

令和 4 年 6 月 23 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02968

研究課題名(和文) マルチビームライダーを中心に用いた精密拠点観測による北極域大気上下結合の解明

研究課題名(英文) Coupling between upper and middle atmosphere in the polar region using a multi-beam LIDAR and multiple instruments

研究代表者

野澤 悟徳 (Nozawa, Satonori)

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・准教授

研究者番号：60212130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：オーロラ帯に位置するトロムソ(北緯69.6度、東経19.2度)にて、マルチビームナトリウム(Na)ライダーを中心に用いた精密拠点観測により、地球大気と宇宙との境界領域に位置する北極域下部熱圏・中間圏に生起する現象の解明を実施した。Naライダーデータを用いたNa層低高度側の高Na密度領域生成機構、25年間のMFライダーデータを用いた乱流圏界面高度長期変動、フォトメータ観測データに基づく、630 nm 発光時間に関する新たな知見を得た。鉛直風測定精度の改善のため、口径60cm望遠鏡を用いた受信システムを新たに製作し、Naライダーに導入し、鉛直方向に関して従来の3倍の精度向上を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球大気と宇宙を繋ぐ遷移領域である、北極域中間圏・下部熱圏(高度70-120 km)における大気変動、大気波動の影響、微量原子密度変動、乱流圏界面高度の長期変動に関する新たな知見を得た。5波長フォトメータによる沿磁力線方向観測を実現し、オーロラ発光(波長630 nm)問題に関する知見を増した。これらは、人類の宇宙進出や、太陽風エネルギー流入による地球環境変動の理解につながる研究成果である。

研究成果の概要(英文)：We conducted observational studies of the upper mesosphere and lower thermosphere which is the transient region between the earth atmosphere and the space with the multi-beam lidar, EISCAT radars, a photometer, a millimeter-wave spectrometer, and a digital camera operated at Tromsø (69.6 deg N, 19.2 deg E). A new receiver system utilizing a 60 cm telescope was developed and installed into the multi-beam lidar: this addition enabled us to observe temperature, wind velocity, and sodium density with 3 times higher signals along the vertical direction. We obtained new findings based on (1) a detailed investigation of the formation of an additional sodium density peak at altitudes of 79-85 km below the main peak of the sodium layer by using sodium lidar and all-sky imager (OH) data, (2) an investigation of 630 nm emission timing by using photometer and spectrograph data, and (3) an investigation of change of the turbopause altitude over 25 years from 1996 to 2021 by using MF radar data.

研究分野：超高層大気物理学

キーワード：北極域上部中間圏 北極域下部熱圏 大気結合 ナトリウムライダー フォトメータ EISCAT トロムソ オーロラ

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

(1) **北極域下部熱圏・中間圏** 北極域下部熱圏・中間圏(高度 70-120 km; 以下、PMLT)は、季節変動に加えて、下層大気から上方伝搬する大気波動の影響を強く受け、時々刻々変動している。さらに PMLT は、磁力線を介した磁気圏との強い結合により、太陽風エネルギー流入を受ける特異領域であり、中間圏界面高度での大気子午面循環の、始点・終点でもある。PMLT は、地球大気と宇宙の境界領域であり、人類の宇宙進出にとって、その理解は不可欠な領域である。ここ 10 年、成層圏突然昇温(Sudden Stratospheric Warming: SSW)による成層圏擾乱の熱圏・電離圏への影響が注目を集めている。図 1 に、高度を縦軸として、PMLT および成層圏での大気温度・風速変動要因、物質下方輸送、大気上下結合の模式図を示した。PMLT 領域の主たる擾乱要因は、大気波動とオーロラ活動であり、これらの現象の理解を深めることが、全体の理解を進めることになる。

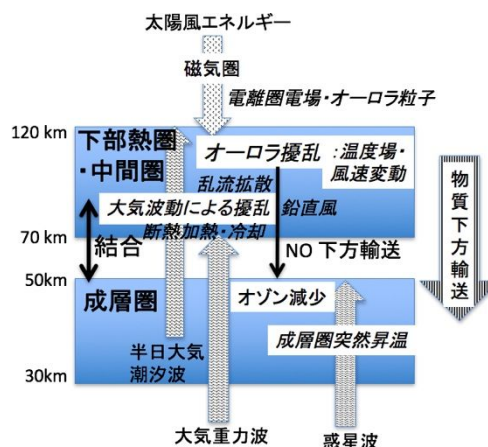


図 1 北極域下部熱圏・中間圏の変動要因、および成層圏との結合の模式図。

(2) **鉛直風観測** PMLT 領域の水平風速変動や大気波動の伝播・散逸についての知見は、確実に増えている。しかし、大気鉛直運動と物質輸送の観点での観測研究は、ほとんどなされていない。1990 年代、熱圏風速測定にファブリペロー干渉計(FPI)が広く用いられるようになった。オーロラ擾乱に伴って、熱圏(高度 250 km 付近)で数十 m/s の鉛直風が報告された(Smith, JASTP, 60, 1425-1434, 1998)。しかし、PMLT 領域の鉛直風についての理解は未だ乏しい。オーロラ降下粒子により電離される高度、そして太陽風エネルギー散逸高度は時々刻々変動するが、FPI 観測はパッシブ観測であるため、これらの高度変動を測定できない。世界最高性能を有する EISCAT レーダーは、高度分解能を持ち、3 次元風速導出が原理的には可能であるが、誤差が大きい(> 10 m/s)。流星レーダー、MF レーダー、衛星観測では、鉛直風は観測できない。このように、PMLT 領域の鉛直風の観測手法は限られており、鉛直風およびそれに伴う大気温度変動の理解は、未解決な問題として長く残されている。

