

(様式7 終了時A)

研究プロファイルシート (終了時評価)

研究課題名：c5 雪氷物理過程の観測とモデル化による雪氷圏変動メカニズムの解明

研究期間：平成 26～30 年度 (5 年計画)

研究代表者：青木輝夫 (平成 26～27 年度)、保坂征宏 (平成 28～30 年度)

研究担当者：

[気候研究部] 青木輝夫 (平成 26～27 年度)、朽木勝幸 (平成 26 年度)、庭野匡思 (平成 26～30 年度)、谷川朋範 (平成 27～30 年度)、保坂征宏 (平成 28～30 年度)

[客員研究員] 青木輝夫、島田利元 (平成 28～30 年度)

1. 研究の背景・意義

(社会的背景・意義)

世界気象機関 (WMO) では 2000 年より世界気候研究計画 (WCRP) の主要プロジェクトの一つとして「気候と雪氷圏計画」(CliC) を立ち上げ、気候変動が雪氷圏にもたらす影響とそれが気候システムにもたらす影響を評価・数量化することを目的としている。さらに、WMO と国際科学会議 (ICSU) は 2007-2008 年に共同で国際極年 (IPY) の国際共同観測を実施後、2007 年に IPY の資産を受継ぎ、全球雪氷圏監視計画 (GCW) を立ち上げ、雪氷圏のモニタリング・ネットワーク (GC-Net) の構築を目指している。国内では文部科学省が 2011 年度から開始した「グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス」(GRENE) 事業の北極気候変動分野「急変する北極気候システム及びその全球的な影響の総合的解明」において、北極域における温暖化増幅メカニズムの解明、全球の気候変動及び将来予測における北極域の役割の解明、北極域における環境変動が日本周辺の気象や水産資源等に及ぼす影響の評価、北極海航路の利用可能性評価につながる海氷分布の将来予測を戦略目標としている。このような国内外の動きに対応するため、雪氷圏変動のメカニズム解明、監視、予測の 3 要素に貢献する研究が必要である。

(学術的背景・意義)

雪氷圏は地球温暖化の影響が最も顕著に現れる領域であり、同時に気候変動に対して脆弱な地域でもある。近年、北極を中心に急激な雪氷の融解や変化が観測されているが、その予測や再解析の精度は不十分である。グリーンランドでは 2012 年の夏に歴史的な氷床表面融解イベントが発生し、その秋には北極海

海氷面積が過去の衛星観測期間中で最小値を更新した。氷床や氷河の融解は海面上昇の原因となり、IPCC AR5 では今世紀末に 0.26–0.54 m (RCP2.6 シナリオ) から 0.45–0.81m (RCP8.5 シナリオ) の上昇を見積もっている。このように急激に変化する雪氷圏変動を正確に把握・予測するためには雪氷面における放射収支、熱収支、質量収支などの物理プロセスの理解、モデル化、各種モデル予測精度の向上が必要である。また、雪氷面の放射収支に重要で、不確定な要素である光吸収性エアロゾル、積雪粒径の変化についての実態把握とプロセス研究、及びそのための測定技術開発、それら雪氷物理量の広域監視のための衛星リモートセンシング技術の高度化が必要である。

(気象業務での意義)

気象研究所の地球システムモデル (ESM) には積雪の変質過程と物理的にアルベドを計算するモデルが実装されているが、全球のいかなる雪氷面でも精度の高い計算を行うため、更なる検証・高度化が必要である。また、高精度を維持しながら計算速度の向上を図る必要がある。一方、現業で用いられている気象庁静力学モデル (JMA-NHM) では、現在 SiB モデルを元にした陸面過程モデルのなかで簡単な積雪物理状態を計算し、アルベドは予報期間を通して定数として与えているが、雪崩、地吹雪、積雪深予測等の精度向上には積雪変質過程とアルベド過程を物理モデル化する必要がある。一方、気象庁の次期静止気象のひまわり 8 号と 9 号が 2014 年と 2016 年にそれぞれ打上げ予定であるが、現在雪氷のプロダクトは雪氷面積のみである。この原因は波長 1.05 μm や 1.24 μm といった積雪粒径に感度のあるチャンネルを搭載していないためである。この問題を解決するため、上記 JMA-NHM に積雪変質モデルを組み込み、静止気象衛星データから得られる雲のない領域における積雪情報 (及びマイクロ波衛星データ) をもとにモデルの積雪状態をデータ同化する必要がある。

2. 研究の目的

地球温暖化の影響が最も顕著に現れる雪氷圏変動の実態把握、変動メカニズム解明、予測精度向上を目的とする。

3. 研究の目標

放射伝達理論に基づき、以下の 3 つの研究を実施する。

① 雪氷物理量を測定するための新しい技術開発と連続観測

雪氷物理量を測定するための近赤外カメラ、全天分光日射計、波長別アルベド・反射率測定装置、カーボン・エアロゾル分析装置等の開発・改良、及び放射伝達理論に基づいた解析アルゴリズムを開発する。これらの装置と自動気象観測装置を合わせて雪氷の放射特性、物理特性の長期監視を行う。

② 積雪・エアロゾル等放射過程の改良と衛星による雪氷物理量の監視

積雪・エアロゾル等の非球形粒子の光学特性を精度良く計算するための非球形散乱モデル、及び光吸収性エアロゾルの混合モデルを改良する。また、これらを用いて衛星リモートセンシング・アルゴリズムを改良し、主に極域及び日本周辺における雪氷物理量の空間変動と15年以上の監視を行う。さらに、下記③の積雪変態・アルベド・プロセス・モデル (SMAP) (Niwano et al., 2012) における衛星データの利用試験を行う。

③ 各種ホストモデルで使用できる雪氷物理プロセスモデルの高度化

地球システムモデルや領域気象予測モデル等で使用できる雪氷放射過程や積雪変質過程などの精度向上を図り、積雪アルベド物理モデル (PBSAM) (Aoki et al., 2011) による短波アルベドの精度で5%、SMAPによる積雪深の精度で10%以上を目標とする。さらに、JMA-NHM への SMAP モデルの組み込み試験を行う。

4. 研究結果

(1) 成果の概要

① 雪氷物理量を測定するための新しい技術開発と連続観測

- ・札幌、芽室、長岡における放射・気象・積雪等の観測を継続した。札幌では改良型全天分光日射計、渦相関計測システムならびに捕捉効率を高めた雨量計を設置し従来型の雨量計との冬期降水量の比較を実施したほか、自動気象観測装置の老朽化センサー（風向風速計、積雪深計、短波・赤外放射計、気圧計、雪温計）の更新を行った。また北見における放射・気象・積雪観測の活用を開始した。
- ・札幌・長岡・北見で取得した積雪サンプルから不純物濃度を分析した。積雪中のブラックカーボン (BC) 等の光吸収性不純物を分析するため、従来の熱・光学式のカーボン分析装置に加えて、不純物を濾過したフィルターの透過率から測定するための装置（濾過フィルター透過率測定装置）を開発し、BC 濃度を測定するための手法を作成し、両手法の比較・検証を進めた。
- ・小型の積分球を利用し、積雪断面の近赤外反射率から積雪粒径を測定するための装置（可搬型積雪粒径測定装置）とその観測値から積雪粒径を求めるアルゴリズムを開発し、積雪粒径の鉛直分布を得られるようになった。長岡等における多数のフィールドテストを活かして開発・改良を進め、現場観測で実用可能なバージョンの作成につなげた。衛星データの検証への活用も可能になった。
- ・過去の6年分データから積雪中ブラックカーボン (BC) 等の光吸収性不純物の積雪期間内変化、長期トレンド、測定装置の補足率に対する考察をまとめた (Kuchiki et al., 2015)。また、2005年から2015年にかけて札幌で取得

された積雪断面観測及び気象・積雪観測データを利用して、札幌における雪面熱収支と不純物に起因する融雪時期の変化の長期変動を明らかにした。

- 全天分光日射計の観測データから積雪粒径と不純物濃度を抽出するときに用いる積雪の非球形粒子モデルの検証を行い、小粒径ではコラム型、大粒径では凝集体、中間はそれらの混合型が最も高精度であることを見出し、この結果を②のリモセンに応用した。
- 不純物の混合状態に関しては、外部部混合と内部混合をテストした結果、内部混合の方が統計的に高精度であることが分かった。
- 気象研究所における大気エアロゾルの光吸収性エアロゾルサンプリング及び分析を継続した。2011年の観測開始以降、長期の変動には研究なトレンドは見られなかった。BCは例年10月から翌年の1月に増加する傾向にあるが、2015年は12月から増加し、暖冬傾向と同期していることがわかった。
- 近赤外カメラによる積雪物理量測定技術開発の一環として、含水した積雪の粒径抽出アルゴリズムの開発 (Yamaguchi et al., 2014)、ガス吸着法による積雪変態過程の温度依存性の測定 (Hachikubo et al., 2014)、アイスコア解析への応用を可能にした。
- SMAP で計算される積雪粒径と全天分光日射計の測定結果の相互比較を実施し、両者の変化傾向が概ね良く対応していることを確認した。

②積雪・エアロゾル等放射過程の改良と衛星による雪氷物理量の監視

- 衛星リモートセンシング・アルゴリズムで使用する非球形粒子散乱モデルは、①の結果に基づき、積雪は Voronoi aggregates と column 粒子、不純物には内部混合型を用いるよう改良した。米国 NASA の中分解能撮像分光放射計 (MODIS) データからグリーンランドの積雪粒径と BC 相当不純物濃度を求めたところ、従来よりも内陸部で小粒径がより小さく抽出できるようになり、Summit 基地における検証データと良く一致するようになった。センサー経年劣化の影響を補正した最新補正済データ (Correction 6) を用いてグリーンランド氷床上における 2000 年から 2015 年までの 16 年間の積雪表面粒径、第 2 層粒径、積雪不純物濃度の全データに対して再計算を実施し、積雪表面粒径で標高 3,000m 以下の領域で統計的に有意な増加トレンドが得られた。標高 3,000m 以上では顕著な経年変化はなかった。この原因は標高の高い地域では気温が十分低いため温暖化の影響を受けにくいためと考えられる。一方、第 2 層粒径は弱い増加トレンド、積雪不純物濃度には顕著なトレンドは見られなかった。
- 米国 NASA の衛星センサー中分解能撮像分光放射計 (MODIS) の 2000-2014 年のデータから、グリーンランド氷床上における裸氷域の変化とその中の暗

色裸氷域のそれぞれの面積の変化を調べた。共に年々増加傾向にあること、氷床上の表面融解が最も顕著であった 2012 年には、2000 年に比べて、裸氷域は 3.1 倍、暗色裸氷域は 7.5 倍拡大していることが分かった (Shimada *et al.*, 2016)。

