、加藤 輝之（令和3年度、応用気象研究部）、北畠 尚子（併任）、津口 裕茂（併任）、坂井めぐみ（令和元年度、併任）、田巻 優子（令和2-5年度、併任）、清野 直子（令和4-5年度、併任）

(副課題3) 副課題代表者：楠 研一 担当研究者：足立透、猪上華子（令和元-2年度）、鈴木 修（令和2-5年度）、大塚 道子（令和2年度、併任）

(副課題4) 副課題代表者：足立アホロ（令和元-3年度）、山内 洋（令和4-5年度）
担当研究者：梅原 章仁、永井 智広（令和元-3年度）、鶴沼昂（令和4-5年度）、足立 透、益子 渉、荒木健太郎、鈴木 修、林 修吾（気象予報研究部）、瀬古 弘、石元裕史、吉田 智（気象観測研究部）、佐藤英一（火山研究部）、山内 洋（令和元-3年度、併任）、南雲 信宏（併任）、梶原 佑介（令和元年度、併任）、足立アホロ（令和4-5年度、併任）

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）

近年、台風および集中豪雨・大雪・竜巻等突風・局地的大雨(顕著現象)による気象災害が数多く発生しており（平成30年7月豪雨、台風21号など）、気象災害の「新たなステージ」（局地化・集中化・激甚化）に対応する実況監視・予測技術の高度化が求められている。さらにそれらの災害に対して国民の安全・安心を確保し、レジリエ

ントな社会を構築するために、豪雨や竜巻等の実態を把握する気象レーダーや、災害を予測・察知してその実体を知る技術などの研究開発の推進が求められている。

(学術的背景・意義)

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

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

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

(気象業務での意義)

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

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

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

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

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

2. 研究の目的

(全体)

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

(副課題1)

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

(副課題2)

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

(副課題3)

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

(副課題4)

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

3. 研究の目標

(全体)

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

(副課題1)

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

(副課題2)

集中豪雨や大雪、竜巻等、顕著現象の事例解析と統計解析から、災害をもたらす顕著現象の実態把握・機構解明を進める。さらに、最先端の数値予報システムを活用し、

予報現業での顕著現象に対する診断的予測技術向上に資する知見・手法を得る。

(副課題3)

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

(副課題4)

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

4. 研究結果

(1) 成果の概要

(全体)

台風・顕著現象の監視・予測に関わる多彩な技術開発を行った。台風に関わる研究では、台風の構造変化の機構解明と日本に影響を与えた台風に関する科学的な知見を社会に発信し、顕著現象に関わる研究では、線状降水帯に対する解析雨量を用いた客観検出手法の改良や統計解析を行い、この検出手法は気象庁が令和3年6月17日から運用を開始した「顕著な大雨に関する情報」発表の基盤技術として活用されている。顕著現象の自動探知・予測技術の研究では、深層学習を用いた竜巻渦検知技術の開発により、鉄道事業者との連携による特許権の取得と特許技術を用いた世界初の実用化に成功した。二重偏波レーダー利用技術の高度化の研究では、二重偏波情報を用いた雲の微物理構造の推定手法の開発を行った。

(副課題1)

(a) 発生から温帯低気圧化に至る台風構造変化プロセスに関する研究

- ・ 気象庁現業メソ気象モデル asuca の大気海洋結合モデル、非静力学大気モデル NHM 及びその大気波浪海洋結合モデルを用いて、2022年台風第5号の発生に関する数値シミュレーションを行った。7月21日00UTCから216時間の数値積分を行った結果、asuca 大気海洋結合モデルは大気波浪海洋結合モデルよりも海洋結合の有無にかかわらず、風を強くシミュレートする傾向にあり、結果として最大風速17m/sを超える時刻が気象庁ベストトラックよりも早まる傾向にあった。しかしながら偏東風の西縁での渦形成位置は2つのモデル及び海洋結合の有無で大きな違いはなかった。

- ・ 2012年台風第12号が高い緯度で発生したメカニズムを解明するため、水平解像度2.5kmの非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施した。低い緯度で発

生ずる典型的な台風とは異なり、台風第 12 号では上層の寒冷トラフや下層の前線形成が影響しており、中緯度の温帯低気圧に似たプロセスが働いていることが明らかになった。低気圧相空間による客観的分類法では、深い暖気核で特徴づけられる典型的な台風の構造になる前は、台風第 12 号は浅い暖気核構造を持っており、北大西洋域で盛んに研究されている亜熱帯低気圧に似た現象であることがわかった。

- ・台風急発達時の環境場条件の多様性と、発達阻害条件があった場合にどのような条件が阻害の回避に寄与しているか調査した。台風雲パターンのクラスター解析から急発達事例を 6 通りに分類すると、環境場の特徴はクラスター毎に大きく異なっていた。発達阻害要因である中程度の鉛直シアーまたは乾燥した環境場で急発達が起きた 3 つのクラスターを詳しく調べた結果、台風サイズに依存し、それぞれ次の特徴が見られた。中程度の鉛直シアー下にあった大型事例では、その構造自体が鉛直シアーに対し力学的に抵抗可能であり、また総観スケールで存在する対流圏下層の収束と湿潤環境が鉛直シアーによる熱力学的な阻害の影響回避に好都合であった。中程度の鉛直シアー下にあった中型事例では、比較的高い海面水温と湿潤な環境場、さらに鉛直シアーが小さくかつ高相当温位の存在する領域に台風が移動する傾向にあることが特徴だった。小型事例では、大気環境場における鉛直シアーが小さいため、台風周辺の乾燥空気が台風内部に影響を及ぼしにくい状況となっていた。

- ・台風急発達事例数の長期変化傾向について、歴代にわたる気象庁ドボラック解析データ及びベストトラックデータを使用して調査した。ベストトラックにみられる 2000 年代中頃以降の急発達事例数の増加は、実際の気候学的な変化に起因するものではなく、ベストトラックの解析に利用される衛星観測データ数が 2000 年代に飛躍的に増加したことによる品質の変化によるものと考えられる。

- ・気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 6 次評価報告書 (AR6) において、非常に強い熱帯低気圧の発生割合と強度最大規模の熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球規模では、地球温暖化の進行と共に上昇していると評価されている。この評価の妥当性について、2 つの台風ベストトラックデータセット (JTWC と RSMC-Tokyo) 及び気象庁ドボラック再解析データセットから、10 分平均最大風速を見積もった上で調査した。静止気象衛星データの利用開始年となる 1986-1987 年前後で「猛烈な」熱帯低気圧数の 10 年単位での変化は、JTWC では増加、RSMC-Tokyo では減少と明瞭な差を示した。この明瞭な差は、静止気象衛星データの利用開始年前後の「猛烈な」熱帯低気圧数のトレンド評価の違いに影響を与えていた。気象庁ドボラック再解析データセットに基づく「猛烈な」熱帯低気圧数の変化傾向は、JTWC 及び RSMC-Tokyo から得られた変化傾向と異なっていた。

- ・気象庁が作成した 30 年間 (1987-2016) のドボラック再解析データを用いて、カテゴリ 4 相当以上の「強い台風」の長期的な変化傾向を調査した。その結果、年々変動が大きく、数や割合には線形的な増加トレンドは見られないことがわかった。一方、強い台風にまで発達する熱帯低気圧の発生位置や分布には大きな変動が見られることがわかった。

- ・ハリケーン発達・定常事例に関する観測研究において、なぜ発達事例は定常事例より強い上昇流をアップシアー (鉛直シアーベクトルの後方側) 左象限 (USL) に持つ

のかについて、航空機搭載レーダーデータを用いて調査した。ハリケーン発達事例のうち半数以上で、高度 12 km の USL に波数 1 の上昇流ピークが存在していた。発達事例では、定常事例より強い対流圏下層におけるハリケーン中心に向かう流れと、眼の内部領域からダウンシア側側の眼の壁雲へ高相当温位気塊を供給可能にする下層の流れが特徴的だった。これらは眼の壁雲の対流活動の強化に好都合であった。実際にダウンシア側側の眼の壁雲では 2-6m/s の上昇流の頻度が定常事例より多く、これらが対流活動の最終段階として USL での上層上昇流につながっていたと考えられる。渦度解析の結果、USL の上昇流はアップシア側の中上層の渦度増加に寄与していた。従って USL での強い上昇流は、それ自体が発達要因ではないものの、ハリケーンが深い渦に発達する過程で重要な役割を果たしていると考えられる。

- ・2019 年台風第 9 号についてレーダー解析を即時的に実施した結果、台風移動時にトロコイダル運動が見られたこと、レーダーデータによる強度推定結果では中心気圧が 900hPa を下回っていたこと、また二重壁雲等の構造的特徴等の知見を得た。

- ・2018 年台風第 21 号について入手可能な観測データ等を用いて解析し、台風上陸前後における最大風速の維持、風分布にみられる構造の収縮、眼の壁雲内側でのメソ渦の形成・発達、暖かい雨が支配的な降水プロセス) 等の結果が得られた。

- ・台風構造変化プロセスの解明のため、ひまわり 8 号台風機動観測を用いた AMV 算出環境、雲物理量推定手法及び対流圏下層 AMV の算出領域を拡大する手法を開発し、検証を行った。台風域における暖気核発達プロセスの解明のため、衛星サウンダデータや推定現場観測データを用いた、台風の眼の中における気温・水蒸気鉛直プロファイルの推定手法を開発した。この手法を用いて推定した中心気圧値を、航空機ドロップゾンデ観測 (T-PARCI) およびベストトラックデータの中心気圧値と比較した。HSS から推定された大気プロファイルは GSM 初期値と比べ、ドロップゾンデで観測された暖気核構造をよく再現し、また中心気圧値がベストトラック値により近づくことを確認した。本結果は気象衛星センター・気象研究所連絡会 3 分科会合同発表会にて報告した。

- ・北上する台風が温帯低気圧化後に再発達するメカニズムを解明するため、1979 年～2018 年の気象庁ベストトラックと JRA-55 再解析データを用いて統計的な解析を行った。コンポジット解析と複数の指標の統計により、再発達する事例は衰弱する事例よりも高い緯度で起きやすいこと、またそれらが上層の渦位場と関係していることを示した。特に、非断熱加熱による上層東側での負の渦位偏差 (リッジ) の形成が温帯低気圧化後の再発達に重要であることを明らかにした。一方で、典型的な台風の発達に重要な環境場である高い海面水温や、典型的な温帯低気圧の発達に重要な環境場である下層の傾圧性については明瞭な特徴は見られず、温帯低気圧化特有のプロセスがあることがわかった。

- ・2016 年 8 月の特異な日本上陸及び高頻度の温帯低気圧化をもたらした台風経路の特徴を明らかにするため、k 平均法及び低気圧位相空間解析を 2001 年から 2016 年の 8 月の台風について行い、また台風周辺の大気環境場の特徴を明らかにするためコンポジット解析及び事例解析も実施した。k 平均法から、2016 年 8 月の台風経路は 2001 年から 2015 年までの 8 月における経路や 2016 年 9 月の経路より北向きの

特徴をもつ。CPS 解析結果から、2016 年 8 月の温帯低気圧化は 2001 年から 2015 年 8 月のものと比べて、暖気核から寒気核構造へ短い期間で小さい構造変化をとるという特徴をもつ。2016 年 8 月の総観場は、対流圏上層のジェット気流の蛇行の強化、対流圏中層の強いトラフ、対流圏下層の台風付近での暖かい空気により特徴づけられる。2016 年 8 月の北向きの経路をもつことによる特異な台風の日本上陸、高頻度な温帯低気圧化及び温帯低気圧化における小さい構造変化は、これらの総観場の特徴により説明することができた。

- ・2016-2020 年の台風の温帯低気圧化と偏西風ジェットの関係を台風の大きさにより大きい台風事例と小さい台風事例に分類し、低気圧位相空間解析及び対流圏上層風速等の台風中心位置を領域中心としたコンポジット解析を行った。小さい台風事例については南シナ海を通過した後に上陸する台風を除いた。小さい台風事例と比較して大きい台風事例においては台風強度は強く、台風域での降水量も多い傾向にあった。また対流圏上層において台風北東側にてリッジがより明瞭となり、偏西風ジェットの南北への変動がより大きくなった。大きい台風はトラフの東側において非対称化へより明瞭に構造変化しつつ、北東への移動を加速する傾向にあった。温帯低気圧化が完了する緯度は、小さい台風に比べてより高緯度であった。

- ・1982 年 1 月から 2020 年 6 月にかけて、 26°C を超える上層海洋貯熱量 (TCHP) の増加傾向及び内部変動及びこれらが 2019 年台風第 15 号及び第 19 号の台風強度に及ぼす影響を調査した。台風下における TCHP は、台風第 19 号による海水温低下の影響が見られたものの、台風第 19 号成熟期の一部期間を除き、気候学的平均値よりも高かった。TCHP は 2 つの台風が強化または維持された 2 つの海域、亜熱帯海域 ($15\text{--}20^{\circ}\text{N}$ 、 $140\text{--}150^{\circ}\text{E}$) および中緯度海域 ($30\text{--}35^{\circ}\text{N}$ 、 $130\text{--}140^{\circ}\text{E}$) 地域において、経年変動を伴いつつ大幅に増加した。TCHP の経験的直交関数 (EOF) 解析結果から、主要な 3 つの EOF モードで TCHP 変動全体の約 76.8% を説明する。台風第 19 号発達初期における TCHP の増加は海洋内部変動では説明できず、地球温暖化の寄与が考えられる。

- ・南緯 5 度から北緯 20 度、東経 120 度から 160 度の海域における 2000 年以降の海洋貯熱量の時間変化と台風強度との関係を気象庁及び米国合同台風警報センターの台風強度インデックスデータ (CI 数) を用いて調査した。TCHP は海水温 26°C 以上の海水がもつ熱容量であり、 26°C のかわりに露点温度を用いた改良 TCHP も解析に使用した。CI 数と積算 TCHP (発生から 6 時間毎に積算した量) には線形的な相関関係があること、2016 年以降の TCHP の増加は改良 TCHP を用いると見えないこと、つまり海面水温の上昇と同時に露点温度も上昇していることを示した。また 26°C を超える TCHP の代わりとして、前 2 週間の帯状平均 2m 気温と、解析日における 2m 露点温度の最大を基準温度として算出する熱容量を考案し、JRA-55, JRA-3Q, ERA5 大気再解析データと FORA, JCOPE 海洋再解析データそれぞれについてデータセットを作成した。熱帯および亜熱帯海域に見られる TCHP の増加傾向はこの熱容量データでは明瞭に見えなかった。4 つの北西太平洋の台風ベストトラック中心気圧データの各年の中間値のトレンドの有意性は 4 つのデータセットでばらつくものの近年における台風の弱化を示していた。

・沖縄南方海域を北西進し台湾に上陸した 2015 年台風第 21 号について非静力学大気波浪海洋結合モデルによる数値シミュレーションを実施し、海面フラックスデータセット (J-OFURO3) の日別値と比較した。大気再解析データ (JRA-55) と比較して、J-OFURO3 の海上風速場は数値シミュレーションで再現される台風域内の風速場を良好に表現した。また J-OFURO3 海面水温プロダクトは台風通過時の海面水温低下を良好に表現していた。一方で J-OFURO3 は気温、比湿、潜熱に関して、台風域内で欠損が見られ、これは台風域内の降水域に対応していた。

・甚大な大雨災害をもたらした令和元年東日本台風 (2019 年台風第 19 号) の北側で降水が集中したメカニズムを解明するため、水平解像度 2km の非静力学モデルによる数値シミュレーションを実施した。台風の温帯低気圧化の後半では、台風の北東側で温暖前線形成や準地衡的な強制上昇により降水が集中しており、先行研究と整合的なプロセスが起きていることが確認できた。一方で、温帯低気圧化の前半ではこれらの特徴は不明瞭であり、台風とジェット気流の相互作用による湿潤対称安定度の減少が台風の北側での斜向対流を強化していることが流跡線・渦位・絶対角運動量の解析により新たに明らかになった。

・2019 年台風第 19 号の温帯低気圧化における台風構造変化を非静力学大気モデル asuca を用いた数値実験結果から得られた温位の収支解析により調査した。温帯低気圧化時の暖気核構造の消失は、台風進行方向左側に形成された下層ジェットと接続する上昇流による断熱冷却がもたらしていることを明らかにした。一般化オメガ方程式診断により、この上昇流は台風中心付近での摩擦収束と渦度移流による力学的な強制によって形成されることを示した。接線風収支解析とジオポテンシャル傾向診断から、温帯低気圧化に伴う渦サイズの拡大は、台風進行方向前面の前線に沿った対流システムの非断熱加熱による気圧低下と低気圧中心に向かう気圧傾度の増加によるものであることが示唆された。

(b) 診断的台風予測技術開発と予測可能性研究

・台風強度予測ガイダンスモデルに新たな説明変数として台風内部構造に関連するパラメータを追加し、その上でランダムフォレストアルゴリズムを新規導入した。この台風強度予測ガイダンスモデルを気象庁に納品した。

・ランダムフォレストアルゴリズムを導入した台風強度予測ガイダンスモデルについて、現業で使用されている既存のモデルと比較した結果、新しいモデルは最大風速で 10%近い改善率が期待できることがわかった (上陸時を除く)。特に台風昇格前と温帯化する台風の精度改善率が高いことがわかった。

・台風ビッグデータと AI 技術を用いた新しい台風急発達予測モデルの開発において、統計的にサンプル数の少ない急発達事例に関する予測手法の検討を理研 AIP 研究者とともに行った。

・急発達予測精度改善に向けて新しい説明変数の利用可能性を調査した結果、対流圏界面付近の環境場気温や強風半径など従来未使用の説明変数が急発達予測の判別に重要なこと、またその判別の閾値が台風強度に依存することがわかった。

・米国静止気象衛星搭載の雷センサ (GLM) で観測されたデータを用いて、熱帯低気圧における雷の活動と強度変化の関係性について調査した。強度 75kt 以上の熱帯

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

- ・発達事例がアップシア（鉛直シアベクトルの後方側）左象限の対流圏上層に活発な対流を持つ傾向について、赤外衛星データからも見られることがわかった。また、強度が 70kt 以下の事例では、鉛直シアベクトルの後方右側における平均輝度温度について、発達事例と定常事例で有意な差があることがわかった。さらに中心から半径 30 km 以内で最大の輝度温度値が最大風速の変化量と負の相関を持つこともわかった。これら 3 つの特徴を、新しく開発した急発達予測モデルの説明変数として使用した結果、従来のモデルに比べ、急発達の予測精度をブライアスキルスコア (BSS) で約 3 スコア改善し、特に 75kt 以上の強度事例においては BSS で約 6 スコア改善した。

- ・気象庁現業メソアンサンブル予報システムを用いて、2018 年台風第 7 号による大雨を対象に既存の手法に対するメソ特異ベクトル法の効果について解析した結果、降水確率予測精度の改善におけるメソ特異ベクトル法の寄与は大きいことが示された。

- ・メソ特異ベクトル法で使用される特異ベクトル計算に関して、複数領域の特異ベクトルを一度に算出する手法を開発した。2017 年台風第 18 号に伴う降水についてこの手法を適用した結果、その予測可能性は向上した。

- ・強雨の確率的予測の精度向上を目的として、全球アンサンブル摂動をメソ特異ベクトル (MSV) 法に適用し、特定擾乱の MSV 算出を試みた。2018 年の台風事例及び 2020 年 7 月期の実験結果から、台風・梅雨前線周辺の強雨域近傍にて南洋上に偏在した MSV 分布が優先的に算出され、これによりアンサンブル予報の降水確率予測精度が向上した。

- ・台風等顕著現象の 1 日先以上の確率的予測精度の改善を狙い、メソ特異ベクトル (MSV) の解像度及び評価時間依存性を調査した。その結果、気象庁現業で利用されている MSV の設定において、評価時間を 30 時間程度まで延長できることを確認した。これにより予測後半に適したアンサンブル初期摂動に MSV を利用できることが示唆された。

- ・台風等顕著現象に対する複数の気象予測シナリオを作成するために、メソアンサンブル予報 (MEPS) の予測値に対してファジークラスター解析を行った。得られたクラスター平均を複数のシナリオとして評価した結果、摂動を与えないコントロールランより一定の予測期間で精度の良いシナリオが得られることを確認した。またクラスター平均降水予報に対して確率マッチング (Probability Matching) 手法を適用し、平均処理によって平滑化された予想降水量のキャリブレーションを行った結果、強雨予測に効果があることを確認した。

