

極域科学の新展開：氷床変動に起因する海水準上昇予測のための拠点観測

① 計画の概要

現在進行中の地球温暖化による海水準上昇は、このまま加速が進んでいけば国土を消失させるかもしれないという緊急の課題である。このため、精度の高い海水準変動の予測データは、人類の生存戦略にとって不可欠な情報と言える。将来の海水準上昇の大部分を占めかつ予測困難な要因は、南極大陸上および北極グリーンランド上の南北両極に存在する巨大な氷床の融解である。現実的な海水準変動の予測を行うためには、過去の氷床変動の履歴を詳細に調べ外的要因に対するレスポンスを解明し、現在において氷床融解を加速させている大気-氷床-海洋間の相互作用を解明した上で、未来の海水準変動をシミュレーションする必要がある。

本計画では、両極氷床の代表的な流出域および周辺海域と上流の氷床をターゲット観測域とし、最新の無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点を形成する。拠点を活かした機動的な観測により、氷床の融解過程、流動の加速、末端部崩壊といった素過程を解明するとともに、衛星データも組み合わせ、氷床質量収支と海洋・海水準変動を明らかにする。これらの観測の知見を取り入れた両極氷床モデルと海洋モデルによるシミュレーション、アイスコアや堆積物等の古気候データによる検証を経ることにより、精度の高い海水準上昇予測が実現できる。

② 学術的な意義

両極氷床の急激な融解及びそれに伴う海水準の上昇は、今後数十年で起こるかもしれない喫緊の課題であり、これまでのわが国の極域観測の実績という優位性を活かして遅滞なく取り組むべき研究対象である。本計画は、無人・遠隔技術を活用した極域研究拠点を形成することにより、過去から現在、未来にわたる南北両極域の氷床変動について、学際的研究として推進をはかるものである。

本計画を進める過程で得られる氷床コアや海底堆積物からは過去数百年から数万年、数十万年までの地球環境変動史が解明される。このような長期に亘る気候データは、氷期・間氷期サイクルの正しい理解再現だけでなく、より時間スケールの小さな変動も通じて、地球環境変動理解、すなわち地球システムの応答の理解を大きく推し進めるものである。また、大気・氷床・海洋観測からは、両極で近年起こっている変化を捉え今後の気候変動・地球システム変動の動態が精度良く把握することに繋がる。

両極の変化には応答の時間スケールやメカニズムに違いがあり、両極氷床周辺域での統合的観測は、本計画のゴールである海水準予測に留まらず、地球環境の将来を予測する気候モデルの検証に対しても重要なデータを提供する。地球環境変化の将来を予測する様々なモデルの改良には、過去からのデータの蓄積と現在の変動の精密な理解の両方が重要であるが、本計画ではそれらのデータを総合的に集積し、研究者コミュニティへ提供するだけでなく、利用研究者のニーズを観測計画にフィードバックする双方向性を目指すなど、分野融合を促進し、我が国における分野横断型の極域観測、環境変動研究の一層の飛躍に貢献する。精密な将来予測は、人社系の科学にとっても大きなインパクトを与える。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

