

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：62611

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2020

課題番号：18KK0292

研究課題名（和文）日独共同観測による「北極の湿潤化」の追究

研究課題名（英文）Joint research between Germany and Japan on the Arctic moistening

研究代表者

猪上 淳（Inoue, Jun）

国立極地研究所・国際北極環境研究センター・准教授

研究者番号：00421884

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題におけるドイツのアルフレッドウェーゲーナー極地海洋研究所（以下：AWI）との共同観測・共同研究の主要な成果は、以下の4つが挙げられる。（1）大気領域モデルにおける雲・放射過程を日本の研究船で観測した事例で検証（ドイツを含む4カ国からなる7つのモデルが参加）、（2）ニーオルスンで実施したCPSゾンデ観測データの補正方法の提唱とドイツが実施した雲観測データとの比較、（3）ロシア・ケーパバラノバ基地でのラジオゾンデ観測の精度評価、（4）ドイツが主体となるMOSAIC航海に参加およびデータ解析。

研究成果の学術的意義や社会的意義

気候モデルにおいて雲を精緻に計算することは長年の課題である。一方で、雲自体の観測も難しい分野である。本研究では、前者について、日本の研究船「みらい」で取得した海氷のない北極海の各種の気象データを利用し、各国の数値モデルを検証した。これにより雲が液相か固相かによって放射計算の結果が観測から大きくずれることを示した。後者については、雲を安価に観測できる観測手法について、データの補正方法の提唱や検証を行った。また、MOSAICという数十年に一度の北極海の国際観測プロジェクトに国際パートナーとして参画し、過去のデータを取得できたことは、今後の北極気候変動研究の推進に大きく貢献する。

研究成果の概要（英文）：Based on the collaborative researches with Alfred-Wegener Institute (AWI), the activities were summarized as follows. (1) Validation of cloud-resolving models using the observation data obtained by the Japanese research vessel over the ice-free Arctic Ocean for understanding the cloud-radiation interaction and surface heat budget (Inoue et al. 2021 JGR-A), (2) Field campaign of cloud particle sensor (CPS) sonde at Ny-Alesund, Norway for understanding the cloud-microphysics in the Arctic region and development of correction method of CPS data (Inoue et al. 2021. ATMD), (3) quality assessment of Russian radiosondes using special radiosonde observations at Cape Baranova (Hori et al. 2021, Polar Science), and (4) participation and contribution to the MOSAiC field campaign (biogeochemical group and ocean group) and the following data analysis.

研究分野：気象学

キーワード：北極海 雲 海氷 大気-海氷-海洋相互作用

1. 研究開始当初の背景

北極海の海水面積は年々変動を伴いながらも、不可逆的な減少が続いている。この減少が大気循環を変調させ、中緯度に異常寒波をもたらすという学説を、日本の研究チームが提唱した。北極域での様々な時間・空間スケールの変動・変化の影響は、中緯度へ伝播し、異常気象等を引き起こすことがあるため、社会的にも注目されるようになってきた。その後も当研究チームは基盤研究(A)「北極の温暖化増幅における季節サイクルと多圏相互作用の追究」(H24-27年、代表：猪上淳)を立ち上げ、矢継ぎ早に成果を世界に発信し、当該分野での日本の存在感は大きい。過去10年間の北極域は異常高温となる冬が多く、暖かい北極・冷たいユーラシア大陸と呼ばれるようになり、そのような異常現象を精度良く予報することが社会的にも必要となってきた。

北極域の温暖化は全球平均の数倍の早さで進行している。もともと寒冷な北極が温暖化すると、大気中の水蒸気量が指数関数的に増加する。つまり、気温の温暖化以上に湿潤化が気候学的に大きな影響力を持つ。水蒸気が凝結する際、凝結熱(以下：潜熱)が大気中に解放される。これが新たな北極域の温暖化の熱源となり、大気循環を変化させると考えられる。潜熱の解放は積雲対流が活発な熱帯域で大きく、日本の気象予測にも重要な要素の一つであるが、もともと北極域は降水活動が不活発であったため潜熱の解放について議論されて来なかった。しかし、この北極域の急激な湿潤化に伴い、強化された雲・降水活動が果たす中・高緯度の気候システムへの役割を定量的に調べるべき新たな局面に差し掛かっている。ところが、それを議論するための基礎的な観測データが不十分で、数値モデルや大気再解析データを用いた気候研究に大きな不確実性を伴っているのが現状である。