(3) **解明すべき課題** 高度 80-110 km における鉛直風の発生原因は、ほとんど理解されていない。極域中間圏では、夏に上昇流、冬に下降流(ただし数 cm/s 程度)が存在し、その大気温度構造は放射平衡から大きく離れている。この微弱な鉛直下降流は、物質輸送の観点から重要である。例えば、成層圏オゾン密度を減少させるオーロラ起源の一酸化窒素(主に高度 105 km 以上で生成;図 1 で NO と明記)の下方輸送が指摘され、衛星観測により報告されている(ex. Randall et al., GRL, 36, 2009GL039706, 2009)。Bailey et al. (GRL, 2014GL059860, 2014) は、SOFIE 衛星データを用いて、SSW 発生時に一酸化窒素が下部熱圏から上部成層圏まで下方輸送されている結果を示したが、詳細な輸送メカニズムについては未解明である。高度 105 km 以上で生成された NO が、光解離を受けずに、極端紫外線が届かない高度約 80 km まで、速やかに(~10 時間以内)下方輸送される必要がある。この下方輸送のためには、なんらかの物理機構が存在し、平均 1 m/s 程度の鉛直下降風がある程度の時間で駆動・維持される必要がある。物理機構として、大気波動(大気重力波、大気潮汐波)伝搬およびその散逸、大気不安定による乱流拡散の増大、磁気圏から印加される強い電離圏電場、オーロラ降下粒子加熱等が考えられる。本申請課題では、鉛直流の存在、および鉛直流発生メカニズムの解明を目指した。さらに NO をトレーサーとして鉛直下方輸送の観測高度領域を成層圏まで広げ、成層圏大気温度データを含めて、力学的・化学的な大気上下結合過程の解明を目指した。

2. 研究の目的

太陽風エネルギー流入領域直下のトロムソ(69.6°N, 19.2°E)において、マルチビームライダーを中心に用いた精密拠点観測を実施し、下部熱圏・中間圏での太陽風エネルギー散逸量、大気温度変動、鉛直風速変動を観測データに基づいて明らかにし、下部熱圏・中間圏と成層圏との結合過程を明らかにする。特に、高精度鉛直風観測から大気重力波運動量フラックス推定と一酸化窒素の下方輸送評価を行い、それらに伴う上部成層圏オゾン変動を定量的に評価し、力学的・化学的な大気上下結合過程の理解を大幅に進めることを目的とした。

3. 研究の方法

本課題では、マルチビーム Na ライダー(以下、Na ライダー)を中心に用いた観測研究を実施し、高度 80-110 km における鉛直風および物質輸送の理解を大幅に前進させ、さらに下部熱圏・

中間圏と成層圏の大気上下結合過程の解明を行う。この目的を実現するために、Na ライダーのさらなる高性能化を行う。Na ライダー観測を可能な限り継続的（10 月から 3 月）に実施し、EISCAT レーダー（随時観測）、ミリ波分光計（連続自動観測）、フォトメータ（冬季自動観測）、MF レーダー（自動観測）、流星レーダー（自動観測）、全天デジタルカメラ（冬季自動観測）他の観測装置との同時観測を行う。フェーズ 1 として、高度 80-110 km における鉛直風、物質輸送の解明を行う。フェーズ 2 として、高度 80-110 km における精密観測データに加えて、ミリ波分光計による一酸化窒素・オゾン密度データと Na ライダーによる成層圏大気温度データを加えて、大気上下結合の解明を行う。

（１）観測装置 表 1 に平成 29 年(2017 年)時点で、トロムソで運用する観測装置の諸量をまとめた。EISCAT レーダーには、UHF レーダーと VHF レーダーの 2 機があり、観測高度領域が異なる。UHF レーダーにより電場や下部熱圏中性風速の導出ができる。さらに、ジュール加熱量・オーロラ粒子加熱量の導出が可能である。VHF レーダーにより、高度 60 -110 km での高高度分解能(~200 m)での電子密度および風速観測が可能である。この低高度電子密度観測により、高エネルギー粒子の中間圏への侵入を捉えることができる。流星レーダーと MF レーダーは、水平風速度を連続的に観測することができ、平均風、大気重力波、大気潮汐波、惑星波を導出できる。平成 28 年 12 月にミリ波分光計の稼働開始を予定していた。ミリ波分光計は、成層圏から下部熱圏の一酸化窒素およびオゾン密度を測定できる。平成 29 年 1 月に、5 チャンネルフォトメーターが稼働を開始した（冬季自動観測）。このフォトメーターは、5 波長のオーロラ光を 200 Hz で同時測定でき、磁気圏からのオーロラ降下電子に関する情報を観測する。

表1 トロムソ拠点・精密観測装置性能表

観測装置	物理量	分解能	観測高度領域	自動観測
EISCAT UHF レーダー	イオン速度、風速、イオン温度、電子温度、電子密度	10分以下	90 -600 km (中性風速は、90-120 km)	×
EISCAT VHF レーダー	イオン速度、イオン温度、電子温度、電子密度	10分以下	60-180 km or 200 - 1000 km (モードによる)	×
流星レーダー	風速	1時間	80-97 km	○
MFレーダー	風速	5分	70-91 km	○
ナトリウムライダー	大気温度、風速、ナトリウム密度	3分以下	80-110 km	×
ミリ波分光計	大気温度、オゾン密度、一酸化窒素密度	3時間 6時間	30-60 km 30-110 km	○
5CHフォトメーター	オーロラ光(427.8 nm, 557.7 nm等)	100 Hz	高度80 km以上(オーロラ発光層による)	○

