

南極周極流・ウェッデルジャイアと海氷移流のダイナミクスの解明を目指して Dynamics of Antarctic Circumpolar Current, Weddell Gyre and sea ice distribution

池原 実^{1*}; 関 宰²; 井尻 暁³; 佐藤 暢⁴; 山本 正伸⁵; 大河内 直彦³; 岡崎 裕典⁶; 松崎 琢也¹
IKEHARA, Minoru^{1*}; SEKI, Osamu²; IJIRI, Akira³; SATO, Hiroshi⁴; YAMAMOTO, Masanobu⁵;
OHKOUCHI, Naohiko³; OKAZAKI, Yusuke⁶; MATSUZAKI, Takuya¹

¹ 高知大学海洋コア総合研究センター, ² 北海道大学低温科学研究所, ³ 海洋研究開発機構, ⁴ 専修大学, ⁵ 北海道大学大学院地球環境科学院, ⁶ 九州大学

¹Center for Advanced Marine Core Research, Kochi University, ²ILTS, Hokkaido University, ³JAMSTEC, ⁴Senshu University, ⁵Faculty of Env. Earth Science, Hokkaido University, ⁶Kyushu University

南極周極流・ウェッデルジャイア・海洋フロント・海氷のダイナミクスを、現場観測、セディメントトラップ実験、海洋コアの古海洋解析、モデル実験から復元し、全球気候変動との相互作用を解明する。そのために、中長期的視点に立って、以下の観測研究を実行する。

1) セディメントトラップ実験を行い、極前線および季節海氷域における沈降粒子の季節変動を明らかにし、生物地球化学プロセスに対する海氷被覆の影響を解明する。

2) 緯度トランセクトで採取されたピストンコアの古海洋解析を行い、最終氷期から完新世における南大洋の表層水温、塩分、栄養塩、冬季海氷分布、ダスト供給、生物ポンプ等の変動を復元し、南極周極流・ウェッデルジャイアの時空間変動のダイナミクスを明らかにする。

3) 深海掘削コア (ODP, IODP) の解析を行い、鮮新世温暖期から第四紀への気候寒冷化における南極周極流・ウェッデルジャイアと海氷・海洋フロントの変動と南極氷床・海水準・全球気候変動との相互作用を解き明かす。

キーワード: 南大洋, 南極周極流, ウェッデル循環, 海氷, 気候変動

Keywords: Southern Ocean, Antarctic Circumpolar Current, Weddell Gyre, sea ice, climate change

南極氷床と気候の変動及び相互作用の理解にむけて Towards understanding of Antarctic ice sheet and climate variations and interactions

川村 賢二^{1*}; 杉山 慎²; 飯塚 芳徳²
KAWAMURA, Kenji^{1*}; SUGIYAMA, Shin²; IIZUKA, Yoshinori²

¹ 国立極地研究所, ² 北海道大学低温科学研究所
¹National Institute of Polar Research, ²ILTS, Hokkaido University

This presentation introduces a research plan about Antarctic ice sheet and climate, and their interactions. The plan aims at revealing the Antarctic ice sheet climate in terms of their status, variability and interactions in the present and past. Emphases will be laid on (1) analyses and proxy developments for reconstructing the past temperature, accumulation rate, sea ice and carbon cycle, as well as (2) modern observations of the ice sheet margin and ocean.

キーワード: 南極氷床, 気候変動, アイスコア, 氷床融解
Keywords: Antarctic ice sheet, Climate change, Ice core, Ice sheet melting

固体地球と氷床の相互作用 Interaction of the solid Earth and the Antarctic ice sheet

福田 洋一^{1*}; 土井 浩一郎²; 青山 雄一²; 菅沼 悠介²; 奥野 淳一²
FUKUDA, Yoichi^{1*}; DOI, Koichiro²; AOYAMA, Yuichi²; SUGANUMA, Yusuke²; OKUNO, Jun'ichi²

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 国立極地研究所

¹Graduate School of Science, Kyoto University, ²National Institute of Polar Research

