

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3年度気象研究所評議委員名簿（五十音順、敬称略）令和3年7月時点

委員長	岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科 特任教授
委員	沖 理子	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター 研究領域上席
	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 教授
	三枝信子	国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター センター長
	佐藤 薫	東京大学大学院理学系研究科 教授
	関口渉次	国立研究開発法人防災科学技術研究所 主幹研究員
	田中 博	筑波大学生命環境系計算科学研究センター 教授
	坪木和久	名古屋大学宇宙地球環境研究所 教授
	中村 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3年度の開催状況

令和3年度は、次のとおり第49回気象研究所評議委員会を開催した。

第49回気象研究所評議委員会

日 時：令和3年8月24日（火） 13時00分～15時00分

場 所：オンライン開催

出席者：

（委員）岩崎俊樹 委員長、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、田中 博 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、研究調整官、企画室長、全球大気海洋研究部長、気象予報研究部長、気象観測研究部長、台風・災害気象研究部長、気候・環境研究部長、地震津波研究部長、火山研究部長、応用気象研究部長、企画室研究評価官

議事概要

- 議題 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。
- 議題 2：気象研究所の最近の研究活動について（報告）
- 議題 3：評価分科会総合評価結果について（協議）
- 議題 4：懇談
IPCC 第 6 次評価報告書に関する気象研究所の貢献について（報告）
- 議題 5：今年度の評議委員会の予定について（協議）

3. 2. 気象研究所評議委員会評価分科会

気象研究所評価分科会は、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、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3年度の開催状況

令和3年度は、下記のとおり評価分科会を2回開催し、中間評価6課題の評価を実施した。

評価分科会（大気海洋分野）

日 時：令和3年9月21日（火） 10時00分～12時00分
13時00分～15時00分

場 所：オンライン開催

委 員：岩崎俊樹 分科会長、沖 理子 委員、小畑 元 委員、三枝信子 委員、田中 博 委員、坪木和久 委員、中村 尚 委員、保坂直紀 委員

評価結果

中間評価

「地球システム・海洋モデリングに関する研究（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- （1）継続の可否：継続
- （2）修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究課題では、数値予報・季節予報と気候変動予測の精度向上を目指し、新しい地球システムモデルの完成を目指している。大気、海洋・海水、陸面過程、大気化学などのプロセスモデルを、モデルの利用目的に応じて適切に結合するとともに、実況監視と初期条件作成のためデータ同化システムを開発している。

気象・気候予測のための地球システムモデリングについては、高解像度化、高速化、高精度化が進んでおり、モデルを使った成果も十分にあげられている。マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発についても、海水モデルの再現性向上、高分解能大気海洋結合モデルの開発などの成果を通じて目標を果たしていると考えられる。また、次世代海洋データ同化・大気海洋結合データ同化についても、日本沿岸海況監視予測システムを現業化し、大気海洋結合同化システムのインパクト評価を行い良好な結果を取りまとめるなど順調に研究を進めている。全球数値予報モデル・季節予測システムについては、次期季節予測システムの再予報実験と性能評価を実施し、年度内に運用開始する目処をつけたことは評価できる。化学輸送モデル・大気微量成分同化についても、全球エーロゾルモデル・オゾンモデルを改良し、気候への影響まで評価したことから、十分な成果と考えられる。以上の成果を評価すると、十分に中間目標は達せられていると考えられる。

IPCC 第6次評価報告書に絡む国際プロジェクト CMIP6 への重要な貢献を含む多くの成果はその科学的重要性に加え、社会的意義も有している。大気・海洋モデルの高解像度化と、それに関連する同化システム・データの高解像度化、及びモデル内の物理・化学過程の精緻化に向けた研究開発は、今後の予報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、所外との共同研究を積極的に展開することが期待される。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ引き続き継続してほしい。

- ・非静力学全球モデルの開発は特に台風予測に重要な課題であり、将来の現業数値予報システムを見据えた研究戦略を策定することを期待する。海水モデルの精度向上が報告された。優れた成果であり、数値予報や季節予報に対するインパクトについても研究していただきたい。大気海洋結合同化システムの開発では季節予報や気候変動予測など具体的な活用法を検討していただきたい。大気化学は扱える物質の種類が大幅に増加するとともに、領域モデルへの導入も進んでいる。観測データが少ない大気微量成分の実況監視や予測の精度向上には衛星観測データの高度利用が鍵となる。大気化学輸送モデルは活用範囲が広いので、地球システムモデルの

