

3. 研究評価

3. 1. 気象研究所評議委員会

気象研究所評議委員会の役割

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

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

令和5年度気象研究所評議委員名簿（五十音順、敬称略）令和5年8月時点

委員長	岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科 名誉教授
委員	植田宏昭	筑波大学生命環境系 教授
	沖 理子	国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門 地球観測研究センター センター長
	小畑 元	東京大学大気海洋研究所 教授
	小泉尚嗣	滋賀県立大学 理事・副学長
	三枝信子	国立研究開発法人 国立環境研究所 地球システム領域 領域長
	佐藤 薫	東京大学大学院理学系研究科 教授
	関口渉次	国立研究開発法人 防災科学技術研究所 契約研究員
	坪木和久	名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授
	中村 尚	東京大学先端科学技術研究センター 教授
	西村太志	東北大学大学院理学研究科 教授
	馬場俊孝	徳島大学大学院社会産業理工学研究部 教授
	保坂直紀	東京大学大学院新領域創成科学研究科 特任教授

令和5年度の開催状況

令和5年度は、次のとおり第51、52回気象研究所評議委員会を開催した。

第51回気象研究所評議委員会

日時：令和5年8月29日（火） 15時00分～17時00分

場所：気象庁会議室2（気象庁6階）・オンライン開催

出席者：

（委員）岩崎俊樹 委員長、植田宏昭 委員、沖 理子 委員、小畑 元 委員、小泉尚嗣 委員、三枝信子 委員、佐藤 薫 委員、関口渉次 委員、坪木和久 委員、中村 尚 委員、西村太志 委員、馬場俊孝 委員、保坂直紀 委員

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

議事概要

- 議事1：評議委員会委員長の選任、評価分科会長の指名等について
評議委員会委員長に岩崎委員が指名された。
評価分科会長（大気海洋分野）に岩崎委員長が指名された。
評価分科会長（地震津波火山分野）に小泉委員が指名された。
- 議事2：気象研究所の最近の研究活動について
- 議事3：次期中期研究計画の概要について
- 議事4：今後の予定について

第52回気象研究所評議委員会

日 時：令和6年3月7日（木）～13日（水）

場 所：書面開催

議事概要

- 議事1：評価分科会における研究課題の事前評価結果について
- 議事2：評価分科会における研究課題の中間及び終了時評価結果について

3. 2. 気象研究所評議委員会評価分科会

気象研究所評価分科会は、重点研究課題の外部評価を実施するため、評価対象となる研究の分野にあわせ、気象研究所評議委員から委員を選出して構成されている。

令和5年度の開催状況

令和5年度は、下記のとおり評価分科会を4回開催し、終了時評価8課題、中間評価1課題、事前評価8課題の評価を実施した。

評価分科会（地震津波火山分野）

日 時：令和5年9月20日（水） 10時00分～12時00分

場 所：気象庁会議室2（気象庁6階）・オンライン開催

委 員：小泉尚嗣 分科会長、岩崎俊樹 委員、関口渉次 委員、西村太志 委員、馬場俊孝 委員、保坂直紀 委員

評価結果

終了時評価

「地震と津波の監視・予測に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった

2. 総合所見

災害軽減に直結する緊急地震速報や津波情報に関する研究が着実に進展していて評価できる。本課題で研究しているテーマをいずれも気象庁の業務に直接的に貢献する可能性のあるものばかりで、実際に一部気象庁業務に導入されており、社会的意義が非常にある。以上のことから、本課題は優れた研究であったと評価できる。引き続き同様の研究をすすめていただきたい。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・副課題1の「地殻活動監視に関する研究」については、地震活動の特徴を示す統合的指標の考案が目標にうたわれており、それに該当する成果が十分であるとはいえない。重要かつ非常に困難な目標ではあるが、気象庁が行うべき、あるいは市民・国民が必要とする地震活動の評価とは何かという課題も考慮して研究を進める事。
- ・地震情報や津波予報の受け取り手に関する研究、例えば津波避難行動の高度化など社会とのつながりに関するテーマがほぼ実施されていない。情報の利活用の高度化についても社会から期待されている事を念頭に研究を進める事。
- ・防災情報の向上への貢献について、一般向けの分かり易い説明を意識する事。また、社会の防災力を高めるために情報発信の工夫をする事。
- ・適切な評価を受ける為に、研究課題の目的・目標と成果の対応がわかる資料を作成し、副課題ごとに成果物を取りまとめる事。

「火山活動の監視・予測に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった

2. 総合所見

多岐にわたる研究開発を実施し成果を上げた。その成果の一部は、火山噴火予知連絡会の火山活動評価に活用され、気象庁業務へは導入済みあるいは準備中のものもあり、社会的にも意義のある研究成果となっている。火山災害は非常に複雑で多岐にわたる。加えて、その重要性に対する社会の認識も深まっている。まとめに、「それぞれの副課題がこれまで以上に密接に連携しながら、気象庁業務のニーズを取り入れて研究を高度化する必要がある。火山活動の監視や評価の研究を推進するためには、気象庁のアドバンテージである気象分野のデータや知見をこれまで以上に取り込んで高度化することが有効である。」とある。このような基本的な理念は、総合的な火山防災の早期確立に有効と思われる。以上のことから、本課題は優れた研究であったと評価できる。今後ともこのような考えに基づき研究を発展させることを期待する。

