

環境エネルギー科学技術分野における 研究開発課題の事後評価結果（案）

平成24年7月

環境エネルギー科学技術委員会

事後評価調整グループ

事後評価調整グループ 構成員一覧

(敬称略)

氏 名	所 属
甲斐沼 美紀子	独立行政法人国立環境研究所 フェロー
杉山 大志	財団法人電力中央研究所社会経済研究所 上席研究員
関 正雄	株式会社損害保険ジャパン 理事 CSR 統括部長
高橋 桂子	独立行政法人海洋研究開発機構地球シミュレータセンター プログラムディレクター
高村 ゆかり	名古屋大学大学院環境学研究科 教授
安岡 善文 ※	東京大学 名誉教授
安成 哲三	名古屋大学地球水循環研究センター 教授
山地 憲治	財団法人地球環境産業技術研究機構 理事・研究所長

※主査

21 世紀気候変動予測革新プログラムの概要

1. 課題実施期間及び評価時期

平成 19 年度～平成 23 年度

中間評価 平成 21 年度、事後評価 平成 24 年度

2. 研究開発概要・目的

人類の生存基盤に重大な影響を及ぼす恐れがある地球温暖化について、「地球シミュレータ」の能力を最大限に活用して、確度の高い温暖化予測情報を信頼度情報と併せて提供するとともに、温暖化の影響として近年特に社会的関心が高い極端現象(台風、豪雨等)に関する解析を行い、予測情報の自然災害分野の影響評価への適用を図った。

研究開発の推進にあたっては、(A)温暖化予測モデルの高度化および将来予測、(B)温暖化予測モデルの不確実性の定量化・低減、(C)自然災害に関する影響評価の3つの課題を有機的に結合した形で、5年間のプロジェクトとして実施した。具体的には、(1)長期気候変動(2300年まで)の予測、(2)近未来(20～30年後)の予測、(3)極端現象(台風・集中豪雨等)の予測、(4)雲解像モデルの高度化、(5)海洋乱流シミュレーションの高度化の5つのチームで、研究開発を実施した。

3. 研究開発の必要性等

地球温暖化・気候変動は、全人類が共通に直面する大きな課題となっており、第3期科学技術基本計画においても、「気候モデルを用いた21世紀の気候変動予測」「気候変動リスクの予測・管理と脱温暖化社会設計」は、世界と協調して正確な気候変動の予測を行い、地球温暖化に適応できる将来社会を設計し実現する科学技術として、5年間の集中投資が必要な戦略重点科学技術として位置付けられていた。

本プログラムは平成25年頃とりまとめ予定の「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」第5次評価報告書へ日本として中心的な貢献を果たすことや、低炭素社会の構築のための国内外の政策検討、さらには台風、熱波、集中豪雨等の極端現象による災害リスク増大に対処するための対策を確立するための科学的根拠の提供を目的としている。

本プログラムの実施により、極端現象を含めた詳細な気候変動予測を行い、温暖化の災害リスクに及ぼす影響を精度良く推定し、適応策や緩和策等の政策検討、さらには温暖化抑制の必要性に関しての理解促進に資することが可能である。

なお、本プログラムの実施にあたっては、プログラム統括のもと、大学や研究機関が一体となって研究開発が進められるような体制を構築したほか、環境省の推進する気候変動に対する適応策研究との連携を図るなど、効率的な研究開発が進められた。

4. 予算（執行額）の変遷

年度	H19(初年度)	H20	H21	H22	H23	総額
執行額	23億円	22億円	15億円	15億円	6億円	81億円

5. 課題実施機関・体制

研究代表者 海洋研究開発機構 IPCC 貢献地球環境予測プロジェクト
プロジェクトリーダー 時岡 達志
東京大学大気海洋研究所 副所長・教授 木本 昌秀
気象庁気象研究所 気候研究部長 鬼頭 昭雄
名古屋大学地球水循環研究センター 准教授 坪木 和久
東京大学大学院理学系研究科 教授 日比谷 紀之

主管研究機関 海洋研究開発機構、東京大学、名古屋大学

共同研究機関 北海道大学、茨城大学、京都大学、農業環境技術研究所、土木研究所、電力中央研究所、国立環境研究所、国土技術政策総合研究所、高度情報科学技術研究機構、気象庁気象研究所

事後評価票

(平成24年7月現在)

