なぜ南極の海氷面積は 2023 年に最小になったのか？

～日射を吸収する黒い開水面のフィードバック効果～

ポイント

・2023 年の南極海氷面積の記録的な減少に関わる重要なメカニズムを解明。
・融解期初期の風による海氷の広がりが、海氷減少の引き金となった可能性を示す。
・黒い開水面が吸収する日射が海氷融解を加速する正のフィードバックの重要性を示す。

概要

苫小牧工業高等専門学校の二橋創平教授と北海道大学低温科学研究所の大島慶一郎客員教授は、2023 年 2 月の南極海氷面積の記録的な減少や、夏の海氷面積の年々変動に対して、海氷－海洋アルベドフィードバック効果が重要な役割を果たしたことを示しました。

2010 年代半ばまで減少傾向がなかった南極の海氷面積が 2016 年頃から減少し始め、2023 年 2 月にそれまでの最小記録を大きく更新しました。この海氷の激減については、上層海洋の昇温などが要因とされていますが、本研究では、海氷－海洋アルベドフィードバックが重要な要因であることを、衛星海氷データ・熱収支・簡略海氷海洋結合モデル等の解析から明らかにしました。海氷－海洋アルベドフィードバックとは、アルベド*1（日射に対する反射率）が黒い開水面*2では白い海氷表面より小さいため、海氷域で開水面が一旦広がると、開水面で吸収された日射による熱により海氷が融解し、さらに開水面を広げ海氷融解を加速するというものです。2023 年には、融解初期の風による海氷発散量*3が極めて大きく、これを引き金としてフィードバックが強まり、海氷融解が加速したと考えられます。この成果は、南極海氷の大きな年々変動を理解する上で重要であり、将来の気候変動予測の改善にも貢献すると期待されます。

なお、本研究成果は、2026 年 11 月 10 日（火）公開の Scientific Reports 誌にオンライン掲載されました。



海氷－海洋アルベドフィードバック効果を示す模式図

【背景】

衛星によって全球の海氷面積を観測できるようになって約 50 年、その間、北極の夏の海氷面積は約半減したのに対し（図 1a 青）、南極の海氷面積は 2010 年代半ばまで減少する傾向はみられませんでした。しかし、2016 年頃から減少し始め、2023 年 2 月にそれまでの最小記録を大きく更新しました（図 1a 赤）。この海氷の激減の要因については、海洋の昇温などが指摘されていますが、現場観測データも限られていて、十分には解明されていません。研究グループでは、北極の夏の海氷面積の減少に対して、海氷－海洋アルベドフィードバック効果の重要性を示唆していました。海氷－海洋アルベドフィードバック効果とは、開水面と海氷表面のアルベド（日射に対する反射率）が大きく異なることにより、融解期に一旦海氷密接度（海氷が海面を覆う割合）が低下すると、増えた黒い開水面に吸収された日射による熱により海氷が融解し、さらに開水面が広がって海氷融解を加速するというものです（p.1 図）。南極の夏の海氷面積の激減も、同様なメカニズムが働いていた可能性があり、それを詳細な解析から示したのが本研究です。

【研究手法】

本研究では、南極の全海氷域に対し、衛星海氷データや大気客観解析データ等を用いて、海氷域内へ入る日射等の熱量、海氷面積変化量、風による海氷発散量（海氷が拡がる方向に動く割合）等を詳細に計算・解析しました。また、海氷－海洋アルベドフィードバック効果を表現できる、簡略化した海氷－海洋結合モデルを構築し、観測の再現とメカニズムの理解に役立てました。

【研究成果】

海氷が最小となる 2 月の海氷面積（図 1a）の年々変動は、融解期初期（11 月）の風による海氷発散指数（図 1b）と高い負の相関を示し、海氷面積最小を記録した 2023 年は、海氷発散指数も最大でした（図 1b 紫）。海氷発散が大きいと、海氷融解最盛期（12 月）での日射による大気から海洋へ入る熱が大きくなり（図 1c 紫）、海氷融解が大きく進み、2023 年の記録的な海氷面積の減少につながったと考えられます。約 50 年間の観測で夏の海氷面積が最大となった 2008 年（図 1a 緑：図 2 も参照）は、初期の海氷発散指数も小さく、海洋に入る熱も最低を記録していました（図 1c 緑）。図 3 は両シーズンの特徴を模式的に示したものです。

