

令和 3 年 5 月 27 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K11627

研究課題名(和文) 東南極における氷河流動と海水動態との相互作用の理解と十年規模変動の解明

研究課題名(英文) Estimation of ice flow velocity of Shirase Glacier and its surrounding landfast ice in East Antarctica using synthetic aperture radar imagery

研究代表者

中村 和樹 (NAKAMURA, Kazuki)

日本大学・工学部・准教授

研究者番号：60435500

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：白瀬氷河末端を取り囲む定着氷は、氷河を通して排出される氷が海へ直接的に流出することを抑制する働きを持つと考えられるが、そのメカニズムは理解されていない。本研究では南極氷河末端とその周辺を取り囲む海水の変動を、衛星搭載合成開口レーダによる2015年～2018年の観測データを解析して流動速度を調べた結果、白瀬氷河末端を取り囲む定着氷の有無によって、接地線付近では氷河の流動速度に変化は見られなかったが、白瀬氷河の浮氷舌の流動速度では加速が見られた。白瀬氷河の浮氷舌とそれを取り囲む定着氷の相互作用は、定着氷の安定性により影響を受ける一方で定着氷が白瀬氷河に押され、控え壁の役割を果たすことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海水位の上昇は氷床融解の寄与が最大の不確実性の原因となっているが、過去の海水位の変化は氷床の消長にほぼ依存しており、氷床融解による水位の上昇が懸念される。南極における雪氷の消耗の加速は西南極において顕著であるが、東南極は質量収支(積雪による涵養と海洋へ流出する消耗の和)が均衡していると考えられてきた。しかし、東南極の白瀬氷河を排出口とする氷床の流出量については消耗傾向にあり、白瀬氷河と氷河を取り囲む定着氷の動態の相互作用の理解が喫緊の課題であることを示した。このことから、本研究で明らかとなった氷河を取り囲む定着氷が控え壁の役割を果たすことは、今後、氷河の質量収支を考える上での重要な示唆である。

研究成果の概要(英文)：This study presents that temporal variations in ice flow velocities for Shirase Glacier and its surrounding landfast ice in Lutzow-Holm Bay, East Antarctica were estimated using synthetic aperture radar (SAR) images acquired by the Phased Array L-band SAR-2 (PALSAR-2) onboard Advanced Land Observing Satellite-2 (ALOS-2) in 2015～2018. The images were analyzed using image correlation. The flow velocity at the 10 km downstream from the grounding line of Shirase Glacier shows that flow velocity is considered to be less related to the landfast ice stability. However, the flow velocity around 40 km downstream from the GL show changes related to landfast ice condition. The flow velocity is more increasable of 0.20～0.38 km a-1 under the unstable landfast ice condition than the stable landfast ice condition. Therefore, our results show the velocity of Shirase Glacier are associated with the condition of landfast ice stability or instability.

研究分野：衛星雪氷学

キーワード：氷河 定着氷 控え壁 相互作用 合成開口レーダ

1. 研究開始当初の背景

現在の地球上で最も大きな変化は極域で起こっており、南極における氷床融解の加速に大きな関心が集まっている。地表の水を約 90% 有する南極氷床は、その全てが融解した場合に地球の海水位が約 70 m 上昇することから、南極は全球最大の淡水貯蔵庫といえる。海水位の上昇は、IPCC 第 5 次予測評価において氷床融解の寄与が最大の不確実性の原因となっているが、過去の海水位の変化を振り返ると熱膨張による部分は大変少なく、ほぼ氷床の消長に依存していることから、氷床融解による水位の上昇が懸念される。南極における雪氷の消耗の加速は西南極において顕著であるが、東南極は質量収支(積雪による涵養と海洋へ流出する消耗の和)が均衡していると考えられてきた。研究代表者らは、東南極で最も速い流れをもつ白瀬氷河を排出口とする氷床の流出量について研究を進めており、その質量収支が -1.9 Gt a^{-1} と求められ、東南極においても雪氷が消耗傾向にあると考えられた¹⁾。したがって、白瀬氷河と氷河を取り囲む定着氷の動態の相互作用の理解が喫緊の課題といえる。

