

令和元年5月20日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H03721

研究課題名(和文)北極海の海水変動の鍵を握るアラスカ北部沿岸域での海水・海洋変動の実態解明

研究課題名(英文)Study of sea-ice and oceanic variability off the northern Alaskan coast

研究代表者

深町 康 (Fukamachi, Yasushi)

北海道大学・北極域研究センター・教授

研究者番号：20250508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：アラスカ北部沿岸域で実施した係留観測により、海水厚の時系列データがそれ以前の観測と合わせて8年分蓄積された。そのデータの解析により、海水厚に大きな経年変動が存在することを示し、その要因がこの海域の風による海水の漂流パターンの変動にあることを明らかにした。

係留観測によって得られた海洋の時系列データを用いて、この海域に存在する薄氷域の形成・維持は海水の沖向きの風による輸送だけでなく、同じ沖向きの風によって湧昇した中層の高温水によっても成されており、この海域で冬季に生成される海水は太平洋起源だけでなく、大西洋起源の海水の影響も受けることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海水の面積や広がりは人工衛星によって正確に観測できるが、厚さについては衛星によって十分な精度と頻度で観測するのはまだ困難なのが現状である。北極海全体などの大きなスケールで海水厚の実態を把握するには、衛星観測が不可欠であるが、その精度を向上させるためには、現場における検証データを取得することが重要である。本研究では、まだまだ不足している海水厚のデータを継続的に取得している点に意義があり、その成果は将来的な航路利用などにも資するものであると言える。

研究成果の概要(英文)：Time-series data of sea-ice thickness have been accumulated for eight years by the mooring observation conducted in the coastal region off northern Alaska. We revealed that large yearly variability in ice thickness is caused by variability in sea-ice drift pattern associated with local winds.

Based on time-series oceanic data, we showed that the generation and maintenance of the coastal polynya in this region are governed by not only offshore sea-ice drift but upwelled warm subsurface water, and winter water formed in this region is influenced by not only Pacific-origin water but also Atlantic-origin water.

研究分野：海洋物理学、極域海洋学

キーワード：北極海 海水 係留観測

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

### 1. 研究開始当初の背景

海氷減少が顕著に進んでいる北極海太平洋側海域に位置するアラスカ北部沿岸域は、太平洋からの海水流入の経路となっていることもあり、北極海の海氷変動の鍵を握る海域である。また、海氷生産が盛んな薄氷域（ポリニヤと呼ばれる）が存在する特徴的な海域でもある。しかしながら、この海域における海氷厚や海水特性などのデータについては不足しており、その実態についての理解は十分にはなされていなかった。

### 2. 研究の目的

(1) 現場データに基づいて、アラスカ北部沿岸域における海氷厚の季節・経年変動の実態とその変動要因を明らかにする。

(2) 現場データに基づいて、この海域の海水特性の特徴とその生成要因を明らかにする。

### 3. 研究の方法

アラスカ大学フェアバンクス校と共同で、アラスカ北部沿岸域に、海氷厚を計測する超音波氷厚計、海洋流速および海氷漂流速度を計測する超音波ドップラー流速プロファイラー、水温・塩分計を取り付けた係留系を海中に設置し時系列データを取得する観測を実施した。本研究期間中には、2015年と2017年の夏季に係留系の回収と再設置を行った。また、これまでにこの観測によって得られた海氷・海洋の時系列データの処理・解析を進め、海氷厚の変動や海水特性の特徴などについて調べた。

### 4. 研究成果

(1) 本研究の開始時には我々のアラスカ大学との共同観測で得られていた海氷厚のデータは2009年からの5年分のみであったが、本研究の係留観測の実施により、2017年までの8年分が蓄積された。これまでに取得された海氷厚データの処理は2015年までの6年分について終了し、海氷厚の特徴（平均値、頻度分布など）に大きな経年変動が存在することを示し、その要因がこの海域の風速場に支配される海氷の漂流パターンの変動にあることを明らかにした。また、2009-10年に係留観測によって取得された海氷厚データを用いて熱収支計算により海氷生産量を見積り、その結果を衛星マイクロ波放射計データから推定された海氷厚データを用いた同様の計算結果と比較し、両者が良く一致することを示した（論文）。これは海氷生産量の見積りに最も有効なマイクロ波放射計データによる薄氷厚推定の妥当性を現場データを用いて初めて示したものである。

