

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、安全・安心な生活の実現に向け重点的に実施すべき研究（重点研究）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。

平成30年度気象研究所評議委員名簿（五十音順、敬称略）平成30年7月時点

委員長	木村富士男	筑波大学	名誉教授
	岩崎俊樹	東北大学大学院理学研究科	特任教授
	小畑 元	東京大学大気海洋研究所	教授
	木本昌秀	東京大学大気海洋研究所	教授
	小泉尚嗣	滋賀県立大学環境科学部環境生態学科	教授
	三枝信子	国立研究開発法人国立環境研究所	地球環境研究センター センター長
	佐竹健治	東京大学地震研究所	教授
	佐藤 薫	東京大学大学院理学系研究科	教授
	関口渉次	国立研究開発法人防災科学技術研究所	総括主任研究員
	田中 博	筑波大学生命環境系	計算科学研究センター 教授
	坪木和久	名古屋大学宇宙地球環境研究所	教授
	泊 次郎	元 朝日新聞社	編集委員
	中島映至	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構	地球観測研究センター 参与
	渡辺秀文	東京大学	名誉教授

平成30年度の開催状況

平成30年度は、次のとおり第44、45、46回気象研究所評議委員会を開催した。

第44回気象研究所評議委員会

日 時：平成30年7月30日（月） 14時00分～16時30分

場 所：気象庁大会議室（気象庁5階）

出席者：

（委員）木村富士男 委員長、岩崎俊樹 委員、小畑 元 委員、木本昌秀 委員、三枝信子 委員、佐竹健治 委員、関口渉次 委員、坪木和久 委員、泊 次郎 委員、中島映至 委員、渡辺秀文 委員

（気象研究所）気象研究所長、研究総務官、研究調整官、企画室長、予報研究部長、気候研究部長、台風研究部長、環境・応用気象研究部長、気象衛星・観測システム研究部長、地震津波研究部長、火山研究部長、海洋・地球化学研究部長、企画室研究評価官

議事概要

○議事1：気象研究所の研究活動等について（報告）

気象研究所の重点研究等の進捗状況、外部資金の活用や研究成果の情報発信など研究を推進する取組について報告した。

○議事2：次期中期研究計画（H31-35）の概要について（懇談）

次期中期研究計画の概要及び各研究課題案の概要について説明し、懇談いただいた。

○議事3：今後の気象研究所評議委員会の予定について（協議）

重点研究課題の終了時評価について、評価分科会を平成30年9月に3回開催し、次期中期研究計画に基づき取り組む研究課題の事前評価について、評価分科会を平成30年11月に2回開催することとなった。

第45回気象研究所評議委員会

日 時：平成30年11月1日（木）～6日（火）

場 所：書面開催

議事概要

○議事1：評議委員長の選任について（協議）

評議委員長の選任に関し、委員の互選により、11月7日に岩崎委員が評議委員長として選任された。

第46回気象研究所評議委員会

日 時：平成31年3月6日（水）～12日（火）

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（協議）

平成30年11月に開催された評価分科会での事前評価結果を承認いただいた。

○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（協議）

平成30年9月に開催された評価分科会での中間及び終了時評価結果を承認いただいた。

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。

平成 30 年度の開催状況

平成 30 年度は、下記のとおり評価分科会を 5 回開催し、終了時評価 12 課題、中間評価 2 課題、事前評価 8 課題の評価を実施した。

評価分科会（気候・地球環境分野）

日 時：平成 30 年 9 月 3 日（月） 13 時 00 分～16 時 00 分

場 所：気象庁大会議室（気象庁 5 階）

委 員：中島映至 分科会長、木村富士男 委員、小畑 元 委員、木本昌秀 委員、田中 博 委員、泊次郎 委員

評価結果

終了時評価

「気候モデルの高度化と気候・環境の長期変動に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、新たな気候変動予測の計画（第 6 期結合モデル比較計画：CMIP6）への貢献に向けて、地球システムモデルにおける季節から十年規模へのシームレスな予測精度の向上のために、様々なプロセス研究の結果を取り入れてモデルの高度化を図ったものである。

本研究により、開発された気候予測モデル(MRI-ESM2)は、旧モデル(MRI-CGCM3)と比較して観測からのバイアスを大幅に改善するものである。特に放射モデルの改良がバイアスの改善に寄与している。このことは、高く評価できる。

加えて、2 km 格子の地域気候モデルによって、地域特有の気象の再現性が良くなり、地球温暖化によって日本でも短時間強雨の回数が増えていることが確かめられた。この結果、21 世紀末における予測実験について、その信頼性が増した。このことも評価できる。

また、東南アジアの研究者を招聘して実施した、計算環境が十分ではない国のためのダウンスケーリング実験など、このような国際協力は、気候問題に対する我が国の国際的プレゼンスを示すためにも重要なものとする。

一方、気候感度は気候変動問題の大きな科学的課題の一つであるが、これについての言及が限られている。また、十年規模気候変動予測は、WCRP、WMO がプッシュする課題であるにも関わらず、気象庁の研究機関の取組としては淡泊である。雲微物理過程やエアロゾルモデルの高度化によって、降水量のバイアスが改善されたかどうかについても、明瞭でないことが残念である。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 温暖化トレンドの昇温率について、1970 年以降のモデルの昇温率は観測結果よりも大きいため、このまま 100 年後の予測に応用した場合、過大評価になると考えられる。この点の科学的評価が今後の課題であろう。

- ・ HPC が充実してきている現在、プロセス解像モデルを組織的に用いた物理パラメタリゼーションの高度化研究を推進すると良い。
- ・ 地域気候モデルのアジアを中心とした発展途上国への支援は、大いに推進してもらいたい。
- ・ 全球及び地域気候モデルの高度化は、不確実性評価を含めた温暖化等の予測精度向上を行い、より良い情報のユーザへの提供を実現するために行われるべきものである。これらがどのように進捗したかの報告も望まれる。また、平成 30 年 12 月の地球温暖化適応法施行も踏まえ、ユーザへの気候予測情報および科学知見の淀みない提供が行われる体制作りのため、気象庁、気象研究所には、主導的な役割を果たすことが望まれる。
- ・ 非静力学気候モデルや渦解像海洋モデル等の最先端モデリングにおいても、リーダーシップの発揮、さらに言えば、モデル開発のみならず、大学等の外部コミュニティを引っ張って行くリーダーシップを気象研究所には望みたい。
- ・ より多様な素過程の取組に基づいたモデルの改善は、歓迎すべき新しい研究の特徴であり、この戦略を将来もさらに進めてもらいたい。

「季節予報の高度化と異常気象の要因解明に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、季節予報のためのシステム開発や異常気象の要因解明などの、社会的に関心の高い事象について取り組んだものである。

本研究により、現行の季節予測システムの評価が行われるとともに、季節予報システムの改良によって、従来に比べて ENSO の表現に大幅な改善がもたらされるなどの成果が得られた。また、大気及び海洋モデルの解像度の向上と海氷モデルの精緻化、4 次元同化技術の発展により、季節予報精度が緩やかではあるが順調に向上している。

加えて、異常気象の要因解明についても多くの成果が得られ、平成 30 年 7 月豪雨に際しては、気象研究所の研究成果に基づいた気象庁での迅速な報道発表につながった。このことも良い点である。

一方、異常気象の要因については、偏西風ジェットの蛇行が原因であるとする、これまでの説明の域を脱していないと考えられる。また、季節予報システムの高度化が、気象庁から発表される季節予報の精度向上にどの程度貢献したのか、あるいは貢献する見込みなのかが明確ではなく、具体的な目標設定が必要であろう。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 予測不可能な流体運動の偶然性の評価も含め、異常気象の本当の原因に関する理解の向上が今後の課題である。
- ・ 大規模アンサンブル数値実験を用いて温暖化効果を定量化する「イベントアトリビューション」が流行りであるが、短期間、局地的な降水イベントでは従来手法の適用が困難である。手法の研究が望まれる。
- ・ 大規模アンサンブル数値実験は、温暖化の効果のみ評価して良しというものではなく、極端天候の起こった要因分析にこそ用いられるべきものであり、システム開発と同時に大規模アンサンブル数値実験を用いた研究アプローチを推進すると良い。
- ・ 本庁でも SST-given の AGCM 実験を気候監視業務に使うようになった。大気海洋結合モデルに

