

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：82109

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K12817

研究課題名(和文)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

研究課題名(英文) Investigation of surface mass loss mechanism in the Greenland ice sheet through development of a next generation polar regional climate model and multi-point in-situ measurements

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) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、2000年代以降グリーンランド氷床で急激に引き起こされている雪氷融解と雪氷質量損失を精緻に計算可能な次世代高解像度極域気候モデルNHM-SMAPを独自開発することに成功した(Niwano et al., 2018, The Cryosphere)。また、オリジナルなモデル検証データを取得する氷床上トラバース観測にも成功した(庭野ほか, 2018, 雪氷)。更に、本モデルを活用して、氷床表面融解に対する雲の放射加熱効果、及びその間接効果に関する信頼のおける定性的・定量的知見を世界で初めて提示した(Niwano et al., 2019, Sci. Rep.)

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では、2000年代初頭から急速な雪氷融解と雪氷質量損失が進行している。そのため世界の研究者がこぞってそのメカニズム理解に関する研究を実施している。ただし、グリーンランドは非常に広大かつアクセスが難しいことから、モデル研究が有効であると考えられている。中でも極域(領域)気候モデルは現在最も信頼性が高いと評価されている。今日、そのような極域気候モデルは世界に4つしか存在しないが、本研究で開発したNHM-SMAPはその1つである。しかも、考慮している物理過程の精緻さは、客観的に見ても他よりも優れている。今後は、このモデルを活用して、北極研究における日本のプレゼンス向上を進める。

研究成果の概要(英文)：The current warming trend in the Arctic is more than twice as fast as that for the global average. Due mainly to this, the Greenland ice sheet has experienced drastic melt and snow/ice mass loss since the 2000s. In the present study, we have succeeded in developing the state-of-the-art high-resolution polar non-hydrostatic regional climate model NHM-SMAP. The model was validated from various aspects using in-situ atmosphere/snow measurement data, and demonstrated its effectiveness and reliability (Niwano et al., 2018, The Cryosphere). In addition, we conducted an unique ice sheet traverse field campaign to obtain original in-situ data on the near-surface snow physical conditions for the model validation (Niwano et al., 2018, Seppyo). Using the model, we conducted model sensitivity studies and demonstrated for the first time that the cloud radiative effects did not enhance the surface snow/ice mass loss during 2011-2014 (Niwano et al., 2019, Sci. Rep.).

研究分野：雪氷学、気象学

キーワード：グリーンランド氷床 表面質量収支 極域気候モデル NHM-SMAP 雪氷融解 雪氷質量損失 温暖化 北極

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

世界第2位の面積を有する氷床であるグリーンランド氷床では、1992年以降、急激な雪氷質量損失が進行している (IPCC AR5)。この進行の度合いは、世界第1位の面積を誇る南極氷床を大きく上回るペースである。特に2010年頃以降は、グリーンランド氷床からの質量損失の海面水位上昇率への寄与が  $1 \text{ mm year}^{-1}$  を超えたと推定された年が頻発しており (van den Broeke et al., 2016, *The Cryosphere*)、人類に影響を与える地球規模の大きな問題となっている。氷床の質量収支 (Mass Balance; MB) は、降雪量や融解・流出量の変化を規定する表面質量収支 (Surface Mass Balance; SMB) と、氷河流動によって固体のまま海洋へ流出する量 (Discharge; D) のバランスで決まる。Enderlin et al. (2014, *GRL*) は、MB の変化に対する D の変化の寄与率が2005年まではおよそ58%であったのに対し、2009年以降は32%になったと指摘した。このことは、2010年代のグリーンランド氷床からの急激な質量損失に対して、気象・雪氷物理状態の変化が重要な影響を与えていることを意味する。グリーンランド氷床における SMB の実態把握は、いくつかの観測サイトにおいて現地観測によりなされているが、詳細かつ面的な状況把握は行われていない。それは、グリーンランド氷床へのアクセスや観測サイトにおける測器電源確保が非常に難しいからである。結果として、SMB の広域推定は、大気・雪氷物理状態の時間変化を計算することが出来る極域気候モデルによって行われることが一般的となった。しかし、世界中の既存の極域気候モデルの相互比較 (Vernon et al., 2013, *The Cryosphere*) によると、シミュレーション結果には大きなばらつきが存在することが明らかになった。そのため、グリーンランド氷床の SMB 及び MB 推定における不確定性を低減してより信頼性の高い情報を提示するために、革新的なモデルプラットフォームを新たに構築することによるブレイクスルーが必要不可欠と認識されるに至った。