(2) 2009-10年に我々の係留観測によってアラスカ北部沿岸域で取得された海洋データ、再解析気象データ、衛星マイクロ波放射計データから推定された海氷厚データとそれを用いて計算される海氷生産量、高解像度海氷・海洋結合モデルの結果を合わせて解析を行った。その結果、この海域に存在する沿岸ポリニヤの形成・維持は海氷の沖向きの風による輸送だけでなく、同じ沖向きの風によって湧昇した中層の高温水によっても成されているということを示した（論文）。

(3) アラスカ北部沿岸域において冬季に生成される特徴的な海水について、これまでの我々の係留観測で得られた海洋の時系列データ（水温・塩分、海洋流速）周辺海域で得られた同様のデータ、人工衛星搭載のマイクロ波放射計データから推定される海氷厚データとそれに基づく海氷生産量、高解像度海氷・海洋結合モデルの結果を合わせて解析した。その結果、この海域における海水の生成過程に大きな経年変動が存在し、その要因がこの海域において岸沿いに吹く北東風の変動にあることを明らかにした。この北東風は北極海中層に広く分布する大西洋を起源とする海水の湧昇をもたらすため、太平洋側北極海でありながら、アラスカ北部沿岸域における海水特性の変質には大西洋水の影響が顕著であることも示した。更に、衛星データによる海氷厚推定の一部である開水面の同定に関して、海氷・海洋結合モデルの計算結果との比較を行い、マイクロ波放射計データによって同定された開水面が比較的高温の大西洋起源の海水の分布と一致していることから、この衛星データによる開水面同定の妥当性についても示した（論文）。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 13 件)

Kawaguchi, Y., M. Itoh, Y. Fukamachi, E. Moriya, J. Onodera, T. Kikuchi, and N. Harada, Year-round observations of sea-ice drift and near-inertial internal waves in the Northwind Abyssal Plain, Arctic Ocean, Polar Science, in press, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.polar.2019.01.004> (査読有)

Pickart, R. S., C. Nobre, P. Lin, K. R. Arrigo, C. J. Ashjian, C. Berchok, L. W. Cooper, J. M. Grebmeier, I. Hartwell, J. He, M. Itoh, T. Kikuchi, S. Nishino, and S. Vagle, Seasonal to mesoscale variability of water masses and atmospheric conditions in Barrow Canyon,

Chukchi Sea, Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, in press, 2019, <https://doi.org/j.dsr2.2019.02.003> ( 査読有 )

Nakata, K., K. I. Ohshima, and S. Nihashi, Estimation of Thin-Ice Thickness and Discrimination of Ice Type From AMSR-E Passive Microwave Data, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 57(1), 2019, 263-276, doi: 10.1109/TGRS.2018.2853590( 査読有 )

Hirano, D., Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, E. Watanabe, A. R. Mahoney, H. Eicken, M. Itoh, D. Simizu, K. Iwamoto, J. Jones, T. Takatsuka, T. Kikuchi, and T. Tamura, Winter Water Formation in Coastal Polynyas of the Eastern Chukchi Shelf: Pacific and Atlantic Influences, Journal of Geophysical Research: Oceans, 123, 2018, 5688-5705, doi:10.1029/2017JC013307 ( 査読有 )

Tsukada, Y., H. Ueno, N. Ohta, M. Itoh, E. Watanabe, T. Kikuchi, S. Nishina, and K. Mizobata, Interannual variation in solar heating in the Chukchi Sea, Arctic Ocean, Polar Science, 17, 2018, 33-39, <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.06.003> ( 査読有 )

Spall, M. A., R. S. Pickart, M. Li, M. Itoh, P. Lin, T. Kikuchi, and Y. Qi, Transport of Pacific Water Into the Canada Basin and the Formation of the Chukchi Slope Current, Journal of Geophysical Research: Oceans, 123, 2018, 7453-7471, <https://doi.org/10.1029/2018JC013825> ( 査読有 )