次期研究計画に向け、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・火山の監視、予測研究は、火山調査研究推進本部の発足をはじめとして、今後も加速させていかなければならない分野であり、他機関との連携も含めて気象研究所には主導的な役割が期待されている事。
- ・副課題1は、「地殻変動観測等に基づく火山活動評価」ではあるが、実施した3つのテーマは各種観測量の測定技術の開発にとどまっている。気象庁は、噴火警戒レベルを設定する重要な役割を担っており、測定量の高精度化を図るだけでなく、データに基づいた火山活動の評価・予測をする方法についての研究も進める事。
- ・成果に関する論文や学会発表の数に比べて報道発表が非常に少ない点は、改善すべきである。平時における火山への国民の関心は低い「報道発表」という形に限らない情報発信の工夫をする事。

中間評価

「南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究（令和3年度～令和5年度）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、南海トラフ地震での「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり（スロースリップ）ケース」の3通りのケースに対応し、地震像を即時把握することで、南海トラフ地震臨時情報の確実な早期発表と、情報発表につながるスロースリップの監視強化に寄与することを目的としており、機械学習やDASなどの新技術も活用しながら多くの研究成果を上げている。これらは、「全割れ・半割れ・一部割れ」の早期で正確な把握につながり、次の余震の規模・時期予測の高精度化にもつながる。

以上の観点から、本研究は、南海トラフ地震の震災軽減に役立つ研究であり、社会的意義は大きい。

今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・それぞれの成果については着実に研究が進んでいることはわかるが、目標を達した場合にどのように目的が達成させられるのかがよくわからない。それらの目標と目的の関係をできる

だけ明確にして進める事。

- ・業務実装に向けては精度検証が必要である事。
- ・将来的には、大地震による機器の故障、停電によるデータの欠落が発生した場合でも、ある程度の活動把握ができるシステムの検討が重要な事。
- ・研究成果を一般によく理解してもらえるように、防災事業に反映させる方法（アウトリーチ）について、簡単な説明があるべき事。
- ・南海トラフ地震の発生確率については、研究者の間でも議論がある。したがって、研究者の姿勢や研究成果を社会に対して透明にしておく努力がより重要となる事。

評価分科会（大気海洋分野）

日 時：令和5年9月29日（金） 9時30分～12時30分

場 所：気象庁会議室2（気象庁6階）・オンライン開催

委 員：岩崎俊樹 分科会長、植田宏昭 委員、沖 理子 委員、小畑 元 委員、三枝信子 委員、佐藤 薫 委員、坪木和久 委員、中村 尚 委員、保坂直紀 委員

評価結果

終了時評価

「地球システム・海洋モデリングに関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった

2. 総合所見

気象研究所の人材を結集し、地球システムモデル、海洋モデル、化学輸送モデルなどの数値モデルの開発を統一的に進めている。これらの数値モデルは現代の気象事業を支える基盤技術であり、気象予測、季節予報、気候変動予測などの業務に利用される。また、IPCC AR6 にも大きく貢献したことは高く評価できる。

気象・気候の再現のための実用的な数値モデル開発では、総合性能が最も重視される。数値モデルの弱点をできるだけ無くすために、海外モデルのフォローアップは欠かすことができない。しかし、同時に、海外の数値モデルのコピーであれば、その存在意義を失うことに配慮しなければならない。今後とも、独自性の高い高性能の数値モデル群の開発に努力していただきたい。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえ、取り組んでいただきたい。

- ・IPCC AR6 への貢献は高く評価できるが、一方で学術的成果として、何が新しい点か、もう少し強調して示してもよい。研究者の自由な発想を大事にし、世界に先駆けた独創的な研究開発にも努力していただきたい。
- ・大気海洋結合モデルのデータ同化の取り組みは評価される。季節予報の改善や気候変動の理解に大いに役立つ。大気と海洋は基本となる時間スケールが異なるため、両者に整合的な解析値を得るには困難が伴うことが予想される。D 課題とも連携を図りつつ、計画的に研究を推進していただきたい。
- ・多くの人材を投入して開発された高性能の数値モデルは、気象庁・気象研究所の貴重な財産である。これらの数値モデルを活用し、研究所内外の研究コミュニティと強く連携して、大きな研究成果を挙げることを期待する。
- ・気象・防災への社会的な合意形成の基礎とすべく、得られた知を広く社会と共有する方策を積極的に考え、実行してほしい。

「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった

2. 総合所見

気象庁では、集中豪雨や台風予測、季節予報、温暖化予測のために、様々な数値予報モデルを運用している。数値予報モデルの性能は、力学フレームのみならず、物理過程のパラメタリゼーションの精度に大きく依存する。本課題では、各物理過程の解明とモデル化を目指している。これまで、高解像度数値モデルにおける個々の線状降水帯の再現性評価法の開発、積雲対流スキーム及び雲・放射スキームの改良、詳細雲微物理モデルの改良、気候モデルにおける南大洋の放射バイアスと熱帯域の再現性の向上、接地境界層における乱流運動量輸送スキームの精緻化、積雪変質モデルの高度化と領域気候モデルへの実装、海氷アルベド物理モデルの開発と海洋モデルへの実装などの成果が得られている。これらの成果は、今後の数値予報モデルの精緻化とそれを通じた気象業務への貢献に資することが期待される。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んでいただきたい。