（２）マルチビームナトリウム(Na)ライダー 平成 24 年 10 月から、世界初の 5 方向同時観測（3 次元風速、大気温度、Na 密度）を実施し、大気温度および Na 密度の空間構造観測を実施している。高安定レーザーシステムを開発し、かつ 1 時間毎に絶対波長校正を実施して、高精度なレーザー波長（レーザー周波数）制御を実現している。数時間における周波数変動は、2 MHz 以下（速度換算で約 1 m/s 以下）である。我々の Na ライダーを用いれば、1 m/s 程度の精度で鉛直風の風速変動を高度分解能良く(0.5 km)観測することができる。Na ライダー、ミリ波分光計、フォトメータ、全天デジタルカメラ、スペクトログラフは、隣接する 4 つのコンテナハウス内に全て設置されている。トロムソは、本課題を達成できる世界唯一の観測点である。



図 2 2019 年 10 月に新 60cm 望遠鏡システムを設置した。

4 . 研究成果

（１）60 cm 望遠鏡の設置 鉛直風測定精度の改善のため、川端技師（研究協力者）が中心となって 60 cm 望遠鏡を用いた受信システムを製作し、平成 31 年(2019 年)6 月に船便にて発送、10 月にトロムソサイトに設置した(図 2)。設置により鉛直方向の観測精度は約 3 倍となった。観測プログラムの改良を行い、2019 年 10 月 16 日から観測を開始した。この望遠鏡システムを用いた観測結果を図 3 に示す。2019 年 12 月 13 日 12:30 UT から 14 日 09 UT まで約 20.5 時間、高度 71 km から 113 km の大気温度(上)とそのエラー値(下)を示している。時間分解能は 15 分、高度分解能は 1 km である。高度 105 km より上では、温度が高度とともに上昇する傾向、すなわち下部熱圏における振る舞いを示している。一方下方では、高度 77 km 付近までほぼ連続してデータが取得されており、さらに時に高度 72 km 付近まで観測できている。対応するエラー値は、1 K 以下のエラー（~0.5%エラー）がほしい高度 80 km から 100 km の高度範囲で達成されている。新受信

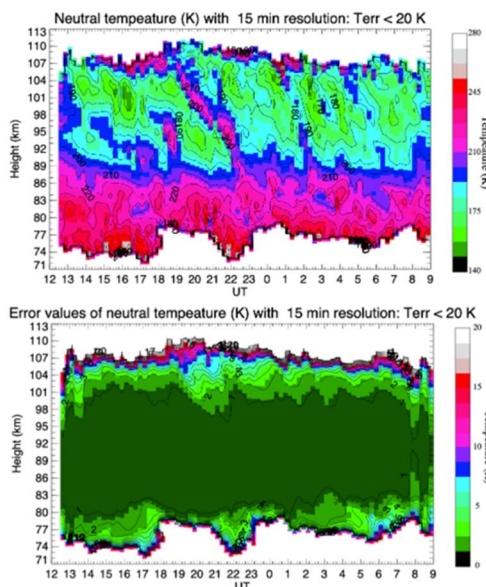


図 3 2019 年 12 月 13 日に取得された PMLT の温度(上)とそのエラー(下)

システムが、期待される性能を発揮していることが示された。

(2) PMLT における鉛直風の変動 2012 年 10 月から 2017 年 3 月まで Na ライダーにより取得された 2235 時間のデータを解析した。1 夜当たり 12 時間以上晴天に恵まれた 80 夜データに着目した。大気波動の影響により、風速及び大気温度は常時変動している。80 夜データのうち、複数夜について、高度 92-101 km において、上向き鉛直風速 10 m/s に達している例を検出した。図 4 に示した 2015 年 1 月 14 日の例では、上向き鉛直風速 10 m/s が数時間継続していた。鉛直風領域 (図 4 で赤色四角で示した領域) は、時間とともに、高度 101 km から 92 km に下方移動した。この夜は 100 m/s を超える振幅強度を持つ半日潮汐波が確認できた。しかし、位相関係の詳細な解析をしたところ、半日潮汐波が上向き鉛直風の発生源でないことがわかった。また、強い半日潮汐波が観測された 16 例において、鉛直風発生が確認できなかった。2013 年 2 月 8 日の例では、上向き鉛直風が 15 分間、高度 94-96 km において観測された。これらの観測例から、時に大きな鉛直風が存在していることが確認できた。さらに、このような現象時に、狭い高度領域で Na 密度が上昇する Sporadic Sodium Layer (SSL) を伴うことがわかった。鉛直風の発生(大気重力波の影響か?)、SSL の発生、オーロラ擾乱の相互関係の解明が今後の課題として挙げられる。

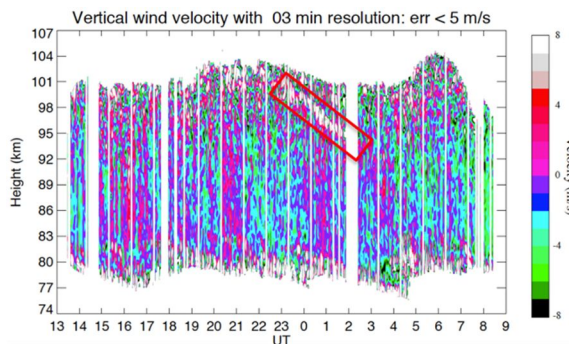


図 4 2015 年 1 月 14 日における鉛直風の時間・高度変動。

(3) EISCAT VHF レーダーと Na ライダー同時観測 2018 年 12 月 18 日から 20 日かけての 3 晩、EISCAT VHF レーダー (鉛直方向観測) と Na ライダーおよびフォトメータとの同時観測を実施した。比較的天候に恵まれ、3 晩とも同時観測データが取得でき、計 10.5 時間の同時観測データを取得した。オーロラ活動は毎晩活発であった。しかしながら、Na ライダーの鉛直風速観測から、強い鉛直風イベントは検出できなかった。