北極海上の湿潤化は、雲・降水システムの活発化をもたらす。「北極の湿潤化」の影響は、1) 大気中では水蒸気の凝結に伴う潜熱解放(前述)、2) 海水の上では積雪深の増加、そして3) 海水の無くなった海洋では淡水供給の増加など、大気・海水・海洋のそれぞれの領域へ及ぶ。2)については、海水上の積雪は断熱材としての役割があり、冬の海水成長を妨げ、薄氷化によって夏の海水減少をもたらす。3)については、雨・雪として大気から供給される淡水は、陸域の河川流量に匹敵する量となることも指摘されており、今後は海洋の熱塩循環を考える上で無視できない要素となる可能性が高い。このように、「北極の湿潤化」はローカルにもグローバルにも影響が及ぶため、その姿を通年に渡って直接観測することが必要である。「北極の湿潤化」はどのように中高緯度の気候システムへの影響を及ぼすか?を探求することが学術的「問い」である。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は、「北極の湿潤化」が大気・海水・海洋のそれぞれの領域において、どのような物理過程でどの程度影響が及ぶかを定量化することである。そのために、ドイツのアルフレッド・ヴェーゲーナー極地海洋研究所(以下：AWI)と協力することにより、通年の北極海の観測を実現し、大気・海水・海洋の3分野から「北極の湿潤化」の現状把握を行う。取得データを解析することで、「北極の湿潤化」の局所的・遠隔的影響を探究する。

「北極の湿潤化」において、雲の形成過程は極めて重要である。しかし、現況の最良の大気再解析プロダクトにおいても、北極域の雲形成の再現は極めて困難である。これは、北極域における雲物理(雲水/雲氷判定、雲粒数濃度、雲粒径分布など)に未知な部分が多いためである。これらが明らかにならないと、数値モデルにおける凝結熱量、降水/降雪量、雲による放射強制力などを正確に求めることはできない。降水の多寡は、氷上積雪や海面への淡水供給量に直結するため、雲形成の誤差が多方面へ伝播する。

本研究課題では、北極域での雲の特徴を精緻に把握するため、雲の微物理的要素の鉛直分布を計測することのできる雲粒子センサーゾンデ(以下：CPSゾンデ)を適用することである。これは国内メーカーが独自に開発したもので、これまで熱帯や中緯度で実績のある測器である。本研究課題ではこのCPSゾンデを世界で初めて北極で応用し、数値モデルなどの出力と直接比較する点において独自性が高い。

また、本研究課題はAWIが主導する国際プロジェクトに参画し、大気・海水・海洋の観測に直接貢献するとともに、その後に行われる数値モデルの比較研究にも参加する。湿潤化した北極域の降雪・降水システムや雲の内部構造について、通年で取得する現場観測データの解析および数値モデルを用いた直接比較を実施することは前例がなく創造性が高い。

3. 研究の方法

本研究課題ではAWIと協力し、海水に閉じ込めた砕氷船(以下、MOSAIC航海)と北極のニーオルスン基地を拠点に通年の観測を実施する。「北極の湿潤化」における重要物理過程を明らかにするとともに、それらの局地的・遠隔的影響に関する共同研究を実施する。具体的には、現在の気候における北極海のA)「海水上の積雪」をもたらす雲・降水システムの理解と、B)「海水上の積雪」がもたらす海水・海洋への影響把握をするため、大気-海洋間の熱・運動量・物質の交換過程の理解に必要な通年の観測データの取得を行う。

A)の雲・降水システムに関しては、潜熱解放や放射過程に重要な役割を持つ雲粒の数濃度、粒

径、雲水/雲氷などの鉛直分布やその季節変動を把握するため、北極のニーオルスン基地で国際共同観測を実施する。B)の海氷・海洋への影響は、氷上での積雪と海氷の直接サンプリング(積雪深、海氷厚、温度の鉛直分布)、氷上での二酸化炭素の交換過程の観測、海氷下の海水温や塩分の鉛直分布、さらに鉛直熱輸送を調べる乱流観測を実施する。