- よるアンサンブルデータ同化が導入されると、よりシステムティックに感度、要因解析ツールを構築することができるはずである。そのような中期展望も持って進めてもらいたい。
- ・ 天候変動の要因分析や予測可能性に関する研究を、外部コミュニティの力も借りてもっと強気に推進すべきであろう。
 - ・ 気候再解析は長期予報業務の根幹を為すに至った、といてよいが、これで完成ということはない。世界有数の再解析技術を持つ組織として、モデル開発にも匹敵するリソースの投入がなされるべきであり、データレスキュー活動にも気象研究所の指導力を望みたい。
 - ・ 赤道海洋の部分高解像度化が ENSO 予測精度向上に貢献した、という研究成果は興味深い。ENSO 予測精度は貿易風や ITCZ のモデル気候の具合によっても簡単に変わるため、高解像度化のインパクトを注意深く解析して、他機関にも参照される科学的知見に高めて頂くことを望みたい。
 - ・ 領域スケールの気候や極域の海氷のモニタリングと診断のために、人工衛星が利用できる時代になった。マイクロ波のみでなく、より高空間分解能の AHI や他の可視・赤外イメージャーのデータ利用の道筋を将来計画によく位置付けるべきである。衛星搭載合成開口レーダや高解像光学センサーがもたらす地表面情報と気象衛星との組み合わせも重要な将来課題であろう。

「地球環境監視・診断・予測技術高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、地球温暖化に係る炭素循環や海洋酸性化、エアロゾルによる直接・間接効果を観測により解明し、モデルやデータ同化・解析技術を用いて地球環境の監視・診断・予測技術を高度化することを目的とした、タイムリーかつ重要なものである。

本研究により、高度な技術を取り入れながら国際協調の下で標準物質などを整備し、長期観測を続けるという、地道な課題にもしっかりと取り組み、国際的な成果をあげている。このことは、十分に評価できる。また、大気中のエアロゾルやオゾン、CO₂、海洋中の CO₂などのモニタリングは、人類の生存にかかわる重要なテーマであるが、これについては、モニタリング手法の高度化に資するさまざまな成果が得られている。特に、化学輸送モデルの高度化によって、気象庁の黄砂予測の改善や CO₂の排出源推定につながる成果が得られたことを高く評価する。

一方、本研究では、地球観測の様々な研究が並行して進んでいるために、課題としての協働活動が不十分な感がある。例えば、エアロゾル研究は、大気化学全般の問題意識に立った研究目標の再設定が必要であろう。全体としていつまでに何をめざすか、そのために何を強化するかが不明瞭であり、気象研究所としての役割について、世界の取組（例えばグローバルなデータベースの構築や精度管理等）や、国内で進行中の共同研究の中での位置付けを明瞭に示していると良かった。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 気象研究所のような研究機関が、データ同化を駆使したモデルとの融合とその価値を積極的に推進・宣伝することが重要と考える。地球システムモデルと観測データを融合した炭素循環・地球システム監視・予測システムの実現は、パリ協定にも鑑みて喫緊の重要課題の一つであり、単独機関での実現は難しいと思うが、大きな目標に向けた連携努力が望まれる。

- ・ 船舶によって行うべき観測はしっかり継続しながら、自動観測を導入するというハイブリッド型観測網の構築に、気象研究所にはぜひ取り組んでもらいたい。
- ・ エーロゾルの化学輸送モデルの高度化およびデータ同化・解析システムの高度化も同時に進め、地球環境の監視・診断・予測技術全体を向上させていくことが重要である。現在の実施体制をさらに発展させ、気象業務への貢献だけでなく、世界のサイエンスコミュニティにおける日本のプレゼンス向上に貢献する研究を推進していくことを期待する。
- ・ 日本全体への本課題の成果の波及効果は大きい。従って、その成果を気象庁としてどのように評価するか、どのように維持するかを検討する必要がある。評価者としては、本課題が必要とする幅広い他機関の協力を正直に示した上で、他機関からの貢献、他機関への貢献を成果として評価するような将来計画を立てて欲しい。例えば、日本全体でひまわり衛星を使った研究が増えているので、これらを共同研究に含めるような研究戦略を立てるべきである。

評価分科会（台風・集中豪雨分野）

日 時：平成 30 年 9 月 11 日（火） 13 時 00 分～16 時 00 分

場 所：気象庁大会議室（気象庁 5 階）

委 員：岩崎俊樹 分科会長、木村富士男 委員、木本昌秀 委員、佐藤 薫 委員、坪木和久 委員、
泊 次郎 委員

評価結果

終了時評価

「メソスケール気象予測の改善と防災気象情報の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究の対象は、メソスケールの気象予測を実施するにあたって解決すべき多くの問題となっており、本研究は挑戦的で先進的なものと評価される。

本研究により、予報モデルの高解像度化、物理過程の改良及び同化手法の高度化がなされた。さらに、これらの改良等を実際の事例に適用することにより、顕著現象の理解の深化がなされた。その結果として、82 編の査読付論文、国内外での多数の発表、および 7 件のプレスリリースなどが実施され、その成果は高く評価できる。特に、アンサンブル予測に基づく短時間予報の高度化については、防災の観点から、これまでも増して予報現業に貢献することが期待されている。

加えて、災害をもたらした気象事例について積極的に解析を行ったことは評価される。特に、平成 29 年 7 月九州北部豪雨について解析を行い、線状降水帯の発生要因を迅速に明らかにしたことは、社会的な関心を得ており、高く評価できるものである。

一方、解析の手法については、モデル研究に偏りがちであり、観測データそのものも丁寧に調べる必要性を認識したうえでメカニズムそのものに迫る姿勢が弱めなのが残念である。

また、実験的研究は、数値予測モデルにおける雲物理過程スキームの高精度化を目指す、という位置づけであるが、これがどのような戦略をもって進められているのか、全体像がよく見えない。このほか、雲物理過程の開発と研究については、やや他の副課題との連携が弱いように思われる。

全体的に、本研究が目標とする防災気象情報の高度化については、どのように取り組まれ、どのような成果があったのかが十分説明されておらず、研究目標の設定を基礎的な研究に特化した方がよかったのではないだろうか。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 研究の節目で到達点を確認することも大切であり、長期目標に加えて適切な短期目標を立て、成果を示していくことが望まれる。
- ・ 物理過程開発の中長期ビジョンを持ち、日本・世界をリードするような形で、開発を進めて頂きたい。
- ・ メソ予報においては気象庁、気象研究所の技術力は世界のトップクラスである。特に実際の予報に重要なデータ同化、新規観測のインパクト、環境場から小さいスケールへの down-scaled-predictability（個々のメソイベントについて詳細な観測が必ずしもそろっていなくても環境場からどの程度まで予測可能であるか）といった観点で高い見識を示して頂くことを望む。これを踏まえた実際の予測へ反映できる知見を望みたい。
- ・ 今後は、丁寧なデータ解析を組み合わせ、メカニズムに迫る事例解析を踏まえたモデル予測性能の向上、戦略を明確にした実験研究、などを意識して進めるとよいと思われる。

「顕著現象監視予測技術の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、災害をもたらす顕著現象を主な対象としており、これに関して、データ解析による監視および予測を行う技術の高度化、並びに新しい観測技術の開発を目的とした、社会的意義の高いものである。

本研究により、フェーズドアレイレーダーなどの新しいリモートセンシングの活用実験が外部機関との連携のもと積極的に行われている。特に、JR東日本との間で共同研究を一定期間実施し、実利用の防災システムを構築するに至ったことは、高く評価できる。また、雷についても非常に活発な研究が展開されており、新たな観測法が開発が行われた。この点も特筆すべき事項である。これらの研究は気象研究所でなければ実施できない、最先端の研究として高く評価できる。また、本研究は、目標設定及び成果が明瞭であり、本庁業務への貢献も顕著である。

加えて、診断的予測技術に関して、地方官署での 50 回に及ぶ技術指導や教科書の作成など、非常に労力のかかる仕事を実施した。これにより気象庁の現業に貢献している点も非常に高く評価できる。