- ・ 本課題の研究対象となる物理過程は極めて多岐にわたる。これに対し、研究開発の人的資源は限られている。優先度を考えて開発を進めることが大切である。特に、防災など社会的な関心の高い課題、数値モデル開発の視点での重要課題、その他、現有数値予報の弱点を克服する課題などである。
- ・ 社会的に防災上の関心の高い、線状降水帯の予測への取り組みは重要である。単に解像度を増やせばよいというのではなく、物理過程、データ同化など複合的な技術開発が必要である。課題間や外部との連携を図り、線状降水帯の予測性能向上のため、総合的な開発戦略を検討していただきたい。
- ・ 対流や境界層のパラメタリゼーションでは、対象となる現象と同程度の数値モデルにおいて、乱流過程を直接計算することはできないが、統計的な平衡も仮定できない（いわゆるグレーゾーン問題）が生ずる。グレーゾーン問題は、数値予報モデルを高解像度化する過程で、しばしば顕在化する。数値モデルの共通の悩みとなっており、合理的な解決が求められている。
- ・ 数値予報モデルの性能は弱点で決まることが多い。現有の数値予報モデルの性能向上のためには、系統的な誤差の原因を詳細に調査し、その解決に努力することが重要である。

「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった

2. 総合所見

観測技術とデータ同化技術は、数値予報の精度に大きく影響する。本課題では、水蒸気観測の向上に繋がる地上リモートセンシング技術を開発し、船舶 GNSS や地上設置型マイクロ波放射計による観測データの同化が線状降水帯の予測精度向上に有効なことを確認した。さらに、新たな衛星データ同化手法を開発し、「ひまわり」後継衛星搭載のサウンダが台風進路や豪雨予測の改善に有効なことを確認するとともに、A-Train 衛星データからエアロゾル組成の全球三次元分布を推定する手法も開発した。また、OSSE を将来の衛星計画の策定や観測システムの設計に活用する研究も進められている。衛星観測等を含む新しい観測システムの整備には、多大な時間と費用を必要とする。OSSE は費用対効果を評価し実利用への開発速度を向上させるのに大

いに寄与する。これらの研究開発は、今後の気象業務への貢献は勿論、関連分野の研究コミュニティとの連携を通じて学問研究の発展にも資するものであり、引き続き所内外との共同研究を積極的に展開することが期待される。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んでいただきたい。

- ・大規模アンサンブルに関する取組について、1000 メンバーからどの程度削減できるのかなど、現業システムへの実装を想定した研究が必要と思われる。
- ・OSSE は観測システムの設計などに幅広く活用される。関連の研究者が気象研との共同研究等により利用できるようご配慮願いたい。
- ・海上の水蒸気の観測については、GNSS やライダーの観測だけではなく、高層気象観測データの BUFR 形式データの同化を開発することも重要である。気象研究所でも積極的に開発し、数値予報モデルへの導入を加速していただきたい。

「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（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった

2. 総合所見

本課題では、台風や線状降水帯など、気象災害に関係する顕著現象の予測精度の向上と予測情報の高度利用を目指す特命プロジェクトである。これまで、台風の構造変化の解明と予報精度向上への貢献、竜巻や局地豪雨の自動探知技術の開発、先端的気象レーダーの観測技術の開発、顕著現象発生時の速やかな発生要因の分析などの成果が得られている。特に、鉄道事業者への突風アラート情報、線状降水帯の客観的抽出法の開発とそれに基づく「顕著な大雨に関する情報」の発出などは、防災・減災に向けた国民・社会への情報発信の強化に繋がった。また、マスコミへの成果発信やアウトリーチ活動に積極的に取り組んだこと、官民連携の強化に繋がる研究開発も評価に値する。これらの成果は関連分野の研究コミュニティとの積極的な連携を通じて達成された。今後とも、予測情報の利用者等との連携を強化し、ユニークな研究活動を展開していただきたい。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んでいただきたい。

- ・線状降水帯データベースを整備中である。当該データベースを共有・公開することで、研究推進に大いに役立つことが期待される。
- ・航空機による革新的観測技術への取り組みを期待する。諸外国ではフェーズドアレーレーダーを始めとする多様な測器の航空機観測の開発が計画されている。特に海上の台風や線状降水帯の監視には、航空機観測が有効である。大学や研究機関と連携し、日本がイニシアチブをとり顕著現象を対象とした航空機観測を実施できるような研究計画を検討していただきたい。
- ・本課題では、気象災害等の緊急事態発生時に、現象分析や情報発信などの対応が可能となるように、研究プロジェクトの柔軟な実行体制を構築すべきである。

「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった

2. 総合所見

全球大気の長期再解析や気候モデルによる将来予測を活用し、気候変動の機構解明に精力的に取り組んでいる。大気海洋の微量成分分布の長期的なモニタリングを実施し、気候変動等との関わりなどを調べている。さらに、長期再解析や気候変動予測等の様々なデータベースを作成・公開し、気象・気候・地球環境分野の研究コミュニティの活動に貢献している。IPCC 第6次評価報告書に関連した国際プロジェクト CMIP6 実験の実施やそのデータに基づく東アジアの気候変化の要因解明などの成果は科学的に重要である。また、「日本の気候変動 2020」への貢献は社会的意義も大きかった。さらに、異常気象の要因分析や近年の猛暑・豪雨の温暖化イベントアトリビューションの成果は科学的にも社会的にも意義深く、異常気象分析検討会への迅速な情報提供も社会に情報発信するうえで有用であった。

今年度公開された気象庁の全球大気長期再解析 JRA-3Q の概要論文執筆や来年開催予定の再解析国際会議の主催も計画されている。大気成分観測は継続に重要な科学的意義がある。海洋内部の新しい観測技術開発も将来に向けた重要な貢献である。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んでいただきたい。

