

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：50102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00530

研究課題名（和文）海氷の一生が引き起こす熱と塩・淡水の再分配と輸送のグローバルな推定

研究課題名（英文）Global estimates of heat and salt/freshwater flux associated with sea-ice freezing and melting

研究代表者

二橋 創平（Nihashi, Sohey）

苫小牧工業高等専門学校・創造工学科・教授

研究者番号：50396321

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：海氷による熱と塩/淡水の再分配と輸送を明らかにするために、熱塩フラックスデータセットを南極海で作成した。年間の熱収支と塩収支から、大陸側、すなわち高緯度側の沿岸ポリニヤ域で熱が海洋から大気に奪われ結氷し、塩分が海洋に供給されることが示された。一方低緯度側では、海氷が融解し淡水を供給することが示された。この融解の際に海洋から潜熱が奪われるので、海洋は冷却される。この結果は、海氷による高緯度側から低緯度側への負の熱と淡水の輸送を示していると考えられる。このデータセットは、モデルの比較検証や境界条件として使用することが可能である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

作成したデータセットから示される海氷による熱と塩/淡水の再分配と輸送は、気候システムや、物質循環や生物活動といった様々な観点からも重要である。例えば西南極や東南極の一部の岸近くの海域では、大気から海洋には熱の供給がないのに淡水供給すなわち海氷融解が示された。これは海洋下層や水平方向からの比較的温かい海水が移流し海氷が融解していることを示唆するものである。このことは海洋氷床結合系を理解する上でも重要であり、作成したデータセットが、地球温暖化に伴う氷床の融解やこれによる海面上昇を理解する上で鍵となる情報を提供できるものであることを示している。

研究成果の概要（英文）：The dataset is based on a heat budget analysis using ice concentration, thickness, and drift speed from satellite observations and the ERA-Interim data. The salt flux calculation considers both salt supplied to the ocean from sea-ice production and freshwater supplied when the ice melts. This dataset will be useful for the validation and boundary conditions of modeling studies. The spatial distribution of the annual fluxes shows a distinct contrast between south and north (higher and lower latitude regions): significant ocean cooling with salt supply is shown in the southern coastal polynya region, while ocean heating with freshwater supply is shown in the north region. This contrast suggests a transport of freshwater and negative heat by ice advection. The annual fluxes also show ocean cooling with freshwater supply in some coastal regions, suggesting the effect of warm water advection.

研究分野：環境動態解析

キーワード：熱・塩・淡水フラックス 海氷 海氷生産 海氷融解 高密度水生成 塩分フラックス 淡水フラックス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

海氷には熱と塩/淡水の再分配と輸送という役割があり、気候システムのみならず、物質循環や生物活動にも重要な役割を果たしている。海氷には大気-海洋間の蓋としての役割もあり、海氷が存在すると大気-海洋間の熱や物質の移動が大幅に抑制される。しかしこの蓋としての役割は、氷の厚さが薄くなるに従って急激に小さくなる。例えば、薄氷で覆われる沿岸ポリニヤでは、膨大な量の熱が大気に奪われ盛んに海氷が生産される。この結氷の際に排出される高塩で低温の高密度水の沈み込みは、気候システムの最重要構成要素の一つである海洋の熱塩循環(子午面循環)に重要な役割を果たしている。またこの高密度水の沈み込みにより、大気中の熱や二酸化炭素等の物質が海洋深層へと運び込まれている。

結氷し成長した海氷は風や海流により移流され、最終的には融解する。海氷は、結氷の際に大部分の塩分が排出されるので、それ自体の塩分は淡水に近い。海氷融解に伴い、海洋は潜熱を奪われ冷却され淡水が供給される。従って海氷の移流は、負の熱と淡水を輸送していることになる。このことは、ローカルな気象を決定する上で重要である。また融解に伴う淡水供給による海洋上層の成層の強化と、海氷に閉じ込められていた鉄分等の供給は、植物プランクトンのブルームを引き起こし、生物のホットスポットが形成される。

