

グリーンランドで夏に温暖化が減速している謎を解明

～北極海の水氷減少の減速にも影響～

ポイント

- ・ 温室効果ガスが増加しているのに対して、夏季グリーンランドで温暖化が減速している謎を調査。
- ・ 熱帯の大気海洋変動が夏季グリーンランド温暖化減速の原因であることを解明。
- ・ グリーンランド氷床の融解や北極海の水氷減少の将来予測精度向上への貢献に期待。

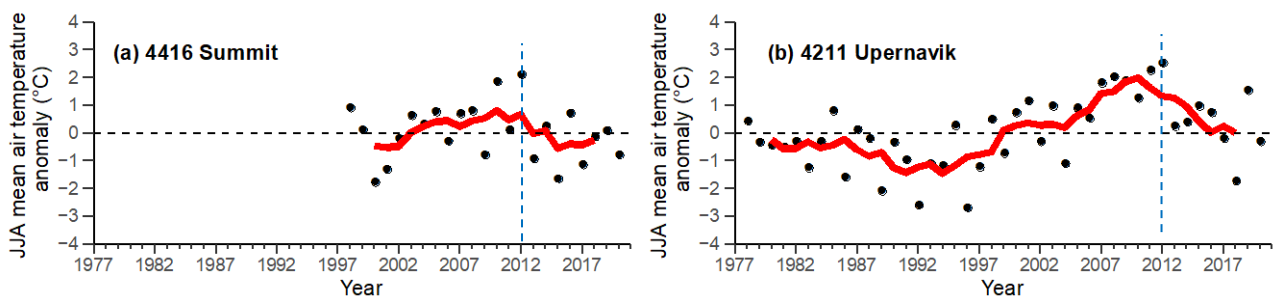
概要

北海道大学大学院地球環境科学研究院の松村伸治学術研究者らのグループは、近年、夏季のグリーンランドで温暖化が減速しているメカニズムを解明しました。グリーンランドの氷床は、温室効果ガスの増加に伴った温暖化によって長期的に見ると融解が進んでいます。ところが、2012年にグリーンランドの気温上昇が過去最高に達してから、最近10年間では低温傾向で氷床融解が減速しつつあると報告されており、その原因はよくわかっていませんでした。

研究グループは大気海洋の観測データの解析を行い、熱帯太平洋からグリーンランドへのテレコネクション*1が温暖化減速の要因であることを見出しました。気象学的に夏季は熱帯上空が東風であるため、熱帯から北極域へのテレコネクションは発達できません。しかし、2000年代以降、赤道太平洋で発生する従来型のエルニーニョ/ラニーニャ現象よりも亜熱帯太平洋で発生するエルニーニョ/ラニーニャもどき現象*2が頻発することで、海面水温と降水帯の変化が亜熱帯海域まで北上して東風領域を脱するため、テレコネクションを生み出すことが可能となりました。実際に簡易大気モデルで降水帯の北上を反映させると、グリーンランドへのテレコネクションが再現できました。最近10年間ではエルニーニョもどきが頻発しており、亜熱帯からのテレコネクションがグリーンランド上空で雲を発生しやすい低気圧性循環を強め地上に低温をもたらしています。この低気圧性循環はさらに高緯度の北極海上空にまで及んでおり、最近の水氷減少の減速にも影響している可能性があります。

今後エルニーニョと反対のラニーニャもどきが頻発するとグリーンランドに高温をもたらし、人為起源による温暖化との相乗効果でこれまで以上に温暖化と氷床融解が加速すると予想されます。

なお本研究成果は、2021年12月16日(木)午後7時公開の *Communications Earth & Environment* 誌に掲載されました。



グリーンランド氷床頂上の(a) Summit(72° N, 38° W, 海拔 3216m)と西海岸沿いの(b) Upernavik(72° N, 56° W)における夏季(6-8月)平均気温の時系列。平年からの偏差を示し、赤線は5年移動平均を表す。

【背景】

過去数十年間にわたりグリーンランド氷床は温暖化による融解が進み、海洋への淡水供給の増加に伴って海面上昇にも影響を及ぼすため、グリーンランド氷床の将来予測は地球温暖化研究における喫緊の課題となっています。ところが、2012年に氷床融解の記録を更新してから融解が減速しつつあり、海洋への淡水供給も減少しつつあると報告されています。実際に、グリーンランドの気温上昇が2012年に過去最高に達して以降、最近10年間の融解期である夏季では低温傾向となっています(p.1図)。このような気温変化はグリーンランドの沿岸域だけでなく、標高3200mの氷床頂上の観測地点でも明瞭に現れています(p.1図a)。しかし、グリーンランド周辺以外の夏季北極域では温暖化が継続中であり、グリーンランドは北極域で極めて特殊な地域となっています(図1)。