- パーツというだけではなく、大気質に関する情報を社会に積極的に提供することを期待する。
- ・地球システムの多様な素過程をモデル化するためには、より多くの人材と予算が必要と思う。外部資金などを獲得して、より多くの研究者を雇用できるように努めていただきたい。
 - ・アジアモンスーンの活動と熱帯低気圧の活動を1年前から予測できるというのには驚かされた。これは多くの社会的需要があると思うので、積極的に成果を発信されるとよい。
 - ・この研究の行きついた先で社会の受け止め方がどう変わるのかという大きな問題意識も忘れないでほしい。社会とのかかわりは本庁の仕事で、研究所としては与えられたサイエンスをこなすのみというのでは、研究者の社会的責任が十分に果たされているとはいえない。

「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：継続
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

2. 総合所見

気象予測や気候変動予測のための数値モデルの性能は、大気の物理過程はパラメタリゼーションに大きく依存する。本研究課題では、特に重要とされる物理過程を選び、その原理や法則を明らかにするとともに、計算スキームを改善し数値モデルの精度を向上させることを目指している。高解像度非静力学モデルによる激しい気象現象の再現性向上については、NHM と asuca による高解像度相互比較実験を実施しており、台風事例についての実験を通じて再現性の向上が期待できる。接地境界層における乱流輸送スキームの精緻化については、他機関と境界層についての共同研究を進めており、すでに多くの成果を得ていると評価できる。雪氷圏の監視・変動要因解明とその基盤技術の開発については、様々な場所において気象・雪氷の現地観測を実施して積雪・海水等の物理・放射過程の理解を深めるとともに、リモートセンシングによる雪氷物理量の監視やアルゴリズムの開発・改良にも取り組んでいる点で評価される。積雲対流スキームのグレイゾーン対応と雲・放射スキームの精緻化については、実験を開始するとともにモデルの雲表現の改良の影響を評価するなど、着実に研究を進めている。エーロゾル・雲・降水微物理の素過程解明と微物理モデルの開発については、NHM にエーロゾルから気象へのフィードバック効果を組み込んで過去の事例に適用し、観測とモデルの比較を行うなど研究を進めている。これらの結果から中間評価時の目標は概ね達成されていると判断した。

今後は他課題や関連分野の研究コミュニティとのより積極的な連携した研究活動により、さらに多くの成果が挙がることが期待される。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ計画の修正を行い、引き続き継続してほしい。

- ・いずれの副課題も未解決の問題を多く含んでおり、解決のためには、問題点の適切な整理と一層の創意工夫が必要である。
- ・研究所の研究計画としては、課題としての共通の目標やそれに貢献するための優先順位をもう少し明確にする方がよいと思う。例えば副課題2（乱流輸送スキーム）については、領域モデルの向上や顕著現象のより良い把握につながる物理プロセスの解明を前面に出しつつ、それにつながる基礎研究を選択的に推進するといった説明に再検討していただくとよいのではないかと。
- ・各副課題がそれぞれの物理過程に取り組んでいて、それらの物理過程の数値モデルにおける重要性は言うに及ばず、それぞれの物理過程を高度化していくことは、長い時間がかかり継続的な研究が必要である。しかし、物理過程の研究が長い時間がかかるということは、新規性を出していくことが難しいということでもある。今回のご説明ではそれぞれの副課題において、もう少し新規性、つまり何が新しい点であるのかがもう少し分かりやすくまとめられるとよかったと思う。
- ・大気境界層、積雲対流、エアロゾル過程などの素過程を改良していくことは重要であるが、古くから行われてきている研究である。改良の仕方は無限にあり、人員と時間がいくらあっても終わりに到達しないので、まず、どこまで行けば数値予報において、よしとするのかを明確に

