

令和 7 年 12 月 23 日

報道機関 各位

将来気候に比較される鮮新世温暖期における 西南極氷床の融解状況・規模を解明

■ ポイント

- ・国際深海科学掘削計画(IODP)^{※1)}379次研究航海^{※2)}で採取された西南極アムンゼン海の海底堆積物試料の同位体比分析と氷床数値モデルシミュレーションから、将来気候と比較される鮮新世(533-258万年前)に西南極氷床^{※3)}の大規模融解(3メートルの海面上昇に相当)があったことを明らかにしました。
- ・西南極氷床は、330-460万年前の間に14回にわたり融解し、このうちの少なくとも5回は全融解していました。本研究結果は、西南極氷床の大規模融解が、将来の温暖化環境下でも現実的に起こり得ることを示しています。

■ 概要

富山大学学術研究部理学系の堀川恵司教授、当時富山大学理工学教育部に所属していた野田昌裕大学院生、藤本美柚大学院生、高知大学海洋コア国際研究所の岩井雅夫教授、名古屋大学環境学研究科の淺原良浩准教授、英国南極研究所の Claus-Dieter Hillenbrand 博士、コロラドカレッジの Christine S. Siddoway 教授、テキサス大学オースティン校の Anna Ruth Halberstadt 助教らを中心とする研究グループは、国際深海科学掘削計画(IODP)379次研究航海(2019年1-3月実施)で採取された西南極アムンゼン海の海底堆積物試料の同位体比分析と氷床数値モデルシミュレーションから、鮮新世温暖期に西南極氷床が内陸まで大きく融解する全融解(3メートルの海面上昇に相当)を起こしていたことを明らかにしました。

300-500万年前の鮮新世温暖期は、全球の平均気温が現在より3-4°C高く、将来の温暖化の類型として注目されています。しかし、当時の南極氷床の融解規模に関する決定的な地質学的証拠はこれまで不足していました。本研究では、西南極アムンゼン域の堆積物試料を用いた同位体比分析を行い、当時、西南極氷床が内陸深くまで大きく後退していたことを示す明確な地球化学的証拠を得ました。本研究結果は、現在進行している温暖化によって、西南極氷床が大規模に融解し、将来的に数メートル規模の海面上昇が現実的なリスクとして起こり得ることを示しています。

本研究成果は、米国科学誌「Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America」誌(PNAS、米国科学アカデミー紀要)に2025年12月23日(火)(日本時間)に掲載されました。

■研究の背景

300-500 万年前の鮮新世温暖期は、全球の平均気温が現在よりも 3-4°C 高く、海水準は 10~23 メートルほど高かったと推定されています。この海水準の高さは、当時の南極氷床が大規模に融解していたことを示唆します。仮に当時の海面上昇の推定が正しければ、現在進行している温暖化の先にも同等規模の海面上昇が待ち受けており、社会や経済に大きな影響を及ぼすリスクがあります。しかし、鮮新世の南極氷床の融解については、これまで決定的な地質学的証拠が不足しており、その実態は十分に解明されていませんでした。

■研究の内容・成果

本研究では、2019 年に実施された IODP379 次研究航海で掘削された西南極アムンゼン海の海底堆積物 (U1532 コア) を中心に、西南極沿岸域の表層堆積物や西南極大陸基盤岩など、計 250 試料以上を対象としました。これらの試料に対して、碎屑物粒子 (堆積物に含まれる岩石片) のストロンチウム、ネオジム、鉛の同位体比分析を行い、碎屑物の「起源（どこから運ばれてきたか）」を解析^{※4)}することで、鮮新世温暖期における西南極氷床の融解規模を評価しました。分析の結果、氷床が融解した後、再び発達する過程で堆積した地層中に、通常では掘削地点に運ばれてこないはずの、1000 km 以上離れた西南極内陸部の「エルスワース・ウィットモア山脈」を起源とする碎屑物が含まれていることを発見しました。氷床数値モデルシミュレーションを用いて、この内陸部の碎屑物がアムンゼン海まで運搬されるプロセスを検証した結果、鮮新世温暖期に、氷床末端部が崩壊・後退していく過程で、エルスワース・ウィットモア山脈起源の碎屑物を含む氷床が氷山として分離し、アムンゼン湾内（掘削地点近傍）まで運搬・堆積され得ることが示されました。その後、氷床が再発達する過程で、氷河がアムンゼン湾内に堆積した内陸部起源の碎屑物の一部をより沖合の掘削地点まで運んだことで、内陸に起源を持つ特徴的な同位体シグナルを形成しました。この碎屑物の同位体比データが、西南極氷床が内陸深くまで大規模に融解していたことを示す決定的な地球化学的証拠となりました。

また、本研究では、西南極氷床が 330-460 万年前の間に 14 回にわたり融解し、このうち少なくとも 5 回は大規模な融解であり、西南極氷床が何度も融解と発達を繰り返していたことを初めて明らかにしました。この大規模融解のメカニズムとしては、大陸棚上に形成された海底谷を通じて、暖かい周極深層水が西南極氷床接地帯（氷床が海底に接する部分）まで継続的に流入しやすくなつたことで、氷床の大規模融解が引き起こされたと考えられました。

