

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：62611

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01160

研究課題名（和文）南極域における先進的気球・レーダー観測を用いた大気重力波の三次元特性の解明

研究課題名（英文）Three-Dimensional Characteristics of Atmospheric Gravity Waves Using Advanced Balloon and Radar Observations in the Antarctic Region

研究代表者

富川 喜弘 (Tomikawa, Yoshihiro)

国立極地研究所・先端研究推進系・准教授

研究者番号：20435499

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 14,460,000円

研究成果の概要（和文）：南極域における大気重力波による運動量輸送の水平分布を捉えることを目的として、スーパープレッシャー（SP）気球による重力波観測計画（LODEWAVE）を立ち上げ、2回のキャンペーンを実施した。計5機のSP気球の放球に成功したが、下部成層圏におけるレベルフライトはいずれも3日以内に留まった。PANSYレーダーとの同時観測データを解析したところ、同一の近慣性周期重力波の波束を捉えていた。最新の大気再解析データと比較したところ、再解析データ中で定性的には表現されていた重力波波束が、静的安定度の高い領域に伝播して鉛直波長が短くなることで陽に表現できなくなった可能性があることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

成層圏を長期間飛翔可能なSP気球は、科学観測や通信網構築の新たなプラットフォームとして米仏を中心に開発が進んでいるものの、日本では実現していなかった。本研究では、SP気球による科学観測に日本で初めて成功し、今後のSP気球の開発・普及への足掛かりとなると期待される。また、気候モデルの主要な不確定要素の1つである重力波による運動量輸送を、SP気球と大型大気レーダーで同時に捉える試みは本研究が世界初であり、今後の観測データの蓄積により、重力波研究の進展と気候変動予測の精度向上に貢献できると考えている。

研究成果の概要（英文）：In order to capture the horizontal distribution of momentum transport by atmospheric gravity waves in the Antarctic region, we established a gravity wave observation program (LODEWAVE) using super-pressure (SP) balloons and conducted two campaigns. A total of five SP balloons were successfully launched, but the level flights in the lower stratosphere were all limited to three days or less. An analysis of simultaneous observation data with the PANSY radar showed that they captured the same near-inertial frequency gravity wave packets. Comparison with the latest atmospheric reanalysis data revealed that the gravity wave packets, which were qualitatively represented in the reanalysis data, may no longer be represented explicitly due to the shortening of vertical wavelengths as they propagated into regions of high static stability.

研究分野：中層大気科学

キーワード：大気重力波 スーパープレッシャー気球 大型大気レーダー 南極

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

大気重力波は浮力を復元力とする大気波動で、運動量を遠隔輸送することで全球規模の子午面循環を駆動し、特に中層大気中の風・温度・物質分布の決定に重要な役割を果たす。しかし、その空間スケールは数 km から数千 km、時間スケールは数分から数十時間と幅広く、重力波の励起・伝播・消散という一連の過程の全容を捉え、子午面循環の駆動に果たす役割を定量的に評価・再現することは最新の観測・モデルのいずれでも容易ではない。近年、捉えられる波数帯域は限られるものの、重力波の振幅の全球分布が衛星観測により得られるようになり、重力波の振幅が特に大きいホットスポット(南米アンデス山脈から南極半島にかけての領域など)が存在することも明らかになった。しかし、重力波の鉛直波長は背景水平風により大きく変化するため、水平分解能はよくても鉛直分解能の良くない衛星によるナディア観測では、背景風の強さを反映するような見かけの重力波分布が捉えられる危険性がありその解釈が難しい。リム観測では鉛直分解能は高いが水平分解能はよくないため、大きな運動量フラックスを持ちうる小水平スケールの重力波を捕らえることができない。したがって、重力波の作用を定量的に調べるためには、水平・鉛直とも分解能の高い観測が不可欠である。