また、グリーンランドの氷床融解と同様の変化は北極海の海氷減少でも現れており、2012年に最少面積を記録して以降、海氷面積は横ばいに推移しています(図2)。本研究では温室効果ガスが増加しているにもかかわらず、夏季グリーンランドでは温暖化が減速しているメカニズムを解明しました。

【研究手法】

観測データの解析と大気シミュレーションの両面からアプローチし、大気・海洋変動に関して統計的手法による解析を行うとともに、その因果関係を明確化するために大気モデル実験により検証を行いました。

モデル実験は2種類あり、一つは気候再現実験結果を利用して、最近のグリーンランド温暖化減速の再現性を検証し、1880年代の放射強制力に設定した再現実験で人為起源による温暖化の影響を見積もりました。もう一つは、大気循環の本質を容易に理解するために簡易大気モデルを用いて、熱帯に熱源(降水域を反映)を与えることによりグリーンランドへの大気テレコネクションを調べました。

【研究成果】

大気の観測データの解析から、夏季北極域の大気循環は2000年代を境に大きく変化していることがわかりました。2000年代以降、高気圧と低気圧が交互に強まる波列パターンである大気のテレコネクションが熱帯太平洋からグリーンランド上空まで伝播しており、2012年までは高気圧性循環が強まることでグリーンランドやカナダ北部で高温をもたらす過去最高の気温上昇を記録しました。一方、最近の10年間では低気圧性循環が強まることでグリーンランドやカナダ北部で低温をもたらしています。しかし、2000年以前ではこのような熱帯からのテレコネクションは出現していません。

海洋の観測データの解析から、テレコネクションの出現はエルニーニョ現象の変化と関係していることがわかりました。気象学的には熱帯上空が東風であれば熱帯からのテレコネクションは発達できません。このため、テレコネクションの研究は熱帯で西風となる冬季が中心であり、東風となる夏季に関しては冬季ほど理解が進んでいません。ところが、2000年代以降、赤道太平洋で発生する従来型のエルニーニョ/ラニーニャ現象よりも亜熱帯太平洋で発生するエルニーニョ/ラニーニャもどき現象が頻発することで、海面水温と降水帯の変化が亜熱帯海域まで北上して東風領域を脱するため、夏季でもテレコネクションを生み出すことが可能となりました(図3)。2012年まではラニーニャもどきが頻発することでグリーンランド温暖化に寄与していましたが、最近10年間ではエルニーニョもどきが頻発し、亜熱帯海域で海面水温の上昇と降水活動の活発化によりテレコネクションを発生しグリーンランド上空で低気圧性循環を強め地上に低温をもたらしています。気候モデルでは降水の振る舞いの再現が難しいため、このテレコネクションの再現性も乏しいですが、降水帯の北上を反映した簡易大気モデルでグリーンランドへのテレコネクションを再現することに成功しました。

このグリーンランド上の低気圧性循環はさらに高緯度の北極海上空にまで及んでおり、最近の海氷減少の減速にも影響している可能性があります。従って、最近の夏季北極域の気候変動は北極域内だけの現象ではなく、熱帯の変化に連動したグローバルスケールの現象であり、もどき現象の頻発が北極域の急激な気候変動に重要な役割を果たしていると考えられます。

【今後への期待】

今後エルニーニョとは反対のラニーニャもどきが頻発すると図3も一転してグリーンランドに高温をもたらします。このため、人為起源による温暖化との相乗効果でこれまで以上に一層温暖化と氷床融解が加速すると予期されます。実際に今年の夏はラニーニャ傾向であり、p.1 図 a の観測点であるグリーンランド氷床頂上で史上初の降雨が観測されました。将来の気候予測ではこのもどき現象が頻発するとされており、最近の頻繁な発生も自然変動ではなく、人為起源の影響である可能性も指摘されています。一方で、将来気候予測モデルは過去のグリーンランド温暖化や海氷減少の再現性に乏しいのが現状です。そのため、本研究の結果が将来のグリーンランド温暖化に伴う氷床融解や海面上昇、北極海の海氷減少における予測精度向上に繋がる可能性に加え、不確実性を議論する上での材料としても提供できることが期待されます。

【謝辞】

本研究は北極域研究共同推進拠点の公募事業による助成を受け実施されたものです。

論文情報

論文名	Slow-down in summer warming over Greenland in the past decade linked to central Pacific El Niño (エルニーニョもどきによる最近の夏季グリーンランド温暖化の減速)
著者名	松村伸治 ¹ , 山崎孝治 ² , 鈴木和良 ³ (¹ 北海道大学大学院地球環境科学研究院, ² 北海道大学北極域研究センター, ³ 海洋研究開発機構北極環境変動総合研究センター)
雑誌名	Communications Earth & Environment (Nature Research のオープンアクセス誌)
DOI	10.1038/s43247-021-00329-x
公表日	2021年12月16日(木)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学大学院地球環境科学研究院 学術研究員 松村伸治 (まつむらしんじ)
TEL 011-706-2374 FAX 011-706-4865 メール matsusnj@ees.hokudai.ac.jp