## 2. 研究の目的

グリーンランド氷床では、2010年前後から質量損失が急激に加速している。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、氷床表面質量収支推定に用いられている極域気候モデルに不十分な点が多いからである。本研究では、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。それにより、従来よりも確度の高い氷床表面質量収支と氷床由来の海面水位上昇量を示す。更に、近年の質量損失加速を引き起こし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。得られる結果は、IPCC AR6 への日本発の大きな貢献になるものと確信する。

## 3. 研究の方法

本研究課題では、「1. 極域気候モデル NHM-SMAP の開発、2009年以降の長期計算、及びモデル感度実験の実施」、「2. NHM-SMAP の定式化・計算設定の説明と初期評価結果に関する論文執筆」、「3. モデル精度評価の深化に特化したグリーンランド氷床機動観測の実施」、及び「4. グリーンランド氷床機動観測結果と NHM-SMAP 計算結果の比較に関する論文執筆」をサブテーマとして設定し、独自のモデル開発とユニークな現地観測遂行の両輪で研究を進めた。

## 4. 研究成果

初年度は、水平解像度  $5 \text{ km}$ ・時間解像度1時間の高解像度グリーンランド向け極域気候モデル NHM-SMAP の開発に注力し、バージョン1を提示することに成功した。更に、2011-2014年に取得された現地観測データと衛星データを用いて多角的なモデル精度評価を行った。結果、NHM-SMAP は、グリーンランド氷床の気候変化のみならず日々の日変化まで精度良く再現できることが示された。2012年の記録的な表面融解イベントを高精度で再現することに成功したことは特筆に値する。本モデルにとって特に重要な計算要素である雪氷表面質量収支 (Surface Mass Balance; SMB) については、平均誤差、二乗平均平方根誤差、及び決定係数はそれぞれ  $0.75 \text{ m w.e.}$ 、 $1.07 \text{ m w.e.}$ 、及び  $0.86$  と、この種のモデルとしては良好であった。NHM-SMAP の標準設定では、雪氷内部水分移動を精緻かつ現実的な Richards 式で計算しているのに対し、多くの既存の領域気候モデルは非常に簡易的な所謂バケツスキームを採用している。バケツスキームを採用した上で irreducible water content を2% 及び6%とする感度実験を行ったところ、SMB の推定精度は Richards 式を用いた場合に最も良くなることが示され、NHM-SMAP の優位性が実証された。各感度実験間の年積算 SMB 推定差は  $200 \text{ Gt/year}$  に達した。このことは、雪氷内部水分移動計算手法の選択がグリーンランド氷床の SMB 推定に大きな影響を与えることを示す重要な結果である。以上の結果を欧州地球科学連合の専門誌 *The Cryosphere* で企画された氷床質量収支に関する特集号にて発表した (Niwano et al., 2018)。

2年度目は、4月に、北西グリーンランド氷床において、共同研究者とともに氷床上機動観測を行い、貴重な現場雪氷物理データの取得に成功した。本観測成果の一部を日本雪氷学会の和文誌「雪氷」に報告した (庭野ほか, 2018)。更に、この間の研究の取り組みを日本気象学会の和文誌「天気」において解説した (庭野, 2019)。また、当初の研究実施計画には含んでいなかった下記2項目を達成した：

「A1. GrIS 表面質量収支計算モデル相互比較プロジェクト GrSMBMIP への参加」

初年度に発表した NHM-SMAP 論文を読んだ GrSMBMIP 主催者より参加を打診され、NHM-

SMAP による 1980 年から現在にかけての長期計算を実施し、結果を提出した。比較結果を記した論文 (Fettweis et al., *The Cryosphere Discuss.*) は現在査読中である。本成果は、IPCC AR6 に引用される可能性が高い。