Fukamachi, Y., D. Simizu, K. I. Ohshima, H. Eicken, A. R. Mahoney, K. Iwamoto, E. Moriya, and S. Nihashi, Sea-ice thickness in the coastal northeastern Chukchi Sea from moored ice-profiling sonar, Journal of Glaciology, 63, 2017, 888-898, 10.1017/jog.2017.56( 査読有 )

Smith, I. J., H. Eicken, A. R. Mahoney, R. Van Hale, A. J. Gough, Y. Fukamachi, and J. Jones, Surface water mass composition changes captured by cores of Arctic land-fast sea ice, Continental Shelf Research, 118, 2016, 154-164, doi: 10.1016/j.csr.2016.02.008 ( 査読有 )

Jones, J., H. Eicken, A. Mahoney, Rohith MV, C. Kambhamettu, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, and J. C. George, Landfast sea ice breakouts: Stabilizing ice features, oceanic and atmospheric forcing at Barrow, Alaska, Continental Shelf Research, 126, 2016, 50-63, doi: 10.1016/j.csr.2016.07.015 ( 査読有 )

Hirano, D., Y. Fukamachi, E. Watanabe, K. I. Ohshima, K. Iwamoto, A. R. Mahoney, H. Eicken, D. Simizu, and T. Tamura, A wind-driven, hybrid latent and sensible heat coastal polynya off Barrow, Alaska, Journal of Geophysical Research, 121, 2016, 980-997, doi: 10.1002/2015JC011318 ( 査読有 )

Itoh, M., R. S. Pickart, T. Kikuchi, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, D. Simizu, K. R. Arrigo, S. Vagle, J. Heg, C. Ashjian, J. T. Mathis, S. Nishino, and C. Nobre, Water properties, heat and volume fluxes of Pacific water in Barrow Canyon during summer 2010, Deep-Sea Research I, 102, 2015, 43-54, doi: 10.1016/j.dsr.2015.04.004 ( 査読有 )

Mahoney, A. R., H. Eicken, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, D. Simizu, C. Kambhamettu, R. MV, S. Hendricks, and J. Jones, Taking a look at both sides of the ice: comparison of ice thickness and drift speed as observed from moored, airborne and shore-based instruments near Barrow, Alaska, Annals of Glaciology, 56, 2015, 363-372, doi: 10.3189/2015AoG69A565 ( 査読有 )

Ito, M., K. I. Ohshima, Y. Fukamachi, D. Simizu, K. Iwamoto, Y. Matsumura, A. R. Mahoney, and H. Eicken, Observations of supercooled water and frazil ice formation in an Arctic coastal polynya from moorings and satellite imagery, Annals of Glaciology, 56, 2015, 307-314, doi: 10.3189/2015AoG69A83 ( 査読有 )

[ 学会発表 ] ( 計 45 件 )

Kimura, S., J. Onodera, M. Itoh, T. Kikuchi, and S. Nishino, On the warming of the Chukchi slope through the Barrow Canyon outflow in the winter of 2016-17, Polar Marine Science (GRS) Gordon Research Seminar, 2019

Fukamachi, Y., Mooring measurement of sea ice and ocean in the northeastern coastal Chukchi Sea from 2009, Japan-U.S. Arctic Science Collaboration " Reflections on the Past Two Decades and Future Opportunities " ( 招待講演 ) , 2019

Kimura, S., J. Onodera, M. Itoh, T. Kikuchi, and S. Nishino, On the warming of the Chukchi slope through the Barrow Canyon outflow in the winter of 2016-17, Forum for Arctic Modelling and Observational Synthesis 2018 Annual Meeting, 2018

村松 芙幌, 上野 洋路, 伊東 素代, 渡邊 英嗣, 小野寺 丈尚太郎, チャクチ海北東部陸棚縁辺部における太平洋起源水の移流, 2018 年度日本海洋学会秋季大会, 2018

Onodera, J., E. Watanabe, K. Mizobata, Y. Tanaka, M. Itoh, and N. Harada, Lateral advection of biogenic particles in the southwestern Canada Basin, Arctic Ocean, JpGU Meeting 2018, 2018

