

令和 6 年 9 月 30 日現在

機関番号： 82109

研究種目： 国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間： 2018～2023

課題番号： 17KK0017

研究課題名（和文）グリーンランド氷床気候システム研究最前線の開拓

研究課題名（英文）Pioneering the state of the art in the Greenland ice sheet climate system study

研究代表者

庭野 匡思（Niwano, Masashi）

気象庁気象研究所・気象予報研究部・主任研究官

研究者番号： 10515026

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 10,300,000円

渡航期間： 7ヶ月

研究成果の概要（和文）：急変するグリーンランド氷床の雪氷物理状態を正確に推定するために最先端の極域気候モデルNHM-SMAPを開発し、デンマーク・グリーンランド地質調査所GEUSのJason Box教授とともにモデルの多角的な検証・解析を実施した。その結果、複数の国際モデル相互比較に参画してモデルの信頼性を提示すると同時に、現在のグリーンランド氷床上で降雨量が増加していることを明らかにした。さらに、IPCC AR7 WG1レポートへの複数論文引用、複数の論文発表（主著1本、共著5本）、および様々なアウトリーチ（国際ドキュメンタリー映画1本、Air Greenland機内誌での紹介、読売新聞での紹介など）を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

グリーンランド氷床は、急速に進展している地球温暖化の影響を非常に大きく受ける領域の1つである。そのため、IPCCなどを始めとして世界的な注目度は非常に高い。しかし、我が国による現在気候下のグリーンランド氷床全域を俯瞰する研究はほとんど行われてきていなかった。本国際共同研究を成功裏に成し遂げたことにより、地球温暖化の状況下のグリーンランド氷床全域で進行する多様な雪氷物理状態変化に着目する研究を日本として実施することが可能となった。今後は、本研究を更に発展させて世界をリードする研究を創生していき、得られる最先端の知見を随時一般に還元していくことが必要不可欠である。

研究成果の概要（英文）：To investigate rapidly changing snow and ice physical conditions on the Greenland ice sheet, we developed the state-of-the-art polar regional climate model NHM-SMAP and evaluated/analyzed the model from various aspects with Prof. Jason Box (Geological Survey of Denmark and Greenland GEUS). Through collaborative studies and several international model inter-comparison projects that we participated in/contributed to, we demonstrated the reliability of the NHM-SMAP model. In addition, we unveiled for the first time that rainfall on the present-day Greenland ice sheet is increasing significantly. As a result of this collaborative study, some papers were cited by the IPCC AR7 WG1 report, six papers (one as lead author and five as coauthor) were published, and several types of outreach activities (one international documentary film, one highlight in the Air Greenland in-flight magazine, and several highlights in Japanese media) were performed successfully.

研究分野： 雪氷学、気象学

キーワード： グリーンランド氷床 気候変動 温暖化 表面質量収支 質量収支 雪氷物理状態 極域気候モデル
氷床上降雨

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

世界第2位の面積を有する巨大氷床であるグリーンランド氷床 (Greenland Ice Sheet; GrIS) では、2010年前後から、雪氷質量 (以下、単に“質量”と略す) の損失が加速的に進行して、海洋へ流出する融解水や氷体の量が増加している。このことは、観測されている全球規模の海面水位上昇に大きな影響を与えていると考えられているが、定量的には不確定性が非常に大きい。それは、GrISの表面質量収支 (Surface Mass Balance; SMB) 推定に用いられている極域気候モデルの定式化に不十分な点が多いからである。申請者が代表者として現在取り組んだ基課題「次世代極域気候モデル開発と広域観測によるグリーンランド氷床質量損失メカニズム解明」(若手研究 B、H29-30) では、世界最先端の次世代極域気候モデルを独自開発し、オリジナルな機動観測を組み合わせた多角的な検証を行うことにより、信頼性の高いモデルを提案することを目指した。それにより、従来よりも確度の高い GrIS SMB と GrIS 由来の海面水位上昇量を示すことを試みた。更に、近年の質量損失を加速させていたメカニズムをユニークなモデル感度実験により解明することに取り組んだ。