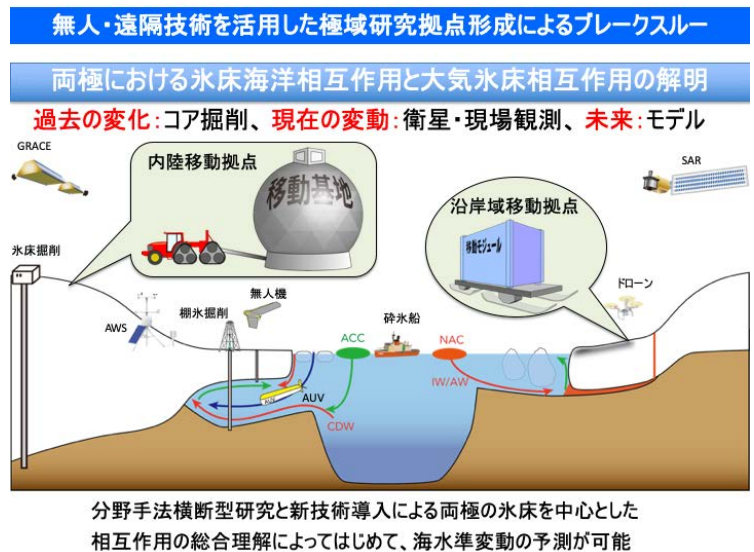
地球環境変動研究における最近の国際的な動向としては両極を一体のシステムとして捉えた調査研究が目指されており、例えば国際学術会議傘下の南極研究科学委員会(SCAR)や国際北極科学委員会(IASC)は協調姿勢を強め、昨年ダボスで共同総会を開催した。わが国もこれに呼応した両極の研究体制の構築が必須である。

IPCC 第5次評価報告書では、両極氷床と南大洋・北極海が大きく取り上げられた。フューチャーアースや世界気候研究プログラムが主導するプロジェクトでは、理解が不足する氷床や海洋の変動把握と要因分析が国際協力で開始されることとなった。本計画の、過去から将来に通じる両極環境システムの理解を進めるという観点は、全球気候変動の理解と将来予測にとって不可欠であり、我が国のみならず国際社会へのインパクトも大きい。

我が国は、両極を研究対象としてきた数少ない国の一つである。ドームふじ基地・昭和基地とその周辺でほぼ独占的に種々の広域・精密観測を実施してきた実績があり、全日本的体制で北極環境変動観測を推進してきた。これらの実績により、分野横断型コミュニティが既に存在していることは、我が国の大きな強みである。

④ 実施機関と実施体制

・中心となる実施機関 国立極地研究所 大学共同利用機関として、コミュニティの意見の総括・調整。南極氷床・南大洋・グ



グリーンランド周辺域の総合観測を中心に主導する。また、観測データを蓄積し、モデル研究等へ提供する基盤拠点を設置・運用する。

・主な連携実施機関 海洋研究開発機構（JAMSTEC） 海洋観測、海洋とかかわりの深い大気・陸域観測を実施するとともに、機器開発及びモデル開発を行う。北海道大学 南北両極における氷床観測、海洋観測を行う。ネットワーク研究共同推進拠点（J-ARC Net）。東京大学 モデル研究と大気観測・海洋観測。東京海洋大学 南大洋海洋・海氷観測。

・実行組織 南極氷床・南大洋での観測研究は、国立極地研究所を中心に国内各大学・研究機関と連携して推進する。特に、氷床・氷河観測、海氷・海洋観測は北海道大学、東京海洋大学等と、モデル研究では東京大学と JAMSTEC 等との協力を軸とする実行体制で実施し、南極観測事業でのネットワークを活かし全日本的体制で推進する。グリーンランド周辺域での観測研究は、極地研が中心となり、国内各大学、JAMSTEC、北海道大学を含む国内各大学・研究機関の研究者からなる実行組織を構築する。特に北極域研究推進プロジェクト（ArCS）等での北極域観測展開、モデルの構築・連携などの実績を活かした協同・協力体制を構築する。両極のデータ蓄積と解析の中心基盤として、情報・システム研究機構に設置された「極域環境データサイエンスセンター」と極地研が協力し、オープンデータを推進する。中心となる実施機関では機関としての合意が形成されている。

⑤ 所要経費

○内陸移動観測拠点：50 億 搭載モジュール：氷床コア掘削、氷床・気象レーダー、気象・気候・雪氷観測、放射観測、高層気象観測、岩盤掘削、測地観測、分析ラボ、高速衛星回線、牽引・輸送

○沿岸域移動観測拠点：40 億（20 億×2 基） 搭載モジュール：掘削（棚氷・海底堆積物）、気象・海洋物理・化学観測、水中ロボット管制塔、氷床レーダー、高速衛星回線、牽引・輸送