このように、海氷の一生が引き起こす熱と塩/淡水の再分配と輸送は、気候システムだけでなく、物質循環や生物活動といった様々な観点からも重要である。しかしながら海氷による熱・塩・淡水フラックスは、定性的でさえもよく分かっていないのが現状であった。

2. 研究の目的

本研究課題の目的は、観測データに基づいて、海氷による熱と塩/淡水の再分配と輸送をグローバルスケールで定量的に明らかにすることである。またこのために、衛星高度計により推定された氷厚を用いた解析や、マイクロ波放射計による人工衛星データのための薄氷厚推定アルゴリズムの開発を行うことである。

3. 研究の方法

海氷域の熱フラックスは、衛星観測による海氷密接度ならびに薄氷厚を用いた熱フラックス計算から見積もった。大気のインプットデータ(気温や風速など)として、ERA-Interim 等による気象データセットを用いた。衛星観測から薄氷厚を見積もるために、マイクロ波放射計データの薄氷厚推定アルゴリズムを開発した。塩/淡水フラックスは、結氷・融解量から見積もった。結氷量は、大気に奪われる熱が結氷に使われると仮定して見積もった。融解量は、海氷の減少量から見積もる。減少量は、衛星観測による海氷の密接度、厚さ、漂流速度を用いて見積もった。詳細は次の研究成果の欄で述べる。

4. 研究成果

(1) 海氷による熱と塩/淡水の再分配と輸送を明らかにするために、熱塩フラックスデータセットを南極海で作成した。海氷域における熱フラックスは、海氷密接度を考慮して、海面の熱フラックスと海氷表面の熱フラックスを足し合わせたものとした。正味の熱フラックスは、短波、長波、顕熱、潜熱を足し合わせて求めた。各熱フラックス成分の計算には、南極海に置いて適切と考えられる経験式やバルク式を用いた。海氷表面の場合は、海氷内の熱伝導フラックスも考慮した。結氷に伴うブライン排出や融解による塩・淡水フラックスは、海氷の結氷量や融解量から求めた。結氷量は、密接度 30%以上の海氷域で、大気に奪われる熱は全て結氷に使われると仮定して求めた。融解量は、海氷密接度と氷厚を用いて求めた。密接度は融解だけでなく移流によっても変化するので、その効果を考慮した。正味の熱フラックスを求める際の海氷密接度は、人工衛星に搭載されるマイクロ波放射計 AMSR-E によるものを用いた。大気 海氷表面間の熱フラックスは、薄氷で覆われている沿岸ポリニヤ域で極大になる。本研究では、氷内の熱伝導フラックスは、氷厚 0.2 m 以下の薄氷域で求めた。薄氷厚は、Nihashi and Ohshima (2015)のアルゴリズムを用いて AMSR-E データから見積もられたものを用いた。熱フラックス計算の input データとして、ERA-interim による気温や風速、雲量、SST 等を用いた。融解量を求める際の海氷漂流速度も、AMSR-E データから面相関法を用いて見積もられるものを用いた。氷厚は、融解量が結氷量にバランスする値を用いた。計算は、AMSR-E による薄氷厚に揃えて空間分解能約 6.25 km のポーラステレオ図法上に各データを内挿して、2003 年から 2011 年の期間について行った。時間分解能は、1 日である。