(4) フォトメータ観測 トロムソに 2017 年 1 月 28 日から稼働しているフォトメータは、毎年秋から春に自動観測にて 5 波長(427.8 nm, 557.7 nm, 630 nm, 777.4 nm, 844.6 nm)オーロラ発光強度データを 200 Hz で取得した。このフォトメータは、世界的にみて稀有な視野確認機能を有し、磁力線方向観測を実現した。すなわち、これまでの懸案であった高度 100 km 付近 (波長 427.8 nm, 557.7 nm 発光) と高度 250 km 付近 (630 nm) の発光が同じ磁力線上においての同時観測が実現した。図 5 に観測結果の一例を示した(20 Hz データ)。波長 427.8 nm と他 4 波長との発光強度の相関を示している。通常 427.8 nm, 777.4 nm, 844.6 nm はほぼ瞬時(prompt emission)に発光すると考えられている。一方で、557.7 nm は~0.75 秒の遅延、630 nm は~100 秒の遅延があることが知られている。図 5 から、427.8 nm と、777.4 nm および 844.6 nm の発光強度が非常に良い相関を示していることがわかる。427.8 nm と 557.7 nm の発光の間には、予想通り時間差があり、綺麗な相関関係はない。427.8 nm と 630 nm 発光が、非常に良い相関を示しており、これは 630 nm 発光の遅延時間と矛盾する。この問題は従来より指摘されているが、同じ磁力線を観測しているのかとの疑義があり、議論が進まなかった。今回の観測結果は、同一磁力線上の観測であることが重要である。解釈として、(a) 酸素原子 (630 nm) 発光が、通常考えられているより低高度(< 170 km)で発光している (発光までの時間が早い) (b)他のオーロラ発光の混入、が考えられる。混入候補として、窒素分子の 632.3 nm 発光が挙げられる。光学フィルターの温度変化による 632.3 nm 発光の混入の可能性を検討したが、その可能性は低いとの結論に達した(Nozawa et al., EPS, 10.1186/s40623-018-0962-x, 70:193, 2018)。この 630 nm 発光問題について、別イベントにて、フォトメータと同じ場所で同時観測を実施しているスペクトルグラフ観測データに基づいて、632.3 nm 光の混入の可能性を指摘した(Tsuda et al., JGR, 125, <https://doi.org/10.1029/2020JA028250>, 2020)。

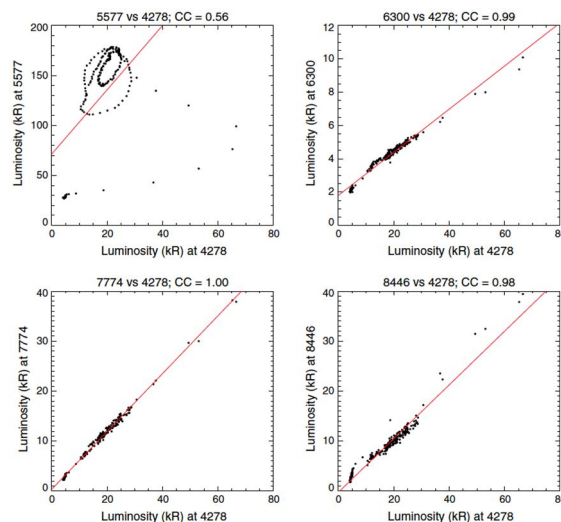


図 5 2017 年 10 月 19 日 20:16:48~20:16:59 UT によりフォトメータにより取得された 5 波長の相関図。427.8 nm との相関を示している。CC は、correlation coefficient である。(Fig. 8 of Nozawa et al., EPS, 2018)

(5) ミリ波分光計観測 平成 27 年(2015 年)に、Na ライダー用コンテナハウス隣にミリ波分光

計用コンテナハウスを設置し、水野教授(研究分担者)がミリ波分光計を導入した。他の観測点と同様に自動連続観測の実現を目指して整備を進めた。分光計稼働後、コンテナハウス内温度問題(室温が真冬に40度を超える)が生じた。コンテナハウスを改良し、川端技師が製作した排気ユニットを取り付け、室温温度安定を図った。室温管理は改善したが、液体窒素製造機による排熱問題解決には至らなかった(夏期の観測は厳しい)。2019年1月の観測中に、EISCAT VHFレーダーによる強い電波障害が発見され、2019年12月に対策を行った。室温管理改善策としてエアコンの設置を計画・準備したが、コロナ禍のため中断しており、年間自動観測は実現していない。2019年1月6日から自動観測を開始し、2019年3月10日までほぼ連続観測を実施できた。この期間中には一酸化窒素密度を観測し、その時間変動の解析結果を、JpGU2021(2021年5月)および地球電磁気・地球惑星圏学会第150回総会・講演会(2021年11月)にて発表した。

(6) ナトリウム層低高度側に発生した Na 密度変動 Na ライダーと大気光イメージャー(OH光)によりトロムソにて2014年12月19日に取得された同時観測データを解析し、Na層低高度側(85 km以下)に発生した高Na密度領域の生成機構を明らかにした。大気光イメージャーは、中間圏ポアに類似した特徴を持つ4つの波頭を14:47 UTから16:44 UTの間に観測した。この時間帯に、Naライダーにより、Na層の低高度側(79-85 km)で、メインNa層(高度90 km)に匹敵するNa密度を有する領域が約1.5時間観測された。この高Na密度領域は、4つめの波頭の通過後、Na密度が低下し消失したことが、Naライダーにより観測された。この4つ目の波頭は、Naライダー視野内を通過したため、対応する高度領域の風速・温度・Na密度変動の詳細な観測データが取得できた。Naライダーにより、93 km付近に大きな風速シアが観測された。また、大気温度観測データにより、高度87から93 kmにかけて熱的ダクトの存在が示唆される結果を得た。これらにより、この高度領域に観測された4つの大気波動(中間圏ポア?)が存在できたと解釈できる。さらに、これらの大気波動の通過に伴い、水素原子と酸素原子をより多く含む大気塊が85 kmより下の高温領域へ下方輸送され、Na原子の生成(Na原子密度の増大)が起こっていることを観測データに基づいて示した。この観測結果は、大気波動が大気微量粒子の密度変動を引き起こすことを示している。(Narayanan, Nozawa et al., ACP, 21, 2343-2361, 2021)