南極氷床は、海水準上昇や海洋循環を通して全球的環境変動と密接に関係した、将来環境予測に不可欠な地球システムの構成要素である。しかしながら、従来から実施されている地形学的・地質学的調査、測地観測や衛星重力・高度計データに基づく氷床変動の研究では、氷床荷重に対する固体地球の粘弾性応答 (Glacial Isostatic Adjustment: GIA) の不確定性が大きい。今後の研究進展にとって GIA の影響を正確に知ることが、喫緊の最重要課題の一つとなっている。一方、GIA は、地球内部の粘弾性的構造を知るための貴重な情報を与えてくれるものであり、氷床変動に対する固体地球のレスポンスとして GIA の影響を観測的に知ることが、地球の内部構造の研究にとっても重要な貢献となる。このように GIA をキーワードとした固体地球と氷床の相互作用の研究は、環境変動予測といった実生活に直結した問題解決とともに、地球の深部構造の探究といった純粋に科学的な興味からも重要な研究テーマである。

本研究では、以上の点に鑑み、GIA モデルを拘束する地上データに乏しい東南極の内陸山地地域や沿岸地域で、広範な地形地質調査や測地観測を実施するとともに、SLR (Satellite Laser Ranging) や VLBI (Very Long Baseline Interferometer) など昭和基地での高精度な宇宙測地観測を実施し、GIA に伴う固体地球の応答や海水準変動の高精度な計測を試みる。また、ROV (Remotely operated Vehicle) や AUV (Autonomous Underwater Vehicle) など新技術を取り入れた大陸棚海底での観測、海底掘削で得られる海底コア解析や衛星データ解析、各種のモデル計算などと連携することにより、高精度な GIA モデルを構築し、最終氷期以降の氷床融解史や地球内部の粘弾性構造を解明する。

これらの目的を達成するための具体的な研究項目としては、以下を計画している。

- (1) 東南極でこれまで調査の及ばなかったやまと山脈での現地氷河地形や地質調査、重力や GNSS (Global Navigation Satellite System) による測地観測、
- (2) 既存の現地調査データに加え、衛星データ解析などにより近年あらたに整備されつつある DEM データを利用した、セール・ロンダーネ山地、ベルジカ山地、およびやまと山脈における氷河地形の再評価、
- (3) 昭和基地での海水位も含めた測地観測の継続実施、
- (4) 宗谷海岸およびプリンスオラフ海岸、やまと山脈の複数の露岩上での絶対重力測定と GNSS 観測、
- (5) 沿岸露岩地域での、無人ヘリを用いた詳細航空測量による微小氷河地形解析、
- (6) 基盤岩ボーリング・モレーン試料の表面露出年代測定による風化を考慮した氷床後退過程復元の高精度化、
- (7) InSAR、衛星重力、高度計データ処理により、現在の氷床変動、海水準変動等の精密モニタリング。

最終的には、これらの観測やデータ解析と各種のモデリングを組み合わせることにより、過去数 100 万年間の氷床変動史の復元や未来の全球的環境変動予測モデルの精度向上を目指している。

講演では、関連研究のレビューならびに今後の研究計画の概要について報告する。

キーワード: 氷床, 海水準変動, GIA, 氷床融解史, 東南極, 粘弾性構造

Keywords: ice sheet, sea level change, Glacial Isostatic Adjustment, ice sheet melting history, East Antarctica, viscoelastic structure

南極海の未探査領域観測へ向けて The prospect of the observation around the unexplored area in the Southern Ocean

野木 義史^{1*}; 青木 茂²; 甘糟 和男³
NOGI, Yoshifumi^{1*}; AOKI, Shigeru²; AMAKASU, Kazuo³

¹ 国立極地研究所, ² 北海道大学低温科学研究所, ³ 東京海洋大学

¹National Institute of Polar Research, ²Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, ³Tokyo University of Marine Science and Technology

熱・水・CO₂の巨大リザーバとして、全球気候・生態系変動を駆動する南大洋・南極氷床変動を解明するためには、種々の相互作用の実態とメカニズムを理解する必要がある。南大洋・南極氷床変動においては、特に氷床・海洋境界部にあたる棚氷および海水域での相互作用の理解が鍵となり、現場観測データが必須となる。しかしながら、棚氷および海水域は、観測が困難な事から、ほぼ観測の空白域となっている。南大洋・南極氷床変動の相互作用を解明するためには、未探査領域である海水縁域を含む氷床・海洋境界部の、現場観測データを取得する必要があり、そのための測器開発も重要な要素となる。