- 衛星データから積雪物理量を抽出する際の雲検知アルゴリズムを、波長 1.6 μm 及び 2.2 μm の 2 波長の動的閾値を用いた方法に高度化した (Chen *et al.*, 2014)。その結果、グリーンランド氷床上における雲検知精度が向上するとともに、標高 3,000m 以上の誤検知が低下することにより解析できる晴天域が拡大し、積雪粒径の標高依存性が精度良く抽出できるようになった。また機械学習による新たな雲検知アルゴリズムの開発を行い、これまで困難であった森林域での積雪検知が可能になった (Chen *et al.*, 2018)。
- 衛星データからの積雪物理量抽出精度向上に資する情報として、可視-短波長赤外域における偏光放射輝度の積雪粒径・雪質に対する依存性について調査した結果、短波長赤外域における雪面放射輝度の偏光度が積雪粒径に依存して変動することが明らかとなった (Tanikawa *et al.*, 2014)。また、非偏光放射輝度情報に加えて偏光放射輝度情報を利用することで、大気エアロゾルの光学的厚さを含む各プロダクトの抽出精度が向上することが確認された (Stamnes *et al.*, 2018)。
- MODIS がグリーンランド氷床域を観測して得られた熱赤外域輝度温度の変動を、地上の積雪断面観測結果と比較したところ、表面雪質を捉える情報を含んでいることが実証された (Hori *et al.*, 2013; 2014)。
- 衛星データから積雪粒径及び不純物濃度を抽出するためのリモートセンシング・アルゴリズムを従来のルックアップテーブル法からニューラルネットワークを用いた近似関数と最適化法を組み合わせた手法に改良し、衛星データ処理の高速計算を可能にした (Tanikawa *et al.*, 2015) ほか、その改良を進めた。また、これらを用いて、平成 29 年度に打ち上げられた気候変動観測衛星 GCOM-C/SGLI データの実解析を想定し、MODIS 等の既存衛星データを用いて主に極域及び日本周辺における積雪物理量の空間変動と長期変動モニタリングを行った。
- 海氷の検知精度の向上等を目的として、気泡・ブラインなどを含む大気-積雪-海氷系の多重散乱放射伝達モデルの開発に着手した。海氷の大気上端・下端の波長別アルベド、反射率の計算が可能になった。グリーンランド北西部カナックフィヨルド、および北海道サロマ湖などでの現地観測データとの比較・検証を通じて、モデルの改良を進めている。
- ひまわり 8 号データによる積雪域の検知手法に関するプロダクトの改良を行い、従来よりも積雪検知率が飛躍的に向上することが確認された (谷川他,

2018)。また質的情報を含む新規積雪プロダクトの開発に着手した。

③各種ホストモデルで使用できる雪氷物理プロセスモデルの高度化

- 札幌における全天分光日射計で求めた表面積雪粒径を用いて PBSAM でアルベドを計算し、改良型放射収支架台を用いたアルベド観測データ検証した結果、短波アルベドの目標精度 5% が達成できることが分かった。
- SMAP の積雪内部水分移動スキームの精緻化、圧密過程の高度化、及び強安定条件下での乱流熱交換計算手法の見直しを実施した。その結果、札幌における積雪深と雪面温度の計算精度が改善された (Niwano et al., 2014)。ただし、改良 SMAP 版を 2011-2012 冬期の長岡 (この冬は最大積雪深が 2m を超える豪雪シーズンであった) に適用したところ、特に融解期においてモデルは積雪深を過大評価する傾向が見受けられ、豪雪地域での融雪過程については更なる検討の余地があることがわかった (Niwano et al., 2014)。
- 2007-2013 冬期の札幌の気象・雪氷観測データと SMAP を用いた感度実験により、新雪粒径の与え方が積雪物理状態の計算結果に与える影響評価を実施したところ、積雪深の計算精度に 2~7cm 程度の不確定性を生じることが分かった。今後①で開発された近赤外カメラによる積雪物理量測定技術等を用いて更に精緻化する必要性があることが分かった。
- SMAP をグリーンランド氷床に適用して精度検証を実施した (Niwano et al., 2015)。日本国内での計算設定から表面粗度と熱伝導率を変えるだけで、十分な計算精度が得られることが分かった。
- SMAP モデルを 2015-2016 冬期の気象庁アメダスサイトで実行するためのテストを行った (庭野ほか, 2017)。SMAP の計算結果が雨雪の閾を示す気温 T_{disc} に非常に敏感であり、 T_{disc} が 1 °C と 0°C の場合の積雪深計算結果平均偏差が最大で 0.41 m (小出サイト) にまで達していたことが分かった。一方で、この平均偏差が 0.10 m と相対的に小さい場所 (関山サイト) も見られたことから、雨雪判別方法に敏感な場所とそうでない場所が存在することが示唆された。冬期降水曲線を用いた解析の結果により、こうした地点依存性は降水量自体と降水が最も頻繁に起きる気温帯の違いによって説明出来ることが示された。
- JMA-NHM と SMAP の結合システム NHM-SMAP v1.00 を完成させた。2012 年にグリーンランド氷床で見られた記録的な融解イベントを対象として気候計算を行ったところ、Niwano et al. (2015) などと報告されている雪面熱収支の特徴や融解面積の広がり様子を比較的良く捉えていることが確認された。2011-2014 年のグリーンランド氷床における精度検証を行い、良好な結果を得た (Niwano et al., 2018)。また、この結合システムを日本周辺領

域に適用し、2015-2016 冬期を対象としたハインドキャスト実験をおこなった。AWS で取得された自動気象観測データを用いた検証、及び、モデルで計算された表面積雪粒径の衛星抽出データとの相互比較の実施により、結合システムの妥当性を確認したうえで、1978 年以降の長期計算を開始した。

(2) 当初計画からの変更点（研究手法の変更点等）

- ・当初計画についてはおおむね予定通り実施した。
- ・③の結合システム開発は予定以上の進捗を示した。
- ・北極域や日本周辺における研究・監視対象を広げることを目的として、海氷放射伝達モデルの開発に着手した。衛星リモートセンシングのアルゴリズム改良に活かすとともに、将来的には簡易版を作成して数値モデルで活用することを目指している。
- ・道東地区で冬期に積雪断面観測を含む放射・気象・積雪観測を実施している北見工大との連携を開始した。観測データや積雪サンプルの提供を受け、SMAP モデルの改良や長期モニタリングに活用する予定である。

(3) 成果の他の研究への波及状況

- ・ひまわり 8 号用の新しい雪氷面双方向反射率のルックアップテーブル及びそれを計算するための放射伝達計算コードを気象衛星センターに提供した。
- ・ひまわり 8 号の雪氷プロダクトの改良のため、気象衛星センターの担当官に必要な指導を行いつつ緊密に連携した開発を進めている。積雪検知率が飛躍的に向上することが確認されており、気象衛星センターが作成しているひまわり雪氷プロダクトの大幅な改善につながる見込みである。同プロダクトの数値予報課での現業利用に向けて数値予報課担当官との会合も行っている。
- ・グリーンランドにおける衛星リモートセンシングで得られた雪氷物理量抽出アルゴリズムをもとに、GCOM 第 6 回研究公募に応募して JAXA との共同研究を開始した。なお、ここで開発したアルゴリズムは GCOM-C プロジェクトで利用されている。
- ・JMA-NHM と SMAP の結合システム計算は、科研費でのグリーンランド表面質量収支計算に適用を開始したほか、極地研との共同研究で南極域にも適用しつつあり、このモデル開発を有効活用した研究に結び付けつつある。
- ・環境省地球一括に応募し、採択された。ここでは、環境・応用気象研究部、気象衛星・観測研究部とも協力して、光吸収性エアロゾル・積雪不純物ならびに積雪粒径の変化が、大気・雪氷系の放射収支や雪氷融解に与える影響に特に注目し、地上地点観測を拡張・継続して監視しつつ、改善する衛星リモ

ートセンシング・数値モデルを用いた監視等行う予定である。

(4) 事前・中間評価の結果の研究への反映状況

①事前評価

- ・計画に数値目標をあげている点は、具体的に取り組む姿勢が見え、高く評価できる。

⇒SMAP の開発数値目標を達成した。

- ・本研究で開発する物理モデルは、積雪面へのエアロゾルの沈着による融雪の促進を再現するもの—地球システムモデル上でエアロゾルの輸送・変質・沈着過程を正しく再現できることを前提とするモデル—であることから、エアロゾルモデル開発課題との情報交換を密に行って欲しい。

⇒エアロゾルモデル開発課題との情報交換を進めた。その上で、科研費『近年のグリーンランド氷床表面の暗色化と急激な表面融解に関する研究』ならびに環境省・地球一括『光吸収性エアロゾルの監視と大気・雪氷系の放射収支への影響評価—地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けて—』に応募し、採択された。

- ・あわせて、非静力学モデル(NHM)への組み込みについては、国内積雪域の融雪過程の再現性向上も期待する。

⇒NHM と SMAP の結合システムを利用した日本域の計算を開始している。河川への融雪水の流入量や流入時期の推定にも活用できる可能性があると考えており、この点についても、技術的な検討を進めていく。このほか、国内における雪崩や吹雪発生の面的な予測可能性の検討にも着手することとしたい。

- ・また、一般研究課題として、関係する重点課題との研究協力を意識的に行うと共に、観測・実験に必要な資源については、外部研究資金の活用を含め積極的に取り組んで欲しい。

⇒C1 『気候モデルの高度化と気候・環境の長期変動に関する研究』における地球システムモデル開発、C3 『地球環境監視・診断・予測技術高度化に関する研究』におけるエアロゾルモデル、化学輸送モデル開発、A1 『メソスケール気象予測の改善と防災気象情報の高度化に関する研究』の NHM 開発との連携は意識的に行っている。また、科研費『近年のグリーンランド氷床表面の暗色化と急激な表面融解に関する研究』（平成28—31年度）ならびに環境省地球一括『光吸収性エアロゾルの監視と大気・雪氷系の放射収支への影響評価—地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けて—』（平成29—33年度）が採択されるなど、観測・分析等を広げるのに必要な資源の獲得を進めている。

- ・なお、一部委員からは、「雪氷圏の地球に占める割合は小さいため、気候への影響が限定的であるならば、次期計画で一定の区切りとすることも検討して良いのでは」という意見があった。

⇒IPCC AR5 では、近年その環境が急変している雪氷圏の観測の重要性を指摘するために、第4章全体を割いている。その冒頭では、“The cryosphere is thus

a fundamental control on the physical, biological and social environment over a large part of the Earth's surface. Given that all of its components are inherently sensitive to temperature change over a wide range of time scales, the cryosphere is a natural integrator of climate variability and provides some of the most visible signatures of climate change.”と書かれており、近年の急速な地球温暖化の影響が polar amplification によって特に出やすい雪氷圏の実態把握の重要性は未だかつてなく高くなっている。また、雪氷圏の融解は全球的な水収支・水循環に大きな影響を及ぼすので、全球海水準変化 (IPCC AR5 では第 13 章が相当) を理解・予測する上でも重要な要素である。また、雲やエアロゾルとの相互作用 (IPCC AR5 では第 7 章が相当) や全球放射強制力の見積もり (IPCC AR5 では第 8 章が相当) を考えるうえでも、雪氷圏を無視することが出来ないことは論を俟たない。以上より、気象研究所が極域・雪氷圏の気候変動に関する専門的な情報発信を継続的に行うためにも、雪氷圏に関わる研究に取り組み続けていくことが非常に重要である。