年平均の熱収支の気候値を図1に示す。大陸近くで負、すなわち海洋から大気へ熱が奪われていることが示される。大きな負の値が、沿岸ポリニヤに対応する岸近くのとて狭い領域で示される。一方で、沖側では正の値が示される。年間積算の塩分収支とそれに対応する淡水収支を図2に示す。大陸近く、特に沿岸ポリニヤ域で、大きな塩分排出が示される。一方、沖側の9月の氷縁付近では、淡水供給が示される。西南極や東南極の一部の海域で、大きな淡水供給が岸近くでも示される。これら年間の熱収支と塩収支から、次のことが示唆される。大陸側、すなわち高緯度側の沿岸ポリニヤ域で熱が海洋から大気に奪われ結氷し、塩分が海洋に供給される。一方で、低緯度側では海水が融解し、淡水を供給する。この融解の際に海洋から潜熱が奪われるので、海洋が冷却される。これにより低緯度側では大気から海洋に熱が入ることが示されていると考えられる。つまりこれは、海水による高緯度側から低緯度側への負の熱と淡水の輸送を示していると考えられる。また西南極や東南極の一部の岸近くの海域で示される淡水供給は、海洋下層や水平方向からの比較的温かい海水が移流していることを示唆していると考えられる。塩収支に相当する熱(熱量に換算したもの)を図3に示す。年平均熱収支(図1)から図3に示すものを引いた際(図4)、負の値は実際の融解分に足りない熱となり、これは海洋下層からの熱を示していると考えられる。特に西南極や東南極で大きな値が示される(図4)。以上の結果は、現在学術誌に投稿準備中である。

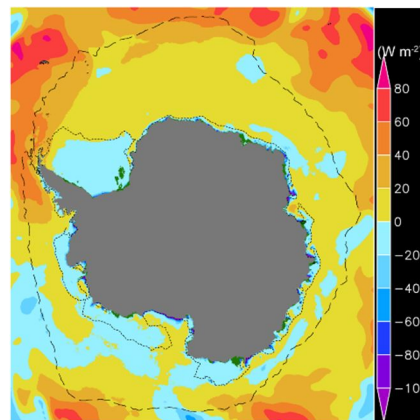


図1 年平均熱収支。海水面積が最大になる9月と、最小になる2月の平均的な氷縁をそれぞれ破線と点線で重ねて示す。

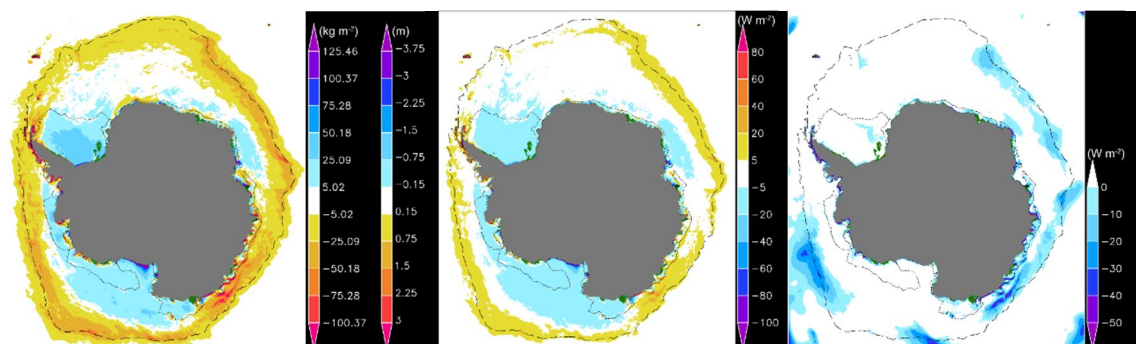


図2 年平均塩(淡水)収支。

図3 年平均塩収支(図2)に相当する熱

図4 海洋からの熱(熱収支から塩収支を引いたもの)