一方、豪雨や積乱雲の発達に下層水蒸気的重要性を指摘しておきながら、その海上における機動的観測を実施するための航空機観測を検討されていないことは残念である。これについては、気象学的観点から何らかの取組があってもよかったのではないかと考える。

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、当初想定した以上の成果が得られた非常に優れた研究であったと評価する。

今後は、以下の指摘事項を踏まえて、これまでの研究をさらに進めていくことを期待する。

- ・ データ同化研究を通じたモデルグループとの連携も進めているが、衛星観測システムの構築には大変な時間と開発コストがかかる。引き続き、先を見た開発研究の実施に努力していただきたい。
- ・ 観測、特に新規測器の可能性開拓は、モデル開発に劣らず重要な任務であるため、特に政府が重要視する防災研究の分野で、大いにリーダーシップを発揮して頂くことを望む。
- ・ 気象研究所が率先して「観測とモデルの融合」を推進してもらいたい。

- ・ 気象庁の庁内職員向け研修はレベルも高く、有用である。より広く宣伝して、気象予報士や学生にも聴講の機会を与えてほしい。
- ・ 海上の水蒸気観測は、予測へのインパクトが期待されている。大いにアピールを望む。
- ・ フェーズドアレイレーダーについては、今後、データの蓄積により、この5年間で得られた事例解析がどの程度典型的なものなのか、網羅的な研究に高めていく必要がある。また、これら一連の観測により得られた知見、観測データそのものを同化することによる予測へのインパクトについて数値的に明瞭化できると、なお良いと思われる。新たな技術開発や技術応用について、今後も進めていただきたい。
- ・ 外部との連携は、大型の観測装置を所有する気象研究所としてさらに拡充していただきたい。気象研究所のように多くの研究者を抱える組織としては、基盤研究Sや特別推進研究などの大型科研費を多数獲得して、それをもとにして大学などと連携研究を拡充していただきたい。これにより、気象研究所が、学界のコミュニティに大きく貢献することになると考えられる。

「台風の進路予報・強度解析の精度向上に資する研究（平成26年度～平成30年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、わが国の気象災害の主要な部分を占め、近年、激甚災害をもたらす頻度が高まっている傾向にある台風を対象としており、その予測精度の向上を目的としたものであることから、社会的意義と緊急性が高いものといえる。

本研究により、台風の進路予報及び強度推定について改善がなされた。さらに、降水量を含む強度についての研究が活発に行われ、多くの重要な成果が得られた。加えて、特筆すべき点として挙げられるのは、本庁とのプロジェクトチームを設置し、それが非常に有効に機能したということである。これは、本庁と気象研究所が一つの目標に向かって一定期間集中するという意味で、模範的な事例であるといえる。

また、台風の進路予測の鍵をにぎる予報解析システムについて、物理過程やデータ同化を改善することを通して、進路予報や降水量の予測値が改善することなどが示されたことは評価できる。加えて、台風の強度予報に関する新たな手法を開発し、これが気象庁の現業に導入されたことも評価できる。

一方、個々の改善が、それぞれ進路予報改善にどの程度貢献するのか、を明らかにすることも必要であったと感じる。また、台風のメカニズムに関する議論については記述的な内容にとどまっている。更に、予報ガイドライン開発は、本庁の要請に基づいて始まったものであり、本研究計画の開始段階で、このような明解かつ具体的目標が立てられなかったかという点が惜しまれるところである。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 台風については未解明のことも多いため、台風に関する基礎的な研究も同時に進めていただきたい。また、台風はアジア地域共通の課題であり、国際貢献を意識した研究活動の展開や共同研究の実施にも配慮していただきたい。
- ・ 業界の盟主として台風に関する科学的知見の蓄積、発表にも力を入れるべきである。
- ・ モデルでの再現までが目標のように書かれているが、力学理論等も駆使した解析を進め、台風およびそれに伴う降水の物理学に高めることができないものか。

- ・ 今後、現在の研究を発展させるとともに、例えばドロップゾンデのデータなども利用して、台風強度予測の改善にさらに踏み込んだ研究を行っていただきたい。

「沿岸海況予測技術の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、海洋のモデル開発とデータ同化を2つの柱とし、異常潮位や高潮による被害の軽減を目的とした研究であり、社会的意義の高いものである。

本研究により、高解像度日本近海海洋モデルや4次元変分法を用いた初期値作成技術が開発された。これにより、2020年度から気象庁で現業利用可能な次期日本沿岸海況監視予測システムが当初の計画通り完成することとなった。このことは評価できる。また、海洋研究開発機構と共同で、1982年から始まる35年間の海洋再解析データを作成し公開したことも海洋コミュニティへの貢献として特筆すべきものである。この長期海洋再解析データを使用することにより、黒潮流路の長期変動などのメカニズムについての研究が行われ、学問的な成果があげられたことも評価できる。

一方、技術目標は明確であるが、研究目標の設定がどのような要請に基づいて実施されているのか、成果がどのように利用されているのか、についてはやや説明不足である。また、海洋の大きな課題として、

(i) 日本の沿岸水位に関し、観測されている（温暖化傾向がはっきりしない）大きな数十年規模変動の由来を説明すること

(ii) AOGCM では表現できない日本列島沿岸水位の温暖化時の見通しを示すこと

(iii) 日本海海面水温の大きな温暖化傾向を説明すること

等があり、このような課題に挑戦すべきであったと考える。

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、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 次期中期研究計画では、アウトリーチを意識し利用者の意見等を反映させた計画を策定することを期待する。
- ・ 気象研究所に限らず、海洋に関する学術コミュニティでは長期予報や十年規模気候変動、地球温暖化等大気や陸面の変動も込みで気候システムとして考えなくてはいけない問題のときも海洋のみに目が行きがちである。従って、これらの課題でリーダーシップが取れていないと感じている。自分たちの課題であるという意識をもってもらいたい。
- ・ 観測データの活用により、今後このモデルの検証を緻密に行い、さらなる高精度化を進めるフェーズに向かう必要があるだろう。
- ・ 台風など大気擾乱が海洋に大きなインパクトを与える一方、海洋の変動が大気に影響するなど、大気と海洋は不可分に変動する。今後、大気と海洋を結合したモデル・同化システムへと発展させることを考えてもらいたい。

評価分科会（地震火山津波分野）

日 時：平成 30 年 9 月 14 日（金） 13 時 00 分～16 時 00 分

場 所：気象庁予報部会議室（気象庁 4 階）

委 員：小泉尚嗣 分科会長、木村富士男 委員、佐竹健治 委員、関口渉次 委員、泊 次郎 委員、

渡辺秀文 委員

評価結果

終了時評価

「緊急地震速報の予測手法の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、地震動の即時予測を目的としたものであり、波動伝播の原理にデータ同化手法を適用して未来の波動場を予測する、という革新的な成果を挙げている。

本研究により、従来の緊急地震速報で用いられている「震源とマグニチュードの早期決定」という考え方に加えて、「揺れから揺れを予測する」という新しい考え方をを用いて、より高精度かつ迅速な予測が実現できるようになった。この「揺れから揺れを予測する」データ同化手法を地震学に導入したのは世界で初めてであり、科学的に世界をリードするのみならず、実際に 2018 年 3 月から気象庁の緊急地震速報に本研究の成果が取り入れられ、広く国民へも貢献することとなった。これらのことは非常に高く評価できる。加えて、稠密な海底地震計観測網の活用にも資する、強震動入力時の地震計の挙動とその対策のための基礎研究を着実に進めたことや、長周期地震動についても、「揺れから揺れを予測する」データ同化手法を使える目途をつけたことが評価できる。

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、当初想定した以上の成果が得られた非常に優れた研究であったと評価する。

なお、今後に向けては、データ同化手法に三次元構造を導入するなどの精緻化を実施することで予測精度が向上し、大きな社会的意義も生まれてくると考えられる。引き続き、この分野における研究をリードして取り組んで欲しい。

「地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、学術的な成果には結びつき難い、地震活動評価手法及び地殻変動監視技術の高度化を目的としており、大学等では手薄になりがちであるものの、気象庁の日々の業務の向上には欠かせないことから、気象研究所が実施する必要性の高いものである。