#### 「A2. 雲放射が氷床表面質量収支に与える影響を評価する感度実験システムの構築」

2012 年に GrIS で発生した記録的な大規模表面融解イベントに対する雲の影響がいくつかの論文で指摘されてきたものの、定量的な理解にまでは至っていなかった。本研究では、モデルの中で仮想的に雲をオフにする感度実験システムを構築し、それを用いた影響評価を行った。その結果を論文にまとめて投稿したが、査読中のまま年度末を迎えた。

当初、本研究課題は 2 年間の研究期間を設定していたが、上述の論文が査読中のまま年度末を迎えることとなったため、1 年間の研究実施期間延長を行った。その最終年度には、上記論文を無事に発表することが出来、雲量が増加するほど雪氷表面融解面積は拡大するものの、雪氷質量損失は雲量の減少によって加速されることを世界で初めて明らかにした (Niwano et al., 2019, *Sci. Rep.*)。

以上で記した通り、本研究課題は当初目標を十分に達成した。更に、その目標を大きく超えて、世界的にハイインパクトな国際モデル相互比較 GrSMBMIP に参加出来たことと、雲放射が氷床表面質量収支に与える影響評価に成功したことは、特筆に値する。今後の研究の更なる進展が大いに期待出来る。

#### <引用文献>

- Enderlin, E. M., Howat, I. M., Jeong, S., Noh, M.-J., van Angelen, J. H., and van den Broeke, M. R. (2014): An improved mass budget for the Greenland ice sheet, *Geophys. Res. Lett.*, 41, 866–872, <https://doi.org/10.1002/2013GL059010>.
- 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., Ziemens, F., and Zolles, T., (2020): GrSMBMIP: Intercomparison of the modelled 1980–2012 surface mass balance over the Greenland Ice sheet. *The Cryosphere Discuss.*, in review, <https://doi.org/10.5194/tc-2019-321>.
- 庭野匡思**, 山崎哲秀, 山口 悟, (2018): 北極犬橇観測行 2018, *雪氷*, 80(6), 588-592.
- 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>.
- 庭野匡思**, (2019): 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 —, *天気*, 66(3), 225-230, <https://doi.org/10.24761/tenki.66.3.225>.
- 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>.
- van den Broeke, M. R., Enderlin, E. M., Howat, I. M., Kuipers Munneke, P., Noël, B. P. Y., van de Berg, W. J., van Meijgaard, E., and Wouters, B., (2016): On the recent contribution of the Greenland ice sheet to sea level change, *The Cryosphere*, 10, 1933–1946, <https://doi.org/10.5194/tc-10-1933-2016>.
- Vernon, C. L., Bamber, J. L., Box, J. E., van den Broeke, M. R., Fettweis, X., Hanna, E., and Huybrechts, P. (2013): Surface mass balance model intercomparison for the Greenland ice sheet, *The Cryosphere*, 7, 599–614, <https://doi.org/10.5194/tc-7-599-2013>.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 MATOBA Sumito, NIWANO Masashi, TANIKAWA Tomonori, IIZUKA Yoshinori, YAMASAKI Tetsuhide, KUROSAKI Yutaka, AOKI Teruo, HASHIMOTO Akihiro, HOSAKA Masahiro, SUGIYAMA Shin	4. 巻 36
2. 論文標題 Field activities at the SIGMA-A site, northwestern Greenland Ice Sheet, 2017	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of Glaciological Research	6. 最初と最後の頁 15 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5331/bgr.18R01	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 Onuma Yukihiko, Takeuchi Nozomu, Tanaka Sota, Nagatsuka Naoko, Niwano Masashi, Aoki Teruo	4. 巻 12
2. 論文標題 Observations and modelling of algal growth on a snowpack in north-western Greenland	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 2147 ~ 2158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-12-2147-2018	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 Takeuchi Nozomu, Sakaki Ryutaro, Uetake Jun, Nagatsuka Naoko, Shimada Rigen, Niwano Masashi, Aoki Teruo	4. 巻 59
2. 論文標題 Temporal variations of cryoconite holes and cryoconite coverage on the ablation ice surface of Qaanaaq Glacier in northwest Greenland	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Annals of Glaciology	6. 最初と最後の頁 21 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/aog.2018.19	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 黒崎 豊, 的場澄人, 飯塚芳徳, 庭野匡思, 谷川朋範, 青木輝夫	4. 巻 80(6)
2. 論文標題 バフィン湾周辺の環境がグリーンランド北西部の降雪中のd-excessと化学成分に与える影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 515 ~ 529
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 Krinner Gerhard et al.	4. 巻 11
2. 論文標題 ESM-SnowMIP: assessing snow models and quantifying snow-related climate feedbacks	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geoscientific Model Development	6. 最初と最後の頁 5027 ~ 5049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/gmd-11-5027-2018	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 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 -