2. 研究の目的

白瀬氷河末端の崩壊は 10 年周期であるとされてきたが²⁾、1998 年以降は 10 年を超えて白瀬氷河の末端は前進を続けており、その崩壊は準周期的であることが報告されている³⁾。2015 年 3 月～6 月にかけてリュツォ・ホルム湾における沖側定着氷の崩壊が見られ、これに伴い白瀬氷河の GL における流動速度に約 0.1 km a^{-1} の加速傾向が見られた¹⁾。2016 年 4 月には白瀬氷河末端に及ぶ定着氷の崩壊と流出が見られ⁴⁾、浮氷舌の一部が冰山となって流出したことが光学センサによる取得画像から確認できた⁵⁾。したがって、西南極のみならず東南極においても、氷河末端部が崩壊して冰山群となって突然流失することが注目されている⁶⁾。白瀬氷河においては浮氷舌だけでなく、それを取り囲むリュツォ・ホルム湾の定着氷により、氷河の直接的な流動を抑制されていると考えられることから、氷河、浮氷舌および定着氷の流動速度を衛星搭載の合成開口レーダのデータを解析することにより調べ、これら流動速度の相互作用を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 使用データ

白瀬氷河と氷河末端における定着氷の流動速度を調べるため、ALOS-2 衛星に搭載された PALSAR-2 データを使用した。ALOS-2 は宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace Exploration Agency: JAXA) が H-II A ロケット 24 号機により、2014 年 5 月 24 日に打ち上げた衛星である。ALOS-2 衛星は回帰日数が 14 日であり、L バンド SAR (1.2 GHz) である PALSAR-2 を搭載しており、白瀬氷河の同一場所の変動を最短で 14 日間隔で調べることが可能である。

本研究では、PALSAR-2 の 2016 年 4 月から 2018 年 10 月までの同一観測パス (パス番号 53 の降交軌道、右観測) のストリップマップモードにより取得された、画像中心の入射角が 31.6° の HH 偏波データを使用した。図 1 に PALSAR-2 データの取得範囲を示す。白瀬氷河と氷河末端における定着氷の変動を調べることができた画像ペアは 7 ペアであった。表 1 に PALSAR-2 データの取得日とその取得日における定着氷の有無を示す。

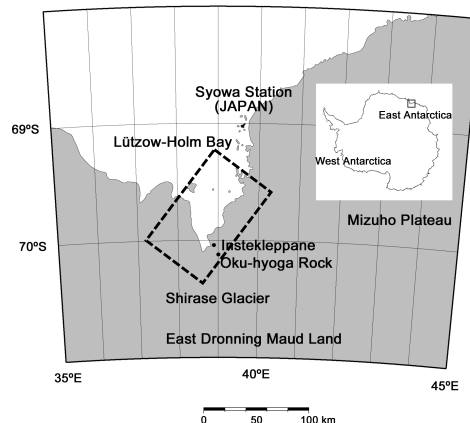


図 1 リュツォ・ホルム湾および白瀬氷河の位置図 (図中の点線は PALSAR-2 データの取得範囲を示す)

表 1 PALSAR-2 データ取得日

| Primary image | Secondary image | Condition of landfast ice |
|---------------|-----------------|---------------------------|
| 2016/04/14 | 2016/04/28 | Broken away |
| 2016/10/13 | 2016/10/27 | Developed |
| 2017/03/30 | 2017/04/13 | Broken away |
| 2017/09/14 | 2017/09/28 | Developed |
| 2017/10/26 | 2017/11/09 | Developed |
| 2018/03/29 | 2018/04/12 | Broken away |
| 2018/09/27 | 2018/10/11 | Developed |