本研究により、体積ひずみ計の降水補正に関して、3段階のタンクモデルに基づく新しい補正手法が開発され、2015 年から気象庁の地殻変動監視システムに取り入れられたことは高く評価できる。また、歴史地震や地下水といった分野にも手を広げ、学術的な成果を挙げていることは評価できる。さらに、地震発生シミュレーションについて、計算域を東北域にも広げ、M9クラスの東北地方太平洋沖地震のすべりを概ね再現できるモデルを構築したことは大きな成果であった。

一方、地震活動評価手法の高度化に関しては、新たな進展は特段なかったように見受けられる。研究の目標が「高度化」といった漠然としたものであり、より具体的な目標設定をした方が良いように思える。

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、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 地震発生そのものを予知・予測するというよりは、地震発生のパテンシャルを定量的に評価

するという方針を持って欲しい。

- ・ 地震活動評価手法の高度化に関しては、個別指標だけでなく、各指標相互の関係やその意義についての考察も深めて欲しい。
- ・ 地震発生シミュレーション技術の高度化に関しては、本研究によって様々な小アスペリティを設定することにより地震発生やゆっくり滑りを再現できることを示したが、これらの成果を総合し、その意義や地震発生のポテンシャルについての考察を深めて欲しい。
- ・ シミュレーション域については、巨大地震発生の可能性が指摘されている北海道沖に広げて欲しい。

「津波の予測手法の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、気象庁が行う津波業務への活用を念頭に、データ処理から始まる網羅的な津波予測手法を高度化することを目的としたものであり、津波被害の軽減に直接的に貢献できる社会的意義の高い研究といえる。

本研究により、多点データを用いた津波即時予測手法について、当初予測されていなかったものを含む様々なノイズの補正手法の開発により、現業に運用可能なレベルにまで高度化が進展した。このことは高く評価できる。また、遠地津波の後続波と減衰特性のモデル化についても、地震発生地域別に現象論的にモデルパラメータを決定し、推定される津波振幅とマグニチュードが比例することを見出し、津波注警報の解除時期の予測を可能とした。このことは実用面で重要な成果である。

一方、tFISH システムの運用など、研究成果を気象庁業務に生かす試みがなされているが、S-net データの利用開始に伴い、当初想定していなかった問題が出てきたようである。また、主要な研究担当者が続けて気象研究所外へ転出したことにより、研究を推進する力が低下していることは否めない。

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

なお、今後に向けて、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 予測精度や堅牢性をより高めて欲しい。
- ・ 波源推定に頼らず S-net など多数観測点の観測値から、一定時間後の津波高さを直接推定する手法について、M8 程度の大きな地震による津波では適用可能であることが明らかにされたのだから、その実用化を目指して欲しい。

「大規模噴火時の火山現象の即時把握及び予測技術の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、大規模噴火に対処可能な「噴石に関する情報」、「量的降灰予報」、「航空路火山灰情報」の高度化を目的とし、気象庁業務の高度化に寄与する社会的意義の大きい研究である。

本研究により、他機関の研究者とも協力しつつ、レーダーやシミュレーションを用いた噴火の現象把握や予測手法を開発し、これが気象庁業務にも適用された。このことは高く評価できる。

噴煙高度について、従来の目視観測では正確な即時的把握が困難であったところ、現業気象レーダーデータを用いた確率的推定手法を開発することにより、噴煙高度とその推定誤差を定量的に評価することが可能となった。このことは大きな成果である。また、先進的なレーダーを活用して、噴煙の三次元的な構造や内部構造の時間的変化を捉えることに挑戦したことも評価できる。火山灰の拡散予測の高度化については、火山灰の落下過程を改良したシミュレーションにより、大規模噴火の降灰予測が可能であることを確認した。これについても高く評価できる。

一方、噴出物の粒径分布や質量、動きなどを定量的に解析したり、噴煙と雨雲を見分けたりする手法の確立までには至らなかった。

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

「地殻変動観測による火山活動評価・予測の高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、気象庁の噴火予警報業務に資するために、地殻変動観測による火山活動評価手法及び噴火に至る火山活動の推移想定の高高度化を目的としている。

本研究により、国内外の火山を対象として地殻変動観測と解析を実施し、火山活動に伴う地殻変動からマグマ供給系解明に資する知見を取得した。特に、衛星データを活用した干渉 SAR 解析では、いくつかの火山で微小な地殻変動を高分解能で面的に検出し、火山監視手法としての有効性を確立した。このことは高く評価できる。また、様々な補正手法を開発し、火山活動に伴う微小な地殻変動を検出できるようになった。このことは、今後の火山監視能力を向上させるものである。さらに、近い将来の噴火が想定される伊豆大島で、通常期の各種変動のメカニズムの理解が進んでいることは、噴火の際に大いに役立つことと考えられるため、科学的な意義にとどまらず社会的にも意義のあることである。加えて、気象庁の各火山監視・警報センターが行っている噴火警戒レベルの判定基準精査及び噴火シナリオデータベース作成に協力し、気象庁業務の改善に貢献できたことも社会的に意義のあることと評価する。

一方、水蒸気噴火の予知・予測が非常に困難であることや噴火後の推移予測も困難であることは、本庁とも連携しつつ住民に周知しておく必要があると考える。住民に過剰な期待を与えないことは、必要とされる人材育成を長期に継続していくためにも重要なポイントと考えられるからである。また、研究の目標が「高度化」といった漠然としたものであり、より具体的な目標設定が必要であろう。

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

中間評価

「南海トラフ沿いのプレート間固着状態監視と津波地震の発生状況即時把握に関する研究（平成 28 年度～平成 32 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、研究成果によってすぐに地震予測が実現できるものではないが、地震発生メカニズ

ムの理解を深化させることによってやがて地震予測につながるという王道的なスタイルの研究である。

本研究により、多項目にわたる具体的な目標に対する研究が着実に進展し、実運用に資する結果が出ていることは高く評価できる。南海トラフ地震に関する研究では、スロースリップ・低周波微動・地震発生シミュレーションなど、網羅的に各種課題に取り組み、それぞれ着実に成果を上げつつある。また、津波地震即時把握に関する研究についても着実に進展していることは社会的な意義がある。プレート間固着状態監視技術の高度化については、スロースリップや深部低周波地震の発生を捉えるさまざまな手法が高度化され、これまで知られなかったスロースリップや低周波地震の存在を明らかにした。このことは大きな成果である。

しかしながら、「スロースリップや低周波地震発生が、将来の大地震の発生という観点から見てどのような物理的意味を持つのか」についての研究は十分進んでいない。

なお、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。

- ・ 他の研究課題の研究成果を適用しつつ、南海トラフの地震発生ポテンシャルの定量的把握に引き続き努めて欲しい。
- ・ 「南海トラフ地震に関連する情報」に関する評価検討会との関係性は理解できるが、副課題2の即時的地震像把握手法の開発は、B2 や B3 課題と密接に関連しており、これらの課題の後継課題と併合した方が良いのではないか。
- ・ 中央防災会議防災対策実行会議において報告された典型的ケースが発生した際には気象庁や地震研究者が何らかのコメントを求められる事は間違いないので、可能な範囲で典型的なケースを意識しつつ研究を進めるのが望ましい。ただ5年や10年の研究で結論が出るものではない事にも留意する必要がある。
- ・ 「物理的背景（プレート間固着域の状態変化）に関する説明能力の向上を図る」ための研究にも今後は力を入れて欲しい。

「火山ガス観測による火山活動監視・予測に関する研究（平成28年度～平成32年度）」

1. 総合評価

- (1) 継続の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

2. 総合所見

本研究は、火山ガスの観測及び分析という、気象研究所において新しい分野として始まった研究課題である。

本研究開始後、吾妻山の土壌ガスの連続観測は開始がやや遅れる、実験室や観測機器の整備及び研究環境の整理等に多くの時間を費やす、など当初の予定からやや外れることもあったが、概ね計画通り進捗し、ある程度成果を上げつつある。また、本研究では、意欲的に様々なデータを収集ようとしており、特に各気象台で、これまで個別に実施していた火山ガス現地観測に関するデータの一元的な整理が行われたことは、気象庁との連携という点で良いことである。

一方、研究の目標としては、当面は基礎的データの取得と事例研究に注力することとし、火山ガス変動機構のモデル化については、中長期的な目標とするのが適切であると考えている。

