



〒650-0034 神戸市中央区京町 83 番地三宮センチュリービル 3 階  
地球電磁気・地球惑星圏学会事務局

2024 年 11 月 15 日

地球電磁気・地球惑星圏学会  
会長 塩川 和夫

地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 プレスリリース論文のご案内

地球電磁気・地球惑星圏学会では、太陽フレアやオーロラに代表されるような太陽や地球周辺の宇宙空間の現象から、オゾン層に代表される中層大気、地震や火山、ダイナモ作用など地球内部の地磁気現象などを主な研究対象としています。近年、研究対象領域は月や惑星にまで拡大し、世界的にも特色ある研究活動を行っています。

本年度は、11 月 23 日(土)～11 月 27 日(水)、国立極地研究所にて、標記講演会を開催致します。4 日間を通して、特別セッション「2024 年 5 月巨大宇宙嵐における太陽地球系変動」(※)を含む特別セッション 2 件とレギュラーセッション 9 件において、最先端の研究発表や討論が行われる予定です。その中から顕著な研究成果や高いニュース性の認められた論文 3 件を「プレスリリース論文」としてご紹介いたします。詳細は別紙の「プレスリリース論文一覧」及びそれぞれの論文概要資料をご参照ください。個々の発表論文の詳細については、論文概要資料にある問い合わせ先にご連絡いただきたく、どうぞよろしくお願い致します。

※特別セッション「2024 年 5 月巨大宇宙嵐における太陽地球系変動」

今年 5 月に日本をはじめ世界各地でオーロラを発生させて話題となった大規模太陽フレアなどの巨大宇宙嵐について、研究者による最新の研究成果や GPS 測位、衛星運用、気象予報などに係る事業者の方から実際の影響などが報告される予定です。【招待講演者】伊師大貴(JAXA)、石井守(NICT/名大)、片岡龍峰(極地研)、北村成寿(名大)、木本雄吾(JAXA)、斉田季実治(ABLab)、斎藤享(電子航法研)、藤原智(ジェノバ)

お問合せ先

地球電磁気・地球惑星圏学会運営委員(プレスリリース担当)

臼井 洋一

Tel: 076-264-6521, Fax: 076-264-6545

電子メール [press2024@sgepss.org](mailto:press2024@sgepss.org)

# 地球電磁気・地球惑星圏学会 2024 年秋季年会 プレスリリース論文一覧

## (1) 2024 年能登半島地震による海底での津波の化石の発見

(論文タイトル：2024 年能登半島地震で堆積した海底津波堆積物の磁気的手段による検知)

川村 紀子(海上保安庁海上保安大学校) ほか

(関連発表：11 月 25 日 (月) 17:00-17:15 D 会場)

海上保安庁海上保安大学校 (以下「海保大」) と海洋情報部は、2024 年 1 月 1 日の能登半島地震前に石川県珠洲市長橋町沖の断層付近の盆地内から採取された海底堆積物と同じ場所で地震発生後に採取された堆積物を比較して、津波により海底での物質の移動が起こった可能性を示しました。また地震前後に観測した海底地形データを比較して地震前後で盆地の地形が維持されていたことを明らかにしました。このような堆積物は津波堆積物と呼ばれ、「津波の化石」として、これまで過去の津波を解明してきました。「津波の化石」は、津波記録が欠損した地域から津波の流速や周期性などのデータを提供することができます。

## (2) 磁気嵐による地球大気最上部の変動を発見

～高度 500 km のヘリウムの観測、宇宙天気予報の改善や拡張に貢献～

(論文タイトル：Thermospheric orthohelium variations associated with a moderate storm on February 2023: the NIRAS-2 observations at Longyearbyen)

西山 尚典(情報・システム研究機構・国立極地研究所) ほか

(関連発表：11 月 24 日 (日) 16:45～17:00 A 会場)