○陸域無人観測装置：17 億 電源開発・整備：10 億 UAV 観測：2 億 自動気象観測：2 億 放射収支観測、高層気象観測：2 億 測地観測：1 億

○海域無人観測装置：16 億 水中ロボット（AUV 等）開発・整備：10 億 無人昇降係留系：2 億 無人観測ステーション：1 億 音波探査：2 億 重力観測：1 億

○輸送：27 億 備船（移動拠点+燃料物資輸送）：2.5 億×9 年 航空機（人員+物資）：0.5 億×9 年

○基盤拠点：30 億 氷床変動統合解析センター整備運用 30 億（人件費（PD、技術・分析・事務補佐）、ラボ運営費、大型計算機使用料） - 内陸氷床研究グループ 1.5 億×10 年 - 沿岸棚氷域研究グループ 1.5 億×10 年

総計 180 億円

⑥ 年次計画

内陸移動観測拠点 2020 モジュール開発、移動観測拠点設計、観測点事前調査 2021 モジュール開発・性能試験、移動観測拠点設計・予備観測 2022 モジュール性能試験・持込・予備観測、移動観測拠点予備観測 2023-28 本観測（コア掘削含む） 2028 新観測候補地選定 2029 成果取りまとめ

棚氷域移動観測拠点 2020 モジュール開発検討、移動観測拠点検討 2021 モジュール開発、移動観測拠点設計、観測点事前調査 2022 モジュール性能試験、移動観測拠点設計・予備観測 2023 モジュール持込・予備観測、移動観測拠点予備観測 2024-28 本観測 2025 二号機作成 2026 二号機予備観測、観測点事前調査 2027-28 二号機本観測 2029 成果取りまとめ

陸域無人観測 2020 電源開発、観測機導入 2021 電源開発・製作、観測機予備観測 2022 電源試験 2022-28 本観測 2029 成果取りまとめ

海域無人観測

2020 設計（AUV 等）、観測機導入 2021 製作（AUV 等）、観測機予備観測 2022 AUV 等試験 2022-28 本観測 2029 成果取りまとめ

輸送計画 2020 燃料等輸送（船）、人員輸送・事前調査（航空機） 2021 海洋観測試験 2021-28 燃料・物資持込（船）、人員輸送・本格調査（航空機） 2022-28 海洋観測 2029 物資持ち帰り、成果取りまとめ

基盤拠点 2020 立ち上げ（統合モデル・分析技術開発） 2021-29 本格運用

終了後 これらの成果ならびに資産を生かし、共同利用に供することによって、維持活用をしながら人材の育成に努める。

⑦ 社会的価値

両極域で進行中の変化とその重要性は、マスメディアを通じ広く国民の知る所であり、継続的な極域観測の重要性は広く認識されている。両極に存在する巨大な氷床の変動がトリガーとなる海水準上昇の予測は、国民の生存戦略にとって不可欠な基本情報であり、社会・経済の国際動向や、人類社会の今後の適応方策に関連する。本計画で進展する地球環境変動の理解は、物理・化学分野から生態系にも及ぶ環境変化とその対策、新たな環境に適応した産業活動など、社会・経済の国際動向を左右するため、得られる知見は人類社会の今後の適応方策に関する重要な情報となり、まさに人類の持続的な発展に大きく貢献するものである。また、本計画の技術開発は、計測技術やデータ解析・情報処理等を通じ産業界へも貢献する。北極観測の推進は、北極評議会オブザーバー国としてのわが国の重要な責任でもあり、また南極での科学への貢献は将来的に発生するであろう南極条約問題など、科学技術外交としての側面も重要であり、国を挙げて取り組むべき問題である。

⑧ 本計画に関する連絡先

中村 卓司（情報・システム研究機構 国立極地研究所）