

東南極の気候変動の検出と解明に向けた大気・氷床・海洋の長期的観測

Long-term field experiment for detection and study of climatological change in East Antarctica

*平沢 尚彦¹、青木 輝夫²、林 政彦³、藤田 耕史⁴、飯塚 芳徳⁵、栗田 直幸⁴、本山 秀明¹

*Naohiko Hirasawa¹, Teruo Aoki², Masahiko Hayashi³, Koji Fujita⁴, Yoshinori Iizuka⁵, Naoyuki Kurita⁴, Hideaki Motoyama¹

1.国立極地研究所、2.気象研究所、3.福岡大学、4.名古屋大学、5.北海道大学

1.National Institute of Polar Research, 2.Meteorological Research Institute, 3.Fukuoka University, 4.Nagoya University, 5.Hokkaido University

本研究は、地球温暖化の影響が顕在化し始めた可能性のある東南極のドームふじー昭和基地を含む氷床上及び沿岸海洋域において、大気-氷床-海洋の相互作用の変化傾向及び極端現象を検出し、そのメカニズムを解明し、将来の変化を考察する。氷床表面の放射収支は、地球大気のコールドソースとして、南極域の大気循環の基本場を形成している。この放射収支の変化について、氷床表面の積雪粒径、ブラックカーボン、バイオエアロゾル等の不純物濃度、雲の性質、大気循環の変化とともに明らかにする。南極氷床の質量収支は海水準変動にとって注目される。唯一の氷床の涵養プロセスである氷床表面の水収支について、沿岸域、カタバ風域、内陸高地等、地域的な違いを含めてその変動を明らかにする。これらの気候システムの変動に連動したエアロゾルの広域輸送や氷床への堆積過程の変動を、大気境界層の構造、カタバ風循環、総観規模擾乱の変動とともに明らかにする。

キーワード：東南極内陸現地観測、地球温暖化、大気-氷床-海洋気候システム

Keywords: In-situ observation in East Antarctic interior, Global warming, Climatic system of atmosphere-icesheet-ocean

海水変動を軸とした両極の環境変動の解明

Interpretation of both-polar environmental variability through the investigation of sea ice variability

*田村 岳史¹、溝端 浩平²、渡邊 英嗣³、三瓶 真⁴、山本 正伸⁵、野村 大樹⁵、西岡 純⁵、渡邊 豊⁵

*Takeshi Tamura¹, Kouhei Mizobata², Eiji Watanabe³, Makoto Sanpei⁴, Masanobu Yamamoto⁵, Daiki Nomura⁵, Jun Nishioka⁵, Yutaka Watanabe⁵

1.国立極地研究所、2.東京海洋大学、3.海洋研究開発機構、4.広島大学、5.北海道大学

1.National Institute of Polar Research, 2.Tokyo Univ. of Marine Sci. and Tech., 3.JAMSTEC, 4.Hiroshima Univ., 5.Hokkaido Univ.

1970年代に衛星観測が始まって以来、海水の面積については継続的なモニタリング観測が行われてきたが、両極の海水面積の変動には大きな違いが生じている。北極においては、特に90年代以降に顕著なように、大幅な海水面積の減少が観測され、南極においては、全体としてゆるやかな増加傾向にある。海水変動は近年の気候変動の応答として捉える事ができるが、何故、両極においてこれほどの差が生じるのであろうか。全球気候変動の要である海水変動の解明のためには、海水の動態が異なる両極での取り組みが不可欠である。

海水の変動は、大気の変動・氷床の変動・海洋の変動からの影響を受け、同じく大気・氷床・海洋の変動に加えて生態系の変動にも影響を与える。各プロセスに対する研究は進んできたが、海水によって複雑化する各プロセス間の相互作用を含む「大気-氷床-海水-海洋システム」は未解明の領域である。これらを明らかにすることができれば、気候変動予測・天気予報・氷海航行情報・生態系保全等の将来予測の分野に貢献する事ができる。しかしながら、現在まで行われてきたように、個々の研究分野による取組では不可能であり、分野横断型で包括的に取り組む必要がある。