(2) 解析方法

PALSAR-2 レベル 1.1 の SLC (single-look complex) データを使用し、はじめに画像ペア同士をサブピクセルでの位置合わせ (標準偏差 0.1 ピクセル以下) を実施した。つぎに、レンジに 1 ルックおよびアジマスに 2 ルックのマルチルック処理を行った後にグランドレンジ画像へ変換し、1 ピクセルが 8 m になるようリサンプリングした 2 時期の画像を用いて、画像相関法により白瀬氷河および定着氷の流動ベクトルを求めた。画像相関法とは、画像ペアにおける同一地点の検出を両画像から取り出した小領域の一致を調べることにより行う方法である。ここで、参照画像をプライマリ画像、探索画像をセカンダリ画像と呼ぶことにする。小領域としては $m \times n$ ピクセルの相関窓が用いられ、小領域の一致は画像間の相関係数が最大になる位置として検出する。図 2 に画像相関法の概念図を示す。

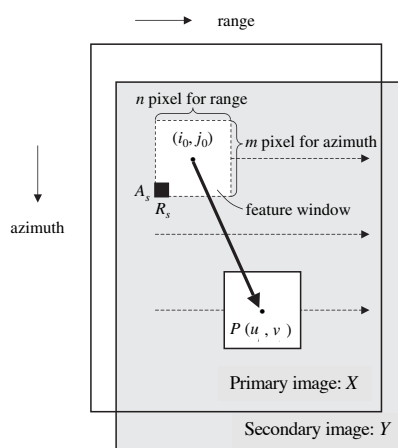


図 2 画像相関法の概念図

流動オフセット量を求めるに当たり、相関窓の設定は氷山になる段階の浮氷舌片の大きさ (およそ 1 km^2) を参考にして、 128×128 ピクセルとした。流動速度の絶対値の推定誤差を ± 1 ピクセルとみなした場合は、 $\pm 0.28 \text{ km a}^{-1}$ 求められる。氷河では、画像相関法を適用する小領域は連続体とみなせること、位置合わせを 0.1 ピクセル以内の誤差に収めていることを考慮すると、流動速度の相対精度は絶対精度より 1 桁は良いと考えられ、 $\pm 0.03 \text{ km a}^{-1}$ とみなせる。

4. 研究成果

(1) 白瀬氷河の流動速度

白瀬氷河の中央流線における流動速度を求めた結果を図 3 に示す。この図の横軸は Grounding Line (GL) を基準とした距離を表しており、0 から左方向は下流側へ GL から距離が離れていくことを示し、縦軸は年間流動速度に換算した結果を示している。図 3 から、GL から 10 km 下流における白瀬氷河の 7 ペアの平均流動速度は、ほぼ GL における氷河の流動速度¹⁾と同様の $2.31 \pm 0.03 \text{ km a}^{-1}$ であり、標準偏差 0.04 km a^{-1} であった。この流動速度が GL から下流 10 km までほぼ一定で推移する傾向は、1996 年より求められた流動速度の分布¹⁾と同様であり 20 年以上継続していると考えられる。したがって、GL 周辺の流動速度については、白瀬氷河末端周辺における定着氷の安定/不安定との関連性は低いと見られる。一方、GL より下流 40 km 地点から下流域においては、浮氷舌末端にかけて流動速度が速くなる傾向にあるが、リュツォ・ホルム湾内の定着氷の存在の有無や浮氷舌の長さにより、浮氷舌末端にかけて流動速度が速くなる傾向が異なることが分かった。

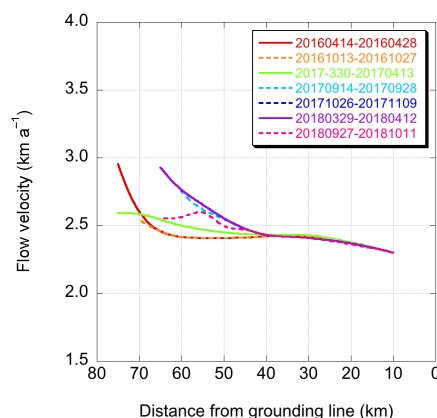


図 3 白瀬氷河の流動速度プロファイル (図中の実線は氷河末端に定着氷が存在しない場合、点線は定着氷が存在する場合を示す)