- ・2018 年台風第 24 号と台風第 25 号について大気波浪海洋結合モデルを用いて数値シミュレーションを実施し、1 週間スケールでの異なる日付の海洋初期値を用いたアンサンブルシミュレーションでは成熟期に台風は過発達を示した。海洋解析及び

数値シミュレーションでは再現が困難である程度の規模をもつ冷水渦を海洋初期値に組み込んだ結果、この冷水渦の効果により台風の過発達抑制される可能性があることを示した。一方で台風第 25 号は台風第 24 号によって強化された冷水渦を組み込んだ場合でも過発達傾向を示した。大気初期値アンサンブルシミュレーション結果から、この台風の場合はむしろ台風進路の誤差により、より暖かい海域を移動することで過発達が生じていたことが明らかとなった。

・2018 年台風第 12 号について、2018 年 7 月 25 日 12UTC から 28 日 12UTC まで 6 時間毎の大気海洋初期値を用いて、大気モデルと大気波浪海洋結合モデル、それぞれ 13 のアンサンブルシミュレーションを実施し、台風と寒冷渦の相互作用を調査した。寒冷渦域における地衡風は台風に対する指向流として働いた結果、台風は反時計回りに移動し、一方で寒冷渦は南西方向に移動しつつ、対流圏上層の加湿によりその勢力を弱めた。結合モデルにおいても台風強度過発達傾向であった結果、寒冷渦は解析よりも弱まり、台風進路の再現性に影響を与えた。台風進路の再現性は海洋結合の有無よりもむしろ大気初期値の違いによる影響が大きかった。

・令和元年東日本台風（2019 年台風第 19 号）の最大強度について、海洋温暖化の影響を調べるため、水平解像度 2km の大気波浪海洋結合モデルにより、10 月 6 日 00UTC を初期時刻とし、大気初期値に全球アンサンブルの摂動を与えた 26 メンバーのアンサンブルシミュレーションを、解析場及び気候場の海洋初期値それぞれについて実施した。アンサンブル平均において、気候場よりも海洋解析場を用いたシミュレーション結果の台風中心気圧が 10hPa 程度深まった。この結果は海洋表層貯熱量の解析値と気候値の差で説明することができた。このアンサンブルシミュレーション結果を用いて、強化期の台風内部コアを対象とした経験的直交関数 (EOF) 解析を行った。台風中心域におけるひまわり 8 号による輝度温度データと同領域におけるアンサンブルシミュレーション及び放射伝達モデルによる輝度温度データを組み合わせた。水平解像度 1km 非静力学大気モデルとその大気波浪海洋結合モデルを用いて、1 つの初期条件、摂動を加えた 26 メンバー、2 つの異なる海洋初期条件でアンサンブル実験を行った。代表的な 4 つの EOF モードは、ドボラック法の分類パターンであるカーブバンド、中心の濃密域 (CDO) パターン、眼 (Eye) パターンといった対称・対称パターンを示した。海洋結合の影響は強化初期にのみ現れたが、ひまわり 8 号観測との差に比べれば相対的に小さい。海洋結合と海洋の初期条件の違いは輝度温度に対し、定量的な影響を与えた。アンサンブルシミュレーション結果と、ひまわり 8 号規格化振幅から多重線形回帰分析により求められる推定値との間で、成熟期に近いフェーズでの強化率は整合していなかった。

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

・2022 年 12 月に開催された WMO の第 10 回熱帯低気圧に関する国際会議 (IWTC-10) において、温帯低気圧化や熱帯低気圧化を扱う「相遷移」の作業部会をラポーターとして取りまとめた。国内外の機関の専門家 10 名を作業部会のメンバーとして招待し、研究や現業における最新の知見・技術について報告書をまとめた。気象庁における温帯低気圧化の判別手法や防災情報の取り組みについても紹介した。

- ・ IWTC-10 の作業メンバーとして、最大風速半径 (RMW) の推定手法について主要現業機関に対しアンケートを行った。多くの機関で RMW 推定が現業的に行われている一方、衛星画像を主とする主観推定に依存している実態を報告書にまとめた。

- ・ 気象庁頭著台風事例解析ウェブを本課題で整備した解析サーバーから参照できるよう、環境を整備した。また、非静力学大気モデル asuca 及び非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いた数値シミュレーションを即時解析研究において実施し、その結果を他のデータ解析結果と組み合わせた資料を解析サーバーに掲載した。解析サーバーにおいては海面水温、海洋貯熱量、鉛直シア、渦位等の情報を過去に遡りモニターできるよう構築した。

- ・ クロストラック走査マイクロ波放射計 (ATMS) などのマイクロ波サウンダ、ひまわり 8 号/可視赤外放射計 (AHI) などの赤外イメージャ、フーリエ変換スペクトロメータ (CrIS) などの赤外ハイパースペクトラルサウンダ (HSS) から得られた晴天輝度温度データに基づき、気温・比湿プロファイルを解析サーバー上で解析するソフトウェアのプロトタイプを開発した。

- ・ 2019 年以降、2022 年まで台風ひまわり 8 号の 30 秒観測 (領域 5 観測) を 13 事例実施し、即時解析のため画像データを解析サーバーに掲載した。2023 年度も複数事例について観測を実施した。30 秒間隔撮像 (可視) に基づく雲追跡による風ベクトルの導出を用いて、台風 2020 年台風第 10 号 (Haishen) の眼における下層風の力学を調査した。雲追跡の結果から、下層の循環中心は台風の移動方向の後方に位置していること、距離 5 km 程度で全体の循環中心の周りを回っていることがわかった。この回転する過渡的な擾乱は角運動量を内側に輸送することがわかり、眼の中での接線風の増加や角速度の均一化を説明できる。これらの特徴は、代数的に成長する波数 1 の順圧不安定と解釈される。

- ・ ドップラーレーダーによるドップラー速度観測から台風循環を推定する新手法を開発し、2010 年台風第 10 号の多重壁雲構造に適用した。既存手法に見られた人工的なシグナルを抑制し、物理的に整合した風速推定が可能となった。開発した手法は doi 付きでソフトウェアとして公開された。現在手法についての学術論文を投稿中である。

- ・ 2019 年に日本に上陸した令和元年房総半島台風 (2019 年台風第 15 号) について、水平解像度 1km の非静力学大気モデルを用いて数値シミュレーションを実施し、その構造と強度変化について解析を行った。千葉上陸 12 時間前に台風の強度は潜在最大強度を超えており、超傾度風構造が中緯度における台風の軸対称の維持に貢献していることがわかった。また、この強度は弱い鉛直シアと高い海面水温、それによる海洋から大気へ供給される潜熱の増加といった好都合な大気海洋環境場により実現した。

- ・ 2020 年に日本に接近した台風第 10 号について、非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いて数値シミュレーションを実施した。台風発達期における台風第 10 号による海面水温低下が台風第 10 号の発達を抑制する効果は、初期値における海面水温プロダクトの差による効果よりも大きかった。気象レーダー観測から見られた多重眼構造に関して、水平解像度 2km のモデルによる数値シミュレーション結果では、

最内部の壁雲からの外出流に起因する下降流による乾燥域形成がある程度再現された。

- ・日本に上陸した 2022 年台風第 14 号について 2 種類の非静力学大気モデル asuca と CReSS による数値シミュレーション結果を用いて急発達時の強度、構造の違いを相互比較した。CReSS の結果は衛星観測で見られた急発達時の壁雲の収縮、ドロップゾンデの観測で見られた薄いインフロー境界層をよく表現していた。角運動量収支解析から、壁雲の収縮は最大風速半径の内側での超傾度風極大と関連することを示した。CReSS と asuca の結果との間に見られた構造の違いは乱流スキームの違いに起因していた。この結果は、急発達時の台風構造の再現において、乱流スキームの選択が重要であることを示唆する。

- ・2018～2019 年の台風及び台風に関わる災害について、国内外の研究者と連携して気象集誌・SOLA 合同特別号を企画し、掲載された全ての査読論文（気象集誌 8 編、SOLA 8 編）の概要を台風事例ごとに取りまとめるとともに、今後の研究の展望を提示した。また令和元年度房総台風（台風第 15 号）及び令和元年度東日本台風（台風第 19 号）に関して、気象研究ノートに研究成果をとりまとめる計画を立案した。

- ・衛星観測された合成開口レーダー（SAR）風（1 分平均値相当）が気象庁ベストトラック（10 分平均値）と整合しているか調査した。ドボラック変換テーブルを用いて SAR 風の最大風速を 10 分平均相当風速に変換すると、SAR 風はベストトラックと整合する風速値になることがわかった。ベストトラックの強風半径はベストトラックとよく整合する一方、暴風半径は過小推定となっていた。発達事例や温低化事例はベストトラックの最大風速が過小傾向、衰弱事例は過大傾向なことも示唆された。

- ・SAR 風を真値に台風の面的風分布を推定する手法の開発に着手した。過去の GSM の風速分布や衛星雲分布と SAR 風分布の統計的關係から、GSM の風速分布を補正・推定する手法を試行した結果、十分に見込みのある手法であることがわかった。

- ・SAR 風など新しい風観測データの出現を踏まえ、気象庁における台風 10 分平均最大風速の推定手法の歴史を文献調査した。その結果、今日使用される中心気圧と最大風速の統計的關係は、実測に基づくよりはむしろ 1940 年に見出された実験式に由来すること、孤島や船舶での観測値、航空機観測等によって補正が加えられて確立されてきたことなどがわかった。

（副課題 2）

（a）顕著現象の実態把握と機構解明のための事例解析的研究

- ・特に顕著な現象が発生した時、速やかに各種観測データの解析・非静力学数値予報モデルの実行結果からその発生要因等を調査した。本研究期内では、令和元年房総半島台風に伴う暴風・突風、令和元年東日本台風に伴う大雨、令和元年 10 月 25 日の関東での大雨、令和 2 年 7 月豪雨、令和 3 年 7 月・8 月に発生した豪雨、令和 5 年 7 月 10 日の九州北部の大雨、令和 5 年 8 月の台風第 7 号に伴う鳥取県付近の大雨について対応し、本庁への協力を含め 7 件の報道発表を行った。

・令和2年7月豪雨において、九州で多発した線状降水帯の構造や発生環境場の特徴、降水の特徴等の解析を行った。球磨川流域で生じた線状降水帯は、長さが約280kmで13時間停滞するなど、2009年以降に九州で発生した線状降水帯のうち、規模が最も大きく、持続時間も最長であったこと、この線状降水帯による最大3時間降水量は280mm、総降水量は約650mmで、降水の強さも過去最大級であったことがわかった。また、線状降水帯の発生環境場を調査し、近年の豪雨事例と比較した。豪雨期間中に発生した9個の線状降水帯について、線状降水帯によって1時間100mm以上の短時間の大雨が合計20回発生していた。2020年7月3～4日の熊本県・鹿児島県（2020KK）の環境場は、平成30年7月豪雨以上の中層の湿潤な暖気が見られたが、平成29年7月九州北部豪雨と同様に上層寒気の影響を受けていたため、深い対流の発達に好都合な環境だった。このため、線状降水帯の雷活動が活発で、近年の豪雨と比較して最も雲頂が高かった。また、2020KKと7月6～7日の九州北部の線状降水帯は梅雨前線上に発生したメソ低気圧南側の下層収束域上に位置しており、極めて大きな下層水蒸気フラックスを伴うインフローの影響を受けていた。令和2年7月豪雨のほぼ全ての線状降水帯の環境場にメソ低気圧が存在しており、水平風を強めることで極めて大きな下層水蒸気フラックスをもたらし、短時間の大雨を発生させたと考えられる。これらの成果について2020年12月24日に報道発表を行った。

・房総半島を中心に甚大な風害をもたらした令和元年房総半島台風は、関東上陸時でも軸対称に近い構造をもち、収縮した台風の眼や壁雲を伴い発達した成熟期の構造を有していた。このような構造を有して東京湾付近を通過する台風は稀で、T0115号以来であったことが地上の風速分布やレーダーの解析から明らかになった。また、内房を中心に観測された突風率が高く極端に大きな最大瞬間風速は、発達した台風のコア構造によるものだけでなく、下層のストリーク構造や地形の影響を受けていたことが、ドップラーレーダーによる観測や高解像度数値シミュレーションの結果から明らかになった。

・令和元年東日本台風（台風第19号）に伴う大雨における降水強化メカニズムについて調査した。水平解像度2kmの気象庁非静力学モデル（JMA-NHM）による数値シミュレーションを行い、地形を除去する感度実験も実施した。その結果、地形の影響を受けて総降水量が極めて大きくなっていった地域があったが、台風の温帯低気圧化に伴う前線の影響で台風進路の西側で降水が強化されていた。これらの降水強化メカニズムとしては、地形性上昇流により形成された下層雲に雨が降ることで雲粒の捕捉による雨の成長が見られたほか、前線面の上昇流に対応する下層～中層の雲にも雨が降り、雲粒の捕捉で雨が成長していた。このような地形と前線での下層雲に対する Seeder-Feeder メカニズムで降水が強化されたと考えられる。

・2021年7月3日を中心とした静岡県での大雨について、気象庁局地客観解析などのデータをもとに発生環境場の解析を行った。その結果、本事例における大雨の環境場の特徴として、梅雨前線近傍での下層水蒸気流入と上層寒気流入による大気の状態の不安定化、上層トラフによる力学的影響が大きいことがわかった。また、地形の影響を確認するために気象庁非静力学モデルによる数値シミュレーションを

行って大雨を再現し、標高を 0m にする感度実験を行った。その結果、総雨量は減ったものの大雨は再現されたことから、大雨の背景場として梅雨前線の存在が重要であり、地形は山岳域での降水を強化する役割を果たしていたことが示唆された。

- ・先島諸島に暴風・突風をもたらした 2015 年台風第 15 号のコア域の風構造について、高密度・高頻度の地上観測とドップラーレーダーのデータを用いて解析を行った。その結果、突風率 2.0 以上で最大瞬間風速が 50m/s に達する顕著な突風が、台風の眼の壁雲内側から延びる微小なフィラメント状のエコー域の通過に伴い発生していたことが明らかになった。

- ・2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした線状の降水システムについて、観測データや高解像度数値シミュレーションによる解析を行った。その結果、コールドプールは線状の降水システムの組織化に重要であるが、コールドプールが強過ぎると降水システムは幅の広い構造になるとともに対流の発達が阻害されることが示され、これまでの米国におけるスコールラインの研究結果と類似する特徴をもつことが明らかになった。

- ・令和 4 年 7 月に高知県で発生した線状降水帯を対象に、気象庁の現業非静力学モデル asuca を用いた数値シミュレーションを実施した。水平解像度 2km で実施した実験では、位置・降水強度ともに解析雨量に近い線状降水帯が再現され、線状降水帯発生域の鉛直断面図には降水セルが次々と通過する様子が示された。四国の地形を除去した実験では、最大降水量は減少するものの標準実験と同様の位置に線状の降水域が生じ、地形による暖湿気の持ち上げ以外にも本線状降水帯事例の発生要因が存在することが示唆された。本事例解析では解像度 2km、1km、500m、および 250m の解像度依存実験を行ったが、解像度を上げるほど降水量が減少する傾向がみられ、サブキロメートル解像度の asuca を用いた線状降水帯シミュレーションの課題が明らかとなった。

- ・水平解像度 5km に変換した解析雨量 3 時間積算値を用いて、強雨域の形状の特徴や持続性を考慮することで、線状降水帯を客観的に抽出する手法を令和元年度に開発した。この手法では、典型的な線状降水帯の約 8 割を抽出することができる。この手法により、線状降水帯は南西諸島や九州、近畿や四国の太平洋側で発生しやすい特徴があることが分かった。しかしながらこの手法では、台風の壁雲やアウターバンドにともなう強雨域や地形の稜線に沿って生じる強雨域等の線状降水帯とは分類されない事例まで抽出してしまう課題があった。そこで台風の中心気圧や相対位置、降水量の多寡等を考慮して当該事例を除去する基準を新たに設定し、より典型的な線状降水帯を抽出できるよう手法の改善を行なった。

- ・解析雨量は年代によって水平解像度が異なるため、長期統計の資料として利用するには工夫が必要である。線状降水帯を含む強雨の長期統計に解析雨量を利用するため、2006 年以降の水平解像度 1km データを水平解像度 5km に変換する手法を開発し、トレンド検定や均質性検定から最適な手法であることを示した。このように品質管理した解析雨量と改善した抽出手法をもとに、長期（1989～2022 年）の線状降水帯の統計解析研究を進めている。たとえば線状降水帯の年間発生数は増加傾向が見られ、近年は東・北日本でも生じやすくなっている特徴が確認できた。

・2018年1月22日の関東地方の大雪事例について、「#関東雪結晶 プロジェクト」で得られたシチズンサイエンスデータ等を用いて降雪結晶特性を調査した。その結果、まず関東南部中心に沿岸前線上で発生した対流性の降雪雲から濃密雲粒付結晶の降雪が見られ、その後に南岸低気圧に伴う降雪に変化した。低気圧に伴う降雪では、一貫して交差角板状や砲弾状の低温型結晶に加え、角柱状や樹枝状の降雪結晶が混ざって降っていた。22日夜にはこれに加えて針状結晶も見られ、高層気象観測の結果から高度2~5kmの暖気流入に対応するものであると考えられる。

・2023年1月24~25日に山陰地方に大雪をもたらした日本海寒帯気団収束帯(JPCZ)と関連する降雪システムについて、鳥取の地上マイクロ波放射計を中心に大気・雲の特徴を調査した。一連の降雪を期間Ⅰ(JPCZ本体とJPCZ南側のLモード)、期間Ⅱ(JPCZ北側のTモード)、期間Ⅲ(Lモード)と分類し、期間ⅠのJPCZ本体を含む降雪雲で鉛直積分雲水量が最大であることを確認した。マイクロ波放射計による鉛直1次元変分法データ同化(1DVAR)により解析された大気場では、期間Ⅰで下層水蒸気流入が活発であり、期間Ⅱは上空の寒気流入の影響で不安定度が最大になっていたことがわかった。

・2023年7月10日に九州北部に大雨をもたらした線状降水帯の大気環境場を調査した。気象庁局地客観解析で過去の顕著事例と比べると可降水量や950hPaの水蒸気フラックス量は極端に大きな値ではなかったが、500hPaの気温は -4.8°C と令和2年7月豪雨より 1.5°C 低く、950hPaの水蒸気混合比は 20.0 g kg^{-1} と非常に大きな値だった。このため950hPaの空気塊を持ち上げて求めたCAPEは 2391 J kg^{-1} と、2017年7月九州北部豪雨と同程度に非常に不安定な大気成層だった。熊本の地上マイクロ波放射計による1DVARでは線状降水帯発生期間にかけて、高度1km以下で水蒸気フラックス量が大きくなり、水蒸気混合比は 20 g kg^{-1} 以上に達した。一方、1DVARの第一推定値としたメソモデルでは高度3km以下で水蒸気混合比を $1.5\sim 2.0\text{ g kg}^{-1}$ 過小評価していた。本事例の特徴の一つである多量の下層水蒸気は、モデルや客観解析よりも値が大きく、過去の線状降水帯事例と比べても水蒸気が下層に顕著に集中していたと考えられる。

(b) 数値予報を活用した顕著現象の診断的予測技術に関する研究

・令和元年度に開発した解析雨量を用いた線状降水帯の客観的な検出手法を改良し、従来は見逃していた強雨域事例の多くをよりの確に「線状降水帯」として検出できるようになった。この線状降水帯検出手法は、気象庁が令和3年6月17日から運用を開始した「顕著な大雨に関する情報」発表の基盤技術として活用されている。

・九州の線状降水帯発生時の気象条件の空間分布の特徴を明らかにする目的で11年間のメソ解析データのコンポジット解析を行った。降水量と降水域の形状・広さに基準を設け、線状の強雨域発生時と、空間的により小規模な強雨発生時にあたる時刻を抽出し、事例数の多い6・7月について、それぞれのグループの気象条件を比較したところ、線状の強雨域発生時には小規模な強雨発生時に比べ、6月では500m高度の水蒸気量が有意に大きく、7月には下層の水蒸気フラックスと風速が九州風上海上の広範囲で有意に大きかった。また、線状の強雨域発生時は、可降水量が下層の水蒸気フラックスよりもやや北側で有意に大きいことがわかった。線状降水帯