A)とB)は密接に関係している。例えば低気圧接近時は、強風によって海氷が大きく動き、それに伴い海洋も熱・物質の鉛直混合が強化される。また、雲や水蒸気の増加によって、“下向き長波放射の増加⇒海氷面が加熱⇒海氷成長の抑制”といった一連の影響が予想される。海氷の厚さや温度の鉛直分布を観測するIce Mass Balance ブイの海氷データなども含め、通年の統合的なデータセットのメリットを最大限に活用し、各物理過程の季節依存性や、大気-海氷-海洋結合過程に関する知見を蓄積する。そして、それに基づいた新たな気候データセット(再解析プロダクト)を共同で作成し、解析を実施する。具体的には、これまで観測データに乏しかった降雪・降水システムの分野について、新たに採取する現場データを全球モデルに加えることで、北極域の局所的な降雪量の増加がもたらす気候変動への影響について解析を進める。そして、大気-海氷-海洋結合過程における「北極の湿潤化」の役割を解明する。

4. 研究成果

本研究課題において、AWI と行った共同観測・共同研究の主要な成果は以下の4つが挙げられる。

① 大気領域モデルにおける雲・放射過程の検証 (Inoue, Sato et al. 2021, JGR-A)

数値モデルにおける雲の再現性は、海面・海氷面熱収支に影響するため、気候研究において最も重要な課題の一つとなっている。特に海氷面積が減少した海域では、過去にチューニングされてきた数値モデル内の雲物理過程では対応できない可能性もある。そこで、本研究では世界気象機関が推進するCORDEXプロジェクト(統合地域ダウンスケーリング実験)において、北極域を対象とした領域モデル相互比較実験に参画した(AWIのAnnette Rinke博士が議長)。特に日本の貢献としては、海洋地球研究船「みらい」で取得した2週間にわたる海上気象データ、ラジオゾンデデータを使用した観測事例を提案し、その期間に合わせたモデル計算を各国各研究所に依頼した。日本が中心となって解析した結果、多くの数値モデルは水雲と氷雲が共存する混相雲において、水雲の割合を過大または過小に見積もるといった両極端な傾向があることが明らかとなった(図1)。これにより、海面に入射する短波放射や長波放射が変化し、海面熱収支の時間変化が適切に再現できていないことが示された。本成果は、北極海の精緻な気象・海氷予測の実現のためには、数値モデル内の雲物理過程の改良の必要性、および水雲・氷雲の特性を把握する観測データ取得の重要性を示している。