西野 茂人, 藤原 周, 川口 悠介, 菊地 隆, 伊東 素代, 2017 年「みらい」北極航海概要

/Summary of the R/V Mirai Arctic Ocean cruise in 2017, JpGU Meeting 2018, 2018

伊藤 優人, 大島 慶一郎, 深町 康, H. Eicken, A. R. Mahoney, J. Jones, チャクチ海ポリニヤ域における音響・光学測器による物質循環過程の観測, 2018 年度日本海洋学会秋季大会, 2018

Ito, M., K. I. Ohshima, Y. Fukamachi, H. Eicken, A. R. Mahoney, J. Jones, and T. Takatsuka, Bio-related material cycle in a coastal polynya observed with moored acoustic and optical instruments in the northeastern Chukchi Sea, The 9th Symposium on Polar Science, 2018

Eicken, H., A. R. Mahoney, O. A. Lee, M. A. Johnson, J. Jones, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, and J. C. George, Alaska coastal sea ice in the new millennium: Findings from the Seasonal Ice Zone Observing Network and implications for sustained autonomous observations of a rapidly changing Arctic, 2018 Ocean Sciences Meeting, 2018

Kawaguchi, Y., M. Itoh, Y. Fukamachi, E. Moriya, N. Onodera, and T. Kikuchi, Seasonal variability of near-inertial internal waves in the Northwind Abyssal Plain, Arctic Ocean, Fifth International Symposium on Arctic Research (ISAR-5), 2018

Kimura, N., H. Hasumi, M. Itoh, Y. Fukamachi, T. Kikuchi, and E. Moriya, Satellite observation of the thickening of sea ice through the ice deformation, Fifth International Symposium on Arctic Research (ISAR-5), 2018

Itoh, M., Y. Fukamachi, N. Kimura, R. A. Krishfield, T. Kikuchi, E. Moriya, J. Onodera, and N. Harada, Sea-ice thickness from moored ice-profiling sonar in the Canada Basin, Arctic Ocean, Fifth International Symposium on Arctic Research (ISAR-5), 2018

Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, A. R. Mahoney, H. Eicken, D. Simizu, K. Iwamoto, E. Moriya, T. Takatsuka, and J. Jones, Continuous Sea-ice Thickness Measurement in the Northeastern Coastal Chukchi Sea from 2009, Fifth International Symposium on Arctic Research (ISAR-5), 2018

Kikuchi, T., M. Itoh, Y. Fukamachi, N. Kimura, R. A. Krishfield, E. Moriya, J. Onodera, and N. Harada, Sea-ice thickness from moored ice-profiling sonar in the Canada Basin, Arctic Ocean, Arctic Change 2017, 2017

伊東 素代, 深町 康, 木村 詞明, R. A. Krishfield, 菊地 隆, 守家 衣利加, 小野寺 丈尚太郎, 原田 尚美, 係留観測による北極海カナダ海盆の海水厚の季節変動, 日本海洋学会 2017 年度秋季大会, 2017

Kawaguchi, Y., M. Itoh, T. Kikuchi, J. Onodera, N. Harada, Y. Fukamachi, and E. Moriya, Seasonal variability of near-inertial internal waves and its kinetic energy in the ice-diminishing Arctic Ocean, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017

Fukamachi, Y., D., Simizu, K. I. Ohshima, H. Eicken, A. Mahoney, K. Iwamoto, E. Moriya, and S. Nishashi, Variability of sea-ice thickness in the northeastern coastal Chukchi Sea revealed by a moored ice-profiling sonar, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017

Ohshima, K. I., Global View of Sea Ice Production in Polynyas and Its Linkage to Dense/Bottom Water Formation, Material Cycle and Biological Production, Gordon Research Conference on Polar Marine Sciences (招待講演), 2017

川口 悠介, 伊東 素代, 菊地 隆, 小野寺 丈尚太郎, 原田 尚美, 深町 康, 守家 衣利加, 北極海の海水消失が及ぼす北極海の乱流化について - ノースウインド深海平原における係留系データの解析 -, ブルーアース 2017, 2017 年

Fukamachi, Y., D., Simizu, K. I. Ohshima, H. Eicken, A. R. Mahoney, K. Iwamoto, E. Moriya, and S. Nishashi, Variability of sea-ice thickness in the northeastern coastal Chukchi Sea revealed by a moored ice-profiling sonar, The 32nd International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans, 2017