の発生可能性の指標として提案された、大気環境場における線状降水帯 6 条件の各指標；500m 高度における水平水蒸気フラックス・平衡高度、自由対流高度、500hPa の相対湿度、700hPa の相対湿度、700hPa の空間平均上昇速度、ストームに相対的なヘリシティ (SREH) について、2 つのグループでの空間分布の違いを調べたところ、500m 高度の水平水蒸気フラックスは風上の海上を中心に、700hPa の相対湿度や SREH は九州付近で違いが大きい傾向が見られた。今後、そのほかの指標の違いについても調べる予定である。

- ・1989～2022 年の梅雨期 (6・7 月) に九州で生じた線状降水帯を対象に、再解析データのコンポジット平均から発生環境場の特徴を調査した。線状降水帯発生時には、上流側で下層の高暖湿気流入や鉛直シア、大規模上昇流、湿潤層等が顕著であることが確認できた。あわせてこれら環境場の特徴が数時間にわたって持続していることが、降水システムが組織化して線状降水帯を生じやすいことの反映であることも確かめられた。

- ・線状降水帯の発生環境場におけるエントレインメントを考慮した対流有効位置エネルギー (E-CAPE) の有効性を明らかにするために、顕著な線状降水帯事例における E-CAPE の特徴を調査した。従来の CAPE を用いた場合、CAPE の高い値は線状降水帯の発生領域よりも上流において広い領域で分布する特徴を持つが、E-CAPE を用いた場合、E-CAPE の高い値はより限定された領域に分布し、線状降水帯発生領域に近くなる特徴が見られた。これは、E-CAPE の計算において、周囲の空気を取り込む効果を考慮されることで、対流圏中上層の湿度の影響が反映されているためであると考えられる。今後は、より統計的な調査を行い、線状降水帯の発生環境場における E-CAPE の有効性を検証する予定である。

- ・アンサンブル予報を利用した顕著現象の確率論的予測技術向上を目的として、確率予測を作成するベイズモデル平均法の高度化を行った。ベイズモデル平均法では地点・予報時間ごとに独立して最適化が行われるが、時間相関を導入できるように定式化を拡張し、時系列予測に対して予測精度が向上することを確認した。

- ・アンサンブル予報を利用した顕著現象の決定論的予測技術向上を目的として、クラスター解析を利用したメソアンサンブル予報システムによる複数の気象予測シナリオから、メソモデル (MSM) による決定論予測より実況に近いシナリオをクラスターから選択する技術の開発を行った。本手法は古い初期値の予測結果及び直近の解析値を利用して最適なシナリオ選択を行う新しい手法であり、確率論的プロダクトと比較して現業予報作業に対する親和性が高い。本手法を台風及び梅雨前線といった顕著な降水現象及び冬季北海道の筋状雲に起因する顕著な降雪現象に対して適用した結果、MSM による決定論予測より精度の良いシナリオの選択が可能であることを確認した。

- ・線状降水帯発生時の現業数値予報モデルの予測特性を明らかにし予測の改善に資するため、線状降水帯発生前後における線状降水帯発生 6 条件に対するメソモデル (MSM) の予測精度評価を行った。その結果、MSM によるストームに相対的なヘリシティの予測は線状降水帯発生前から大きな負バイアスがあることが確認でき、MSM が線状降水帯の予測に失敗する原因であると考えられる。

・突風予測のための検証用データとしての利用を目的に、2009年から2020年までの全国のアメダスの1分値データを用いて突風の抽出を行った。この統計解析によって、突風は全国的に発生しているが、沿岸部や島嶼部で多く、平均すると沿岸部は内陸より発生頻度が2倍以上大きくなっていることが明らかになった。また、令和元年東日本台風に伴う市原市で発生した竜巻の事例について、水平解像度1kmの数値実験を行い高解像度モデル用の突風予測指数を適用したところ、ある程度突風をもたらすスーパーセル型の積乱雲を抽出できることが分かった。また、静岡県に多くの突風もたらした2021年5月と活発な対流を伴っていたが突風の発生しなかった2021年7月の九州の線状降水システムについて、水平解像度1kmのモデルを用いて、突風予測指数であるアップドラフトヘリシティの比較を行った。その結果、値に倍以上の違いがみられ、突風予測指数としての有効性が示された。

・2014年2月14～15日に関東甲信地方で発生した大雪について、JMA-NHM及び局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いた数値実験システム(NHM-LETKF)により水平解像度5kmのアンサンブルシミュレーションを行った。その結果、関東甲信地方で大雪となったメンバーでは降雪前の下層気温がそもそも低い傾向があり、南岸低気圧の発達度合い・中心位置に伴う下層風向の違いによって特に内陸で地形の影響により降雪量の多くなる地域に違いが見られた。これらのことから、総観スケールの下層気温場や低気圧に応じた下層風向に着目することで、首都圏の大雪の診断的予測技術の向上が示唆された。

・南岸低気圧による首都圏での降雪時の降雪結晶特性とその環境場を気象研究所「#関東雪結晶プロジェクト」で得られたシチズンサイエンスデータを用いて調査した。2016年からの3冬季9事例における降雪結晶観測から、砲弾状や交差角板状を伴う低気圧Aと、ほとんどが樹枝状や雲粒付である低気圧Bの2種類に分類できた。低気圧Aは前線を伴う温帯低気圧であり、低気圧Bはほとんどが前線を伴わない低気圧だった。また、低気圧Aでは低気圧Bに比べて降雪雲の背が有意に高く、下層から上層にかけて高温・湿潤な環境だった。これは前線を伴う温帯低気圧のWarm Conveyor Beltの構造を反映しているものと考えられ、このような環境場の違いが降雪結晶特性の違いを生んだと考えられる。砲弾状や交差角板状は表層雪崩の要因となるため、実況資料や数値予報モデルの結果を用いて低気圧の構造などに着目することで、首都圏の山岳域における表層雪崩発生危険度を診断できる可能性があることがわかった。

(副課題3)

(a) 竜巻等突風および局地的大雨のレーダーデータ解析

・2010年以降に発生した突風被害に関連するレーダー観測データの収集と、シミュレーションによる模擬的なレーダーデータを作成し、事例解析を通じて発生・発達メカニズムを明らかにした。

・気象庁の竜巻等突風データベースをと全国の空港気象ドップラーレーダーデータ(2009-2021年)から、突風災害を発生させた夏季竜巻に関する12,000のパターンを抽出・解析し、メタ情報(竜巻パターンかどうか)を付与したデータベースを整備し

た。

(b) 顕著現象の自動探知・追跡技術の開発

・夏季竜巻の再現率低下をシミュレーションで把握し、その知見に基づいた、夏季竜巻を模造する人工合成された竜巻パターンを深層学習モデルに導入し、精度向上を図った。さらにモデル改良に用いるための AI が着目する領域を色付けで可視化できるヒートマップを開発した。さらにヒートマップを学習させる新規モデルを開発し適合率の向上を図った。さらに夏季竜巻と冬季竜巻とのパターンの差分を再学習させたサブモデルを開発し、再現率 76-86%・適合率 72-78%を 10 年平均値で達成した。

・竜巻探知のための深層学習技術の波及効果を目指し、気象庁解析雨量の時間変化から線状降水帯を予測する深層学習モデルのプロトタイプを作成、560 事例（2011-2021 年）について初期実験を行った。さらに線状降水帯の形態を特徴づける様々なパラメータを可変にして様々なバージョンの教師データを自動作成するツールを開発した。

・フェーズドアレイレーダーを用いた 3 次元渦探知・追跡技術を開発し、初期評価実験を行った。気象研究所および日本無線株式会社が所有するフェーズドアレイレーダーの観測圏内に発生した被害事例を対象として、当該技術を適用した試行実験を実施したところ、11 件中 8 件で被害域通過前から渦の発生・強化を立体的に捉えることに成功し、当該技術の高い有効性が示唆された。一方で、降雨減衰あるいは乾燥大気の流れによると考えられる渦パターンの部分的欠落や、渦の鉛直連続性に関するデータ取扱手法に起因した見逃しが生じることが明らかになり、課題克服のためのさらなる研究開発の必要性が示唆された。

(c) 探知・予測に関する気象情報生成技術の開発

・JR 東日本との共同で、ドップラーレーダーのデータから竜巻や突風のパターンについて深層学習を用いて精度良く検出するための特許権を取得した(特許第 6756889 号)。

・特許技術に基づいて深層学習モデルを開発し、鉄道用ドップラーレーダーへの世界で初めての実装の実現につながった。

・突風探知に関する検証実験を山形・秋田・新潟エリアで実施し、良好な結果を得た。

・国交省 XRAIN や空港気象ドップラーレーダーを利用した探知・追跡実験を進めた。

・鉄道事業者に加え、様々な事業者向けの将来的な実装のため検討を行った。

(副課題 4)

(a) 偏波情報を用いた降水強度高精度推定に関する研究

・雨滴のサイズや温度や波長別の散乱特性の計算を行う偏波レーダーシミュレーターを開発し、その結果を用いて雨滴の粒径分布を二重偏波レーダーで観測した偏波パラメータから直接推定する手法のプロトタイプを世界で初めて開発した。

・シミュレーションの結果、C-band レーダーでは偏波パラメータが粒径分布だけでなく雨滴の温度によっても変化することが判明した。そこで本手法で推定した降水強度の雨滴温度に対する感度について調査した。

・粒径分布の高精度な推定に必要な気温の鉛直プロファイルを都市域で観測する手法を開発した。

・偏波情報を用いた降水強度高精度推定手法に関連し、短パルス領域と長パルス領域

間のギャップを抑制する手法を開発し、偏波パラメータ観測の高精度化を行った。

- ・観測精度の高精度化の後、関東を通過した台風の事例について雨の粒径分布の水平分布を推定し、これから電波の減衰補正と降水強度推定を行った。

- ・融解層の検出や電波減衰の推定を二重周波レーダーから行う手法を開発した。

- ・雨滴粒径分布パラメータを用い、線状降水帯等による降雨特性について調べた結果、強雨時間帯においては雨滴粒径分布の形がほぼ変化しない場合があることが分かった。加えて、地上で観測された雨滴粒径分布の時間変化は、雨滴粒径分布の鉛直分布と密接に関連しており、偏波情報から推定した雨滴粒径分布パラメータの有効性を確認した。

(b) 偏波情報を用いた粒子判別に関する研究

- ・二重偏波レーダーの粒子判別手法のプロトタイプを開発・改良し、一定の評価を行った結果を、国際学会、国内学会で発表した。

- ・二重偏波レーダーの粒子判別結果を用いて、ダウンバーストの発生前兆を示す指標（対象降水粒子の鉛直存在率及び鉛直存在率比）を試作。“雹”と“0°C高度以上の雨滴”の鉛直存在率、鉛直存在率比の面分布値の増減から、ダウンバースト発生前後の降水粒子の時空間分布特性を考察した。結果、“雹”だけでなく、“0°C高度以上の雨滴”の鉛直存在率を用いることで、ダウンバースト発生前後の特徴を捉えられる可能性を示した。

- ・二重偏波レーダーの粒子判別による積乱雲内の水物質の分布構造と、発雷観測との関係について統計的に分析した。その結果、開発した粒子判別手法による雹や雹が支配する空間の体積は発雷頻度と高い相関を示し、先行研究と整合的な結果が得られた。さらに氷粒子の存在と反射強度を組み合わせた体積指標を新たに作成することで、従来提案されてきた雷指標よりも高い相関を示すことを明らかにした。

- ・2016年7月14日に発生した典型的な熱雷事例に対して、羽田空港の二重偏波レーダーデータから推定した粒子判別結果と、雷三次元標定装置で得られた雷雲内電荷構造の比較を行った。雷雲の負電荷領域に最も多く観測されたのが雹である一方、雷雲上部の正電荷領域に乾いた雪が多く推定されていた。この結果は、室内実験で示された事実と整合しており、偏波パラメータを用いた雹粒子等の判別の正当性を示した。また、下層正電荷の形成について、従来の定説と異なり、水膜で覆われた雹や雹などの氷粒子が支配的である可能性を示した。

- ・防災科学技術研究所との共同研究として、顕著な発雷と突風をもたらしたスーパーセル事例を対象に、偏波パラメータによる粒子判別結果とデュアルドップラー解析による鉛直流、及び三次元電荷分布（防災科学技術研究所提供の Lightning Mapping Array データより作成）とを比較し、電荷分布と対応する降水粒子特性を調査した。現在、解析結果のとりまとめ考察を行った。

- ・粒子判別手法の検証用データ取得及び線状降水帯の降水強化機構の解明のため、山口大学・九州大学・琉球大学・防災科学技術研究所と協力して、降水粒子撮像ゾンデ観測を実施した。得られた降水粒子撮像ゾンデデータ（上空の降水粒子の直接撮影画像）と粒子判別結果の比較により、当該手法の妥当性及び改善点を確認した。

- ・開発した偏波パラメータによる粒子判別手法を関東での顕著な降雹事例に適用し、

地上における降雹情報（自治体や市民からの提供情報）と比較して、判別結果の妥当性及び改善点を確認した。

・令和元年東日本台風に伴い発生した市原竜巻について、羽田空港、成田空港の二重偏波レーダーを用いて、竜巻飛散物の検出を行い、フェーズドアレイレーダーによる竜巻の親渦の時空間構造と合わせて、世界で初めて台風に伴う竜巻の飛散物について詳細な解析を行いその偏波特性を明らかにした。

(c) 偏波情報を用いた水蒸気、液水、雪水量推定に関する研究

・レーダー位相から屈折率（水蒸気量）を求めるための、メディアンフィルタを用いた手法を開発・改良した。

・気象研究所レーダーに加えて、羽田・成田の空港レーダーの位相データを用いて、数か月の長期間にわたる屈折率の時間変化を求めた。得られたレーダーによる屈折率の時間変化とスカイツリーで観測された気象データから算出した屈折率の時間変化を比べ、それらの対応が良いことを示した。

・羽田空港レーダーの位相データから求めたレーダー屈折率と、スカイツリーの1時間値、東京の地上観測の10分間値から求めた屈折率を詳細に比較した。東京の地上観測を±30分平均にすると1～数時間スケールの時間変化が合うこと、降水開始時の多くの場合で屈折率が急激に増加することがわかった。

・東京レーダーのレーダー屈折率と、気象用観測用のドローンで観測した屈折率と比較し、レーダー屈折率は高度100mのドローン観測と合うことを示した。

・福岡レーダーの位相データから求めたレーダー屈折率から、山地から平野を見下ろす視線でもレーダー屈折率が求められることを示した。

・霰粒子のマイクロCT画像を利用して充填率・液水率をパラメータとした霰粒子モデルのデータセットを作成し、DDA法を用いたマイクロ波散乱特性の理論計算により霰のCバンド偏波特性データベースを作成した。また積雪のマイクロCTデータを使って、任意のサイズ・質量関係を満足する3次元雪片形状モデルを開発した。

(d) フェーズドアレイレーダーを用いた観測技術に関する研究

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

・これらの調査・問題抽出で得られた結果に基づいて、鉛直に幅広いビームを放射する当該レーダーに特有の低品質領域の除去や、隣接仰角データの参照による補正などの手法を開発した。

・さらに、上記を通して得られた高品質データについて、高頻度に立体解析を行うための技術開発を進め、台風中心部の動径・接線風の高度プロファイルや微細なストリーク構造の解析、また積乱雲の急発達過程や竜巻等突風の発生過程に係る解析を実施した。

・令和元年東日本台風に伴って発生した千葉県市原市における竜巻について、フェーズドアレイレーダーのデータ解析を行った。その結果、積乱雲内に存在していたメソサイクロンと、その後方の下降気流に伴って新たに地上付近で発生した径の小さな渦が上下に結合し、強化され、被害域に強い竜巻渦をもたらす原因となったことが明らかになった。

- ・さらに、二重偏波機能を有する空港気象ドップラーレーダーとフェーズドアレイレーダーによるデータの統合解析を実施し、市原竜巻の渦およびデブリの開始時刻およびその物理過程を明らかにした。

- ・さらに、竜巻発生の有無を特徴づける積乱雲の時空間構造の理解を目的として、市原竜巻をもたらした積乱雲とその周辺に位置する被害報告のない積乱雲の比較解析を実施した。この結果、積乱雲の大局的な構造には類似性が見られるものの、下降流の発生を示唆する降水コア落下の位置や継続時間、メソサイクロンと小渦の水平位置など、内部構造に差異が確認された。

- ・フェーズドアレイレーダーを用いた反射強度および気流場の立体解析技術の機能評価のため、冬季ドライマイクロバーストの事例を対象とした解析・検証を行った。準天頂方向の観測データやVAD法を用いた鉛直・水平速度の推定、あるいはRHI・PPI断面の観測データやデュアルドップラー解析に基づく低層外出流の推定を実施するとともに、これらを高層・地上気象観測及び近隣のドップラーレーダーによる観測データと比較した。その結果、概ね矛盾のない推定値が得られていることが明らかになった。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

特になし

(3) 成果の他の研究への波及状況

(副課題1)

- ・ひまわり8号台風機動観測(2.5分時間分解能)を用いたAMV算出環境および雲物理量推定手法は科学研究費補助金基盤研究A「新世代気象衛星の台風高頻度観測による高精度風プロダクト開発と台風の変動過程の解明」(研究代表者 堀之内准教授、北海道大学)及び富山大安永教授との共同研究「ひまわり8号大気追跡風を用いた台風強化プロセスに関する研究」において、構造変化プロセス及び台風内部の変動過程に関する解析研究に利用されている。ひまわり8号領域観測(30秒時間分解能)を2019年以降、研究対象となり得る台風について、気象庁及び気象衛星センターの協力の元で実施した。

- ・新しいアルゴリズムを導入した台風強度予測ガイダンスモデルは、気象庁において試験運用するための環境構築が行われているとこととであり、将来現業化となる予定である。

- ・2019年度の甚大な台風災害を受け、気象研究所研究部横断型研究課題として、緊急研究課題「災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」を実施した。また科学研究費補助金特別研究促進費「令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査」及び「令和元年台風19号及び低気圧による広域災害に関する総合研究」に参加した。機動的に研究を実施する上で、本課題で開発された技術、データが活用された。

(副課題2)

- ・線状降水帯の客観的な検出手法やその解析結果は、2021年6月17日から現業運用

された「顕著な大雨に関する情報」に活用された。また、線状降水帯の解析結果は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」における線状降水帯の発生予測技術の開発に活用されている。

・令和元年房総半島台風(2019年台風第15号)や近畿地方に暴風をもたらした2018年台風第21号の高解像度シミュレーション結果と解析結果は、東京工芸大学風工学研究拠点の共同利用・共同研究「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」において風工学分野の研究グループに提供され、被害分布推定等への利用されている。

(副課題3)

・内閣府の官民研究開発投資拡大プログラム「AIを用いた竜巻等突風・局地的大雨の自動予測・情報提供システムの開発(2018-2022年度)」と有機的に強い繋がりを持ちながら進めている。本副課題で開発された深層学習モデルは世界初の冬季の山形県庄内地域を対象とした鉄道のための運転規制への実用化につながり、その成果を用いて、JR東日本との共同研究「高精度センシング技術を用いた列車運行判断のための災害気象の監視・予測手法開発(2020-2022年度)」における鉄道のための突風探知システムの検証改良・適用地域拡大の研究に波及している。上記に加えて、これらの成果を様々な防災分野へ発展的に活用するため、内閣府の研究開発とSociety 5.0との橋渡しプログラム「局地的・突発的な荒天対策のためのスタートアップとの連携:AIを用いたリアルタイム防災フィールド構築(2023-2025年度)」の採択と実施に波及している。具体的には、本副課題で開発された深層学習モデルや整備された教師データ、技術的知見をベースに、AIを用いたリアルタイム防災フィールドを構築し、スタートアップとの連携による社会実装を目指している。