する必要がある。

- ・本研究課題では各副課題がそれぞれの物理過程の改良を目指して研究を進めており、それによって、数値予報モデルの物理過程の改良がなされるが、これらの副課題間の連携、または総合化ともいふべき観点が見られない。数値予報モデルの物理過程・力学過程を通じて最も重要なことは、各計算過程のバランスであり、一つの物理過程だけをいくらよくしてもモデル全体の改善にならない。上記の各物理過程の到達点を明確にするということと同じことだが、予報モデル全体の改善を前提として到達点を決め、それに向けて各副課題が連携・情報交換をしつつ、予報モデル改善に向けた総合化を目指して効果的に研究を進めることが重要である。
- ・統合的な気候モデルの高度化には個々の要素の改良が欠かせない。そのあいまいな部分を精緻化する本課題は有意義である。今後は、そのパーツをどこでどう生かすのかを十分に練ってほしい。

「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（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：継続
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究課題は、台風および顕著現象による気象災害の防止と軽減を目指している。

台風の発生、発達から温帯低気圧化に至る解析・予測技術については、統計的台風強度予測手法を開発するとともに台風解析サーバーを整備・運用して台風の即時解析を行うなど、十分な成果を挙げている。顕著現象の実態解明と数値予報を用いた予測技術については、例えば線状降水帯などの顕著現象について各種観測データの解析を行い、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解明するなど、十分な成果を挙げている。また、数値予報を用いた予測技術の研究についても線状降水帯・竜巻・大雪などの現象に適用できる手法が順調に開発されている。顕著現象の自動探知・直前予測技術については、深層学習を用いて冬季日本海における竜巻渦の探知などを行い大きな成果をあげるとともに、産官学連携も視野に入れた研究を実施しており、高く評価できる。先端的気象レーダーの観測技術の研究については、雨滴粒径分布の偏波パラメータによる直接推定法、二重偏波レーダーを用いた粒子判別手法、フェーズドアレイレーダーを用いた観測技術などを開発しており、成果が挙げられつつある。以上の結果から、本研究課題として十分な成果が挙げられつつあると考えられる。

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・減災に向けた社会への情報発信の強化に繋がった。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為されており、今後は他の課題との連携もさらに意識した研究活動が期待される。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ引き続き継続してほしい。

- ・台風の移動や強度変化は数値予報の領域であり、数値予報の精度向上に努めていただきたい。台風のレインバンドや線状降水帯など予測では、予測可能期間が短く、直前の観測に基づく監視が重要である。偏波レーダーやフェーズドアレイレーダーなどの最先端の観測技術を活用した解析システムを開発するとともに、現業的な観測システムを提案していただきたい。
- ・気象関連災害発生時の緊急の用務も無理なく扱えるよう体制強化も検討すべきであろう。
- ・今後は是非、大学とも連携をしていただき、協力して研究を進めていただけるとありがたい。
- ・線状降水帯のような顕著現象や台風に対する社会の関心は高い。それだけに、サイエンスの殻に閉じこもった唯我独尊的な研究にならないよう留意してほしい。たとえば、社会が抱えている線状降水帯のイメージと学術上のそれとに齟齬が生じたとき、学術的な「正しさ」を社会に啓蒙しようとする態度では困る。社会の思いを受け止め、そのうえで着地点を探る細やかなコミュニケーション力が求められるだろう。鉄道会社との協働にみるように、本課題が対象とする分野は、社会との距離が近い。こうした研究テーマを、本庁任せではなく、研究所が、そして個々の研究者が積極的に探す姿勢に期待したい。

「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：継続
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

異常気象のメカニズム解明と季節予測可能性の評価については、極端気象事例について季節予測システムを用いた実験を行って発生メカニズムを解明し、イベントアトリビューションなどの成果を既に発表している。地球温暖化予測の不確定性低減については、温暖化予測システムを改良して大気海洋結合効果による改善を確認するとともに、IPCCの第6次評価報告書に向けて大きな貢献が認められた。さらに「日本の気候変動2020」の作成に協力し、温暖化予測の確信度に関して検討を進めていることも評価される。大気中温室効果ガスの変動要因・炭素収支の解明については、大気中微量気体の観測を継続し、標準ガスの品質維持に努めるとともに、大気中二酸化炭素濃度の変動要因の評価手法の開発を継続して実施している。海洋の生物地球化学循環と酸性化実態の解明については、水中グライダーを使った中規模渦断面観測など新しい機動的な観測法を開発するとともに東経137度・165度線での観測から海洋表層の溶存無機炭素の10年規模の変動要因を解明するなど大きな成果を挙げている。またMRI-ESM2を使って海洋による人為起源二酸化炭素の蓄積量を計算し、観測に基づく見積もりを再現していることなども確認している。これらの結果は、IPCCの第6次評価報告書にも大きな貢献をしており、非常に高いレベルの研究成果が挙げられつつあると判断できる。