今後の研究は、以下の指摘事項を踏まえつつ、研究計画の一部を修正し、これまでの研究をさらに進めていくことを期待する。

- ・ 地球化学的な観測は、地球物理的な観測に比べて、地下からの情報の伝達が遅い上、局所的な変化も大きく、連続観測や多点観測が困難である、という欠点を持つ一方、地下で何が起きているのかを把握できるという長所を持つ。物理観測と化学観測のそれぞれの長所・欠

点を把握し、相補的・総合的に火山活動を評価するように方針を定め、着実に研究体制を整えていってもらいたい。

- ・ 吾妻山以外のデータや、大学などの行われた先行研究についてもチェックし、データベースを作成しておく将来役に立つのではないか。
- ・ 今後の研究にとっては、データの蓄積が鍵になる。火山ガスそのものよりも、熱水や温泉の方が、モニタリングコストが安いと思われる。火山ガスとの関連性が明らかであれば、熱水や温泉もモニタリングをしてはどうだろうか。
- ・ 地球物理観測との共同作業が重要であるという認識の深まりを受け、本研究の当初計画の一部を修正し、次期中期研究計画に基づく火山分野の研究課題の副課題として位置付けることにより、火山分野全体として一体的に研究を推進していく、という方針は妥当である。

評価分科会（地震火山津波分野）

日 時：平成 30 年 11 月 20 日（火） 13 時 30 分～15 時 30 分

場 所：気象庁大会議室（気象庁 5 階）

委 員：小泉尚嗣 分科会長、岩崎俊樹 委員、佐竹健治 委員、関口渉次 委員、泊 次郎 委員、渡辺秀文 委員

評価結果

事前評価

「地震津波の監視・予測に関する研究（平成 31 年度～平成 35 年度）」

1. 総合評価

(1) 実施の可否：可

(2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

※ 修正の必要ありと指摘された事項について、後日、必要な修正を行い、評価分科会として承認いただいた。

2. 総合所見

地震・地殻活動の評価に関する国民の関心・期待は高く、地震動と津波の予測は地震が発生した後の防災情報の作成に関わるものであり、気象研究所が取り組むべき研究課題である。

特に、副課題 1 における各種指標を統計的に処理して地震活動を評価する研究については、研究者が実施してみる価値はあると考えていても実際に実施される可能性の低い挑戦的な研究であり、本研究において実施する価値は大きいと考えられる。

本研究は、地殻活動の監視、地震動の予測、津波の予測の高精度化を目的としており、これまで、それぞれの研究課題としていたものを 1 つの研究課題に纏めて、地震・津波の研究分野で一体的に研究を推進していくという姿勢が表れた提案となっている。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について再検討した上で進めて欲しい。

- ・ 副課題 1 は、研究の進め方が十分練られておらず、地震活動の変化を示す様々な指標をどのように統合化するのか明確でない。既存研究や新たな解析結果の十分な吟味、それぞれの指標の変化と大規模地震の関連の有無の集約、指標の相互関係についての物理的な背景（モデル）に基づく整理により、統合的な指標を見出すことを目指すべき。
- ・ 副課題 1 は、「南海トラフ沿いのプレート間固着状態と津波地震の発生状況即時把握に関する研究」との相互関係や位置付けが不明瞭であり、違いを明確にすべき。具体的なアウトプットや気象業務への貢献もやや不明である。
- ・ 副課題 1 の各種地震活動指標及び地震発生シミュレーションの研究は、「南海トラフ沿いのプ

レート間固着状態と津波地震の発生状況即時把握に関する研究」の中で行った方が適切だと思う。

- ・ 副課題3について津波警報等の解除の目安を与えるということ以外の業務的なニーズも考慮すべき。

「火山活動の監視・予測に関する研究（平成31年度～平成35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

火山噴火による災害の軽減に対する国民の関心・期待は高く、レーダー監視による噴煙の即時的な把握、衛星 SAR や GNSS 観測における対流圏遅延補正、噴煙の移流拡散モデルと火山灰データ同化システムの開発など、気象研の強みを生かした計画となっており、気象研究所が取り組むべき研究課題である。

本研究は、各副課題を関連付けた統合的な計画であり、多種類の火山に対して多様な手法によって、それぞれ適切な目標、目的及び進め方で研究を実施することになっており、その成果が十分期待される。

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。

- ・ 副課題1の衛星 SAR の気象モデルによる補正については、火山のみならず地震の地殻変動においても重要なので、成果（プログラム）は広く共有していただきたい。
- ・ 副課題2及び副課題3については、気象研・気象庁内外の他の研究グループとの十分な連携を行って、研究を進めて欲しい。
- ・ 近い将来の噴火が確実視されている伊豆大島については、マグマ蓄積から噴火に至る過程を観測する大きな機会であり、この機会を逃すことなく、有効なデータの取得と、準備過程の全容を表現する物理モデルの開発につなげてほしい。
- ・ 研究者の専門分野が多様であるため、相互のコミュニケーションを、大切に研究を遂行していただきたい。
- ・ 火山ガス観測を火山活動評価に活かすためには、マグマや水蒸気の蓄積に伴って火山ガスの成分がどのように変動するのかを説明するモデル（仮説）も必要だと思う。観測と並行してモデル作りも進めて欲しい。
- ・ 火山灰の飛散予測は、火山と大気輸送の両方を所掌する気象庁の特徴を生かし予測技術を高めていただきたい。

評価分科会（台風・集中豪雨分野、気候・地球環境分野）

日時：平成30年11月26日（月） 9時30分～12時30分

場所：気象庁大会議室（気象庁5階）

委員：岩崎俊樹 分科会長、中島映至 分科会長、木本昌秀 委員、坪木和久 委員、泊次郎 委員、三枝信子 委員、田中博 委員

評価結果

事前評価

「地球システム・海洋モデリングに関する研究（平成31年度～平成35年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、大気と海洋のモデルを結合し、これに化学輸送モデルをつないだ地球システムモデルの開発を目的としており、全球の気候・気象予測のためのモデルの中核となる重要な研究課題である。大気と海洋を結合することで、気候の問題、台風の問題などに革新的な成果が得られると期待できる。

全球スケールのモデルの専門家を集めた研究体制が敷かれており、科学的現象の課題毎に作られている現研究課題に比べて、より技術開発の連携が取りやすい構造になっている。特に、現研究課題と比べて、化学輸送モデルとエアロゾルモデル開発の目標と位置付けが、より明確になった点は評価できる。

また、衛星データの同化に関する課題を扱う等、現代的な科学課題にも対応しており、専門分野毎に細分化された一昔前の構成に比べても新しくなっている。

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。

- ・ 研究の目標について、時間的な期限のある具体的な目標を設けることにより、メリハリのあたる研究活動を展開していただきたい。
- ・ 本研究は、気象・気候分野の他の5つの研究課題と密接な連携が必要になると思われる。効率的かつ効果的な開発が進むように、開発全体を調整する役割を担う人が重要である。
- ・ 化学輸送モデルとエアロゾルモデルのためのデータ作りや領域スケールの事例解析は「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」（以下、P課題）と「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究」（以下、D課題）に集まっているため、その連携を研究調整官がウォッチしておくことが重要である。
- ・ 地球システムモデルの開発としてみた場合には、海氷及び陸面水文過程、エアロゾル・雲・降水・微物理のモデル開発が弱いという印象を受ける。海氷のモデル開発はIPCCの重要課題であるが、近年、急速な海氷の減少が観測されたことから近未来の問題としてもその重要性が増している。P課題と同様に本研究の課題としても重要であるため、本研究の視点で重複を恐れず検討することを望む。陸面水文過程も気候変動とともに変化するため、陸面水文過程モデルの精密化に取り組んでいただきたい。
- ・ エアロゾル・雲・降水・微物理のモデルは、世界中のモデルの弱点とされる問題である。本研究において、P課題との重複を恐れず、異なる視点でモデルの評価を行っていくことを望みたい。
- ・ 化学輸送モデル、大気微量成分同化に関する研究（M5）と「気候・地球環境変動の要因解明と予測に関する研究」（以下、C課題）は、有機的に知見やデータを交換して研究を進めるべきである。例えば、M5で特にどのような観測データが必要か、どのようなモデルの検証が必須であるかといった知見がC課題に伝えられ、C課題で実施する新たな観測・測定技術の開発や高精度観測データの収集にそれが反映されるなどの相互連携があることが望ましい。

