

プロフィールシート（事前評価）

研究課題名：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

（副課題1）雲解像地域気候モデルによる顕著現象の再現・予測に関する研究

（副課題2）防災・交通安全に直結する気象情報高度化に関する研究

（副課題3）社会経済活動の安全・安心を向上させる気象・気候情報の利活用

研究期間：2024～2028年度（5年間）

研究代表者：徳廣貴之（応用気象研究部長）

研究担当者：（副課題代表）村田昭彦、高野洋雄、仲江川 敏之

1. 研究の背景・意義 ※現状と気象研究所の実績、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）

（副課題1）雲解像地域気候モデルによる顕著現象の再現・予測に関する研究

地球温暖化に関する社会の関心は年々高まっており、各地方自治体に地域気候変動適応センターが続々と設立され、地域気候変動適応計画の策定が進められている。地域の適応に取り組むためには、基礎情報としてきめ細かな我が国の気候の将来変化予測が必要不可欠であることから、気象庁ではこれに対応すべく、市町村スケールの気候変動予測情報を創出することを目指している。このためには、各市町村を解像できるような高解像の地域気候モデルの開発が急務である。本副課題はこのような社会的要請に沿ったものである。

（副課題2）防災・交通安全に直結する気象情報高度化に関する研究

近年、台風・大雨等の顕著現象による自然災害が頻発し、より適切な注意喚起の必要性が高まっている。このため、予測の不確実性を考慮してより信頼できる情報内容を検討するとともにその影響を評価し、ユーザーが災害リスクを分かりやすい情報を伝えることが重要となる。WMO 推進のもと、気象が「どうなるか」から「何をもたらすのか」を伝える予測（IBF：Impact-based Forecast）を指向した情報開発が世界的に進められている。このため、顕著現象の予測の信頼性の向上と、その影響（災害リスク）を伝える情報の開発が求められている。

（副課題3）社会経済活動の安全・安心を向上させる気象・気候情報の利活用

インターネットなど仮想世界である「サイバー空間」と、私たちが暮らす現実世界である「フィジカル空間」を高度に融合させ、経済発展と社会的課題の解決を両立する Society5.0 は、我が国が目指すべき未来社会である。こうした社会を実現するために、社会経済と密接に関連した分野で、例えば、気象予測を用いたスマート農業やスマート再生エネルギー活用、気象・気候情報の利活用を推進することが求められている。

（学術的背景・意義）

(副課題 1) 雲解像地域気候モデルによる顕著現象の再現・予測に関する研究

雲解像地域気候モデルによる予測については、積雲が完全に解像される訳ではないが、誤差要因の一つである積雲パラメタリゼーションを使用しないことから、不確実性の低減が見込まれる。このような雲解像モデルの使用により、顕著現象の再現・予測の精度が上がり、メソスケールの顕著現象の地球温暖化による変化のメカニズムの解明が期待される。

(副課題 2) 防災・交通安全に直結する気象情報高度化に関する研究

台風や大雨・強風などの顕著現象の情報は防災上重要であり、学術的理解のもと予測情報の精度は高まってきているが、予測誤差を完全に取り除くことはできない。予測の不確実性（誤差）をふまえて、より信頼できる情報内容を検討していくことが重要となる。また、これらの顕著現象の予測を基に、その災害リスクを評価し、より実用的な情報内容を検討していくことが求められる。

(副課題 3) 社会経済活動の安全・安心を向上させる気象・気候情報の利活用

簡便な気候指標については、研究レベルだけでなく、WMO 専門家チームでも社会経済活動の意思決定に用いる検討が進められている。気候の将来変化予測に基づいた温暖化影響評価やアンサンブル予報の高度利活用は様々な分野で研究が進められている。

(気象業務での意義)

(副課題 1) 雲解像地域気候モデルによる顕著現象の再現・予測に関する研究

気象庁ではこれまで第 9 巻まで発刊されてきた「地球温暖化予測情報」を発展させ「日本の気候予測 2020」を創出するに至った。今後 5 年ごとに発刊される予定の本レポートにおいては、気象研究所で開発・改良された地域気候モデルによる予測結果が基礎データとして使用されることから、気象研究所の貢献への期待は大きい。今後、地域気候モデルの高度化によって、不確実性が低減し計算結果の精度向上が見込まれ、本レポートの予測結果の信頼性が高まる。あわせて、社会的背景・意義でも述べたように、市町村向けのきめ細かな予測情報の創出にも貢献できる。