近年、モデルに観測データを同化して現実的な気象場を得るためのデータ同化手法が大きく進歩し、そうして得られる全球の気象場が様々な気象・気候研究に利用されている。それらは気象再解析データと呼ばれ、使用される数値予報モデルの高解像度化に伴って、長周期・長波長の重力波についてはある程度、表現できるようになってきた。それらの重力波による運動量輸送の水平分布は観測とも整合的であることが報告されているが、定量的には大きなずれがあるのが現状である。一方、モデルの解像度よりも小さなスケールの重力波による運動量輸送の効果は、重力波パラメタリゼーションと呼ばれるパラメータ化により取り入れられているが、パラメータに拘束を課す観測データが特に不足している南極域では、モデル間に大きな差異がある。気象再解析データでは、観測データを同化することでそのずれを軽減することができるが、気候モデルの将来予測では重力波の効果を正しくモデルに取り入れられないかぎり、上述の問題を解消することはできない。

現在、重力波の全周期帯をカバーし、かつこれに伴う運動量輸送を推定できる手法としては、大型大気レーダーによる3次元風速の観測と、上空を長期間周遊するスーパープレッシャー(SP)気球による気圧・2次元風速の観測がある。南極昭和基地大型大気レーダー(PANSY: Program of the Antarctic Syowa MST/IS radar)は、研究代表者らを含む研究グループ(代表: 佐藤薫)が設置した南極域唯一の大型大気レーダーであり、世界的に見ても365日24時間体制で稼働している大型大気レーダーはPANSYレーダーのみである。PANSYレーダーは、対流圏から下部成層圏の風速3成分を高時間・高鉛直分解能で観測することができ、重力波の全周期帯(南極では約5分~十数時間)の運動量フラックスを直接推定することができる。

一方、一定の密度面を1か月以上の長期にわたって浮遊するSP気球は、全周期帯の重力波による運動量輸送を観測するだけでなく、その水平分布も捉えることができる。CNES(フランス国立宇宙研究センター)を中心とする国際研究グループは、南極域においてSP気球を用いた2回のキャンペーン観測(2005、2010年)を行い、南極域全域における重力波の運動量輸送や空間分布を捉えることに成功した。しかし、当時はPANSYレーダーは稼働していなかった。

そこで、PANSYレーダーによる拠点観測とSP気球による面的観測を組み合わせた重力波研究を実施するため、南極域における大気重力波のSP気球観測計画(Long-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica: LODEWAVE)を立案した。

### 2. 研究の目的

本研究では、南極域でのSP気球観測およびPANSYレーダー観測に、長周期の重力波を表現可能な最新の大気再解析データを組みあわせ、

- ・南極上空の重力波の間欠性やスペクトル分布がどうなっているか
- ・南極上空の重力波の振幅や運動量輸送の3次元分布がどうなっているか
- ・現在のモデルや重力波パラメタリゼーションで南半球大気場の正確な再現・予測は可能かという問いに対する定量的な答えを与えることを目指す。

### 3. 研究の方法

#### 1) 昭和基地で2回のLODEWAVEキャンペーン観測を実施

南極昭和基地(南緯69.0度、東経39.6度)において、2022年1~2月と2024年1~2月にそれぞれLODEWAVEのキャンペーン観測を実施した。併せて、第1回キャンペーン時にはPANSYレーダーによる対流圏・成層圏の標準観測を、第2回キャンペーン時にはPANSYレーダーによる対流圏・成層圏の高時間分解能観測、およびHYFLITS気球を用いた乱流観測を併せて実施した。

#### 2) LODEWAVE/PANSY同時観測データを用いた近慣性周期重力波の研究

第1回キャンペーン観測で捉えられた下部成層圏の近慣性周期重力波について、LODEWAVEとPANSYレーダーの同時観測データ、および最新の大気再解析データ(ERA5)を用いて近慣性周期