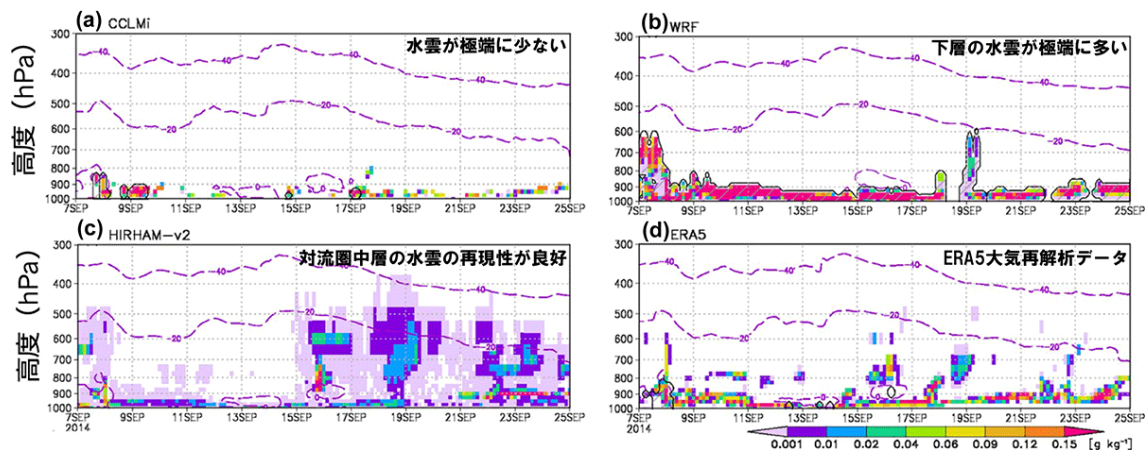


図1: 水雲(色)と気温(破線)の時間高度断面の例。色が紫～青に近いと水雲が少なく、赤に近いと水雲が多いことを示す。ERA5 大気再解析データ(d)と比較すると、(a)は水雲が極端に少なく、(b)は下層の水雲が極端に多い。一方、(c)は対流圏中層の水雲が再現できていると言える。(Inoue et al. 2021)

② ニーオルスンで実施したCPSゾンデ観測 (Inoue et al. 2021, AMTD)

雲粒子を比較的安価に場所を選ばずに観測できるシステムとして、明星電気株式会社が開発したCPSゾンデがある。これまで極域での利用実績がなかったため、他の観測システムで雲の観測を実施している北極ニーオルスン基地で2020年3月に共同観測を実施した。AWIカウンターパートは、Marion Maturilli博士である。AWIが定常観測として実施しているラジオゾンデ観測に便乗し、CPSゾンデも同時に放球する共同観測を実施し、既存のリモートセンシングから取得される雲水量との比較を行うためのデータを取得した。

CPSゾンデは上昇中の雲粒子の個数、液相・固相の判定、粒径に関する情報を毎秒得られるが、データの補正が必要である。そこで、数値流体解析モデル(CFD)を利用した、CPSゾンデの筐体周辺やインレット内部の気流について考察し、補正係数を導出した。補正後の雲粒子数や雲水量については、他の測器と整合的な値が得られた。ニーオルスンでの3月の観測では、

マイナス 25 度の環境下でも過冷却水滴の水雲が頻繁に観測され(図 2)、研究成果①での数値モデルが苦手とする寒冷環境下での水雲の存在を裏付けるものが示された。

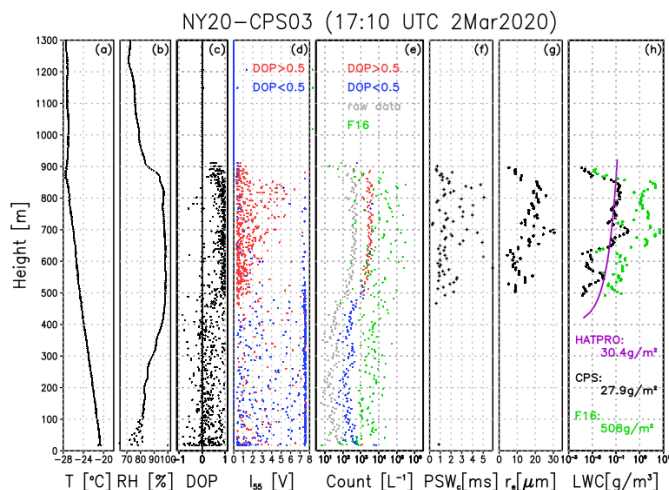


図 2 : CPS ゾンデで取得された (a) 気温、(b) 相対湿度、(c) 偏光度、(d) パルス強度、(e) 粒子数濃度、(f) パルスカットオフ閾値、(g) 粒子有効半径、(h) 水雲量。(Inoue et al. 2021)

③ ロシア・ケープバラノバ基地でのラジオゾンデ観測の精度評価 (Hori, Inoue, et al. 2021, Pol. Sci.)

現業数値予報で使用されているロシア域のラジオゾンデ観測 (ロシア製のセンサ) については、従前よりその観測データの品質が予報精度に影響することが、欧州中期予報センター等から指摘されてきている。そこで主要国で使用されているラジオゾンデセンサ (フィンランド製) を使用した観測を、北極海沿岸域のケープバラノバ基地で実施した (AWI および国立極地研究所がセンサを提供・ロシアに観測委託、ロシア北極南極研究所が観測実施)。その結果、近傍の既存の観測点 (ロシア製センサ仕様) と比較したところ、対流圏界面付近に大きな差が確認できた。最新の気象再解析データと比較したところ、ロシア製のゾンデはこの再解析データにデータ同化されているにもかかわらず不一致が顕著である (図 3b)。一方、データを通報していない当該研究のデータの方が再解析と良く一致するという矛盾する結果が得られた (図 3a)。これは、気象予報センターにおいては、観測誤差の大きいロシア製のデータのある程度棄却しながら予報や再解析を進めていることを示唆する。成果の情報発信という観点では、観測密度が小さい北極海において、当該観測点での高品質な観測データを現業数値予報に利用することを推奨することを、世界気象機関の極域予測プロジェクトに報告した。北極域の観測データは、日本域の寒波予測や台風予測にも影響があることが指摘されているため、このような観測誤差を低減することも中緯度気象への影響を考慮する上で重要である。