これまで既存の衛星観測・数値モデルによる研究・耐氷船を含む通常船舶による航海観測等により、多少の分野をまたいだ相互作用の研究を含め、両極海水域における研究は進められてきた。しかしながら、海水そのものが観測にとっての障害となり、海水直上の大気の観測・海水直下の海洋の観測・海水の近隣の氷床の観測等は、他の領域における同様の観測研究と比べて大きく取り残される結果となっている。これらの問題の解決策として、学術砕氷船導入と氷海域における直接観測という選択肢が現時点では最も有効である。

独自の学術砕氷船を持たない我が国が砕氷船という共通プラットフォームを導入することによって、これまで小さな研究集団として個々の海外砕氷船の観測に対してバラバラに貢献してきた日本の研究グループが結集し、大気・海水・海洋分野に加えて海水変動の解明に貢献する海底地質分野を網羅する分野横断型の観測研究に取り組むことができる。また、両極での取り組みによって、海水変動を軸とした地球環境変動の解明に貢献しうる。砕氷船導入は極域科学・気候変動研究のブレークスルーを狙うものであり、さらに全球気候環境研究を新たなステージにいざなう扉を開ける役割を果たすものである。

キーワード：両極の科学、海水変動、大気-氷床-海水-海洋システム、砕氷船

Keywords: both polar oceans, sea ice variability, atmosphere-ice-ocean system, research icebreaker

80万年を超える深層アイスコア掘削による気候復元研究

Drilling of deep ice core exceeding 800,000 years for reconstructing past climate

*川村 賢二^{1,2}、藤田 秀二^{1,2}、東 久美子^{1,2}、本山 秀明^{1,2}、ドームふじ アイスコアコンソーシアム³*Kenji Kawamura^{1,2}, Shuji Fujita^{1,2}, Kumiko Goto-Azuma^{1,2}, Hideaki Motoyama^{1,2}, . Dome Fuji Ice Core Consortium³

1.大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立極地研究所、2.総合研究大学院大学 複合科学研究科 極域科学専攻、3.ドームふじアイスコアコンソーシアム

1.National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems(ROIS),

2.The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI) , 3.Dome Fuji Ice Core Consortium

国立極地研究所およびドームふじアイスコアコンソーシアム

(<http://polaris.nipr.ac.jp/~icc/NC/htdocs/>)を中心とした研究者グループは、東南極ドームふじ近傍において80万年（現存最古のドームCコア）を大きく超える年代のアイスコア（仮称：第3期ドームふじ氷床コア）の掘削を提案する。この目的に向け、第IX期南極地域観測事業重点研究観測（2016～2021年度）では、掘削候補地域における氷床表面及び内部層、底面状態の精緻な調査を行い、深層掘削地点を選定し、その上で深層コアの取得に向けたパイロット孔掘削とケーシング、中層深度までの深層ドリルによる掘削を目指している。第X期の早期に氷床底部までの掘削を完遂し、最古のアイスコアを取得する。

気候変動の歴史をさかのぼると、現在卓越している10万年周期の氷期サイクルが確立したのは約80万年前であり、それ以前、特に120万年前以前には4万年周期の氷期サイクルが卓越していた。その時代の気候変動を形成した外的要因や地球システムの内部相互作用、現在の10万年周期への遷移メカニズム等、気候変動の理解のためには避けて通れない重要課題が氷期・間氷期変動に含まれている。気候変動の強制力として、二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスが重要であることは論を待たず、80万年以上さかのぼってそれらの変動を正確に復元するための媒体は南極のアイスコアしかない。また、南極（南大洋）は底層水の供給や二酸化炭素の海洋への貯蔵を規定する重要地域であり、その気候変動のタイミングが、最近80万年間にみられるように北半球の気候変動と一致していたのかどうかなど、アイスコアから得られる南極気候変動の情報は、全球的視野においても不可欠である。