②中間評価

- ・ 今後は、気象庁現業モデルへの実装や現業モデル陸面過程との比較を通じた改良、知見の気象庁への提供などより直接的な業務貢献に向けた研究を推進して欲しい。
- ⇒ 開発したモデル・サブルーチンを容易に交換等できるようになることを目指し、気象庁現業モデルの改良版との融合に着手した。また、SMAP について本庁予報課との定期的な情報交換を開始した。
- ・ JMA-NHM+SMAPを防災情報の改善に活用する可能性に言及している箇所があるが、日本全国の雪災害を対象とすると技術的な課題も多いのではないかと推測する。大いに期待したいところではあるが、本研究課題が全面的にコミットするテーマというわけではないように思うので、スタンスを明確にしておくことが望ましい。
- ⇒ 確かに技術的課題は多く、あくまで波及効果の形での達成を考えている。連携している雪災害に関心の高い他機関のグループとも密に情報交換等を行いつつ、可能性を探っていきたい。
- ・ 十分な研究成果が出ているので、より積極的に応用研究も進めてほしい。そのためには計画変更はあって良い。例えば、全球雪氷圏の状態監視への具体的なプロダクト案、森林や山岳が多く占める日本域での積雪状態把握と予測のための研究、海氷の厚さや物性の把握などが考えられるのではないかと。
- ⇒ 森林・山岳域での積雪状態把握等、困難な問題も多いが、気象衛星センターや宇宙航空研究開発機構、北見工業大学等外部機関とも連携しつつ、指摘を受けた対象に対するアルゴリズム開発に着手している。
- ・ 海氷放射伝達モデルの開発においては、海氷モデルの改善にも役立つと考えられるので、「c7 海洋モデルの高度化に関する研究」と情報共有を行いつつ進め

ていくと良いのではないか。

⇒まだプロトタイプの開発段階ではあるが、入出力や考慮すべき過程等、必要な情報交換を行いつつ進めている。

(5) 今後の課題

- ・現地観測は、気候変動の実況監視としてより長期のデータが必要であるのはもちろんであるが、精密かつ詳細なアルゴリズム開発のための基盤データとしても活用するため、アルゴリズム改良のフェーズに合わせた技術開発を行いながら進めていく必要がある。たとえば、現地観測に活用できる小型で高精度な積雪不純物観測装置等が考えられる。
- ・リモートセンシングによる監視ではニーズに合わせて、より高精度で多様なプロダクト作成に向けた改良を進める必要がある。対象としては海氷、植生・山岳域の陸上積雪が挙げられる。放射スキームでの各種粒子形状の改良、偏波情報の活用といったアルゴリズム改良に加え、多様な衛星の複合利用、地表面を隠す雲プロダクト開発との連携、陸域の植生・土壌等の被覆データの活用等が有効である。また今後は、モデルの検証にも活用していく必要がある。
- ・グリーンランド等の氷床融解量の見積もり精度を高め、また極域の気候変動メカニズム解明を行うべく、検証を行いつつ、必要なモデル改良を進める必要がある。SMAP には熱伝導率や表面粗度等、経験的かつ簡便な手法で計算されている物理過程も存在するため、これらの過程も物理的なモデルで表現していくことが出来るようにする必要がある。また長期積分に向けては、モデルの軽量化も課題となっている。

5. 自己点検

(1) 到達目標に対する達成度

①雪氷物理量を測定するための新しい技術開発と連続観測

長期観測とその解析に加え、可搬型積雪粒径測定装置の開発等、観測・分析の技術開発も順調に進んだ。この分野では世界最先端に到達しつつある。

②積雪・エアロゾル等放射過程の改良と衛星による雪氷物理量の監視

放射モデルの改良、衛星リモートセンシングアルゴリズムの開発が順調に進んだ。また、衛星による雪氷物理量の監視をグリーンランド氷床において実施した他、ひまわりを活用した日本周辺域の積雪・海氷の監視アルゴリズムの改良・監視を行うなど、当初目的は達成している。

③各種ホストモデルで使用できる雪氷物理プロセスモデルの高度化

精度目標ならびに SMAP と JMA-NHM の結合システムの試験の実施という当初目標は達成し、検証しつつ影響評価研究に活用するフェーズに達している。

(2) 到達目標の設定の妥当性

研究目標は、現地観測、衛星リモートセンシング、物理プロセスモデルについて、これまで培ってきたものをベースに、上記3つの研究テーマを有機的に結び付け、必要性を十分に検討しつつ、それぞれを発展させるという形で立てたものである。その着実な実施により十分な研究成果が得られたことから、妥当な目標設定であったと判断する。

(3) 研究の効率性（実施体制、研究手法等）について

実施にあたっては科研費や環境省地球一括等の外部資金を活かしつつ、気象衛星センター、岡山大学、宇宙航空研究開発機構、北大低温研、防災科研雪氷防災研究センターをはじめとする多数の機関との連携をとり、また手法では、観測・分析、詳細アルゴリズム開発、ホストモデルに活用可能なモデル開発を有機的に連携させて進めることにより、多数の論文等の成果につながった。したがって研究は効率よく実施したと判断する。

(4) 成果の施策への活用・学術的意義

- ・気候変動に脆弱な雪氷圏の観測・監視を着実に継続し、その変動を明らかにしている意義は大きい。現地観測は、大気及び積雪を加熱する効果のある黒色炭素の排出規制などの根拠となる基礎データを提供するものである。
- ・衛星リモートセンシングは、現在極域で急激に進行している雪氷融解の実態把握に重要な役割を果たすことが期待される。MODIS の活用により、今世紀はじめからの監視が可能となっている。
- ・SMAP やその JMA-NHM の結合システムは、防災情報の改善等、気象業務への活用の可能性がある。他機関との連携の中で技術的な可能性を探っているほか、SMAP の予報課への提供、地方共同研究の中での提供等を行っており、庁内のニーズを探りつつ相談・協力を開始している。
- ・SMAP の地球システムモデルでの移植により、大気中の吸収性エアロゾルが雪氷面アルベド変化を通して、気候に与える影響評価を行うことができるようになっており、雪氷融解等の原因究明に重要な役割を果たすことが期待される。JMA-NHM 等と SMAP との結合システムにより、領域スケールでの影響評価・メカニズム解明にも適用を開始している。
- ・SMAP 開発の一連の業績が評価され、庭野主任研究官（当時研究官）が2017年度日本雪氷学会平田賞を受賞した（受賞件名：「積雪変質モデル SMAP の開発とその応用」）。またそれに先立ち、2015年度には、Niwano et al.(2014) Evaluation of updated physical snowpack model SMAP が日本雪氷学会論文賞を受賞している。
- ・衛星リモートセンシングアルゴリズムに関する気象衛星センターへの協力に

より、雪氷プロダクトが大幅な改善する形で平成 30 年度の業務化に向けた作業が進められている。

(5) 総合評価

①雪氷物理量を測定するための新しい技術開発と連続観測

札幌・芽室・長岡において放射・気象・雪氷・エアロゾルの観測・監視を着実に実施し、温暖化が進行する状況下での国内の雪氷圏における環境変動の実態を明らかにした。また、そこで用いられている観測手法の高度化にも積極的に取り組み、現状、その充実ぶりは世界最先端と言っても過言ではない状況となりつつある。結果として、数値モデルや衛星リモートセンシング手法の検証に使用可能な高品質なデータ取得に成功している。

②積雪・エアロゾル等放射過程の改良と衛星による雪氷物理量の監視

実際の積雪粒子や不純物の取り込み過程を模擬した非球形積雪粒子散乱モデルを開発し、その結果を衛星リモートセンシングモデルに取り込むことで、高精度な衛星リモートセンシングアルゴリズムを開発した。グリーンランド氷床における 2000 年から 2015 年までの 16 年間の積雪粒径、積雪不純物濃度等の長期変動を明らかにするなど、積雪物理量の時間空間変動を明らかにした。これらは現場観測や放射観測、放射モデルで得られた知見を有機的に結合した結果である。また、気象衛星センターと協力して、ひまわり 8 号の雪氷プロダクトの大幅な改善ができる見通しとなった。

③各種ホストモデルで使用できる雪氷物理プロセスモデルの高度化

精緻な積雪変質モデル SMAP が開発・改良され、気象庁非静力学大気モデル NHM との結合にも成功し、この結合システムを活用した研究成果が出始めている。なお SMAP は、組み込まれている積雪アルベド物理モデルが世界で最も精度の良い積雪アルベドモデルであるとの評価を受けている。

6. 参考資料

6.1 研究成果リスト

(1) 査読論文

1. Chen, N., W. Li, C. Gatebe, T. Tanikawa, M. Hori, R. Shimada, T. Aoki, and K. Stamnes, 2018: New neural network cloud mask algorithm based on radiative transfer simulations. *Remote Sensing of Environment*, **219**, 62–71. (in press)
2. Takeuchi, N., R. Sakaki, J. Uetake, N. Nagatsuka, R. Shimada, M. Niwano, T. Aoki, 2018: Temporal variations of cryoconite holes and cryoconite coverage on the ablation ice surface of Qaanaaq Glacier in northwest Greenland. *Annals of Glaciology*.