国立極地研究所、東北大学、電気通信大学、産業技術総合研究所の研究グループは、2023 年 2 月 26 日世界共通時 19 時頃に発生した磁気嵐\*1 によって、地球大気最上部 (高度 500 km 付近) に存在するヘリウムが急激に減少する現象を世界で初めて観測しました。この現象は、スバル諸島ロングイヤービン (北緯 78 度) に設置された光学機器と大型レーダーの同時観測により明らかになり、磁気嵐発生後わずか 1 時間以内にヘリウムの減少が観測され、その後数日程度減少は継続しました。この観測結果は、磁気嵐の影響が地球大気内部で「下から上」へと伝搬し、地球大気の外縁部で人工衛星や国際宇宙ステーションが飛翔する高度に予想以上の速さで到達したことを示し、社会インフラを支える「宇宙天気」の予報精度の改善や予測高度範囲の拡張に貢献すると考えられます。

## (3) スーパープレッシャー気球による南極域の大気重力波観測計画

～スーパープレッシャー気球による日本初の科学観測～

(論文タイトル：南極域における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測 (LODEWAVE : LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica) : 第 2 回キャンペーン観測の報告)

富川 喜弘(情報・システム研究機構 国立極地研究所) ほか

(関連発表：11 月 25 日 (月) 14:55～15:10 B 会場)

国立極地研究所などの研究グループは、日本独自のスーパープレッシャー気球 2 機を 2024 年 1-2 月に南極・昭和基地から放球し、南極域における大気重力波の動態や役割を調べる観測を実施しました。同観測では、高度 18km 付近の下部成層圏における大気重力波起源の風速変動を捉えるとともに、気球放球時の制約条件を従来よりも大幅に緩和することに成功しました。新たな成層圏プラットフォームであるスーパープレッシャー気球を用いた観測技術の確立は、将来的に様々な科学・商業分野への応用につながると期待されます。

## 2024年能登半島地震による海底での津波の化石の発見

### 【概要】

海上保安庁海上保安大学校(以下「海保大」と呼ぶ)と海洋情報部は、2024年1月1日の能登半島地震前に石川県珠洲市長橋町沖の断層付近の盆地内から採取された海底堆積物と同じ場所で地震発生後に採取された堆積物を比較して、津波により海底での物質の移動が起こった可能性を示しました。また地震前後に観測した海底地形データを比較して地震前後で盆地の地形が維持されていたことを明らかにしました。このような堆積物は津波堆積物と呼ばれ、「津波の化石」として、これまで過去の津波を解明してきました。「津波の化石」は、津波記録が欠損した地域から津波の流速や周期性などのデータを提供することができます。

### 【背景】

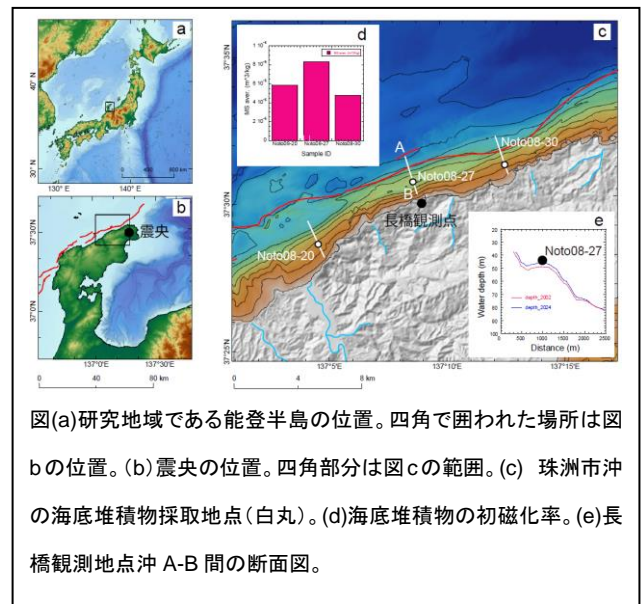
文字のある時代人々が住んでいた地域では、津波についての記録が日記などに残されますが、そうでなかった地域では過去の津波の記録は地質記録を調べるしかありません。津波発生直後には陸上でも津波堆積物が発見されますが、降水や耕作などによって次第に取り除かれてしまいます。また2024年能登半島地震では石川県珠洲市長橋町に気象庁が津波計を設置していましたが、この地域が地震によって隆起したため津波による潮位の上昇を確認できず、欠測となりました。よって津波についての情報を得るためには海底で津波の化石が保存されやすい場所、つまり盆地などを発見することが重要です。