⑲ Fukamachi, Y., Variability of sea-ice thickness in the northeastern coastal Chukchi Sea revealed by a moored ice-profiling sonar, Workshop on Sea Ice Remote Sensing and Modeling, 2017

⑳ Itoh, M., T. Kikuchi, and S. Nishino, Interannual variabilities of Pacific Water inflow into the Arctic basin via Barrow Canyon, Alaska Marine Science Symposium, 2017

㉑ Jones, J., H. Eicken, A. R. Mahoney, R. M. C. Kambhamettu, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, and J. C. George, Landfast Sea Ice Breakouts: Stabilizing Ice Features, Oceanic and Atmospheric Forcing at Barrow, Alaska, 2016 AGU Fall Meeting, 2016

㉒ Ito, M., K. I. Ohshima, Y. Fukamachi, D. Simizu, A. R. Mahoney, and H. Eicken, The observation of underwater frazil ice formation and upward sediment transport in an Arctic polynya in the Chukchi Sea, 2016 AGU Fall Meeting, 2016

㉓ Watanabe, E., J. Onodera, M. Itoh, S. Nishino, and T. Kikuchi, Wind-driven variability in subsurface warm layers of the Chukchi shelf break, ArcticNet Annual Science Meeting, 2016

㉔ Itoh, M., T. Kikuchi, Y. Fukamachi, R. Pickart, and collaborators, Interannual

variabilities of fluxes in Barrow Canyon from 2010-2014 : results from the DBO-5 repeat section, 2016 PAG Fall Meeting, 2016