「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究（平成31年度～平成35年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究では、数値モデルの物理過程として、接地境界層の乱流、積雲対流、さらにエアロゾル・

雲・降水の微物理と重要な過程の研究が計画されている。加えて、雪氷圏の観測とモデル化という、今後、地球温暖化に伴い大きな問題となることが予想される問題を副課題の一つとして取り上げていることは、将来の全球・領域モデルの発展に大きく寄与することが期待できる。

領域モデル・雲物理・放射分野の研究者が集まっており、科学的現象の課題毎に作られている現研究課題に比べて、より技術開発の連携が取りやすい構造になっている。特に、気象庁の数値予報モデルに成果を反映することを主目的にしている点や、対流・放射・化学の過程間の相互作用のための技術開発の必要点を認識している点は評価できる。

対流・放射・化学の過程間の相互作用の現象解明などが、現代的な科学課題に対応しており、専門分野毎に細分化された一昔前の構成に比べても新しくなっている。

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。

- ・ 期待される研究成果としてデータ同化の成果が書かれているが、これについては他の研究課題に委ねて、本研究では、高解像モデルを利用した領域スケールの力学現象やエアロゾル現象のデータ解析を重点として位置付けて、研究を進めてもらいたい。領域スケールの現象解明のために衛星データを利用するという切り口が、地球観測衛星の利用法のトレンドである。
- ・ 積雲対流スキームのグレーゾーン問題を重要な課題として取り上げている。この問題はモデルの高解像度化に向けて避けて通ることができない難しい課題であるが、正面突破を目指していただきたい。
- ・ 積雪に関わる物理過程は、現在の現業メソスケールモデルでは開発が遅れている。積雪を精密に扱えるモデルの開発を期待する。エアロゾル・雲・降水微物理過程では、エアロゾルの役割について、科学的に十分なコンセンサスを得たうえで、現業にも使えるようなパラメタリゼーションの開発を期待する。
- ・ 物理過程の基礎的研究ということになると閉鎖的になりがちかとも思うので、モデル開発者が少なくなってきた昨今、大学等の研究を鼓舞するような対外的なリーダーシップも求めたい。

「データ同化技術と観測データの高度利用に関する研究（平成31年度～平成35年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、データ同化技術について、今後その重要性が増し、さらに大きく発展することが見込まれる中で、その手法の開発・改善及び観測データの高度利用を目的とした、適切な課題が設定された研究課題である。

同化システムの開発とアンサンブル予報システムの開発により、これまで不可能であった豪雨の予測にブレークスルーをもたらすことも期待される。

データ同化と観測システムを一体的に開発することによって、数値予報への貢献に繋がる観測システムの開発を目指すという意図が感じられ、その点は評価したい。加えて、実用的な研究に加え、非ガウス型の誤差分布を持つ観測データの同化などの基礎的な課題に取り組んでいるという点も評価したい。

このほか、従来の研究課題に比べて、他機関・他グループとの連携を明記し、戦略として位置付けている点も良い。

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。

- ・ OSEやOSSEを通じて、観測データの価値を気象予測の精度向上の視点で評価する研究

を積極的に展開して欲しい。

- ・ データ同化は、様々な観測データの利用、様々な現象の実況監視や再解析など、将来的に幅広く利用可能な技術である。部外との共同研究も積極的に展開して欲しい。
- ・ エーロゾルや雲物理に関するデータ同化には、シミュレータの高度化が重要であり、「大気の物理過程の解明とモデル化に関する研究」（以下、P課題）との連携が必要である。
- ・ 大学等では、資源の関係でデータ同化の研究を進めにくいいため、資源と研究課題を提供する等の形で学術コミュニティへの指導力も発揮して欲しい。また、広報的な活動にも多少力を入れて欲しい。
- ・ 随伴コードの準備が必要になる変分系のアルゴリズムは、可動性、拡張性に欠けると感じる。そのような基本的な指摘にも応えられるような研究を期待したい。

「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（平成31年度～平成35年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、最先端の偏波・フェーズドアレイレーダなどの最先端観測装置や AI などの新技術を用いた、線状降水帯をはじめとする集中豪雨や竜巻等の顕著現象の機構解明と監視予測技術を目的とした、先端的であり気象庁の予報業務と直結する重要な課題である。

本課題のテーマの一つの台風については、構造解析やメカニズム解明などの重要課題が計画されており、気象庁の台風解析や予測精度向上に寄与することが期待される。また、気象研究所の知見・技術が上手く集約されており、良い成果が期待される。

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。

- ・ 是非、スピード感を持って、成果を社会に還元して欲しい。
- ・ 副課題2の集中豪雨や大雪などの顕著現象の診断的予測手法の開発に大いに期待している。
- ・ AIは次世代気象業務に向けて重要な研究課題であり、本課題の目的に合致する。ただし、まだ開発に時間がかかり、現時点では決して万能とは思えない。AI向きの問題を上手に切り取り、経験を積む必要がある。AI専門家との交流や人材の育成などに配慮する必要がある。
- ・ 監視予測技術については、社会に提供される情報の出口を明確にして、可能な限り客観的な手法を開発すべきである。
- ・ やるべきことが非常に沢山あるように思うので、課題設定とスケジュールリングの管理をしっかりと行って頂きたい。これまでも実施されているが、顕著現象発生時の即時分析は社会的にインパクトも高く、宣伝効果も抜群なので、そのような分析ができる体制を十分に整備願いたい。
- ・ アンサンブル時代を迎えた今、多数サンサンブルを用いた感度解析をメカニズムや要因分析等に組織的に用いる潮流を確立して頂きたい。

「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年度～平成35年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、気候変動に関する国際枠組や各種国際共同研究への貢献度が高い重要な分野を扱っているとともに、気象研究所の一貫した研究の方向性の下に適切に課題設定された、社会的に重要な研究課題である。

特に、副課題3と4では、大気と海洋での温室効果ガスなどのモニタリングに注力されており、これらの副課題は、気象研究所でないと実施できない特有の研究と思われる。

一方、多くの課題を取り込んでおり、関連する他の研究課題（「地球システム・海洋モデリングに関する研究」、「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」）との役割分担を明確にした上で、連携を密にして、研究を効率的に進めていく必要があるだろう。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について留意して進めて欲しい。

- ・ 自然現象（異常気象の多発や北極海の海氷減少など）、社会情勢（適応法の成立、IPCCの締め切りなど）、観測技術の進展（GOSAT-IIほか）などの状況を短中期的な目標に反映させ、節目節目で気象研究所としての達成度を確認できるような計画を示していただきたい。
- ・ 研究の目標について、5年間にどのレベルまで達成するのか、何に力を入れるのかを示し、メリハリのある研究活動を展開していただきたい。
- ・ 長期間の研究課題を緊張感を保ちつつリードしていくためには、長期的な目標と短中期的な目標の両者が必要であり、かつ両者が整合していることが望ましい。
- ・ 気候変動・地球環境変動は多くの研究機関・大学で研究が進められている。是非、リーダーシップを取り、当該分野の日本の研究をリードしてもらいたい。
- ・ 副課題1では、多数サンサンプルを用いた感度解析を組織的に要因分析等に用いる潮流を確立して頂きたい。

「シームレスな気象予報・予測の災害・交通・産業への応用に関する研究（平成31年度～平成35年度）」

1. 総合評価

(1) 実施の可否：可

(2) 修正の必要の有無：修正の必要あり

※修正の必要ありと指摘された事項について、後日、必要な修正を行い、評価分科会として承認いただいた。

2. 総合所見

本研究は、温暖化影響評価及びこれに必要なモデルの高度化にとどまらず、気象データの利活用、気象予測データの気候変動適応への応用的利活用を目的とした、社会ニーズから気象知財の利用をバックキャスト的に掘り起こすものであり、気象研究所として初めて取り組む研究課題である。

気象情報の高度利用を目指すもので、適応法等の国の施策と深く関係しており、地域における温暖化対策の基盤的情報を提供すること等が期待される。適応法が成立したこともあり、国立環境研究所との協力を強化することは良い点である。