これまで、ドームふじ深層氷床コア解析や広域氷床観測などに基づき、第四紀後期から近年にかけての南極域から全球規模に至る様々な時空間スケールの環境変動史を復元し、全球気候変動に南極が果たす役割を解明すべく研究を行ってきた。特に、ドームふじにおける深層掘削によって過去70万年間をカバーするコアが得られ、現在その解析と研究成果発表が進められている。第VIII期南極地域観測事業（2010～2015年度）においては重点研究観測サブテーマ3「氷期-間氷期サイクルから見た現在と将来の地球環境」を実施し、ドームふじコアの持ち帰りや浅層コア掘削、広域雪氷観測、沿岸域中層掘削等を進めた。

日本も参加しているアイスコア研究の国際組織IPICS（PAGES, SCAR, IACSが支援する、アイスコア研究者・設営関係者で構成される組織）では、今後の大目標の一つとして、氷期・間氷期サイクルの卓越周期が変化した時代をカバーする150万年のアイスコアの掘削を挙げている。それへの貢献を視野に入れ、現ドームふじ基地近傍における新基地の建設を構想しつつ、第VIII期においては地上レーダー探査による底面環境の調査と掘削候補地域の大まかな選定を行ってきた。有力候補地域は現ドームふじ基地から約60km圏内である。

第IX期から第X期にかけて、新たな深層コア掘削点を探るための雪氷学的調査を実施したうえで、掘削点を選定し、深層掘削を目指している。深層コア掘削に向けた最重要課題は、掘削位置の選定である。氷床探査レーダーによる内部層、基盤地形、底面状態の解析をもとに、以下の条件を得られることが必要である。

- ・氷床下の基盤地形が高原状であり、深部の氷の層位が流動によって乱されていない。
- ・氷床底部が凍結しており古い氷が残っている。そのためには、氷床厚は3000mより薄いこと（その場合、比較的短期間での掘削が見込める）。
- ・氷期・間氷期を通じて、風による剥離などなく、積雪が連続して堆積している。

掘削地の選定には、堆積環境や環境シグナル記録プロセスを押さえるための氷床表面の雪氷観測、候補地における浅層掘削やフィルン空気解析も必要である。

アイスコア掘削と気候復元を速やかに成功させるためには、新たな深層掘削機やコア処理・分析機器の開発などの技術的課題や、燃料・物資の輸送や建設などの設営的課題も大きい。

キーワード：南極、氷床、アイスコア

Keywords: Antarctica, ice sheet, ice core

完新世における東南極宗谷海岸の淡水湖沼に古湖沼学的変遷

Holocene paleo-environmental changes of coastal freshwater lakes in Soya Coast, East Antarctica using fossil diatom assemblages

*姜 怡辰¹、鹿島 薫¹、瀬戸 浩二²、谷 幸則³、渡邊 隆広⁴、中村 俊夫⁵、井上 源喜⁶、伊村 智⁷

*IJIN KANG¹, Kaoru Kashima¹, Koji Seto², Yukinori Tani³, Takahiro Watanabe⁴, Toshio Nakamura⁵, Genki I. Matsumoto⁶, Satoshi Imura⁷

1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.島根大学汽水域研究センター、3.静岡県立大環境科学研究
所、4.国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、5.名古屋大 学年代測定総合研究センター、6.大妻女子大学
社会情報学部、7.国立極地研究所

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Sciences, Kyushu University,
2.Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, 3.Institute of Environmental
Sciences, University of Shizuoka, 4.Japan Atomic Energy Agency, 5.Center for Chronological
Research, Nagoya University, 6.School of Social Information Studies, Otsuma Women's University,
7.National Institute of Polar Research

南極氷床は地球上で最も大きい氷床であり、このように莫大な氷に覆われている南極大陸は地球全体の気候に重要な働きをしているとともに、地球全体の変化が顕著に反映される場所でもある。南極氷床の変動を理解し、研究することは今後の氷床変動を評価することにおいて極めて重要である。東南極のLutzow-Holm湾の宗谷海岸には、数多い沿岸湖沼が露岩地域に分布している。この沿岸湖沼のうち、海拔高度20 m以下の氷床の後退による地盤の隆起で形成された海跡湖と考えられる (Igarashi et al., 1995, Miura et al., 1998)。本研究では、Skarvsnes露岩地域の親子池、Rundvagshetta露岩地域の丸湾大池・丸湾南池の湖底堆積物コア試料を用いて、地質学的解析、有機成分分析、藻類等の顕微鏡観察・放射性炭素年代測定ならびに珪藻分析を行った。珪藻は南極大陸の湖沼や融氷水の川を始め、水分を持つ土壤中までほとんどの水域に存在し、化石としてよく保存される特徴から南極の環境変動を復元するための重要な指標の一つである (Smol, J. P., & Stoermer, E. F. (Eds.). 2010)。本研究では東南極宗谷海岸の沿岸湖沼から採集した湖底堆積物から産出する珪藻化石の群集変化を時系列で復元することを通して、湖沼の水環境の変動を復元することを目標としている。

