

プロフィールシート（事前評価）

研究課題名：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

（副課題1）地域気候モデルによる予測結果の信頼性向上に関する研究

（副課題2）産業活動に資する気候リスク管理

（副課題3）防災・交通分野への気象情報の活用

研究期間：2019年度～2023年度（5年間）

研究代表者：高薮 出（研究総務官）

研究担当者：（副課題代表者）村田昭彦、仲江川敏之、小畑淳

1. 研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

（副課題1）

温暖化を巡っては、平成27年11月に「気候変動の影響への適応計画について」閣議決定がなされ、環境省は「気候変動適応情報プラットフォーム」（A-PLAT）を設けた。ここには、気象庁において作成した気候温暖化予測情報第9巻（平成29年3月）の内容も掲載されている。さらに、平成30年6月には「気候変動適応法」が成立、平成30年12月1日に施行されることが決まっている（これに伴い国立環境研究所内に「気候変動適応センター」が設立される）。これにより、各地方自治体には温暖化対策策定が求められるようになり、第1次情報としての数値モデルによる温暖化予測情報はより一層重要性を増す。そのため、気象庁は文科省と連携を取り「気候変動に関する懇談会」を平成30年6月に発足させ、気候予測情報の提供体制を整えつつある。このほかに、国交省でも治水計画に「気候変動」を取り込むことを計画しており、「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」が平成29年に設けられ議論が進んでいるところである。

（副課題2）

2009年の第3回世界気象会議で、災害軽減や生活の質を向上させるために気候情報を活用する枠組み、Global Framework for Climate Service (GFCS)の実施が採択され、欧米では大型研究プロジェクトを始めとして、各国の気象機関も気候情報の利活用についての研究が盛んに行われている。WMO気候委員会でも、GFCSに貢献するための専門家チームが複数結成されて活動を行っている。

日本では当庁気候情報課が気候リスク管理の調査を継続的に行っている。また、再生可能エネルギー分野では気象研究所を始めとして気候情報の利活用研究が盛んに行われている。また、国土交通省の生産革命プロジェクト31のうちのひとつとして、気象ビジネスの創出～気候情報の利活用の促進～が現在進行している。こうした動きを受けて、気象ビジネス推進コンソーシアムが立ち上げられ、産業界で気候情報を利活用する機運が高まっている。

(副課題 3)

国土強靱化にかかわる我が国の防災のありようについては、国交省の「新たなステージに対応した防災・減災のあり方に関する懇談会」(平成 27 年 1 月)において議論が進められてきている。「新たなステージ」とは、近年頻発するようになった大雨・洪水の現状(ステージ)を表している。WMO 大気科学委員会でも、「気象業務のための科学(Science for Services)」を提唱しており、防災・減災に直結する気象情報の提供に資する研究の推進を行っている。

エンドユーザーからの要望として防災・減災につなげるべく、①予報精度の向上、②時間的猶予の増大、③情報伝達の改善の 3 つが挙げられる。このうち①・②については気象庁で取り組むべき課題として、国交省の交通政策審議会気象分科会においても提言されている(平成 30 年 8 月)。このように、情報の改善といってもユーザーまで相互に関連することは明らかであり、その意味でも、そのような俯瞰的な研究開発が今後求められる。

(学術的背景・意義)

(全体)

ここでは、時間的にシームレスな気象予報・予測をいかに生産性革命・国土強靱化に活かしていくかという課題設定となる。「温暖化予測」は 10 年~100 年の時間スケールである。他方、「産業気象」となるとその時間スケールは数週間~数年スケールが中心となる。また、「防災・交通」はより短く、数時間~数日の時間スケールが中心となる。したがって、それぞれにおいて気象予測研究側での最適な取り組みは異なってくる。ところが、気象(ないしは気候)情報の流れとしてみると、これらはいずれも影響評価研究を通しての行政のエンドユーザーへ向けての流れとなり、これらは同様のパターンを呈する。そこで、ユーザーとの橋渡しという視点(階層間トランスレーターという立場)から課題を整理すると互いに応用可能な技術が数多く見えてくるため、そこには新しい学問の芽があると考えられる。特に本課題は気象研究所で閉じた課題にはならないため、外部機関との共同研究、外部予算の獲得により効率の良い研究体制が取れることが期待される。地方共同研究もまた然りである。