- ・ 全球大気長期再解析、気候変動予測、微量成分分布などのデータベースを作成・分析・公開し、研究コミュニティ及び社会に大きく貢献している。是非継続していただきたい。JRA-3Q の後継の長期再解析も念頭にご検討いただきたい。
- ・ 温暖化の影響評価や温室効果ガスの全球準リアルタイムモニタリングについては、成果を求めるスピードがより速くなっている。他機関からの協力や外部資金による人材強化なども進め当該分野が更に発展することを期待する。
- ・ M 課題との線引き、あるいは役割分担は、外部から見たときには分かりにくかった。C 課題は C 課題らしい成果アピールを意識していただくとうい。
- ・ 台風活動の予測可能性を示した点は社会的インパクトが大きく、この点をもっと社会発信するとよい。

「シームレスな気象予測の災害・交通・産業への応用に関する研究（令和元年度～令和5年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった

2. 総合所見

温暖化予測のダウンスケールやリアルタイムのイベントアトリビューションなど、気候変動の研究成果を積極的に社会に提供している。不確実性を考慮した台風予報プロダクトの開発にも取り組んでいる。asuca に基づく新たな地域気候モデルの開発と性能評価、及び高速化は重要であり、実際の大雨事例に対する量的イベントアトリビューションを通じた温暖化の影響評価は異常気象分析に有用な貢献であった。また、マルチセンタアンサンブル手法による台風予報円の改善は動的予報円の現業化に貢献し、温暖化に伴う中緯度帯での移動速度増加傾向の発見など重要な科学的成果である。さらには、現行洪水予測モデルの精度検証と誤差要因の分析やアンサンブル予報の防災・産業利用の展開など気象関連業務の発展に繋がる成果もあった。学術的な成果と社会のニーズは、往々にして一致しないが、本研究の成果は、その間隙を埋める試みとして高く評価できる。

次期研究計画に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んでいただきたい。

- ・社会ニーズの高い研究であり、今後も気象の専門家以外の方々との協働・協創により発展することが期待される。自治体や民間とも積極的に意見交換および共同研究を行い、気象情報の新たな活用方法を開拓するとともに、必要なプロダクツの検討をしていただけるとよい。
- ・社会への情報提供に際しては、利用者との協力関係の構築がたいへん重要である。異分野との協力は簡単ではないが、対話の努力を続けていただきたい。
- ・有用な情報が社会、一般市民にまで届く仕組みについての検討も重要であることを念頭に次期の課題にも取り組んでいただきたい。
- ・多くの成果をあげているが、それらをどのように社会に発信していくのか、一般の国民がその情報を理解できるようにするためにどのようにするべきかを検討することが重要である。現状の気象情報は一般の国民にとって、専門家が考えているよりはるかに理解が困難である。このギャップを埋めることが、気象情報の利用の促進に不可欠である。
- ・本課題（A 課題）は内容的に T 課題と類似しているように思う。両課題が合流または協力するほうが、より大きな成果が生まれるのではないかと。今後の発展に向けて、プロジェクトの構成についても検討していただきたい。

評価分科会（地震津波火山分野）

日 時：令和 5 年 11 月 10 日（金） 13 時 30 分～15 時 30 分

場 所：気象庁会議室 2（気象庁 6 階）・オンライン開催

委 員：小泉尚嗣 分科会長、岩崎俊樹 委員、関口渉次 委員、西村太志 委員、馬場俊孝 委員、保坂直紀 委員

評価結果

事前評価

「地殻活動・地震動・津波の監視・予測に関する研究（令和 6 年度～令和 10 年度）」

1. 総合評価

- （1）実施の可否：可
- （2）修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

津波災害も含めた地震災害軽減のための重要な研究計画である。最新の研究成果や手法・観測データを組み込んだ内容となっており大いに期待できる。副課題 2 で南海トラフでの巨大地震発生後、後発の残りの地震の規模や範囲を推定する方法の開発に取り組むことになっており、実現すれば、防災上大変有意義なものになると思われる。さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・計画にメリハリがあるとよいと感じた。また、次期計画として、社会貢献を、もう少し具体的に示すと良いのではないかと。
- ・計画には含まれていないが、後発地震の発生時期予測にまで広がれば素晴らしい。研究が順調に進み余裕があれば挑戦してみてもどうか。
- ・研究を具体的に進めるにあたっては、地殻活動とは何か、また、それを評価する指標は何であるかを明確にする、あるいは、評価指標を考案する必要がある。
- ・即時地震動予測の研究を進めるにあたり、改善を行う予測指標（震度、強震領域など）を明確にする必要がある。また、過去のデータ等を利用することにより、改良による効果のある程度定量的に示すことができるのではないかと。

- ・火山性津波など非地震性津波のいくつかの観測が近年あった。これらについてはⅤ課題と情報を共有しながら研究を実施するのがよい。
- ・地震と津波は人々の命に直結し、国民の関心も高い。進行中の研究についても、数多く発信していくことが望ましい。どういう科学情報のどのような発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所も独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「火山活動の監視・評価および予測技術に関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