・開発中のフェーズドアレイレーダーを用いた竜巻の3次元自動探知技術については、科学研究費補助金・若手研究(B)17K13007「フェーズドアレイレーダーを用いた台風環境下における竜巻発生メカニズムの解明」(2017-2021年度)及び同・基盤研究(C)21K03666「フェーズドアレイ気象レーダーを用いた竜巻の機構解明と三次元検出技術の開発」(2021-2024年度)で活用されている。

(副課題4)

・粒径分布の推定の手法は科学研究費補助金基盤研究(A)17H00852「水蒸気稠密観測システムの構築により首都圏シビアストームの機構解明」(2017-2019年度)及び同・基盤研究(C)20K04092「二重偏波レーダーによる豪雨形成過程の観測手法の開発ー大粒の雨はどこで生成するかー」(2020-2022年度)で活用された。

・粒子判別のアルゴリズムは科学研究費補助金・研究スタート支援JP19K23466「二重偏波レーダーを用いた新たな降水粒子判別手法の開発と突風・雷の前兆把握への適用」(2019-2021年度)、気象研究所令和元年度緊急研究「緊急研究課題:災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」、交通運輸技術開発推進制度「関東圏の航空機の効率的な運航のための極端気象予測の高度化」(2020-2022年度)のデータ解析において活用された。

・雷と降水粒子種別との研究成果に着想を得て、防災科学技術研究所との共同研究「雷放電経路3次元観測システムとC-Band二重偏波気象レーダーを用いた帯電した降水

粒子の分布の実態把握及び発雷危険度の推定手法に関する共同研究」を締結するなど、幅広く、他の研究課題に波及している。

・上記研究成果で得られた知見を、気象庁大気海洋部が取り組んでいる次の技術開発に対して提供することで、その推進に寄与した。

(i) 二重偏波パラメータ等の新たなレーダーデータの利活用に向けた技術開発（高精度降水強度推定、降水粒子判別、品質管理など）

(ii) 各種ナウキャスト・数値予報の改善に寄与する技術開発（発雷指標の開発、水蒸気の時間変動の推定、竜巻等顕著現象の詳細な解析手法など）

・データ品質管理技術について、科学研究費補助金・若手研究 (B) 17K13007「フェーズドアレイレーダーを用いた台風環境下における竜巻発生メカニズムの解明」(2017-2021年度)及び同・基盤研究 (C) 21K03666「フェーズドアレイ気象レーダーを用いた竜巻の機構解明と三次元検出技術の開発」(2021-2024年度)で利用しているほか、気象研究所令和元年度緊急研究「緊急研究課題:災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」のデータ解析において活用した。

(4) 事前評価の結果の研究への反映状況

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

・気象研究所の令和元年度緊急研究「災害をもたらした令和元年度台風の実態解明とそれに伴う暴風、豪雨、高波等の発生に関する研究」や科学研究費補助金特別研究促進費研究課題において、本課題の経験をもとに顕著な台風に関わる研究を実施、ホームページやメディアを通じた成果の迅速な発信に貢献した。

・令和2年7月豪雨において、九州で多発した線状降水帯の構造や発生環境場の特徴、降水の特徴等について、解析結果を速やかにとりまとめ、同年7月と8月の気象庁報道発表資料に反映されている。

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

○顕著現象発生時の即時分析ができる体制の構築について

・日本に影響のある台風発現時には台風会報を実施し、概況を共有する体制を構築した。メーリングリストの活用に加え、令和2年度以降はウェブ会議システムを積極的に活用し、比較的少人数での打ち合わせを多数実施している。

・線状降水帯の速報解析に向け、線状降水帯頻発地域における気象庁現業用レーダーの二重偏波化更新に合わせて、これらの二重偏波データを気象研にてオンラインで集信・保存するシステムを構築した。今後の解析に活用する予定である。

○アンサンブル手法の活用について

・全球大気アンサンブルデータを活用した領域非静力学大気モデル等を用いたアンサンブル実験、海洋初期値に関しては異なる日付、データプロダクトを用いたアンサンブル実験に新たに取り組み、新たな切り口により台風構造変化プロセス・台風内部変

動過程・予測可能性に関する研究を実施している。

・メソアンサンブル予報システムによる複数の気象予測シナリオから、決定論予測より実況に近いシナリオをクラスターから選択する技術の開発や、関東甲信地方で発生した大雪事例のアンサンブルシミュレーションに基づく降雪強化要因の分析を行った。

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

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

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

(中間評価を実施していないものは事前評価の結果の研究への反映状況)

(副課題1)

・中間評価時における数値予報への貢献への指摘に鑑み、気象庁現業メソ気象モデル asuca を用いた即時解析及び研究を推進し、定期的に数値予報課関係官と意見交換を行っている。

・外部との連携に関しては、新たに設立された台風科学技術研究センターに客員准教授及び客員研究員を兼業させ、共同で研究を実施している。また科学研究費補助金事業等外部研究においても大学や研究機関に所属する研究者と連携して研究を実施している。

(副課題2)

・中間評価時において、気象庁現業と気象研究所で用いている線状降水帯の定義が異なるため、情報発信する際に混乱や分かりづらさをなくす必要があるという指摘を受けた。この指摘を踏まえ、本庁予報課、リスク対策課との連携を深め、気象庁報道発表資料作成において誤解や齟齬が生じないように努めている。(副課題3)

中間評価を踏まえ、以下の点に重点を置いて研究を進めた。

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

具体的には、以下の取り組みを行った。

○深層学習モデルの改良により、冬季だけでなく夏季竜巻の精度向上に取り組んだ。

○鉄道事業者への突風アラート情報の精度向上に資するメカニズム解明を行った。

○関係機関との連携を強化し、防災・減災に向けた情報発信の強化に努めた。

○当該副課題の波及効果としてスタートアップ企業との連携により、AI を用いたリアルタイム防災フィールドの構築を進めている。

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

(副課題4)

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

(5) 今後の課題

(副課題1)

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

(副課題2) 線状降水帯の長期統計解析において、発生だけでなく発達や維持、衰弱に寄与する環境場の特徴を系統的に調べていく必要がある。アンサンブル予報によるクラスタリングからの決定論的予測シナリオの改善について、今後は局地モデルをベースとしたアンサンブル予報に対しても適用し、顕著現象に対する決定論的予測シナリオのさらなる改善を目指す予定である。線状降水帯発生時の現業数値予報モデルの環境場の予測特性について、メソモデルで見られた誤差の原因を明らかにするとともに、局地モデルに対しても同様の検証を実施し、現業数値予報モデルの改善に対する知見を得る予定である。地上マイクロ波放射計を用いた大気環境場の解析において、線状降水帯事例がわずかしかないため、今後も事例の蓄積が必要である。また、マイクロ波放射計による解析と、モデル・客観解析値の水蒸気の表現の特徴・精度についても今後詳細を調査する予定である。

(副課題3)

○ 顕著現象の自動探知・直前予測技術の精度向上

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

○ 社会実装に向けた取り組みの加速

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

○ 新たな顕著現象の探知・予測技術の可能性の検討

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

(副課題4)

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

5. 自己点検

(1) 到達目標に対する達成度

各副課題とも順調に進捗している。

(2) 到達目標の設定の妥当性

(副課題1) 台風の発生、急発達、成熟期、上陸及び温帯低気圧化へと至る構造変化プロセス及び統計的特徴の解明に向け、研究環境を整備し構築するとともに、新たな技術開発を実施し、査読論文等の成果につながった。特に成熟期、上陸、温帯低気圧化における構造変化過程の理解、急発達、温帯低気圧化の気候学的特徴に関して新たな知見が得られた。台風予測可能性に関しては、台風強度予測ガイダンスによる台風強度予測精度向上可能性に関する知見、機械学習の急発達予測適用可能性に関する知見がそれぞれ得られた。またアンサンブルシミュレーション研究を実施し、初期値や海洋環境場の不確実性が台風予測に与える影響を評価することができた。このような研究を実現することができるよう、共用の解析サーバーを整備することができた。国内外の研究者との連携により、空間的・時間的に多様な側面をもつ台風の生涯を俯瞰するような研究計画を推敲することが可能となった。従って到達目標を達成した。

(副課題2) 研究が概ね計画通り進捗していること、研究成果が本庁業務に貢献していること、気象庁として今後線状降水帯への取り組みをより一層強化することなどから、妥当であると判断される。

(副課題3) 最新型フェーズドアレイレーダーの利用法を含め、深層学習を用いた先進的な検出技術の開発とその応用は時宜にかなったもので妥当と考える。

(副課題4) 気象庁において二重偏波レーダーの導入が進む中(R5年末までに29基中22基)、同レーダーの活用に必要な降水強度高精度推定や粒子判別手法の開発の目標設定は適切であった。各研究の成果は、学術論文にまとめられており、研究計画開始時に設定した到達目標は妥当と考える。

(3) 研究の効率性(実施体制、研究手法等)について

(副課題1) 研究遂行時、特に論文執筆時において複数の研究実施者が研究課題に関

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

(副課題2) 研究室だけでなく本庁各部署や外部研究機関との連携をとり、打ち合わせはオンライン会議も利用して頻繁に意見交換を行い、研究を推進した。

(副課題3) 産学官連携体を構築し、事業者とのニーズ・評価・実装に向けた議論を行いつつ、大学関係者との学術的連携により研究を推進している。

(副課題4) 当課題のレーダー観測では、詳細な観測設定の調整・変更を要する。この作業は電波の質の変化を伴うため、電波法の規定により操作免許(資格)が必要となる。このため当課題では操作範囲が最大の資格(第1級陸上無線技術士)を持つ研究者を2名配置し、効率的な観測体制を採っている。また、気象庁の一般気象レーダーの二重偏波化更新に合わせ、当該データの収録・解析サーバを整備し、オンラインにてデータを集信・所内公開することで、研究の効率性を向上させた。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

(副課題1) 台風の発生、急発達、成熟期、上陸及び温帯低気圧化を俯瞰的に取り上げた研究課題は他に類をみない取り組みであり、気象庁における台風解析及び予報作業を改善する上で基盤となり得る知見を与える。また台風内部構造変化と台風を取り巻く大気海洋環境場は異なる時空間スケール間に見られる相互作用の解釈が異なることがあるため、その違いを系統的に整理する試みは学術的に意義がある。

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

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

(副課題4) 偏波情報を用いて開発する手法は、交通政策審議会気象分科会「2030年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」(平成30年8月20日)において観測・予測精度向上のための技術開発として段階的な導入を進めることを提言された、「降水粒子の判別や降水強度の観測精度の向上が可能となる二重偏波レーダー」に対応した

ものである。二重偏波レーダーの導入だけで粒子判別や精度向上が可能となるわけではなくデータを利用するための技術が必要であり、降水強度高精度推定と粒子判別に関わる開発を行なっている。また、粒径分布は雨滴の成長過程など雲物理学とも密接に関係し、降水粒子の種別判別では雪水量と合わせて氷粒子を対象としている。一般に氷粒子は雨滴に比べて形状が複雑なため判別や物理量の抽出は難しく、これらは世界的にも最先端の研究であるだけでなく利用範囲も大きいことから学術的な意義は大きい。また、霰や雹が雷と密接に関係することからレーダーから雷が予測できる可能性も本課題で示せたなど、学術的だけでなく社会的にも重要な成果が得られた。

また、フェーズドアレイレーダーは、交通政策審議会気象分科会提言（平成 27 年 7 月 29 日）「『新たなステージ』に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方」および同（平成 30 年 8 月 20 日）「2030 年の科学技術を見据えた気象業務のあり方」において提言のあった、先端的気象レーダーを用いた研究開発に対応したものである。30 秒ごとの 3 次元観測を可能とする当該レーダーを用いた観測研究は、これまで未解明であった激しい風雨をもたらす顕著現象の物理過程を詳細に明らかにするものであり、学術的に極めて意義深い。

（5）総合評価

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

6. 参考資料

6.1 研究成果リスト

（1）査読論文

1. Takamura, N., A. Wada, W. Yanase, Y. Miyamoto, 2023: Effects of Storm Size on the Interactions between Mid-Latitude Westerlies and Tropical Cyclones during Extratropical Transition in the Western North Pacific. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, 101. (in press)
2. Unuma, T., H. Yamauchi, A. Umehara, and T. Kato, 2023: An equilibrium raindrop size distribution associated with a heavy-rain-producing convective system in Japan. *SOLA*, **19**, 150-156.
3. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, and E. Tochimoto, 2023: Tropical transition of Tropical Storm Kirogi (2012) over the western North Pacific: Synoptic analysis and meso-scale simulation. *Monthly Weather Review*, **151**. (in press)
4. Kawabata, Y., U. Shimada, and M. Yamaguchi, 2023: The 30-year (1987-2016) trend of strong typhoons and genesis locations found in the Japan Meteorological Agency's Dvorak reanalysis data. *Journal of the Meteorological Society of Japan*. (in press)

5. Shimada, U., P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 2023: Strong Upshear-Left Ascent at Upper Levels in Relation to Hurricane Intensification Processes in Environmental Shear. *Monthly Weather Review*. (submitted)
6. Ono, K., 2023: Clustering Technique Suitable for Eulerian Framework to Generate Multiple Scenarios from Ensemble Forecasts. *Weather and Forecasting*, **38**, 833-847.
7. Ono, K., 2023: Obtaining mesoscale singular vectors reflecting synoptic-scale uncertainty by projection in phase space. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **149**, 657-676.
8. Wada, Y., M. Tsurumi, S. Hayashi, K. Michimoto, 2023: Synoptic meteorological conditions of gamma-ray glows in winter thunderstorms. *Progress in Earth and Planetary Science*, **10**, 6.
9. Yamada, Y., T. Miyakawa, T., M. Nakano, C. Kodama, A. Wada, T. Nasuno, Y.-W. Chen, A. Yamazaki, H. Yashiro, and M. Satoh, 2023: Large ensemble simulation for investigating predictability of precursor vortices of Typhoon Faxai in 2019 with a 14-km mesh global nonhydrostatic atmospheric model. *Geophysical Research Letters*, **50**, e2022GL100565.
10. Tochimoto, E. and W. Yanase, 2022: Structural and Environmental Characteristics of Western Baiu Frontal Depressions. *Journal of Climate*, **36**, 2346-2365.
11. Wada, A., 2022: Editorial for the special edition on Typhoons in 2018 - 2019. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 851-853.
12. Suzuki, T., M. Kamogawa, H. Fujiwara, and S. Hayashi, 2022: Temporal and Spatial Evolution of Precipitation under the Summer Sprite Parent Mesoscale Convective Systems in Japan. *Atmosphere*, **13**, 1661.
13. Yanase, W., K. Araki, A. Wada, U. Shimada, M. Hayashi, and T. Horinouchi, 2022: Multiple Dynamics of Precipitation Concentrated on the North Side of Typhoon Hagibis (2019) during Extratropical Transition. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 783-805.
14. Wada, A., M. Hayashi, W. Yanase, 2022: Application of Empirical Orthogonal Function Analysis to 1-km ensemble simulations and Himawari-8 observation in the Intensification Phase of Typhoon Hagibis (2019). *Atmosphere*.
15. Suzuki, T., M. Kamogawa, H. Fujiwara, S. Hayashi, 2022: MCS stratiform and convective region associated with sprites observed from Mt. Fuji. *Atmosphere*, **13**, 1460.
16. Hirockawa, Y., and T. Kato, 2022: Improvements of procedures for

- identifying and classifying heavy rainfall areas of linear-stationary type. *SOLA*, **18**, 167-172.
17. Shimada, U., 2022: Variability of Environmental Conditions for Tropical Cyclone Rapid Intensification in the Western North Pacific. *Journal of Climate*, **35**, 4437-4454.
 18. Fudeyasu, H., U. Shimada, Y. Oikawa, H. Eito, A. Wada, R. Yoshida, and T. Horinouchi, 2022: Contributions of the large-scale environment to the typhoon genesis of Faxai (2019). *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 617-630.
 19. Kollias, P., R. Palmer, D. Bodine, T. Adachi, H. Bluestein, J. Cho, C. Griffin, J. Houser, P. Kirstetter, M. Kumjian, J. Kurdzo, W. Lee, E. Luke, S. Nesbitt, M. Oue, A. Shapiro, A. Rowe, J. Salazar, R. Tanamachi, K. Tuftedal, X. Wang, D. Zrnice, 2022: Science Applications of Phased Array Radars. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **103**, E2370-E2390.
 20. Hirano, S., K. Ito, H. Yamada, S. Tsujino, K. Tsuboki, and C.-C. Wu, 2022: Deep Eye Clouds in Tropical Cyclone Trami (2018) during T-PARCCII Dropsonde Observations. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **79**, 683-703.
 21. Wada, A., W. Yanase, and K. Okamoto, 2022: Interactions between a tropical cyclone and upper-tropospheric cold-core lows simulated by an atmosphere-wave-ocean coupled model: A case study of Typhoon Jongdari (2018). *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 387-414.
 22. Tochimoto E., S. Yokota, H. Niino and W. Yanase, 2022: Ensemble experiments for a maritime meso- β -scale vortex that spawned tornado-like vortices causing shipwrecks. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 141-165.
 23. Kuo, H.-C., S. Tsujino, T.-Y. Hsu, M. S. Peng, and S.-H. Su, 2022: Scaling law for boundary layer inner eyewall pumping in concentric eyewalls. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **127**, e2021JD035518.
 24. Hirockawa, Y. and T. Kato, 2022: A new application method of radar/raingauge analyzed precipitation amounts for long-term statistical analyses of localized heavy rainfall areas. *SOLA*, **18**, 13-18.
 25. Miyamoto, Y., H. Fudeyasu, and A. Wada, 2022: Intensity and Structural Changes of numerically simulated Typhoon Faxai (1915) before landfall. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **100**, 181-196.

26. Wada, A., 2021: Roles of oceanic mesoscale eddy in rapid weakening of Typhoons Trami and Kong-Rey in 2018 simulated with a 2-km-mesh atmosphere-wave-ocean coupled model. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **99**, 1453-1482.
27. Umehara, A., T. Adachi, W. Mashiko, and H. Yamauchi, 2021: Analysis of the Tornadic Debris Signatures of the Ichihara Tornado in a Typhoon Environment Using Two Operational C-band Dual-Polarization Weather Radars. *SOLA*, **17**, 196-201.
28. Fujiwara, H., H. Okochi, M. Kamogawa, T. Suzuki, S. Hayashi, N. Sato, Y. Orihara, J. Matsumoto, J. Hamada, K. Murata, E. Yoshikawa, T. Kudo, 2021: Difference between lightning activities in thunderstorm cells with and without hailfall in western Tokyo. *Journal of Atmospheric Electricity*, **40**, 10-31.
29. Ono, K., 2021: Bayesian Model Averaging with Temporal Correlation for Time Series Forecasts. *Weather and Forecasting*, **36**, 1681-1692.
30. Sato, Y., S. Hayashi, A. Hashimoto, 2021: Difference in the lightning frequency between the July 2018 heavy rainfall event over central Japan and the 2017 northern Kyushu heavy rainfall event in Japan. *Atmospheric Science Letters*. **23**, e1067.
31. Mashiko, W., and U. Shimada, 2021: Observed near-surface wind structure in the inner core of Typhoon Goni (2015). *Monthly Weather Review*, **149**, 1785-1800.
32. Kobayashi, T., M. Nomura, A. Adachi, S. Sugimoto, N. Takahashi, H. Hirakuchi, 2021: Retrieval of Attenuation Profiles from the GPM Dual-frequency Radar Observations. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **99**, 603-620.
33. Wada, A., and J. C. L. Chan, 2021: Increasing TCHP in the western North Pacific and its influence on the intensity of FAXAI and HAGIBIS in 2019. *SOLA*, **17A**, 29-32.
34. Ono, K., M. Kunii, and Y. Honda, 2021: The regional model - based Mesoscale Ensemble Prediction System, MEPS, at the Japan Meteorological Agency. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **147**, 465-484.
35. Araki, K., T. Kato, Y. Hirockawa, and W. Mashiko, 2021: Characteristics of Atmospheric Environments of Quasi-Stationary Convective Bands in Kyushu, Japan during the July 2020 Heavy Rainfall Event. *SOLA*, **17**, 8-15.
36. Hayashi, S., A. Umehara, N. Nagumo, and T. Ushio, 2021: The relationship between lightning flash rate and ice-related volume derived from dual-polarization radar. *Atmospheric Research*, **248**,

105166.