(副課題 2) 防災・交通安全に直結する気象情報高度化に関する研究

気象庁が発表する防災情報は、利用者にとって分かりやすい内容であり、防災対応にとって使いやすいものである必要がある。本研究では、予測情報の不確実性を踏まえて信頼性を加味した情報内容や災害リスクを端的に示す情報内容を検討していくことで、気象庁の発表する防災情報の高度化に貢献できる。

(副課題 3) 社会経済活動の安全・安心を向上させる気象・気候情報の利活用

気象・気候予報は、これまで防災面での利活用が進められてきたが、WMO が先導する Global Framework for Climate Services (GFCS) のように、様々な分野で、気象情報の利活用の可能性の調査が始まっている。この副課題を通して、新たな気象・気候予報を追加することなく、新たな分野、新たな利活用法を開発提案することで、潜在的なユーザーを開拓することは、気象業務にとって、意義のあることである。

2. 研究の目的

(全体)

豊かで安全な生活をもたらすような社会を実現するため、気象・気候予測の高度利用を図り、特に防災対応や気候変動適応に貢献する。

(副課題1)

より詳細な日本域の気候の将来変化を予測する雲解像地域気候モデルの開発・改良を AI の活用も適宜検討しつつ進め、市町村スケールの気候変動予測情報・影響評価の創出に貢献する。また、同モデルによるシミュレーション結果をもとに、メソスケールの顕著現象の地球温暖化に伴う変化のメカニズムを解明する。

(副課題2)

大雨や高潮・波浪による河川洪水や沿岸浸水の予測・リスク評価に関する手法の開発・改良を AI の活用も適宜検討しつつ進め、より効果的な防災対応に貢献する。また、様々な災害につながる台風予測情報の改善に向けて、誤差要因等を調査して予測の不確実性を踏まえつつ、より信頼できる進路・強度予測ガイダンスや、中長期予測プロダクトの検討を進める。

(副課題3)

気象・気候情報の利活用の推進・拡大に資する簡便な気候指標を整備し、その変化・変動の要因を解明する。また、大学・研究機関と協力・連携した、気象・気候リスク管理に資する気象・気候情報の利活用に関する取組を通じて、気象・気候リスクの軽減を図り、社会経済活動の安全・安心や生産性の向上に貢献する。

3. 研究の目標

(全体)

本研究では、気象・気候予測の高度利用として、IBF を指向した取組を中心に実施する。その中には、情報の利活用に関し社会経済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)

- ① 格子間隔 1km 以下の地域気候モデルの開発
- ② 検証用高解像度データの検討及び検証の実施
- ③ 雲解像地域気候モデルを活用した顕著現象のメカニズム解析

(副課題2)

- ① 予測不確実性を踏まえた台風ガイダンスの改良・開発
- ② 次世代洪水予測モデル及び洪水ガイダンスの開発
- ③ 沿岸の総合水位予測・浸水リスク評価手法の開発

(副課題3)

- ① 利用が容易な気候指標の整備ならびに変化要因解明
- ② 気象・気候リスク管理に資する利活用研究とデータ整備

4. 研究体制

研究代表者：徳廣貴之

担当研究者：

(副課題1) サブ代表者：村田昭彦 担当研究者：6名程度

(副課題2) サブ代表者：高野洋雄 担当研究者：4名程度

(副課題3) サブ代表者：仲江川敏之 担当研究者：6名程度

研究協力者：併任者として、気象リスク対策課、気候情報課、海洋気象情報室など、
客員研究員として、東京大学、神奈川大学、海洋研究開発機構、産業技術総合研
究所などを想定。

5. 研究計画・方法

(副課題1)

① 格子間隔 1km 以下の地域気候モデルの開発

局地的大雨など災害につながる顕著現象の再現性向上を図るため、水平スケールが 10 km ほどの積乱雲が直接表現できるようになる格子間隔 1km の地域気候モデルを開発する。特に、都市モデル、土地利用などの部分を精緻化あるいは高度化する。また、更なる高解像度化（格子間隔 1km 未満）を念頭にテストランを行う。得られた結果をもとに性能評価を行い、改善すべき点を抽出する。