(2) 海水融解量を見積もる上で、海水の厚さは最重要の情報である。一方で電磁波は海水を通過できないので、衛星リモートセンシングのデータから広範囲に渡る氷厚の分布を推定することは長らくできていなかった。氷厚の観測は、ドリルを用いた直接観測や目視観測、音響測器を用いた水中からの観測、船やヘリコプター等に設置したEM(電磁誘導式氷厚計)を用いたものにより行われてきており、その観測場所はある観測点や航路に沿った測線に限られていた。2000年代に入ってから、人工衛星に搭載される高度計によるデータを用いて、海水氷厚の見積もりが行われるようになってきた。この方法では、電磁波を用いて海面から海水上面までの高さ(フリーボード)を測定する。このフリーボードを用い、海水、積雪、海水の密度を仮定することにより、静水圧平衡から海水氷厚を見積もっている。2003年に打ち上げられたレーザー高度計であるNASAのICESatによるデータを用いて北極海や南極海で氷厚の分布が明らかにされている(例: Kwok et al., 2009; Kurtz et al., 2009; Kurtz and Markus, 2012)。フリーボードは、当然ながら氷厚に対応するので氷厚が薄い季節海水域では衛星高度計による氷厚推定は難しいと考えられていた。そこで、ある程度海水氷が広がる海域としては最も低緯度に存在するオホーツク海で、ICESatによるデータを用いて2004-2008年の期間の氷厚の推定を行い、その分布を観測に基づいて初めて明らかにした(図5)。氷厚の分布は、沿岸ポリニヤが形成される北西陸棚域や北部陸棚域で薄く、海水の動きが収束場になるサハリンの北側や北海道沿岸で厚いことが示された。また氷厚の年々変動が大きいことも示された。これは冬季におけるアリューシャン低気圧の位置の変化に伴う風向の違いにより生じていることが示唆された。積雪を含む全氷厚(h_{tot})の平均値の2004-2008年の期間における期間の気候値は、95 cmであった。また h_{tot} の平均値の

年々変動も大きく、最も薄い2008年は77.8 cm だったのに対し、最も厚い2005年は110.4 cmであった。 h_{tot} のモードは、最小が2007年と2008年で50 - 60 cm、最大が2005年で70 - 80 cmであった。ICESatによる氷厚は、北海道沿岸域で砕氷船「そや」上でEM(電磁誘導式氷厚計)による現場観測の氷厚を用いて、比較検証を行った。各年の氷厚(h_{tot})マップから、氷厚の空間分布が毎年似ていることが示された。またマイクロ波放射計 AMSR-Eによる海水氷密度と組み合わせることにより、オホーツク海の海水氷の体積(海水氷量)が約 $6.3 \times 10^{11} \text{ m}^3$ であることが示された。海水氷の面積は、しばしば海水氷量の指標として用いられてきているが、AMSR-Eによる海水氷面積との比較から、面積だけでは必ずしも海水氷量の指標にはなり得ないことが示された。さらに、オホーツク海北部の沿岸ポリニヤにおける海水氷生産量(Nihashi et al., 2009; 2012)が、海水氷面積最大期の海水氷量に匹敵するほど大きいことが示された。以上の結果はNihashi et al. (2018)として、Annals of Glaciologyに掲載された。ICESatからは2004年から2008年までの5年間分しかデータを入手できない。そこで、レーダー高度計 CryoSat-2のデータを使用することにより2011年以降の氷厚推定を行った。北海道沿岸で砕氷船「そや」により現場観測された氷厚との比較から、ICESatとCryoSat-2による氷厚が連続して使用可能であることが示された。これにより2004年から2018年までの氷厚のデータセットを作成することができた。この氷厚と衛星観測による海水氷密度を組み合わせることにより、海水氷の総量を見積もることができる。気象データならびに海洋データを用いた解析から、冬季オホーツク海の海水氷総量の最大値は、結氷期直前の北部の気温、海水氷拡大期の北部の気温と沖向きの風速、11月から12月の太平洋カムチャッカ半島近海の水温で説明できることが示された。以上の結果は、現在学術誌に投稿準備中である。