基課題の研究初年度にあたる H29 年度は、申請者が中心になって開発してきた次世代極域気候モデルのバージョン1を完成させ、GrISにおける検証を実施した。NHM-SMAP (Non-Hydrostatic atmospheric Model - Snow Metamorphism and Albedo Process) と名付けられた本極域気候モデルは、大気部分は気象庁領域非静力学大気モデル JMA-NHM (Saito et al., 2006) によって計算されるのに対し、雪氷物理状態の時間変化は世界的に見ても非常に詳細な積雪変質モデルである SMAP モデル (Niwano et al., 2012) によって計算される。NHM-SMAP バージョン1で採用された計算過程の詳細と GrIS におけるモデル検証結果は既に論文にまとめられ、欧州地球物理学連合 (EGU) の雪氷学専門誌である The Cryosphere に投稿され、研究開始時点では公開査読中であった (Niwano et al.: NHM-SMAP: Spatially and temporally high resolution non-hydrostatic atmospheric model coupled with detailed snow process model for Greenland Ice Sheet, The Cryosphere Discuss., <https://doi.org/10.5194/tc-2017-115>)。

2. 研究の目的

本国際共同研究では、GrIS SMB 研究の世界的権威であるデンマーク・グリーンランド地質調査所 (GEUS) の Jason E. Box 教授の元に滞在して NHM-SMAP の国際的認知度、及び信頼性向上に資する研究に取り組む。これまでの気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 報告書で言及されてきた GrIS SMB の推定結果は、主にオランダの RACMO2 (例えば Ettema et al., 2010) とベルギーの MAR モデル (例えば Fettweis 2007) による。両モデルともに、大気モデルは雲の表現が簡易的な静力学モデルであり、また、雪氷物理状態の計算は現実的なプロセスが十分に考慮されているとは言えないシンプルな積雪モデルでなされている。十分に精緻化されているとは言え後発の極域気候モデルである NHM-SMAP による推定結果の国際的な信頼性を更に高めるためには、RACMO2 や MAR とのモデル間相互比較は避けては通れない。それと同時に、ユニークかつ多角的なモデル検証の更なる推進も必要不可欠である。Box 教授は上記のいずれのモデルグループにも属していないので、非常に公平な観点から研究遂行へのアドバイスを与えてくれる。

3. 研究の方法

GEUS 滞在中は、モデル間相互比較と最新の衛星リモートセンシングデータを用いたモデル検証に取り組む。前者の課題に取り組む過程においては、各種モデルデータの解析経験が豊富な Box 教授に適宜アドバイスを仰ぐと同時に、RACMO2 と MAR モデルの開発機関であるユトレヒト大学とリエージュ大学にも訪問して意見交換を行う。後者の課題については、Box 教授が PI を務める欧州宇宙機関 (ESA) の Sentinel-3 Snow (Sentinel-3 for Science, Land Study 1: Snow) ミッションの最新データを活用する。また、Box 教授が毎年実施している GrIS における機動観測にも参加して、基課題で実施する機動観測よりも更に広域での現地データ取得に取り組む。フォローアップ期間は機動観測で取得したデータを用いたモデル検証・論文執筆・投稿に充て、適宜 GEUS を再訪して意見交換を行う。

4. 研究成果

2018年 (H30年度) 秋から開始した本国際共同研究は、コロナの影響を受けて大幅な計画変更と期間延長を余儀なくされた。以下に、各年における取組と成果を記す。

■2018～2019年度 (H30～H31/R1年度)

まず、Box 教授の紹介もあって参画した、GrIS 表面質量収支計算モデル国際相互比較プロジェクト GrSMBMIP (Fettweis et al., 2020) に NHM-SMAP によるモデルシミュレーション結果を提出して貢献することが出来た。2019年の春と夏には、GEUS と共同で、モデル検証データ取得のための雪氷物理現地観測をグリーンランド氷床最南部においてクロスカントリースキーで移動しながら実施した。その様子が Air Greenland 機内誌 2020 年第 1 号にて紹介されることが決定