② 検証用高解像度データの検討及び検証の実施

高解像度の地域気候モデルによるシミュレーション結果を検証するための観測データについて、その使用可能性について検討する。領域再解析データ、解析雨量、衛星データなどを想定し、主に降水量の検証に活用することを考える。利用可能なものについては、従来の観測データとともに実際の検証に利用する。

③ 雲解像地域気候モデルを活用した顕著現象のメカニズム解析

様々な大気現象（降水システム、局地風など）及び様々な気象要素（気温、雨、雪、風など）に対して、主に顕著な現象・気象要素を対象とした地球温暖化予測結果の解析を行い、地球温暖化に伴う変化のメカニズムを明らかにする。また、イベントアトリビュション（EA）手法を活用したメカニズム解析を実施する。

(副課題2)

① 予測不確実性を踏まえた台風ガイダンスの改良・開発

台風予測情報の不確実性に関する調査を踏まえ、予測信頼性情報を加味するなど、より効果的な台風情報について検討を進め、台風の進路や強度、発生などに関するガイダンスの改良・開発を行う。

② 次世代洪水予測モデル及び洪水ガイダンスの開発

実況補正等を組み込んだ高解像度の次世代洪水予測モデルを開発し、洪水予測情報の改善を図るとともに、新しいモデルによる予測情報を活用して内水氾濫や小河川の短期洪水予測など洪水ガイダンスの改良・開発を行う。

③ 沿岸の総合水位予測・浸水リスク評価手法の開発

高潮・高波の予測情報を統合して沿岸の総合水位を現業的に予測する手法の開発を進めるとともに、沿岸の浸水リスクを評価する手法の開発を行う。合わせて、高

潮と波浪の相互作用等についても調査し、複合災害の予測手法の開発も進める。

(副課題3)

① 利用が容易な気候指標の整備ならびに変化要因解明

気候モデルを用いて歴史実験を行い、グリッド形式の気候指標データセットを長期に亘り整備する。このデータを用いて、過去の指標変化とその気象学的な要因解明を行う。また、社会経済指標と気候指標の統計関係を調査し、気候指標の利用可能性を評価する。これらの研究活動を通じて得られた知見を、WMO を始めとした国際的枠組みを通して、世界の気象・気候リスク低減に貢献する。

② 気象・気候リスク管理に資する利活用研究とデータ整備

GFCFS の5つの優先分野(農業と食糧安全保障、災害軽減、エネルギー、健康、水資源)を踏まえつつ、短期から気候までのシームレスなアンサンブル予測を最大限利活用する先進的リスク管理に資する研究に取り組む。特に、本取組では、社会経済を含む各分野の専門家との協力・連携を図るとともに、大学・研究機関との共同研究も進める。また、共同研究において、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。

6. 研究年次計画 (研究フロー図を添付)

中間評価時の到達目標 (研究期間が5年以上の場合)

(副課題1)

雲解像地域気候モデル内の都市スキームの高度化・精緻化を行う。客観解析手法をもとにしたデータを含む高解像度観測データの利用可能性を調べる。顕著な気象要素の地球温暖化に伴う変化メカニズムを解析する。

(副課題2)

台風予測情報における誤差要因等を調査して、台風の発生見込みや強度予測に関するガイダンスの試作を行う。また、次世代洪水予測モデルのプロトタイプの作成と沿岸総合水位の実用的な算出手法の試作を行い、河川洪水や沿岸浸水に関する予測情報の有効性について評価する。

(副課題3)

農業分野、再エネ分野、水文分野について、外部機関と協力して、シームレスかつアンサンブル気象・気候データの先進的活用を図る。また、利活用を容易にする気候指標や高解像度データの整備を進める。

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)

本研究は、以下の気象業務に貢献するとともに、気象ビッグデータの利用拡大やDX 社会に対応した気象サービスの拡大にもつながる。

(副課題1)