### 【今回の成果】

海保大と海洋情報部では、石川県珠洲市長橋町の沖合で2002年と2024年2月に海底地形データを取得して比較し、地震後に断層が約4m隆起したことを明らかにしました。また2024年2月に断層上の盆地から海底堆積物試料を採取して、地震発生前の2008年に同じ場所から採取された海底堆積物の粒形を比較すると、地震発生後に採取した堆積物の平均粒径が細粒砂から粗粒砂へと増加していること、砂地に生息する貝片が混入していることが明らかになりました。これまでの研究で東日本大震災時の仙台湾の海底堆積物の初磁化率の増減から津波堆積物を同定した例があり、能登半島長橋沖の海底堆積物の初磁化率を測定したところ、津波後に比較的高い初磁化率を持つ海底堆積物であることが判りました。2008年～2023年の気象庁の観測データからは、2018年に台風の通過や降水量の増加があり、2023年にも能登半島で地震が発生していますが、この海底堆積物の平均粒径や高い初磁化率の原因となったのは津波によって異なる場所から運ばれてきた物質による影響が大きいと考えられます。今後、この盆地から新たに海底堆積物コア試料が採取されて、津波堆積物と地層の年代から過去の津波の有無やその周期性が解明できれば、将来の防災対策に役立てることができそうです。

### 【今後の展望】

なお、本研究結果の詳細については、2024年11月25日に行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会」で発表される予定です。



図(a)研究地域である能登半島の位置。四角で囲われた場所は図bの位置。(b)震央の位置。四角部分は図cの範囲。(c) 珠洲市沖の海底堆積物採取地点(白丸)。(d)海底堆積物の初磁化率。(e)長橋観測地点沖 A-B 間の断面図。

---

< 本件に関する問い合わせ先 >

海上保安庁海上保安大学校  
基礎教育講座

川村紀子

Tel: 0823-21-4961

E-mail: [kawamura-noriko@jcga.ac.jp](mailto:kawamura-noriko@jcga.ac.jp)

< SGE PSS プレスリリース担当 >

運営委員 臼井洋一

Tel: 076-264-6521

Fax: 076-264-6545

E-mail: [press2024@sgepss.org](mailto:press2024@sgepss.org)

< 海上保安大学校担当 >

海上保安国際研究センター 主任

教育支援官

新家美奈子

Tel: 0823-21-4961

E-mail: [m-shinya@jcga.ac.jp](mailto:m-shinya@jcga.ac.jp)

## 磁気嵐起源の「下から上」へ伝わった地球大気最上部の変動を発見 ～高度 500 km のヘリウムの観測、宇宙天気予報の改善や拡張に貢献～

### 【概要】

国立極地研究所、東北大学、電気通信大学、産業技術総合研究所の研究グループは、2023年2月26日世界共通時19時頃に発生した磁気嵐<sup>\*1</sup>によって、地球大気最上部(高度500 km付近)に存在するヘリウムが急激に減少する現象を世界で初めて観測しました。この現象は、スバル諸島ロングイヤービン(北緯78度)に設置された光学機器と大型レーダーの同時観測により明らかになり、磁気嵐発生後わずか1時間以内にヘリウムの減少が観測され、その後数日程度減少は継続しました。この観測結果は、磁気嵐の影響が地球大気内部で「下から上」へと伝搬し、地球大気の外縁部で人工衛星や国際宇宙ステーションが飛翔する高度に予想以上の速さで到達したことを示し、社会インフラを支える「宇宙天気」の予報精度の改善や予測高度範囲の拡張に貢献すると考えられます。

### 【背景】

地球大気高度300 km - 500 kmの領域は上部熱圏と呼ばれ、宇宙空間との最上部の境界に位置するため、太陽活動の影響が著しい領域です。しかし、地上からのリモートセンシング手段が限られ、特に極域は磁気嵐の影響が大きいかに関わらず定常的な観測は全く行われていませんでした。そのため、時間的に連続した観測によって、上部熱圏がどのような時間・空間のスケールで変動するのか、その特徴や物理プロセスを把握する必要があります。