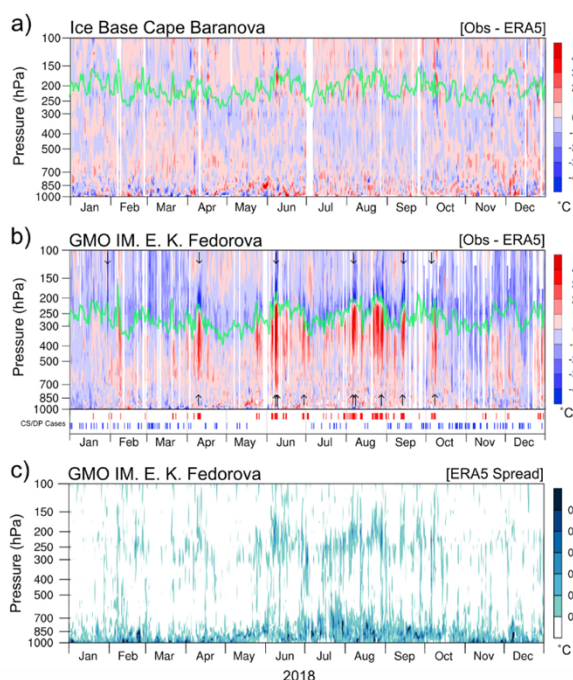


図 3 : ラジオゾンデ観測と ERA5 大気再解析の気温差の時間高度断面。(a) ケープバラノバ、(b) フェドロバ。緑線は対流圏界面高度。(c) ERA5 大気再解析における気温のアンサンブルスプレッド。(Hori et al. 2021)

③ MOSAiC 航海の参加、およびデータ解析

ドイツ砕氷船「Polarstern」号による MOSAiC 航海に参加し、海氷上の積雪融解によって海氷上に出来たメルトポンド（海氷上の水溜り）の観測を実施した（図 4）。具体的には、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガス測定用のサンプルを採取した。現在、分析および解析を進めている。また、今後予想される北極海の家氷減少が北極海の二酸化炭素やメタン濃度に与える影響評価について AWI の協力のもと共著者として貢献した (Lannuzel et al., 2020)。同様に、海洋物理班としても MOSAiC 航海で予定通りの観測データの取得に成功した。ここでは、海氷底における熱力学的な融解・成長を高精度に計測するための装置として、渦相関フラックス計や漂流ブイを用いた観測を実施した。この結果は、2021 年度の European Geological Union でハイライトとして発表され、現在、国際論文へ投稿する準備を行っている。



図 4：分担者が乗船したドイツ砕氷船と、調査を行ったメルトポンド（写真：野村大樹）

このように、カウンターパートである AWI との共同観測・共同研究により、科学的に重要な研究成果が得られた。

参考：情報発信

北極海での海氷面積の 9 月の最小値を記録するタイミングで、その詳細な解説をプレスリリースした。また、上記成果 1 についてもプレスリリースを行い、広くその成果を情報発信した。

- 2018 年 9 月 25 日：北極海の家氷面積が 9 月 21 日に 2018 年の最小値を記録 ～減少スピードは停滞、回復時期は遅延～
- 2019 年 9 月 27 日：北極海の家氷面積が 9 月 17 日に年間最小値を記録 ～薄氷化が進行～
- 2020 年：9 月 23 日：北極海の家氷面積が 9 月 13 日に年間最小値を記録 ～衛星観測史上 2 番目の小ささ～
- 2021 年 1 月 27 日：北極海の家氷予測は「雲」がカギ～「みらい」北極海航海データを利用した、数値予報モデルの検証プロジェクトから～