した。また、本観測の様子の一部が、ドキュメンタリー映画“Into the ice” (https://www.youtube.com/watch?v=aK5Xrb_6f5U)において紹介された。これらの観測を通して、最南部における降雪・降水形態について興味深い特徴が見いだされたため、このエリアを対象とする観測的研究とモデル研究を共同で一層拡充させることを決定した。更に、Box 教授が開発している GrIS 雪氷アルベドプロダクトを用いて NHM-SMAP が計算する裸氷アルベドを補正するモデル実験も開始した。コペンハーゲン滞在中には、GEUS、デンマーク気象研究所、オーフス大学、及び欧州宇宙機関 (ESA) の研究者らと密接な情報交換・議論を行った。

■2020 年度 (R2 年度)

2020 年度は、2019 年度と同様に、GEUS での研究滞在を行うとともに、GrIS における GEUS との国際共同観測を実施する予定であったが、COVID-19 の影響で両方とも実現しなかった。そのため、従来よりも頻繁に Box 教授とオンライン会議を実施して、共同研究の成果の取りまとめについて議論した。その結果、本共同研究の遂行を通して着目してきた GrIS における降雨の観点で NHM-SMAP モデル評価を行った結果を論文としてまとめることが出来、年度末に投稿した。また、Box 教授、及び、GEUS の共同研究者との国際共同研究を一層強力に推進することが出来、重要な成果を論文発表 (Vandecrux et al., 2020a, 2020b; Fettweis et al., 2020; Wehrle et al., 2021) することが出来た。中でも、グリーンランド氷床表面質量収支計算モデル相互比較プロジェクト GrSMBMIP (Fettweis et al., 2020) の成果は特に重要であったことから、気象研究所 HP トップにおいて、お知らせ (https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021113a/021113_oshirase.html) として広く周知した。

■2021 年度 (R3 年度)

2021 年度は、2020 年度と同様に COVID-19 の影響で、2019 年度に実施したような GEUS での研究滞在・GrIS における GEUS との国際共同観測を実現することが出来なかった。そのため、2020 年度と同様に、Box 教授とのオンライン会議を頻繁に実施して、共同研究の成果の取りまとめについて議論した。その結果、本共同研究の遂行を通して着目してきた GrIS における降雨の観点で NHM-SMAP モデル評価を行った結果を、アメリカ地球物理学連合 (AGU) が発行する *Geophysical Research Letters* 誌において論文発表することが出来た (Niwano et al., 2022)。その成果を報道発表 (https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R03/030823/press_030823.html) したところ、2021 年 8 月 24 日付の読売新聞朝刊などにてその成果が取り上げられた。

なお、本国際共同研究の大きな成果の 1 つとして、IPCC 第 7 次評価報告書 (AR7) WGI レポートにおいて、複数の関連論文 (Niwano et al., 2018, 2019; Fettweis et al., 2020) が引用された

■2022 年度 (R4 年度)

2022 年度は、Box 教授らと、NHM-SMAP を含む複数の最新のモデル計算データを氷床上降水量の観点で比較・評価した。その際、本研究課題で実施した 2019 年のグリーンランド氷床上共同現地観測データを有効活用した。本成果は、イギリス王立気象学会が発行する専門誌に投稿された。また、Box 教授が開発した GrIS 雪氷アルベドデータを用いて NHM-SMAP の挙動を制約する試みに引き続き取り組み、成果を AGU Fall Meeting において発表した。発表では、概ね好意的な反応が得られたため、現在論文発表に向けた最終準備を共著者らと進めている。研究の推進に際しては、必要に応じて、GEUS オンサイトとオンラインにおいて研究打合せを実施した。

■2023 年度 (R5 年度)

本国際共同研究を通じて高度化してきた極域気候モデル NHM-SMAP を用いて、グリーンランド氷床上降水の国際モデル相互比較に参加・貢献した (Box et al., 2023)。本国際モデル相互比較を主催したのは、共同研究者である Box 教授である。参画した領域気候モデル全 3 つの精度は、ほぼ同等であった。しかし、欧州では、Copernicus プロジェクト主導の元で水平解像度 2.5 km の北極域再解析プロダクト CARRA が開発されており、その再解析プロダクトの精度の良さが際立つ結果となっていた。それ以外にも、世界気候計画 (WCRP) によってサポートされている Polar CORDEX (Coordinated Regional Downscaling Experiment - Arctic and Antarctic Domains) プロジェクトが主導している北極域モデル国際相互比較プロジェクト 2 件に参画して、計算結果を提出した。更に、夏には、NHM-SMAP の国際共同検証のために必要な気象・雪氷現地観測データを北西グリーンランド氷床上で取得した。その前後には GEUS に滞在して、Box 教授と本国際共同研究の総括を行い、今後の連携について検討した。