3. Onuma, Y., N. Takeuchi, S. Tanaka, N. Nagatsuka, M. Niwano, and T. Aoki, 2018: Observations and modelling of algal growth on a snowpack in north-western Greenland. *The Cryosphere*, **12**, 2147–2158.
4. Snorre, S., Y. Fan, N. Chen, W. Li, T. Tanikawa, Z. Lin, X. Liu, S. Burton, A. Omar, J. J. Stamnes, B. Cairns, and K. Stamnes, 2018: Advantages of Measuring the Q Stokes Parameter in Addition to the Total Radiance I in the Detection of Absorbing Aerosols. *Frontiers in Earth Science*, **6**. (in press)
5. Matoba, S., M. Niwano, T. Tanikawa, Y. Iizuka, T. Yamasaki, Y. Kurosaki, T. Aoki, A. Hashimoto, M. Hosaka, and S. Sugiyama, 2018: Field activities at the SIGMA-A site, northwestern Greenland Ice Sheet. *Bulletin of Glaciological Research*, **36**, 15–22.
6. Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, A. Tsushima, Y. Iizuka, R. Shimada, and M. Hori, 2018: NHM-SMAP: Spatially and temporally high resolution non-hydrostatic atmospheric model coupled with detailed snow process model for Greenland Ice Sheet. *The Cryosphere*, **12**, 635–655.
7. Chen, N., W. Li, T. Tanikawa, M. Hori, R. Shimada, T. Aoki, and Knut Stamnes, 2017: Fast yet accurate computation of radiances in shortwave infrared satellite remote sensing channels. *Optics Express*, **25**, A649–A664.
8. Tsutaki, S., S. Sugiyama, D. Sakakibara, T. Aoki, and M. Niwano, 2017: Surface mass balance, ice velocity and near-surface ice temperature on Qaanaaq Ice Cap, northwestern Greenland, from 2012 to 2016. *Annals of Glaciology*.
9. 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, 2017: An unreported Asian dust (Kosa) event in Hokkaido, Japan: A case study of March 2016. *SOLA*, **13**, 96–101.
10. Hashimoto, A., M. Niwano, T. Aoki, S. Tsutaki, S. Sugiyama, T. Yamasaki, Y. Iizuka, S. Matoba, 2017: Numerical weather prediction system based on JMA-NHM for field observation campaigns on the Greenland ice sheet. *Low Temperature Science*, **75**, 91–104.
11. Hori, M., K. Sugiura, K. Kobayashi, T. Aoki, T. Tanikawa, K. Kuchiki, M. Niwano, and H. Enomoto, 2017: A 38-year (1978–2015) Northern Hemisphere daily snow cover extent product derived using consistent objective criteria from satellite-borne optical sensors. *Remote Sensing of Environment*, **191**, 402–418.
12. Tanikawa, T., W. Li, K. Kuchiki, T. Aoki, M. Hori and K. Stamnes, 2015: Retrieval of snow physical parameters by neural networks and optimal estimation: case study for ground-based spectral radiometer system. *Optics Express*, **23**, A1442–A1462.
13. Miyazaki, S., K. Saito, J. Mori, T. Yamazaki, T. Ise, H. Arakida, T. Hajima, Y. Iijima, H. Machiya, T. Sueyoshi, H. Yabuki, E. J. Burke,

- M. Hosaka, K. Ichii, H. Ikawa, A. Ito, A. Kotani, Y. Matsuura, M. Niwano, and T. Nitta, 2015: The GRENE-TEA model intercomparison project (GTMIP): overview and experiment protocol for Stage 1. *Geoscientific Model Development*, **8**, 2841-2856.
14. Niwano, M., Aoki, T., Matoba, S., Yamaguchi, S., Tanikawa, T., Kuchiki, K., and Motoyama, H., 2015: Numerical simulation of extreme snowmelt observed at the SIGMA-A site, northwest Greenland, during summer 2012. *The Cryosphere*, **9**, 971-988.
 15. Kuchiki, K., T. Aoki, M. Niwano, S. Matoba, Y. Kodama, and K. Adachi, 2015: Elemental carbon, organic carbon, and dust concentrations in snow measured with thermal optical method and filter weighing: variations during 2007-2013 winters in Sapporo, Japan. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **120**, 868-882.
 16. Tanikawa, T., M. Hori, T. Aoki, A. Hachikubo, K. Kuchiki, M. Niwano, S. Matoba, S. Yamaguchi, and K. Stamnes, 2014: In situ measurements of polarization properties of snow surface under the Brewster geometry in Hokkaido, Japan, and northwest Greenland ice sheet. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **119**, 946-964.
 17. Chen, N., W. Li, T. Tanikawa, M. Hori, T. Aoki, and K. Stamnes, 2014: Cloud mask over snow-/ice-covered areas for the GCOM-C1/SGLI cryosphere mission: Validations over Greenland. *Journal of Geophysical Research Atmosphere*, **119**, 287-300.
 18. Hori, M., T. Aoki, T. Tanikawa, K. Kuchiki, M. Niwano, S. Yamaguchi, and S. Matoba, 2014: Dependence of thermal infrared emissive behaviors of snow cover on the surface snow type. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 33-45.
 19. Yamaguchi, S., H. Motoyoshi, T. Tanikawa, T. Aoki, M. Niwano, Y. Takeuchi, and Y. Endo, 2014: Application of snow specific surface area measurement using an optical method based on near-infrared reflectance around 900-nm wavelength to wet snow zones in Japan. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 55-64.
 20. Niwano, M., T. Aoki, K. Kuchiki, M. Hosaka, Y. Kodama, S. Yamaguchi, H. Motoyoshi, and Y. Iwata, 2014: Evaluation of updated physical snowpack model SMAP. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 65-78.
 21. Aoki, T., S. Matoba, J. Uetake, N. Takeuchi, and H. Motoyama, 2014: Field activities of "Snow Impurities and Glacial Microbe effects on abrupt warming in the Arctic" (SIGMA) Project in Greenland in 2011-2013. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 3-20.
 22. Aoki, T., S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, M. Niwano, K. Kuchiki, K. Adachi, J. Uetake, H. Motoyama, and M. Hori, 2014: Light-absorbing snow impurity concentrations measured on northwest Greenland ice sheet in 2011 and 2012. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 21-31.
 23. Hachikubo, A., S. Yamaguchi, H. Arakawa, T. Tanikawa, M. Hori, K.

- Sugiura, S. Matoba, M. Niwano, K. Kuchiki, and T. Aoki, 2014: Effects of temperature and grain type on time variation of snow specific surface area. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 47-53.
24. Yamaguchi, S., S. Matoba, T. Yamazaki, A. Tsushima, M. Niwano, T. Tanikawa, and T. Aoki, 2014: Glaciological observations in 2012 and 2013 at SIGMA-A site, Northwest Greenland. *Bulletin of Glaciological Research*, **32**, 95-105.
 25. Sugiyama, S., D. Sakakibara, S. Matsuno, S. Yamaguchi, S. Matoba, and Te. Aoki, 2014: Initial field observations on Qaanaaq ice cap in northwestern Greenland. *Annals of Glaciology*, **55**, 25-33.
 26. Yasunari, T. J., K.-M. Lau, S. P. P. Mahanama, P. R. Colarco, A. M. da Silva, T. Aoki, K. Aoki, N. Murao, S. Yamagata, and Y. Kodama, 2014: The Goddard Snow Impurity Module (GOSWIM) for the NASA GEOS-5 Earth System Model: Preliminary comparisons with observations in Sapporo, Japan. *SOLA*, **10**, 50-56.
 27. 齊藤和之, 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, 2018: 北極陸域モデル相互比較 GTMIP の熱・水収支解析. *雪氷*, **80**, 159-174.
 28. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 山口悟, 本吉弘岐, 谷川朋範, 保坂征宏, 2017: 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. *雪氷*, **79**, 525-537.
 29. 橋本明弘, 庭野匡思, 青木輝夫, 2016: グリーンランド雪氷フィールド観測支援のための気象予測実験. *雪氷*, **78**, 205-214.
 30. Shimada, R., N. Takeuchi, and T. Aoki, 2016: Inter-Annual and Geographical Variations in the Extent of Bare Ice and Dark Ice on the Greenland Ice Sheet Derived from MODIS Satellite Images. *Frontiers in Earth Science*, **4**, 1-10.
 31. 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 2016: 札幌における積雪観測と物理プロセスモデル開発. *低温科学*, **74**, 163-174.
 32. Iizuka, Y., S. Matoba, T. Yamasaki, I. Oyabu, M. Kadota and T. Aoki, 2015: Glaciological and meteorological observations at the SE-Dome site, southeastern Greenland Ice Sheet. *Bulletin of Glaciological Research*, **34**, 1-10.
 33. Matoba, S., H. Motoyama, K. Fujita, T. Yamasaki, M. Minowa, Y. Onuma, Y. Komuro, T. Aoki, S. Yamaguchi, S. Sugiyama, and H. Enomoto, 2015: Glaciological and meteorological observations at the SIGMA-D site, northwestern Greenland Ice Sheet. *Bulletin of Glaciological Research*, **33**, 7-14.
 34. 平島寛行, 山口悟, 小杉健二, 根本征樹, 青木輝夫, 的場澄人, 2015: 断面観測結果を用いた積雪変質モデルの検証. *雪氷*, **77**, 5-16.

(2) 査読論文以外の著作物 (翻訳、著書、解説)

1. Hashimoto, A., M. Niwano, S. Yamaguchi, T. Yamasaki and T. Aoki, 2018: Numerical simulation of lee-side downslope winds near Siorapaluk in northwest Greenland. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **48**, 5-05.
2. Hashimoto, A., K. Yamada, N. Hirasawa, M. Niwano, and T. Aoki, 2017: Prediction of Antarctic weather by JMA-NHM to support JARE. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **47**, 5-09.
3. Hashimoto, A., M. Niwano, T. Aoki, H. Motoyoshi, S. Yamaguchi, and S. Nakai, 2017: Numerical weather prediction experiment in collaboration with research activities in glaciology and snow disaster prevention. *CAS/JSC WGNE Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*, **47**, 5-11.
4. Bellaire, S., M. Proksch, M. Schneebeli, M. Niwano, and K. Steffen, 2017: Measured and Modeled Snow Cover Properties across the Greenland Ice Sheet. *The Cryosphere Discussion*.
5. Stamnes, S., K. Stamnes, W. Li, Y. Fan, N. Chen, T. Tanikawa, and J. J. Stamnes, 2017: What if MODIS could measure the Q Stokes parameter?. *AIP Conference Proceedings*, **1810**, 120008. (in press)
6. Aoki, T, 2014: Radiative properties of snow and their application to climate study. *Proc. International Snow and Ice Science Workshop*, 3-6.
7. 庭野匡思, 2018: 平田賞を受賞して. *雪氷*, **80**, 46-48.
8. 庭野匡思, 2017: 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. *天気*, **64**, 257.
9. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 橋本明弘, 的場澄人, 杉山慎, 竹内望, 本山秀明, 永塚尚子, 植竹淳, 堀雅裕, 島田利元, 山口悟, 藤田耕史, 山崎哲秀, 2017: 「北極域における積雪汚染及び雪氷微生物が急激な温暖化に及ぼす影響評価に関する研究 (SIGMA プロジェクト)」によるグリーンランド観測. *極地*, **53(1)**, 34-40.
10. 谷川朋範, 2016: 積雪物理量のリモートセンシングに必要な放射伝達モデルと現場観測—偏光観測に焦点をあてて—. *雪氷*, **78(6)**, 401-415.
11. 的場澄人, 青木輝夫, 庭野匡思, 朽木勝幸, 兒玉裕二, 山口悟, 2016: 北海道大学低温科学研究所観測露場の積雪・気象観測データの公開. *北海道の雪氷*, **35**, 135-137.
12. 青木輝夫, 2016: 「積雪中のブラックカーボン」、「グリーンランドの表面融解」. *低温環境の科学事典*.
13. 庭野匡思, 2016: 論文賞を受賞して. *雪氷*, **78**, 33-34.
14. 青木輝夫, 2015: SIGMA プロジェクトによるグリーンランド観測. *アークトス*, **46**, 3-6.