共同研究機関との主要論文リスト(代表者・分担者：二重下線、AWI カウンターパート：下線)：

- Inoue, J., Sato, K., Rinke, A., and 9 authors (2021): Clouds and Radiation Processes in Regional Climate Models Evaluated Using Observations Over the Ice-free Arctic Ocean. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 126, e2020JD033904. <https://doi.org/10.1029/2020JD033904>.
- Inoue, J., Sato, K., Tobo, Y., Taketani, F., and Maturilli, M.: Advanced method for estimating the number concentration of cloud water and liquid water content observed by cloud particle sensor sondes, *Atmospheric Measurement Techniques. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/amt-2020-476>, in review, 2021.
- Hori, M.E., Inoue, J., Dethloff, K., and Kustov, V. (2021), Near-tropopause bias in the Russian radiosonde-observed air temperature during the YOPP special observing periods in 2018. *Polar Science*, 27, 100601, <https://doi.org/10.1016/j.polar.2020.100601>.
- Lannuzel, D., Tedesco, L., van Leeuwe, M., Campbell, K., Flores, H., Delille, B., Miller, L., Stefels, J., Assmy, P., Bowman, J., Brown, K., Castellani, G., Chierici, M., Crabeck, O., Damm, E., Else, B., Fransson, A., Fripiat, F., Geilfus, N.-X., Jones, E., Kaartokallio, H., Kotovitch, M., Meiners, K., Moreau, S., Nomura, D., Peeken, I., Rintala, J.-M., Steiner, N., Tison, J.-L., Vancoppenolle, M., Van der Linden, F., Vichi, M., and Wongpan, P. (2020): The future of Arctic sea-ice biogeochemistry and ice-associated ecosystems. *Nature Climate Change*, 10, 983-992, <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00940-4>.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Inoue Jun	4. 巻 27
2. 論文標題 Review of forecast skills for weather and sea ice in supporting Arctic navigation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100523
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100523	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 De Silva Liyanarachchi Waruna Arampath, Inoue Jun, Yamaguchi Hajime, Terui Takeshi	4. 巻 43
2. 論文標題 Medium range sea ice prediction in support of Japanese research vessel MIRAI 's expedition cruise in 2018	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Geography	6. 最初と最後の頁 223 ~ 239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/1088937X.2019.1707317	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 野村 大樹、漢那 直也、大木 淳之	4. 巻 53
2. 論文標題 氷河と海氷の融解現象が北極海表層の物質循環過程に与える影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地球化学	6. 最初と最後の頁 149 ~ 158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14934/chikyukagaku.53.149	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 Liu Jiping, Chen Zhiqiang, Hu Yongyun, Zhang Yuanyuan, Ding Yifan, Cheng Xiao, Yang Qinghua, Nergel Lars, Spreen Gunnar, Horton Radley, Inoue Jun, Yang Chaoyuan, Li Ming, Song Mirong	4. 巻 64
2. 論文標題 Towards reliable Arctic sea ice prediction using multivariate data assimilation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Science Bulletin	6. 最初と最後の頁 63 ~ 72
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scib.2018.11.018	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 Inoue Jun, Sato Kazutoshi, Rinke Annette, Cassano John J., Fettweis Xavier, Heinemann G?nther, Matthes Heidrun, Orr Andrew, Phillips Tony, Seefeldt Mark, Solomon Amy, Webster Stuart	4. 巻 126
2. 論文標題 Clouds and Radiation Processes in Regional Climate Models Evaluated Using Observations Over the Ice free Arctic Ocean	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2020JD033904
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JD033904	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 Hori Masatake E., Inoue Jun, Dethloff Klaus, Kustov Vasilli	4. 巻 27
2. 論文標題 Near-tropopause bias in the Russian radiosonde-observed air temperature during the YOPP special observing periods in 2018	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100601 ~ 100601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100601	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 Nose Takehiko, Waseda Takuji, Kodaira Tsubasa, Inoue Jun	4. 巻 14
2. 論文標題 Satellite-retrieved sea ice concentration uncertainty and its effect on modelling wave evolution in marginal ice zones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 2029 ~ 2052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-14-2029-2020	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 Kodaira Tsubasa, Waseda Takuji, Nose Takehiko, Inoue Jun	4. 巻 10