37. Hirockawa Y., T. Kato, K. Araki, and W. Mashiko, 2020: Characteristics of an Extreme Rainfall Event in Kyushu District, Southwestern Japan in Early July 2020. *SOLA*, **16**, 265–270.
38. Yanase, W., U. Shimada and N. Takamura, 2020: Large-scale conditions for reintensification after the extratropical transition of tropical cyclones in the western North Pacific Ocean. *Journal of Climate*, **33**, 10039–10053.
39. Bandholnopparat, K., M. Sato, T. Adachi, T. Ushio, and Y. Takahashi, 2020: Estimation of the IC to CG Ratio Using JEM-GLIMS and Ground-based Lightning Network Data. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **125**.
40. Adachi, T., and W. Mashiko, 2020: High Temporal - Spatial Resolution Observation of Tornadogenesis in a Shallow Supercell Associated With Typhoon Hagibis (2019) Using Phased Array Weather Radar. *Geophysical Research Letters*.
41. Kawaguchi, M., T. Tamura, and W. Mashiko, 2020: A numerical investigation of building damage during the 6 May 2012 Tsukuba tornado using hybrid meteorological model/engineering LES method. *Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics*, **204**, 104254.
42. Hirockawa, Y., T. Kato, H. Tsuguti, and N. Seino, 2020: Identification and classification of heavy rainfall areas and their characteristic features in Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **98**, 835–857.
43. Takamura, N., and A. Wada, 2020: Unusual Characteristics of Extratropical Transition of Typhoons in August 2016. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **98**, 691–706.
44. Fukuda K., K. Yasunaga, R. Oyama, A. Wada, A. Hamada, and H. Fudeyasu, 2020: The diurnal cycle of clouds in tropical cyclones over the western North Pacific Basin. *SOLA*, **16**, 109–114.
45. Wada, A., H. Tomita, S. Kako, 2020: Comparison of the third-generation Japanese ocean flux data set J-OFURO3 with numerical simulations of Typhoon Djuan (2015) traveling south of Okinawa. *Journal of Oceanography*, **76**, 419–437.
46. Horinouchi, T., U. Shimada, and A. Wada, 2020: Convective Bursts With Gravity Waves in Tropical Cyclones: Case Study With the Himawari - 8 Satellite and Idealized Numerical Study. *Geophysical Research Letters*, **47**, e2019GL086295.
47. Yamada, T., T. O. Sato, T. O., T. Adachi, H. Winkler, K. Kuribayashi,

- R. Larsson, N. Yoshida, Y. Takahashi, M. Sato, A.B. Chen, R.R. Hsu, Y. Nakano, T. Fujinawa, S. Nara, Y. Uchiyama, Y. Kasai, 2020: H02 generation above sprite - producing thunderstorms derived from low - noise SMILES observation spectra. *Geophysical Research Letters*, **47**, 3.
48. Shimada, U., M. Yamaguchi, and S. Nishimura, 2020: Is the Number of Tropical Cyclone Rapid Intensification Events in the Western North Pacific Increasing? *SOLA*, **16**, 1-5.
49. K. Ono, 2020: Extension of the Lanczos Algorithm for Simultaneous Computation of Multiple Targeted Singular Vector Sets. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **146**, 454-467.
50. Courtney, J. B., S. Langlade, S. Barlow, T. Birchard, J. A. Knaff, S.D. Kotal, T. Kriat, W. Lee, R. Pasch, C. R. Sampson, U. Shimada, and A. Singh, 2019: Operational perspectives on tropical cyclone intensity change Part 2: Forecasts by operational agencies. *Tropical Cyclone Research and Review*, **8**, 226-239.
51. Kusunoki K., K. Arai, H. Y. Inoue, and C. Fujiwara, 2019: Doppler radar observations of a wintertime anticyclonic misocyclone associated with surface wind gust on the coast of the Sea of Japan. *SOLA*, **15**, 234-237.
52. Miglietta, M., K. Arai, K. Kusunoki, H. Inoue, T. Adachi, H. Niino, 2019: Observational analysis of two waterspouts in northwestern Italy using an OPERA Doppler radar. *Atmospheric Research*, **234**, 104692.
53. Adachi, A. and H. Hashiguchi, 2019: Application of parametric speakers to radio acoustic sounding system. *Atmospheric Measurement Techniques*, **12**, 5699-5715.
54. Inoue, H. Y., K. Kusunoki, T. Adachi, C. Fujiwara, N. Ishitsu, K. Arai, 2019: Single- and Dual-Doppler Radar Analysis of Misovortices within Snowband in Japan Sea Coastal Region on 17 January 2017. *SOLA*, **15**, 228-233.
55. Courtney, J. B., S. Langlade, C. R. Sampson, J. A. Knaff, T. Birchard, S. Barlow, S.D. Kotal, T. Kriat, W. Lee, R. Pasch, and U. Shimada, 2019: Operational Perspectives on Tropical Cyclone Intensity Change Part 1: recent advances in intensity guidance. *Tropical Cyclone Research and Review*, **8**, 123-133.
56. Yanase, W. and H. Niino, 2019: Parameter sweep experiments on a spectrum of cyclones with diabatic and baroclinic processes. *Journal of the Atmospheric Sciences*, **76**, 1917-1935.
57. Wada, A., H. Tsuguti, K. Okamoto, and N. Seino, 2019: Air-Sea Coupled

- Data Assimilation Experiment for Typhoons Kilo, Etau and the September 2015 Kanto-Tohoku Heavy Rainfall with the Advanced Microwave Scanning Radiometer 2 Sea Surface Temperature. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **97**, 553-575.
58. Oyama, R., and A. Wada, 2019: The Relationship between Convective Bursts and Warm-Core Intensification in a Nonhydrostatic Simulation of Typhoon Lionrock (2016) . *Monthly Weather Review*, **147**, 1557-1579.
59. Bandholnopparat, K., M. Sato, T. Adachi, T. Ushio, Y. Takahashi, 2019: Optical Properties of Intracloud and Cloud-to-Ground Discharges Derived from JEM-GLIMS Lightning Observations. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, **189**, 87-97.
60. 伊藤雄基, 小田僚子, 稲垣厚至, 清野直子, 2023: ドップラーライダーで観測された平均風速鉛直分布の変動. *土木学会論文集 B1 (水工学)* , **78.2**, 325-330.
61. 加藤輝之, 2022: アメダス 3 時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去 45 年間の経年変化. *天気 (論文・短報)* , **69**, 247-252.
62. 尾田春雄, 益子渉, 友清衣利子, 野田稔, 2022: 台風による屋根被害分布の分析と最弱リンクモデルに基づく被害確率推定. *日本風工学会論文集*, **47**, 18-26.
63. 北畠尚子, 津口裕茂 , 2020: 2016 年 8 月末の日本海の低気圧の発達と時間発展: 中緯度の流れと台風 1610 号 (Lionrock) の相互作用. *気象研究所研究報告*, **68**, 1-19.
64. 北畠尚子, 黒良龍太, 長田栄治, 杉原良, 2020: 2018 年 7 月 5~8 日の梅雨前線豪雨におけるメソ α スケールの変化. *天気 (論文・短報)* , **63**, 431-443.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)

1. 佐藤陽祐、大友啓嗣、井村裕紀、藤野梨紗子、近藤誠、荒木健太郎、山下克也、當房豊, 2022: 2021 年度「エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. *天気*, **69**, 387-393.
2. 吉田智, 2022: 稲妻と雷の図鑑. *稲妻と雷の図鑑*, グラフィック社, 184pp, ISBN: 978-4-7661-3548-0.
3. 新野宏, 小林文明, 栃本英伍, 末木健太, 足立透, 梅原章仁, 田村幸雄, 野田稔, 佐々浩司, 加藤輝之, 加茂直幸, 中里真久, 益子渉, 伊藤純至, 横田祥, 田村哲郎, 楠研一, 石津尚喜, 2021: 「竜巻シンポジウム—藤田哲也博士生誕 100 年を記念して—」の報告. *天気*, **68**, 511-520.
4. 荒木健太郎, 志田純哉, 近藤誠, 藤倉理人, 南孝太郎, 稲垣実央, 山下克也, 佐藤陽祐, 當房豊, 2021: 2020 年度「エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. *天気*, **68**, 391-397.

5. 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.
6. 益子渉, 2020: 2012 年 5 月 6 日に発生したつくば竜巻. 気象研究ノート, **243**, 157-165.
7. 益子渉, 2020: 2006 年台風第 13 号に伴って発生した延岡竜巻. 気象研究ノート, **243**, 148-156.
8. 松井正宏, 林泰一, 鈴木修, 村井博一, 2020: 竜巻のスケール. 気象研究ノート「竜巻を識る」, **243**, 227-234.
9. 鈴木修, 佐々浩司, 宮城弘守, 2020: 写真測量による竜巻の大きさ, 強度の評価. 気象研究ノート, **243**, 246-250.
10. 鈴木修, 2020: 日本の竜巻. 気象研究ノート, **243**, 33-41.
11. 足立透, 坪木和久, 牛尾知雄, 高橋暢宏, 川口航平, 瀨瀬丈晴, 岩波越, 楠研二, 松田知也, 新野宏, 中川勝広, 2020: 気象災害委員会・第 52 回メソ気象研究会合同研究会の報告. 天気, **67(6)**, 31-35.
12. 吉田智, 2020: 雷放電三次元標定装置の開発と観測. 日本大気電気学会誌, Vol. 14, No. 1, 3-10.
13. 佐藤陽祐, 當房豊, 山下克也, 荒木健太郎, 橋本明弘, 梶野瑞王, 中島孝, 三隅良平, 小池真, 岩崎杉紀, 川合秀明, 飯塚芳徳, 高橋麗, 山内晃, 折笠成宏, 齋藤泉, 藤田啓恵, 酒井健人, 郭威鎮, 田尻拓也, 島伸一郎, 岩本洋子, 2019: 「2018 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会」報告. 天気, **66**, 479-484.
14. 柳瀬亘, 2019: 低気圧の多様性 —熱帯低気圧・温帯低気圧・ハイブリッド低気圧—. 月刊海洋号外「新野宏教授退職記念号」, **62**, 34-38.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等

1. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, and E. Tochimoto, Baroclinically triggered formation of a tropical storm in the western North Pacific., 第 28 回国際測地学地球物理学連合総会 (IUGG2023), 2023 年 7 月, ドイツ, ベルリン
2. Ono, K., Clustering technique considering temporal coherence of ensemble members, Using ECMWF's Forecast 2023, 2023 年 6 月, イギリス, レディング
3. Shimada, U., Toward the Estimation of Tropical Cyclone Wind Structure in the Western North Pacific, JpGU meeting 2023, 2023 年 5 月, 千葉県千葉市&オンライン
4. Adachi, T., and H. Niino, Fine-Scale Spatiotemporal Analysis of Wintertime Dry Microburst Event Observed with Smartphone Camera and

Phased Array Radar, JpGU meeting 2023, 2023年5月, 千葉県千葉市&オンライン

5. Adachi, T., and H. Niino, Analysis of Wintertime Dry Microburst Event Observed With Photography and Phased Array Radar, AOGS2022 VIRTUAL 19th Annual Meeting, 2022年8月, オンライン
6. Shimada, U., and M. Hayashi, A comparison between SAR wind data and best track tropical cyclone data, JpGU meeting 2022, 2022年5月, 千葉県千葉市&オンライン
7. Kawaguchi, M., T. Tamura and W. Mashiko, APPLICATION OF HYBRID METEOROLOGICAL MODEL/ENGINEERING LES ANALYSIS TO VERY STRONG TYPHOON JEBI 2018, The 13th International ERCOFTAC symposium on engineering, turbulence, modelling and measurements, 2021年9月, ギリシャ, ロードス島
8. Adachi, T., W. Mashiko, and A. Umehara, Fine-Scale Observation of TC Tornado Using Phased Array Weather Radar in Japan, Virtual Workshop on Atmospheric Science Applications of Ground-Based Phased Array Radars, 2021年5月, 米国, オンライン
9. Shimada, U., Different Environmental Conditions of Tropical Cyclone Rapid Intensification in the Western North Pacific, 34th Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology, 2021年5月, アメリカ, オンライン
10. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Munekane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, and K. Utsunomiya, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science -results of the first measurements-, EGU General Assembly 2020, 2020年5月, オーストラリア, ウイーン
11. Kawaguchi, M., T. Tamura, W. Mashiko, and H. Kawai, Assessment of Tornado-Induced Building Damage Using a Hybrid Meteorological Model/Engineering LES Method: In Case of Tsukuba Tornado in 2012, 10th European Conference on Severe Storms, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
12. Mashiko, W., Wind gusts associated with mesovortices in the inner core of Typhoon GONI (2015), 10th European Conference on Severe Storms, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
13. Umehara, A., TC Analysis with Dual Polarization Weather Radar, 2nd Meeting of the Working Group on Meteorology, 2019年10月, 東京都千代田区
14. Shimada, U., R. Oyama, and S. Shimizu, Dramatic changes in the inner-core structure of Typhoon Jebi (2018) at landfall and relationship

- between a mesovortex, heavy rainfall, and strong wind gusts, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
15. Okamoto, K., Assimilation of Passive and Active Sensors on Satellite to Improve Tropical Cyclone Forecasts. , Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
 16. Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, and H. Suzuki, Analysis of Tornado-like Vortices Using Phased Array Weather Radar and Deep Learning, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
 17. Oyama, R., K. Okamoto, T. Iriguchi, H. Murata, H. Fudeyasu, K. Cheung, and K. Tsuboki, Analysis of atmospheric profiles within tropical cyclones using the new-generation satellite observations, Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (AOGS2019), 2019年7月, シンガポール, シンガポール
 18. Ishimoto, H., S. Adachi, K. Masuda, X-ray micro-CT imagery of deposited snow in optical modeling of atmospheric ice particles, 第18回電磁気と光散乱会議 (ELS-XVIII) , 2019年6月, 中国, 杭州
 19. Adachi, T., N. Ishitsu, K. Kusunoki, H. Inoue, K. Arai, C. Fujiwara, H. Suzuki, Volumetric Detection of Tornadic Vortices Associated with Typhoon Nanmadol (2017) Using PAWR and Deep Learning, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
 20. Shimada, U., R. Oyama, and S. Shimizu, Dramatic changes in the inner-core structure of Typhoon Jebi (2018) at landfall and relationship between a mesovortex and strong wind gusts, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
 21. Nagasaki, T., O. Tajima, R. Ichikawa, H. Takiguchi, K. Araki, and H. Ishimoto, Comparison of a water vapor observation with GPS and high sensitivity microwave radiometer, KUMODES, JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
 22. Araki, K., S. Satoh, T. Tajiri, Case study of environmental conditions and cloud microphysical properties of winter convective clouds developed in the Kanto plain , JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
 23. Araki, K., Innovative progress in ground observation of snow crystals and weather conditions by citizen science , JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市

24. Adachi, A., H. Hashiguchi, Application of Parametric Speaker to Wind Profiler/RASS, 11th International Symposium on Tropospheric Profiling, 2019年5月, France, Toulouse
 25. Shoji, Y., T. Sakai, A. Adachi, S. Yoshida, and T. Nagai, High Space-time Resolution Analysis of Atmospheric Fields using GNSS and Other Observations to Study the Mechanisms of Local Heavy Rainfall in Tokyo Metropolitan Area, Living Planet Symposium 2019, 2019年5月, イタリア, ミラノ
- ・国内の会議・学会等

口頭発表

1. 加藤輝之, 集中豪雨事例発生頻度における経年変化に対する海面水温の影響と日変化特性, 第2回都市極端気象シンポジウム(第19回台風研究会), 2023年9月, 宇治市
2. 加藤輝之, 線状降水帯機構解明に向けた課題～過去の研究から～, 第2回線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会, 2023年6月, 秋田県山本郡八峰町
3. 廣川康隆, 加藤輝之, 1989-2022年梅雨期に九州で生じた線状降水帯の発生環境場, 線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会, 2023年6月, 八峰町
4. 梅原章仁, 鈴木賢士, 原優里佳, 山内洋, 猪上華子, 南雲信宏, 鶴沼昂, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果と降水粒子撮像ゾンデ画像との比較, 日本気象学会2023年春季大会, 2023年5月, (オンライン)
5. 鶴沼昂, 山内洋, 梅原章仁, 加藤輝之, 2022年7月12日に埼玉県鳩山町での大雨で観測された粒径分布の平衡状態とその形成過程, 日本気象学会2023年春季大会, 2023年5月, (オンライン)
6. 末木健太, 令和4年7月に高知で発生した線状降水帯の数値実験, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, 東京
7. 廣川康隆, 加藤輝之, 2022年6-7月に九州で生じた線状降水帯の発生環境場の特徴, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
8. 益子涉, 線状の降水システムの組織化と発達・維持機構 -2021年7月10日九州南部の豪雨事例-, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
9. 小野耕介, 線状降水帯事例におけるメソアンサンプルの予測特性, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
10. 嶋田宇大, 伊藤耕介, 堀之内武, 台風の最大風速とはどんな物理量か, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
11. 辻野智紀, 坪木和久, 山田広幸, 長浜則夫, 平野創一朗, 数値モデルで再現された2022年台風Nanmadolの急発達期の渦構造, 日本気象学会2023年度春季大会, 2023年5月, オンライン
12. 加藤輝之, 石垣島の高層ゾンデ観測でみられた大気下層水蒸気場の日変化,

日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン

13. 林昌宏, 和田章義, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心気圧の解析, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
14. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯に関する課題～海の影響～, 第 55 回メソ気象研究会, 2023 年 5 月, 柏
15. 足立透, 最新の気象レーダーを用いたメソ気象研究の発展, 第 55 回メソ気象研究会, 2023 年 5 月, 千葉県柏市・オンライン
16. 楠研一, 足立透, 鈴木修, 新井健一郎, 石津尚喜, 冬季日本海側における突風探知の取り組みと今後の展開, 2022 年度 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会, 2023 年 3 月, 東京都
17. 楠研一, 足立透, 鈴木修, 新井健一郎, 石津尚喜, 深層学習を利用した突風探知の今後の展開, 研究会「突風災害の防止のために-深層学習を用いた突風探知技術の利活用と今後の展望」, 2023 年 3 月, つくば市
18. 荒木健太郎, 吉本浩一, 瀬古弘, 石元裕史, 地上マイクロ波放射計を用いた冬季日本海側の降雪雲の観測, 2022 年度エアロゾル・雲・降水に関する研究集会, 2023 年 3 月, オンライン
19. 柳瀬亘, 嶋田宇大, 北島尚子, 栃本英伍, 中緯度付近の台風の発生メカニズム—傾圧過程と非断熱過程の融合—, 中緯度大気海洋相互作用 hotspot2 研究集会, 2023 年 3 月, 福岡県福岡市
20. 小野耕介, 線状降水帯事例における MEPS 複数シナリオ, 福岡管区気象台特別談話会, 2023 年 2 月, 福岡
21. 梅原章仁, 櫻井南海子, 吉田智, 林修吾, 清水慎吾, 山内洋, 出世ゆかり, 二重偏波レーダー及び雷 3 次元観測システムを用いて考察する夏季積乱雲内部における降水粒子と電荷構造の対応, 第 17 回航空気象研究会, 2023 年 2 月, 日本
22. 末木健太, 令和 4 年 7 月に高知で発生した線状降水帯のサブキロメートル解像度再現実験, 「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会, 2023 年 2 月, つくば
23. 末木健太, 令和 4 年 7 月 4~5 日の高知の線状降水帯に関する事例解析, 数値予報事例検討会, 2023 年 1 月, 東京都
24. 小野耕介, アンサンブル予報の有効活用に向けて, 札幌管区気象研究会, 2022 年 12 月, 札幌
25. 小野耕介, 稲津将, メソ対流系における予測誤差の非線形性と階層構造, 非静力学モデルに関するワークショップ, 2022 年 12 月, つくば市
26. 末木健太, 線状降水帯を発生させる降水セル群の移動と降水強度変化の解析, 「線状降水帯の停滞メカニズムおよびその環境場形成に寄与する大気擾乱の階層構造の解明」に関する研究会, 2022 年 12 月, 宮城県仙台市
27. 益子涉, 2021 年 7 月 10 日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの内部構造と発達・維持機構, 「線状降水帯の停滞メカニズムおよびその環境場形成に寄与する大気擾乱の階層構造の解明」に関する研究会, 2022 年 12