15. 八久保晶弘, 山口悟, 堀雅裕, 谷川朋範, 杉浦幸之助, 的場澄人, 庭野匡思, 朽木勝幸, 青木輝夫, 2015: 野外におけるガス吸着式積雪 SSA 測定装置の運用. *北海道の雪氷*, **34**, 15-18.
16. 松下拓樹, 榎本浩之, 西村浩一, 東久美子, 青木輝夫, 紺屋恵子, 新屋啓文, 池田慎二, 本田明治, 永塚尚子, ヌアスムグリアリマス, 岩本勉之, 2015: International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) 2015 参加報告. *雪氷*, **77**, 495-503.
17. 青木輝夫, 2015: グリーンランド氷床表面に関する最近の研究動向, 日本気象学会 2014 年度秋季大会極域・寒冷域研究連絡会報告. *天気*, **62**, 11-12.
18. 山口悟, 青木輝夫, 的場澄人, 2015: グリーンランド北西部における雪氷学的研究. *月刊地球*, **37**, 59-71.
19. 八久保晶弘, M. Schneebeli, 山口悟, 堀雅裕, 谷川朋範, 杉浦幸之助, 的場澄人, 庭野匡思, 朽木勝幸, 青木輝夫, 2014: 積雪の比表面積と粒径との関係. *北海道の雪氷*, **33**, 121-124.

(3) 学会等発表

ア. 口頭発表

・国際的な会議・学会等

1. Hosaka M., H. Ishimoto, T. Tanikawa, M. Niwano, K. Adachi, N. Oshima, M. Kajino, Y. Tanaka and S. Matoba, Monitoring of the light absorbing aerosols and the impact on radiation budget of atmosphere and snow ice, The Ninth Symposium on Polar Science, 2018 年 12 月, 東京都立川市
2. 榊原大貴, 庭野匡思, 福本峻吾, 青木輝夫, 杉山慎, Overflow of a proglacial stream in Qaanaaq, northwestern Greenland, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
3. Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, and Y. Iizuka, Effect of meltwater refreeze on the Greenland ice sheet surface mass balance estimated by the regional climate model NHM-SMAP, 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 2018 年 5 月, 千葉県千葉市
4. Fujita, K., N. Takeuchi, M. Niwano, T. Aoki, Modelling development and decay of cryoconite hole on Qaanaaq Ice Cap in the northwestern Greenland, International Symposium on International Symposium on Cryosphere and Biosphere, 2018 年 3 月, 京都府
5. Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Fujita, A. Tsushima, Y. Iizuka, R. Shimada, and M. Hori, Evaluation of the Greenland Ice Sheet surface mass balance estimated by the NHM-SMAP regional climate model, Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5), 2018 年 1 月, 東京都
6. Aoki, T., M. Niwano, T. Tanikawa, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Yamasaki,

- K. Fujita, Y. Iizuka, H. Motoyama, Positive feedback effect of NIR albedo reduction on surface melting observed at SIGMA-A on Greenland ice sheet, Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5), 2018年1月, 東京都
7. Sakakibara, D., M. Niwano, S. Fukumoto, and S. Sugiyama, Floods of a proglacial stream in Qaanaaq, northwestern Greenland, Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5), 2018年1月, 東京都
 8. Hori, M., K. Sugiura, K. Kobayashi, T. Aoki, T. Tanikawa, M. Niwano, and H. Enomoto, Long-term trends of snow cover extent and duration in the Northern Hemisphere derived from imagery collected by polar orbiting optical satellites, Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5), 2018年1月, 東京都
 9. Tanikawa, T., T. Aoki, M. Niwano, M. Hosaka, and M. Hori, Spectral albedo of sea ice at Qaanaaq fjord in northwest Greenland, Fifth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-5), 2018年1月, 東京都
 10. Hori, M., K. Sugiura, K. Kobayashi, T. Aoki, T. Tanikawa, M. Niwano, and H. Enomoto, A long-term Northern Hemisphere snow cover extent product (JASMES) deriving from satellite-borne optical sensors using consistent objective criteria, AGU Fall Meeting, 2017年12月, アメリカ, ニューオーリンズ
 11. Niwano, M., T. Aoki, A. Hashimoto, T. Tanikawa, R. Shimada, and M. Hori, Inter-comparison of a regional climate model-simulated surface optically equivalent snow grain size in the Greenland ice sheet with satellite-derived data, Workshop on Modeling Meltwater in Snow and Firn: Processes, Validation, Intercomparison and Model Uses of Optical Remotely Sensed Data, 2017年9月, デンマーク, コペンハーゲン
 12. Bellaire, S., M. Proksch, M. Schneebeli, M. Niwano, and K. Steffen, Measured and modeled snow cover properties across the Greenland Ice Sheet,, 34th Int. Conference on Alpine Meteorology, 2017年6月, アイスランド, レイキャヴィーク
 13. Niwano, M, Development of the NHM - SMAP regional climate model for Greenland Ice Sheet, GEUS seminar, 2017年5月, デンマーク, コペンハーゲン
 14. Schneebeli, M., S. Bellaire, M. Proksch, M. Niwano, and K. Steffen, Spatial and temporal changes of the snow cover in Greenland, The Arctic Science Summit Week 2017, 2017年4月, チェコ, プラハ
 15. Aoki, T., R. Shimada, T. Tanikawa, M. Niwano, H. Ishimoto, M. Hori, K. Stamnes, W. Li, and N. Chen, Interannual variation of snow grain size on Greenland ice sheet retrieved from MODIS data -difference between Terra, Aqua and their composite -, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市

16. Hirozawa, Y., T. Aoki, M. Niwano, S. Matoba, and Y. Kodama, Effect of snow impurities on albedo observed during 8 winter seasons in Sapporo, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
17. Hori, M., T. Aoki, T. Tanikawa, and M. Niwano, Retrieval of ice surface temperature and thin ice area using thermal infrared bands of Himawari-8/AHI, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
18. Skakibara, D., M. Niwano, and S. Sugiyama, Meltwater floods at Qaanaaq ice cap in northwestern Greenland investigated by using a surface mass balance model, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 2017年5月, 千葉県千葉市
19. Niwano, M., Development of the NHM - SMAP regional climate model for polar regions, International Workshop of falling snow and snow cover, 2017年2月, 新潟県新潟市
20. 庭野 匡思、青木 輝夫、橋本 明弘、谷川 朋範、的場 澄人、山口 悟、藤田 耕史、本山 秀明、飯塚 芳徳、保坂 征宏, Initial evaluation of the NHM-SMAP-simulated surface mass balance of the Greenland ice sheet, The Seventh Symposium on Polar Science, 2016年11月, 東京都立川市
21. Ishimoto, H., Te. Aoki, S. Adachi, and S. Yamaguchi, Shape modeling of ice particles using micro-CT data for snow radiative transfer calculations, International Symposium on snow and avalanche in Niseko, 2015年12月, 北海道ニセコ町
22. 堀 雅裕、杉浦幸之助、谷川朋範、青木輝夫、庭野匡思、榎本浩之, Analysis of the long-term trend of Northern Hemisphere snow cover extent using satellite and in-situ snow data, The Seventh Symposium on Polar Science, 2016年11月, 東京都立川市
23. 青木 輝夫、庭野 匡思、谷川 朋範、的場 澄人、山口 悟、山崎 哲秀、藤田 耕史、本山秀明、堀 雅裕, Positive feedback effect of NIR-albedo reduction due to temperature increase on surface melting on Greenland ice sheet, The Seventh Symposium on Polar Science, 2016年11月, 東京都立川市
24. Teruo Aoki, Masashi Niwano, Tomonori Tanikawa, and Masahiro Hori, Observation technique of spectral, narrowband and broadband albedos of snow surface, Workshop on in-situ snow albedo measurements: toward a snow albedo intercomparison experiment, 2016年8月, フィンランド, ヘルシンキ
25. Aoki, T., T. Tanikawa, M. Niwano, H. Ishimoto, M. Hori, and R. Shimada, Can snow impurities be detected on Greenland ice sheet by satellite remote sensing, 日本地球惑星科学連合 2016年大会, 2016年5月, 千葉県千葉市
26. Niwano, M, Development of the SIGMA-NHM-SMAP regional climate model: Preliminary evaluation in the Greenland Ice Sheet, International workshop on "Greenland ice sheet mass loss and its impact on global

climate change, 2016年3月, 北海道札幌市

27. Aoki, Te., T. Tanikawa, M. Hori, R. Shimada, H. Ishimoto, K. Kuchiki, M. Niwano, K. Stamnes, W. Li, N. Chen, S. Matoba, S. Yamaguchi, K. Masuda, and M. Schneebeli, Impact of employing MODIS C6 data set and new cloud detection algorithm on snow products in Greenland ice sheet, GCOM/EarthCARE/PMM Joint PI Workshop, 2016年2月, 東京都立川市
28. Aoki, T., M. Niwano, and S. Matoba, Modeling of the radiative properties of snow and its application to climate study, ILTS International Symposium on Low Temperature Science, Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 30 November - 2 December 2015, 2015年12月, 北海道札幌市
29. Uetake, J., S. Tanaka, T. Segawa, N. Takeuchi, N. Nagatsuka, H. Motoyama, and T. Aoki, Spatial distribution of cryoconite granules and microorganisms on Qaanaaq Glacier, Greenland, 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
30. Aoki, T., K. Kuchiki, M. Niwano, T. Tanikawa, M. Hori, R. Shimada, H. Ishimoto, K. Stamnes, W. Li, N. Chen, S. Matoba, S. Yamaguchi, K. Masuda, and M. Schneebeli, Darkening of Greenland ice sheet and satellite-derived snow parameters, 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
31. Hirasawa, N., T. Aoki, M. Hayashi, K. Fujita, Y. Iizuka, N. Kurita, H. Motoyama, and collaborators, Long-term field experiment for detection and study of climate change in East Antarctica, 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
32. Kadota, M., S. Matoba, H. Motoyama, K. Fujita, T. Yamasaki, Y. Onuma, M. Minowa, Y. Komuro, and T. Aoki, Reconstruction of climate during the past 157 years by analyzing an ice core obtained from Northwestern Greenland Ice Sheet (SIGMA-D), 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
33. Aoki, T., K. Kuchiki, M. Niwano, S. Matoba, Y. Kodama, and K. Adachi, Light absorbing snow impurity concentrations measured at Sapporo, Japan during the 2007-2013 winters, International Union of Geodesy and Geophysics 2015, 2015年6月, チェコ, プラハ
34. Niwano, M., T. Aoki, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Kuchiki, and H. Motoyama, Surface energy balance at the site SIGMA-A, northwest Greenland during the record surface melt event in the summer of 2012, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
35. Nagatsuka, N., R. V. Mateiu, K. G. Azuma, Y. Ogawa, K. Sugiura, H. Enomoto, T. Aoki, K. Kuchiki, and M. Hirabayashi, Geographical variations in Sr-Nd isotopic ratios of mineral dust in arctic snow,

Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 27-30 April 2015, 2015年4月, 富山県富山市