2. 論文標題 Record high Pacific Arctic seawater temperatures and delayed sea ice advance in response to episodic atmospheric blocking	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20830
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-77488-y	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 Nose Takehiko, Waseda Takuji, Kodaira Tsubasa, Inoue Jun	4. 巻 27
2. 論文標題 On the coagulated pancake ice formation: Observation in the refreezing Chukchi Sea and comparison to the Antarctic consolidated pancake ice	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100622 ~ 100622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100622	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 Inoue Jun, Sato Kazutoshi, Tobo Yutaka, Taketani Fumikazu, Maturilli Marion	4. 巻 -
2. 論文標題 Advanced method for estimating the number concentration of cloud water and liquid water content observed by cloud particle sensor sondes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Measurement Techniques Discussions	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/amt-2020-476	査読の有無 無
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9件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 佐藤和敏, 猪上淳
2. 発表標題 CPSゾンデが捉えた寒気流入時における北極の雲特性変化
3. 学会等名 日本気象学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue, J.
2. 発表標題 Observational perspectives in the Polar Prediction Project with focus on sea-ice prediction
3. 学会等名 WMO Scoping Workshop on Future Activities to Assess Impact of Various Observing System on Earth System Prediction (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kawaguchi, Y., J. Nishioka, S. Nishino, S. Fujio, A. Fujiwara, I. Yasuda
2. 発表標題 Cold water upwelling and entrainment near the Anadyr Strait: Implications to the North Pacific Arctic Interaction
3. 学会等名 The tenth Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nomura, D.
2. 発表標題 Inter-comparison experiment for sea ice biogeochemical research in the Cambridge Bay-Comparison with Saroma-ko Lagoon
3. 学会等名 Canada- Japan Future Collaboration Workshop on Arctic Environment based at Canadian High Arctic Research Station (CHARS) Campus (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato Kazutoshi, Inoue Jun, and Arctic CORDEX Team
2. 発表標題 Japanese activity using RV Mirai (Part 2): Model intercomparison using RV Mirai data as a part of Arctic CORDEX
3. 学会等名 Year of Polar Prediction Arctic Science Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sato Kazutoshi, and Inoue Jun
2. 発表標題 Application of cloud particle sensor sondes to monitoring cloud evolution under off-ice flow condition over the Arctic Ocean
3. 学会等名 The 34th International Symposium on the Okhotsk Sea and Polar Oceans 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Inoue, J., K. Sato and Arctic CORDEX team
2. 発表標題 Clouds and radiation processes in regional climate models evaluated using observations over the ice-free Arctic Ocean
3. 学会等名 11th Polar Science Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daiki Nomura and 9 co-authors
2. 発表標題 Melt pond biogeochemistry in central Arctic: first insights from MOSAiC campaign
3. 学会等名 11th Polar Science Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 猪上淳 (分担執筆: 1月担当)	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日本プロセス秀英堂株式会社	5. 総ページ数 28
3. 書名 世界気象カレンダー 2020	

1. 著者名 猪上淳 (分担執筆: 10月担当)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日本プロセス秀英堂株式会社	5. 総ページ数 28
3. 書名 世界気象カレンダー 2021	

〔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
研究分担者	佐藤 和敏 (Sato Kazutoshi) (60771946)	北見工業大学・工学部・助教 (10106)	
研究分担者	川口 悠介 (Kawaguchi Yusuke) (00554114)	東京大学・大気海洋研究所・助教 (12601)	
研究分担者	野村 大樹 (Nomura Daiki) (70550739)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授 (10101)	

	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
研究協力者	- - (Dethloff Klaus)	AWI	
研究協力者	- - (Maturilli Marion)	AWI	
研究協力者	- - (Rinke Annette)	AWI	
研究協力者	- - (Rabe Benjamin)	AWI	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	-- (Damm Ellen)	AWI	

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			
ドイツ	Alfred Wegener Institute (AWI)			