<引用文献>

- Box, J. E., Nielsen, K. P., Yang, X., **Niwano, M.**, Wehrle, A., van As, D., Fettweis, X., Koltzow, Morten A. Ø., Palmason, B., Fausto, R. S., van den Broeke, M. R., Huai, B., Ahlstrøm, A. P., Langley, K., Dachauer, A., and Noël, B., 2023: Greenland ice sheet rainfall climatology, extremes and atmospheric river rapids, *Meteorol. Appl.*, 30(4), e2134, <https://doi.org/10.1002/met.2134>.
- Ettema, J., van den Broeke, M. R., van Meijgaard, E., van de Berg, W. J., Box, J. E., and Steffen, K.: Climate of the Greenland ice sheet using a high-resolution climate model – Part 1: Evaluation, *The Cryosphere*, 4, 511–527, <https://doi.org/10.5194/tc-4-511-2010>, 2010.

- Fettweis, X., 2007: Reconstruction of the 1979–2006 Greenland ice sheet surface mass balance using the regional climate model MAR, *The Cryosphere*, 1, 21–40, <https://doi.org/10.5194/tc-1-21-2007>.
- Fettweis, X., Hofer, S., Krebs-Kanzow, U., Amory, C., Aoki, T., Berends, C. J., Born, A., Box, J. E., Delhasse, A., Fujita, K., Gierz, P., Goelzer, H., Hanna, E., Hashimoto, A., Huybrechts, P., Kapsch, M.-L., King, M. D., Kittel, C., Lang, C., Langen, P. L., Lenaerts, J. T. M., Liston, G. E., Lohmann, G., Mernild, S. H., Mikolajewicz, U., Modali, K., Mottram, R. H., **Niwano, M.**, Noël, B., Ryan, J. C., Smith, A., Streffing, J., Tedesco, M., van de Berg, W. J., van den Broeke, M., van de Wal, R. S. W., van Kampenhout, L., Wilton, D., Wouters, B., Ziemen, F., and Zolles, T., 2020: GrSMBMIP: intercomparison of the modelled 1980–2012 surface mass balance over the Greenland Ice Sheet, *The Cryosphere*, 14, 3935–3958, <https://doi.org/10.5194/tc-14-3935-2020>.
- Niwano, M.**, Aoki, T., Kuchiki, K., Hosaka, M., and Kodama, Y., 2012: Snow Metamorphism and Albedo Process (SMAP) model for climate studies: Model validation using meteorological and snow impurity data measured at Sapporo, Japan, *J. Geophys. Res.*, 117, F03008, <https://doi.org/10.1029/2011JF002239>.
- Niwano, M.**, Aoki, T., Kuchiki, K., Hosaka, M., Kodama, Y., Yamaguchi, S., Motoyoshi, H., and Iwata, Y., 2014: Evaluation of updated physical snowpack model SMAP, *Bull. Glaciol. Res.*, 32, 65–78, <https://doi.org/10.5331/bgr.32.65>.
- Niwano, M.**, Aoki, T., Hashimoto, A., Matoba, S., Yamaguchi, S., Tanikawa, T., Fujita, K., Tsushima, A., Iizuka, Y., Shimada, R., and Hori, M., 2018: NHM–SMAP: spatially and temporally high-resolution nonhydrostatic atmospheric model coupled with detailed snow process model for Greenland Ice Sheet, *The Cryosphere*, 12, 635–655, <https://doi.org/10.5194/tc-12-635-2018>.
- Niwano, M.**, Hashimoto, A., and Aoki, T., 2019: Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt, *Sci. Rep.*, 9, 10380, <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46152-5>.
- Niwano, M.**, Box, J. E., Wehrlé, A., Vandecrux, B., Colgan, W. T., and Cappelen, J., 2021: Rainfall on the Greenland ice sheet: present-day climatology from a high-resolution non-hydrostatic polar regional climate model, *Geophys. Res. Lett.*, 48, e2021GL092942. <https://doi.org/10.1029/2021GL092942>
- Saito, K., Fujita, T., Yamada, Y., Ishida, J., Kumagai, Y., Aranami, K., Ohmori, S., Nagasawa, R., Kumagai, S., Muroi, C., Kato, T., Eito, H., and Yamazaki, Y., 2006: The operational JMA nonhydrostatic mesoscale model, *Mon. Weather Rev.*, 134, 1266–1298, <https://doi.org/10.1175/MWR3120.1>.
- Vandecrux, B., Fausto, R. S., van As, D., Colgan, W., Langen, P. L., Haubner, K., Ingeman-Nielsen, T., Heilig, A., Stevens, C. M., MacFerrin, M., **Niwano, M.**, Steffen, K., and Box, J. E., 2020a: Firn cold content evolution at nine sites on the Greenland ice sheet between 1998 and 2017, *J. Glaciol.*, 66, 591–602, <https://doi.org/10.1017/jog.2020.30>.
- Vandecrux, B., Mottram, R., Langen, P. L., Fausto, R. S., Olesen, M., Stevens, C. M., Verjans, V., Leeson, A., Ligtenberg, S., Kuipers Munneke, P., Marchenko, S., van Pelt, W., Meyer, C. R., Simonsen, S. B., Heilig, A., Samimi, S., Marshall, S., Machguth, H., MacFerrin, M., **Niwano, M.**, Miller, O., Voss, C. I., and Box, J. E., 2020b: The firn meltwater Retention Model Intercomparison Project (RetMIP): evaluation of nine firn models at four weather station sites on the Greenland ice sheet, *The Cryosphere*, 14, 3785–3810, <https://doi.org/10.5194/tc-14-3785-2020>.
- Wehrlé, A., Box, J. E., **Niwano, M.**, Anesio, A. M., and Fausto, R. S., 2021: Greenland bare ice albedo from PROMICE automatic weather station measurements and Sentinel-3 satellite observations, *GEUS Bulletin*, 47, 5284. <https://doi.org/10.34194/geusb.v47.5284>