重力波の特徴（波長、周期、伝播方向等）を調べ、ERA5 が重力波をどの程度表現しているかを検証した。

#### 4．研究成果

##### 1）第1回キャンペーン観測の実施

LODEWAVE の第1回キャンペーン観測を2022年1~2月に南極昭和基地で実施した。同キャンペーンで使用したSP気球は、高い気密性を実現するため、内側がゴム気球、外側がポリエチレンフィルムの二重皮膜とし、耐圧性を高めるためのベクトラン網で外側を覆った。同キャンペーンでは3機のSP気球を放球し、下部成層圏（高度18km付近）におけるレベルフライトによる観測には成功したが、レベルフライトの期間はいずれも3日以内に留まった（図1）。一方で、気球監視体制の構築や放球方法の確立など、南極域における今後のSP気球観測実施に必要な基盤を整備することができた。これが、日本におけるSP気球による初の科学観測となる。また、キャンペーン観測期間中、PANSYレーダーによる対流圏・成層圏の標準観測を並行して実施した。本キャンペーン観測の詳細は富川ほか（2024）で報告した。

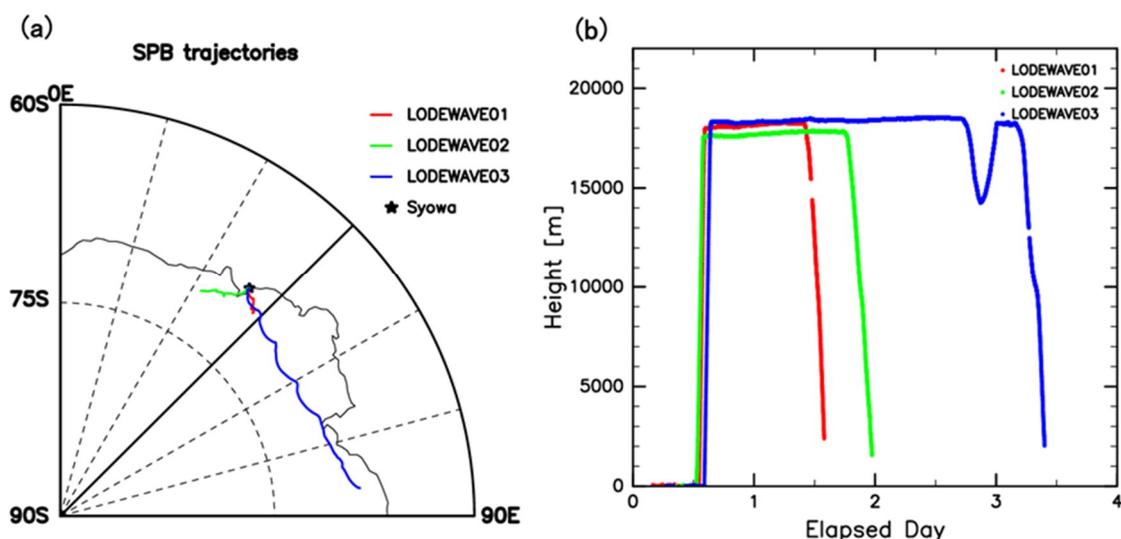


図1：LODEWAVE 第1回キャンペーン観測における3機のSP気球の（a）飛跡と（b）高度。（a）の星は昭和基地。（b）の横軸は放球日の00UTからの経過日数。

##### 2）SP気球の改良と第2回キャンペーン観測の実施

第1回キャンペーン観測ではSP気球の10日以上飛揚を目指していた（Tomikawa et al., 2023）が、上述の通り、飛揚期間は1~3日と目標には届かなかった。SP気球の差圧データの解析から、SP気球が想定より早く降下したのは、内側のゴム気球が想定より早く破裂したためと考えられている（Saito et al., 2023）。そこで、第1回キャンペーン観測終了後、真空中でゴム気球の皮膜の紫外線劣化試験を行った。その結果、引っ張りのない皮膜は4.4日間照射しても初期強度の半分を維持したのに対し、5倍に引っ張った皮膜は0.3日で強度が初期の半分まで低下した。飛揚中にゴム気球の皮膜が約5倍に引き伸ばされることを考慮すると、数時間という極めて短い時間スケールで強度が失われることがわかった。そのため、第2回キャンペーン観測では外側・内側が共にポリエチレンフィルム製のSP気球を製作し、観測に使用することとした。