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒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

【参考図】

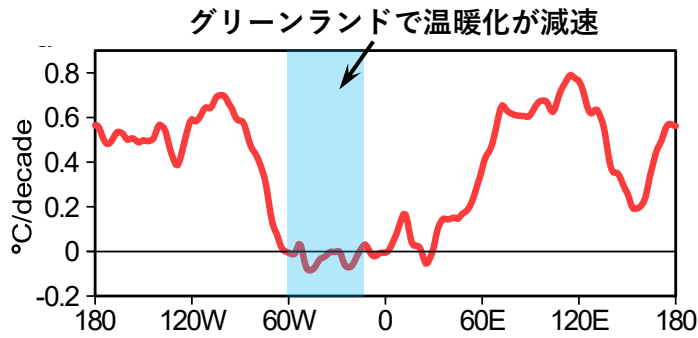


図 1. 夏季北極域(北緯 60 度以北)における 2000~2020 年の地上気温変化(°C/10 年)の経度分布。

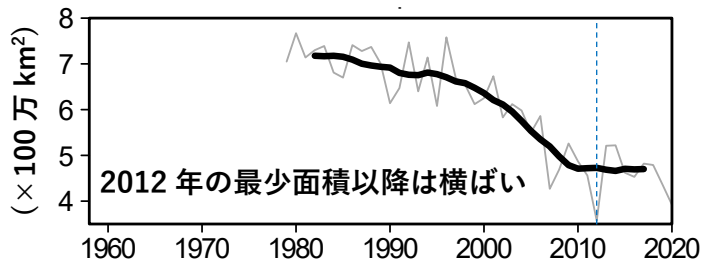


図 2. 9 月の北極海の海氷面積の時系列。黒太線は 7 年移動平均を表す。

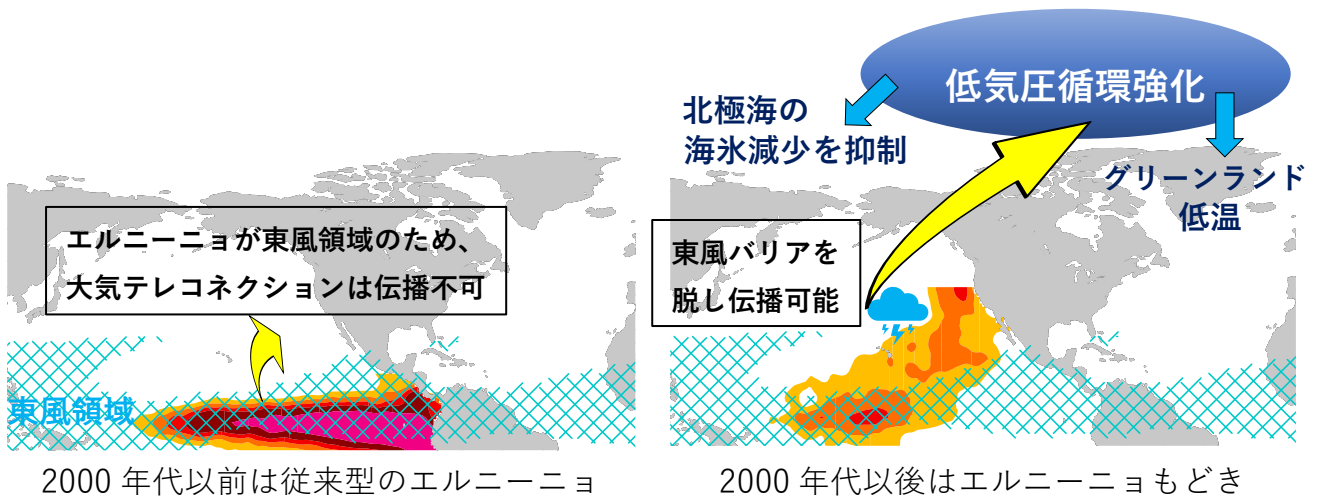


図 3. 温暖化減速メカニズムの模式図

【用語解説】

- *1 テレコネクション … 大気による遠隔影響。大気波動を介して遠方に気圧の変化が伝わること。
- *2 エルニーニョもどき … 東部赤道太平洋が変動の中心の従来型に対して、中部熱帯太平洋から亜熱帯が変動の中心であるエルニーニョのこと。