この解析結果は簡略化した海氷－海洋結合モデルによっても再現され、海氷－海洋アルベドフィードバックによる融解の増幅が示されました。海氷発散そのものによる海氷密接度の減少はわずかですが、これが引き金となってフィードバックが働き、海氷融解最盛期に向けて海洋への熱の流入が大きく増し、融解が加速したと考えられます（図 3）。2016 年以降の海氷の減少傾向や年々変動に対しても、海氷－海洋アルベドフィードバック効果が重要な役割を果たしていることが示されました。

【今後への期待】

南極の海氷減少は地球全体の大気や海洋の循環に大きく影響を与えるという研究もあり、南極の海氷減少のメカニズムの解明は全地球の気候変動の理解や予測にもつながります。今後はより精緻な海氷－海洋結合モデルや気候モデルと組み合わせて解析することで、フィードバック効果の理解を深め、フィードバック効果の全地球の気候への影響評価へと発展していくことが期待されます。

【謝辞】

本研究は科学研究費補助金・基盤研究 S（課題番号：JP20H05707）及び特別推進研究（課題番号：JP25H00002）の助成を受けて実施されました。

【関連するプレスリリース】

北海道大学・苫小牧工業高等専門学校・国立極地研究所共同プレスリリース「北極海の夏の海氷が激減したメカニズムを解明― 黒い開水面が吸収する日射の効果 ―」

発表日：2017 年 8 月 29 日

ＵＲＬ：https://www.hokudai.ac.jp/news/130304_pr_lowtem.pdf

論文情報

論文名	Ice–ocean albedo feedback as a key mechanism driving recent Antarctic summer sea-ice decline（夏の南極海氷減少を駆動するメカニズム：海氷–海洋アルベドフィードバック）
著者名	二橋創平[1]、大島慶一郎[2]（[1]苫小牧工業高等専門学校、[2]北海道大学低温科学研究所）
雑誌名	Scientific Reports（総合科学雑誌）
ＤＯＩ	10.1038/s41598-026-70282-2
公表日	2026 年 11 月 10 日（火）（オンライン公開）

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所　客員教授　大島慶一郎（おおしまけいいちろう）

ＴＥＬ　011-706-5481　ＦＡＸ　011-706-7362　メール　ohshima@lowtem.hokudai.ac.jp

ＵＲＬ　https://www2.lowtem.hokudai.ac.jp/wwwod/~ohshima/

配信元

北海道大学社会共創部広報課（〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目）

ＴＥＬ　011-706-2610　ＦＡＸ　011-706-2092　メール　jp-press@general.hokudai.ac.jp

苫小牧工業高等専門学校　総務課総務係（〒059-1275 苫小牧市字錦岡 443 番地）

ＴＥＬ　0144-67-0213　ＦＡＸ　0144-67-0814　メール　soumu@tomakomai-ct.ac.jp

【参考図】

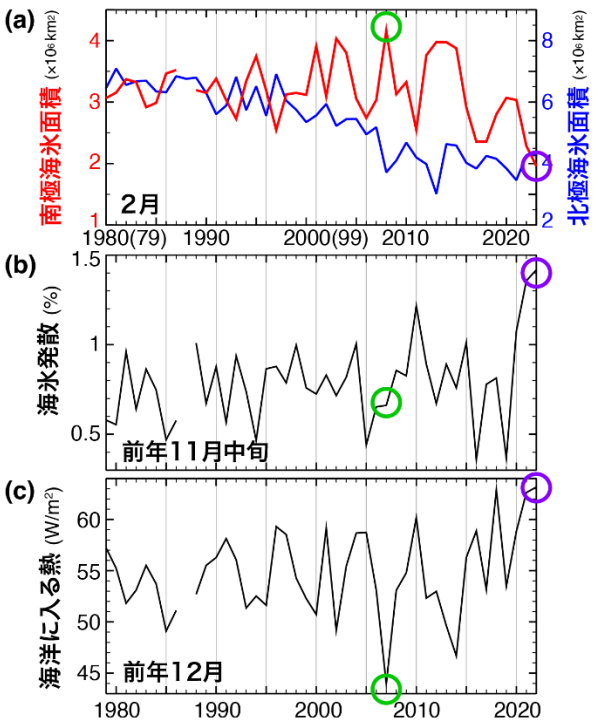


図 1. （a）夏の南極（赤：右軸）と北極（青：左軸）の海氷面積の年々変動
（b）11 月 7 日から 16 日までの 10 日間で積算した風による海氷発散指数
（c）12 月に開水面を通じて海洋へ流入する熱量