### 【今回の成果】

そこで、本研究は上部熱圏の観測ターゲットとして高度500 kmを中心に存在する準安定ヘリウム<sup>\*2</sup>に注目し(以下、ヘリウム)、波長1083 nmのヘリウム発光に感度を持つ最新のInGaAs検出器<sup>\*3</sup>を利用した観測機器を開発し、北極に位置するスバル諸島のロングイヤービン(北緯78度)での定常観測を開始しました。2023年2月26日の中規模の磁気嵐発生後に、わずか1時間以内でヘリウムの減少が確認され、また、近接する大型レーダー、European Incoherent Scatter Svalbard Radar<sup>\*4</sup>は、磁気嵐の発達に伴い高度100 km - 120 kmで強い大気加熱が発生したこと、および、加熱された窒素分子が少なくとも高度300 kmまで上昇したことを示しました。さらに窒素分子は高度500 km付近まで上昇し、窒素分子とヘリウムとの衝突・エネルギー交換により、ヘリウムが減少する反応を促進させたと考えられます(図1及び別紙、補足資料を参照)。

今回の観測結果は宇宙空間から地球大気へ「上から下」に伝わった磁気嵐の影響が、異なる形で「下から上」へと再び伝搬し、地球大気の外縁部高度500 kmまで予想以上の速さで到達したことを示唆します。上部熱圏は、2022年2月に打ち上げ直後のStarlink衛星<sup>\*5</sup>のうち38機が磁気嵐の影響で軌道投入に失敗しロストするなど、低軌道衛星の運用に非常に重要な領域です。したがって、上部熱圏の変動プロセスの理解は、社会インフラを支える「宇宙天気予報」の精度の改善や予測高度範囲の拡張に貢献すると考えられます。

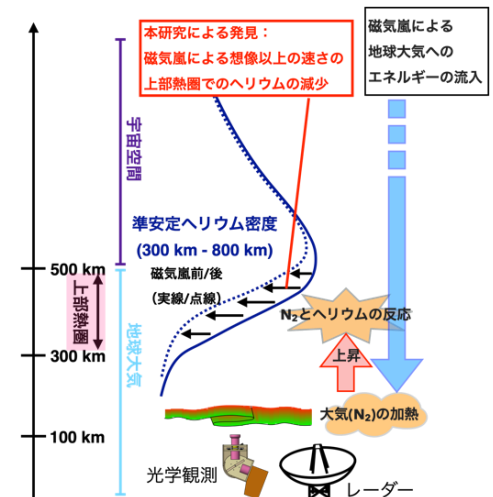


図1 観測の概要と予想されるメカニズム



## 【今後の展望】

今回の観測事例では、窒素分子が高度 500 km まで上昇したことが示唆されますが、詳細な窒素分子の加熱プロセスや、ヘリウムとの反応量は数値モデルによる検証が必要です。また、準安定性ヘリウムは火星や系外惑星の大気観測でも重要なターゲットであり、惑星観測・探査とも協力しながらリモートセンシング技術の向上（ヘリウムの温度や速度の導出など）を進めます。なお、本研究結果の詳細については、2024 年 11 月 24 日に東京都立川市で行われる「地球電磁気・地球惑星圏学会 第 156 回総会および講演会」で発表される予定です。

### <用語説明>

#### \*1: 磁気嵐

太陽で大規模な爆発が発生すると、大量のプラズマ（イオンと電子に電離したガス）が放出されます。そのプラズマが地球に到達したときに、地球の磁場や大気が全球的に乱れる現象。磁気嵐が起きるときには極域ではオーロラ爆発が頻繁に発生することが知られています。

#### \*2: 準安定ヘリウム

原子に光や粒子によるエネルギーを与えると、一時的に高いエネルギーを保つ、「励起」と呼ばれる状態になることが知られています。通常であれば、励起した原子は光などのエネルギーを放出して、ナノ秒 ( $10^{-9}$ ) からマイクロ秒 ( $10^{-6}$ ) 程度の短い時間で励起状態から通常の状態へ戻りますが、熱圏のヘリウムは励起状態が 2 時間程度続くなど、寿命が非常に長いことが知られており、準安定ヘリウムと呼ばれ区別されています。

