

大型研究課題「極域科学のフロンティア」とその改定にむけて -南極観測・北極観測の新展開による地球環境変動研究-
Revision of Master Plan Proposal 'Frontier of Polar Science' - Study on Global Environmental Change through Development of the Antarctic and Arctic Observations -

*中村 卓司¹、杉本 敦子²、杉山 慎³、野木 義史¹、末吉 哲雄¹

*Takuji Nakamura¹, Atsuko Sugimoto², Shin Sugiyama³, Yoshifumi Nogi¹, Tetsuo Sueyoshi¹

1. 国立極地研究所、2. 北海道大学大学院 地球環境科学研究科、3. 北海道大学 低温科学研究所

1. National Institute of Polar Research, 2. Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University, 3. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University

日本学術会議の学術の大型研究マスタープラン2017に採択された、「極域科学のフロンティア」計画は、過去から現在、未来にわたる地球環境の変動が際立って反映される南北両極域の重要且つ貴重な情報について、プラットフォームを整備活用して取得することで学際的研究の推進をはかるものである。両極の観測研究は重要で、北極では地球温暖化による平均気温の上昇が最大となり、気候変動の影響が最も顕著に現れ、生態系や地域住民の生活に影響を与えており、また世界経済の活動を変化させる可能性がある。一方の南極域では巨大な氷床の地球温暖化に対する応答も未だ不明な点が多いなど、大規模な地球規模変動の可能性とその予測が重要課題である。海洋・大気循環を通じて連鎖している両極を単一のシステムとして捕らえることが必要である。計画では(1) 新内陸プラットフォームを活用した南極観測、(2) 北極域環境変動研究、(3) 総合解析による極域およびグローバルな地球システム変動の研究、の3つの側面での計画を提案した。提案は日本学術会議のIASC(国際北極科学委員会)小委員会およびSCAR(南極研究科学委員会)小委員会合同のWGで議論して提出したものである。同WGでは昨年6月から2020年に向けて提案の大幅改定を行うことを視野に入れ、検討を開始した。本講演では、マスタープラン2017の採択課題を紹介するとともに、その背景やその後の検討状況、今後の進め方などを講演・議論する。

南極・北極は、様々な宇宙惑星科学、大気水圏科学、固体地球科学の最適な観測・調査フィールドとなっており、まさに地球惑星科学の窓となる重要な研究対象である。コミュニティの意見を多く取り入れてよりよい提案としていきたいと我々は考える。

キーワード：極域科学、南極、北極

Keywords: polar science, Antarctic, Arctic

Abrupt changes and interactions of polar oceans and ice sheets as a research subject in Master Plan 2020

*Shin Sugiyama^{1,2}, Yasushi Fukamachi^{1,2}, Kay I. Ohshima^{1,2}, Shigeru Aoki¹, Teruo Aoki³, Michiyo Yamamoto-Kawai⁴, Takashi Kikuchi⁵, Daisuke Hirano¹

1. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 2. Arctic Research Center, Hokkaido University, 3. Okayama University, 4. Tokyo University of Marine Science and Technology, 5. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Ice sheets and polar oceans are fundamental components of unique environments in the Antarctic and Arctic regions. The Antarctic ice sheet, which stores ~90% of entire ice on the globe, is interacting with the surrounding Southern Ocean characterized by Antarctic Circumpolar Current and Coastal Current. In the Arctic, the Greenland ice sheet is situated at a corner of the Arctic Ocean, discharging freshwater and sediments into the ocean from numbers of outlet glaciers. Both in the Antarctic and the Arctic, changes in the ocean are affecting mass balance of the ice sheets, and in turn physical and chemical conditions of the ocean are influenced by freshwater discharge from the ice sheets. Further, the changes in the oceans and ice sheets affect not only on polar systems, but also give impact on global environments, such as sea level rise and thermohaline circulations. Thanks to recent advance in remote sensing and numerical modelling techniques, as well as increasing amount of field data collected in the field, overview of the ocean and ice sheet systems is progressively understood. However, changes at the deeper regions in the ocean and the interior of the ice sheets are difficult to observe, and processes occurring at the ice-ocean interface are complex. Thus, further effort is needed to better understand recent changes in the polar oceans and ice sheets, mechanisms connecting the ocean to the mass change of the ice sheets, consequences of ice sheet changes to the polar oceans, and how these interactions between the ocean and the ice sheets drive global environmental changes. With this background, we present recent progress in the understanding of the polar oceans and ice sheets, and propose techniques, instruments, facilities and observational platforms, which are needed to tackle the problems for the next 5-10 years. For example, construction of a new icebreaker for operation both in the Arctic and Antarctica should help a breakthrough in the field of polar science. Development and utilization of AUV (autonomous underwater vehicle) and ROV (remotely operated vehicle) would be strong tools for understanding of the key processes of glacier-ocean interaction. The objective of the presentation is to stimulate discussion among the polar, ocean and ice sheet researchers to develop a research plan for Master Plan 2020 to be called by Science Council of Japan.