36. Takeuchi, N., R. Sakaki, T. Aoki, M. Niwano, Y. Onuma, S. Tanaka, R. Shimada, and N. Nagatsuka, Darkening Greenland and cryoconite hole dynamics, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 27-30 April 2015, 2015年4月, 富山県富山市
37. Uetake, J., T. Segawa, N. Takeuchi, N. Nagatsuka, H. Motoyama, and T. Aoki, Forming process of cryoconite granules on Qaanaaq Glacier, northwestern Greenland, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
38. Aoki, T, Satellite remote sensing of snow parameters in Greenland ice sheet, Seminar of School of Earth and Environmental Science, 2015年4月, 韓国, ソウル

・国内の会議・学会等

1. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 石元裕史, 堀 雅裕, 島田利元, 的場澄人, 山崎哲秀, 山口 悟, 藤田耕史, 飯塚芳徳, 本山秀明, グリーンランド氷床における温度上昇に伴う積雪粒径成長と近赤外域アルベド低下, 日本地球惑星科学連合 2018年大会, 2018年5月, 千葉県千葉市
2. 末吉哲雄, 庭野匡思, 青木輝夫, グリーンランドおよび南極氷床における質量収支研究, 日本地球惑星科学連合 2018年大会, 2018年5月, 千葉県千葉市
3. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 石元裕史, 堀雅裕, 島田利元, グリーンランド氷床涵養域における気温上昇に伴う積雪粒径の増加と近赤外アルベド低下効果, 日本気象学会 2018年度春季大会, 2018年5月, 茨城県つくば市
4. 島田利元, 青木輝夫, 堀雅裕, 谷川朋範, 庭野匡思, Knut Stamnes, Wei Li, Nan Chen, GCOM-C/SGLI 雪氷圏プロダクトの概要と初期結果, 日本リモートセンシング学会 第64回(平成30年度春季)学術講演会, 2018年5月, 柏
5. 庭野匡思, 極域気候モデル NHM-SMAP の現状と将来展望, 極域・寒冷域研究連絡会, 日本気象学会 2018年度春季大会, 2018年5月, つくば
6. 谷川朋範, 海氷の放射伝達モデルの開発とその検証, 低温研共同研究集会「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」, 2017年11月, 北海道札幌市
7. 庭野匡思, 領域気候モデル NHM-SMAP を活用した研究の方向性, 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」，2017年11月，北海道札幌市

8. 橋本明弘，榊原大貴，杉山慎，庭野匡思，青木輝夫，JMA-NHMを用いた局地循環解析，低温研共同研究集会「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」，2017年11月，北海道札幌市
9. 安成哲平，外崎友望，的場澄人，青木輝夫，庭野匡思，谷川朋範，村尾直人，積雪中のダスト・ブラックカーボン・オーガニックカーボン濃度の簡易的測定手法の検討，日本気象学会2017年度秋季大会，2017年11月，北海道札幌市
10. 山田恭平，平沢尚彦，橋本明弘，庭野匡思，青木輝夫，NHMによる南極定期予報計算システムの導入と検証，日本気象学会2017年度秋季大会，2017年11月，北海道札幌市
11. 庭野匡思，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—，日本気象学会2017年度秋季大会（札幌）シンポジウム「北極域」，2017年11月，北海道札幌市
12. 堀雅裕，青木輝夫，谷川朋範，庭野匡思，ひまわり8号AHI熱赤外域バンドを用いた雪氷面識別と表面温度抽出，日本気象学会2017年度秋季大会，2017年10月，北海道札幌市
13. 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，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，日本気象学会2017年度秋季大会，2017年10月，北海道札幌市
14. 谷川朋範，南極氷床表面の放射収支変動、及びそれに関連する物理特性の観測と研究，東南極で検出される気候変動に関する研究集会，2017年9月，東京都立川市
15. 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，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，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
16. 堀雅裕，小林利行，栗原幸雄，谷川朋範，磯道みなと，秋津朋子，奈佐原顕郎，杉浦幸之助，青木輝夫，高密度森林域における衛星積雪分布の精度評価手法の検討—十勝三股樹海における試験観測—，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
17. 谷川朋範，青木輝夫，庭野匡思，保坂征宏，堀雅裕，グリーンランド北西部カナックフィヨルドにおける海氷の波長別アルベド測定，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
18. 庭野匡思，日本雪氷学会平田賞受賞記念講演，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
19. 大沼友貴彦，芳村圭，竹内望，新田友子，永塚尚子，庭野匡思，青木輝夫，陸面過程モデルMATSIROを用いた雪氷藻類繁殖の計算実験，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市

20. 青木輝夫, 八久保晶弘, 谷川朋範, 庭野匡思, 堀 雅裕, 島田利元, 杉浦幸之助, 広沢湯一郎, 山口 悟, 積雪比表面積測定手法の相互比較, 雪氷研究大会 (2017・十日町), 2017年9月, 新潟県十日町市
21. 広沢湯一郎, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 兒玉裕二, 谷川朋範, 札幌における積雪不純物がアルベドと放射強制力に与える定量的な影響, 雪氷研究大会 (2017・十日町), 2017年9月, 新潟県十日町市
22. 庭野匡思, 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, 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」, 2017年8月, 北海道札幌市
23. 庭野匡思, NHM-SMAP 領域気候モデルによる表面質量収支計算, 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」, 2017年8月, 北海道札幌市
24. 青木輝夫, 島田利元, 谷川朋範, 庭野匡思, 石元裕史, 堀 雅裕, Knut Stamnes, Wei Li, and Nan Chen, グリーンランド氷床のMODIS 衛星抽出積雪粒径 - Terra と Aqua の違い -, 日本気象学会 2017年度春季大会, 2017年5月, 東京都
25. 庭野匡思, 地方共同研究導入ー積雪物理とモデルに関する基礎知識ー, 地方共同研究 H29 第1回 web 会議, 2017年4月, 東京都
26. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, NHM-SMAP 極域気候モデルの現状と将来展望, 低温研共同研究集会「グリーンランド氷床の質量変化と全球気候変動への影響」, 2016年12月, 北海道札幌市
27. 橋本明弘, 庭野匡思, 青木輝夫, JMA-NHM による極域気象予測実験, 低温科学研究所共同研究集会「グリーンランド氷床の質量変化と全球気候変動への影響」, 2016年12月, 北海道札幌市
28. 井岡佑介, 谷川朋範, 保坂征宏, ひまわり8号による雪氷域検出とその改良, 第7回極域科学シンポジウム, 2016年11月, 東京都立川市
29. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 谷川朋範, 保坂征宏, 堀雅裕, 的場澄人, 山口悟, 藤田耕史, 本山秀明, 極域領域気候モデル NHM-SMAP の初期評価結果, 日本気象学会 2016年度秋季大会, 2016年10月, 愛知県名古屋市
30. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 的場澄人, 山口悟, 山崎哲秀, 藤田耕史, 本山秀明, 堀雅裕, グリーンランド氷床上 SIGMA-A サイトにおける放射収支観測 - 近赤外アルベドと気温の関係 -, 日本気象学会 2016年度秋季大会, 2016年10月, 愛知県名古屋市
31. 山田恭平, 平沢尚彦, 橋本明弘, 庭野匡思, 青木輝夫, NHM による南極定期予報計算の導入, 日本気象学会 2016年度秋季大会, 2016年10月, 愛知県名古屋市
32. 谷川朋範, 青木輝夫, 堀雅裕, 島田利元, 庭野匡思, 八久保晶弘, 杉浦幸之助, K. Stamnes, W. Li, N. Chen, GCOM-C/SGLI 雪氷プロダクトの概要, 雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016年10月, 愛知県名古屋市
33. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 谷川朋範, 保坂征宏, 堀雅裕, 島田利元,

- 的場澄人, 山口悟, 藤田耕史, 本山秀明, 2012 年のグリーンランド氷床における極域領域気候モデル NHM-SMAP 初期評価結果, 雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016 年 9 月, 愛知県名古屋市
34. 堀 雅裕, 青木輝夫, 谷川朋範, 庭野匡思, 八久保晶弘, 杉浦幸之助, 熱赤外域反射法による非接触裸氷検知手法の検討, 雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016 年 9 月, 愛知県名古屋市
 35. 大沼友貴彦, 竹内望, 田中聡太, 永塚尚子, 庭野匡思, 青木輝夫, 北極圏グリーンランドカナック氷河の積雪観測に基づいた雪氷藻類繁殖のモデル化, 雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016 年 9 月, 愛知県名古屋市
 36. 青木輝夫, 庭野匡思, 谷川朋範, 的場澄人, 山口悟, 山崎哲秀, 藤田耕史, 本山秀明, 堀雅裕, グリーンランド氷床上 SIGMAA における近赤外域アルベドと気温の関係, 雪氷研究大会 (2016・名古屋), 2016 年 9 月, 愛知県名古屋市
 37. 庭野匡思, NHM-SMAP 領域気候モデルによるグリーンランド氷床表面質量収支計算, Post-SIGMA Kick-off Workshop, 2016 年 9 月, 岡山県岡山市
 38. 庭野匡思, NHM-SMAP 領域気候モデルと深層フィルンモデルの開発, グリーンランド南東ドーム浅層コアに関する成果発表会, 2016 年 7 月, 北海道札幌市
 39. 庭野匡思, SMAP モデル開発の最新状況, 科研費「次世代積雪物理量測定技術開発と精密積雪物理モデルに基づく 雪氷圏変動監視手法の確立」2016 年度ワークショップ, 2016 年 7 月, 茨城県つくば市
 40. 庭野匡思, 雪崩注意報の再検討に向けて～大雪の後を考える～, 東京管区気象台管区推奨調査研究 web 会議, 2016 年 6 月, 東京都
 41. 庭野匡思, 青木輝夫, 朽木勝幸, 的場澄人, 兒玉裕二, 谷川朋範, 積雪変質モデル SMAP によって計算された札幌における積雪密度、雪温、雪質の精度について, 日本地球惑星科学連合 2016 年大会, 2016 年 5 月, 千葉県千葉市
 42. 庭野匡思, 青木輝夫, 朽木勝幸, 的場澄人, 兒玉裕二, 谷川朋範, 融雪期の札幌の雪面熱収支に対する雲の影響, 日本気象学会 2016 年度春季大会, 2016 年 5 月, 東京都
 43. 青木輝夫, 谷川朋範, 庭野匡思, 石元裕史, 増田一彦, 堀雅裕, 島田利元, Knut Stamnes, Wei Li, Nan Chen, グリーンランド氷床の衛星抽出雪氷物理量に対する雲検知アルゴリズムと MODIS 感度経年変化の影響, 日本気象学会 2016 年度春季大会, 2016 年 5 月, 東京都
 44. 庭野匡思, 札幌の自動気象観測データ, 公開データベース会合, 2016 年 5 月, 新潟県長岡市
 45. 庭野匡思, 積雪モデル内の水の移動に関する研究, 積雪内部の 3 次元的な水みち形成に関する WS, 2016 年 4 月, 新潟県長岡市
 46. 庭野匡思, 積雪モデル SMAP と領域モデル JMA-NHM で構成される領域気候モデルの最新開発状況, 第 6 回 SIGMA ワークショップ in 女満別, 2016 年 2 月, 北海道網走郡大空町