2016 年における定着氷の崩壊は、白瀬氷河末端に到達し、その後に再凍結したことから、2016 年 4 月 14 日～4 月 28 日の画像ペアと比較して 2016 年 10 月 13 日～10 月 27 日の画像ペアにおける白瀬氷河の流動速度に差は見られなかった。2017 年における定着氷の流出に伴い白瀬氷河の浮氷舌が流出し、浮氷舌末端が約 15 km の後退が見られた。これに伴い、2016 年 10 月 13 日～10 月 27 日の画像ペアと比較して 2017 年 3 月 30 日～4 月 13 日の画像ペアでは、GL より下流 40 km 地点から浮氷舌末端へと平均で 0.05 km a^{-1} 流動速度が速くなる傾向が見られた。その後、リュツォ・ホルム湾は再凍結したが、2017 年 9 月 14 日～9 月 28 日および 2017 年 10 月 26 日～11 月 9 日の画像ペアにおいては、GL より下流 40 km 地点から浮氷舌末端へと平均で 0.17 km a^{-1} 流動速度が速くなる傾向が見られた。2018 年における定着氷の崩壊は、白瀬氷河末端には到達しなかったが大きく流出していることが見られた。これに伴い、2017 年 10 月 26 日～11 月 9 日の画像ペアと比較して 2018 年 3 月 29 日～4 月 12 日の画像ペアでは、GL より下流 40～60 km 地点においては流動速度に差は見られないが、GL より下流 60 km 地点から浮氷舌末端へと白瀬氷河の流動速度が速くなっており、浮氷舌末端においては流動速度が 0.17 km a^{-1} 速いことが分かった。その後、リュツォ・ホルム湾は再凍結した結果、2018 年 9 月 27 日～10 月 11 日の画像ペ

アでは、GLより下流 45 km 地点から浮氷舌末端へと流動速度が遅くなる傾向が見られた。とくに、GLより下流 55 km 地点から浮氷舌末端へ大きく減速し、浮氷舌末端における流動速度は、2016年10月13日～10月27日の画像ペアにおける浮氷舌末端の流動速度とほぼ同じになった。

(2) 氷河末端を取り囲む定着氷の流動速度

図3と同様に、白瀬氷河流線の延長上にある定着氷における流動速度を求めた結果を図4に示す。この図から、白瀬氷河末端に接している地点から沖側へと距離が離れると共に定着氷の流動速度は遅くなり、GLから下流125 km地点を境にして沖側へと流動速度が速くなる傾向が見られた。具体的には、2016年10月13日～10月27日の画像ペアにおいては、白瀬氷河の浮氷舌末端付近からGLより下流90 km地点（距離にして15 km）へと流動速度が1.88 km a⁻¹遅くなった。GLより下流90～125 km地点においては流動速度にほとんど差が見られず平均で0.44 km a⁻¹であったが、GLより下流125～160 km地点へと流動速度が0.62 km a⁻¹遅くなった。

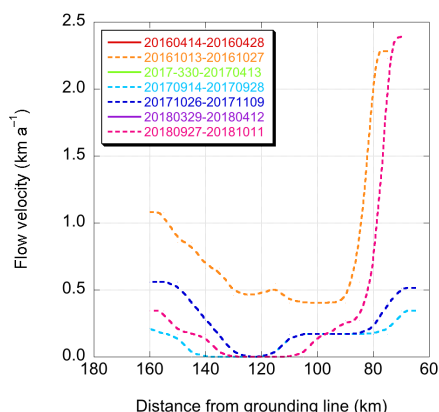


図4 定着氷の流動速度プロファイル

2017年9月14日～9月28日の画像ペアにおいては、浮氷舌末端付近からGLより下流80 km地点（距離にして15 km）へと流動速度が0.17 km a⁻¹遅くなり、GLより下流80～110 km地点においては流動速度に差が見られず0.17 km a⁻¹であった。GLより下流120 km地点へと再び流動速度が遅くなり、GLより下流140 km地点まで流動速度が0 km a⁻¹となったが、GLより下流140～160 km地点へと流動速度が0.21 km a⁻¹遅くなった。2017年10月26日～11月9日の画像ペアにおいては、浮氷舌末端付近からGLより下流85 km地点（距離にして20 km）へと流動速度が0.35 km a⁻¹遅くなり、GLより下流85～110 km地点においては流動速度に差が見られず0.17 km a⁻¹であった。GLより下流120 km地点へと再び流動速度が遅くなり、GLより下流125 km地点まで流動速度が0 km a⁻¹となったが、GLより下流125～160 km地点へと流動速度が0.56 km a⁻¹遅くなった。2018年9月27日～10月11日の画像ペアにおいては、浮氷舌末端付近からGLより下流85 km地点（距離にして15 km）へと流動速度が2.12 km a⁻¹遅くなった。GLより下流85～110 km地点においては、先の減速傾向よりも緩やかとなり流動速度が0.27 km a⁻¹遅くなった。GLより下流130 km地点までは流動速度が0 km a⁻¹となったが、GLより下流130～160 km地点へと流動速度が0.34 km a⁻¹遅くなった。