- ②⑦ 渡邊 英嗣, 小野寺 丈尚太郎, 伊東 素代, 西野 茂人, 菊地 隆, 北極海チャクチ陸棚縁における冬季海水下の亜表層暖水輸送, 日本海洋学会 2016 年度秋季大会, 2016 年
- ②⑧ Smith, I. J., A. J. Gough, P. J. Langhorne, H. Eicken, A. R. Mahoney, G. H. Leonard, R. Van Hale, Y. Fukamachi, S. Jendersie, J. Jones, and T. G. Haskell, Sea ice as a record of freshwater fluxes: a comparison of isotopic composition near an Antarctic ice shelf and off the Alaskan coast, IGS International Symposium on Interactions of Ice Sheets and Glaciers with the Ocean, 2016
- ②⑨ 渡邊 英嗣, 小野寺 丈尚太郎, 伊東 素代, 西野 茂人, 菊地 隆, 西部北極海における厳冬の亜表層暖水輸送, 日本地球惑星科学連合平成 28 年度連合大会, 2016 年
- ③⑩ Hirano, D., Y. Fukamachi, E. Watanabe, K. Iwamoto, K. I. Ohshima, and T. Tamura, Interannual variability of sea ice production in the Barrow Coastal Polynya off Barrow, Alaska, Japan Geoscience Union Meeting 2016, 2016
- ③⑪ 伊東 素代, 菊地 隆, 西野 茂人, 北極海バロー海底谷における流量、淡水、熱輸送量の長期変動, 2016 年度日本海洋学会春季大会, 2016 年
- ③⑫ 平野 大輔, 深町 康, 渡邊 英嗣, 大島 慶一郎, 岩本 勉之, A. R. Mahoney, H. Eicken, 清水 大輔, 田村 岳史, アラスカ沖バロー沿岸ポリニヤにおける海水生産量の経年変動, 2016 年度日本海洋学会春季大会, 2016 年
- ③⑬ Onuka, M., M. Ueno, M. Itoh, T. Kikuchi, S. Nishino, E. Watanabe, T. Hirawake, M. Yamamoto-Kawai, and K. Mizobata, Spatio-temporal variations of stratification and its factors in the Chukchi Sea, 2015 Ocean Sciences Meeting, 2016
- ③⑭ Fukamachi, Y., K. I. Ohshima, K. Iwamoto, T. Tamura, and S. Nishashi, Validation of AMSR-E thin ice algorithm based on moored ice profiling sonar measurement, Workshop on satellite data for Arctic research and applications, Side event during Arctic Frontiers 2016, 2016
- ③⑮ 平野 大輔, 深町 康, 渡邊 英嗣, 岩本 勉之, A. R. Mahoney, H. Eicken, 清水 大輔, 大島 慶一郎, 田村 岳史, ハイブリッド特性を有するバロー沿岸ポリニヤにおける海水生産量の経年変動, 第 6 回極域科学シンポジウム, 2015 年
- ③⑯ 伊藤 優人, 大島 慶一郎, 深町 康, 清水 大輔, A. R. Mahoney, H. Eicken, チャクチ海バロー沖におけるフラジリアイス生成と海底堆積物の上方輸送の観測, 第 6 回極域科学シンポジウム, 2015 年
- ③⑰ 伊藤 優人, 大島 慶一郎, 深町 康, 清水 大輔, A. R. Mahoney, H. Eicken, 北極バロー沖沿岸ポリニヤにおけるフラジリアイスの生成・沈降と堆積物粒子の上方輸送の観測, 2015 年度日本海洋学会秋季大会, 2015 年
- ③⑱ Smith, I. J., A. J. Gough, P. J. Langhorne, H. Eicken, A. R. Mahoney, G. H. Leonard, R. Van Hale, Y. Fukamachi, S. Jendersie, J. Jones, and T. G., Haskell, Sea ice formation on continental shelves: a comparison of water mass signals near an Antarctic ice shelf and off the Alaskan coast, IGS International Symposium on Contemporary Ice-Sheet Dynamics, 2015
- ③⑲ Hirano, D., Y. Fukamachi, E. Watanabe, K. Iwamoto, A. R. Mahoney, H. Eicken, D. Simizu, K. I. Ohshima, and T. Tamura, A wind-driven, hybrid latent and sensible heat coastal polynya at Barrow, Alaska, 26th IUGG General Assembly 2015, 2015
- ④⑰ Ito, M., K. I. Ohshima, J. Nishioka, Y. Kusumoto, G. Mizuta, and Y. Fukamachi, Sediment upward dispersion and frail ice formation by strong wind events -A possible mechanism of iron supply to sea ice, 2015 ESSAS Annual Science Meeting, 2015
- ④⑱ Itoh, M., T. Kikuchi, and S. Nishino, Volume, heat and freshwater fluxes of Pacific Water through the Barrow Canyon in the Arctic Ocean, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4), 2015
- ④⑲ Fukamachi, Y., D. Simizu, K. I. Ohshima, K. Iwamoto, H. Eicken, and A. R. Mahoney, Characteristics of sea-ice draft revealed by a moored ice-profiling sonar in the Chukchi Sea off Barrow, Alaska, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4), 2015
- ④⑳ Eicken, H., A. R. Mahoney, D. O. Dammann, J. Jones, S. Hendricks, Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, C. Haas, S. Gerland, and A. Makshtas, SIZONet: Multi-purpose, multi-platform observations to inform responses to an Arctic sea ice cover in transformation, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4), 2015
- ④㉑ Hirano, D., Y. Fukamachi, E. Watanabe, K. Iwamoto, A. R. Mahoney, H. Eicken, D. Simizu, K. I. Ohshima, and T. Tamura, A wind-driven, hybrid latent and sensible heat coastal polynya at Barrow, Alaska, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4), 2015
- ④㉒ Kikuchi, K., M. Itoh, S. Nishino, and E. Watanabe, Mooring-based long-term observation of oceanographic condition in the Chukchi Sea and Canada Basin of the Arctic Ocean, EGU General Assembly 2015, 2015

〔その他〕

ホームページ等

[http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/~yasuf/ext\\_fund.html](http://wwwoa.ees.hokudai.ac.jp/~yasuf/ext_fund.html)

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：大島 慶一郎

ローマ字氏名：Keiichiro Ohshima

所属研究機関名：北海道大学

部局名：低温科学研究所

職名：教授

研究者番号（8桁）：30185251

研究分担者氏名：伊東 素代

ローマ字氏名：Motoyo Itoh

所属研究機関名：国立研究開発法人海洋研究開発機構

部局名：北極環境変動総合研究センター

職名：技術研究員

研究者番号（8桁）：60373453

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：アンドレイ プニユシコフ

ローマ字氏名：Andrey Pnyushkov

研究協力者氏名：平野 大輔

ローマ字氏名：Daisuke Hirano

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。