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 19件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Niwano Masashi, Suya Masami, Nagaya Koichi, Yamaguchi Satoru, Matoba Sumito, Harada Ikuo, Ohkawara Nozomu	4. 巻 18
2. 論文標題 Estimation of Seasonal Snow Mass Balance all over Japan Using a High-Resolution Atmosphere-Snow Model Chain	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 193 ~ 198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2022-031	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 Niwano M., Box J. E., Wehrle A., Vandecrux B., Colgan W. T., Cappelen J.	4. 巻 48
2. 論文標題 Rainfall on the Greenland Ice Sheet: Present Day Climatology From a High Resolution Non Hydrostatic Polar Regional Climate Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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) 10.1029/2021GL092942	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 Niwano M., Kajino M., Kajikawa T., Aoki T., Kodama Y., Tanikawa T., Matoba S.	4. 巻 48
2. 論文標題 Quantifying Relative Contributions of Light Absorbing Particles From Domestic and Foreign Sources on Snow Melt at Sapporo, Japan During the 2011-2012 Winter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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) 10.1029/2021GL093940	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 Vandecrux Baptiste, Box Jason E., Wehrle Adrien, Kokhanovsky Alexander A., Picard Ghislain, Niwano Masashi, Horhold Maria, Faber Anne-Katrine, Steen-Larsen Hans Christian	4. 巻 14
2. 論文標題 The Determination of the Snow Optical Grain Diameter and Snowmelt Area on the Greenland Ice Sheet Using Spaceborne Optical Observations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 932 ~ 932
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs14040932	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 Vandecrux B., Fausto R. S., van As D., Colgan W., Langen P. L., Haubner K., Ingeman-Nielsen T., Heilig A., Stevens C. M., MacFerrin M., Niwano M., Steffen K., Box J.E.	4. 巻 66
2. 論文標題 Firn cold content evolution at nine sites on the Greenland ice sheet between 1998 and 2017	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Glaciology	6. 最初と最後の頁 591 ~ 602
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/jog.2020.30	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 Onuma Yukihiko, Takeuchi Nozomu, Tanaka Sota, Nagatsuka Naoko, Niwano Masashi, Aoki Teruo	4. 巻 14
2. 論文標題 Physically based model of the contribution of red snow algal cells to temporal changes in albedo in northwest Greenland	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 2087 ~ 2101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-14-2087-2020	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 Kurosaki Yutaka, Matoba Sumito, Iizuka Yoshinori, Niwano Masashi, Tanikawa Tomonori, Ando Takuto, Hori Akira, Miyamoto Atsushi, Fujita Shuji, Aoki Teruo	4. 巻 125
2. 論文標題 Reconstruction of Sea Ice Concentration in Northern Baffin Bay Using Deuterium Excess in a Coastal Ice Core From the Northwestern Greenland Ice Sheet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 e2019JD031668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JD031668	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 Menard Cecile B. et al.	4. 巻 102
2. 論文標題 Scientific and Human Errors in a Snow Model Intercomparison	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the American Meteorological Society	6. 最初と最後の頁 E61 ~ E79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/BAMS-D-19-0329.1	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 該当する