農業分野は農業気象、航空分野は航空気象というように、気象データを十分に利活用した様々な分野がある。それ以外の産業分野では、上述の通り再生可能エネルギー分野で研究が勢力的に行われているものの、実用化には更なる研究が必要な状況である。非常に広い産業分野から見れば、ほんの少しの分野での調査・研究が行われているだけで、潜在的に気象情報が有用な産業分野は広範な筈であるが、まだ調査・研究が未着手というのが現状である。これらの潜在的分野で気象情報を利活用できれば、国内的には生産性革命に、国際的には GFCS に貢献することができる。また、気象情報が有用な産業分野は取りも直さず、温暖化適応が必要とされる分野でもあり、温暖化適応研究にも貢献できる。

(気象業務での意義)

(副課題 1)

社会的背景でも述べたように、温暖化適応に関しては法律の施行により政府一体となって取り組むことが明記されている。そのため、気象庁・気象研究所も本法律の施

行に伴い国立環境研究所内に整備される「気候変動適応センター」並びにその地方中枢と緊密な連携を取りつつ業務を進めていくことになる。その際、業務の円滑な実施に向けては、温暖化適応センターと地理的に近く研究交流も従来から進んでいる気象研究所がセンターとよく連携を取ることが温暖化対策行政への気象庁の寄与にとり、非常に重要になると考えられる。また、気象庁はこの情勢下、国交省・文科省とも連携して温暖化対策策定に貢献する体制をとるが、そこでも研究所の貢献が期待される。

（副課題 2）

産業で利活用できる気象情報を明らかにし、また生産性の向上に貢献することは、本庁気候情報課で行っている気候リスク管理の調査に貢献できるほか、温暖化予測情報とそれに付随するデータセットの利活用にも貢献が期待される。更に、気象ビジネス推進コンソーシアムの事務局を行っている本庁情報利用推進課による産業との連携について、本研究成果を通して推進することができる。

（副課題 3）

過去の顕著な現象に対するメソアンサンブル予報の精度や有効性、また限界などを理解する。これらの基盤的な調査結果は、メソアンサンブル予報の利用促進に繋がる。また、再予報データは副課題 2 が実施する産業の分野における教師データとしても活用でき、応用気象分野全体の裨益にもなる。これに加え、再予報実験結果の統計的調査によりメソアンサンブル予報システム開発へのフィードバックが期待され、また極端事象に対する調査は気象庁が進めている「警報級の可能性」への応用が期待される。

2. 研究の目的

（全体）

気象情報を利活用し、豊かで安全な生活をもたらすような世の中を実現することが目的である。その中には、気象予報・予測精度の向上とともに、気象情報の利用に関し不確実性の観点も含め各分野の専門家と協働・協創を行うことも含まれる。

（副課題 1）適応策策定に資する高い確度の地域気候予測情報を創出するため、地域気候予測結果にばらつきをもたらす要因を分析し、予測の不確実性を低減する。

（副課題 2）1 週間～季節予測を用いた気象・気候リスクを管理する事例研究を通して、必要とされるデータの過去観測・気象予測データの利用可能性と予測精度について整理し、気候リスク管理が生産性向上をもたらす潜在的な産業分野の開拓を通して、気象・気候リスク管理による幅広い分野での気候情報の利活用を目指す。

（副課題 3）メソアンサンブル予報の活用可能性について検討を行い、特に、防災・交通分野での利用者開拓を行う。

3. 研究の目標

（副課題 1）

- ① 地域気候モデル及び数値実験設定の改良
- ② モデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価
- ③ モデルによる再現・予測結果における物理的メカニズムの理解