我が国において火山研究は喫緊の課題であり、令和6年度より火山調査研究推進本部が発足するなど、火山研究成果を一般の方に示す機会も増えることが考えられる。本計画は、新しい地球物理学的手法や地球化学的手法を駆使し、総合的な監視・予測技術を目指しており、災害軽減のための総合的な火山の評価に資することが期待される。さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・気象庁に蓄積された観測結果や解析結果をデータベース化することは高く評価できる。これを広く公開し、気象研究所以外の研究者が多様な考えで研究できる環境も合わせて整備してほしい。
- ・予測が困難とされる水蒸気噴火の監視や評価も目指すことはすばらしい試みではあるが、基礎研究的要素が強い点には注意が必要である。従来以上に、火山の監視状況や研究成果をわかりやすく示すことが求められる。
- ・噴煙予測では航空機の安全運航のために、噴煙の3次元分布の予測を掲げており、この目標は社会からの期待に沿うものである。気象研究所には、衛星観測や移流拡散モデルの優秀な専門家がいるので、分野間で積極的に協力してほしい。
- ・化学的調査手法は、気象研が最近取り組んできた課題であるが、着実に成果が上がっている。引き続き研究を進め、噴火警戒レベル設定等の業務に利用できるよう、実用化を進めてほしい。噴火警戒レベルの判定基準の設定においては「予測」が重要なので、副課題1では予測方法を構築することを大きな目標とするべきである。
- ・本計画で示された目標を達成したとしても、噴火を完全に予知することは難しいと想像する。どの程度、監視・予測技術が向上するのか、「何ができて、何ができないのか」、研究を通じて明らかにしていただきたい。それが市民の防災意識の向上にもつながる。
- ・国民の関心は、一般的な火山学の学問知の蓄積ではなく、個々の火山についての噴火予測にある。その点に留意して、社会への説明を実践するとともに、進行中の研究についても、数多く発信していくことを望む。

評価分科会（大気海洋分野）

日 時：令和5年11月20日（金） 13時30分～15時30分

場 所：気象庁会議室3（気象庁11階）・オンライン開催

委 員：岩崎俊樹 分科会長、植田宏昭 委員、沖 理子 委員、小畑 元 委員、三枝信子 委員、佐藤 薫 委員、坪木和久 委員、中村 尚 委員、保坂直紀 委員

評価結果

事前評価

「階層的な地球システムモデリングに関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

幅広い時空間規模の変動の予測の改善を目指すことを目標に、階層的地球システムモデルの概念に基づく次世代の現業数値予報モデル構築に向けた研究計画である。「階層的な地球システムモデル」の研究を進めることは、今後長期変化の予測に不可欠になると考えられ、気象研究の研究課題として相応しいと考えられる。基盤的な数値モデルの開発体制が一元化され、気象庁の数値予報モデル開発とも連携し、合理的で充実した計画となっている。

AI や GPU 等を用いたモデルの高速化の模索や化学輸送モデルにおける AI の活用も時宜に適った項目である。やるべきことが多く、人数も限られる中、効果的な開発を各所との連携で進めていかれることを期待する。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・台風や極端現象の週間・季節予測は挑戦的な課題と思われ、実現性についての見通しを考えておくことが重要と思われる。
- ・気象研として新規性・先進性も期待したい。
- ・古気候モデリング (PMIP) にも、PMIP3 同様に、気象研からの参加を検討していただきたい。
- ・温室効果気体の排出や森林火災だけでなく、最新の水文学の地下水を含む水循環も含めた、人間活動との相互作用をとり入れる必要がある。
- ・「階層的」が何を意味しているのかが明確ではない。現象は階層構造を持つことが多いが、何を意図して階層的というのかを明確にしていきたい。
- ・ほかの課題と連携して、開発の結果の検証方法を検討していただきたい。海洋の役割についても、海洋観測と連携して検証することは重要と思います。
- ・多領域の高度な融合が本質的な課題であり、「木を見ながら森を見る」「森を見ながら木を見る」というフィードバックをかけながら、研究を進めてほしい。
- ・進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「大気の物理過程の解明と物理過程モデルの開発に関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

数値予報や気候変動予測の精度は、数値モデルの物理過程の性能に大きく依存する。現在の数値モデルが抱える物理過程の課題を網羅的に取り上げている。とりわけ、日本では線状降水帯等による大雨によって毎年のように甚大な被害がもたらされており、極端な気象現象による気象災害の多発への防災対応が求められている。顕著現象の再現性や予測精度を向上する上で、関連する物理過程モデルの高度化は欠かせない。また、信頼性の高い地球温暖化予測による地球温暖化対策や適応策の策定に対しても気象・気候予測の高精度化による支援が重要である。各種物理過程の問題点や課題を明らかにすることは、気象研究所として適切な目標である。加えて、物理過

程の理解の深化にも繋がる学問的にも重要な課題であることにも配慮すべきである。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・数値モデルに関する世界標準を常に注視すると共に、気象研のモデルとしてのオリジナリティーにも期待したい。
- ・どのような物理プロセスで境界条件が作られているのかを考察することは、スケール間相互作用を考える上で重要であり、M 課題、C 課題と緊密な連携を図って進めていただきたい。
- ・風洞実験や露場観測から高解像度数値モデルの再現性向上に結び付けていただくことを期待する。
- ・予測精度向上を評価指標とするだけでなく、物理過程そのものの解明にも、重点を置く必要がある。
- ・改善を目指すだけで、目標があいまいである。副課題 2, 3 は新規性がわからない。モデルの高解像度化は不可欠だが、モデル内の各物理過程がバランスよく改善される必要がある。モデルの高解像度化は副課題 1 が担っているが、ほかの副課題がどのように連携していくのか、各副課題の成果をどのように活かすのか、方針を示すべきである。副課題 4 は雲チャンバーを用いた研究が中心だが、国際的な研究協力も進めるべきである。
- ・雲・放射スキーム改善においては積雲対流のみならず、地球の放射収支にも重要な影響を与え、かつ沿岸域の太陽光発電効率にも影響する下層雲も全球モデル・領域モデルともに対象に含めるべきである。
- ・D・T 課題とも連携し、大学・研究機関と共同した現場観測の機会を模索して頂きたい。
- ・素過程の探求に満足することなく、予測精度の向上が社会からみて明確に認識できるところまでたどり着いてほしい。
- ・進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「データ同化技術と観測解析技術の高度化に関する研究（令和 6 年度～令和 10 年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