一方、社会ニーズに応えようとする姿勢は評価できるが、いずれの課題も始まったばかりであり、具体的な研究手法はあまり定まっていないため、試行錯誤が続くのではないと思われる。

社会ニーズに配慮しながら、研究グループ内で十分に議論し、他の研究課題を見据えつつ、研究の目標と対象範囲を明確化して、着実に研究を実施することが重要となってくるだろう。

なお、研究の実施にあたっては、以下の点について再検討・留意した上で進めて欲しい。

- ・ 研究計画について、もう少し具体的に明記いただけないか。特に、副課題2と副課題3は、研究課題を明確化することが望ましい。

- ・ 関係部署の助けが必要であるため、課題代表者の権限を大きくする等、所としての体制作りを検討した上で進めていく必要があるだろう。
- ・ 副課題2と副課題3は、気象情報の産業利用や防災利用を目的としており、情報の受け手側の意見をよく聞く必要があるところが難しさである。
- ・ 本研究に、基礎研究指向の研究者が配置されても何をしてよいのかわからない状態になる可能性があるため、留意して研究を進めていただきたい。
- ・ 目的を達成するためのツールの開発について、組織的かつ気象庁の独自性が出るよう、留意して研究を進めていただきたい。
- ・ 積極的に利用者との交流を図り、データ提供の在り方などに留意して研究を進めていただきたい。

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。

平成30年度気象研究所研究課題評価委員名簿

委員長	隈 健一	気象研究所長
委員	高菽 出	研究総務官
	大野木和敏	研究調整官
	安田珠幾	企画室長
	小泉 耕	予報研究部長
	堤 之智	気候研究部長
	青梨和正	台風研究部長
	佐々木秀孝	環境・応用気象研究部長
	鈴木 修	気象衛星・観測システム研究部長
	橋本徹夫	地震津波研究部長
	山本哲也	火山研究部長
	石井雅男	海洋・地球化学研究部長
	丸本大介	企画室研究評価官

平成30年度の開催状況

平成30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：平成30年11月5日（月） 9時00分～12時00分

場 所：気象研究所第一共用室

委 員：隈健一、高菽出、大野木和敏、安田珠幾、小泉耕、堤 之智、青梨和正、佐々木秀孝、鈴木修、橋本徹夫、山本哲也、石井雅男、丸本大介

議事概要

・課題評価

一般研究6課題の終了時評価を実施した。評価の結果については下記のとおり。

評価結果

終了時評価

「大気海洋結合データ同化システムの開発に関する研究（平成26年度～平成30年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、海外の気象センターで大気海洋結合同化モデルの現業化が進む中、時間スケールの長い気象予測にとって不可欠な優先度の高い研究課題であり、大気同化、海洋同化システムをベ

ースとしたシステム構築および初期実験結果を得ることは、今後の発展の礎となるものと考えられる。

本研究により、気象庁の現業システムをベースとした初めての大気海洋結合同化システムを構築したことは評価できる。開発したシステムは、全体として現業システムと同程度ではあるものの、気象庁独自の現業ベースの大気海洋結合同化システムの開発ができたことには十分意義がある。気象研究所にとって新しい取組であり、フィージビリティスタディとして、次期中期研究課題に繋がる研究成果が得られた。

また、現業運用で用いられている非結合の同化システムに比べて、熱帯域の降水の再現性が向上する可能性が示唆されたということから、モデルの性能面での向上もあったと判断できる。挑戦的な内容であったが、大気海洋結合同化モデルの礎を築くことができたことで、次期中期計画研究での発展が期待できる。

一方、イニシャルショックの原因については明らかとなっておらず、まだ精度向上に貢献したというところには至っていない。

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

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 大気海洋結合同化は世界的にも開発が進んでおり、次期課題では、予測精度向上に向けて取り組んでいただくとともに、現業化までのロードマップを本庁関係部署と十分検討して次の5年間の研究に反映させていただきたい。
- ・ イニシャルショック対策などの解析は、引き続き行うべきである。今後の課題を整理して次期中期研究計画に反映させることを期待したい。
- ・ 今後、結合同化システムの継続的な改良を行い、気象庁業務への早期活用が期待される。
- ・ 筆頭の査読論文は少ないようなので、得られた知見等をドキュメント化することも大切と思われる。

「大気境界層過程の乱流スキーム高度化に関する研究（平成26年度～平成30年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、数値モデルの高解像度化とともに重要な課題となってきた、大気境界層の「グレイゾーン」問題について、数値計算、風洞実験、野外観測の様々な手段を効率的に用いて、大気境界層乱流の解明を目指した研究である。

本研究により、「クレイゾーン」に対応できる乱流スキームを新たに開発し、その成果を現業メソモデル asuca に導入したことは高く評価できる。今後、数値予報課との連携を密にして本スキームが気象庁の現業に用いられることが期待される。

気象研究所の風洞実験施設を有効に活用した研究成果としても評価できる。

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、当初想定した成果が得られた優れた研究であったと評価する。

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 数値予報の改善に向けての目標設定を具体化していただきたい。
- ・ 次期中期研究計画では、物理プロセス開発の重要な課題として進めていただきたい。
- ・ 学術的な貢献の先に、気象業務へどんな形で貢献できるのか、具体的な目標がイメージできることが望ましい。

「放射収支の監視システムの高度化と気候変動要因解明に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

研究を実施した意義はあった。

2. 総合所見

本研究は、気候変動のメカニズム解明を目的として、分光日射計やスカイラジオメータ等の精密な観測装置の開発や衛星データのアルゴリズムの開発を行うなど、幅広い範囲で有益な研究である。

本研究により、多くの観測機器を維持し、観測を継続させたことは意義があった。また、スカイラジオメータ観測の業務化に貢献する等、気象庁業務に役立つ成果が得られたことは評価できる。論文発表についても積極的に行っていることは評価できる。

一方、個々の研究成果がどのように有機的につながって総合的な放射収支の成果に結びつくのかというビジョンが見えない。副課題 1 については、個々の研究成果は優れているもののバラバラ感があり、副課題 2 については、当初の目標が達成されたとは言いがたい。

以上のことから、本研究は、ある程度適切な目標設定と研究体制のもとに実施され、一定の成果が得られた研究であったと評価する。

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 気象庁として取り組むべき研究の目的を明確にした上で、外部資金を上手く活用して、今後の研究を推進していただきたい。
- ・ 次期中期研究計画では、気象研究所における放射観測について、これまでの観測・解析・成果を踏まえつつ、学术界（放射業界）では気象研究所がどのように位置づけられているか、気象研究所予算と外部資金をどのように組み合わせて研究を実施していくか、現業化のロードマップ等を明確にしていきたい。

「雪氷物理過程の観測とモデル化による雪氷圏変動メカニズムの解明（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、地球温暖化に対して脆弱な地域である雪氷圏を対象として、観測・衛星リモートセンシング・数値モデルなど個々の研究を有機的に組み合わせ、雪氷圏変動の実態把握、変動メカニズム解明、予測精度向上を目指した研究である。

本研究により、期待された積雪・放射過程アルゴリズムの改良や雪氷物理プロセスモデル SMAP の精度向上などの成果を上げている。ひまわりへの応用、数値モデルでの利用、雪氷プロダクトの平成 30 年度の業務化予定などの気象業務に貢献する成果に加え、波及効果の大きい衛星リモセンへの応用なども評価できる。

また、科研費や環境省地球一括等の外部資金を利用し、多くの外部研究機関と連携をとりながら、効率的に研究が行われた点も評価できる。30 を超える査読論文はもとより、成果の発表も数多くなされており、日本雪氷学会平田賞等を受賞している。

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

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ グリーンランド氷床の監視を継続する気象庁としての意義について、十分検討した上で、次期研究に取り組んでいただきたい。

- ・ グリーンランドでの観測から得られる知見は有益である。外部資金次第ではあるが、エフォート管理等に留意して、無理のないよう研究を進めてほしい。
- ・ SMA P をメソモデルに組み込むのであれば、今後は NHM で進めるのではなく早めに asuca に切り替えることを検討してほしい。
- ・ 本研究において十分に取り組んでいるプロセス研究について、どのように社会応用していくか部外連携を含めて今後検討してほしい。例えば、国内の積雪モデル高度化に寄与することが考えられるだろう。