(7) 乱流圏界面の長期変動 トロムソ MF レーダーにより1996年から2021年まで約25年間(2太陽活動度周期)に得られたデータを用いて、乱流圏界面高度の長期変動を調べた。乱流圏界面の高度変動は、MLT領域の温度変動に関係する。その結果を、横軸に年、縦軸に乱流圏界面高度として、図6に示した。1996年から2001年、2001年から2005年の5年程度で高度変動を調べると、比較的大きな変動が見られる。しかし、1996年から2021年まで25年分をフィッティングすると、10年で-0.068 kmと、非常に小さい高度変動しか見られないことが分かった。この結果は、トロムソ上空の乱流圏界面の長期変動は、小さいことを示している。(Hall and Nozawa, Experimental Results (2021), 2, e17, 1-7, doi:10.1017/exp.2021)

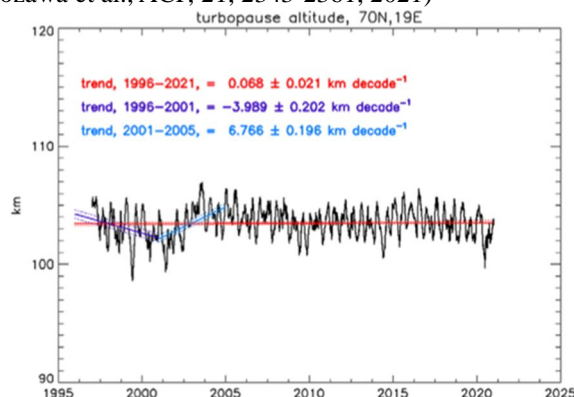


図6 1996年から2021年までのトロムソ MF レーダー観測から導出した乱流圏界面高度の変動 (Fig. 2 of Hall and Nozawa, doi:10.1017/exp.2021.6)

(8) まとめと今後の展望 トロムソ精密拠点観測データを用いて、極域下部熱圏・上部中間圏における大気・風速変動を調べることににより、大気上下結合および磁気圏・熱圏・中間圏結合の解明を実施した。Naライダー観測を中心とし、フォトメータ冬季自動観測、ミリ波分光計による一酸化窒素密度観測を実施した。また、EISCAT レーダー、Naライダー、フォトメータ同時観測を3晩実施した。従来までに得られた観測データに、本課題期間に得られたデータを加えて、PMLTにおける鉛直風の発生機構の解明、630 nm オーロラ発光問題の解明、Naライダーと全天イメージャーとの同時観測に基づくNa層下部における高Na原子密度領域の生成過程の解明、MFレーダーデータを用いた乱流圏界面高度の長期変動の解明等を実施した。

平成29(2017年)年から平成31(2019年)にかけて、60 cm望遠鏡を用いた新受信機システムの開発を行い、Naライダーシステムへ導入した。これにより鉛直方向の観測精度が3倍向上した。ミリ波分光計の自動観測に向けての改良・整備を進めた。しかしながら、コロナ禍のためトロムソへの渡航が平成32年3月から突然できなくなり、フェーズ2として設定した、複数観測機器による同時観測を、研究期間を2年延長したが、実施することができなかった。今後コロナ禍が収束し、トロムソへの渡航が可能になった段階で、速やかに複数観測機器による同時観測を実施する予定である。また、乱流圏界面の長期変動の解明をさらに進める。具体的には、Naライダーデータの温度データを精査し、PMLT大気温度構造の長期変動や大気安定度を調べる。これらは、太陽風エネルギー注入の地球環境への影響の解明に重要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21件／うち国際共著 18件／うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Nozawa, S., T. Kawabata, K. Hosokawa, Y. Ogawa, T. Tsuda, A. Mizuno, R. Fujii, and C. Hall	4. 巻 70
2. 論文標題 A new five-wavelength photometer operated in Tromsø; (69.6° N, 19.2° E)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0962-x	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 Tsuda, T.T., M.T. Rietveld, M.J. Kosch, S. Oyama, Y. Ogawa, K. Hosokawa, S. Nozawa, T. Kawabata, and A. Mizuno	4. 巻 70
2. 論文標題 Survey of conditions for artificial aurora experiments by the second electron gyro-harmonic at EISCAT Tromsø; using dynasonde data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0864-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 該当する
1. 著者名 Kawahara, T.D., S. Nozawa, N. Saito, T. Kawabata, T.T. Tsuda, and S. Wada	4. 巻 25
2. 論文標題 Sodium temperature/wind LIDAR based on laser-diode-pumped Nd:Yag lasers deployed at Tromsø;, Norway (69.6°, 19.2°)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Optics Express	6. 最初と最後の頁 A491-A501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/OE.25.00A491	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 Adachi, K., S. Nozawa, Y. Ogawa, A. Brekke, M. Hall, and R. Fujii	4. 巻 69
2. 論文標題 Evaluation of a method to derive ionospheric conductivities using two auroral emissions (428 and 630 nm) measured with a photometer at Tromsø (69.6° N)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-017	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 Laskar, F. I., J. L. Chau, J. P. St-Maurice, G. Stober, C. M. Hall, M. Tsutsumi, J. Hoeffner, and P. Hoffmann	4. 巻 44
2. 論文標題 Experimental Evidence of Arctic Summer Mesospheric Upwelling and its Connection to Cold Summer Mesopause	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 9151-9158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL074759	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 Sergeeva, V., N. Stepanova, Y. Ogawa, S. Kakic, and K. Kauristie	4. 巻 177
2. 論文標題 Solar wind dependence of electric conductances and currents in the auroral zone	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics	6. 最初と最後の頁 38-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jastp.2017.07.006	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 Tsuda, T. T., M. T. Rietveld, M. J. Kosch, S. Oyama, K. Hosokawa, S. Nozawa, T. Kawabata, A. Mizuno, and Y. Ogawa	4. 巻 70
2. 論文標題 Survey of conditions for artificial aurora experiments at EISCAT Tromse using dynasonde data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth Planets Space	6. 最初と最後の頁 40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-018-0805-9	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 Tsuda, T. T., T. Nakamura, M. K. Ejiri, T. Nishiyama, K. Hosokawa, T. Takahashi, J. Gumbel, and J. Hedin	4. 巻 44
2. 論文標題 Statistical investigation of Na layer response to geomagnetic activity using resonance scattering measurements by Odin/OSIRIS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geophys. Res. Lett.	6. 最初と最後の頁 5943-5950
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL072801	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 Yamazaki, Y., M. J. Kosch, and Y. Ogawa	4. 巻 122
2. 論文標題 Average field-aligned ion velocity over the EISCAT radars	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.,	6. 最初と最後の頁 5630-5642
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017JA023974	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 Narayanan, V. L., S. Nozawa, S. Oyama, I. Mann, K. Shiokawa, Y. Otsuka, N. Saito, S. Wada, T. D. Kawahara, and T. Takahashi	4. 巻 21
2. 論文標題 Formation of a bottomside secondary sodium layer associated with the passage of multiple mesospheric frontal systems	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atm. Chem. Phys	6. 最初と最後の頁 2343-2361
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 該当する

