

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 28 日現在

機関番号：82627

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14544

研究課題名（和文）衛星測位精度改善に向けた電離圏擾乱の発生予測：マルチスケール観測の実現

研究課題名（英文）Prediction of ionospheric disturbance generation for improving GNSS positioning accuracy: Multi-scale observations

研究代表者

高橋 透 (Takahashi, Toru)

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所・電子航法研究所・主任研究員

研究者番号：40759833

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、数kmスケールの電離圏擾乱を観測するビーコン受信機をソフトウェアラジオを用いて作成し、鹿児島県霧島市において定常観測を開始した。今後は受信機をより電離圏擾乱の発生頻度がより高い低緯度の石垣島、及び高緯度の北極域にも設置する予定である。また、2022年8月12日に鹿児島県内之浦で実施された観測ロケットS-520-32実験では複数のビーコン受信機を鹿児島県内に設置し、それぞれの受信機で得られたデータから電離圏擾乱の発生に寄与しているスプラディックE層の水平構造を導出した。今後は本ロケット実験の結果を使って電離圏F領域に出現する電離圏擾乱との比較を進めていく予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、数100 mスケールの電離圏擾乱によるGNSS信号の振幅及び位相の揺らぎを観測することで、電離圏擾乱の研究が進められてきた。本研究ではこれより大きいkmスケールの電離圏擾乱の観測が可能なビーコン受信機を作成し、実際に観測を始めたことや、ロケット観測キャンペーンに参加した。これにより複数のスケールの電離圏擾乱を観測できる下地を確立したことは、様々なスケールで出現する電離圏擾乱の生成メカニズムの解明に貢献したものと考えられる。

また、本観測を継続することでGNSS信号に揺らぎを与える電離圏擾乱の発生が予測できれば、衛星測位の精度及び信頼性の向上が見込まれ、その社会的意義は大きい。

研究成果の概要（英文）： We developed a beacon signal receiver based on the Software Defined Radio (SDR) to observe the 1 km-scale ionospheric disturbances. This receiver has been installed in Kirishima, Kagoshima. The sounding rocket S-520-32, which aimed to observe irregularities associated with the sporadic E (Es) layer, was launched from Uchinoura Space Center, JAXA, at 23:20:00 JST on 11 August 2022. It transmitted the dual-band beacon signals (150 and 400 MHz). We installed the beacon receivers at Uchinoura, Tatumizu, Kirishima, and Satsumasendai to derive the horizontal structure of the Es layer by means of the tomography technique. The represented horizontal structure of the Es layer was well consistent with the ground-based and in-situ observation. We will compare the horizontal structure of the Es layer and the ionospheric disturbances in the F-region to discuss the E-F coupling process.

研究分野：電離圏物理

キーワード：電離圏擾乱 ビーコン観測 観測ロケット 衛星測位

### 1. 研究開始当初の背景

高度 60 km 以上に広がる電離圏は、太陽からの極端紫外線によって中性大気が部分的に電離された領域で、衛星通信を行う上での経路としての役割を果たす。この電離圏内で、時として電子密度の粗密構造が発達する電離圏擾乱と呼ばれる現象が、数 m から数 km の様々なスケールで発生する。特に 100 m スケールの電離圏擾乱は測位衛星 (GPS 衛星など) の電波を大きく屈折・回折させ、測位誤差を生じさせることが知られている (Basu et al., JGR, 2008) (図 1)。従って、電離圏擾乱の発生メカニズムを解明することで、その発生予測が可能になり、自動運転・航法などに必要な高精度な位置情報を提供できるようになる。

電離圏擾乱に関して理論研究が先行して行われ、電離圏の電子密度勾配と電場に起因した密度勾配不安定がその発生メカニズムであることが示唆されている (Sojka et al., Radio Sci., 1998)。その後、アメリカによって GPS 衛星が打ち上げられたことや、日本、中国、欧州諸国、ロシアなどが測位衛星 (みちびき、Galileo など) を拡充させたため、衛星測位に最も誤差を与える要因である電離圏擾乱の観測研究が積極的に行われた (Prikryl et al., Ann. Geo., 2011 など)。この観測には主に、GPS 衛星から送信された電波が 100 m スケールの電離圏擾乱によって揺らぐ現象 (シンチレーション) を観測する GPS シンチレーション観測が用いられて来た。これにより、理論研究との比較が行われたが、良い対応関係が得られているとは言えず、未だに発生メカニズムには不明な点が多い。