月，宮城県仙台市

28. 廣川康隆，加藤輝之，新野宏，1989年～2021年に生じた線状降水帯の特徴，線状降水帯のメカニズム・環境場形成・階層構造に関する研究会，2022年12月，仙台市
29. 荒木健太郎，瀬古弘，石元裕史，田尻拓也，山内洋，吉本浩一，松元誠，竹田智博，河野宜幸，鈴木健司，中山和正，地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測，線状降水帯機構解明に関する研究会（第6回），2022年11月，オンライン
30. 柄本英伍，廣川康隆，2022年8月3日に山形・新潟で発生した集中豪雨に関わる循環場および環境場について，第6回線状降水帯機構解明に関する研究会，2022年11月，オンライン
31. 荒木健太郎，2020年関越豪雪時の気象状況と降雪予測可能性，第4回JSTEシンポジウム，2022年11月，札幌市
32. 末木健太，線状降水帯を発生させた降水セル群の移動と降水強度変化の解析，「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会，2022年11月，つくば市
33. 益子渉，2021年7月10日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの発達・維持機構，「線状降水帯の機構解明・予測技術の向上」発表会，2022年11月，つくば
34. 嶋田宇大，台風強度予測を抜本的に改善していくには？～2030年、2050年を見据えて～，第3回TRCセミナー，2022年11月，（オンライン）
35. 荒木健太郎，瀬古弘，石元裕史，田尻拓也，山内洋，吉本浩一，松元誠，竹田智博，河野宜幸，鈴木健司，中山和正，地上マイクロ波放射計ネットワークの構築と初期観測，日本気象学会2022年秋季大会，2022年10月，札幌市
36. 林昌宏，衛星搭載ライダー・レーダー観測を用いたひまわり巻雲物理量推定値の検証，日本気象学会2022年度秋季大会，2022年10月，札幌市
37. 楠研一，カメラ映像に基づく積乱雲判別モデルの開発，日本気象学会2022年秋季大会，2022年10月，札幌市
38. 益子渉，2021年7月10日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴（第2報），日本気象学会2022年秋季大会，2022年10月，札幌市
39. 柄本英伍，末木健太，廣川康隆，益子渉，新野宏，線状降水帯発生環境場におけるEntrainmentを考慮したCAPEの特徴，日本気象学会2022年秋季大会，2022年10月，札幌
40. 立花義裕，春日悟，万田敦昌，山中晴名，中村啓彦，仁科文子，加古真一郎，滝川哲太郎，安藤雄太，西川はつみ，加藤輝之，清野直子，榎本剛，吉田聡，藤田実季子，野中正見，黒潮SST前線近傍で実施した梅雨前線の三隻同期大気海洋格子点移動観測，日本気象学会2022年度秋季大会，2022年10月，札幌市
41. 山田広幸，伊藤耕介，平野創一郎，篠田太郎，坪木和久，林昌宏，和田章

- 義, 加藤輝之, 梅雨前線における低圧場の形成と対流圏上層の北風との関係, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
42. 吉田聡, 石井智, 泉智貴, 宮湛秋, 澤田尚樹, 成田愛子, 藤田実季子, 川合義美, 加藤輝之, 小松幸生, 新青丸 KS-22-9 航海による東シナ海黒潮横断観測, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
43. 加藤輝之, 永戸久喜, 瀬古弘, 清野直子, 立花義裕, 中村啓彦, 滝川哲太郎, 瀬戸心太, 吉田聡, 藤田実季子, 小松幸生, 山田広幸, 鈴木賢士, 清水慎吾, 坪木和久, 白石浩一, 川村誠治, 北井信則, 久保田拓志, 2022 年梅雨期線状降水帯集中観測の概要, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
44. 廣川康隆, 加藤輝之, 新野宏, 1989 年~2021 年に生じた線状降水帯の出現頻度の特徴, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
45. 小野耕介, 時間軸を考慮したクラスタリングによる複数気象シナリオの作成, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
46. 梅原章仁, 櫻井南海子, 吉田智, 林修吾, 清水慎吾, 山内洋, 出世ゆかり, 二重偏波レーダー及び雷 3 次元観測システムを用いた降水粒子と雷活動の比較解析, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
47. 石津尚喜, 藤原忠誠, 楠研一, 鈴木修, 足立透, 新井健一郎, 猪上華子, 冬季日本海沿岸においてドップラーレーダーで観測された渦の統計解析, 日本気象学会秋季大会, 2022 年 10 月, 北海道札幌市
48. 大竹秀明, 大関 崇, 今井正堯, 庭野匡思, 小野耕介, 太陽光発電システム上の積雪の動態 -2022 年 2 月 20 日の多雪事例 -, 電気学会 電力・エネルギー部門 (B 部門) 大会, 2022 年 9 月, 福井
49. 加藤輝之, 集中観測の実施状況の概要について, 線状降水帯の機構解明に関する研究会 (第 5 回), 2022 年 9 月, オンライン
50. 荒木健太郎, 気候変動と豪雨災害, 気候変動対策フォーラム, 2022 年 9 月, つくば市
51. 嶋田宇大, 林昌宏, 台風の面的暴風分布推定に向けて, 第 4 回 高・低気圧ワークショップ, 2022 年 8 月, 東京都港区
52. 柳瀬亘, Phase Transitions -IWTC-10 の作業部会より-, 第 4 回 高・低気圧ワークショップ, 2022 年 8 月, 東京都港区
53. 嶋田宇大, 気象庁気象研究所の取組み, TRC 台風専門学校 世界一聞きたい台風の授業, 2022 年 8 月, 横浜市
54. 小野耕介, 降水予報へのアンサンブル次元の利用, 第 6 回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会 防災・減災に資する新時代の大アンサンブル気象・大気環境予測 テーマ 1, 2022 年 6 月, オンライン
55. 石元裕史, マイクロ CT データとフェーズ・フィールド法を利用した降雪・積雪の 3D モデル, 積雪ワークショップ, 2022 年 6 月, (オンライン)
56. 栃本英伍, 令和 2 年 7 月 4 日に九州南部で豪雨を生じた梅雨前線低気圧への上層トラフの影響, 第 4 回線状降水帯機構解明に関する研究会, 2022 年 6

月, オンライン

57. 加藤輝之, 集中観測実施計画と観測データ・数値予報資料の共有 (線状降水帯データベース), 線状降水帯の機構解明に関する研究会 (第4回), 2022年6月, オンライン
58. 加藤輝之, アメダス3時間積算降水量でみた集中豪雨事例発生頻度の過去45年間の経年変化, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
59. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今後の課題, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, 東京
60. 小野耕介, 降水予報へのアンサンブル次元の利用, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
61. 嶋田宇大, P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 発達ハリケーンの上層アップシアア左象限で観測される強い上昇流について, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
62. 足立透, 石津尚喜, 楠研一, 猪上華子, 新井健一郎, 鈴木修, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWRおよびCNNによる竜巻性渦の立体検出技術の初期評価, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
63. 足立透, 石津尚喜, 楠研一, 猪上華子, 新井健一郎, 鈴木修, 藤原忠誠, 鈴木博人, PAWRおよびCNNによる竜巻性渦の立体検出技術の初期評価, 日本気象学会2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
64. 廣川康隆, 災害をもたらす集中豪雨と線状降水帯の発生メカニズム, 大正大学地域構想研究所防災セミナー, 2022年5月, オンライン開催
65. Shimada, U., P. Reasor, R. Rogers, M. Fischer, J. Zawislak, J. Zhang, and F. Marks, 発達ハリケーンの上層アップシアア左象限で観測される強い上昇流について, 第13回熱帯気象研究会, 2022年3月, オンライン
66. 廣川康隆, 集中豪雨と線状降水帯, 第19回天気予報研究会, 2022年2月, 日本
67. 益子渉, 令和3年7-8月の線状降水帯事例について, 第1回線状降水帯の機構解明に関する研究会, 2022年2月, つくば
68. 加藤輝之, 線状降水帯研究に関するレビューと課題, 線状降水帯の機構解明に関する研究会 (第1回), 2022年2月, オンライン
69. 梅原章仁, 吉田智, 林修吾, 南雲信宏, 山内洋, 吉川栄一, 二重偏波レーダーと三次元雷標定装置を用いた夏季積乱雲内部の電荷分布構造の解析, 日本大気電気学会第100回研究発表会, 2022年1月, オンライン
70. 小野耕介, メソアンサンブルを用いた複数降水予測シナリオの作成, 第四回大アンサンブルとアプリケーションに関する研究会, 2021年12月, オンライン, オンライン
71. 新井健一郎, 楠研一, 石津尚樹, 猪上華子, 鈴木修, 藤原忠誠, ドップラーレーダーで捉えた山形県庄内沖日本海上空の渦列の特徴, 日本気象学会

2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市

72. 楠研一・足立透・鈴木修・石津尚喜・猪上華子・新井健一郎・川又幸・藤原忠誠・鈴木博人, AI を用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
73. 嶋田宇大, 林昌宏, 山口宗彦, 柳瀬亘, 田殿武雄, 大木真人, 磯口治, 台風における風観測の重要性と SAR による台風の風観測の取組み, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
74. 林昌宏, 和田章義, 小山亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
75. 加藤輝之, 線状降水帯発生 6 条件の出現頻度の気候変化, 日本気象学会 2021 年度秋季大会, 2021 年 12 月, 三重県津市
76. 廣川康隆, 加藤輝之, 解析雨量を用いた線状降水帯検出手法の改善, 日本気象学会 2021 年秋季大会, 2021 年 12 月, オンライン
77. 益子涉, 7/10 に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴, 線状降水帯ワーキンググループ事例検討会, 2021 年 11 月, (オンライン)
78. 荒木健太郎, 防災・減災のための雲科学研究, 科学技術振興機構研究開発戦略センターワークショップ, 2021 年 9 月, 東京
79. 林昌宏, 和田章義, 小山亮, ハイパースペクトル赤外サウンダを用いた台風中心部の大気プロファイル解析, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021 年 9 月, オンライン
80. 和田章義, 台風強度・構造変化における台風海洋相互作用の役割, 台風研究会「台風予報と防災情報に関する研究集会」, 2021 年 9 月, 京都府宇治市
81. 荒木健太郎, 南岸低気圧による首都圏の降雪における降雪結晶特性と大気環境場, 雪氷研究大会 (2021・オンライン), 2021 年 9 月, オンライン
82. 柳瀬亘, 台風における鉛直シアと傾圧性の影響について, 台風研究会「台風予報と防災情報に関する研究集会」, 2021 年 9 月, 京都府宇治市
83. 嶋田宇大, 台風急発達環境場の多様性, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2021 年 9 月, オンライン
84. 石津尚喜, 楠研一, 足立透, 猪上華子, 藤原忠誠, 新井健一郎, 鈴木博人, CNN を利用した突風探知システムの改良, 2021 年度 人工知能学会全国大会 (第 35 回), 2021 年 6 月, 東京
85. 楠研一, 石津尚喜, 足立透, 猪上華子, 鈴木修, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人, 深層学習を用いた鉄道のための突風探知システム, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, オンライン, オンライン
86. 楠研一, 石津尚喜, 足立透, 猪上華子, 鈴木修, 新井健一郎, 藤原忠誠 鈴木博人, 深層学習を用いたドップラーレーダーデータによる竜巻渦の自動識別: 進捗と課題, 日本地球惑星科学連合 2021 年大会, 2021 年 6 月, 千葉市
87. 楠研一, 足立透, 猪上華子, 鈴木修, 石津尚喜, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木

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

- 究，竜巻シンポジウムー藤田哲也博士生誕 100 年を記念してー，2021 年 3 月，日本
104. 楠研一，足立透，猪上華子，鈴木修，新井健一郎，石津尚喜，藤原忠誠，鈴木博人，冬季日本海側の竜巻等突風の観測と災害軽減に向けた研究開発，東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会「竜巻シンポジウム」，2021 年 3 月，オンライン
 105. 梅原章仁，足立透，益子涉，山内洋，二重偏波レーダーによる竜巻観測，竜巻シンポジウムー藤田哲也博士生誕 100 年を記念してー，2021 年 3 月，日本
 106. 足立透，益子涉，梅原章仁，フェーズドアレイレーダーを用いた竜巻研究，竜巻シンポジウムー藤田哲也博士生誕 100 年を記念してー，2021 年 3 月，日本
 107. 石津尚喜，楠研一，足立透，猪上華子，鈴木修，新井健一郎，鈴木博人，藤原忠誠，深層学習を利用した突風探知，気象研究所 AI 研究会，2021 年 3 月，茨城県つくば市
 108. 楠研一，足立透，猪上華子，鈴木修，新井健一郎，石津尚喜，足立一夫，鈴木博人，植村昌一，藤原忠誠，PRISM これまでの成果と今後の課題，気象研究所 AI 研究会，2021 年 3 月，茨城県つくば市
 109. 楠研一，足立透，猪上華子，鈴木修，新井健一郎，石津尚喜，藤原忠誠，鈴木博人，PRISM 成果紹介「竜巻自動予測・情報提供システムの開発」，AI 研究会「激しい大気現象の研究・防災における人工知能の利活用と今後の展望」，2021 年 3 月，つくば市
 110. 廣川康隆，加藤輝之，荒木健太郎，益子涉，令和 2 年 7 月豪雨の九州における降水の特徴，第 54 回メソ気象研究会，2021 年 3 月，オンライン
 111. 荒木健太郎，加藤輝之，廣川康隆，益子涉，令和 2 年 7 月豪雨で九州に大雨をもたらした線状降水帯の大気環境場の特徴，第 54 回メソ気象研究会，2021 年 3 月，オンライン
 112. 荒木健太郎，柳瀬亘，北島尚子，林修吾，黒良龍太，令和元年東日本台風に伴う大雨時の降水強化メカニズムのシミュレーション，2020 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会，2021 年 2 月，オンライン
 113. 楠研一，足立透，猪上華子，鈴木修，新井健一郎，石津尚喜，藤原忠誠，鈴木博人，深層学習を用いた竜巻自動探知システムの開発，気象庁施設等機関研究報告会，2021 年 2 月，東京都
 114. 梅原章仁，足立透，益子涉，山内洋，二重偏波レーダーで捉えた竜巻飛散物の時空間分布～2019 年 10 月 12 日千葉県市原市に生じた竜巻を対象として～，東京工芸大学・風工学共同研究拠点・研究集会「日本版改良藤田スケールにおける DI、DOD と被害風速の評価」，2021 年 2 月，日本
 115. 足立透，益子涉，フェーズドアレイ気象レーダーによる市原竜巻の詳細解析，東京工芸大学・風工学共同研究拠点・研究集会「日本版改良藤田スケールにおける DI、DOD と被害風速の評価」，2021 年 2 月，日本

116. 梅原章仁, 南雲信宏, 山内洋, 二重偏波レーダーの降水粒子判別結果から考察するダウンバースト発生前兆, 第15回航空気象研究会, 2021年2月, 日本
117. 益子渉, 廣川康隆, 荒木健太郎, 令和2年7月豪雨の特徴ー球磨川流域に記録的大雨をもたらした線状降水帯の構造と発生過程ー, 令和2年度気象研究所研究成果発表会, 2020年12月, オンライン
118. 足立透, フェーズドアレイレーダーを用いた研究の最前線, 気象キャスターネットワークオンライン勉強会, 2020年11月, オンライン
119. 和田章義, 柳瀬亘, 林昌宏, 2020年台風第10号(Haishen)の数値シミュレーション, 第22回非静力学モデルに関するワークショップ, 2020年11月, オンライン, オンライン
120. 荒木健太郎, 加藤輝之, 廣川康隆, 益子渉, 令和2年7月豪雨をもたらした線状降水帯の発生環境場, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
121. 柳瀬亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林昌宏, 令和元年台風第19号の降水の非対称化メカニズム〜その2, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
122. 荒木健太郎, 柳瀬亘, 北島尚子, 林修吾, 黒良龍太, 令和元年台風第19号における降水強化メカニズム, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
123. 廣川康隆, 益子渉, 荒木健太郎, 令和2年7月豪雨により九州地方で生じた線状降水帯の特徴, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
124. 楠研一, 鈴木博人, 岸保・立平賞受賞記念講演「ドップラーレーダーを用いた突風災害の軽減に向けた研究開発と鉄道の安全運行のための社会実装」, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
125. 柳瀬亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林昌宏, 堀之内武, 令和元年東日本台風の降水非対称化メカニズム, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2020年9月, オンライン
126. 和田章義, 2018-2019年の台風における海洋の役割, 台風研究会「台風災害の実態解明と台風防災・減災に資する方策」, 2020年9月, 京都府宇治市
127. 足立透, 益子渉, 梅原章仁, 令和元年台風第19号に伴って発生した市原竜巻の3次元レーダー観測, 台風研究会, 2020年9月, 京都府宇治市
128. 和田章義, 2020年夏の大規模場の解析、今後の台風予想, 台風診断ミーティング2020, 2020年8月, 千葉県柏市
129. 柳瀬亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林昌宏, 台風第19号に関する数値シミュレーション, 「令和元年台風19号及び台風21号による広域災害に関する総合研究」成果報告会, 2020年7月, オンライン
130. 北島尚子, 荒木健太郎, 2019年10月25日の東日本の大雨に対する総観場の影響, 日本気象学会2020年度春季大会, 2020年5月, オンライン

131. 荒木健太郎, 柳瀬亘, 北嶋尚子, 黒良龍太, 令和元年台風第 19 号による大雨の環境場と地形の影響, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
132. 荒木健太郎, 北嶋尚子, 2019 年 10 月 25 日関東大雨のメソスケール環境場, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
133. 梅原章仁, 嶋田宇大, 2019 年台風第 19 号の降水過程に関する二重偏波レーダーを用いた解析, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
134. 柳瀬亘, 荒木健太郎, 和田章義, 嶋田宇大, 林昌宏, 令和元年台風第 19 号の降水の非対称化メカニズム, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
135. 和田章義, 2019 年台風シーズンにおける大気海洋環境場の特徴, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
136. 足立アホロ, 小林隆久, 山内洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の形状パラメータの推定 (その 2), 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
137. 益子渉, 2019 年日本に暴風・竜巻等突風をもたらした台風の特徴, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
138. 楠研一, 足立透, 石津尚喜, 猪上華子, 新井健一郎, 川又幸, 藤原忠誠, 鈴木博人, AI を用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発 - 開発の現状 -, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
139. 足立透, 益子渉, フェーズドアレイ気象レーダーで観測された 2019 年 10 月 12 日市原竜巻の発生メカニズムについて, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
140. 猪上華子, 新井健一郎, 楠研一, 足立透, 石津尚喜, 藤原忠誠, 鈴木博人, 庄内平野に突風をもたらす渦の IQ データを用いた超解像の試み, 日本気象学会 2020 年度春季大会, 2020 年 5 月, オンライン
141. 荒木健太郎, 首都圏における降雪結晶特性, 2019 年度エアロゾル・雲・降水の相互作用に関する研究集会, 2020 年 2 月, 立川市
142. 荒木健太郎, 雲と雪のかたちの科学, シンポジウム「つくればわかる、かたちの科学」, 2020 年 2 月, つくば市
143. 荒木健太郎, シチズンサイエンスによる降雪研究と科学コミュニケーション, 第 17 回天気予報研究会, 2020 年 2 月, 東京都
144. 和田章義, 2019 年台風を振り返って一気象研究所における事例 解析結果の紹介, NPO 法人気象キャスターネットワーク 2020 年定期総会, 2020 年 2 月, 東京
145. 和田章義, 気象研究所における緊急研究, 令和元年度台風事例検討会, 2020 年 2 月, 東京
146. 林修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別を用いた雷雲の特徴, 第 14 回航空気象研究会, 2020 年 2 月, 東京都