- ・ 2030 年に向けた数値予報技術開発重点計画「④温暖化への適応策」で目標としている国や地方自治体の適応策に資する気候変動予測情報の高度化へ貢

献する。

- ・ 気候情報課の業務である「日本の気候変動」レポートの元データを作成・解析することで、気象業務へ貢献する。また、雲解像地域気候モデルを活用した顕著現象のメカニズム解析を通じて、大雨等の顕著現象の発生頻度情報の開発にも貢献する。
- ・ 地域気候モデルの再現性を検証し、その知見を共有することで、メソモデルの改良等の数値予報課の業務に貢献する。

(副課題 2)

- ・ 気象庁中長期計画「キキクル（危険度分布）の高度化、及び指数計算モデルの高度化（長期目標）」に貢献する。特に、河川洪水の予測手法の改善に関する研究は、令和 10 年度以降のキキクル改良に直結し、大雨に関する情報の改善に寄与する。
- ・ 気象庁中長期計画「台風進路予報・強度予報の改善」に貢献する。台風予測誤差に関する知見は、現業で行っている予測情報の信頼性向上に貢献する。
- ・ 気象庁中長期計画「高潮の危険度分布情報の開発、及び的確な防災対応のための、高潮・波浪情報の改善（長期目標）」に貢献する。特に、高潮・波浪による沿岸浸水の予測手法の改善に関する研究は、令和 7 年以降に計画されている高潮危険度分布情報（キキクル）の開発・改良に寄与する。

(副課題 3)

- ・ 気候リスク管理の先進的研究については、気候情報課の気候リスク管理業務と密接に結びついている。
- ・ 利用が容易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。
- ・ 気象・気候情報のユーザーとなる各分野の専門家との連携に係る知見・技術を蓄積・共有し、気象庁と大学・研究機関との連携強化に貢献する。

(学術的貢献)

(副課題 1)

- ・ 地域気候モデルによるシミュレーション結果を詳細に解析し、地球温暖化による現象、特にメソスケールの顕著現象の変化に対する物理的メカニズムを理解することで、気象学の発展に貢献する。
- ・ アンサンブルシミュレーション結果等を用いた予測結果の不確実性評価を通して、各種統計的手法の活用裾野を広げることに寄与する。

(副課題 2)

- ・ 近年、台風・大雨等の顕著現象による自然災害が頻発し、諸現象の予測に加え災害リスクの評価が求められおり、世界的にも IBF を指向した情報開発が進められている。
- ・ 大雨・強風・高波・高潮、洪水、土砂災害等、様々な災害につながる台風については、その発生や進路・強度予測に関して、予測の不確実性を踏まえて更なる情報の高度化が求められる。
- ・ 洪水、高潮、高波等、複数の現象が関連した複合災害もしばしば発生しており、これらの影響を踏まえた情報の高度化がリスク評価に重要となる。

(副課題3)

- ・ 日本において、気候リスク・気候サービス関連研究の先駆けとなる研究を行う点で、学术界に貢献する。

(社会的貢献)

(副課題1)

- ・ 地域気候モデルの高解像度化によって、市町村単位の気候変動予測情報の創出に貢献し、得られたデータは温暖化影響評価、適応策策定の基礎データとなることが期待される。
- ・ 本研究課題で得られる地域気候に関する成果が IPCC AR7 に引用されるなど、国際的な貢献が期待される。

(副課題2)

- ・ 台風の予測情報の高度化に向けた研究を通して、一般に向けて発する気象庁の台風予測情報の信頼性や利便性の向上への貢献が期待される。
- ・ 研究で開発された災害リスクを端的に表現できる情報が発表されることで、市町村の適切な避難情報の発令や住民の主体的な避難等、より効果的な防災対応を支援できる。
- ・ 災害リスクを端的に伝える情報の開発は、WMO の推進している IBF の展開や国連が主導する EW4ALL (Early Warnings for All) 等のプロジェクトへの貢献につながるほか、地域センターとして気象庁が提供している情報の改善など、アジア等の関係諸国に対する貢献も期待される。

(副課題3)

- ・ 気象・気候リスク管理の先進的研究により、共同研究機関などを通して、社会実装に貢献することができる。
- ・ 利用が容易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 意思決定のための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。

※ 添付資料

- ・ 課題説明図及び研究フロー図等