近年、オスロ大学、アメリカ航空宇宙局 (NASA)、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の研究グループは北極域でロケット観測による電離圏擾乱の高精度観測を実施した。これまでにない精度での観測により、衛星測位に最も影響を与える 100 m スケールの電離圏擾乱は、より大きい 1 km スケールの電離圏擾乱が崩壊する際に発生している可能性が示された (Moen et al., GRL, 2012)。つまり、1 km スケールの電離圏擾乱が密度勾配不安定によって初期的に発生し、その後 100 m スケールの電離圏擾乱へと遷移していた可能性がある。これは同時に、上記の仮説を実証し、遷移時間を明らかにすることで、電離圏擾乱による衛星測位への影響を予測することができる、ということの意味する。しかし、ロケット観測のように長期の準備期間と膨大な予算を要する観測を頻繁に行うことはできず、両スケールの電離圏擾乱の関連性については未知な部分が多い。

### 2. 研究の目的と方法

気象衛星やビーコン衛星が送信する VHF・UHF 帯の電波は 1 km スケールの電離圏擾乱に屈折・回折され、シンチレーションが起こることが知られている。この特性を用いた VHF シンチレーション観測による 1 km スケールの電離圏擾乱の観測が大型大気レーダーを用いて 1990 年代に実施された (Röttger et al., Radio Sci., 1990)。しかし、当時は電離圏擾乱の科学的重要性が認識されていなかったことに加え、定常観測には向かない大型大気レーダーによる観測だったため、継続的な観測研究には至っていない。そこで本研究では、Software Defined Radio (SDR) を用いた VHF シンチレーションの定常観測システムを開発する。さらに、VHF シンチレーション観測と既存の GPS シンチレーション観測、短波レーダー観測を同時に実施する電離圏擾乱のマルチスケール観測により、1 km スケールの電離圏擾乱から 100 m スケールの電離圏擾乱が発生していたのか否か、及びその遷移時間を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究成果

#### 3. 1 ビーコン受信機の開発

現在、150 MHz と 400 MHz のビーコン信号を送信するビーコン衛星は老朽化により、受信可能な衛星数が限られている。観測機会を増やすために、これらのビーコン信号に加えて、National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) 衛星が放送している信号も受信できるシステムを組んだ。図 2 にアンテナと受信機の構成を示す。受信は 137 MHz 用と 150/400 MHz 用のヘリカルアンテナを用いた。アンテナ直下に Low Noise Amplifier (LNA) を設置し、同軸ケーブルで室内に引き込んで SDR である USRP N210 に接続している。400 MHz の信号は信号発生器によって生成された 250 MHz の信号と混合することで、150 MHz 帯までダウンコンバートされている。ダウンコンバートされた信号は 150 MHz の信号と合成され 1 つのポートから受信されている。

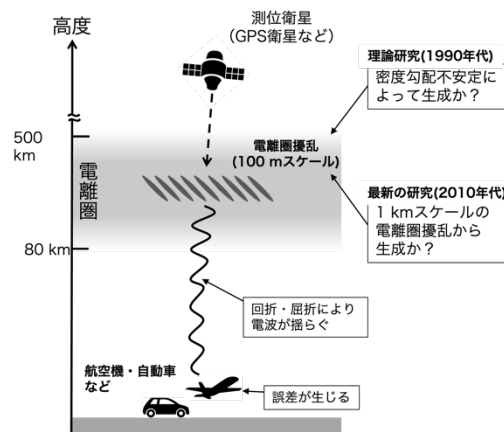


図 1. 電離圏擾乱による影響

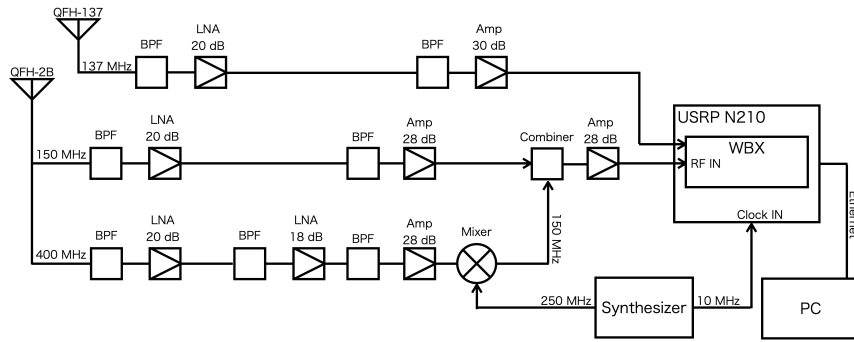


図 2. ビーコン受信機の構成

2021年8月にアンテナと受信機を電子航法研究所の屋上と室内にそれぞれ設置し、テスト観測を行なった。当初の予測の通り、ビーコン信号を放送している衛星数が少ないため、150/400 MHzの信号の受信機会は多くはなかったが、1日に複数、ビーコン信号を受信した。NOAA衛星の受信機会は1日に10回以上あった。ビーコン衛星とNOAA衛星の信号を受信した結果を図3に示す。150 MHz、135 MHzの信号共に十分なS/N比で観測することができた。400 MHzの信号を放送している衛星が少なく、この周波数の信号のみ観測機が少なかったが、2021年10月21日に受信が行われ、開発した受信機が正常に観測が行えることが確認された。