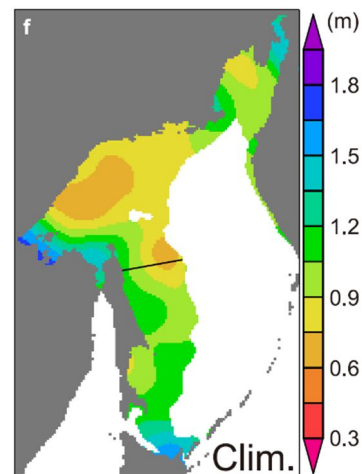


図5 ICESatによる積雪も含む氷厚の気候値(2004 - 2008)。

(3) 熱塩フラックスを見積もる上で、両者が極大になる沿岸ポリニヤ(薄氷)域は、重要な対象海域である。図1と2で示した熱塩フラックスを見積もった際には、AMSR-Eにより見積もられる薄氷厚を用いた。薄氷厚の見積もりは、マイクロ波放射計によりある周波数帯で観測される水平偏波と垂直偏波の輝度温度の比、すなわち偏波比(PR)が薄氷厚と負の相関関係になる特性を用いている。偏波比と熱的氷厚(晴れた日の衛星赤外線画像から推定される海水氷表面温度を用いた熱収支計算から見積もられる氷厚)との比較から両者の関係式を導き、この式から氷厚を見積もっている。残念ながらAMSR-Eのミッションは、2011年10月に終了してしましたが、2012年5月にはAMSR-Eの後継機であるAMSR2が打ち上げられた。AMSR2はAMSR-Eと比べてアンテナが改良(サイズが拡大)されたことにより、空間分解能が改善されている(フットプリントサイズが約80%の大きさに小さくなっている)。このことは、従来のAMSR-E用の薄氷厚推定アルゴリズムをAMSR2データにはそのままでは適用出来ないことを示唆する。そこで、AMSR-Eの時と同様に晴天時の衛星赤外線画像を用いた熱収支計算に基づいた熱的氷厚との比較から、AMSR2用の薄氷厚推定アルゴリズムの開発を南極海で行った。前述の通り、AMSR-EとAMSR2の観測期間は重なっていない為、両者の氷厚を直接比較することは出来ない。そこで空間分解能は劣るが、1990年代前半から継続的に観測を行ってきているマイクロ波放射計SSM/Iによる薄氷厚との比較から、AMSR-EとAMSR2による薄氷厚の比較を行った。その結果、両者はよく対応しており、AMSR-EとAMSR2を組み合わせることにより、1年間の中断はあるものの2003年から20年近い高解像度の沿岸ポリニヤにおける薄氷厚ならびに海水氷生産量のデータセットを作成することができた(Nihashi et al., 2017a)。北半球の他の海域でも、同様な沿岸ポリニヤにおける薄氷厚と海水氷生産量の見積もりを行った。例えば日本海北部は見積もられた海水氷生産量を用いて、固有氷形成との関係を議論した(Nihashi et al., 2017b)。

薄氷の種類を考慮することにより、薄氷厚推定アルゴリズムの改良を行った。合成開口レーダー(SAR)から判別されるactive frazil iceとthin solid iceとの比較から、PRのみでは薄氷の種類を判別することはできないことが示された。PRに加え輝度温度の勾配比(GR)を用いたところ、両薄氷の種類を判別可能であることが示された。そこで、PR-GRプロット上で線形判別法を用い、閾値を設定した。この閾値を用いることにより、マイクロ波放射計データのみから、薄氷の種類を判別することが可能になった。active frazil iceとthin solid iceそれぞれについて、PRと氷厚との関係を調べた。同じ偏波比の値でも、active frazilの方がより薄い氷厚の関係になることが示された。従来のアルゴリズム(偏波比と氷厚の関係)は、thin solidのものに近かった。従ってactive frazilが卓越する場合は、従来のアルゴリズムでは薄氷厚を過大評価していた可能性があることが示唆された。このことは、これまでの衛星観測による薄氷厚を用いた熱収支計算による海水氷生産量の見積もりが、過小評価されていたことを意味する。薄氷の種類を考慮した氷厚推定アルゴリズムによる薄氷厚を用いることにより、年間の積算海水氷生産量は30-40%改善することが示された(Nakata, Ohshima, Nihashi, 2019)。

