

世界初！海底地震計を使い、氷河流動の検出に成功

～微動を使った新しい氷河観測手法を提案～

ポイント

- ・地震波ノイズと、氷河の流動速度に高い相関があることを発見。
- ・氷河がすすべる時に生じる微動を、氷河前に沈めた海底地震計を使って初めて検出。
- ・氷河から海に流入する氷と融け水のモニタリングや、その変動要因の解明に期待。

概要

北海道大学北極域研究センターのエヴゲニ・ポドリスキ助教、同大学大学院理学研究院の村井芳夫准教授、同大学北極域研究センターの漢那直也研究員（現東京大学海洋研究所）、同大学低温科学研究所の杉山 慎教授らの研究グループは、グリーンランド・ボードイン氷河の直前で、海底地震計を使った観測に世界で初めて成功しました。観測された地震波ノイズ*1の時間変化から、氷河の流動変化が推定できることを初めて明らかにしました。

氷河末端から約 640m の海底に海底地震計を、氷河と陸上に GPS（全地球測位システム）受信機と地震計を設置して、地震波ノイズと氷河の流動速度を比較したところ、特に海底の地震波ノイズ振幅と流動速度の間に高い相関があることを発見しました。このことから、地震波ノイズが、氷河がすすべる時に生じる微動*2であることが明らかになりました。

氷河の末端付近はアクセスと機材の設置が困難で、氷の破壊や強風によるノイズの影響を受けるため、流動の測定が困難です。これに対して、海底での観測によって、これらの弱点を克服することが可能になります。

本研究が提案する新しい手法により、グリーンランドにおける氷河から海に流入する氷と融け水のモニタリングが可能となり、その変動要因の解明が期待されます。

本研究成果は、2021年6月24日（木）公開の *Nature Communications* 誌にオンライン掲載されました。



グリーンランド・ボードイン
フィヨルドにおける海底地震
計設置の様子

（2019年7月21日。撮影：
浅地 泉）

【背景】

グリーンランドには、海洋に流れ込む氷河が数多く分布しています（図 1）。氷河が海洋へ流入し融解する速さは、氷河底面のすべりによって決まります。これまで、氷河の流動を測定するために、氷河とその周辺で様々な観測が行われてきました。しかし、これらの測定は氷の破壊や強風によるノイズの影響を受けるため、氷河の流動を捉えにくくなることがあります。また、これらの観測では、観測機器が氷の融解や低温にさらされて不安定になったり、氷河の崩壊によって破壊されたりするという共通の問題があります。一方、氷河末端近傍の海底で観測を行うことによって、これらの問題を克服することが可能になります（図 2）。しかしながら、冰山や海氷に覆われた氷河前の海に機器を設置することは非常に困難で、これまでそのような測定が行われたことはありませんでした。

【研究手法】

本研究では、末端付近における氷河流動の実態を解明するために、グリーンランド北西部ボードイン氷河と海洋の境界部で海底と陸上に地震計を、氷河上には GPS 受信機を設置して、包括的な観測を行いました。なお、氷河末端の海底に海底地震計を設置する試みは、本研究が世界初です（図 3）。

GPS では氷河の流動量が、地震計では氷河の崩壊や流動に伴う氷河地震がそれぞれ観測されました。しかし、地震計の記録には氷河の流動変化をはっきりと示すような地震波が認められなかったため、地震波ノイズの時間変化を詳細に解析して、氷河の流動速度と比較を行いました。

【研究成果】

地震波ノイズ振幅の時間変化を調べた結果、GPS で観測された氷河の流動速度との間に良い相関があることがわかりました。特に、海底地震計では氷河上で発生するノイズの影響を抑えることができたため、広い周波数帯（3.5 Hz～14.0 Hz）で地震波ノイズ振幅と氷河の流動速度との間に高い相関があることが明らかになりました。さらに、融解水が氷河の底に供給される夕方に流動速度が速くなる傾向がありますが、地震波ノイズ振幅も夕方に大きくなっていることがわかりました。以上のことから、地震波ノイズは氷河がすべる時に発生する微動であると考えられます。氷河がすべる際の微動の発生は、近年の理論的研究や室内実験の結果とも一致するものです。

このように、従来震動源のわからないノイズと考えられていたデータに、氷河の流動速度を示す地震波が含まれていることが示されました。本研究により、氷の破壊によるノイズや過酷な環境にさらされる極域での氷河流動モニタリングに、海底地震計を用いる新しい方法が提案されました。

【今後への期待】

本研究で提案した手法により、グリーンランドはもちろん、南極など各地の氷河で氷と融け水の海洋への流入量モニタリングが可能となり、その変動要因の解明が期待されます。さらに、日本やカナダのプレート沈み込み帯でも同様の微動が発生しているので、本研究のような分野横断型の研究が、プレート間で生じているすべり現象の理解にも役立つことが期待されます。

【謝辞】

本研究は、科学研究費助成事業、ArCS 北極域研究推進プロジェクト、ArCS II 北極域研究加速プロジェクト、文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）」の支援を受けて実施されました。