(3) 考察

白瀬氷河末端部を取り囲む定着氷は、2016年4月以前が多年氷であり定着氷の状態としては安定していた。しかし、2016年4月には白瀬氷河末端に及ぶ定着氷の崩壊と流出が見られて以降、本論文の解析期間である2018年10月11日まで氷河末端を取り囲む定着氷は一年氷であった。この定着氷の不安定化に伴う流動速度の変化は、2016年4月14日～4月28日の画像ペアを基準として、GLより40 km下流から氷河末端部における平均流動速度を比較する結果、0.11 km a⁻¹の加速が見られた。2017年における定着氷の流出に伴い、白瀬氷河の浮氷舌末端が約15 kmの後退が見られた。これに伴い、GLより40 km下流から氷河末端部における流動速度は2016年と比較して2017年は速くなり、2017年9月14日～9月28日および2017年9月14日の画像ペアから2018年3月29日～4月12日の画像ペアに至るまで流動速度は顕著に速いことが図3から分かり、定着氷の存在する2016年10月13日～10月27日の画像ペアと比較して、0.20～0.38 km a⁻¹の加速が見られた。

白瀬氷河末端部を取り囲む定着氷は秋季に流出し⁴⁾、とくに、2018年3月29日～4月12日の画像ペアの浮氷舌末端においては、本報告の解析期間において最も速い流動速度の2.93 km a⁻¹であった。近年において白瀬氷河末端が最も後退したのは1998年4月であり、この時の浮氷舌末端における流動速度は3.32 km a⁻¹であったことから⁷⁾、2018年3月29日～4月12日の画像ペアにおける浮氷舌末端における流動速度と同程度であることが分かった。したがって、2018年におけるリュツォ・ホルム湾の定着氷および白瀬氷河の浮氷舌の流出規模は、1998年における流出規模に類似すると考えられた。この理由に、氷河下層への暖水流入と関係している可能性があるが⁸⁾、本研究においてはその詳細を理解するには至らず今後の課題となった。

図4から、白瀬氷河を取り囲む定着氷が氷河末端部から15～55 km程度動いていることが見られ、氷河が定着氷を押し続けていることが明らかとなった。この定着氷の流動パターンは、(1) 2016年4月14日～4月28日および2018年9月27日～10月11日の画像ペアと、(2) 2017年9月14日～9月28日および2017年10月26日～11月9日の画像ペアの大きく2つに分けられる。

(1) のパターンでは、氷河末端から氷河末端に接する定着氷への流動速度の伝播が92%である一方で、(2) のパターンでは、氷河末端から氷河末端に接する定着氷への流動速度の伝播が16%であった。(1) のパターンでは、氷河末端における流動速度が定着氷へ十分に伝播される結果、

(2)のパターンと比較して氷河の流動速度を抑制していると考えられる。(2)のパターンでは、氷河末端における流動速度が定着氷へ伝播される割合が小さく、氷河の流動の抑制効果が弱いと考えられた。なお、これらのパターンの氷河末端における流動速度の差は 0.20 km a^{-1} であった。以上から、いずれのパターンにおいても白瀬氷河末端部を取り囲む定着氷の存在は、氷河の直接的な流出に対して控え壁の役割であると考えられた。