Keywords: Antarctica, Arctic, ice sheet, 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⁴、野村 大樹⁴、西岡 純⁴、渡邊 豊⁴、*末吉 哲雄¹

Takeshi Tamura¹, Kohei Mizobata², Eiji Watanabe³, Makoto Sampei⁴, Masanobu Yamamoto⁴, Daiki Nomura⁴, Jun Nishioka⁴, Yutaka Watanabe⁴, *Tetsuo Sueyoshi¹

1. 情報・システム研究機構 国立極地研究所、2. 東京海洋大学、3. 海洋研究開発機構、4. 北海道大学

1. National Institute of Polar Research, 2. Tokyo University of Marine Science and Technology, 3. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 4. Hokkaido University

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。

これまでも既存の衛星観測・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、両極氷海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

南北両極域で起きている海氷変動

Sea ice changes evidenced in the both polar regions

*榎本 浩之¹

*Hiroyuki Enomoto¹

1. 国立極地研究所

1. National Institute of Polar Research

北極での海氷減少はこれまでも観測されており、顕著な減少が2012年に起きた。2016年の最小面積も衛星観測が始まってから過去2位の少ない面積となった。9月には2位であったものの、その後の期間は海氷の成長が遅く、現在まで1位で最小面積を更新し続けている。

一方で、南極では2014年には、衛星観測が始まってから最大面積を記録したが、翌2015年には7月という結氷時期にもかかわらず海氷面積の拡大が止まり、その後は最大から急転して面積最低の年となった。その後も面積が小さい状態が継続しており、北極の海氷面積減少と相まって、2016年の両極の海氷面積の和は著しい減少となっている。

IPCC等気候変動の予測に関する話題でも、北極については今後どう減っていくか、南極については大きな変化や予測の不確実性が懸案となる。本発表では、今後の大型研究の検討に資する情報提供を目的と、南北両極の海氷に関して近年の大きな変動の様子を報告する。

キーワード：北極、南極、海氷、気候変動、極域観測

Keywords: Arctic, Antarctic, Sea ice, Climatic change, Polar observation

極域予測年における日本の貢献

Japanese contribution to the Year of Polar Prediction (YOPP)

*猪上 淳^{1,2}、平沢 尚彦¹、末吉 哲雄¹

*Jun Inoue^{1,2}, Naohiko Hirasawa¹, Tetsuo Sueyoshi¹

1. 国立極地研究所、2. 海洋研究開発機構

1. National Institute of Polar Research, 2. Japan Agency for Marine-Eeath Science and Technology

To evaluate the impact of additional observation on the predictability of weather and sea-ice patterns at high latitude and beyond, Japan has contributed to establishing an experimental Arctic observing network as part of an international collaboration. It was shown that the incorporation of additional Arctic observations improves the initial analysis and enhances the skill of weather and sea-ice forecasts. Based on these achievements, Japan will extend this activity during the Year of Polar Prediction (YOPP), from mid-2017 to mid-2019, under the Japanese flagship projects, called ArCS (Arctic Challenge for Sustainability) and JARE (Japanese Antarctic Research Expedition). Using a data assimilation technique and observation data obtained from ships, land stations and drifting buoys under international collaborations, the impact of additional polar observations on predicting extreme evens in local (e.g. along Northern Sea Route) and remote regions (e.g. extreme weather events at mid-latitudes) will be assessed, contributing to optimizing a sustainable polar observing network on a cost-benefit basis.

キーワード：北極・南極、天気予報・海氷予報、観測とモデル

Keywords: Arctic & Antarctic, numerical predictions for weather and sea ice, observations & modelings



100万年超を目指した深層アイスコア掘削と気候復元研究

Towards drilling of deep ice core exceeding 1 Ma for reconstructing past climate

*川村 賢二^{1,2,3}、アイスコア コンソーシアム

*Kenji Kawamura^{1,2,3}, Ice Core Consortium

1. 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、3. 海洋研究開発機構

1. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, 2. SOKENDAI, 3. JAMSTEC

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)の掘削を提案している。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、浅層/中層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ことを提案する。

気候変動の歴史をさかのぼると、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。地球システムの理解のためには、その時代の気候変動がなぜ4万年周期だったのか、また、なぜそれが10万年周期に遷移したのかなどを明らかにする必要がある。そのためには、気候変動の強制力として重要な温室効果ガスの変遷を100万年スケールで復元することが不可欠であり、それをなし得る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貯蔵を規定する重要地域であり、アイスコアから得られる南極の古気候変動の情報は、全球の気候変動メカニズムの研究に不可欠である。

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圏内にある。

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、深層掘削を目指す。現在の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、最適条件を満たす地点を探す。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。

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を乗り越え、この世界的な重要課題に挑んでいく必要がある。

キーワード：南極氷床コア、気候変動、氷期・間氷期サイクル

Keywords: Antarctic ice core, Climate change, Glacial-interglacial cycles