147. 益子涉, 2019年日本に暴風・突風をもたらした台風の特徴, 風工学研究拠点・研究集会「日本版竜巻スケールおよびその評価手法に関する研究」, 2020年2月, 東京都
148. 足立アホロ, 二重偏波レーダーによる粒径分布の形状パラメータの推定, 科研基盤S研究会「ストームジェネシスを捉えるための先端フィールド観測と豪雨災害軽減に向けた総合研究」, 2020年1月, 京都
149. 柳瀬亘, 荒木健太郎, 中緯度プロセスの影響を受けた台風の構造, 第2回高・低気圧ワークショップ, 2019年12月, 和歌山県白浜町
150. 和田章義, 災害をもたらした2019年台風とそれに伴う暴風、豪雨に関する数値シミュレーション研究, 台風研究会, 2019年11月, 名古屋
151. 和田章義, 岡本幸三, データ同化などによる観測の時空間拡張 台風のモデリング, 2019年度名古屋大学宇宙地球環境研究所研究集会 小型飛翔体による海象観測(その4), 2019年11月, 名古屋
152. 梅原章仁, 小池哲司, 山本健太郎, 南雲信宏, 山内洋, Cバンド二重偏波レーダーを用いた降水粒子判別手法の開発と評価, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
153. 荒木健太郎, 南岸低気圧による首都圏降雪時の降雪結晶の特性と環境場の関係, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
154. 益子涉, 嶋田宇大, 2015年台風第15号の内部コア域の微細構造, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡市
155. 嶋田宇大, 梅原章仁, 小山亮, 清水慎吾, 2018年台風第21号による記録的暴風と短時間強雨のメカニズム, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
156. 柳瀬亘, 嶋田宇大, 北島尚子, 北西太平洋における亜熱帯低気圧の性質を持つ台風, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
157. 清野直子, 津口裕茂, 廣川康隆, 瀬古弘, 清水慎吾, 線状降水帯発生環境の気象庁メソ解析によるコンポジット解析, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡市
158. 廣川康隆, 加藤輝之, 清野直子, 線状降水帯事例の検出と出現分布の特徴, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
159. 石元裕史, 足立アホロ, 安達聖, 積雪マイクロCTデータを用いた降雪粒子のモデル化とレーダー反射特性の計算, 日本気象学会秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
160. 足立透, 小司禎教, 酒井哲, PAWR・水蒸気観測を用いた首都圏における積乱雲の盛衰の解析, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
161. 佐藤英一, 瀬古弘, 南雲信宏, 気象レーダー位相による屈折率の推定について(第2報), 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
162. 市川隆一, 原秀樹, 佐藤晋介, 雨谷純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長

- 崎岳人, 田島治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代超高感度マイクロ波放射計の開発 -その2-, 日本測地学会第131回講演会, 2019年10月, 富山市
163. 林昌宏, ひまわり8号可視・赤外観測を利用した多層雲域の雲物理量推定と巻雲除去画像の作成, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
164. 小野耕介, 混合ガウス分布の最頻値を利用した地上気温予測, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
165. 足立透, 楠研一, 気象研究所フェーズドアレイレーダーを用いた最新の研究成果とその応用, 2019年気象災害委員会・メソ気象研究会合同研究会, 2019年10月, 福岡県福岡市
166. 和田章義, 2019年(2018年後半も含む)気象研での解析事例の紹介, 台風診断ミーティング2019, 2019年9月, 柏
167. 嶋田宇大, 台風第9号のレーダー解析, 台風診断ミーティング2019, 2019年9月, 柏
168. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 雨谷純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-, 第17回IVS技術開発センターシンポジウム, 2019年6月, 茨城県鹿嶋市
169. 荒木健太郎, 地上マイクロ波放射計を用いた大気熱力学場推定手法の開発と応用, てんコロ.学会, 2019年6月, 東京都
170. 荒木健太郎, 降雪・積雪・雪氷災害状況のリアルタイム監視に向けて, 「日本海寒帯気団収束帯による豪雪対策のための研究開発」研究集会, 2019年6月, 長岡市
171. 清野直子, 都市キャノピースキームSPUCを用いた数値シミュレーションによる首都圏の大気境界層構造の解析, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉市
172. 楠研一, 猪上華子, 石津尚喜, 藤原忠誠, 地上付近の直接詳細観測のための多点型地上観測システム, 日本地球惑星科学連合2019年大会, 2019年5月, 千葉県千葉市
173. 嶋田宇大, 山口宗彦, 西村修司, 台風の急発達事例は“気候学的に”増加しているか?, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
174. 嶋田宇大, 台風急発達の環境条件と多様性, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都渋谷区
175. 足立アホロ, 橋口浩之, パラメトリックスピーカーによるRASS観測の精度, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
176. 益子涉, 竜巻の数値実験における水平解像度依存性, 日本気象学会2019年度春季大会, 2019年5月, 東京都
177. 足立透, 石津尚喜, 楠研一, 猪上華子, 新井健一郎, 藤原忠誠, 鈴木博人,

- PAWR および CNN による突風被害をもたらした渦の立体解析, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
178. 猪上華子, 楠研一, 新井健一郎, 石津尚喜, 藤原忠誠, 足立透, 鈴木博人, 多点型地上観測とレーダー観測による下層渦の解析, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
179. 藤原忠誠, 楠研一, 猪上華子, 石津尚喜, 新井健一郎, 水谷文彦, 鈴木博人, ドップラーレーダーで捉えた男鹿市船越で発生した突風事例, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
180. 新井健一郎, 楠研一, 石津尚喜, 足立透, 猪上華子, 新野宏, M. M. Miglietta, 藤原忠誠, 2017 年 12 月 1 日イタリア・サンレモ竜巻の初期解析と渦の自動探知, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
181. 石津尚喜, 楠研一, 足立透, 猪上華子, 藤原忠誠, 新井健一郎, 鈴木博人, CNN による竜巻の自動検出技術の開発と突風事例への適用, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
182. 楠研一, 足立透, 石津尚喜, 猪上華子, 新井健一郎, 川又幸, 藤原忠誠, 鈴木博人, AI を用いた竜巻等突風の自動予測・情報提供システムの開発 -概要-, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都
183. 荒木健太郎, 佐藤晋介, 田尻拓也, 2019 年 1 月 26 日に関東平野で発生した対流雲の発生環境場と雲・降水特性, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
184. 嶋田宇大, 台風強度予報の改善に向けて取り組むべき研究課題, 第 51 回メソ気象研究会, 2019 年 5 月, 東京都千代田区

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等

1. Yanase, W., U. Shimada, N. Kitabatake, E. Tochimoto, Phase Transition from a Baroclinic Disturbance to a Tropical Cyclone in the Subtropical North Pacific, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
2. Takikawa, T., Y. Tachibana, H. Nakamura, A. Nishina, A. Manda, H. Nishikawa, S. Kasuga, Y. Ando, and T. Kato, Spatial salinity structure observed under heavy rainfall on the Kuroshio front in the East China Sea, hotspot2 Mid-latitude Ocean-Atmosphere Interactions: Their Processes and Predictability, 2023 年 6 月, 富山市
3. Yamazaki, Y., T. Takikawa, D. Garaike, Y. Tachibana, A. Manda, S. Kasuga, H. Yamanaka, H. Nakamura, A. Nishina, H. Nishikawa, Y. Ando, T. Enomoto, A. K.-Yoshida, and T. Kato, Water vapor flux in

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

13. Araki, K., Observational study on characteristics of ground snow crystals in the metropolitan areas in Japan, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
14. Wada, A., H. Tomita, M. Hayashi, and R. Oyama, Tropical cyclone-ocean interactions and predictions around the southern area of Okinawa with numerical simulations and a sea surface flux data set, 2019 AGU Fall Meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
15. Hayashi, M., and K. Nonaka, New Estimation Method of Himawari-8/-9 Lower Tropospheric Winds, American Geophysical Union 2019 Fall meeting, 2019年12月, アメリカ, サンフランシスコ
16. Kusunoki, K., N. Ishitsu, T. Adachi, K. Arai, H. Inoue, C. Fujiwara, and H. Suzuki, An advanced system for automatic strong gust detection and warning for railroads using deep learning, 第10回欧州シビアストーム会議, 2019年11月, ポーランド, クラクフ
17. Yanase, W. and H. Niino, Parameter sweep experiments on a spectrum on cyclones with diabatic and baroclinic processes, 19th Cyclone Workshop, 2019年10月, ドイツ, ゼーオン
18. Adachi A., T. Kobayashi, Estimation of shape parameter from C-band polarimetric radar measurements, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, Japan, Nara
19. Adachi, A., H. Hashiguchi, Application of Parametric Speakers to RASS, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, Japan, Nara
20. Umehara, A., T. Koike, K. Yamamoto, N. Nagumo, H. Yamauchi, Development of a Practical Hydrometeor Classification Algorithm via a Bayesian Approach Using C-band Dual Polarization Radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
21. Suezawa, T., H. Kikuchi, T. Mega, E. Yoshikawa, H. Hanado, S. Hayashi, T. Ushio, An evaluation of the Multi Parameter Phased Array Weather Radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
22. Hayashi, S., A. Umehara, N. Nagumo, A dual-polarization radar observation of the thunderstorm dominated by positive cloud to ground lightning flash, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
23. Inoue, H. Y., K. Kusunoki, N. Ishitsu, K. Arai, C. Fujiwara, T. Adachi, and H. Suzuki, Multi-scale structure of meso-gamma scale vortex observed by X-band Doppler radars, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市

24. Sato, E., H. Seko, H. Nagumo, and H. Yamauchi, Radar refractivity estimation using solid-state weather radar, 39th International Conference on Radar Meteorology, 2019年9月, 奈良市
25. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Munekane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science, the 27th IUGG General Assembly, 2019年7月, カナダ, モントリオール
26. Wada, A., Roles of preexisting oceanic condition and ocean coupling processes in the intensity prediction during the mature phase of Typhoon Trami (2018) , JpGU meeting 2019, 2019年5月, 千葉県千葉市
27. Ichikawa, R., H. Ujihara, S. Satoh, J. Amagai, Y. Ohta, B. Miyahara, H. Munekane, T. Nagasaki, O. Tajima, K. Araki, T. Tajiri, H. Takiguchi, T. Matsushima, N. Matsushima, T. Momotani, Development of novel ground-based microwave radiometer for earth science, the EGU General Assembly 2019, 2019年4月, オーストリア, ウィーン
・国内の会議・学会等
1. 川端康弘, 気象庁台風進路予報の検証, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, オンライン
2. 和田章義, 高村奈央, 柳瀬亘, 岡本幸三, 宮本佳明, 台風に関わる海洋貯熱量の再検討と温帯低気圧化する台風への適用, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
3. 瀬古弘, 山内洋, 梅原章仁, 佐藤英一, 酒井哲, 足立アホロ, レーダー屈折率時間変化量の推定時のパラメータと観測高度, 日本気象学会 2023 年度春季大会, 2023 年 5 月, 東京
4. 小野耕介, 稲津将, メソ対流系における予測誤差の非線形性と階層構造, 第 13 回データ同化ワークショップ, 2023 年 2 月, 神戸
5. 梅原章仁, 荒木健太郎, 山内洋, 猪上華子, 南雲信宏, 二重偏波レーダーで判別した 2022 年 6 月 2, 3 日における関東の顕著な降雹, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
6. 柳瀬亘, 栃本英伍, 渡邊俊一, 嶋田宇大, 北畠尚子, 吉田聡, 平田英隆, 低気圧の多様性に関する気象研究ノートの構想, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
7. 和田章義, 西暦 2000 年以降の西太平洋海域における台風強度と 海洋貯熱量変動との関係, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
8. 嶋田宇大, 林昌宏, 台風ベストトラックと SAR 海上風の比較, 日本気象学会 2022 年秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市
9. 足立透, 新野宏, スマートフォンカメラとフェーズドアレイレーダーを用いた冬季ドライマイクロバーストの解析, 日本気象学会 2022 年度秋季大会, 2022 年 10 月, 札幌市

10. 鵜沼昂, 山内洋, 梅原章仁, 加藤輝之, 2021年8月13-14日に九州北部で大雨をもたらした降水系の降水の強さに関する二重偏波レーダーを用いた解析, 日本気象学会 2022年秋季大会, 2022年10月, 札幌市
11. 万田敦昌, 春日悟, 山中晴名, 立花義裕, 中村啓彦, 滝川哲太郎, 仁科文子, 西川はつみ, 安藤雄太, 加藤輝之, 榎本剛, 吉田聡, 飯塚聡, 森井康宏, 青島隆, 2022年6月に東シナ海上で実施された高層気象観測で検出された湿潤絶対不安定層, 2022年度日本海洋学会秋季研究発表大会, 2022年9月, 名古屋
12. 瀬古弘, 足立アホロ, 梅原章仁, 佐藤英一, 小司禎教, 酒井哲, 吉田智, 線状降水帯の降水予報精度向上を目指した 気象観測用ドローンを併用した水蒸気観測, 日本気象学会 2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
13. 益子涉, 2021年7月10日に九州南部に大雨をもたらした降水システムの特徴, 日本気象学会 2022年度春季大会, 2022年5月, 東京
14. 足立アホロ, 小林隆久, 梅原章仁, 山内洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の推定(その5), 日本気象学会 2022年度春季大会, 2022年5月, オンライン
15. 益子涉, アメダス1分値データを用いた突風の統計解析, 日本気象学会秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
16. 荒木健太郎, 加藤輝之, 廣川康隆, 益子涉, 2021年7月1~3日の静岡県を中心とした大雨の環境場, 日本気象学会 2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
17. 梅原章仁, 吉田智, 林修吾, 南雲信宏, 山内洋, 吉川栄一, 二重偏波レーダーによる降水粒子判別結果とBOLTによる三次元電荷分布との相互比較, 日本気象学会 2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重
18. 瀬古弘, 佐藤英一, 梅原章仁, 鈴木修, 足立アホロ, 山内洋, 南雲信宏, 空港気象レーダーによる屈折率の時間変化, 日本気象学会秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
19. 柳瀬亘, 凝結熱と傾圧性から生じる低気圧の多様性, 日本気象学会 2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
20. 足立アホロ, 小林隆久, 梅原章仁, 山内洋, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる雨滴粒径分布の推定(その4) -2019年T15とT19の強雨域の比較-, 日本気象学会 2021年秋季大会, 2021年12月, オンライン
21. 和田章義, 柳瀬亘, 岡本幸三, 2018年台風第12号(JONGDARI)の数値シミュレーション(2), 日本気象学会 2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重
22. 足立透, 益子涉, PAWRで観測された令和元年房総半島台風に伴う境界層ストローク, 日本気象学会 2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重県津市
23. 和田章義, 海洋貯熱量が台風強度予測に与える影響について, 日本気象学会 2021年度秋季大会, 2021年12月, 三重

24. 北畠尚子, 日本海側の大雪に対する総観場の影響 —2018年2月上旬と2021年1月上旬の事例の比較—, 日本気象学会2020年度春季大会, 2021年5月, オンライン
25. 林修吾, 梅原章仁, 南雲信宏, 二重偏波レーダーによる粒子判別結果と雷放電頻度の関係(その2), 日本気象学会2021年度春季大会, 2021年5月, オンライン
26. 嶋田宇大, 静止気象衛星搭載雷センサで観測された熱帯低気圧の雷活動と強度変化の関係, 日本気象学会2021年度春季大会, 2021年5月, オンライン
27. 小野耕介, メソ特異ベクトルの基礎調査, 日本気象学会2021年度春季大会, 2021年5月, オンライン
28. 梅原章仁, 足立透, 益子渉, 山内洋, 2019年10月12日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性について(その2), 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
29. 益子渉, 令和元年房総半島台風(T1915)に伴う強風の特徴, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
30. 小司禎教, 清野直子, 凌風丸による2020年梅雨期東シナ海ゾンデ観測, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
31. 足立透, 梅原章仁, 益子渉, 2019年10月12日市原竜巻の3次元渦形成過程について, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
32. 梅原章仁, 南雲信宏, 山内洋, 二重偏波レーダーで捉えたダウンバースト発生前後における降水粒子の時空間分布特性, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
33. 林昌宏, 岡本幸三, DARDAR プロダクトとひまわり8号観測を用いたRTTOV氷雲放射スキームの評価, 日本気象学会2020年度秋季大会, 2020年10月, オンライン
34. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 瀧口博士, 松島健, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-初期観測成果-, JpGU-AGU Joint Meeting 2020: Virtual, 2020年7月, オンライン
35. 梅原章仁, 山内洋, 2019年10月12日に市原市に被害をもたらした竜巻の二重偏波特性, 日本気象学会2020年度春季大会, 2020年5月, オンライン
36. 橋本明弘, 折笠成宏, 田尻拓也, 林修吾, 平成30年7月豪雨の雲・降水形成機構に関する数値実験, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
37. 荒木健太郎, 田中沙央里, 小池佳奈, シチズンサイエンスのための気象アプリ「空ウォッチ」を通じた降雪研究, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡県福岡市
38. 北畠尚子, 荒木健太郎, 2018年2月5~6日の日本海側の大雪に対する対流圏中上層の総観場の影響, 日本気象学会2019年度秋季大会, 2019年10月, 福岡市

39. 小野耕介, 総観場の不確実性を反映したメソ特異ベクトルの計算, 日本気象学会 2019 年度秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
40. 和田章義, 岡本幸三, 2018 年台風第 12 号(JONGDARI)の数値シミュレーション, 日本気象学会秋季大会, 2019 年 10 月, 福岡県福岡市
41. 清野直子, 新藤永樹, 荒木健太郎, 都市キャノピースキーム SPUC を用いた数値シミュレーションと 観測に基づく首都圏の大気境界層構造の事例解析, 日本ヒートアイランド学会第 14 回全国大会, 2019 年 9 月, 千葉県柏市
42. 廣川康隆, 加藤輝之, 清野直子, 解析雨量を用いた, 線状降水帯事例の客観的な検出, 第 6 回メソ気象セミナー, 2019 年 7 月, 三重県伊勢市
43. 市川隆一, 氏原秀樹, 佐藤晋介, 雨谷純, 太田雄策, 宮原伐折羅, 宗包浩志, 長崎岳人, 田島治, 荒木健太郎, 田尻拓也, 松島健, 瀧口博士, 松島喜雄, 桃谷辰也, 宇都宮健志, 次世代高感度マイクロ波放射計の開発-序報-, JpGU meeting 2019, 2019 年 5 月, 千葉県千葉市
44. 柳瀬亘, 嶋田宇大, 台風の温帯低気圧化後の再発達に影響する環境場の特徴, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京都渋谷区
45. 北島尚子, 黒良龍太, 長田栄治, 杉原良, 2018 年 7 月 5~8 日の豪雨におけるメソ α スケールの変化, 日本気象学会 2019 年度春季大会, 2019 年 5 月, 東京

6.2 報道・記事

(1) 報道・記事

1. 足立透 日本気象予報士会・てんきすと「最新鋭のレーダー『フェーズドアレイレーダー』」2021 年 5 月 20 日
2. 足立透, 益子涉 米国地球物理学会 EOS 誌「Radar Observations of a Tornado Associated with Typhoon Hagibis」2020 年 10 月 23 日
3. 足立透 日本経済新聞「昨年の台風 19 号竜巻 発生の仕組み解明」 2020 年 10 月 5 日
4. 足立透 日刊工業新聞「台風に伴う竜巻、発生の仕組み解明 気象研」 2020 年 10 月 5 日
5. 足立透 NHK おはよう日本「台風に伴う竜巻『世界初の解析』で分かったメカニズムとは」 2020 年 10 月 1 日
6. 足立透 日本経済新聞「台風に伴う竜巻発生のメカニズム解明、気象研」2020 年 9 月 29 日
7. 足立透 時事通信 「大小の渦、結合し竜巻=台風時のメカニズム解明—気象研究所」2020 年 9 月 29 日
8. 足立透, 楠研一 読売新聞「竜巻の動き 解明目指す」2020 年 4 月 12 日
9. 荒木健太郎 TBS テレビ (情報 7days ニュースキャスター)「学んで危険を回避! 雲を知り尽くす『雲研究者』」2023 年 8 月 12 日
10. 荒木健太郎 日本テレビ (ヒルナンデス)「知っておくとタメになるお天気クイズ 荒木健太郎さん」2023 年 8 月 11 日