#### \*3: InGaAs 検出器

インジウム (In) とガリウム (Ga) とヒ素 (As) からなる化合物半導体。通常のカメラなどに用いられるシリコン (Si) による半導体が可視光の光に感度を有し、効率良く測定できる（一方で、長波長には感度を持たないため、近赤外域の測定には用いることができない）のに対し、より波長の長い光（通常は 900 nm - 1600 nm）に感度を有し、電気信号を発生させる性質があります。これにより、InGaAs 検出器に入ってくる短波長赤外の光の量を電気信号の大きさとして計測することができます。

#### \*4: European Incoherent Scatter Svalbard Radar

スバルバル諸島のロングイヤービン（北緯 78 度、東経 16 度）に設置されている、直径 42 m と 32 m のパラボラアンテナ 2 台を運用する大型大気レーダー。日本、ノルウェー、スウェーデン、フィンランド、英国、中国の 6 か国による EISCAT 科学協会が運営。強力な電波を上空に向けて発射し、大気中で散乱され戻ってきた微弱な電波を検出することで、磁気嵐やオーロラ発生時に密度が増える電子の密度や温度、イオンの温度や電場などを高度ごとに測定することができます。

#### \*5: Starlink 衛星

アメリカの民間企業 SpaceX（正式名称: Space Exploration Technologies Corp.）が開発、打ち上げ、運用する低軌道衛星で、総数が数千機にもなる大規模な衛星コンステレーション（衛星群）を構成しています。これらの衛星群と地上ステーションを繋ぐことで、衛星インターネットアクセスサービスを提供しています。

---

#### < 本件に関する問い合わせ先 >

情報・システム研究機構 国立極地研究所  
西山尚典  
Tel: 042-512-0657  
E-mail: nishiyama.takanori@nipr.ac.jp

電気通信大学大学院情報理工学研究科  
情報・ネットワーク工学専攻  
宇宙・電磁環境研究センター  
津田卓雄  
Tel: 042-443-5214  
E-mail: takuo.tsuda@uec.ac.jp

電気通信大学総務部総務企画課広報係  
Tel: 042-443-5019  
Fax: 042-443-5887  
E-mail: kouhou-k@office.uec.ac.jp