親子池 (コア名: Ok4C-01) のコアの年代は304 - 2,187 cal yr BPであり、平均堆積速度は0.69 mm/yである。珪藻分析と他の分析結果から5つのゾーンに区分し、沿岸海から湖沼と変遷した時期は約1100 cal yr BP (core depth 60 cm)であった。丸湾大池 (コア名: Mw4C-01) ・丸湾南池 (コア名: MwS4C-01) のコアの年代は、それぞれ2,220 - 5,630 cal yr BP と1,260 - 4,840 cal yr BPであり、平均堆積速度は0.66 mm/yと0.42 mm/yである。珪藻分析と他の分析結果からそれぞれ4つのゾーンに区分し、沿岸海から湖沼と変遷した時期は、丸湾大池で2800 cal yr BP (core depth 22 cm)、丸湾南池で2400 cal yr BP (core depth 65 cm)であった。珪藻分析及び地質学的解析、有機成分分析は整合性のある結果であったが、湖沼間の比較研究のために年代モデルの検討が今後の課題である。

キーワード：南極沿岸湖沼、古湖沼学、完新世

Keywords: Antarctic coastal lakes, Paleolimnology, Holocene

第3回北極科学計画会議（ICARPIII）の最終報告書の紹介

Introduction of the ICARP III final Report

*兒玉 裕二¹、杉本 敦子²、青木 輝夫³

*Yuji Kodama¹, Atsuko Sugimoto², Teruo Aoki³

1.国立極地研究所、2.北海道大学、3.気象研究所

1.National Institute of Polar Research, 2.Hokkaido University, 3.Meteorological Research Institute

第3回北極科学計画会議（ICARP III; Third International Conference on Arctic Research Planning）の最終報告書が、北極科学委員会（International Arctic Science Committee (IASC)）から公開された。ICARPIIIは2015年4月23日から30日にかけて富山市で行われた北極科学サミット週間（Arctic Science Summit Week (ASSW) 2015）の中で開催されたものである。ASSW2015では議論の中間とりまとめとして、富山会議声明（Toyama Conference Statement）が発表されていたが、最終報告書はこの声明を基礎として作成され、資料として添付されている。また、北極研究コンソーシアム（Japan Consortium for Arctic Research (JCAR)）が作成した「北極環境研究の長期構想」も取り上げられている。この報告書には、これからの10年間の北極研究において優先すべき項目として、1) 全球気候システムにおける北極の役割、2) 観測や気候変動の将来予測やそれに対する生態系の応答、3) 北極環境や社会の脆弱性や回復力の理解と持続可能な開発のための支援、の3つがとりあげられている。また、共通して取り組む課題として、コミュニケーション、伝統知（traditional knowledge）や地域的な知識（local knowledge）、人材育成について言及されており、結びの言葉として、学問分野を超えて超学際的に知識に基づくステークホルダーとの対話をもたらす新しいアプローチ、北極域と全球の持続可能性への取り組みを伝えていくCo-designそして問題解決に向けたサイエンス、急激に変化している北極域の包括的・高品質な観測が必要であることが強調されている。ICARP は10年ごとに開催されてきたが、第1回目はそれぞれの分野で必要なプロジェクトがまとめられ、第2回目は全体として取り組む必要性が強調された。今回のICARP IIIは、政策決定者やエンドユーザーに届けられる必要性が明確に出されている。

キーワード：国際北極科学計画会議、北極、優先研究

Keywords: ICARP, Arctic, research priorities