異常気象分析検討会への迅速な情報提供も社会への情報発信として有用であり、新しい気象庁の全球大気再解析JRA-3Qの概要論文執筆や再解析国際会議の主催も重要な貢献として期待される。大気成分の観測はその継続に重要な科学的意義があり、海洋内部の新しい観測技術の確立も将来に向けた重要な貢献である。これらの研究開発は、今後の予報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、所外との共同研究を積極的に展開することが期待される。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ引き続き継続してほしい。

- ・パリ協定により、気候変動への適応が世界的に重要な課題と認識された。将来の防災を考える上で、異常気象に対する気候変動の影響を明らかにしていく必要がある。イベントアトリビューションは顕著現象に対する気候変動の影響を定量的に評価するのに有効である。継続的に研究を進展させていただきたい。日本政府は、気候変動緩和策への貢献するため、2050年までにカーボンニュートラルを実現することを目標として掲げた。世界規模で緩和策を推進するためには、温室効果気体の排出量を正確に推定することはたいへん重要である。大気微量成分観測と大気化学モデルを組み合わせた研究を進展させることを期待する。
- ・C課題の研究を推進するためには気候システムモデルの精度向上が必須である。M課題との連携強化を図る必要がある。また、大気微量成分観測や海洋観測など、基盤的なデータの取得に今後とも努めていただきたい。
- ・副課題4の海洋課題では水中グライダーという新しい装置を開発されていて、今後の発展が期待されます。これを用いて航空機観測と連携した観測なども検討いただけるとありがたいと思う。
- ・2021年8月に政策決定者向け要約の発表されたIPCC第6次評価報告書WG1への科学的知見とデータの提供による貢献は重要な成果であったと思います。ここから更に発展する方向として、地球システム・海洋モデリングに関する研究課題とも連携し、どれだけの気候変動対策によって将来の生物地球化学循環や気候の変化をどの程度緩和することができ、その結果、極端気象に伴う災害などの影響をどの程度事前に防ぐことができるかを示す研究などをぜひ検討していただけることを期待する。
- ・イベントアトリビューションによる地球温暖化の影響評価は、社会の関心に応じることができた好例だ。かつて社会は、地球温暖化とは気温が上がることだと考えていた。だが、豪雨を始めとする極端気象を多く目にするようになった今、それは気候システムが変わってしまうことなのだと気づいた。社会の関心はこれから多岐にわたっていくだろう。そうした社会の流れをも十分に意識して、今後の研究やアウトリーチを設計してほしい。

評価分科会（地震津波火山分野）

日 時：令和3年9月24日（金） 10時00分～17時00分

場 所：オンライン開催

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

評価結果

中間評価

「地震と津波の監視・予測に関する研究（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- （1）継続の可否：継続
- （2）修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

気象庁の地震津波業務からの必要性を十分に踏まえることはもちろんのこと、地震調査研究推進本部や測地学審議会の動向も踏まえて、適切な研究目標を設定している。全体として、設定された目的および目標の実現を目指して、適切に実施されている。副課題1ではb値などの指標の特徴を調査し、地震に関連する物理現象を説明できていた。副課題2ではPLUM法の改良をいくつかの方法で実現した。副課題3では、津波警報の高度化で課題となっている津波の全過程について定量的な評価を実施されていた。いずれも、中間評価時の到達目標を達成していると判断できる。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ引き続き継続してほしい。