上記で改良したSP気球を用いたLODEWAVEの第2回キャンペーン観測を、2024年1~2月に南極昭和基地で実施した。同キャンペーンでは2機のSP気球を放球し、下部成層圏（高度18~19km）におけるレベルフライトによる観測には成功したが、レベルフライトの期間は第1回と同様、いずれも3日以内に留まった（図2）。また、同キャンペーン観測の期間中、PANSYレーダーによる対流圏・成層圏の高時間分解能観測、およびHYFLITS気球を用いた乱流観測を併せて実施した。

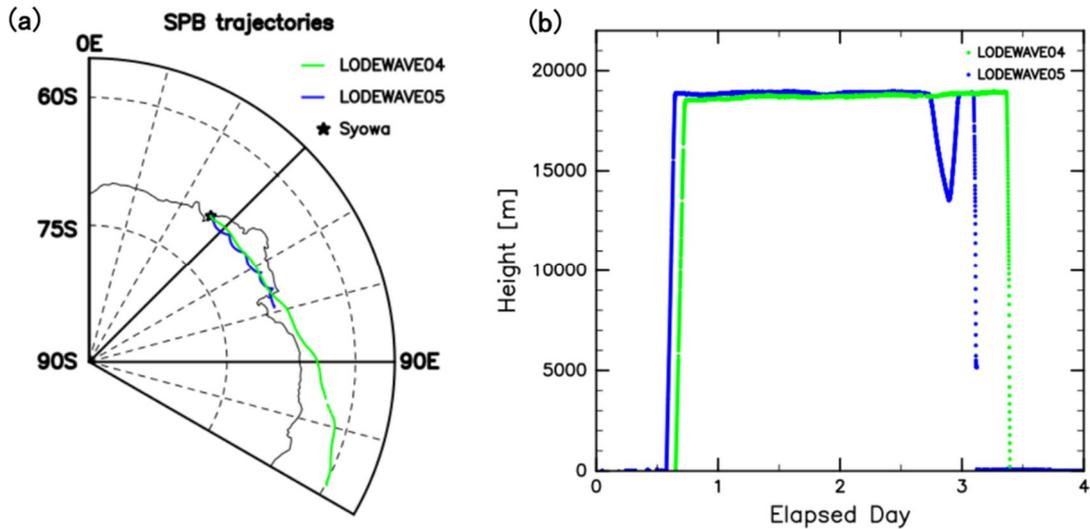


図 2 : LODEWAVE 第 2 回キャンペーン観測における 2 機の SP 気球の (a) 飛跡と (b) 高度。(a) の星は昭和基地。(b) の横軸は放球日の 00UT からの経過日数。

### 3) SP 気球と PANSY の同時観測で捉えた近慣性周期重力波の解析

LODEWAVE の第 1 回キャンペーン観測において、SP 気球 (図 1 の LODEWAVE03) と PANSY レーダーにより、同一の近慣性周期重力波の波束を捉えることに成功した (図 3)。そこで、両者のデータと最新の大気再解析 ERA5 を用いて近慣性周期重力波の解析を行ったところ、上向きの群速度と 3km 以下の短い鉛直波長を持つ 2 つの近慣性周期重力波の波束が、昭和基本地上空を北東方向と東方向に伝播していたことがわかった。ERA5 では昭和基本地上空の近慣性周期重力波は定性的に表現されていたが、その振幅は過小評価されていた。また、2 つ目の近慣性周期重力波は SP 気球で観測されたが、ERA5 では表現されていなかった。これは、近慣性周期重力波が SP 気球周辺の静的安定度が高い領域に入ること、近慣性周期重力波の鉛直波長が ERA5 で陽に表現できる鉛直波長の下限よりも短くなったためと考えられる。この結果は、高分解能シミュレーションにおいても、鉛直波長の短い近慣性周期重力波の挙動を陽に表現することの難しさを示唆している (Tomikawa et al., under review)。