11. 荒木健太郎 フジテレビ (ノンストップ!) 「話題! 書籍「すごすぎる天気の間鑑」」2023年8月11日
12. 荒木健太郎 日本経済新聞「My Story 気象庁気象研究所主任研究官 荒木健太郎さん」2023年7月16日
13. 荒木健太郎 テレビ朝日 (林修の今知りたいでしょ!) 「気象災害をもたらす雲のしくみについて」2023年6月29日
14. 荒木健太郎 incu・be (2023. 夏号) 「その人はなぜ社会を巻き込めたのか: フォロワー33万人へ、毎日「空」を届ける」2023年6月1日
15. 荒木健太郎 NHK (#これ防災なんで) 「#5「雲を見る」のは防災だ」2023年5月22日
16. 荒木健太郎 NHK 北海道 (ほっとニュース北海道) 「雲を見るのは防災!？」2023年5月22日
17. 荒木健太郎 テレビ朝日 (林修の今知りたいでしょ!) 「気象災害をもたらす雲のしくみについて」2023年5月18日
18. 荒木健太郎 福島中央テレビ「【不思議】福島の冬を感じて… え! 何? この雲は!？」2023年5月14日
19. 荒木健太郎 朝日新聞茨城県版「雲に親しみ、気象災害防ごう (ひと模様)」2023年5月7日
20. 荒木健太郎 福島中央テレビ (ゴジてれChu! 3部) 「吊るし雲について」2023年3月14日
21. 荒木健太郎 テレビ朝日 (ドラえもん) 「空であそぼう! 3月11日第5回「雨は止められる? 止められない?」」2023年3月11日
22. 荒木健太郎 テレビ朝日 (ドラえもん) 「空であそぼう! 2月18日第4回「雲は部屋にかざれる? かざれない?」」2023年2月18日
23. 荒木健太郎 NHK「トルコ・シリア大地震で拡散した“災害デマ”地震雲・人工地震ではない理由」 2023年2月14日
24. 荒木健太郎 テレビ朝日 (ドラえもん) 「空であそぼう! 2月11日第3回「七色じゃない虹はある? ない?」」2023年2月11日
25. 荒木健太郎 テレビ朝日 (ドラえもん) 「空であそぼう! 1月28日第2回「つかめる雲はある? ない?」」2023年1月28日
26. 荒木健太郎 テレビ朝日 (ドラえもん) 「空であそぼう! 1月21日第1回「雲に落書きしてみよう」」2023年1月21日
27. 荒木健太郎 tbcテレビ (ひるまでウォッチン!) 「降雪研究について」 2023年1月20日
28. 荒木健太郎 NHK (あさいち) 「雪の結晶のしくみと観察方法について」2023年1月10日
29. 荒木健太郎 momo「雪の結晶を見てみよう」2022年12月6日
30. 荒木健太郎 こども新聞「冬の空をながめてみよう!」2022年12月5日
31. 荒木健太郎 NHK (サイエンスZERO) 「“ほこり”が天気を変える!?! 575でカガク!?!エアロゾル?」2022年11月27日

32. 荒木健太郎 NHK (サイエンス ZERO) 「“博士が子供だった頃” Vol.10 謎多き雲の解明に挑む！雲研究者 荒木健太郎博士」 2022年11月25日
33. 荒木健太郎 Shitakke 「「天気の子」の気象監修者が選ぶ！魅力的な「雲」ランキング第一位は？ 見つけるコツも」 2022年11月21日
34. 荒木健太郎 Shitakke 「『天気の子』の気象監修を担当した”雲研究者”が語る「雲って人間みたいなのところがあるんですよ」」 2022年11月6日
35. 荒木健太郎 朝日新聞 「雲はどうして落ちてこないの？ 「上昇気流」に支えられているから」 2022年10月22日
36. 荒木健太郎 Jタウンネット 「「光の護封剣」「多分エヴァ」 上空に出現した8本の「光の柱」が話題に→その正体は？専門家に聞く」 2022年10月5日
37. 荒木健太郎 朝日新聞デジタル 「「雲はなぜ浮かぶ」答えられる？ 荒木健太郎さんに聞く天気のひみつ」 2022年8月25日
38. 荒木健太郎 毎日新聞 「雲を知り、愛する技術 (コラム「窓をあけて」元村有希子)」 2022年8月13日
39. 荒木健太郎 NHK NEWS WEB (News Up) 「夏休みは休暇じゃない？自由研究に読書感想文 どうする夏休みの宿題」 2022年8月3日
40. 荒木健太郎 ハフポスト 「夏休みの自由研究、こうすればぐっと面白くなる。雲研究者のガイドが「永久保存版」だった」 2022年7月30日
41. 荒木健太郎 読売中高生新聞 「温暖化 増える豪雨 「線状降水帯」局地的に長時間」 2022年7月15日
42. 荒木健太郎 J-WAVE (HITACHI BUTSURYU TOMOLAB.) 「7月は天気の急変による災害が多い月 災害を研究」 2022年7月9日
43. 荒木健太郎 NHK (明日をまもるナビ) 「夏本番 カミナリからどう身を守る」 2022年7月3日
44. 荒木健太郎 J-WAVE (HITACHI BUTSURYU TOMOLAB.) 「7月は天気の急変による災害が多い月 気象を研究」 2022年7月2日
45. 荒木健太郎 日本経済新聞 「気象研究の荒木氏、茨城県の全学校に著書を寄贈」 2022年6月15日
46. 荒木健太郎 月刊 News がわかる (2022年7月号) 「「すごすぎる天気の図鑑」の荒木さん教えて！雲のふしぎ」 2022年6月15日
47. 荒木健太郎 NHK (NHK スペシャル) 「いつ逃げる？ どこへ逃げる？ ～新・全国ハザードマップ 水害リスクを総点検～」 2022年6月5日
48. 荒木健太郎 日本経済新聞 「ゲリラ豪雨の雲に迫れ スカイツリーやスパコン活用」 2022年5月29日
49. 荒木健太郎 NHK (コワくない。就活) 「『教えて先輩！』雲研究者・荒木健太郎さん」 2022年3月16日
50. 荒木健太郎 NHK NEWS WEB 「南岸低気圧”で東京都心や関東で大雪に？その仕組みや条件は？」 2022年2月9日
51. 荒木健太郎 月刊 NEWS がわかる (2022年1月号) 「空が教える！ 天気の力」 2021年12月15日

52. 荒木健太郎 TBS ラジオ (伊集院光とらじおと)「雲研究について」 2021年10月5日
53. 荒木健太郎 NHK (あさイチ)「積乱雲の接近を知らせる雲」 2021年10月5日
54. 荒木健太郎 NHK (視点・論点)「積乱雲を知って防災を」 2021年9月6日
55. 荒木健太郎 J-WAVE (MAKE MY DAY)「YOUR WELLNESS 雲研究者・気象庁気象研究所研究官・荒木健太郎さん」 2021年8月21日
56. 荒木健太郎 週刊文春「集中豪雨をもたらす線状降水帯について」 2021年8月18日
57. 荒木健太郎 NHK ラジオ (にっぽん列島夕方ラジオ はっけんラジオ)「令和2年7月豪雨で九州に水害をもたらした線状降水帯について」 2021年6月15日
58. 荒木健太郎 毎日新聞「特集ワイド:10万枚の「#関東雪結晶」 市民がスマホで撮影、降雪予測の精度向上」 2021年1月29日
59. 荒木健太郎 西日本新聞「7月豪雨「小低気圧」が影響 大量の水蒸気流入、最大規模の線状降水帯」 2020年12月29日
60. 荒木健太郎 朝日新聞 (九州・山口・沖縄地方向け版)「熊本豪雨 近年最大の線状降水帯 今年7月 東西280キロは13時間停滞」 2020年12月25日
61. 荒木健太郎 日本経済新聞「九州の7月豪雨、線状降水帯の発生が最多 気象研」 2020年12月24日
62. 荒木健太郎 読売新聞「雪結晶観測について」 2020年12月24日
63. 荒木健太郎 フジテレビ (とくダネ!)「市民参加型の降雪観測研究「#関東雪結晶」について」 2020年12月24日
64. 荒木健太郎 KBC 九州朝日放送「7月豪雨は九州で発生した最大規模の線状降水帯」 2020年12月24日
65. 荒木健太郎 KAB 熊本朝日放送「7月豪雨の線状降水帯 九州最大規模 長さ280キロ13時間」 2020年12月24日
66. 荒木健太郎 日本経済新聞電子版 (U22)「みんなでパチリ、雪結晶プロジェクト雲の科学に活用 気象庁 気象研究所 荒木健太郎 (3)」 2020年7月27日
67. 荒木健太郎 読売新聞 (大阪版)「シチズンサイエンスによる雪結晶観測について」 2020年6月3日
68. 荒木健太郎 日本経済新聞「市民の日常 科学研究担う SNSの投稿で新発見も」 2020年5月10日
69. 荒木健太郎 FUNDO「スマホを使って手軽に雪の結晶を撮影する方法が話題に! 「こんなに綺麗に撮れるんですね」」 2019年11月24日
70. 荒木健太郎 月刊 NEWS がわかる (2019年12月号)「空の様子を姿で伝える雪結晶の神秘」 2019年11月15日
71. 荒木健太郎 読売新聞「九州大雨前、多量の水蒸気、南西海上に流入傾向」 2019年11月14日
72. 荒木健太郎 TBS ラジオ (赤江珠緒たまむすび)「積乱雲とその観測・予測研究について」 2019年8月8日

73. 加藤輝之 朝日新聞「線状降水帯って何？」2023年9月16日
74. 加藤輝之 日経エネルギーNext「線状降水帯の発生予測はなぜ難しい？「富岳」で精度向上を狙う」2023年8月9日
75. 加藤輝之 日本経済新聞「線状降水帯「半日前予測」、ニーズに技術追いつかず」2023年7月26日
76. 加藤輝之 TSKさんいん中央テレビ「「58豪雨から40年」あの記録的大雨をもたらしたのは「線状降水帯」だった」2023年7月21日
77. 加藤輝之 朝日新聞「山が点在たびたび線状降水帯」2023年7月13日
78. 加藤輝之 報道ステーション「今年すでに30回発生…予測困難でも身を守るには？“線状降水帯”名付け親に聞く」2023年7月13日
79. 加藤輝之 日経エネルギーNext「九州北部で豪雨災害発生、「線状降水帯」の名付け親に聞く」2023年7月13日
80. 加藤輝之 読売新聞「なぜ九州北部に大雨？…風向きの影響で梅雨前線停滞、そこへ太平洋から水蒸気流入続く」2023年7月10日
81. 加藤輝之 朝日新聞「梅雨末期の豪雨災害温暖化で多発」2023年7月8日
82. 加藤輝之 毎日新聞「24色のペン：「線状降水帯」を広めた専門家の願い」2023年7月6日
83. 加藤輝之 中日新聞「集中豪雨45年間で倍増」2023年7月3日
84. 加藤輝之 サイエンスZERO「“線状降水帯”の予測最前線 豪雨激甚化時代に命を守れ！」2023年6月18日
85. 加藤輝之, 足立透, 梅原章仁 日経エネルギーNext「激甚化する気象災害に立ち向かう研究者たち、豪雨や竜巻の直前予測を可能にする方法は？」2023年6月18日
86. 加藤輝之 毎日小学生新聞「梅雨について」2023年6月6日
87. 加藤輝之 スーパーJチャンネル「45年前に比べ2.2倍に温暖化か」2023年6月6日
88. 加藤輝之 Japan Times「Deluge of the century: Researchers highlight rarity of deadly Japan rainfall」2023年6月6日
89. 加藤輝之 毎日新聞「45年前の2.2倍、増える線状降水帯 地球温暖化の影響か」2023年6月3日
90. 加藤輝之 NHK NEWS WEB「災害は夜間と休日に多くなってほんと!? 調べてみると…」2022年11月29日
91. 加藤輝之 BuzzFeed News「警官したことのない災害が起こる。気象庁の専門家が今伝えたい、日本の“危機”とは」2022年11月18日
92. 加藤輝之 北陸朝日放送「気候変動を考える 「線状降水帯」第一人者に聞く」2022年9月19日
93. 加藤輝之 RCC中国放送「「線状降水帯」広まるきっかけ 77人犠牲の広島土砂災害から8年 ～名付け親の研究者が語る予測に必要なこと～」2022年8月19日
94. 加藤輝之 RCC中国放送「なぜ今回「予測情報」は出なかった？ 日本海の「線状降水帯」の特徴 15年前に初めて定義した専門家に聞くと…」2022年8月5日

95. 加藤輝之 RCC 中国放送「当たるのは4回に1回？」“精度”は今後の課題 「線状降水帯予測」2022年6月1日
96. 加藤輝之 NHK (おはよう日本) 「集中豪雨」の頻度45年間で2倍余増 特に梅雨時期に増加傾向」2022年5月30日
97. 加藤輝之 県北部豪雨「線状降水帯」か、2021年5月31日、信濃毎日新聞
98. 楠研一ほか NHK ニュース 「レーダーとAIで突風を予測 脱線事故受け安全対策強化」2020年12月24日
99. 楠研一ほか 読売新聞 「線路に突風 AIで予測」2020年12月24日
100. 楠研一ほか 新潟日報「AIで突風探知 列車規制」2020年10月7日
101. 楠研一ほか 岩手日報 「突風原因探知システム開発」2020年10月7日
102. 楠研一 秋田魁新聞 「AIで突風探知し規制」2020年10月7日
103. 楠研一ほか PR TIME 「インキュビット、気象庁「AIを用いた竜巻等突風・局地的大雨の自動予測・情報提供システム」の研究開発委託先として採択 2020年6月23日
104. 嶋田宇大 読売新聞「台風15号 降雨域で局所的強風」2020年9月17日
105. 清野直子 読売新聞「九州大雨前、多量の水蒸気、南西海上に流入傾向」2019年11月14日
106. 林昌宏 朝日新聞「ひまわり8号を使った最新の台風研究」2020年9月9日
107. 廣川康隆 共同通信「過去に生じた線状降水帯の特徴と平成30年7月豪雨」2023年7月5日.
108. 廣川康隆 NHK 和歌山放送局「線状降水帯の予測や、2011年紀伊半島豪雨と線状降水帯」2022年9月7日.
109. 廣川康隆 西日本新聞「豪雨災害 九州の10年」2022年7月4日.
110. 廣川康隆 南日本新聞「令和2年7月豪雨で球磨川流域に生じた線状降水帯」2022年6月1日.
111. 廣川康隆 朝日新聞「2011年9月の紀伊半島大水害」2021年9月4日.
112. 廣川康隆 朝日新聞「九州豪雨1年 最大級280キロ 線状降水帯の脅威」2021年7月3日.
113. 廣川康隆 熊本放送「令和2年7月豪雨で球磨川流域に生じた線状降水帯」2021年6月22日.
114. 廣川康隆 講談社ブルーバックニュースサイト「線状降水帯のバックビルディング形成について」2021年7月20日.
115. 和田章義 NHK「台風第10号の予測について」2020年9月7日
116. 和田章義 河北新報「2016年台風第10号の対流バーストについて」2020年5月5日
117. 和田章義 NHK「台風第19号について」2019年10月17日

(2) 報道発表

1. 気象庁 (気象研究所と共同作成) 「令和5年梅雨期の大雨と7月後半以降の顕著な高温の特徴と要因について」2023年8月28日

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

6.3 その他(4.(3)「成果の他の研究への波及状況」関連)

・講演、アウトリーチ等

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

14. 荒木健太郎, 雲研究と防災, 第 61 回滋賀県防災カフェ, 2021 年 9 月
15. 荒木健太郎, 南岸低気圧による太平洋側の豪雪, 日本気象学会中部支部第 24 回公開気象講座(2021)『豪雪』, 2021 年 9 月
16. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 港区立みなと科学館スペシャルトークショー, 2021 年 8 月
17. 荒木健太郎, 雲と友だちになって上手につき合おう, 名古屋市港防災センターオンラインイベント, 2021 年 8 月
18. 荒木健太郎, 雲と友だちになろう, 港区立みなと科学館企画展「みんなの雲展」ワークショップ, 2021 年 7 月
19. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 京都精華大学アセンブリーアワー講演会, 2021 年 6 月
20. 荒木健太郎, 風水害をもたらす気象, ジャパン SDGs アクションシンポジウム, 2021 年 3 月
21. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2020 年度積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2021 年 2 月
22. 荒木健太郎, 岩永哲, 雲を愛する技術, 江丹別熱中小学校, 2020 年 11 月.
23. 荒木健太郎, 雲でわかる! 空のきもち, 2020 年度広島市江波山気象館講演会, 2020 年 10 月
24. 荒木健太郎, 沖大幹, 今こそ知りたい, 気象と災害: 空と雲の“気持ち”から考えてみよう, 国連大学オンライントークイベント, 2020 年 9 月
25. 荒木健太郎, 雲科学入門, 日本気象学会第 54 回夏季大学, 2020 年 8 月
26. 荒木健太郎, 異常気象と向き合う技術, 国連大学トークショー「意外と知らない水と天気、地球のこと」, 2020 年 3 月
27. 荒木健太郎, 雲と雪のかたちの科学, Tsukuba Mini Maker Faire 2020, 2020 年 2 月
28. 荒木健太郎, つくればわかる、かたちの科学, Tsukuba Mini Maker Faire 2020, 2020 年 2 月
29. 荒木健太郎, 雪結晶で読み解く雲の心, 2019 年度日本雪氷学会積雪観測&雪結晶撮影講習会, 2020 年 2 月
30. 荒木健太郎, SNS を通した気象研究と防災, FUKKO STUDY #1, 2019 年 12 月
31. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 宮崎こばやし熱中小学校, 2019 年 11 月
32. 荒木健太郎, 雲を愛する技術, 元村有希子の NEWS なカフェ, 2019 年 10 月
33. 荒木健太郎, 雲科学とアート, 東京造形大学特別講義, 2019 年 7 月
34. 荒木健太郎, 夏の空と仲良くなろう, アカデミアイーアスつくば店サイエンスイベント, 2019 年 7 月
35. 荒木健太郎, 雲を愛する技術. 第 16 回麻醉科学サマーセミナー, 2019 年 6 月
36. 荒木健太郎, 雲を愛する技術. 福岡市科学館講演会, 2019 年 4 月
37. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 第 4469 回経済倶楽部講演会, 2023 年 9 月
38. 加藤輝之, 線状降水帯のレビューと今年度実施した集中観測の報告, 令和 4 年度気象研究所研究成果発表会, 2023 年 1 月

39. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 令和4年度下水道管路管理セミナー, 2022年11月
40. 加藤輝之, 集中豪雨と線状降水帯, 日本気象学会2022年公開気象講演会, 2022年11月
41. 加藤輝之, 線状降水帯～基礎研究が生み出した防災用語～, 気象大学校創立百周年記念講演会 2022年10月
42. 加藤輝之, 集中豪雨をもたらす線状降水帯, 第19回「地球環境シリーズ」講演会 極端現象-豪雨をもたらすもの- 2022年8月
43. 加藤輝之, 集中豪雨をもたらす線状降水帯とは, 日本気象学会九州支部「第21回気象教室」2021年10月
44. 楠研一ほか, ニュートン別冊 ゼロからわかる人工知能 仕事編 増補第2版 「AIと竜巻予測」(ニュートンプレス社), 2020年9月号
45. 嶋田宇大, 「Lab SCOPE Invitation」, 2019年8月
46. 廣川康隆, 豪雨の正体に迫る 大気の川×線状降水帯, 気象サイエンスカフェ, 2021年5月
47. 廣川康隆, 集中豪雨と線状降水帯, 未来の教室 STEAM ライブラリー, <https://www.pre.steam-library.go.jp/>, 2020年12月
48. 廣川康隆, 「豪雨の正体に迫る 大気の川×線状降水帯」気象サイエンスカフェつくば, 2021年5月29日.
49. 廣川康隆, 「令和2年7月豪雨の線状降水帯の特徴」第3回環境研究機関連絡会研究交流セミナー, 2021年11月10日.
50. 廣川康隆, 「災害をもたらす集中豪雨と線状降水帯の発生メカニズム」大正大学地域構想研究所第2回防災セミナー, 2022年5月9日.
51. 和田章義, 「なぜ台風19号は大規模化したのか」(協力), 2020年1月号

・受賞等

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

会) , 2021 年 5 月

11. 和田章義, 2020 年米国地球物理学会 優秀査読者賞, 2021 年 6 月
12. 和田章義, Springer Advances in Atmospheric Sciences 2021 年編集者賞, 3 月

• 特許等

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