AMSR-Eの後継機であるAMSR2によるデータを用いた解析から、AMSR-Eデータと同程度の低い誤判別の程度で薄氷の種類を判別可能であることが示された。この結果は、AMSR2データとAMSR-Eデータを組み合わせることにより、約17年間の高精度海氷生産量データセットが作成可能であることを示している。

さらにマイクロ波放射計GPM GMIによる輝度温度も用いて、同様なアルゴリズム開発を行った。GPM GMIの空間分解能は、AMSR-Eと同程度である。GMIは主に降水観測に用いられているため、70度より高緯度は観測できないが、沿岸ポリニヤが多数存在する東南極は十分にカバー可能である。これは、耐用年数が既に過ぎてしまっているAMSR2の運用が万が一に停止してしまう場合に備えてのものである。まずAMSR-Eによる輝度温度とGPM GMIによるものとの比較を沿岸ポリニヤ域で行った。その結果、両者はよく一致しており、AMSR-Eで開発した、薄氷の種類を考慮した改良型薄氷厚推定アルゴリズムが、GPM GMIデータにも使用可能であることが示された。またAMSR-Eで改良型アルゴリズムの開発を行ったときと同様に、GPM GMIデータを使用してPR-GRプロットを作成し、さらにSARデータから判別されるactive frazil iceとthin solid iceとの比較を行った。その結果、GPM GMIデータのPR-GRプロットからも、active frazil iceとthin solid iceを判別することが可能であることが示された。AMSR-Eで行ったときと同様に線形判別法を用い、閾値を求めた。この閾値はAMSR-Eのものと同様に似ていた。以上の結果は、GPM GMIデータからも、AMSR-EやAMSR2と同様な薄氷の種類を考慮した薄氷厚の推定が可能であることを示している。またそのアルゴリズムはAMSR-Eのものに近いものであった。以上の結果は、現在学術誌に投稿準備中である。