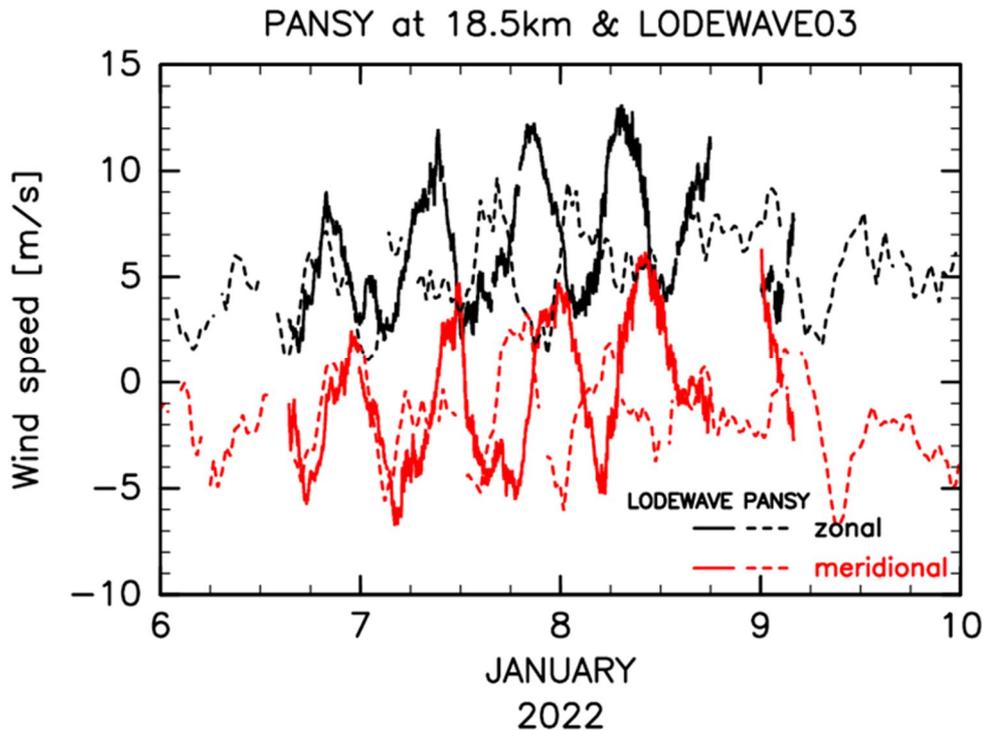


図 3 : LODEWAVE03 (実線) と PANSY レーダー (破線) で観測された東西風 (黒) と南北風 (赤) の時系列。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 6件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Tomikawa, Y., K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, and L. Yoshida	4. 巻 1
2. 論文標題 LODEWAVE (LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Evolving Space Activities	6. 最初と最後の頁 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57350/jesa.14	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 Kaho, T., Y. Saito, and Y. Tomikawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Communication Experiment of Iridium Satellite and Super Pressure Balloon over Antarctica	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC)	6. 最初と最後の頁 677-679
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/APMC55665.2022.9999755	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 斎藤芳隆, 富川喜弘, 村田功, 秋田大輔, 中篠恭一, 松尾卓摩, 橋本紘幸, 松嶋清穂	4. 巻 JAXA-RR-22-008
2. 論文標題 LODEWAVE実験にむけたスーパープレッシャー気球の開発(II)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 宇宙航空研究開発機構研究開発報告:大気球研究報告	6. 最初と最後の頁 25-35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20637/00049110	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 江口菜穂, 山下陽介, 秋吉英治, 酒井哲, 長濱智生, 富川喜弘, 中島英彰, 杉田考史, 坂崎貴俊, 斉藤拓也, 水野亮	4. 巻 48
2. 論文標題 成層圏・中間圏の大気化学の諸問題	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大気化学研究	6. 最初と最後の頁 048A02
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 富川喜弘、佐藤薫、斎藤芳隆、村田功、平沢尚彦、高麗正史、中篠恭一、秋田大輔、松尾卓摩、藤原正智、加保貴奈、吉田理人	4. 巻 isas22-sbs-033
2. 論文標題 南極における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画(LODEWAVE)の第1回キャンペーン観測の結果	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 大気球シンポジウム: 2022年度	6. 最初と最後の頁 1-4
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 加保貴奈、鈴木貴登、斎藤芳隆、富川喜弘	4. 巻 isas22-sbs-029
2. 論文標題 南極における気球とイリジウム衛星間の通信データの分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 大気球シンポジウム: 2022年度	6. 最初と最後の頁 1-4
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 加保貴奈、鈴木貴登、斎藤芳隆、富川喜弘	4. 巻 122
2. 論文標題 イリジウム衛星を用いた南極上空スーパープレッシャー気球の測位誤差の実験評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 1-6
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 加保貴奈、斎藤芳隆、富川喜弘	4. 巻 122
2. 論文標題 イリジウム衛星ショートバースト通信を用いた南極上空の通信実験	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 34-39
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 鈴木貴登, 加保貴奈, 斎藤芳隆, 山谷昌大, 富川喜弘	4. 巻 122
2. 論文標題 気球実験におけるイリジウム測位誤差の高度・場所依存性の評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 34-39
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 富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 吉田理人	4. 巻 isas21-sbs-033
2. 論文標題 南極における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画(LODEWAVE)の現況2	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 大気球シンポジウム: 2021年度	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) 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 富川喜弘, 斎藤芳隆, 村田功, 佐藤薫, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 加保貴奈, 吉田理人	4. 巻 JAXA-RR-23-003