- ・気象庁は次々に発生する地震に対して、地殻活動との関連について見解を求められる。難しい問題であり、副課題1では、All Japanの知恵を結集して、地震発生に備え答えていくことが望まれる。その意味で研究体制についての説明がもう少しあるとよい。地震動即時予測や津波予測では、早く正確な予測情報が求められる。副課題2や副課題3の研究では、予測結果の客観的な検証し、問題点を抽出し、改善案を提示し、それを実証する、という整理を示していただけるとよいと感じた。
- ・副課題1については、GNSS観測網から得られるデータにもとづくパラメータについても検討してほしい。
- ・副課題3について、数値計算からも減衰予測式は作れると思うが、過去事例によるものとの比較はされているか。合わないものが個別に2例ほど紹介されていたが、全体的には一致するのか確認してほしい。
- ・副課題3について、フォワード津波計算と観測記録の比較により精度検証を行っている。本副課題の結果は、信頼できる波源モデルと適切な地形データがあれば、実用に耐えうる津波後続波の予測が可能であることを示している。津波警報への導入を考えた場合、信頼できる波源モデルはtFISHをはじめとしていくつかの方法で得られるため、当初に掲げた目標の達成はまず間違いない。後は、東北地方太平洋沖地震の津波を含めて、詳細な精度評価を行っていただきたい。また、津波警報での運用を考えた場合、沖合、検潮所の観測データは時々刻々入ってくるので、これらのデータをリアルタイムで同化した津波減衰予測手法が開発できると、さらに精度が向上すると推察する。
- ・地震・津波の監視と予測は日本における大規模災害に直結しており、社会の関心も極めて高い。研究の過程においても、論文に書くような成功事例だけでなく、何ができて何ができないのかを社会に対して説明する努力をしてほしい。災害時ではなく普段のそうした行いが、リスクコミュニケーションの本質である。

「火山活動の監視・予測に関する研究（平成31年4月～令和6年3月）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：継続
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

気象庁の火山業務からの必要性を十分に踏まえることはもちろんのこと、最近の火山活動を反映した火山噴火予知連絡会の報告等も踏まえて、適切な研究目標を設定している。本研究課題では、観測技術の高度化、解析・シミュレーション技術の高度化、実観測データとの比較による予測の検証の3つ重要事項がバランス良く含まれている。設定された目的および目標の実現を目指して、適切に実施されている印象であり、共同研究に代表されるように他機関とも連携して効果的に研究を実施していると認められる。中間評価時点では十分な成果をあげ、この時点での目標を達成している。多くの研究項目について研究成果をあげており効率的な研究がなされている。したがって修正することなく継続して研究をすることが望まれる。また、限られた研究資源の中で最大限成果を出されていると判断できる。基本的に地球科学分野では観測データが不足気味なので限界はあるが、引き続き実観測データとの比較を通じて新予測手法の精度検証および高精度化を期待する。

なお、今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ引き続き継続してほしい。

- ・基礎的な研究から（予報業務に直結する）応用的なものまで広範囲にわたる結果、研究課題が多すぎる気がする。もう少し整理することを検討してほしい。
- ・火山活動に関する研究課題では、地形や熱、地震波動などの超精密な観測に基づく監視技術に大きな進展が見られた。噴火予測の改善につながることを期待したい。火山の研究分野は気象の研究分野とよく連携がとれ、気象研究所の利点を生かした研究が展開されている。GNSSの電波の大気遅延量の変動は地殻変動と気温・水蒸気量の変動の両方の情報を含んでいる。両者を正確に分離できれば、地殻変動の監視と気象解析の両者に大きなメリットがある。また、気象分野で開発された移流拡散モデルが火山灰の降灰予測の研究に活用されている。降灰観測と比較し数値予報モデルを検証することができる。
- ・副課題1について、多くの研究項目を実施し、それぞれ着実に研究を実施、成果が得られている。火山監視やそれに基づく予測技術の構築には、多項目観測のデータ解析とその解釈が不可欠であるので、気象研がこのような基礎的な観測研究に取り組むことは理解できる。ただ、気象研は、「気象業務に関する技術の改善・高度化のための研究・開発を担う研究所」とホームページに書かれている。火山分野では、全国各地の活火山の噴火警戒レベルの設定、噴火警報の発令などの重要な業務があるが、それらの信頼性を高めることが求めることが喫緊の課題と思う。基礎研究の成果を実用化までもっていくには、業務に結びつく開発研究が不可欠である。国内の火山研究人材は多くはない。開発研究を組織としてできる（しなくてはいけない）のは気象研と思う。今期の研究計画については大幅な修正を要望するものではないが、今一度、それぞれの研究テーマと気象業務との位置づけを整理する必要があると思う。次期以降は、全国の活火山の監視業務に強く関連した開発研究を意識した課題設定が必要ではないかと思う。火山観測研究分野全体を俯瞰して、「災害の軽減に貢献する地震火山観測計画（第二次）」や内閣府の検討委員会などを利用しながら、研究テーマを設定していただきたい。
- ・副課題2および3について、気象予測を取り入れた、火山ガス流下方向を加味したガス観測技術の開発、降灰予測技術の開発など、他の機関・大学ではなかなかできない、気象研らしい火山研究が進められていると思う。火山ガス研究は、国内研究者が少ないという現状もある。気象研が積極的に取り組むことにより改善が図られると思う。
- ・火山活動の監視・予測精度を上げるため、利用可能なさまざまな手段の可能性を探る研究として評価できる。残念ながら、地震や津波に比べ、火山災害に対する社会の危機意識は高くない。この課題における研究の成果も含め、火山災害の実態やサイエンスを広く市民に伝えてほしい。本庁の業務に実装することだけが、社会に対する責任ではない。