#### < SGEPPS プレスリリース担当 >

運営委員 臼井洋一  
Tel: 076-264-6521  
Fax: 076-264-6545  
E-mail: press2024@sgepps.org

<補足資料>

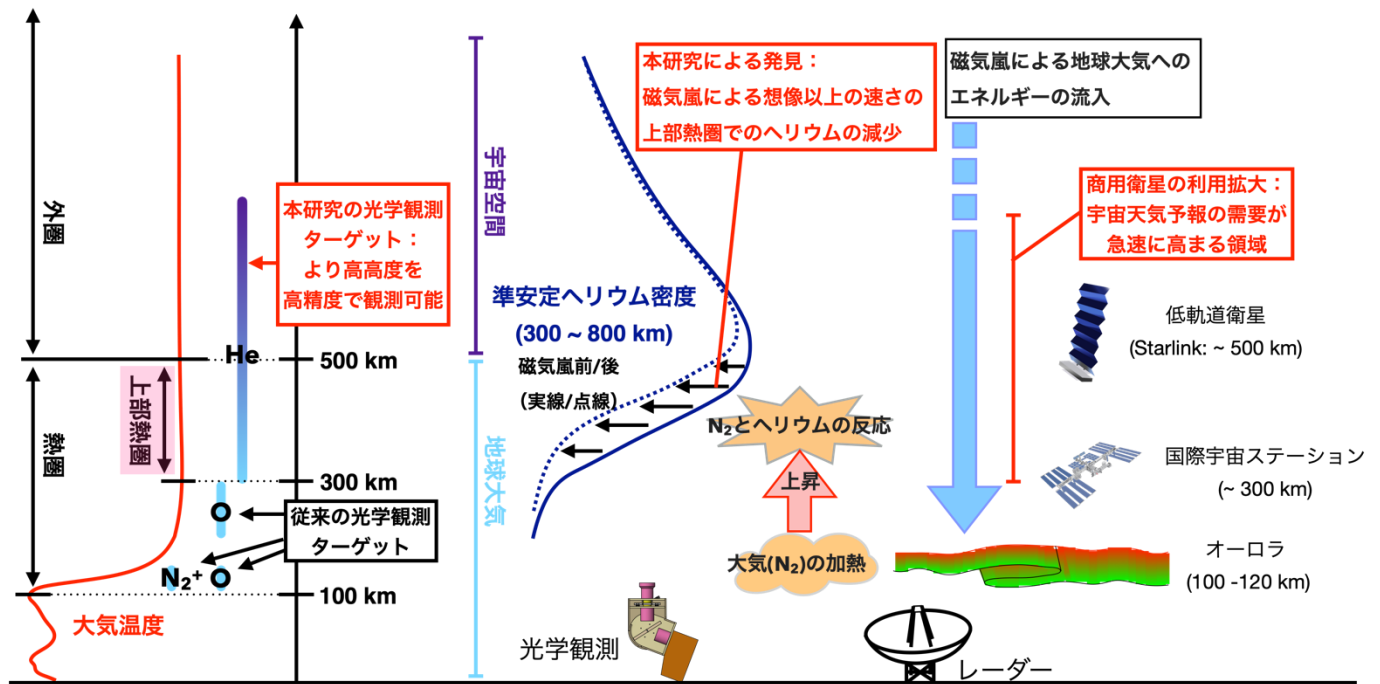


図 2 地球大気および地球近傍の宇宙空間の鉛直構造と観測の概要、ヘリウムの分布する中心高度は国際宇宙ステーションや Starlink 衛星が飛翔する高度と重なります。(ISS image: @ESA)

観測結果のキーポイント

- ・磁気嵐開始後に1時間以内にヘリウムの明るさが急激に減少し、OH分子(高度80 km)の発光の明るさと比べても明らかに減少していることと、全観測期間(17日間)における統計的な変化では説明できない減少量であることが分かりました。このヘリウムの減少は数日程度継続しました。
- ・一方で、ヘリウムの減少期間中も、数時間程度のスケールでヘリウムが急激な増加を示したことも明らかになりました。レーダーによる観測から、電子密度の増加も同時に発生しており、宇宙空間から地球大気に降り注ぐ粒子によってヘリウムの増加が引き起こされたことが示唆されます。