2. 論文標題 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1回キャンペーン観測の報告	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 宇宙航空研究開発機構研究開発報告:大気球研究報告	6. 最初と最後の頁 23-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20637/0002000247	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 松尾理己人, 加保貴奈, 斎藤芳隆, 山谷昌大, 富川喜弘	4. 巻 123
2. 論文標題 南極上空成層圏飛行時の気球のイリジウム衛星測位の時間変動の調査	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 69-71
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 加保貴奈, 齋藤芳隆, 山谷昌大, 富川喜弘	4. 巻 123
2. 論文標題 イリジウム衛星測位の時間変動を用いた成層圏における気球の位置推定の検討	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 93-98
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 加保貴奈, 戸田遙汰, 齋藤芳隆, 山谷昌大, 富川喜弘	4. 巻 isas23-sbs-038
2. 論文標題 イリジウム衛星測位情報の時間変動を用いた気球の位置推定の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 大気球シンポジウム: 2023年度	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) 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 富川喜弘	4. 巻 70
2. 論文標題 スーパープレッシャー気球は南極の空を飛ぶ	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 502-504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Tomikawa, Y, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, and L. Yoshida
2. 発表標題 First Campaign Results of LODEWAVE (LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3. 学会等名 ISAR-7 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 Tomikawa, Y, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, and L. Yoshida
2 . 発表標題 First Campaign Results of LODEWAVE (LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3 . 学会等名 The 13th Symposium on Polar Science (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Tomikawa, Y, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, and L. Yoshida
2 . 発表標題 LODEWAVE (LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3 . 学会等名 5th International ANGWIN Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 Tomikawa, Y, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, and L. Yoshida
2 . 発表標題 Preliminary results of LODEWAVE
3 . 学会等名 COSPAR2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 加保貴奈, 吉田理人
2 . 発表標題 First Campaign Results of LODEWAVE
3 . 学会等名 2022年度PANSY研究集会
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名	富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 加保貴奈, 吉田理人
2. 発表標題	南極における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画 (LODEWAVE) の第1回キャンペーン観測の結果
3. 学会等名	大気球シンポジウム: 2022年度
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 加保貴奈, 吉田理人
2. 発表標題	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)
3. 学会等名	宇宙空間からの地球超高層大気観測に関する研究会 (招待講演)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 吉田理人
2. 発表標題	Preliminary results of LODEWAVE
3. 学会等名	JpGU2022
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Tomikawa, Y, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, L. Yoshida
2. 発表標題	LODEWAVE (Long-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3. 学会等名	33rd International Symposium on Space Technology and Science (国際学会)
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 富川喜弘、佐藤薫、斎藤芳隆、村田功、平沢尚彦、高麗正史、中篠恭一、秋田大輔、松尾卓摩、藤原正智、吉田理人
2. 発表標題 Preliminary results of LODEWAVE