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3年度気象研究所研究課題評価委員名簿

委員長	小泉 耕	気象研究所長
委 員	石井雅男	研究総務官
	永戸久喜	研究調整官
	牛田信吾	企画室長
	山中吾郎	全球大気海洋研究部長
	山田雄二	気象予報研究部長
	瀬古 弘	気象観測研究部長
	清野直子	台風・災害気象研究部長
	須田一人	気候・環境研究部長
	干場充之	地震津波研究部長
	吉田康宏	火山研究部長
	加藤輝之	応用気象研究部長
	川添安之	企画室研究評価官

令和3年度の開催状況

令和3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4年1月26日（水）	13時30分～16時00分
	令和4年1月31日（月）	13時30分～14時40分
	令和4年2月 8日（水）	11時10分～11時30分

場 所：オンライン開催

委 員：石井雅男、永戸久喜、牛田信吾、山中吾郎、山田雄二、瀬古 弘、清野直子、須田一人、干場充之、吉田康弘、加藤輝之、川添安之

議事概要

・課題評価、年次チェックアップ

経常研究・地方共同研究・緊急研究3課題の終了時評価、3課題の事前評価、4課題の年次チェックアップを実施した。終了時評価、事前評価の結果については下記のとおり。

評価結果

終了時評価

「(地方共同研究)高精度な津波数値計算結果を用いた津波の地域特性の理解(令和2年4月～令和4年3月)」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、津波数値計算の予測精度向上と各地域における津波特性の理解を通じて、気象研究所における当該研究と地方官署における津波関連業務及び人材育成の双方の推進に資するものであり、それぞれの観点において期待される成果が得られたと考える。また、高分解能の津波数値計算が地方官署の環境で完結して実施していることや、Web ツールやオンライン環境等を活用するなどして効果的・効率的に実施した点は高く評価できる。地方官署の人材育成という点からも評価できる。研究目標の設定も、地方官署の技術力を考えると妥当であり、津波モデルの格子間隔を 3.3 秒や 2 秒にして計算することにより現業モデルで分からなかった多くの知見を得て、さらにその結果を地震火山技術検討会や管区研究会等で発表し、著作物として残した点も評価できる。地方官署の人に、その地域で発生する津波の特性について理解を深めてもらうという、地域ハザードを考えていく上でも意義のある研究であったと考える。

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

なお、今後の成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- ・本庁と協力して研究内容や津波数値計算の実施方法が容易に理解できるサイトを設定してもらいたい。
- ・津波後の現地調査と比較・検証を行うことまで発展できれば、関係機関や地元住民らが行う津波防災活動に対して有益な情報となり得るものと期待できる。
- ・トンガ噴火による潮位変動や遠地津波など、統一的なソースでもやってみると、より地域特性の知見が得られるかもしれない。
- ・異なる震源域の事例解析を積み重ねて研究を発展させ、地域のハザードマップの作成に活かすなど、成果の活用につなげて頂きたい。