<引用文献>

- Nihashi, S. and K. I. Ohshima (2015), Circumpolar mapping of Antarctic coastal polynyas and landfast sea ice: relationship and variability, *Journal of Climate*, 28, 3650–3670.
- Kwok R. and 5 others (2009), Thinning and volume loss of the Arctic ocean sea ice cover: 2003–2008, *J. Geophys. Res.*, 114, C07005 (doi: 10.1029/2009JC005312).
- Kurtz N. T. and 6 others (2009), Estimation of sea ice thickness distributions through the combination of snow depth and satellite laser altimetry data, *Journal of Geophysical Research*, 114, C10007 (doi: 10.1029/2009JC005292)
- Kurtz N. T. and Markus T (2012), Satellite observations of Antarctic sea ice thickness and volume. *Journal of Geophysical Research* 117, C08025 (doi:10.1029/2012JC008141)
- Nihashi, S and 4 others (2009), Thickness and production of sea ice in the Okhotsk Sea coastal polynyas from AMSR-E, *Journal of Geophysical Research - Oceans* 114(C10025) (doi:10.1029/2008JC005222)
- Nihashi S, K. I. Ohshima, and N. Kimura (2012), Creation of a heat and salt flux dataset associated with sea-ice production and melting in the Sea of Okhotsk, *Journal of Climate* 25 2261-2278 (doi: 10.1175/JCLI-D-11-00022.1)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Fraser, A. D, K. I. Ohshima, S. Nihashi, R. A. Massom, T. Tamura, K. Nakata, G. D. Williams, S. Carpentier, S. Willmes	4. 巻 233(111315)
2. 論文標題 Landfast ice controls on sea-ice production in the Cape Darnley Polynya: A case study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Remote Sensing of Environment	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rse.2019.111315	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kashiwase, H, K. I. Ohshima, Y. Fukamachi, S. Nihashi, T. Tamura	4. 巻 36
2. 論文標題 Evaluation of AMSR-E Thin Ice Thickness Algorithm from a Mooring-Based Observation: How Can the Satellite Observe a Sea Ice Field with Nonuniform Thickness Distribution?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric and Oceanic Technology	6. 最初と最後の頁 1623-1641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/JTECH-D-18-0218.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Kishi, S., K. I. Ohshima, N. Isshiki, S. Nihashi, and S. C. Riser	4. 巻 34
2. 論文標題 The Relationship between phytoplankton bloom and sea ice melt in the Sea of Okhotsk, revealed from the profiling floats	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 34th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2019	6. 最初と最後の頁 363 ~ 366
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Nakata Kazuki, Ohshima Kay I., Nihashi Sohey	4. 巻 57
2. 論文標題 Estimation of Thin-Ice Thickness and Discrimination of Ice Type From AMSR-E Passive Microwave Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 263 ~ 276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TGRS.2018.2853590	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nihashi Sohey, Kurtz Nathan T., Markus Thorsten, Ohshima Kay I., Tateyama Kazutaka, Toyota Takenobu	4. 巻 59
2. 論文標題 Estimation of sea-ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk based on ICESat data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of Glaciology	6. 最初と最後の頁 101 ~ 111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/aog.2018.8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Nihashi Sohey, Ohshima Kay I., Saitoh Sei-Ichi	4. 巻 127
2. 論文標題 Sea-ice production in the northern Japan Sea	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Deep Sea Research Part I	6. 最初と最後の頁 65 ~ 76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.dsr.2017.08.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nihashi Sohey, Ohshima Kay I., Tamura Takeshi	4. 巻 10(9)
2. 論文標題 Sea-Ice Production in Antarctic Coastal Polynyas Estimated From AMSR2 Data and Its Validation Using AMSR-E and SSM/I-SSMIS Data	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 3912 ~ 3922
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JSTARS.2017.2731995	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 FUKAMACHI YASUSHI, SIMIZU DAISUKE, OHSHIMA KAY I., EICKEN HAJO, MAHONEY ANDREW R., IWAMOTO KATSUSHI, MORIYA ERIKA, NIHASHI SOHEY	4. 巻 63
2. 論文標題 Sea-ice thickness in the coastal northeastern Chukchi Sea from moored ice-profiling sonar	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Glaciology	6. 最初と最後の頁 888 ~ 898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jog.2017.56	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kashiwase Haruhiko, Ohshima Kay I., Nihashi Sohey, Eicken Hajo	4. 巻 7
2. 論文標題 Evidence for ice-ocean albedo feedback in the Arctic Ocean shifting to a seasonal ice zone	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1~10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-017-08467-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