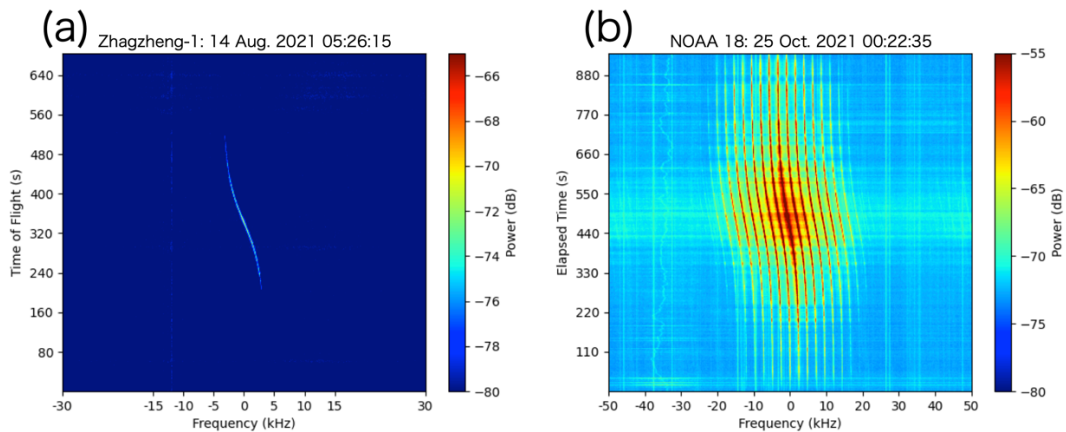


図 3. (a) Zhangzheng-1衛星から放送された150 MHzの信号。(b) NOAA衛星の信号。NOAA衛星の信号は振幅変調されている。

### 3. 2 ビーコン受信機の設置

試験観測後、アンテナと受信機を国立鹿児島工業高等専門学校（鹿児島高専）に設置した。その様子を図4に示す。鹿児島高専は試験地である東京より低緯度に位置し、低緯度を飛翔する衛星からの信号を受信でき、低緯度で発生する電離圏擾乱の観測が見込める。これらの受信機は2022年7月に設置され、以降安定的に観測を継続している。

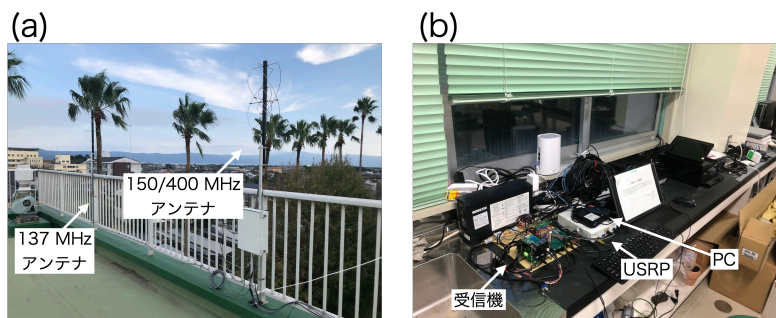


図 4. (a) 設置されたアンテナ、(b) 室内に設置された受信機。

### 3. 3 観測ロケット S-520-32 実験

2022年8月12日23:20 JSTに宇宙航空研究開発機構(JAXA)内之浦宇宙空間観測所から観測ロケット S-520-32 が打ち上げられた。S-520-32にはビーコン送信機が搭載されており、150 MHzと400 MHzのビーコン信号を送信した。このロケット実験に京大生存圏研究所が開発したビーコン受信機と共に、本研究で開発したビーコン受信機も観測に参加した。図5に受信機を設置した場所を示す。受信機は後述する電離圏の電子密度の時間変化を空間変化に焼き直す解析を行うために、ロケットの飛跡のなるべく直線上に配置された。

図6に霧島で観測された150 MHzと400 MHzのビーコン信号を示す。ビーコン信号は霧島の他にも内之浦、垂水、薩摩川内の全てのサイトで観測された。この信号にはロケットの見かけの速度と回転によるドップラー成分及び、他の周波数領域にはノイズが含まれている。これらを除去し、ロケットから送信された信号を取り出した。