「(地方共同研究)全天カメラによる雲の地上観測システムの開発(令和2年4月～令和4年3月)」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

全天カメラからの情報を余すところなく有効活用すべく様々な検討・調査を行ったほか、全天カメラの画像をシステム上で共有することで、効率的な研究環境を構築し、複数の雲プロダクトを開発したことは評価できる。また、新しい観測技術の提案という点で新規性もあり優れている。アンケート調査などについて管内官署との有意義な連携があった他、得られた成果を管区研究会等で発表している点も評価できる。

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

一方、気象研の担当者が主体となった研究であって、共同研究の1つの目的である地方の担当者の技術力向上にはあまりつながらなかったのではないかと懸念される。

なお、今後の成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- ・衛星データを用いたプロダクトの高度化や、数値予報資料も利用して、十種雲形の判定にもトライしてほしい。
- ・研究を進められて、現業化されることを期待する。
- ・昼夜対応全天カメラの活用、地方共同だけでなく、他機関との研究への活用など今後の発展も期待したい。
- ・AI による画像判別の導入などによって、実用化に向けた更なる高精度化を期待する。
- ・目視観測の代替にとどまらず新しい活用方法も見出してほしい。

「(地方共同研究) 沖縄地方の低周波地震の震源決定と発生状況等の調査(令和2年4月～令和3年3月)」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、低周波地震を自動で検出し、沖縄地方のプレート境界の固着状況解明に繋げることを目的としたものである。特に南西諸島海溝付近では GNSS を設置できる陸地(島)が少ないことより、プレートの固着状況を監視する上で低周波地震は極めて重要であり、本研究を行う意義は大きい。本研究により、沖縄地方の低周波地震の活動状況の監視の改善と気象研究所における浅部低周波地震検出技術の改善の両面に資するもので、振幅が小さいために困難な沖縄付近の低周波地震の検出に努め、南西諸島海溝付近で発生する低周波地震の発生頻度や発生場所を確認できたことは評価できる。

また、低周波地震によりプレートの固着状況を監視できることがわかってきたのは比較的最近のことであり、地方官署においてこのような研究を行うことは、地震を深く理解する人材を育成する上でも意義があることであり、地方官署職員の知見向上に繋がった点も評価できる。さらに、大学とも情報交換等を行っていることも評価すべき点である。また、沖縄気象台の技術ノートや沖縄管内調査発表会に多くの発表をまとめている点も評価できる。

一方で、琉球大との検出数との違いについては、研究当初から相違点等を伺うなど問題点の把握を行えば、より多くの成果が得られたのではないと思われる。

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

なお、今後の成果の活用にあたっては、以下に留意して、取り組んで欲しい。

- ・本研究による検出結果は琉球大・中村教授によるものとの違いが明確であることから、その原因を調べることでさらに知見・経験が得られると思われるので、今後も何等かの形で継続的な取り組みを期待したい。
- ・現時点では、(最終的な目的の)プレートの固着状態の解明というところまでは至っていないので、今回の成果を踏まえて、さらに前進することを期待する。

評価結果

事前評価

「(地方共同研究) 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

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

2. 総合所見

本研究は、管区内の各官署における実況監視・予測等に関する業務改善と人材育成の両面を睨んだ重要な課題であり、当所の業務貢献という観点でも地方共同研究に相応しい課題と考える。また、強風の地域特性という地方官署の防災業務、特に解説業務で重要となる要素に注目した研究である点も評価できる。現象解析を中心としながらも機械学習の活用も取り入れた意欲的な取組であり、風力発電をはじめとした産業利用など社会的なインパクトも期待される。