47. 青木輝夫, 島田利元, 谷川朋範, 朽木勝幸, 庭野匡思, 堀雅裕, 石元裕史, K. Stamnes, W. Li, N. Chen, 的場澄人, 山口悟, 増田和彦, Martin Schneebeli, グリーンランド氷床における衛星抽出積雪物理量の時空間変動と検証観測結果, 第6回 SIGMA ワークショップ in 女満別, 2016年2月, 北海道網走郡大空町
48. 橋本明弘, 庭野匡思, 青木輝夫, グリーンランド雪氷放射観測支援のための領域気象予測実験, 日本気象学会2015年度秋季大会, 2015年10月, 京都府京都市
49. 庭野匡思, 青木輝夫, 的場澄人, 山口悟, 谷川朋範, 朽木勝幸, 本山秀明, 急激な表面融解イベントが発生した2012年夏期の北西グリーンランドSIGMA-Aサイトにおける雪面熱収支, 日本気象学会2015年度秋季大会, 2015年10月, 京都府京都市
50. 青木輝夫, 朽木勝幸, 庭野匡思, 石元裕史, 増田一彦, 堀雅裕, 谷川朋範, 島田利元, Knut Stamnes, Wei Li and Nan Chen, 近年におけるグリーンランド氷床アルベド低下の原因 - 積雪粒径変化の標高依存性, 日本気象学会2015年度秋季大会, 2015年10月, 京都府京都市
51. 橋本明弘, 庭野匡思, 青木輝夫, グリーンランド領域気候モデルの開発, 日本気象学会2015年度秋季大会, 2015年10月, 京都府京都市
52. 庭野匡思, 南極氷床表面質量収支モデルの計画, 東南極における氷床表面の放射特性と涵養量変動監視に関する研究集会, 2015年9月, 東京都立川市
53. 大沼友貴彦, 竹内望, 田中聡太, 永塚尚子, 庭野匡思, 青木輝夫, 北極圏グリーンランドカナック氷帽の積雪観測に基づいた雪氷藻類の繁殖条件の推定, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
54. 庭野匡思, 青木輝夫, 的場澄人, 山口悟, 谷川朋範, 朽木勝幸, 本山秀明, グリーンランドに適用された積雪変質モデル SMAP の検証 - 2012年夏期の記録的な全面融解イベントを対象として -, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
55. 島田利元, 竹内望, 青木輝夫, 衛星データを用いたグリーンランド氷床裸氷域および暗色域の時空間変化と気象要素との比較, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
56. 青木輝夫, 朽木勝幸, 庭野匡思, 堀雅裕, 谷川朋範, 島田利元, 的場澄人, 山口悟, Knut Stamnes, Wei Li and Nan Chen, 積雪粒径測定手法の比較衛星観測から定量化された近年のグリーンランド氷床暗色化の原因, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
57. 山口悟, 本吉弘岐, 谷川朋範, 青木輝夫, 体積含水率と積雪の近赤外域の反射率との関係, 一波長依存性 -, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
58. 永塚尚子, R. Valentina Mateiu, 東久美子, 小川佳美, 杉浦幸之助, 榎本浩之, 青木輝夫, 朽木勝幸, 平林幹啓, 走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた北極域の積雪に含まれる黒色炭素の形態観察, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市
59. 谷川朋範, 堀雅裕, 青木輝夫, 海水の放射伝達モデルの開発, 雪氷研究大会(2015・松本), 2015年9月, 長野県松本市

60. 青木輝夫, グリーンランド氷床と南極氷床上における雪氷チーム Cal/Val 計画, 第 5 回 GCOM-C 分野共通課題ワークショップ「GCOM-C 代替校正ワークショップ」, 2015 年 8 月, 富山県富山市
61. 清水勇希, 八久保晶弘, 大野浩, 竹谷敏, 青木輝夫, ガス吸着法を用いた各種ガスハイドレートの比表面積測定, 日本エネルギー学会第 24 回大会, 2015 年 8 月, 北海道札幌市
62. 山口悟, 石坂雅昭, 本吉弘岐, 八久保晶弘, 青木輝夫, 新雪の比表面積と降雪種の関係 (2), 雪氷学会北信越, 日本雪氷学会上信越支部大会, 2015 年 6 月, 長野県松本市
63. 山口悟, 本吉弘岐, 青木輝夫, 谷川朋範, 光学的積雪比表面積測定装置の開発, 雪氷学会北信越, 日本雪氷学会上信越支部大会, 2015 年 6 月, 長野県松本市
64. 島田利元, 竹内望, 青木輝夫, 衛星データを用いたグリーンランド氷床裸氷域および暗色域の面積変化とその要因考察, 日本リモートセンシング学会第 58 回学術講演会, 2015 年 6 月, 千葉県千葉市
65. 宮崎理紗, 堀雅裕, 村上浩, 本多嘉明, 梶原康司, 奈佐原顕郎, 中島孝, 入江仁士, 虎谷充浩, 平譚享, 青木輝夫, GCOM-C/SGLI 標準プロダクトの検証計画, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
66. 村上浩, 堀雅裕, 宮崎理紗, 中島孝, 虎谷充浩, 青木輝夫, 本多嘉明, GCOM-C 科学ミッションの準備状況: グリーンランド氷床上における 2000-2014 年の衛星抽出積雪粒径変動, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
67. 庭野匡思, 青木輝夫, 的場澄人, 山口悟, 藤田耕史, 谷川朋範, 對馬あかね, 朽木勝幸, 本山秀明, 北西グリーンランド氷床における表面熱収支の季節変動, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
68. 大沼友貴彦, 田中颯太, 竹内望, 青木輝夫, 熱収支モデルを用いたアイスコア中の氷板からの夏気温復元, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
69. 藤田耕史, 的場澄人, 竹内望, 青木輝夫, 熱収支モデルを用いたアイスコア中の氷板からの夏気温復元, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
70. 青木輝夫, 朽木勝幸, 庭野匡思, 堀雅裕, 谷川朋範, 島田利元, 的場澄人, 山口悟, Knut Stamnes, Wei Li, and Nan Chen, グリーンランド氷床上における 2000-2014 年の衛星抽出積雪粒径変動, 日本地球惑星科学連合 2015 年大会, 2015 年 5 月, 千葉県千葉市
71. 庭野匡思, 青木輝夫, 的場澄人, 山口悟, 藤田耕史, 谷川朋範, 對馬あかね, 朽木勝幸, 本山秀明, 北西グリーンランド SIGMA-A・B サイトにおける気象条件の年々変動, 日本気象学会 2015 年度春季大会, 2015 年 5 月, 茨城県つくば市
72. 村上浩, 堀雅裕, 宮崎理紗, 中島孝, 虎谷充浩, 青木輝夫, 本多嘉明, 気候変動観測衛星 GCOM-C ミッションとプロダクト開発の計画, 2015: GCOM-C/SGLI プロダクトの打上げ後検証計画の概要, 日本気象学会

2015 年度春季大会, 2015 年 5 月, 茨城県つくば市

73. 堀雅裕, 村上浩, 宮崎理紗, 本多嘉明, 梶原康司, 奈佐原顕郎, 中島孝, 入江仁士, 虎谷充浩, 平譚享, 青木輝夫, GCOM-C/SGLI プロダクトの
打上げ後検証計画の概要, 日本気象学会 2015 年度春季大会, 2015 年 5
月, 茨城県つくば市
74. 村上浩, 堀雅裕, 宮崎理紗, 中島孝, 虎谷充浩, 青木輝夫, 本多嘉明, 気
候変動観測衛星 GCOM-C ミッションとプロダクト開発の計画, 日本気
象学会 2015 年度春季大会, 2015 年 5 月, 茨城県つくば市
75. 青木輝夫, 朽木勝幸, 庭野匡思, 石元裕史, 増田一彦, 堀雅裕, 谷川朋
範, 島田利元, Knut Stamnes, Wei Li, and Nan Chen, グリーンラン
ド氷床における積雪物理量の衛星リモートセンシング, 日本気象学
会 2015 年度春季大会, 2015 年 5 月, 茨城県つくば市
76. 八久保晶弘, 山口悟, 堀雅裕, 谷川朋範, 杉浦幸之助, 的場澄人, 庭野匡
思, 朽木勝幸, 青木輝夫, 野外におけるガス吸着式積雪 SSA 測定装置
の運用, 2015 年度日本雪氷学会北海道支部研究発表会, 2015 年 5 月,
北海道札幌市
77. 庭野匡思, 青木輝夫, 橋本明弘, 朽木勝幸, 気象庁非静力学モデル
JMA-NHM と積雪変質モデル SMAP の結合に向けて, 日本気象学会 2014
年度春季大会, 2014 年 5 月, 神奈川県横浜市
78. 朽木勝幸, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 兒玉裕二, 札幌における
2007-2013 年の 6 冬期間の積雪不純物濃度, 日本気象学会 2014 年度春
季大会, 2014 年 5 月, 神奈川県横浜市
79. 庭野匡思, 気象研で開発した積雪変質モデル SMAP の概要, 平成 26 年度第
2 回予報課談話会(数値予報課コロキウムとの合同開催), 2014 年 5 月,
東京都千代田区
80. 庭野匡思, 青木輝夫, 朽木勝幸, 的場澄人, 兒玉裕二, 山口悟, 新雪粒径
が積雪物理状態に与える影響, 日本地球惑星科学連合 2014 年大会,
2014 年 4 月, 神奈川県横浜市

イ. ポスター発表

・国際的な会議・学会等

1. Tanikawa, T., T. Aoki, M. Niwano, M. Hosaka, and M. Hori, Spectral albedo
measurement of sea ice at Qaanaaq fjord in northwest Greenland, 2017
AGU fall meeting, 2017 年 12 月, アメリカ, ニューオーリンズ
2. Chen, N., W. Li, T. Tanikawa, M. Hori, R. Shimada, and K. Stamnes,
Machine learning based cloud mask algorithm driven by radiative
transfer modeling, 2017 AGU fall meeting, 2017 年 12 月, アメリカ,
ニューオーリンズ
3. 大石龍太, 齋藤冬樹, 阿部彩子, 庭野匡思, 青木輝夫, Estimation of
Greenland ice sheet melting by multi-level numerical models, The
Seventh Symposium on Polar Science, 2016 年 12 月, 東京都立川市
4. Tanikawa, T., M. Hori, M. Nakayama, M. Niwano, and T. Aoki, Radiative
transfer model of snow-sea ice system, International Radiation