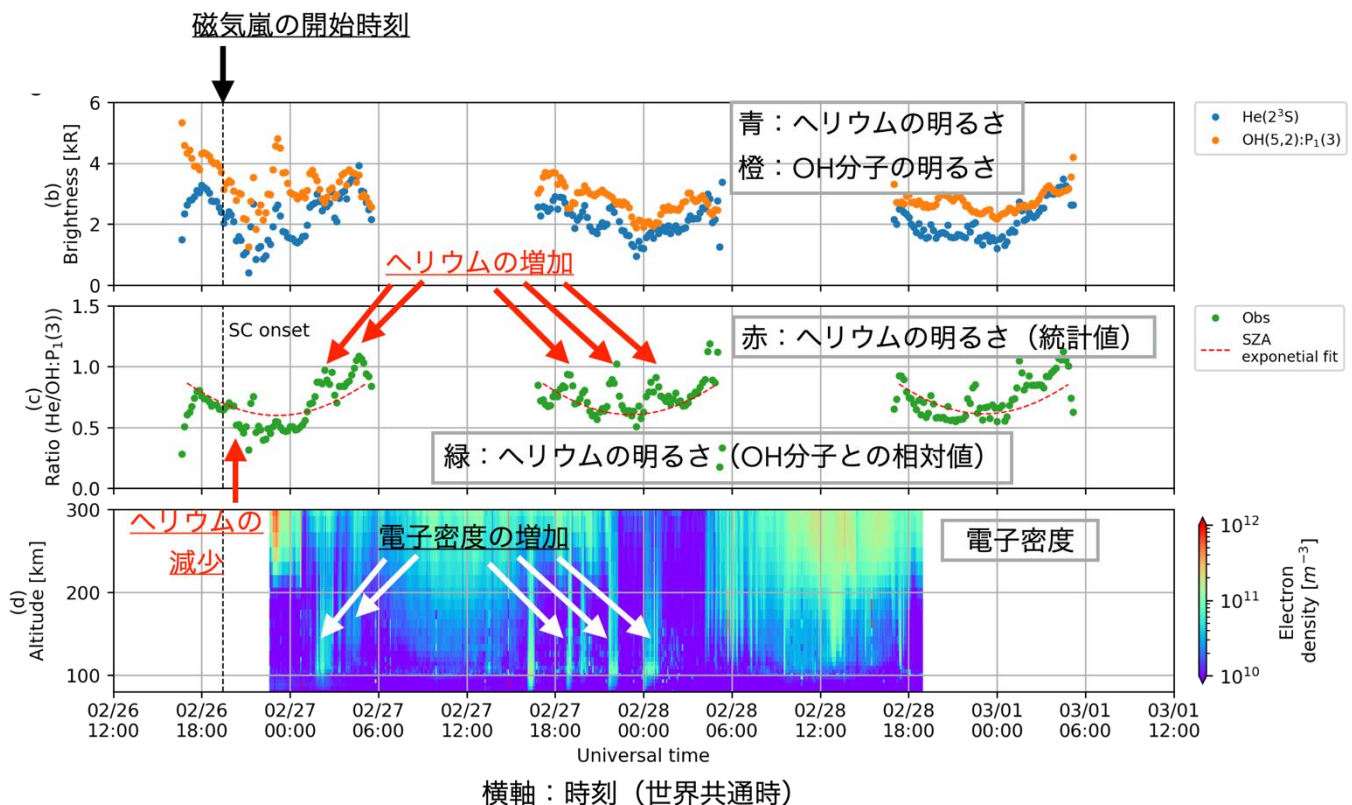


図 3 磁気嵐直後における光学観測結果(ヘリウムおよび OH 分子の発光)とレーダー観測結果(電子密度)

## 地上観測手法のキーポイント

- ・上部熱圏を対象とした従来の光学観測は、高度 200 km 付近の酸素原子の観測が主流でしたが、ヘリウムを観測することでさらに高高度の熱圏上部の変化を捉えました。
- ・光学観測装置は産業技術総合研究所・計量標準総合センターのスペクトル標準を基に感度校正されており、海外の研究者との相互データ比較の際に高い信頼性を有します。
- ・磁気嵐の影響が顕著な極域で、高い時間分解能を有する光学観測を2週間以上にわたって実施し、磁気嵐発生直後におけるレーダー観測を組み合わせた世界で初めての観測例です。

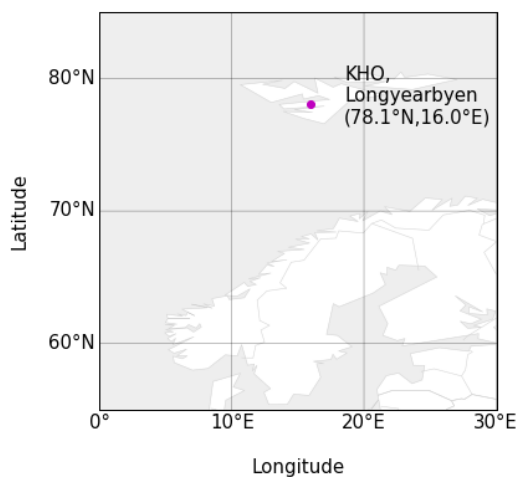


図 4(左)スバルバル諸島及びロングイヤービンの位置(右)ロングイヤービンの Kjell Henriksen Observatory からの風景



プレスリリース

2024年11月15日

地球電磁気・地球惑星圏学会

国立極地研究所

## スーパープレッシャー気球による南極域の大気重力波観測計画

～スーパープレッシャー気球による日本初の科学観測～

### 【概要】

国立極地研究所などの研究グループは、日本独自のスーパープレッシャー気球2機を2024年1-2月に南極・昭和基地から放球し、南極域における大気重力波の動態や役割を調べる観測を実施しました。同観測では、高度18km付近の下部成層圏における大気重力波起源の風速変動を捉えるとともに、気球放球時の制約条件を従来よりも大幅に緩和することに成功しました。新たな成層圏プラットフォームであるスーパープレッシャー気球を用いた観測技術の確立は、将来的に様々な科学・商業分野への応用につながると期待されます。