1. 著者名 Stober, G., A. Kozlovsky, A. Liu, Z. Qiao, M. Tsutsumi, C. Hall, S. Nozawa, M. Lester, E. Belova, J. Kero, P. J. Espy, R. E. Hibbins, and N. Mitchell	4. 巻 14
2. 論文標題 Atmospheric tomography using the Nordic Meteor Radar Cluster and Chilean Observation Network De Meteor Radars: network details and 3DVAR retrieval	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Measurement Techniques	6. 最初と最後の頁 6509-6532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/amt-14-6509-2021	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 Hall, C.M., and S. Nozawa	4. 巻 2
2. 論文標題 On the temporal evolution of turbopause altitude	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Experimental Results e17, 1	6. 最初と最後の頁 e17, 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/exp.2021.6	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 Ogawa Y., Tanaka Y., Kadokura A., Hosokawa K., Ebihara Y., Motoba T., Gustavsson B., Brandstrom U., Sato Y., Oyama S., Ozaki M., Raita T., Sigernes F., Nozawa S., Shiokawa K., Kosch M., Kauristie K., Hall C., Suzuki S., Miyoshi Y., Gerrard A., Miyaoka H., and Fujii R.	4. 巻 23
2. 論文標題 Development of low-cost multi-wavelength imager system for studies of aurora and airglow	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Polar Science	6. 最初と最後の頁 100501
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.polar.2019.100501	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 Pancheva, D., P. Mukhtarov, C. Hall, C. Meek, M. Tsutsumi, N. Pedatella, S. Nozawa, and A. Manson	4. 巻 207
2. 論文標題 Climatology of the main (24-h and 12-h) tides observed by meteor radars at Svalbard and Tromsø: Comparison with the Models CMAM-DAS and WACCM-X	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Atmos. Solar-Terr. Phys.	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) 10.1016/j.jastp.2020.105339	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 Kawamura, Y., K. Hosokawa, S. Nozawa, Y. Ogawa, T. Kawabata, S. Oyama, Y. Miyoshi, S. Kurita, and R. Fujii	4. 巻 72
2. 論文標題 Estimation of the emission altitude of pulsating aurora using the five-wavelength photometer	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 96
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01229-8	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 Iino, T., H. Sagawa, T. Tsukagoshi, and S. Nozawa	4. 巻 903
2. 論文標題 A belt-like distribution of gaseous hydrogen cyanide on Neptune's equatorial stratosphere detected by ALMA	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/abbb9a	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 Tsuda, T. T., C. Li, S. Hamada, K. Hosokawa, S. Oyama, S. Nozawa, T. Kawabata, A. Mizuno, J. Kurihara, T. Nishiyama, and M. J. Kosch	4. 巻 125
2. 論文標題 OI 630.0 nm and N2 1PG emissions in pulsating aurora events observed by an optical spectrograph at Tromsø, Norway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.	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) 10.1029/2020JA028250	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 Xia, Y., S. Nozawa, J. Jiao, J. Wang, F. Li, X. Cheng, Y. Yang, L. Du, and G. Yang	4. 巻 212
2. 論文標題 Statistical study on sporadic sodium layers (SSLs) based on diurnal sodium lidar observations at Beijing, China (40.5 degrees N, 116 degrees E)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Atmos. Solar-Terr. Phys.	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) 10.1016/j.jastp.2020.105512	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 Mondal, S., S. Sarkhel, J. Agarwa, D. Chakrabarty, R. Sekar, T. Yuan, X. Cai, A. Lu, S. Nozawa, N. Saito, T. Kawahara, M. Mlynczak, J. Russell, III	4. 巻 124
2. 論文標題 On the long-lasting "C-type" structures in the sodium lidargram: The lifetime of KelvinHelmholtz billows in the mesosphere and lower thermosphere region	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.	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) 10.1029/2019JA026630	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 Yamamoto, M., W. K. Hocking, S. Nozawa, J. Vierinen, H. Liu, and N. Nishitani	4. 巻 71
2. 論文標題 Special issue "Recent Advances in MST and EISCAT/Ionospheric Studies - Special Issue of the Joint MST15 and EISCAT18 Meetings, May 2017"	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-019-1070-2	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 Xu, H., K. Shiokawa, S. Oyama, and S. Nozawa	4. 巻 71
2. 論文標題 High-latitude thermospheric wind study using a Fabry-Perot interferometer at Tromso in Norway: averages and variations during quiet times	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-019-1093-8	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32件(うち招待講演 2件/うち国際学会 16件)