一方、研究内容の範囲が広すぎることや機械学習の具体的な利用方法の検討が十分でない印象があるため、研究を実施する前に以下の点について整理が必要と思われる。

- ・研究内容が広範囲のため、まずは強風をもたらす現象それぞれにおいて何が課題なのかを明確にし、研究内容の絞り込みを行った上で、より明確な目的・目標を設定することが不可欠である。
- ・研究計画や方法、研究フロー図に、たとえば「強風事例の選択」などの調査項目や線表の横棒で表現している工程に、気象研・東京管区にどう関わり合うのか、役割分担が見えないので、その点を補足していただきたい。
- ・本研究を効率的に進めるためには、今後指導的な立場に立てるポテンシャルのある職員を中心に共同研究への参加者を絞り込み、地方気象台のサポートは管区が行い、管区に対する技術的な助言を気象研究所が行う体制とすべきである。なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。
- ・気象研からの指導や助言が効率的・効果的に行えるように、管区内・地台間での情報共有を密にする等、管区からの指導や取りまとめを適切に行って頂くことが重要と考える。
- ・機械学習を用いた解析は今後進展が期待される分野であり、まだ発展途上の手法であり、具体的にどのように解析を進めていくかについては、気象研の研究者と現場の職員の間で十分に意思疎通を図りながら進めて欲しい。

「(地方共同研究)メソアンサンブルを利用した決定論的予測技術の改善(令和4年4月～令和6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

本研究は、現業メソ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と考える。メソアンサンブルの高度利用による豪雨や強風の予報精度の向上は、社会的にも望まれており、複数の予報シナリオを用いた解析から学術的に有効な知見が多く得られることも期待できる。また、現在の気象予報業務の課題に向き合った重要な研究テーマであり、不確実性が大きな顕著現象のサブシナリオ検討のために、クラスター解析を用いて調査することは今後のメソや局地アンサンブル予報の有効活用をベースとした気象業務を考える上でも妥当である。今回の札幌管区と仙台管区との共同研究においてその意義が示され、同様な試みが他の管区にも広がってことを期待したい。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

- ・研究フロー図は、気象研と地方官署の役割分担が記入できるようなら記入していただきたい。
- ・オンライン技術を活用することで官署間のコミュニケーションや議論を円滑に行い、成果に結び付けてほしい。

- ・地方官署の参加者が札幌管区および仙台管区と北日本に偏っており、線状降水帯を含んだ大雨事例を対象とするには残念なところはあるが、気象研究所の主担当がその部分をカバーすることで研究を推進してもらいたい。
- ・調査結果は共同研究参加者だけでなく、大雨が発生した該当地方官署の職員にも情報共有し、意見を吸い上げることも考えてもらいたい。

「(地方共同研究) 集中観測等による線状降水帯解明研究(令和4年2月～令和5年3月)」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

2. 総合所見

本研究は、線状降水帯の発生や構造の理解と予測の向上にとって極めて重要であり、気象庁業務の発展を通じて、線状降水帯に対する防災・減災への社会的な要請に応えることに繋がる重要な研究である。集中観測に関しては、多くの外部機関と綿密な打ち合わせを行い、線状降水帯の機構解明に資する観測のあり方について検討を行うことで、効果的・効率的な観測網を提案している。

また、発生環境場の観測は飛行機観測が実施できない中、大雨をもたらす下層水蒸気の動向を捉えるためには、現状では複数の船舶による観測も含めたベストな実施体制だと考える。機構解明・予測精度向上については、本庁数値予報課と連携するとともに、これまで実績のある富岳を利用したモデル開発も行うことになっており、予測精度向上に資する研究成果の創出が期待される。さらに、今回の計画のように、気象研究所が中心となり、多数の機関との協力の下、日本の英知を集める形で研究を遂行することは、気象研究所の社会的貢献を示す上でまたとない機会である。研究体制についても、ほぼオール気象研(地震火山関係を除く)で取り組むことになっており十分であるとする。

一方、2年間という短期間での実施となることから、具体的なゴールを設定し、着実に研究を進めて頂きたい。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

- ・令和4年度に必ずしも意図した観測データがとれないこともありえるので、令和5年度以降も観測を継続できるとよい。
- ・集中観測において効果的なデータを効率的に取得し、研究に最大限活用できるよう、本研究担当者及び本庁等との連携、課題間の連携をお願いする。
- ・内部構造の観測を用いた線状降水帯の機構解明では、1年間の事例だけの解析では十分に進めることはできないので、継続的な研究への発展や線状降水帯事例のデータベース構築につなげることが必要不可欠である。