

# 【新学術領域研究（研究領域提案型）】 複合領域



## 研究領域名 熱－水－物質の巨大リザーバ： 全球環境変動を駆動する南大洋・南極氷床

国立極地研究所・研究教育系・准教授

かわむら けんじ  
川村 賢二

研究課題番号：17H06316 研究者番号：90431478

### 【本領域の目的】

近年、地球最大の淡水リザーバ（貯蔵庫）である南極氷床の融解や流出加速が明らかになり、海水準の大幅な上昇が懸念されている。一方で南大洋は、重い水の沈み込みで海洋大循環を駆動する熱のリザーバであると共に最大のCO<sub>2</sub>リザーバでもある。氷床融解による淡水が海洋を成層化し、大循環やCO<sub>2</sub>吸収を変化させる可能性があり、そうした海洋の変化が氷床融解をさらに促進することも考えられる。このように、南極氷床と南大洋は一体となって全球環境に大変動をもたらす潜在力を秘めている（図1）。本領域は、多分野の研究者が連携、融合研究することで、このシステムの理解と将来予測をめざして「南極環境システム学」を創成する。

### 【本領域の内容】

南極域では、大気場・氷床・海氷・海洋場が周極的に分布し、各環境要素の間には強い相互作用があるので、これらを一つのシステムとして捉える。観測とモデリングにより素過程を理解し、種々の相互作用の実態とメカニズムを明らかにする。南極を起点とする全球環境変動の将来予測に資するため、特に東南極をターゲットとし、海洋・氷床・固体地球・生態系の観測研究を集中的に実施する。長い時間スケールで変化する氷床や海洋については、アイスコアや堆積物、岩石等を用いて過去の変動を復元する。南極全体を対象とし、大気・氷床・海氷・海洋・固体地球を結合させたモデル研究を行い、観測や分析

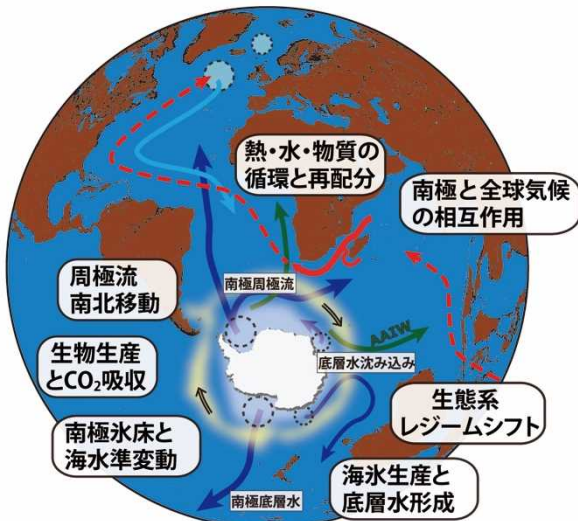


図1：南大洋・南極氷床と全球環境とのつながりを表した模式図。

の知見を取り入れ、南大洋と南極氷床の全球変動における役割を解明する（図2）。

対象地域と手法を大別すると、主に南極全体や全球の変動を対象とするモデルや衛星観測と、東南極での素過程や相互作用の理解を対象とする現場観測（氷河・地形・地殻・海洋・海氷・生物）、それら両方を対象として長時間スケールの変動を読み解くアイスコア・海底コア・岩石試料分析に分けられる。

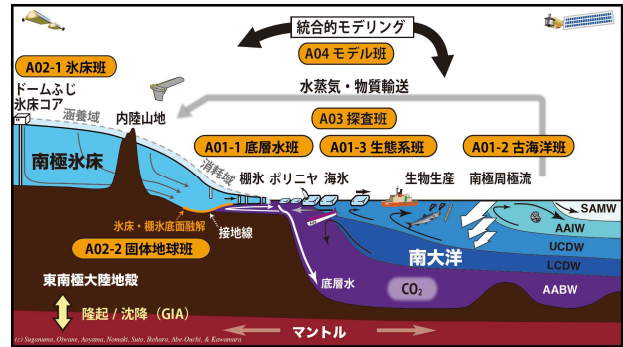


図2：南極環境システムの断面と本領域の班構成

### 【期待される成果と意義】

各分野の連携により以下を達成する。

- ・氷床と海洋の境界領域の探査が可能になる。
- ・氷床と海洋の過去の記録の統合的解析が実現。
- ・現在と過去の知見を取込み、モデル信頼性が向上。

これらと様々な現場観測・衛星観測から、氷床と海洋、気候の相互作用を明らかにする。データによる検証を経て向上した数値モデルにより、南極氷床融解による海面上昇等の全球影響を予測する。これらは、南極域の不可逆的激変への臨界点「ティッピング・ポイント (Tipping point)」の条件やメカニズム解明につながり、社会への大きな貢献ともなる。