1. 著者名 Fettweis Xavier et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 GrSMBMIP: intercomparison of the modelled 1980-2012 surface mass balance over the Greenland Ice Sheet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 3935 ~ 3958
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-14-3935-2020	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 該当する

1. 著者名 Vandecrux Baptiste et al.	4. 巻 14
2. 論文標題 The firn meltwater Retention Model Intercomparison Project (RetMIP): evaluation of nine firn models at four weather station sites on the Greenland ice sheet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 3785 ~ 3810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-14-3785-2020	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 該当する

1. 著者名 Wehrle Adrien, Box Jason E., Niwano Masashi, Anesio Alexandre M., Fausto Robert S.	4. 巻 47
2. 論文標題 Greenland bare-ice albedo from PROMICE automatic weather station measurements and Sentinel-3 satellite observations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 GEUS Bulletin	6. 最初と最後の頁 5284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34194/geusb.v47.5284	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 Niwano, M., Yamaguchi, S., Yamasaki, T., and Aoki, T.	4. 巻 4
2. 論文標題 Near-surface snow physics data from a dog-sledge traverse expedition in the northwest Greenland ice sheet during 2018 spring	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Polar Data Journal	6. 最初と最後の頁 133-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20575/00000019	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 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 大島 長, 梶野瑞王, 大沼友貴彦, 藤田耕史, 山口 悟, 島田利元, 竹内望, 津滝 俊, 本山秀明, 石井正好, 杉山 慎, 平沢尚彦, 阿部彩子	4. 巻 83
2. 論文標題 氷床表面質量収支の実態とそのモデリングの試み: 2020年夏最新版	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 27-50
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 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 青木輝夫, 的場澄人, 庭野匡思, 朽木勝幸, 谷川朋範, 竹内望, 山口悟, 本山秀明, 藤田耕史, 山崎哲秀, 飯塚芳徳, 堀雅裕, 島田利元, 植竹淳, 永塚尚子, 大沼友貴彦, 橋本明弘, 石元裕史, 田中泰宙, 大島長, 梶野瑞王, 足立光司, 黒崎豊, 杉山慎, 津滝俊, 東久美子, 八久保晶弘, 川上薫, 木名瀬健	4. 巻 83
2. 論文標題 SIGMA及び関連プロジェクトによるグリーンランド氷床上の大気・雪氷・雪氷微生物研究 - ArcS II プロジェクトへのつながり -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 169-191
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 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 Menard Cecile B., Essery Richard, Barr Alan, Bartlett Paul, Derry Jeff, Dumont Marie, Fierz Charles, Kim Hyungjun, Kontu Anna, Lejeune Yves, Marks Danny, Niwano Masashi, Raleigh Mark, Wang Libo, Wever Nander	4. 巻 11
2. 論文標題 Meteorological and evaluation datasets for snow modelling at 10 reference sites: description of in situ and bias-corrected reanalysis data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth System Science Data	6. 最初と最後の頁 865 ~ 880
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/essd-11-865-2019	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 Niwano Masashi, Hashimoto Akihiro, Aoki Teruo	4. 巻 9
2. 論文標題 Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 10380 ~ 10380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-46152-5	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 Kokhanovsky Alexander, Lamare Maxim, Danne Olaf, Brockmann Carsten, Dumont Marie, Picard Ghislain, Arnaud Laurent, Favier Vincent, Jourdain Bruno, Le Meur Emmanuel, Di Mauro Biagio, Aoki Teruo, Niwano Masashi, et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 Retrieval of Snow Properties from the Sentinel-3 Ocean and Land Colour Instrument	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 2280 ~ 2280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs11192280	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 Toyoda Takahiro, Aoki Teruo, Niwano Masashi, Tanikawa Tomonori, Urakawa L. Shogo, Tsujino Hiroyuki, Nakano Hideyuki, Sakamoto Kei, Hirose Nariaki, Yamanaka Goro	4. 巻 23