1. 課題名 21世紀気候変動予測革新プログラム

2. 評価結果

(1) 課題の達成状況

長期予測、近未来予測、極端現象予測の核となる3種のモデル開発や、今後のモデル開発における核となる個別課題（雲解像モデル等）の開発と、それらを利用した温暖化予測の信頼性向上という課題については、よく達成されている。影響評価研究についても成果が得られており、IPCC第5次評価報告書への貢献等の所期の目標は達成されたと評価できる。効率性の観点からも、モデル開発研究と影響評価研究を組み合わせることにより、相互に駆動しあって研究のスピードアップが図られ、研究の構成として成功したと言える。

なお、各チームの達成状況については以下のとおり。

○長期気候変動の予測

2300年までの長期間を予測する地球システム統合モデルの開発及び当該モデルによる地球環境の気候変動予測等については、計画通りに進んだ。一方、影響評価研究については、予測結果の不確実性による影響の度合い等の評価も必要であるが、データ収集や初期的なモデル評価、沿岸災害等の評価を行ったところであり、論文等の成果という意味での達成度はこれから期待される。

○近未来の予測

近未来（20～30年後）を予測するための核となる気候モデルが計画通り構築され、当該モデルによるIPCC第5次評価報告書に寄与するための予測実験も完了した。また、温暖化対策に水災害リスク情報を適用することを目標に影響評価研究を行い、今後の対策に資する成果を生み出した。

○極端現象の予測

20－2km格子解像度の大気モデルによる極端現象（台風・集中豪雨等）の予測が可能となり、また、これらの予測結果に基づく自然災害分野の影響評価を実施する等、計画通り進捗した。特に、本チームでは、気候モデル開発グループと影響評価グループの間に緊密な連携関係が醸成され、良い相互作用を生むことができた。

○雲解像モデルの高度化

雲物理課程の精緻化による雲解像モデルの高度化、また雲解像モデルと全球モデルとの結合による全球モデルの高度化等を予定通り進め、計画通りの進捗をみた。

○海洋乱流シミュレーションの高度化

海洋表層混合層における物理パラメータの評価と、それに基づく混合層乱流モデルの

高度化を図り、計画通りの成果を得た。一方で当モデルと本プログラムで開発されている気候モデルとの結合は今後の取組として期待したい。

(2) 成果

長期予測、近未来予測、極端現象予測のそれぞれにおいて世界的に見ても科学的前進が見られる特徴のある成果が得られたと評価できる。雲解像モデルの構築など、将来の発展の芽として今後のモデル開発に不可欠な要素研究でも成果が得られており、評価できる。

影響評価研究と適応策・緩和策への寄与については、環境省の研究プロジェクト（環境研究総合推進費 戦略的研究開発領域 S-5）等と連携し、協力体制の基盤を築いた。

なお、各チームの主な成果については以下のとおり。

○長期気候変動の予測

以前からの課題であった大気海洋陸域の統合モデルの構築については、エアロゾルモデルや全球植生動態モデルの組み込みを行い、再現性の改善による将来予測の向上、既存の温暖化シナリオに基づく植生分布変化及び同シナリオ実現のための炭素収支等の予測ができたことなど、一定の成果が得られた。

○近未来の予測

初期値化予測手法の導入は世界的に見ても大きな成果であり、世界で初めて太平洋10年規模振動の予測可能性を示した。今後の気候変動予測におけるシームレスな予測情報の提供に向けて大きな一歩を示したと言える。また、人間活動を考慮した水資源モデルを用いることで、近年の海面水準上昇の原因の一部に対して合理的な推定が得られ、気候変動予測において様々な要因を考慮する必要性を示唆するものとなった。

○極端現象の予測

これまでの成果と比較して、台風・集中豪雨等の極端現象についての再現性の向上などにより、将来の極端現象に関する予測が大きく改善した。ダウンスケーリングによる高精度な将来予測結果を用いた自然災害等の影響評価では、地域別の洪水リスクの評価など、これまでにない新たな結果を出している。

○雲解像モデルの高度化

台風や豪雨の予測技術の向上に大きな効果をもたらす雲解像モデルの高度化が行われたことは大きな成果である。また、温暖化時における台風強度についての知見を得た。

○海洋乱流シミュレーションの高度化

海洋表層を対象としたLES (Large Eddy Simulation) モデルを開発し、その有効性を観測との比較から示した。また、LES モデルに基づく海洋表層混合層モデルの検証・改良及び海洋大循環モデルへの組み込みを行い、海面水温等の再現性が向上し、気候変動予測の高度化に貢献する成果を得た。