東南極域のモニタリングに向けた国際体制の整備、新探査手法の他地域での展開、研究分野を超越した広い視点を持つ研究者の育成も期待される。

### 【キーワード】

南極氷床：南極大陸を覆う氷で、全て融けると海面が約60m上昇する。  
南大洋：南極大陸を取り囲む海で、世界一重い海水である南極底層水を生成している。

### 【研究期間と研究経費】

平成29年度－33年度  
1,156,200千円

**[Grant - in - Aid for Scientific Research on Innovative Areas(Research in a proposed research area)]**  
**Interdisciplinary Area**



**Title of Project : Giant reservoirs of heat/water/material :  
Global environmental changes driven by  
the Southern Ocean and the Antarctic Ice Sheet**

**Kenji Kawamura**  
(National Institute of Polar Research, Division for Research and  
Education, Associate Professor)

Research Project Number : 17H06316      Researcher Number : 90431478

**【Purpose of the Research Project】**

In recent years, mass loss of the Antarctic ice sheet, the largest freshwater reservoir of the Earth, has been reported, and consequent future sea level rise is a growing concern. The Southern Ocean is a heat reservoir that drives the ocean general circulation with bottom water formation, and is also the largest CO<sub>2</sub> reservoir. The meltwater from the ice sheet alters the ocean circulation and CO<sub>2</sub> uptake, leading to further enhancement of the ice melt. Thus, the Antarctic ice sheet and the Southern Ocean together act as a system to potentially cause major changes in the global environment. In our project, we endeavor to understand and predict this complex system through collaborative efforts by a team of scientists from various disciplines with the aim of establishing a new "Antarctic environmental system science".

**【Content of the Research Project】**

In the Antarctic, the continent is covered and surrounded by strongly interacting components — atmosphere, cryosphere, ocean, and biosphere. We strive to comprehend them as one system through understanding various processes by observation and modeling, and through describing the states and mechanisms of interactions. For the future projection of global change originating in Antarctica, we conduct coordinated observations of ocean, ice sheet, solid earth and ecosystem, with the focus in the East Antarctica. Ice cores, marine sediments and rocks samples will reveal the past state and variations of the ice sheet and ocean on centennial to hundred-thousand-year timescales. Numerical models will integrate the components including the atmosphere, ice sheet, sea ice, ocean

and solid earth, incorporating observational and analytical findings, and elucidate the role of the Southern Ocean and Antarctic ice sheet on global change (see Figure).

In situ observations (ice, geomorphology, crust, ocean, sea ice, biology) will be conducted mainly in the East Antarctica where the Japanese expeditions have a long history and logistic advantages. Ice cores, marine sediments and rock samples will reveal variabilities on centennial to million-year timescales. Simulation and satellite observations will cover the entire Antarctica and will connect our findings to global changes.

**【Expected Research Achievements and Scientific Significance】**

- Enabling observations of interactive boundary between the ice and ocean.
- Realizing unified analyses of the past ice sheet and ocean variations under precise age control.
- Improving credibility of models by incorporating the new data on the Antarctic past and present.

These, together with various in-situ and satellite observations, will reveal how the ice sheet, ocean and climate interact. Sea level rise due to Antarctic ice sheet changes will be projected using the improved numerical models.

This project will also have societal impact, through clarifying the conditions and mechanism of the "Tipping Point", the critical point for irreversible and drastic change of the Antarctic. We also develop international collaborative framework for monitoring the East Antarctic, apply new observational techniques, and nurture researchers with broad and interdisciplinary perspectives.

**【Key Words】**

Antarctic ice sheet: Ice covering the Antarctic continent. The volume of ice is equivalent to 60 m of sea level.

Southern Ocean: Ocean around the Antarctica, producing Antarctic Bottom Water, the densest seawater.

**【Term of Project】** FY2017-2021

**【Budget Allocation】** 1,156,200 Thousand Yen

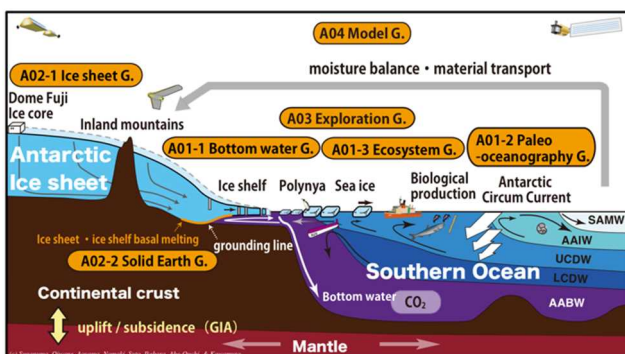


Figure: The Antarctic environmental system and our research groups.