送信された信号はロケットと受信機間に存在するプラズマによってドップラーを受ける。この位相ドップラーは周波数に依存する。観測された2つの周波数の差 $\Phi$ を取ったものを式(1)に示す。

$$\Phi = \frac{\pi A}{f_r c} \left( \frac{1}{q^2} - \frac{1}{p^2} \right) \int N dx + \eta' \quad \dots (1)$$

ここで、 $c$ は光速、 $\eta'$ はシステムに依存するバイアス、 $A=80.3 \text{ m}^3/\text{s}^2$ 、 $f_r=50 \text{ MHz}$ 、 $p=3$ 、 $q=8$ である。 $\int N dx$ はロケットと受信機間に存在する全電子数でTEC(Total Electron Content)と呼ばれる。この式を使って、それぞれの受信機で観測されたTECの導出を行った。

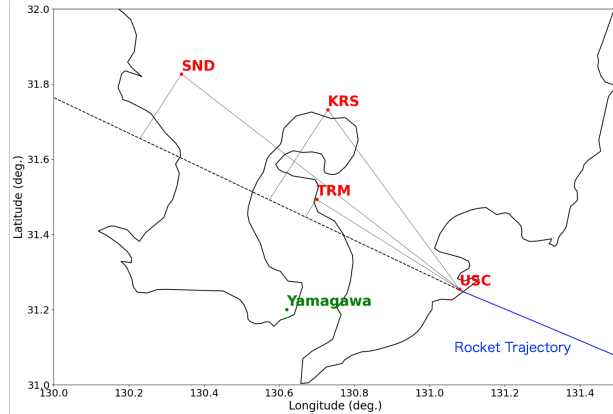


図5. 受信機設置場所。USC:内之浦、TRM:垂水、KRS:霧島(鹿児島高専)、SND:薩摩川内。緑点の山川はイオノゾンデの位置を示す。

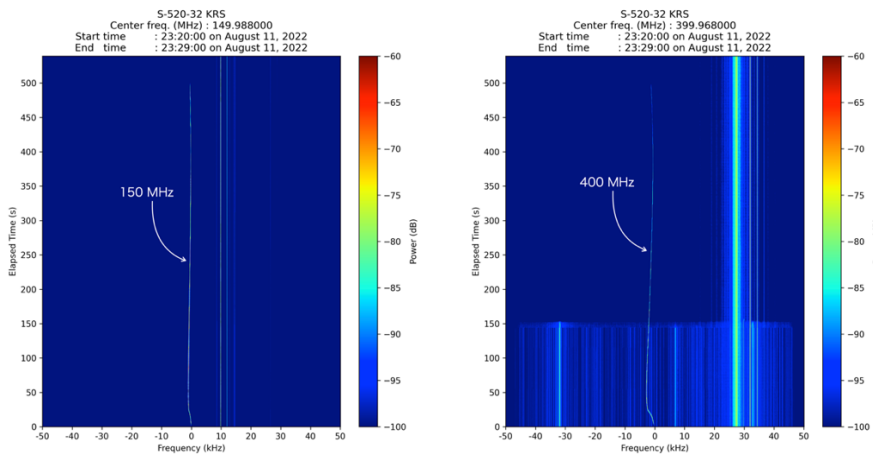


図6. 霧島で観測されたビーコン信号。左図が150 MHzの信号、右図が400 MHzの信号。

図7にそれぞれの観測点において導出されたTECの時間変化を示す。高度90 kmにおける電子密度を0としてバイアスを消去している。4つの観測点共に似た挙動が観測されている。30秒あたりで急激にTECが増大しており、これはスプラディックE層と呼ばれる電離圏の高度100 km付近に出現する高密度プラズマ領域にロケットが侵入したためと考えられる。その後、ロケットと受信機間の距離が伸びるに連れてTECは上昇し、400秒あたりで非常に激しく変動した。これはスプラディックE層の水平構造によるものと思われる。次にTECの時間変化を電子密度の