メソスケールから全球まで、データ同化技術と観測技術の高度化は、今後大いに発展が期待できる開発分野である。曇天域を含む衛星観測データの全天候同化を精度よく実施できるようになれば、全球モデルの観測空白域を減らすことができ、短中期予報の一層の精度向上が期待できる。レーダやライダーの地上設置型のリモセンは、顕著現象の直前予測の精度向上の切り札である。これに加え、アンサンブル予報は、データ同化と補完関係にある。確率的な予測表現に直接利用できるのみならず、予測可能性の評価を通じて数値予報システムの設計の重要な基礎資料となる。

現在進行中の、豪雨など自然災害の激甚化を踏まえ「豪雨等の予測精度向上」と「長いリードタイムの確保のための観測・予測技術の高度化」の必要性が指摘されている。社会からの要請に対応した目的設定であると考えられる。6 つのサブ課題の内容も概ね適切と見受けられる。現課題の成果と問題点がよく整理され、成果の出たものについては発展を、また問題点として残されたものについてはその解決を図る計画となっている。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・研究が予定通り進展しなかった場合の対応などについても言及があるとよい。
- ・多種多様な新しい観測データを同化することにより予測精度を向上させるという課題は、現実的に対応が迫られる。EarthCARE など、衛星リモートセンシングデータの更なる活用に期

待したい。

- ・ゾンデのバッファ報のデータを同化できる技術開発を進めていただきたい。航空機観測のドロップゾンデのデータの同化も開発を進めていただきたい。
- ・P・T 課題とも連携し、大学・研究機関と共同した現場観測の機会を模索して頂きたい。
- ・進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「台風・線状降水帯等の顕著現象の機構解明と監視予測技術の高度化に関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

(1) 実施の可否：可

(2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

近年、日本では線状降水帯に代表される災害をもたらす大雨など顕著現象が頻発・激甚化している。他方、気象災害に対する脆弱性は増大している。当該課題は顕著現象に伴う気象災害を軽減する上で欠くことのできないテーマであり、時宜に適った提案である。そこで、台風および線状降水帯等による集中豪雨・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。本研究課題は社会からの要請に十分に応えた研究目的を持っている。顕著現象のリアルタイム検出・予測技術の開発と、顕著現象をとらえる基盤的な観測・解析技術の研究を一体として進めることで、学術的・社会的ニーズに貢献することが期待される。4つのサブ課題の内容も概ね適切である。AI 利用にも積極的に取り組んでおり、産学官連携を推進するという流れも一層進められるものと期待する。

海上の台風の機動的観測や線状降水帯に海上から流入する水蒸気観測など、台風や線状降水帯には航空機観測が大変有効である。次期計画において、気象研究所は、航空機観測に高い技術と豊富な実績・経験を有する名古屋大学をはじめ、大学や研究機関による研究プロジェクトに積極的に参加し、台風や線状降水帯等の航空機観測を推進していただきたい。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・線状降水帯については国民的に関心も高いので、科学的にどこまで明らかになったのか、世界的な動向も踏まえて、シンプルなメッセージを出していただきたい。
- ・人員の充実が必要と考える。
- ・台風、線状降水帯、竜巻の突風などを一つの課題とすることは、無理がある。
- ・台風や豪雨の研究では、諸外国との国際連携が不可欠である。次期計画では気象研究所が中心となって国際連携を進め、この地域の気象研究にイニシアチブを発揮し、次期計画を推進していただきたい。台風研究については、横浜国立大学台風科学技術研究センターとの具体的な研究協力を通して、国内の大学等との連携を進めていただきたい。
- ・サブ課題間の連携は勿論、所内・本庁や学界との連携を密にして研究活動が進展することを期待する。特に、P・D 課題とも連携し、大学・研究機関と共同した現場観測の機会を模索して頂きたい。
- ・進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「気候システム及び炭素・生物地球化学循環の解明・評価・予測に関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

近年の災害の激甚化に対応するため「数週間先までの顕著現象の見通し予測、数ヶ月先の冷夏・暖冬等の予測」、「地球温暖化の将来予測」、「地球温暖化対策を支援する数十年～100年後の情報の高度化」に貢献するという研究目的は社会からの強い要請に基づいている。大気と海洋を含む気候システムや、その応答過程において重要な炭素循環及びそれに関連する生物地球化学循環について、観測や数値モデルの結果を複合的に活用することで諸現象の要因を解明し、過去から将来にわたる解析・予測に係る信頼性を向上させるとともに、観測及び数値モデルの進展にフィードバックするという具体的な目的設定も妥当であると考えられる。大気・海洋を含む気候システム及び炭素・生物地球化学循環について、観測とモデルを複合的に活用して諸現象の要因解明や将来の変化を評価するとの目標は、地球温暖化対策を支援する数十年～百年後の気候情報を高度化する上で欠かさないテーマである。気候変動に関する緩和・適応に向けた国内外の政策立案に貢献するとの目標も極めて重要であり社会への貢献も大きいことが期待される。気候リスクの低減に資する数ヶ月先迄の予測精度向上、及び地球温暖化対策に資する数十年～100年後のシナリオ予測情報の高度化を目指す研究計画である。今日の温暖化の顕在化を踏まえて社会的要請も高く、時宜に適った提案であると同時に、予測可能性や地球温暖化に関する科学的理解の深化にも資する課題でもある。