(3) 今後の展望

科学研究としては、引き続き予測モデルの高度化を続け、観測結果との比較により再現性を高め、予測の信頼性を向上する取組が必要である。その一方で、予測の信頼性を高めてもなお残る不確実性について定量的に評価し、不確実性を伴う科学的知見を温暖化対策へどのように活用すべきか、今後の重要な課題となった。また、あまり気候モデル間の比較がなされていなかったため、今後はモデル間で連携体制を構築し、各モデルにおける仮説やパラメタリゼーションの比較、さらにその結果の評価を行うことは予測技術の高度化に有効と思われる。

モデルの予測結果を用いた影響評価、適応策・緩和策の効果の評価などは今後の重要な課題である。特に、今日の大きな課題の一つとなっているグリーンイノベーションによる成果を、気候モデル予測の視点から評価し、適切な対応策を提案するための統合的な研究サイクルを構築することが望まれる。

なお、各チームの今後の展望については以下のとおり。

○長期気候変動の予測

長期予測については、温暖化シナリオ及び不確実性による影響を大きく受けることから、今後はこの2点についてさらなる研究開発を進めることが必要である。また、影響評価研究では人間活動による土地利用変化など社会経済シナリオと連動した研究が期待される。

○近未来の予測

近未来に関する気候変動予測では、太平洋10年規模振動の予測可能性を示すなど先進的な研究成果を達成してきた。今後は自然変動メカニズムの再現性や理解等をさらに深め、自然災害リスク等の影響評価への活用を目指した、より正確な予測の実現等を期待したい。

○極端現象の予測

極端現象は国民的関心が高いことから、予測精度の向上及び精密な影響評価に注力した研究開発を進めることが必要である。

○雲解像モデルの高度化

雲解像モデルのさらなる高度化を図り、温暖化環境下における台風や集中豪雨の強度等についての精度の高い予測に向けたさらなる取組が必要で、その予測結果に基づいた自然災害等の適応策を高度化させる必要がある。

○海洋乱流シミュレーションの高度化

開発された海洋表層混合層モデルを気候モデルに組み込むなど、今後の予測精度向上に貢献することが期待される。特に、検討されている雲解像モデルへの組み込みでは、台風、洪水等の予測の高精度化を図ることが期待される。

21世紀気候変動予測革新プログラム (H19~H23)

地球温暖化予測の重要性

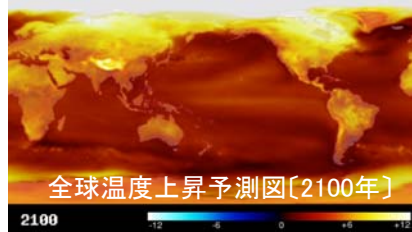
予測の現状 [気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次評価報告書(2007)]

21世紀末の地球の平均地上気温は、化石エネルギー源を重視しつつ、高い経済成長を実現する社会では**約4.0度(2.4度~6.4度)上昇**すると予測

我が国の最新の予測結果

深刻な環境影響がもたらされることを示唆

北極圏の気温が現在より10℃以上上昇し、氷が相当部分融ける。



信頼度の高い温暖化予測により、確かな科学的根拠を示す事が急務



2013年頃に予定されているIPCC第5次評価報告書とりまとめに向けて、研究を推進することが必要

強化背景

- ・「気候変動適応型社会の実現に向けた技術開発の方向性」: 気候予測モデルの高精度化と信頼性の向上を図ることが指摘された。
- ・「G8ドーヴィル・サミット首脳宣言」: 科学に沿った形で、世界全体の気温上昇を産業化以前の水準と比べて**摂氏2度より下に効果的に抑える**ため、我々の役割を果たすことを目的として、野心的な措置をとっており、かつ長期的な努力にコミットしている。
- ・「平成23年度科学・技術重要施策アクション・プラン」: 地球観測・予測・解析から具体的な対策まで**一貫した施策として取り組む**と同時に、これらが新たなイノベーションを誘発することが重要である。
- ・「第4期科学技術基本計画」: 地球観測、予測、統合解析により得られる情報は、グリーンイノベーションを推進する上で**重要な社会的・公共的インフラ**であり、これらに関する技術を**飛躍的に強化**するとともに、地球観測等から得られる情報の多様な領域における活用を促進する。

プログラム内容

長期気候変動(2300年まで)の予測

雲解像度モデルの高度化

近未来(20~30年後)の予測

海洋乱流シミュレーションの高度化

極端現象(台風・集中豪雨等)の予測



IPCC 第5次評価報告書への貢献

環境省・地球環境研究総合推進費(S-5・S-8)等、影響評価研究へ成果を提供

世界最高水準の地球シミュレータを駆使して気候変動予測モデルによるシミュレーション計算を行い、高い精度・解像度をもつ温暖化予測情報を提供し、政策検討、対策立案に資する。