### 【背景】

スーパープレッシャー気球は、体積を一定に保つことでほぼ一定の高度を長ければ数か月にわたって飛翔することができます。高度約20kmの成層圏に長期滞在可能な新たな観測・通信プラットフォームとして注目されています。本研究グループでは、スーパープレッシャー気球による大気重力波(\*1)観測の有効性に着目し、同観測の実現を目指してきました。2022年1-2月にはその第1回のキャンペーン観測を南極・昭和基地で実施し、3機のスーパープレッシャー気球を飛翔させることに成功しました。これがスーパープレッシャー気球による日本初の科学観測となります。その後、次回の観測に向けて気球や放球方法の改良に取り組んできました。

### 【今回の成果】

第2回キャンペーン観測として、2024年1-2月に南極・昭和基地より2機のスーパープレッシャー気球を放球し、高度18km付近を飛翔させることに成功しました。観測では、周期が慣性周期(\*2)に近い大気重力波による水平風速と飛跡(図1)の振動を捉えることに成功しました。今回のキャンペーン観測中には南極唯一の大型大気レーダーである南極昭和基地大型大気レーダー(PANSY)(\*3)との同時観測も行っており、PANSYでも同様の風速変動が観測されました。また、第1回のキャンペーン観測では地上風速が3m/s以下でしか放球することができませんでしたが、気球中央部を縛って気球下部が広がることを防ぐネクタイを導入することで、より強い地上風速でも放球可能であることを実証しました。一方で、飛翔期間は目標の10日以上に対して3日以下にとどまり(\*4)、更なる気球の改良が必要なことも明らかとなりました。これらの結果は、大気重力波研究の最新の成果であるだけでなく、日本独自のスーパープレッシャー気球の様々な科学・商業分野への応用に向けて大きな一歩となる成果です。

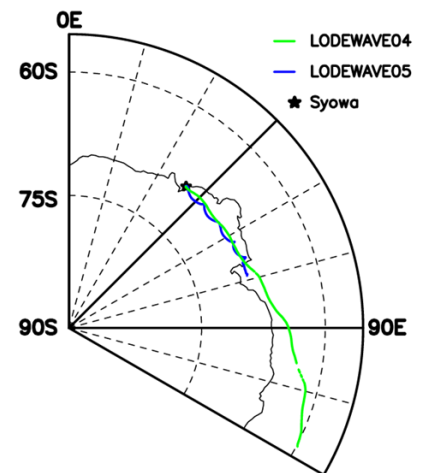


図1: 放球した2機のスーパープレッシャー気球の飛跡。

### 【今後の展望】

今後、スーパープレッシャー気球の更なる改良を進め、次回のキャンペーン観測を2027年4-11月に南極・昭和基地で実施する予定です。また、国際連携による海外基地での実施や他の観測装置の搭載についても検討を進めていきます。なお、本研究結果の詳細については、2024年11月25日に東京都立川市で行われる「第156回地球電磁気・地球惑星圏学会 総会および講演会」で発表される予定です。

<用語解説>

\*1 大気重力波:浮力を復元力とする大気波動で、運動量を発生領域から遠く離れた場所へと輸送することで、その場所の風速や温度を変動させます。長期的な気候変動を予測・再現するために、大気重力波が風や温度を変える効果を定量的に明らかにすることが求められています。

\*2 慣性周期:地球の自転に伴う空気塊の回転運動の周期。大気重力波の周期の上限でもあり、昭和基地付近では約 13 時間です。

\*3 南極・昭和基地大型大気レーダー(PANSY):約 1000 本のアンテナで構成される南極唯一の大型大気レーダー。2011 年に南極・昭和基地に設置され、2012 年から連続観測を継続しています。

\*4 2 機の気球の内、1 機目(図 1 の緑線)は南緯 60 度を越えた時点(COMNAP(南極観測実施責任者評議会)との取り決めによる)で、2 機目(図 1 の青線)は浮力を失った時点でカッターコマンドを送信し、気球と観測装置を降下させて観測を終了しました。

---

< 本件に関する問い合わせ先 >

情報・システム研究機構 国立極地研究所  
先端研究推進系  
富川 喜弘  
Tel: 042-512-0660  
E-mail: tomikawa@nipr.ac.jp

< SGEPS プレスリリース担当 >

運営委員 臼井洋一  
Tel: 076-264-6521  
Fax: 076-264-6545  
E-mail: press2024@sgeps.org