副課題3および副課題4は気候変動の緩和策を直接監視し、気候変動情報の社会実装を推進する重要な課題である。観測研究については、専任の研究者でないと実施が難しい場合が多いので、専任の研究者を十分に配置できるような体制作りを留意していただきたい。スタッフの数が限られているので、環境省でも気候変動適応センターを始めとする他機関と積極的に連携し、優先順位に配慮し成果を挙げていただきたい。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・品質評価や他研究機関の最新の再解析データとも丁寧に比較・公表することは、JRA-3Qの評価を高め、多くのユーザーをつかむ上で重要と考える。
- ・現課題で確立した水中グライダーなどの観測技術の活用を含めて、観測手法の開発と利用の研究推進も検討いただきたい。
- ・サブ課題2の中・高解像度モデルの活用について具体的な計画が必要である。
- ・異常気象分析検討会への時宜を得たインプットには引き続き期待するところ大である。高品質の大気・海洋再解析データの作成に向けた不断の取組にも併せて期待したい。
- ・課題の内容が総花的で、戦略が見えにくい。個々の研究の重要性は理解できるが、それが、いつ、どれくらい社会に役立つのか、役立てるべきなのかという見通しを、つねに明確に意識してほしい。
- ・進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

「気象・気候予測の社会経済活動への高度利用に関する研究（令和6年度～令和10年度）」

1. 総合評価

(1) 実施の可否：可

(2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

近年の大雨や猛暑などの顕著現象の頻発化から、防災対応につながる気象情報を提供する必要性が増している。顕著現象を含め気候の変化による影響・リスクを評価し、気候変動への適応により一層取り組むことも求められている。そのため、気象・気候情報について、その精度向上等の改善とともに、防災や気候リスク軽減といった社会経済活動への利活用促進が要請されている。これらの要請に応え、気象・気候予測の高度利用を図り、特に防災対応や温暖化適応に貢献する本研究課題は重要である。今日の温暖化の顕在化を踏まえた気候変動への適応と緩和、更には気象・気候情報の社会での利活用推進など、Impact-Based Forecast を指向した取組を実施するものであり、気象・気候情報が「何をもたらすのかを伝える」という新たな目標の実現に期待する。ユーザー機関である外部関係機関との連携も、一層強化していただきたい。

さらに、以下の点に留意して研究を進めてほしい。

- ・ 顕著現象の防災は、特定の課題の成果というより、中期計画全体の成果となることを期待する。
- ・ 期待される成果として具体的にどのような社会経済活動を想定しているのか、またどのようなチャンネルを通して、社会と連携を図っていくのか、より踏み込んだ方針を示していただきたい。
- ・ 気象・気候情報が、いかにわかりやすく情報を伝えるかについても課題の中心に据えていただきたい。
- ・ サブ課題1における市町村スケールの温暖化情報の創出においては、高解像度モデルによる力学的ダウンスケーリングのみならず、現場の観測データに基づく機械学習も採り入れて頂きたい。同様に、サブ課題2の洪水予測等のガイダンス作成・改良には、機械学習を導入する可能性も検討して頂きたい。
- ・ サブ課題間の連携は勿論、所内・本庁や学界との連携を密にして研究活動が進展することを期待する。社会への発信として異常気象分析検討会への時宜を得たインプットには引き続き期待すると同時に、地域スケールの異常気象分析に不可欠な高品質の領域大気再解析への応援も併せて期待したい。
- ・ 社会に役立つ新たな気象データ、気象情報のあり方を根本から模索する入念なスキームづくりを望む。
- ・ 進行中の研究についても、どのような科学情報発信が社会に求められているのか、どうすれば社会に受け入れられるのかを、研究所独自の取り組みとして検討、実施していくべきである。

3. 3. 気象研究所研究課題評価委員会

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

令和5年度気象研究所研究課題評価委員名簿

委員長	松村崇行	気象研究所長
委員	干場充之	研究総務官
	永戸久喜	研究連携戦略官
	小川 智	企画室長
	山中吾郎	全球大気海洋研究部長
	高槻 靖	気象予報研究部長
	石元裕史	気象観測研究部長
	加藤輝之	台風・災害気象研究部長
	須田一人	気候・環境研究部長
	中村雅基	地震津波研究部長
	高木朗充	火山研究部長
	徳廣貴之	応用気象研究部長
	小司禎教	企画室研究評価官

令和5年度の開催状況

令和5年度は、下記のとおり気象研究所研究課題評価委員会を開催した。

気象研究所研究課題評価委員会

日 時：令和6年1月29日（月） 13時30分～15時00分

場 所：オンライン開催

委 員：干場充之、永戸久喜、小川 智、山中吾郎、高槻 靖、石元裕史、加藤輝之、須田一人、中村雅基、高木朗充、徳廣貴之、小司禎教

議事概要

・課題評価

地方共同研究の終了時評価2課題、事前評価1課題の評価を実施した。評価の結果については下記のとおり。

評価結果

終了時評価

「台風に伴う強風現象に対する地域特性に関する研究（令和4年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

各府県において、台風に伴う強風等の実態解明に対して、JMA-NHM を用いた数値シミュレー

シミュレーション実験により、周辺大気環境場との相互作用解明を個別に行うことで、大きく理解が進む試みであった。昨年度よりモデルを用いた現象解析や機械学習の勉強会及び環境整備等が順調に進められ、それらの取組を基に、今年度についても、各官署において管内多数の地台が参加し地域に根差した様々な分析が行われた。機械学習は時期を得たものであり、技術の習熟と実践に一定の進展が見られた。現象解析が更に進展して各種知見を得るとともに、得られた知見の一部は地台ホームページに掲載され地域防災支援にも活かされる等、様々な成果を上げている。管区推奨調査研究と一体的に推進したことや、管区気象台が気象研と各官署間の議論の取りまとめ役を担ったこと、成果の共有と進捗管理に Teams を活用したことなどにより効果的・効率的な研究が行われた。アメダス観測網で捉えられない地域特性を把握するため、asuca や JMA-NHM を用いたシミュレーションを有効に活用できた。実験設定やその結果も明確で、とても解釈しやすい内容であった。