[学会発表] 計18件(うち招待講演 0件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 柏瀬陽彦, 大島慶一郎, 深町康, 二橋創平, 田村岳史
2. 発表標題 サハリン沖係留観測に基づく高精度なAMSR-E薄氷厚アルゴリズムの開発
3. 学会等名 日本海洋学会2019年度秋季大会, 富山市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岸紗智子, 大島慶一郎, 一色倫聡, 二橋創平, Stephen C. Riser
2. 発表標題 酸素センサー付フロートからわかるオホーツク海での海氷融解と春季ブルームの関係
3. 学会等名 日本海洋学会2019年度秋季大会, 富山市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島慶一郎, 田丸直也, 柏瀬陽彦, 二橋創平, 中田和輝, 岩本勉之
2. 発表標題 ベーリング海における海氷生産量の見積もり: アナディールポリニヤに着目して
3. 学会等名 日本海洋学会2019年度秋季大会, 富山市
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kay I. Ohshima, Naoya Tamaru, Sohey Nihashi, Kazuki Nakata, Katsushi Iwamoto
2. 発表標題 Estimation of sea-ice production in the Bering Sea from AMSR-E and AMSR2 data, with special emphasis on the Anadyr polynya
3. 学会等名 IGS 2019 sea ice symposium, Winnipeg, Canada (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sohey Nihashi, Nathan Kurtz, Takenobu Toyota
2. 発表標題 Sea-ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk estimated on the basis of ICESat and CryoSat-2 data
3. 学会等名 IGS 2019 sea ice symposium, Winnipeg, Canada (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sohey Nihashi, Nathan T. Kurtz, Takenobu Toyota
2. 発表標題 Ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk estimated using ICESat and CryoSat-2 data
3. 学会等名 27th IUGG General Assembly, Montreal, Canada (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sohey Nihashi, Nathan Kurtz, Takenobu Toyota
2. 発表標題 Estimation of ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk using ICESat and CryoSat-2 data
3. 学会等名 JpGU Meeting 2019, Chiba, Japan
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kazuki Nakata, Naoya Tamaru, Sohey Nihashi, Kay I. Ohshima
2 . 発表標題 Estimation of thin ice thickness and discrimination of ice type from AMSR2 passive microwave data
3 . 学会等名 JpGU Meeting 2019, Chiba, Japan
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Sohey Nihashi, Kohta Mine, Kazuki Nakata
2 . 発表標題 Mechanism of sea-ice production variation in Amundsen Sea Polynya
3 . 学会等名 JpGU Meeting 2019, Chiba, Japan
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kishi, S., K. I. Ohshima, N. Isshiki, S. Nihashi, and S. Riser
2 . 発表標題 The relationship between phytoplankton bloom and sea ice melt in the Sea of Okhotsk, revealed from the profiling floats
3 . 学会等名 The 34th International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans, Mombetsu, Japan (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nihashi, S., K. I. Ohshima, and T. Tamura
2 . 発表標題 Sea-ice production in Antarctic coastal polynyas estimated using AMSR-E and AMSR2 data
3 . 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting 2018, Hawaii, USA (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Nihashi, S., N. Kurtz, T. Markus, K. I. Ohshima, K. Tateyama, and T. Toyota
2 . 発表標題 Sea-Ice Thickness and Volume in the Sea of Okhotsk Revealed from ICESat Data
3 . 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting 2018, Hawaii, USA (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Fukamachi, D. Simizu, K.I Ohshima, H. Eicken, A. Mahoney, K. Iwamoto, E. Moriya, and S. Nihashi
2 . 発表標題 Variability of sea-ice thickness in the northeastern coastal Chukchi Sea revealed by a moored ice-profiling sonar
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 S. Nihashi, K.I. Ohshima, and T. Tamura
2 . 発表標題 Variability of Antarctic coastal polynyas and their linkage with fast ice revealed from AMSR-E and AMSR2 data
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 K. Nakata, K.I. Ohshima, and S. Nihashi
2 . 発表標題 Circumpolar mapping of the Antarctic coastal polynyas with discrimination of ice type
3 . 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Sohey Nihashi, Nathan T. Kurtz, Thorsten Markus, Kay I. Ohshima, Kazutaka Tateyama, Takenobu Toyota
2 . 発表標題 Sea-ice thickness and volume in the Sea of Okhotsk estimated from ICESat data
3 . 学会等名 IGS International Symposium on Polar Ice, Polar Climate, Polar Change: Remote sensing advances in understanding the cryosphere, University of Colorado in Boulder, Colorado, USA
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Alexander Fraser, Kay Ohshima, Sohey Nihashi, Takeshi Tamura, Kazuki Nakata, Guy Williams, Rob Massom, Scott Carpentier, Sascha Willmes
2 . 発表標題 The Cape Darnley polynya: a case study in landfast sea-ice-coastal polynya interaction
3 . 学会等名 IGS International Symposium on Polar Ice, Polar Climate, Polar Change: Remote sensing advances in understanding the cryosphere, University of Colorado in Boulder, Colorado, USA
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Sohey Nihashi, Kay I. Ohshima, Takeshi Tamura
2 . 発表標題 Sea-ice production in Antarctic coastal polynyas estimated from AMSR2 data and its comparison with AMSR-E and SSM/I-SSMIS data
3 . 学会等名 IGS International Symposium on Polar Ice, Polar Climate, Polar Change: Remote sensing advances in understanding the cryosphere, University of Colorado in Boulder, Colorado, USA
4 . 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6 . 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考