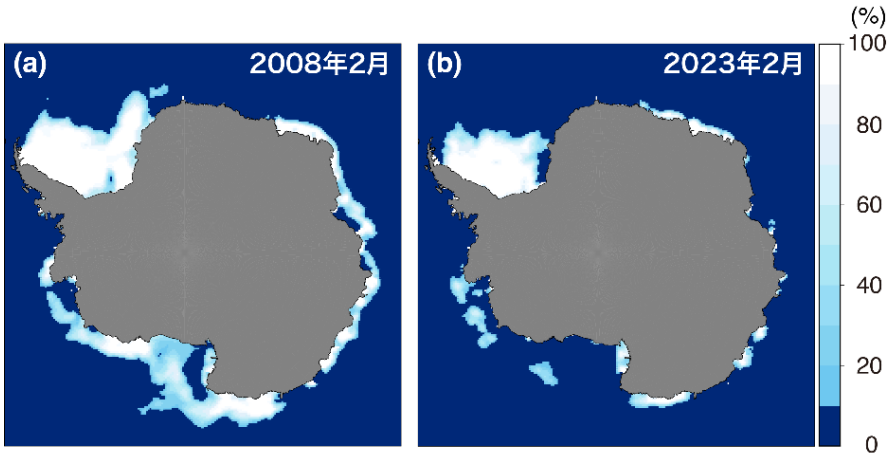


図 2. 夏（2 月）の南極の海氷分布（a）約 50 年で最大面積を記録した 2008 年（b）最小面積を記録した 2023 年

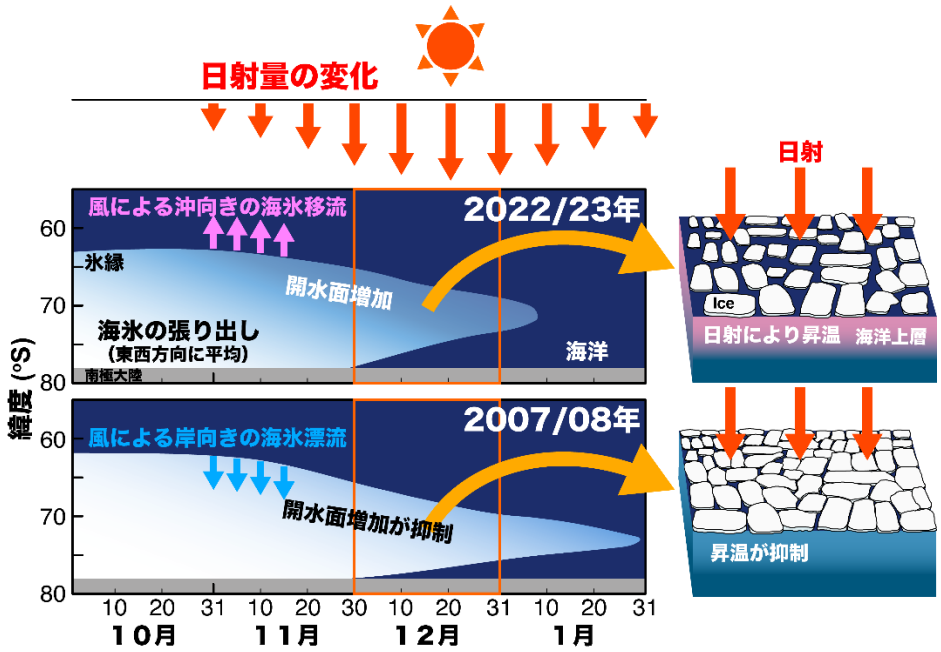


図 3. 2022/23 年及び 2007/08 年の海氷－海洋アルベドフィードバックの模式図。
（上段）2022/23 年シーズンにおける、南極海全域で東西平均した海氷密接度の時間変化。2022 年 11 月、風によって海氷が沖向きに漂流したことで、海氷発散により開水面の割合が増加し、日射による海洋表層への熱の取り込みが増大（右図）、海氷融解が促進された。その結果、さらに開水面の割合が増加し、この正のフィードバックによって、2023 年 2 月の海氷面積は観測史上最小を記録した。
（下段）2007/08 年シーズンでは、風によって海氷が岸向きに漂流したことで、開水面の割合が小さいままとなり、日射による海洋表層への熱の取り込みが少ないままとなり、海氷融解が抑制され、2008 年 2 月の海氷面積は夏の面積としては観測史上最大を記録した。

【用語解説】

＊1 アルベド … 日射に対する反射率。白い雪が載っている海氷は 70～80%に対し、開水面は 6～7%。

＊2 開水面 … 周囲が海氷で覆われている中で、局所的に水面が見えている部分のこと。

＊3 海氷発散量 … 海氷が拡がる方向に動く割合。正の発散では海氷密接度が減少、負では増加となる。