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuya D. Kawahara, Takuo Tsuda, Hiroshi Fujiwara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Yasunobu Ogawa, Toru Takahashi, Yasunobu Miyoshi, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Horizontal temperature gradients in the polar upper mesosphere and lower thermosphere above Tromsø, Norway
3. 学会等名 JpGU2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳、川端哲也、細川敬祐、小川泰信、藤井良一
2. 発表標題 トロンソに設置した5波長フォトメータを用いた北極域変動研究
3. 学会等名 MTI研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳、水野亮、中島拓、川端哲也、川原琢也、斎藤徳人、和田智之、津田卓雄、小川泰信、堤 雅基、高橋透、藤原 均
2. 発表標題 ライダーおよびレーダーによる北極域大気上下結合の研究
3. 学会等名 JCAR第一回北極研究計画WS
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳、宮岡宏、小川泰信
2. 発表標題 EISCAT_3Dレーダーを中心とした国内・国際共同研究の推進
3. 学会等名 極域における宙空圏観測・研究の将来構想に関する研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳、水野亮、中島拓、川端哲也、川原琢也、斎藤徳人、和田智之、津田卓雄、小川泰信、堤 雅基、高橋透、藤原 均
2. 発表標題 ライダー、レーダー、ミリ波分光計による北極域大気上下結合の研究
3. 学会等名 極域における宙空圏観測・研究の将来構想に関する研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳、川端哲也、細川敬祐、小川泰信、藤井良一
2. 発表標題 トロムソに設置した5波長フォトメータを用いた北極域変動研究
3. 学会等名 脈動オーロラ研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Yasunobu Ogawa, Hiroshi Fujiwara, Takuo Tsuda, Takuya D. Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Tetsuya Kawabata, Toru Takahashi, Masaki Tsutsumi, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Horizontal temperature gradients in the polar MLT region above Tromsø using sodium LIDAR data
3. 学会等名 第144回 SGEPPSS総会および講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Yasunobu Ogawa, Hiroshi Fujiwara, Takuo Tsuda, Takuya D. Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Tetsuya Kawabata, Toru Takahashi, Masaki Tsutsumi, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Horizontal temperature gradients in the polar MLT region (83-105 km) above Tromsø
3. 学会等名 The Ninth Symposium on Polar Science, 4-7 December 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野澤悟徳
2. 発表標題 EISCAT_3D計画に関する国際状況説明と日本の取り組み
3. 学会等名 2018年度EISCAT研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satorori NOZAWA
2. 発表標題 Activities and plans: Nagoya University
3. 学会等名 Mesospheric Dust Project Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satorori NOZAWA
2. 発表標題 Statistical study of sporadic sodium layer (SSL) using the sodium LIDAR at Tromsø
3. 学会等名 Mesospheric Dust Project Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nozawa, S., T. Kawahara, T.T. Tsuda, Y. Ogawa, T. Takahashi, N. Saito, S. Wada, H. Fujiwara, M. Tsutsumi, C. Hall, T. Kawabata, Y. Ogawa, A. Brekke
2. 発表標題 Sodium LIDAR observations of polar mesosphere and lower thermosphere
3. 学会等名 Laser Solutions for Space and the Earth 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nozawa, T. Kawahara, T. Tsuda, Y. Ogawa, H. Fujiwara, N. Saito, S. Wada, T. Takahashi, M. Tutumi, C. Hall, A. Brekke
2. 発表標題 Vertical motion of the neutral atmosphere above Tromsø
3. 学会等名 JpGU2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nozawa, T. Kawahara, T. Tsuda, Y. Ogawa, H. Fujiwara, N. Saito, S. Wada, T. Takahashi, M. Tutumi, C. Hall, A. Brekke
2. 発表標題 Vertical motion of the neutral atmosphere above Tromsø
3. 学会等名 第18回EISCAT国際シンポジウム (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nozawa
2. 発表標題 National EISCAT science case and user community in Japan
3. 学会等名 EISCAT_3D kick-off symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nozawa, T. Tsuda, Y. Ogawa, H. Fujiwara, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Wada, T. Takahashi, M. Tutumi, T. Kawabata, C. Hall, A. Brekke
2. 発表標題 Vertical motion of the neutral atmosphere in the winter polar MLT region using the sodium LIDAR at Tromsø
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第142 回総会・講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤悟徳
2. 発表標題 EISCATレーダー及びナトリウムライダー観測による 極域上部中間圏・下部熱圏変動の研究
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 第142 回総会・講演会(田中館賞受賞記念講演)(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Nozawa, T. D. Kawahara, Y. Ogawa, N. Saito, T. T. Tsuda, T. Takahashi, S. Wada, H. Fujiwara, M. Tsutsumi, C. Hall, T. Kawabata, A. Brekke
2. 発表標題 Studies of the polar lower thermosphere and mesosphere based on simultaneous observations of EISCAT radars and a sodium LIDAR
3. 学会等名 The Eighth Symposium on Polar Science
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 野澤悟徳
2. 発表標題 EISCAT_3Dレーダーを用いた日本の研究計画