1. 著者名 Hashimoto, A., M. Niwano, S. Yamaguchi, T. Yamasaki, and T. Aoki	4. 巻 48
2. 論文標題 Numerical simulation of lee-side downslope winds near Siorapaluk in northwest Greenland	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 CAS/JSC WONE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling	6. 最初と最後の頁 505 ~ 506
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, 山崎哲秀, 山口 悟	4. 巻 80(6)
2. 論文標題 北極犬橇観測行2018	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 588 ~ 592
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 -

1. 著者名 Niwano Masashi, Aoki Teruo, Hashimoto Akihiro, Matoba Sumito, Yamaguchi Satoru, Tanikawa Tomonori, Fujita Koji, Tsushima Akane, Iizuka Yoshinori, Shimada Rigen, Hori Masahiro	4. 巻 12
2. 論文標題 NHM-SMAP: spatially and temporally high-resolution nonhydrostatic atmospheric model coupled with detailed snow process model for Greenland Ice Sheet	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Cryosphere	6. 最初と最後の頁 635 ~ 655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/tc-12-635-2018	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 財前 祐二、折笠 成宏、田尻 拓也、青木 輝夫、庭野 匡思	4. 巻 33
2. 論文標題 冬季から初春季につくばで測定されたエアロゾル吸湿パラメータ<i> </i>の変化	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 エアロゾル研究	6. 最初と最後の頁 5 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11203/jar.33.5	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 斉藤和之, 森淳子, 町屋広和, 宮崎真, 伊勢武史, 末吉哲雄, 山崎剛, 飯島慈裕, 伊川浩樹, 市井和仁, 伊藤昭彦, 大石龍太, 太田岳史, 堅田元喜, 小谷亜由美, 佐々井崇博, 佐藤篤司, 佐藤永, 杉本敦子, 鈴木力英, 田中克典, 新田友子, 庭野匡思, Eleanor Burke, 朴昊澤, 山口悟	4. 巻 80
2. 論文標題 北極陸域モデル相互比較GTMIPの熱・水収支解析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 159 ~ 174
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 Tsutaki Shun, Sugiyama Shin, Sakakibara Daiki, Aoki Teruo, Niwano Masashi	4. 巻 58
2. 論文標題 Surface mass balance, ice velocity and near-surface ice temperature on Qaanaaq Ice Cap, northwestern Greenland, from 2012 to 2016	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Annals of Glaciology	6. 最初と最後の頁 181 ~ 192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/aog.2017.7	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 Yasunari, T. J., M. Niwasno, Y. Fujiyoshi, A. Shimizu, M. Hayasaki, T. Aoki, A. M. da Silva6, B. N. Holben, S. Matoba, N. Murao, S. Yamagata, and K-M. Kim	4. 巻 13
2. 論文標題 An unreported Asian dust (Kosa) event in Hokkaido, Japan: A case study of March 2016	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 96 ~ 101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2017-018	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 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 山口悟, 谷川朋範, 保坂征宏	4. 巻 79
2. 論文標題 2015-2016冬期の新潟県アメダスへの積雪変質モデルSMAPの適用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 525 ~ 538
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 庭野匡思	4. 巻 80
2. 論文標題 平田賞を受賞して	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 雪氷	6. 最初と最後の頁 46 ~ 48
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 -