<引用文献>

- 1) K. Nakamura, T. Yamanokuchi, S. Aoki, K. Doi, and K. Shibuya, Temporal variations in the flow velocity for Shirase Glacier in Antarctica over a 20-year period, *J. Japanese Soc. Snow and Ice*, vol. 79 no. 1, pp. 3-15, 2016. ¥
- 2) F. Nishio, "Ice front fluctuations of Shirase Glacier, East Antarctica," *Intl Conf. Polar Region in Global Change*, pp. 145, 1990.
- 3) S. Ushio, H. Wakabayashi and F. Nishio, Sea ice variation in Lützow-Holmbukta, Antarctica, during the last fifty years, *J. Japanese Soc. Snow and Ice*, vol. 68, pp. 299-305.
- 4) S. Aoki, Breakup of land-fast sea ice in Lützow-Holm Bay, East Antarctica, and its teleconnection to tropical Pacific sea surface temperatures, *Geophys. Res. Lett.*, vol. 44, pp3219-3227, 2017.
- 5) Natl. Inst. Polar Res., Discover and access Arctic and Antarctic Data, <https://ads.nipr.ac.jp>.
- 6) B. W. J. Miles and C. R. Stokes and S. S. R. Jamieson, Simultaneous disintegration of outlet glaciers in Porpoise Bay (Wilkes Land), East Antarctica, driven by sea ice break-up, *The Cryosphere*, vol. 11, pp. 427-442, 2017.
- 7) K. Nakamura, K. Doi and K. Shibuya, Fluctuations in the flow velocity of the Antarctic Shirase Glacier over 11-years period, *Polar Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 443-455, 2010.
- 8) D. Hirano, T. Tamura, K. Kusahara, K. I. Ohshima, K. W. Nicholls, S. Ushio, D. Simizu, K. Ono, M. Fujii, Y. Nogi and S. Aoki, Strong ice-ocean interaction beneath Shirase Glacier Tongue in East Antarctica, *Nat. Comm.*, vol. 11, pp. 4221-4221, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 0件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Nakamura Kazuki, Aoki Shigeru, Yamanokuchi Tsutomu, Tamura Takeshi, Ushio Shuki, Doi Koichiro | 4. 巻 - |
| 2. 論文標題 Fluctuations of the Ice Flow Velocity of Shirase Glacier and its Surrounding Landfast Ice Displacement in East Antarctica Derived from alos-2/Palsar-2 Image Correlation | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2019 (IGARSS 2019) | 6. 最初と最後の頁 4172-4174 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/IGARSS.2019.8898914 | 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 |