3. 学会等名 2017年度EISCAT研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Sakiho Maeda, Takuya Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Takuo Tsuda, Toru Takahashi, Tetsuya Kawabata and Chris Hall
2. 発表標題 Atmospheric instabilities in the polar upper mesosphere
3. 学会等名 JpGU2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuya Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Takuo Tsuda, Tetsuya Kawabata and Chris Hall
2. 発表標題 Atmospheric instabilities in the polar upper mesosphere (2)
3. 学会等名 第150回 SGEPSO総会および講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuya Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Takuo Tsuda, and Tetsuya Kawabata
2. 発表標題 Study of atmospheric instabilities in the polar upper mesosphere between 80 and 105 km above Tromsø
3. 学会等名 The 12th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuo T. Tsuda, Norihito Saito, Toru Takahashi, Takuya Kawahara, Yasunobu Ogawa, Hitoshi Fujiwara, Satoshi Wada, Ogawa Youhei, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) observed at Tromsø
3. 学会等名 JpGU2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuo T. Tsuda, Norihito Saito, Toru Takahashi, Takuya Kawahara, Yasunobu Ogawa, Hitoshi Fujiwara, Satoshi Wada, Tetsuya Kawabata, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) observed at the high latitude station at Tromsø
3. 学会等名 The 10th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuo T. Tsuda, Norihito Saito, Takuya Kawahara, Satoshi Wada, Yasunobu Ogawa, Hitoshi Fujiwara, Toru Takahashi, Tetsuya Kawabata, Chris Hall, Asgeir Brekke
2. 発表標題 Statistical study of Sporadic Sodium Layers (SSLs) above Tromsø (2)
3. 学会等名 JpGU2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuo T. Tsuda, Norihito Saito, Takuya Kawahara, Satoshi Wada, Yasunobu Ogawa, Hitoshi Fujiwara, Toru Takahashi, Tetsuya Kawabata, Chris Hall, Asgeir Brekke
2. 発表標題 Statistical study of Sporadic Sodium Layers (SSLs) above Tromsø (3)
3. 学会等名 第148回 SGEPPSS総会および講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satorori Nozawa, Takuo T. Tsuda, Norihito Saito, Takuya Kawahara, Satoshi Wada, Yasunobu Ogawa, Hitoshi Fujiwara, Toru Takahashi, Tetsuya Kawabata, Chris Hall, and Asgeir Brekke
2. 発表標題 Statistical study of Sporadic Sodium Layer (SSL) in the polar MLT region
3. 学会等名 The 11th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野澤 悟徳
2. 発表標題 地球熱圏・中間圏・電離圏の地上観測手法 (EISCAT_3D・ライダー等)
3. 学会等名 宇宙地球結合系における物理機構・素過程に関する統合的研究形態・体系の構築・推進
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野澤悟徳、斎藤徳人、川原琢也、津田卓雄、川端哲也
2. 発表標題 ナトリウムライダーの今後の展望 EISCAT_3Dとの同時観測に向けて
3. 学会等名 EISCAT研究集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satonori Nozawa, Takuya Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Takuo Tsuda, and Tetsuya Kawabata
2. 発表標題 Occurrence probabilities of atmospheric instabilities in the polar upper mesosphere above Tromsø, Norway
3. 学会等名 5TH QUADRENNIAL SOLAR-TERRESTRIAL PHYSICS SYMPOSIUM (STP-15) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Goto, H., A. Mizuno, T. Nagahama, T. Nakajima, S. Nozawa, Y. Kojima, T. Kawabata, R. Fujimori, K. Suzuki, Y. Ogawa
2. 発表標題 Research on the Analysis of Nitric Oxide Molecular Spectral Data with Millimeter-wave Spectroscopic Observations in Tromsø, Norway
3. 学会等名 JpGU2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 後藤宏, 中島拓, 長濱智生, 野澤悟徳, 児島康介, 川端哲也, 藤森隆彰, 鈴木和司, 小川泰信, 水野亮
2. 発表標題 ノルウェー・トロムソにおけるNO ₂ 柱密度の導出と、高エネルギー電子の降り込みとの関係性の考察に関する研究
3. 学会等名 第150回 SGEPSS総会および講演会
4. 発表年 2021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
研究分担者	小川 泰信 (Ogawa Yasunobu) (00362210)	国立極地研究所・国際北極環境研究センター・准教授 (62611)	
研究分担者	川原 琢也 (Kawahara Takuya) (40273073)	信州大学・学術研究院工学系・准教授 (13601)	
研究分担者	藤原 均 (Fujwara Hitoshi) (50298741)	成蹊大学・理工学部・教授 (32629)	
研究分担者	水野 亮 (Mizuno Akira) (80212231)	名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授 (13901)	
研究分担者	堤 雅基 (Tsutsumi Masaki) (80280535)	国立極地研究所・研究教育系・教授 (62611)	

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
研究分担者	齋藤 徳人 (Saito Norihito) (90333327)	国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・ 上級研究員 (82401)	
研究分担者	津田 卓雄 (Tsuda Takuo) (90444421)	電気通信大学・大学院情報理工学研究科・准教授 (12612)	

	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	川端 哲也 (Kawabata Tetsuya)	名古屋大学・全学技術センター・技師 (13901)	
研究協力者	ホール クリス (Hall Chris)	ノルウェー北極大学・TGO・教授	UiTノルウェー北極大学

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		
ノルウェー	UiT The Arctic University of Norway	EISCAT科学協会	