1. 著者名 庭野匡思	4. 巻 64
2. 論文標題 本だな「雪と氷の疑問60 (みんなが知りたいシリーズ?)」公益社団法人日本雪氷学会 編, 高橋修平・ 渡辺興亜 編著	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 257
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計19件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 極域気候モデルNHM-SMAPの現状と将来展望
3. 学会等名 極域・寒冷域研究連絡会，日本気象学会2018年度春季大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庭野匡思，青木輝夫，梶野瑞王，伊藤一輝，橋本明弘，兒玉裕二，的場澄人，谷川朋範，山口悟
2. 発表標題 積雪内部における鉛直高解像度不純物移動計算の試み
3. 学会等名 日本気象学会2018年春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, and Y. Iizuka
2. 発表標題 Effect of meltwater refreeze on the Greenland ice sheet surface mass balance estimated by the regional climate model NHM-SMAP
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年度連合大会（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庭野匡思，山口 悟，山崎哲秀，青木輝夫，橋本明弘，谷川朋範，保坂征宏，的場澄人
2. 発表標題 SIGMA-Traversal 2018: 犬橇による北西グリーンランド氷床上多点雪氷物理観測
3. 学会等名 日本雪氷学会/日本雪工学会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, A. Tsushima, Y. Iizuka, R. Shimada, and M. Hori
2. 発表標題 High resolution polar regional climate model NHM-SMAP for the Greenland Ice Sheet
3. 学会等名 2018 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 NHM-SMAP 関連研究の最新動向
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所共同研究集会 「現在気候下におけるグリーンランド氷床質量変動メカニズム解明」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 領域気候モデルNHM-SMAP 関連
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所共同研究集会 「気候変化に伴う質量収支と氷河変動に関する研究」
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

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 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
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会（札幌）シンポジウム「北極域」（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 日本雪氷学会平田賞受賞記念講演
3. 学会等名 雪氷研究大会（2017・十日町）（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, A. Tsushima, Y. Iizuka, R. Shimada, and M. Hori
2. 発表標題 Evaluation of the Greenland Ice Sheet surface mass balance estimated by the NHM-SMAP regional climate model
3. 学会等名 Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 領域気候モデルNHM-SMAPを活用した研究の方向性
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「グリーンランド氷床における近年の質量損失の実態解明：メカニズムの理解と影響評価」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 的場澄人, 山口 悟, 谷川朋範, 藤田耕史, 對馬あかね, 飯塚芳徳, 島田利元, 堀 雅裕
2. 発表標題 グリーンランド氷床における極域気候モデルNHM-SMAPの2m気温再現精度
3. 学会等名 日本気象学会2017年秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 的場澄人, 山口 悟, 谷川朋範, 藤田耕史, 對馬あかね, 飯塚芳徳, 島田利元, 堀雅裕
2. 発表標題 極域気候モデルNHM-SMAP のグリーンランド氷床における計算精度
3. 学会等名 雪氷研究大会(2017・十日町)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, T. Tanikawa, R. Shimada, and M. Hori
2. 発表標題 Inter-comparison of a regional climate model-simulated surface optically equivalent snow grain size in the Greenland ice sheet with satellite-derived data
3. 学会等名 Workshop on Modeling Meltwater in Snow and Firn: Processes, Validation, Intercomparison and Model Uses of Optical Remotely Sensed Data (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 NHM-SMAP極域気候モデルで計算されたグリーンランド氷床表面質量収支
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「グリーンランド南東ドームアイスコアに関する研究集会」
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 庭野匡思
2. 発表標題 NHM-SMAP領域気候モデルによる表面質量収支計算
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所共同利用研究集会「気候変化に伴う質量収支と氷河変動に関する研究」,
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Niwano, M
2. 発表標題 Development of the NHM SMAP regional climate model for Greenland Ice Sheet
3. 学会等名 GEUS seminar (国際学会)
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
---------	---------------------------	-----------------------	----