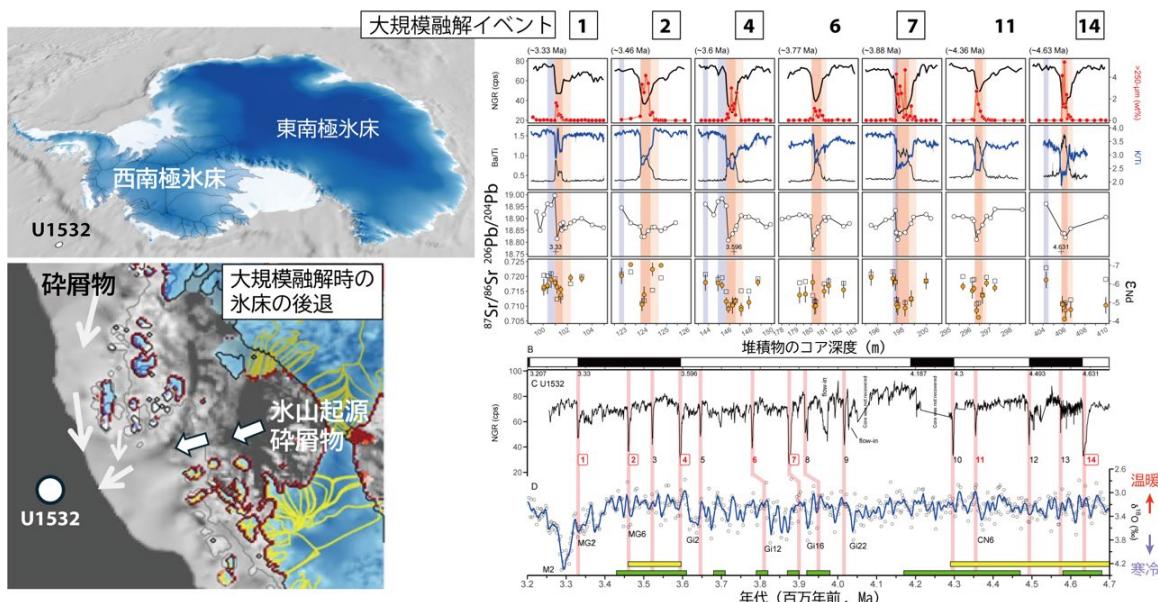
現在、アムンゼン海では、陸棚上の海底谷を通って接地帯まで流入する周極深層水によって氷床の融解が進んでおり、鮮新世に発生した氷床融解と酷似した状況となっ

ています。本研究結果は、鮮新世に繰り返し起こった西南極氷床の大規模融解が、将来の温暖化環境下でも現実的に起こり得ることを強く示唆しています。

■今後の展開

これまで、鮮新世温暖期に西南極氷床が融解していた可能性は示されていましたが、本研究によって、初めて明確な同位体的証拠に基づいて、西南極氷床が内陸まで後退するほど大規模に融解し、全球の海面水位を数メートル以上上昇させていたことが明らかになりました。今後の重要な課題は、このような大規模な氷床融解が、どの程度の時間スケール（速さ）で生じるのかを明らかにしていくことであり、将来の温暖化によるリスク評価において非常に重要な情報となります。

西南極氷床の大規模融解は何度も起きていた－碎屑物の同位体比から判明



【用語解説】

※ 1) 國際深海科学掘削計画 (IODP: International Ocean Discovery Program)

平成 25 年 (2013 年) 10 月から開始された多国間科学研究協力プロジェクト。日本 (地球深部探査船「ちきゅう」), アメリカ (ジョイデス・レゾリューション号), ヨーロッパ (特定任務掘削船) がそれぞれ提供する掘削船を用いて深海底を掘削することにより、地球環境変動、地球内部構造、地殻内生命圈等の解明を目的とした研究を推進する。

※2) 国際深海科学掘削計画 (IODP) 第379次研究航海

現在、急速な氷床量の減少が見られる西南極氷床アムンゼン域の大陸棚や大陸棚近傍海洋底を掘削し、採取された堆積物コア試料の分析から、過去の温暖時期における気候・海洋状態と西南極氷床の消長との関連を解明することを目的とした研究航海。詳細は下記リンクを参照。

国際深海科学掘削計画 (IODP) 第379次研究航海の開始について～アムンゼン海の氷床縁辺掘削で探る西南極氷床ダイナミクス～

https://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20190118_2/

※3) 西南極氷床

西南極氷床は、南極横断山脈を境として西半球側（西経0-180度）に位置する氷床を指す。この氷床の大部分は、その基盤が海面下にあるため、氷床が直接海水と触れており、海水温が上昇すると氷床の底面から融解が進みやすくなる。西南極氷床のアムンゼン域では、このような比較的暖かい海水の影響を受け、現在急速に融解が進行している。

※4) 碎屑物の起源解析

海底堆積物に含まれる碎屑物の供給源を、碎屑物の同位体比（ストロンチウム、ネオジム、鉛の同位体比など）をもとに南極大陸の基盤岩まで遡ることで、過去の氷床の存在範囲や流動パターンを空間的に復元できる。

【論文詳細】

論文名：

Repeated major inland retreat of Thwaites and Pine Island glaciers (West Antarctica) during the Pliocene

著者：

Keiji Horikawa*, Masao Iwai, Claus-Dieter Hillenbrand, Christine S. Siddoway, Anna Ruth Halberstadt, Ellen A. Cowan, Michelle L. Penkrot, Karsten Gohl, Julia S. Wellner, Yoshihiro Asahara, Ki-Cheol Shin, Masahiro Noda, Miyu Fujimoto, and Expedition 379 Science Party

*筆頭・責任著者

掲載誌：

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)

DOI : 10.1073/pnas.2508341122