Symposium 2016, 2016年4月, ニュージーランド, オークランド

5. Hahimoto, A., M. Niwano, and T. Aoki, Numerical simulation of a rainfall event in Greenland during 10-13 July 2012 using Non-hydrostatic Regional Model, 2015 AGU Fall Meeting, 2015年12月, アメリカ, サンフランシスコ
6. Tanikawa T., M. Hori, and T. Aoki, Development of radiative transfer model of snow-sea ice system, 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
7. Tanikawa T., M. Hori, T. Aoki, W. Li, N. Chen and K. Stamnes, Retrievals of snow albedo and ice surface temperature in North-west Greenland using MODIS data, The 4th International Symposium on the Arctic Research (ASSW), 2015年4月, 富山県富山市
8. Masashi Niwano, Teruo Aoki, Akihiro Hashimoto, Tomonori Tanikawa, Masahiro Hosaka, Rigen Shimada, and Masahiro Hori, Development of the NHM-SMAP regional climate model, Greenland Surface Mass Balance Workshop, 2016年9月, アメリカ, ニューヨーク
9. Tanikawa, T., T. Aoki, M. Niwano, M. Hori, W. Li, N. Chen, and K. Stamnes, Monitoring of snow albedo and ice surface temperature in the North-West Greenland using MODIS data, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 2016年5月, 千葉県千葉市
10. Niwano, M., T. Aoki, K. Kuchiki, S. Matoba, Y. Kodama, and T. Tanikawa, Evaluation of the SMAP model-simulated snow internal physical properties at Sapporo, Japan from 2005 to 2015, EGU General Assembly 2016, 2016年4月, オーストリア, ウィーン
11. Niwano, M., T. Aoki, S. Matoba, S. Yamaguchi, T. Tanikawa, K. Kuchiki, and H. Motoyama, Evaluation of the SMAP model calculated snow albedo at the SIGMA-A site, northwest Greenland, during the 2012 record surface melt event, AGU Fall Meeting, 2015年12月, アメリカ, サンフランシスコ
12. Iizuka, Y., S. Matoba, K. Shinbori, T. Saito, R. Furukawa, I. Oyabu, M. Kadota, O. Seki, S. Sugiyama, A. Miyamoto, T. Yamasaki, A. Hori, T. Aoki, S. Yamaguchi, K. Fujita, R. Uemura, S. Fujita, and H. Motoyama, Shallow ice core project on south-east dome in Greenland - Drilling report and science trench of the ice core -, ILTS International Symposium on Low Temperature Science, Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, 30 November - 2 December 2015, 2015年12月, 北海道札幌市
13. Niwano, M., T. Aoki and A. Hashimoto, Development of a regional climate model for polar region, and its application to the Greenland ice sheet, 第6回極域科学シンポジウム, 2015年11月, 東京都立川市
14. Nagatsuka, N., R. Valentina Mateiu, K. Goto-Azuma, Y. Ogawa, K. Sugiura, H. Enomoto, T. Aoki, K. Kuchiki, and M. Hirabayashi, Scanning Electron Microscopy (SEM) analysis of Black Carbon in arctic snow, International Union of Geodesy and Geophysics 2015, 2015年6月,

チェコ, プラハ

15. Onuma, Y., N. Takeuchi, S. Tanaka, N. Nagatsuka, M. Niwano, and T. Aoki, Temporal change in chlorophyll-a concentration on a snowpack in Qaanaaq ice cap in northwest, Greenland, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
16. Ogawa, Y., K. GotoAzuma, K. Sugiura, Y. Kondo, S. Ohata, T. Mori, N. Moteki, T. Aoki, K. Kuchiki, R. Dallmayr, M. Hirabayashi, and H. Enomoto, Concentrations of black carbon in the Arctic snow analyzed with a single particle soot photometer (SP2), Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
17. Shimada, R., N. Takeuchi, and T. Aoki, Temporal and spatial variations in dark ice surface on Greenland ice sheet derived from MODIS satellite image, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
18. Aoki, T., K. Kuchiki, M. Niwano, S. Matoba, and Y. Kodama, Solar heating in snowpack and radiative forcing by snow impurities evaluating by a physically based snow albedo model, Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 2015年4月, 富山県富山市
19. Motoyama, H., S. Matoba, K. Fujita, T. Yamasaki, Y. Omura, M. Minowa, Y. Komuro, M. Kadota, S. Yamaguchi, and T. Aoki, Preliminary results of an ice core obtained from northwestern Greenland ice sheet (SIGMA-D), Fourth International Symposium on the Arctic Research (ISAR-4)/The third International Conference on Arctic Research Planning (ICARP III), Arctic Science Summit Week 2015, 27-30 April 2015, 2015年4月, 富山県富山市

・国内の会議・学会等

1. 保坂征宏、谷川朋範、庭野匡思、足立光司、石元裕史、大島長、梶野瑞王、的場澄人, 光吸収性エアロゾルの監視と大気・雪氷系の放射収支への影響評価ー地球規模で進行する雪氷圏融解メカニズムの解明に向けてー, 日本気象学会 2018年度秋季大会, 2018年10月, 宮城県仙台市
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,
2. 谷川朋範, 山口悟, 積雪内部における鉛直高解像度不純物移動計算の試み, 日本気象学会 2018年度春季大会, 2018年5月, 茨城県つくば市
3. 本山秀明, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 杉山 慎, 山口 悟, 平沢尚彦, 川村賢二, 三戸 洋介, 藤原宏章, 小野文睦, 森 陽樹, 極域での無人

観測：グリーンランド SIGMA と南極 JARE，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市

4. 的場澄人，庭野匡思，谷川朋範，飯塚芳徳，山崎哲秀，黒崎 豊，青木輝夫，橋本明弘，保坂征宏，杉山 慎，2017年グリーンランド氷床北西部（SIGMA-A サイト）観測報告，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
5. 榊原大貴，庭野匡思，杉山慎，グリーンランド北西部カナック村で発生した氷河流出河川の洪水，雪氷研究大会（2017・十日町），2017年9月，新潟県十日町市
6. 谷川朋範，青木輝夫，庭野匡思，保坂征宏，堀雅裕，海氷の波長別アルベド・反射率の放射伝達計算，第7回極域科学シンポジウム，2016年11月，東京都立川市
7. 谷川朋範，青木輝夫，庭野匡思，保坂征宏，堀雅裕，海氷の放射伝達モデルを用いた大気・積雪が海氷の波長別アルベドに与える影響，日本気象学会2016年度秋季大会，2016年10月，愛知県名古屋市
8. 谷川朋範，青木輝夫，島田利元，堀雅裕，庭野匡思，保坂征宏，裸氷域用積雪放射伝達モデルの開発，雪氷研究大会（2016・名古屋），2016年9月，愛知県名古屋市
9. 橋本明弘・庭野匡思・青木輝夫・山田恭平・平沢尚彦，JMA-NHM を用いた極域気象予測実験，雪氷研究大会（2016・名古屋），2016年9月，愛知県名古屋市
10. 大沼友貴彦，竹内望，田中聡太，永塚尚子，庭野匡思，青木輝夫，北極圏グリーンランドカナック氷河における積雪微生物を取り入れたアルベド物理モデルの開発，雪氷研究大会（2016・名古屋），2016年9月，愛知県名古屋市
11. 山口悟，平島寛行，庭野匡思，青木輝夫，的場澄人，日本版積雪モデル相互比較の提案(2)－現状と今後の展望－，雪氷研究大会（2016・名古屋），2016年9月，愛知県名古屋市
12. 安成哲平，藤吉康志，庭野匡思，清水厚，早崎将光，青木輝夫，Arlindo M. da Silva，Brent N. Holben，村尾直人，山形定，Kyu-Myong Kim，2016年春の北海道における黄砂と判断できた大気汚染イベント，第57会大気環境学会年会，2016年9月，北海道札幌市
13. 堀雅裕，杉浦幸之助，谷川朋範，青木輝夫，朽木勝幸，庭野匡思，榎本浩之，衛星データ解析に基づいた北半球積雪被覆期間の長期変動傾向，日本気象学会2015年度秋季大会，2015年10月，京都府京都市
14. 山口悟，平島寛行，庭野匡思，青木輝夫，的場澄人，日本版積雪モデル相互比較の提案－湿雪現象に着目して－，雪氷研究大会（2015・松本），2015年9月，長野県松本市
15. 八久保晶弘，山口悟，堀雅裕，谷川朋範，杉浦幸之助，的場澄人，庭野匡思，朽木勝幸，青木輝夫，ガス吸着式積雪比表面積測定装置の改良，雪氷研究大会（2015・松本），2015年9月，長野県松本市
16. 門田萌，的場澄人，本山秀明，藤田耕史，山崎哲秀，大沼友貴彦，箕輪昌紘，小室悠紀，青木輝夫，グリーンランド北西氷床（SIGMA-D）アイスコ

アを用いた過去 157 年間の気候復元, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015 年 9 月, 長野県松本市

17. 飯塚芳徳, 的場澄人, 大藪幾美, 山崎哲秀, 門田萌, 新堀邦夫, 青木輝夫, 齊藤健, 宮本淳, 古川峻仁, 藤田秀二, 堀彰, 山口悟, 大野浩, 鈴木利孝, 植村立, 関宰, 本山秀明, グリーンランド南東ドームにおける浅層掘削計画 -掘削報告と初期コア解析-, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015 年 9 月, 長野県松本市
18. 小室悠紀, 鈴木利孝, 平林幹啓, 大沼友貴彦, 箕輪昌紘, 山崎哲秀, 的場澄人, 藤田耕史, 本山秀明, 青木輝夫, グリーンランド SIGMA-D 浅層氷コアの金属全濃度解析, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015 年 9 月, 長野県松本市
19. 内田夢希, 清水勇希, 八久保晶弘, 竹谷敏, 青木輝夫, 長期保存下におけるメタンハイドレート比表面積の減少過程, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015 年 9 月, 長野県松本市
20. 清水勇希, 八久保晶弘, 大野浩, 竹谷敏, 青木輝夫, メタンハイドレート表面へのメタン吸着に関する検討, 雪氷研究大会 (2015・松本), 2015 年 9 月, 長野県松本市
21. 朽木勝幸, 青木輝夫, 庭野匡思, 石元裕史, 的場澄人, 兒玉裕二, 岩田幸良, 谷川朋範, 複数の積雪粒子形状モデルを用いた積雪物理量の推定, 日本気象学会 2014 年度秋季大会, 2014 年 10 月, 福岡県福岡市
22. 朽木勝幸, 青木輝夫, 庭野匡思, 的場澄人, 兒玉裕二, 札幌における光吸収性積雪不純物濃度の長期変動, 雪氷研究大会 (2014・八戸), 2014 年 9 月, 青森県八戸市

6.2 報道・記事

- ・「グリーンランドの雪や氷に異変」(青木輝夫): NHK テレビ「おはよう日本」及び NHK ラジオニュース, 平成 26 年 5 月 2 日

6.3 その他 (3.(3)「成果の他の研究への波及状況」関連)

- ・ 2017 年度日本雪氷学会平田賞: 庭野匡思「積雪変質モデル SMAP の開発とその応用」
- ・ 2015 年度日本雪氷学会論文賞: Niwano et al.(2014), 「Evaluation of updated physical snowpack model SMAP」