近年になり、ロボット工学の発展に伴い、これらを応用した ROV(Remotely Operated Vehicle) や AUV(Autonomous Underwater Vehicle) といった水中ロボットを利用した海洋調査が広く実施されるようになってきた。南大洋・南極氷床変動を解明に向けて、南極海の未知の領域である海水・棚氷下およびその縁辺域の海洋や海底の構造等の現場観測データを取得するため、ROV, AUV や USV(Unmanned Surface Vehicle) 等の無人探査機の導入、およびこれらに付随する測器開発を進めていく必要がある。本講演では、未探査領域である海水縁域を含む氷床・海洋境界部の現場観測データ取得に向けた、無人探査機の導入や測器開発に関する取り組みの概要について紹介し、今後の展望等を議論する。

キーワード: 南大洋, 南極氷床, 無人探査機, 海水, 棚氷

Keywords: Southern Ocean, Antarctic ice sheet, unmanned research vehicles, sea ice, ice shelf

南極氷床・海洋・気候の統合的モデリング Integrated modelling of the Antarctic ice sheet, ocean and climate

阿部 彩子^{1*}; グレーベラルフ²; 齋藤 冬樹³; 吉森 正和³; 岡 顕¹; 芳村 圭¹
ABE-OUCHI, Ayako^{1*}; GREVE, Ralf²; SAITO, Fuyuki³; YOSHIMORI, Masakazu³; OKA, Akira¹; YOSHIMURA, Kei¹

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 北海道大学, ³ JAMSTEC

¹ Atmosphere and ocean research institute, Univ. of Tokyo, ² Hokkaido University, ³ JAMSTEC

本研究では、放射強制力（大気中二酸化炭素濃度や日射）に対する南極氷床・海洋・極域気候の応答の性質を定量的に明らかにすることをめざす。とくに南極の海洋性氷床部分に関するプロセスを高度化して南極氷床の後退のしきい値を把握することが重要である。観測に基づく知見を取り入れつつ、これまで蓄積した異なる階層のモデリング手法を駆使した数値実験を展開する。

1) 最近起こりつつある数十年から数百年の南極氷床および海洋における変動の性質を調べる。氷床・海洋相互作用、氷床・海水・大気相互作用および氷床・固体地球相互作用の役割に重点をおいた観測と高解像度モデルの融合的研究を進める。近過去の気候変化や将来予測に関する数値実験に基づき南極氷床および南大洋関連の変動の要因分析に関する研究を行う。

2) 氷期と退氷期における数値実験により、温暖化にともなう南極氷床・海洋・気候や海水準の変化に関するデータとモデルの統合的理解を進める。モデルには、氷床形状と流動の変動、海洋・海水変動、水同位体を含む大気、炭素などの物質循環、を扱い、入力や検証には、氷床コアや海底コアや地形調査で得られるデータを用いる。

3) 過去数十万から数百万年の長期変化に関する数値実験。大気海洋数値実験と南極氷床モデルを組み合わせた数値実験を行い、データとモデルの両側面から統合的に検証することによって、南極氷床と気候がどのような強制やメカニズムによって変動しうるのかを明らかにする。

今後、関連の課題でどのようなモデリングが必要か、セッションで議論してゆきたい。

キーワード: 南極, 気候モデル

Keywords: Antarctica, climate model

氷床棚氷モデル IcIES の開発と南極氷床の再現実験 Recent development of numerical ice-sheet/ice-shelf model IcIES and its application on Antarctic Ice Sheet

齋藤 冬樹^{1*}; 阿部 彩子²; 高橋 邦生¹
SAITO, Fuyuki^{1*}; ABE-OUCHI, Ayako²; TAKAHASHI, Kunio¹

¹ 独立行政法人海洋研究開発機構, ² 東京大学大気海洋研究所

¹ Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, ² Atmosphere and Ocean Research Institute, Univ. of Tokyo

Ice sheet model for Integrated Earth-system Studies (IcIES) has been developed to simulate Greenland and Antarctic ice sheets as well as paleo-climate studies of past Northern Hemisphere ice sheets.

Previous studies using old version of IcIES for the Antarctic ice-sheets have focused on subjects which are insensitive to transient migration of grounding line position. Now we have been restructuring and improving the model to compute flow fields over ice-shelf and on grounding line using the shallow-shelf approximation and a grounding-line flux parameterization (based on Schoof 2007), for better understanding of past/future evolution of ice sheets. In this study details of recent structure of the numerical model is described. Demonstration under ideal and realistic configuration including Greenland and Antarctic ice sheets are presented. Impact on the simulation by variation of technical details such as a convergence criteria in the matrix solver is described to show the influence of long-term simulations.

キーワード: 数値モデル開発, 氷床
Keywords: numerical modeling, ice-sheet