「海洋モデルの高度化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、気候の変動を考える上でも重要な存在である海洋について、海洋モデルの再現性能の向上を図り、海洋変動の実態や特徴を明らかにし、その要因を解明することを目指した研究である。

本研究により、全球規模の海洋循環、海氷から沿岸、内海の海況までの気象庁の海洋モデル全般を担う開発が計画的に進められ、着実な成果が上がったことは高く評価できる。特に、高解像度海洋モデルの開発は、今後の気象庁の沿岸防災業務への貢献に期待が持てる。

また、研究成果の査読論文としてのドキュメント化、MRI.COM Ver. 4 の開発や利用環境の整備を通じた開発モデルの部外への提供等、社会的なアウトプットを意識して取り組んだ点も評価できる。

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、当初想定した成果が得られた非常に優れた研究であったと評価する。

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 他の研究課題の見本となる内容であり、今後の取組に期待したい。海洋モデルの開発は確実に進められているので、今後は、より大きな目標設定をお願いしたい。
- ・ 今後、気象庁全体の海洋関係の人材育成や業務移転等に積極的に関わり、当該研究を効率化するとともに気候変動研究への主体的な寄与にも期待したい。
- ・ 部外連携に向けた海洋モデルの大学等研究機関への公開の取組について、今後の発展を期待したい。
- ・ 研究課題に「開発管理」を加えたことに、特に意義があった。
- ・ 開発した海洋モデルは汎用的なモデルなので、日本の標準的なモデルになるように努力をお願いしたい。

「環境要因による局地気候変動のモデル化に関する研究（平成 26 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

研究を実施した意義はあった。

2. 総合所見

本研究は、都市気象モデルの物理過程の多様化や高精度化及び、地域気候モデルの精度評価等にあたり地上気象観測データの品質や代表性の確保が求められる中、領域気候モデルの精度向上及び周辺環境による露場内の気温差の実態の解明を目指した研究である。

本研究により、都市気候モデルが領域気候モデルに取り入れられ、都市キャノピーモデルの精度改善が見られたことは大きな成果である。近年の地球温暖化やヒートアイランド現象に対する

都市域における客観的な評価に役立つ成果が得られている。ヒートアイランド対策大綱に基づく本庁気候情報課の業務への貢献があったことも評価できる

また、大手町露場等での詳細な観測データの取得や観測環境についての調査が実施され、今後につながる成果が得られている。しかし、観測データの性質に関する情報を得るところにまで至っていない点は、若干残念である。

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

なお、今後の次期課題の実施にあたり、以下の指摘事項を踏まえて、取り組んで欲しい。

- ・ 都市気候モデルに関する研究（副課題1）は、気象庁の動向等、気象研究所を取り巻く外的要因に留意しつつ、今後の研究を進めて欲しい。
- ・ 観測データの環境依存に関する研究（副課題2）は、今後、より普遍性のある知見をドキュメントとして取りまとめる等、一般化してゆく努力が必要だろう。
- ・ 副課題2については、最終的な目標を明確にし、今後の計画や役割分担等の気象庁との調整を十分に実施した上で、研究を進める必要がある。

気象研究所研究課題評価委員会

日 時：平成31年2月15日（金） 9時00分～12時00分

場 所：気象研究所第一共用室

委 員：隈健一、高薮出、大野木和敏、安田珠幾、小泉耕、堤之智、青梨和正、佐々木秀孝、鈴木修、橋本徹夫、山本哲也、石井雅男、丸本大介

議事概要

- ・ 課題評価、年次チェックアップ

地方共同研究3課題の終了時評価及び地方共同研究1課題の事前評価、地方共同研究2課題の年次チェックアップを実施した。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

「事例解析・比較及び数値実験による大雨の調査（平成29年度～平成30年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、平成30年7月豪雨のような災害について、豪雨発生予測ワークシートを利用することによって、被害を軽減させることに寄与する可能性がある研究課題である。

本研究により、TV会議等による打合せを通じて、進捗、課題を整理し、研究所からも助言や追加の数値実験を実施するなど、短い研究機関の中で多くの成果をあげた。成果の発表も精力的に行われ、高く評価できる。研究の目標設定が高い困難なテーマでもあったが、地方の人材育成で一定の成果があったという観点で地方共同研究としては評価して良いものと言える。地方の人が意欲的に取りくんだ点も良かった。

目標としたワークシート作成には至らなかったものの、近いところまで進んだことは大いに評価できる。今後の現業への活用が期待できるので、引き続き進めていただきたい。

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

なお、今後の研究成果の活用にあたっては、以下の指摘事項に留意して、取り組んで欲しい。

- ・ 現業的にうまく使えるようにフローチャート作成について現場の作業のフォローをお願いしたい。
- ・ 今後、本研究のような地方との共同研究を現業モデルの asuca ベースでできるよう期待したい。

「積雪変質モデルを用いた積雪層に関する研究（平成 29 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

非常に優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、なだれ注意報の改善を目指して、SMA P を用いて雪崩の起こる原因を科学的につきとめるというチャレンジングな研究課題である。

本研究により、観測データが十分得られない中、表層雪崩と全層雪崩の特徴の違いを数値的に例示できた点は、興味深い成果である。明確な基準を設定しにくい面があるなだれ注意報について、判断に役立ちそうな数値的な情報が得られた点は、高く評価できる。雪崩に関連した積雪の安定性を導入したことで雪崩危険度が定量化されたことは非常に大きな進展と考えられる。積雪断面観測実習を行ったことも、特筆されるべきものである。今後の注意報の改善に向けた研究の発展が期待される。

また、地方側の積極的な参画が見られており、人材育成にも有効であったと考えられる。研究者の知見と地方現場の問題意識がうまくマッチングできた好例である。

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、当初想定した成果が得られた非常に優れた研究であったと評価する。

「立山カルデラ新湯周辺の火山活動と水位変動に関する調査（平成 29 年度～平成 30 年度）」

1. 総合評価

優れた研究であった。

2. 総合所見

本研究は、火山活動の現状把握、噴火による災害を防ぐための基礎資料となり得る研究課題である。

本研究により、現場観測や定点観測等による震動と水位の関係が明らかとなり、起源の考察や活動履歴の調査等、幅広い数多くの成果があった。少額の予算の中、現地での観測にも苦労があったと思われるが、間欠泉の定性的なイメージを明確にできたことは大いに評価できる。特に、研究期間を延長した 2 年目の研究において、目標の絞り込みを行ったことは適切であった。

また、現地官署による観測方法や解析方法の工夫や努力など、気象研究所からの助言のもと、適切に研究がすすめられており、人材育成にも有効であった

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

なお、今後の研究成果の活用にあたっては、以下の指摘事項に留意して、取り組んで欲しい。

- ・ 火山研究にとってとりわけ観測的研究は重要である。地台において、本研究のような研究成果が得られることは、高いスキルを持つ地台職員がいるということである。今後も研究所からのサポートを続けてほしい。
- ・ 普段の業務では得られない多くの経験も財産となると思われる。火山活動の監視等に活用できる多くの知見が得られた。今後の火山研究、火山業務に活かしてほしい。

事前評価

「機械学習を用いた地震波検測に関する研究（平成31年度～平成32年度）」

1. 総合評価

- (1) 実施の可否：可
- (2) 修正の必要の有無：修正の必要なし

2. 総合所見

本研究は、自動震源決定の作業過程において、地震波の自動検測が非常に重要な部分を占めていることを踏まえ、その高精度化を目指した研究課題である。

業務運用のための震源決定における課題の検討により、適切な目標が設定されている。ビッグデータである地震波データの検測を機械学習（ディープラーニング）で行う研究は、AI利用の研究として適切である。成果が出れば全国的に応用できる等、気象庁業務に大いに寄与があるものと期待される。

一方、今後の研究の進め方が、やや曖昧な印象を受ける。短い期間のフェージビリティ研究として、得られた成果や課題を次の計画につなげることも想定して進めていただきたい。

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。

- ・ 業務化に至るまでの中期的な研究目標の設定も別途検討すべきである。
- ・ 機械学習とはいえ、問題の本質を人間が把握しておくことは重要であり、研究遂行中に発生した課題や問題点の整理は十分に行っておくべきだろう。