(副課題 2)

- ① 各産業分野の気候リスク管理に必要な気象データの整備と予測精度評価
- ② 週間～季節予測情報を利活用した異業種・産学官交流に基づく気候リスク管理に関する先進的研究
- ③ 利活用の裾野を拡大するための簡便な産業分野別気候指標の開発

(副課題 3)

- ① メソアンサンブル再予報の実験環境の活用。
- ② 災害・交通分野への予報精度の統計的検証。
- ③ 再予報データの利活用の推進。

4. 研究体制

研究代表者：高薮 出

担当研究者：

(副課題 1) サブ代表者： 村田昭彦 (環境・応用気象研究部)

(副課題 2) サブ代表者： 仲江川敏之 (気候研究部)

(副課題 3) サブ代表者： 小畑淳 (環境・応用気象研究部)

研究協力者：併任者として本庁気候情報課、情報利用推進課からの参加を想定。

5. 研究計画・方法

(副課題 1)

- ① 地域気候モデル及び数値実験設定の改良

気象庁の現業で使用されている数値モデル (asuca) を新たに導入し、地域気候モデルとして使用するための調整等を実施する。高解像度 SST のモデル計算結果に対する効果を調べる。陸面過程等の物理課程の改良を行う。

- ② モデルによる再現・予測結果に対する信頼度評価

従来とは異なる現実的なシナリオ (RCP2.6 等) に沿った予測結果の解析を行う。現象による切り分けを行いつつ、統計的手法によって予測結果を評価する。ディテクション&アトリビューション手法等を活用し、現在既に温暖化が顕在化しているかどうか検証する。

- ③ モデルによる再現・予測結果における物理的メカニズムの理解

各現象 (降水システム、局地風など) 及び各要素 (気温、雨、雪、風など) に応じて温暖化予測結果の解析を実施する。

(副課題 2)

- ① 各産業分野の気候リスク管理に必要な気象データの整備と予測精度評価

GFCS の優先分野 5 つ (農業と食糧安全保障、災害軽減、エネルギー、健康、水資源) に重点を置きつつ、潜在的な気候リスク管理需要の調査を行う。その中から選定した分野について、必要となる気象観測・予測データの整備を行い、予測精度の評価を行う。

- ② 週間～季節予測情報を利活用した異業種・産学官交流に基づく気候リスク管理に関する先進的研究

①で得られた基盤情報を基に、産業に応じたアンサンブル週間～季節予測情報を最

大限利活用するためのリスク管理手法について理論的検討から AI 等の活用も検討する。幾つかの産業を取り上げ、関係機関(農業環境技術研究所、防災科学研究所、電力中央研究所、産業技術総合研究所、国土技術政策総合研究所など)と連携して、気候リスク管理について解析し、モデルの開発を行う。その際に、気象ビジネス推進コンソーシアムなどの枠組みを利用して、異業種・産学官交流による研究方向の新機軸を模索する。

③ 利活用の裾野を拡大するための簡便な産業分野別気候指標の開発

②では選ばれた産業について、先進的な手法を用いた高度な気候リスク管理の研究を行うのに対して、本研究では気象情報利活用の裾野を広げるために既存の気候指標の有効性を検討する。また、産業別に適した気候指標を開発する。また、国内に留まらず、世界展開も視野に入れて開発する。

(副課題3)

- ① データ同化手法、初期摂動作成手法、数値予報モデルなど、現業のメソアンサンブル予報システムで用いられている手法をできるだけ採用し、メソアンサンブルの再予報実験の環境構築を行う。
- ② メソアンサンブル再予報を実施し、蓄積された再予報データのパフォーマンスを明らかにする。平均場と同時に、極端事象に関しても実施する。これにより、メソアンサンブル予報の有効性と限界を明らかにする。
- ③ 再予報データの利活用を進める。“AI”の教師データとしての活用も行う。また、過去事例の解析を通じ、メソアンサンブル予報の潜在的な利用者の掘り起こしも行う。このように、新たな利用者の開拓を行い成功例を蓄積する。