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 3件/うち国際学会 1件）

| |
|---|
| 1. 発表者名 中村和樹, 青木茂, 山之口勤, 田村岳史, 土井浩一郎 |
| 2. 発表標題 PALSAR-2による白瀬氷河の流動速度の検証 |
| 3. 学会等名 雪氷研究大会（2020・オンライン）；日本雪氷学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名 柳沼将太, 中村和樹 |
| 2. 発表標題 白瀬氷河の流動速度推定における画像相関法の偏波特性 |
| 3. 学会等名 令和2年度情報処理学会東北支部研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Nakamura Kazuki, Aoki Shigeru, Yamanokuchi Tsutomu, Tamura Takeshi, Ushio Shuki, Doi Koichiro |
| 2. 発表標題 Fluctuations of the Ice Flow Velocity of Shirase Glacier and its Surrounding Landfast Ice Displacement in East Antarctica Derived from alos-2/Palsar-2 Image Correlation |
| 3. 学会等名 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2019 (IGARSS 2019) (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村和樹、青木茂、山之口勤、田村岳史、牛尾収輝、土井浩一郎 |
| 2. 発表標題 白瀬氷河と氷河末端を取り囲む定着氷の流動速度 |
| 3. 学会等名 日本リモートセンシング学会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 福田洋一、西島潤、風間卓仁、中村和樹、土井浩一郎、菅沼悠介、奥野淳一、新谷昌人、金田平太郎、青山雄一、三浦英樹 |
| 2. 発表標題 新学術研究「固体地球と氷床の相互作用」2年次研究報告 |
| 3. 学会等名 日本地球惑星連合2019年大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Doi K., Aoyama Y., Nakamura K., Yamanokuchi T., Shibuya K. |
| 2. 発表標題 Estimation of velocity distribution of Shirase Glacier derived from SAR data obtained by ERS-1/2 tandem mission |
| 3. 学会等名 日本地球惑星連合2019年大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Doi K., Aoyama Y., Hayakawa H., Nakamura K., Yamanokuchi T., Aoki S |
| 2. 発表標題 Ice flow motions of Shirase Glacier, East Antarctica obtained from GNSS and Synthetic Aperture Radar |
| 3. 学会等名 The 27th IUGG General Assembly 2019 (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Fukuda Y., Nishijima J., Kazama T., Nakamura K., Doi K., Suganuma Y., Okuno J., Araya A., Kaneda H., Aoyama Y., Miura H. |
| 2. 発表標題 Summary of a New Project on Interaction of the Solid Earth and the Antarctic Ice Sheet |
| 3. 学会等名 The 27th IUGG General Assembly 2019 (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Fukuda Y., Nishijima J., Kazama T., Nakamura K., Doi K., Suganuma Y., Okuno J., Araya A., Kaneda H., Aoyama Y., Miura H. |
| 2. 発表標題 A New Project on Interaction of the Solid Earth and the Antarctic Ice Sheet |
| 3. 学会等名 XIII International Symposium on Antarctic Earth Sciences (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 福田洋一, 西島潤, 風間卓仁, 中村和樹, 土井浩一郎, 菅沼悠介, 奥野淳一, 新谷昌人, 金田平太郎, 青山雄一, 三浦英樹 |
| 2. 発表標題 A new research project on the interaction of the solid Earth and the Antarctic Ice Sheet: Summary of the first year activities |
| 3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 山之口勤, 土井浩一郎, 中村和樹, 青木茂 |
| 2. 発表標題 ALOS-2のInSARによるgrounding line検出特性 |
| 3. 学会等名 日本地球惑星科学連合 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村和樹、青木茂、山之口勤、田村岳史、牛尾収輝、土井浩一郎 |
| 2. 発表標題 白瀬氷河と氷河末端を取り囲む定着氷の流動速度 |
| 3. 学会等名 日本雪氷学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 中村和樹、青木茂、山之口勤、田村岳史、牛尾収輝、土井浩一郎 |
| 2. 発表標題 白瀬氷河の流動速度と氷河末端を取り囲む定着氷の変位の推定 |
| 3. 学会等名 日本リモートセンシング学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 山之口勤、土井浩一郎、中村和樹、青木茂 |
| 2. 発表標題 ALOS/PALSARとの比較を通じたALOS-2/PALSAR-2によるgrounding lineの解析 |
| 3. 学会等名 日本リモートセンシング学会 |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Kazuki Nakamura, Shigeru Aoki, Tsutomu Yamanokuchi, Takeshi Tamura, Shuki Ushio, Koichiro Doi |
| 2. 発表標題 Estimation of ice flow velocities of Shirase Glacier and its surrounding fast ice in Antarctica using ALOS-2/PALSAR-2 data |
| 3. 学会等名 The 1st GRAntarctic International Symposium and the 9th Symposium on Polar Science |
| 4. 発表年 2018年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 中山裕則 (著, 監修)、杉村俊郎 (著, 監修)、中村和樹、坂本利弘、米澤千夏、田中勝千、井上吉雄、鎌形哲稔、大島香、小泉佑太、新井康平、田中圭、斎藤克弥、粟屋善雄、古川邦明、宮坂聡、竹島喜芳、河方智之、金宗煥、船越和也、竹中悠輝、他執筆者37名 (分担者) | 4. 発行年 2019年 |
| 2. 出版社 NTS | 5. 総ページ数 506 |
| 3. 書名 リモートセンシングの応用・解析技術 | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| 現在までの白瀬氷河の流動 http://www.cs.ce.nihon-u.ac.jp/~nakamura/study/Shirase.html 研究活動の概要 http://www.cs.ce.nihon-u.ac.jp/~nakamura/Study.html |
|---|

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 |
|-------|--|--|----|
| 連携研究者 | 青木 茂 (AOKI Shigeru) (80281583) | 北海道大学・低温科学研究所・准教授 (10101) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| | |
|---------|---------|
| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|