3. 学会等名 2021年度PANSY研究集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富川喜弘、佐藤薫、斎藤芳隆、村田功、平沢尚彦、高麗正史、中篠恭一、秋田大輔、松尾卓摩、藤原正智、吉田理人
2. 発表標題 南極における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画 (LODEWAVE) の現況
3. 学会等名 第22回宇宙科学シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 富川喜弘、佐藤薫、斎藤芳隆、村田功、平沢尚彦、高麗正史、中篠恭一、秋田大輔、松尾卓摩、藤原正智、吉田理人
2. 発表標題 南極における大気重力波のスーパープレッシャー気球観測計画 (LODEWAVE) の現況2
3. 学会等名 令和3年度大気球シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富川喜弘
2. 発表標題 63 次の特種ゾンデ観測およびスーパープレッシャー気球観測
3. 学会等名 南極エアロゾル研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富川喜弘、佐藤薫、斎藤芳隆、村田功、平沢尚彦、高麗正史、中篠恭一、秋田大輔、松尾卓摩、藤原正智、吉田理人
2. 発表標題 LODEWAVE (Long-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3. 学会等名 JpGU2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富川喜弘、齋藤芳隆、村田功、高麗正史、佐藤薫
2. 発表標題 スーパープレッシャー気球とPANSYレーダーによる 近慣性重力波の同時観測
3. 学会等名 JpGU2024
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 富川喜弘、齋藤芳隆、村田功、高麗正史、佐藤薫
2. 発表標題 スーパープレッシャー気球とPANSYレーダーによる 慣性重力波の同時観測
3. 学会等名 2023年度PANSY研究集会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Y. Tomikawa, K. Sato, Y. Saito, I. Murata, N. Hirasawa, M. Kohma, K. Nakashino, D. Akita, T. Matsuo, M. Fujiwara, T. Kaho, L. Yoshida
2. 発表標題 LODEWAVE Phase II (Long-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3. 学会等名 The 14th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富川喜弘, 佐藤薫, 斎藤芳隆, 村田功, 平沢尚彦, 高麗正史, 中篠恭一, 秋田大輔, 松尾卓摩, 藤原正智, 加保貴奈, 吉田理人
2. 発表標題 LODEWAVE (LOng-Duration balloon Experiment of gravity WAVE over Antarctica)
3. 学会等名 第67回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>南極上部対流圏・下部成層圏における先進的気球観測  <a href="https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan9/ippan-glaciology02.html">https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan9/ippan-glaciology02.html</a>          大型大気レーダーを中心とした観測展開から探る大気大循環変動  <a href="https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan10/juuten06.html">https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan10/juuten06.html</a>          南極上部対流圏・下部成層圏における先進的気球観測  <a href="https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan9/ippan-glaciology02.html">https://www.nipr.ac.jp/antarctic/science-plan9/ippan-glaciology02.html</a>          スーパープレッシャー気球による観測  <a href="https://www.nipr.ac.jp/antarctic/jare/topics62-63.html">https://www.nipr.ac.jp/antarctic/jare/topics62-63.html</a>          スーパープレッシャー気球による大気重力波観測  <a href="https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/20220207post-216.html">https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/20220207post-216.html</a>          スーパープレッシャー気球、昭和基地から打ち上げ  <a href="https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/20220113post-201.html">https://nipr-blog.nipr.ac.jp/jare/20220113post-201.html</a></p>
--

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	齋藤 芳隆  (Saito Yoshitaka)  (50300702)	国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所・准教授   (82645)	
研究分担者	佐藤 薫  (Sato Kaoru)  (90251496)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授   (12601)	

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
---------	---------