6. 研究年次計画(研究フロー図を参照)

中間評価時の到達目標

(副課題1)

- ① 気象庁の現業で使用されている数値モデル(asuca)を地域気候モデルとして使用するための問題点等を整理し、新モデル導入の指針を得る。高解像度 SST のモデル計算結果に対する効果を明らかにする。
- ② ディテクション&アトリビューション手法等を活用し、現在既に温暖化が顕在化しているかどうか検証する。降水現象の予測結果について、統計的手法によって信頼度を評価する。
- ③ 各現象(降水システム、局地風など)及び各要素(気温、雨、雪、風など)に応じて温暖化予測結果の分析を実施する。

(副課題2)

- ① 優先分野5つについて、潜在的な気候リスク管理需要の調査結果を纏め、一事例について、気象データ収集と予測精度評価を行う。
- ② 先進的手法の調査をまとめ、アンサンブル予報を有効に活用した気候リスク管理の事例解析を行う。
- ③ 産業データを収集し、算定した既存の気候指標と産業データとの相関関係を見だし、その根拠を明らかにする。またより適切で簡便な気候指標を検討する。

(副課題 3)

- ① 中間評価時までは、再予報実験の環境活用を進める。
- ② 再予報実験ならびにパフォーマンスチェックを開始する。

7. 研究の有効性（気象業務への貢献、学術的貢献、社会的貢献など）

（気象業務への貢献）

（副課題 1）

- ・気候情報課の業務である温暖化予測情報の元データを作成・分析することで、気象業務へ貢献する。
- ・数値モデルの再現性を検証し、その知見を共有することで、モデル改良等の数値予報課の業務に貢献する。

（副課題 2）

- ・気候リスク管理の先進的研究については、気候情報課の業務と密接に結びついている。
- ・簡便な産業別気候指標は、気象ビジネス推進コンソーシアムの裾野を広げる点で、本庁情報利用推進課の業務と密接に結びついている。

（副課題 3）

- ・気象庁本庁の運用システムと同等の方法を活用することにより、気象庁メソアンサンブルシステムの改良につなげる。
- ・再予報実験の顕著現象に関するパフォーマンスチェックは「警報級の可能性」への貢献になる。

（学術的貢献）

（副課題 1）

- ・地域気候シミュレーション結果に関する物理的メカニズムの研究によって、気象学の発展に寄与する。
- ・温暖化予測結果の信頼度評価の際に各種統計手法を駆使するので、統計学の発展に寄与する。

（副課題 2）

- ・利活用気象データの評価により、普段モデル開発などでは見過ごされがちな気象要素の評価が進み、モデルコミュニティに再現・予測精度のフィードバックができる。
- ・気候リスクの先進的な研究により、産業気象分野の拡大・活性化に貢献できる。
- ・簡便な産業別気候指標の開発により、産業気象学の裾野の拡大に貢献する。

（副課題 3）

- ・メソアンサンブル予報の潜在的な利用者の発掘は、境界領域の新しい研究を見出すことになる。

（社会的貢献）

（副課題 1）

- ・地域気候モデルによる将来気候変化予測データセットは様々な分野の影響評価研究グループに利用されると共に、政府及び全国の地方自治体の温暖化に対する適応策の策定に寄与する。
- ・本研究で得られた地域気候に関する成果は IPCC AR6 に貢献することが期待される。

（副課題 2）

- ・ 気象リスク管理の先進的研究により、国土交通省の生産革命プロジェクトに直接貢献することができる。
- ・ 簡便な産業別気候指標の開発により、気候リスク管理の敷居を低くし、生産性の向上に、気候リスク管理を導入する端緒を与えることができる、また、この指標により、WMO の分野別気候指標専門家チーム等を通して、海外へも貢献ができる。

（副課題 3）

- ・ 社会的な要請に応えられる情報の創生は、気象情報の災害分野への利活用につながる。