論文情報

論文名 Ocean-bottom and surface seismometers reveal continuous glacial tremor and slip (海底及び陸上での地震観測より明らかとなった微動と氷河すべり)
著者名 Evgeny A. Podolskiy¹, 村井芳夫², 漢那直也^{1,3}, 杉山 慎^{1,4} (1 北海道大学北極域研究センター, 2 北海道大学大学院理学研究院, 3 東京大学大気海洋研究所, 4 北海道大学低温科学研究所)
雑誌名 Nature Communications (英科学誌)
DOI 10.1038/s41467-021-24142-4
公表日 日本時間 2021 年 6 月 24 日 (木) (オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学北極域研究センター 助教 Evgeny Podolskiy (エヴゲニ・ポドリスキ)
TEL 011-706-9626 FAX 011-706-9623 メール evgeniy.podolskiy@gmail.com
北海道大学大学院理学研究院 准教授 村井芳夫 (むらいよしお)
TEL 011-706-3553 FAX 011-706-3553 メール murai@sci.hokudai.ac.jp
研究プロジェクトに関する情報
<http://www.ice.lowtem.hokudai.ac.jp/~sugishin/research/hokudai2/greenland2/greenland2.html>
<https://www.nipr.ac.jp/arcs2>

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】

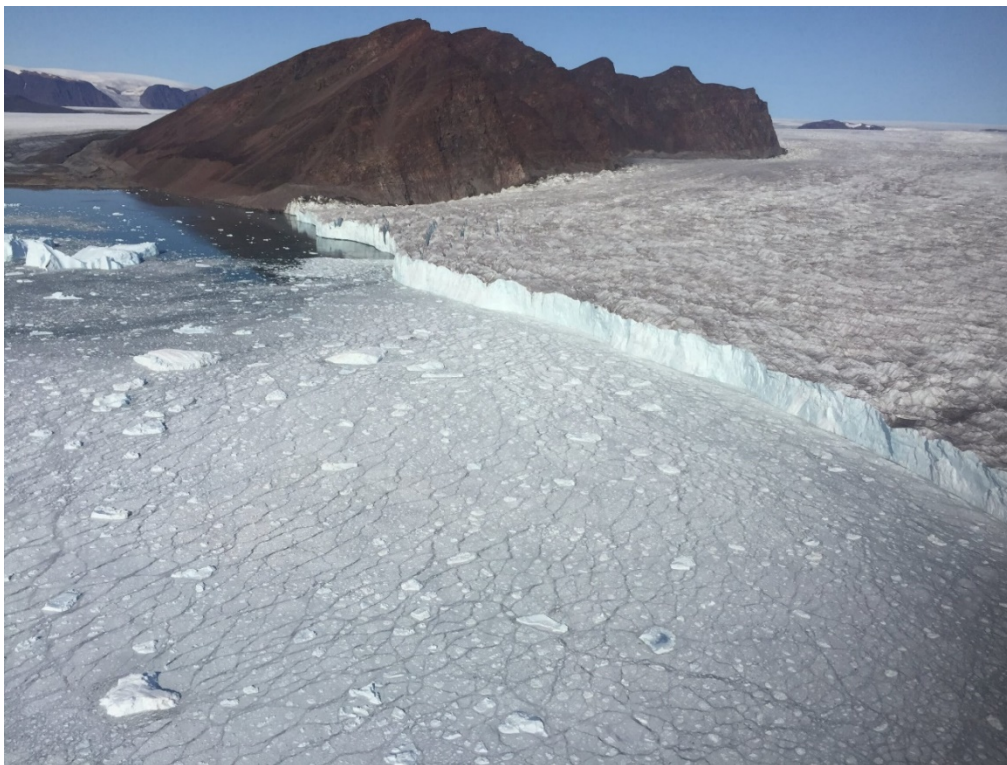


図 1. 海洋に流れ込むグリーンランド・ボードイン氷河の末端 (撮影：エヴゲニ・ポドリスキ)。

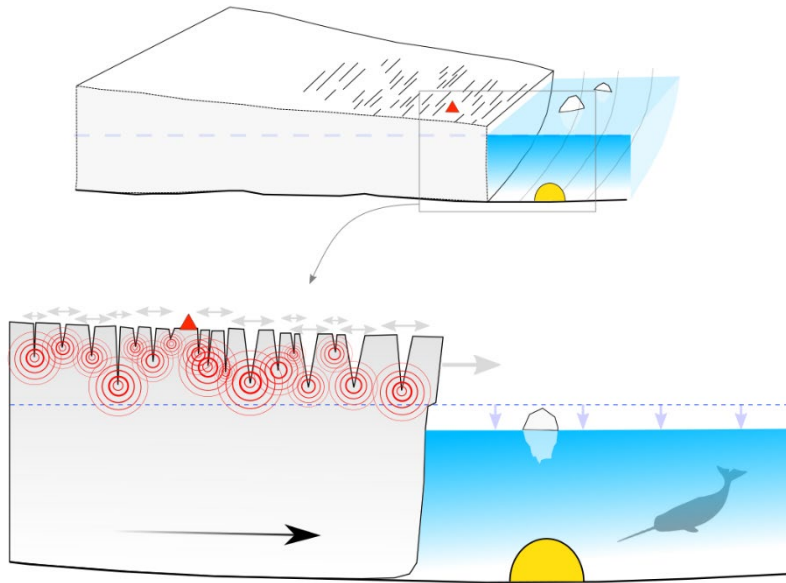


図 2. 海洋に流れ込む氷河における海底地震観測の利点を表す概念図。氷河上の地震計（赤い三角）に比べて、海底地震計（黄色い半円）では氷河上で発生するノイズの影響を抑えることができ、氷河底面のすべりによって生じる地震波を検知しやすくなる。



図 3. グリーンランド北西部の村、カナックで海底地震計を組み立てるエヴゲニ・ポドリスキ助教（2019年7月。撮影：浅地 泉）。

【用語解説】

- *1 地震波ノイズ … 震動源のわからない地面の小さな揺れのこと。
- *2 微動 … 震動源から地震波が長い時間にわたって放出される現象のこと。