今後の研究の発展に向けた個別のコメントは以下の通り。

- ・各官署が分担して実施したシミュレーション結果を官署間で共有し、相違点の把握や概念の一般化を図ることができれば、各官署における解析の充実や知見の深化が得られるかもしれない。今回の成果を今後の調査研究につなげてほしい。
- ・将来の気象監視予測業務（現業）での活用も念頭に、事例数が限られる顕著現象が効果的に抽出できるよう学習手法を工夫するなど、今後も調査研究を継続して頂きたい。
- ・本課題で得られた知見を庁内で共有し今後の業務に活用していただくとともに、職員の解析技術の向上も引き続き図っていただきたい。
- ・職員の自信にもつながるので、優秀な研究内容については気象庁外の研究者に共有することを目的に、気象学会の天気（論文、短報、調査ノート）や気象庁の測候時報、気象研究所研究報告に投稿することも是非考えてほしい。
- ・各府県の実験の具体的設定根拠が明確ではなく、どのような定量的課題を与えたのか等がわからなかった。課題設定にある程度統一感を持って進め、総括的な結論を導き出せばさらに進化した取り組みになると感じる。

「メソアンサンプルを利用した決定論的予測技術の改善（令和4年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった。

2. 総合所見

メソアンサンプル予報の予報現場での利活用促進と業務改善、及び気象研究所におけるアンサンプル予報利活用に関する研究開発の両面に資するとともに、地方官署における人材育成・技術力向上にも資する重要な取り組みである。また、アンサンプル予報技術を局地的な顕著現象に対して決定論的に用いる手法の開発は世界的に見ても最先端と言える。昨年度より、各管区において、複数シナリオ作成手法への習熟・知見の蓄積や現業予報への有用性の確認等が進むとともに、気象研においても、複数シナリオ作成手法の高度化と最適シナリオ選択手法に対する知見を論文としてまとめる等、研究が順調に進められてきた。これらを受けて、今年度は、予定通り本手法の現業的利用を視野に入れ予報作業におけるサブシナリオ構築及び最適シナリオの選択に向け、実事例に即した科学的洞察に基づき合理的かつ実用的な改良が加えられた。観測値・解析値を用いて各シナリオの実現確率を定量化する手法の開発と実事例での適用可能性の確認や、本手法によって予報の改善が見込まれる事例に関する知見の体系化等、今後の予報作業でのメソアンサンプルの効果的な活用に繋がる可能性がある多くの成果が得られたこと

は高く評価できる。また、本研究の中で、地方官署の職員が主体的・意欲的に取り組みを進め、各地方研究会での発表のみならず、気象学会での発表や論文執筆も進める等、人材育成の観点でも重要な役割を果たしていることも高く評価できる。得られた成果は他管区を含め広く庁内で共有され、更なる発展やすそ野の広がりにも貢献している。さらに成果を海外の論文誌に投稿するなど、国際的な波及も見込まれており、高く評価したい。参加者のコミュニケーションなど効率的な実施のための工夫もみられた。

今後の研究の発展に向け、下記を念頭に取り組んでいただきたい。

- ・本課題で得られた知見の庁内への共有を進め、現業システムの改善にも貢献できるよう努力いただきたい。
- ・札幌と仙台の複数の管区にまたがって実施していることも評価できる。令和6年度開始の地方共同研究において、大阪管区、福岡管区と協力し梅雨期の豪雨などへの適用も大いに期待したい。

事前評価

「メソ・局地アンサンブルを利用した顕著現象に対する最適予測シナリオの構築（令和6年4月～令和8年3月）」

1. 総合評価

- （1）実施の可否：可
- （2）修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

顕著現象について、アンサンブル予報からの決定論的プロダクトの研究自体が未開拓の分野で、アンサンブル予報から決定論のプロダクトへの取り組みはチャレンジングである。現業領域アンサンブル予報の予報現場での利活用促進と業務改善、及び気象研究所におけるアンサンブル予報利活用に関する研究開発の両面に資するとともに、地方官署における人材育成・技術力向上にも資する重要な取り組みである。今年度まで実施された研究課題「メソアンサンブルを利用した決定論的予測技術の改善」の成果を活用し、更なる発展・深化を志向する研究計画になっており、一貫性・継続性が保たれている。後継となる本課題では、札幌・仙台に加えて新たに大阪・福岡の両管区からも研究に参画し、更に現業運用が予定されている局地アンサンブルの検討も行うなど、より多くの地域・事例への手法の適用と改善・高度化や、現象・アンサンブル予報技術両面での多くの知見の取得等が期待される。更に、線状降水帯などより顕著な現象に対しても開発された手法の適用が進み、観測予報業務の改善に大きく寄与するものと期待される。

実施に当たって、下記を念頭に取り組んでいただきたい。

- ・本庁関係部署（予報課・数値予報課等）とも連携し、研究・開発成果がより広く業務に還元されるように努めながら研究を進めて頂きたい。
- ・現業への適用に向けた課題点の洗い出しにも期待する。
- ・地方官署の職員の方と密に連携して本研究を実施していただきたい。