2. 論文標題 Impact of observation-based snow albedo parameterization on global ocean simulation results	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100521 ~ 100521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2020.100521	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 庭野匡思	4. 巻 66(3)
2. 論文標題 グリーンランド氷床における近年の急激な雪氷質量損失 - 現地観測と数値モデルによるメカニズム理解の試み -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 225 ~ 230
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 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 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Niwano, M., Box, J. E., Fettweis, X., and Wehrle, A.
2. 発表標題 Bare ice darkening impacts on northwestern Greenland ice sheet runoff
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Niwano, M.
2. 発表標題 Rainfall on the Greenland ice sheet: Present-day states estimated from a high-resolution non-hydrostatic polar
3. 学会等名 IASC NAG online meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Niwano, M.
2. 発表標題 Challenges to model complex snow-atmosphere interaction processes in the Greenland ice sheet
3. 学会等名 IMAU (Utrecht University) online seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 グリーンランド氷床では今、何が起きているのか？－温暖化の最前線からの報告－
3. 学会等名 一般社団法人日本太陽エネルギー学会太陽光発電部会 第32回セミナー気象・環境セミナー 「気候変動」(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Wehrle, A., Box, J., Niwano, M., Anesio, A. M. B., and Fausto, R. S.
2. 発表標題 Greenland surface processes from PROMICE automatic weather station measurements and Sentinel-3 satellite observations
3. 学会等名 2020 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Niwano, M., A. Hashimoto, and T. Aoki
2. 発表標題 Cloud-driven modulations of Greenland ice sheet surface melt, from 2012 to 2014
3. 学会等名 2019 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Vandecrux, B., R. Fausto, D. van As, W. Colgan, P. Langen, K. Sampson, K. Steffen, K. Haubner, T. Ingemann-Nielsen, M. Niwano, and J. Box
2. 発表標題 Heat budget of Greenland firn: observed and simulated changes from 1998-2015
3. 学会等名 EGU General Assembly 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Niwano, M. and J. E. Box
2. 発表標題 Utilization of satellite-derived surface snow physical properties to improve the performance of the SMAP physical snowpack model
3. 学会等名 IASC Workshop on the dynamics and mass budget of Arctic glaciers & proglacial marine ecosystems (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 極域気候モデルNHM-SMAP
3. 学会等名 2018年度 第2回 次世代陸モデル開発・応用・社会実装に関する合同ワークショップ
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

気象研究所報道発表 https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R03/030823/press_030823.html NHM-SMAP v1.00 for the Greenland domain https://climate.mri-jma.go.jp/~m-niwano/NHM-SMAP_v1.00_GrIS-now/ 近年のグリーンランド氷床の融解量評価に関する国際共同研究に貢献しました https://www.mri-jma.go.jp/Topics/R02/021113a/021113_oshirase.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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ボックス ジェイソン (Box Jason)	デンマーク・グリーンランド地質調査所・Glaciology and Climate・Professor	

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			
デンマーク	デンマーク・グリーンランド地質調査所GEUS			
デンマーク	デンマーク・グリーンランド地質調査所GEUS			