空間変化に焼き直すトモグラフィ解析を行った結果を示す。

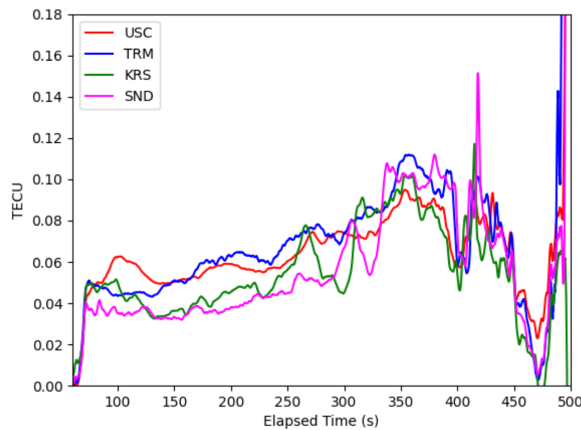


図 7. それぞれの観測点における TEC の時間変化。

図 8 にトモグラフィ解析を行った結果を示す。マゼンタの矢印で示された高度において、電子密度が高い領域が再現された。これは前述のスボラディック E 層である。このスボラディック E 層の高度と密度が地上観測機器とロケット搭載機器の観測結果と極めて良い一致をすることからビーコン受信機の観測データによって導出された電離大気の水平構造は妥当であったと考えている。

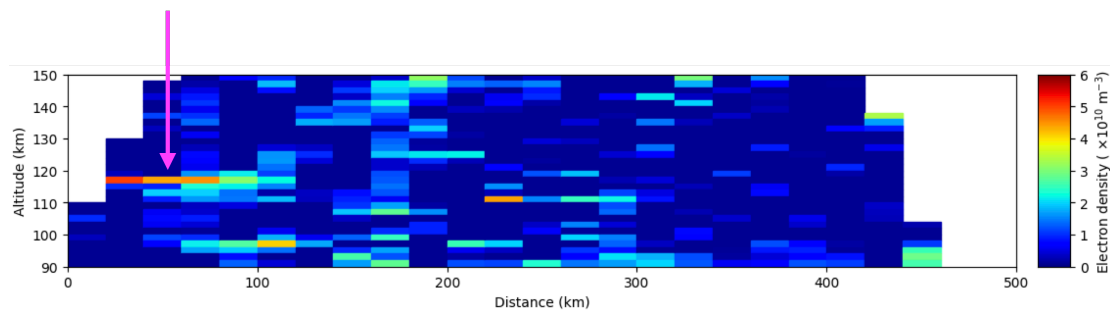


図 8. 高度 90-150 km の電離大気の水平構造。

これまで電離大気の水平構造を時間・空間分解能良く導出することは難しかったが、ビーコン受信機とロケット観測を組み合わせることで、スボラディック E 層の水平構造の導出を行うことができた。スボラディック E 層の水平構造は電離圏 F 領域に発生する電離圏擾乱の発生に大きく寄与していると考えられているため、本研究で導出したスボラディック E 層の水平構造と電離圏 F 領域の電離圏擾乱との比較を進めていく予定である。

#### 4. まとめ

衛星測位の誤差要因であることが知られている電離圏擾乱は様々なスケールで発生するため、その生成・成長メカニズムを明らかにするために、複数のスケールの電離圏擾乱を同時に観測することが求められてきた。

本研究では、数 km スケールの電離圏擾乱を観測するビーコン受信機を作成し、東京都調布市でテスト観測を行った後に鹿児島県霧島市に受信機を設置し、定常観測を開始した。この受信機は現在順調に稼働している。コロナウイルスの蔓延によって、渡航が制限されていたが、今後はこの受信機をより電離圏擾乱の発生頻度が高く、ビーコン衛星の信号を受信する機会が増えることが見込まれる低緯度の石垣島、及び北極域に設置する予定である。

また、この受信機を用いて 2022 年 8 月 12 日に実施された観測ロケット S-520-32 実験にも参加した。この実験では複数のビーコン受信機を鹿児島県内に設置し、それぞれの受信機で得られたデータから電離圏下部の水平構造の導出を行った。これにより、電離圏擾乱の発生に寄与しているスボラディック E 層の水平構造の導出を行うことができた。今後はスボラディック E 層と電離圏 F 領域に出現する電離圏擾乱との比較を進めていく予定である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Brask S. M., Marholm S., Di Mare F., Adhikari S., Spicher A., Takahashi T., Miloch W. J.	4. 巻 29
2. 論文標題 Electron-neutral collisions effects on Langmuir probe in the lower E-region ionosphere	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 033511 ~ 033511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0079761	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 Nozawa Satonori, Saito Norihito, Kawahara Takuya, Wada Satoshi, Tsuda Takuo T., Maeda Sakiho, Takahashi Toru, Fujiwara Hitoshi, Narayanan Viswanathan Lakshmi, Kawabata Tetsuya, Johnsen Magnar G.	4. 巻 75
2. 論文標題 A statistical study of convective and dynamic instabilities in the polar upper mesosphere above Troms?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-023-01771-1	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 Takahashi Toru, Spicher Andres, Di Mare Francesca, Rowland Douglas E., Pfaff Robert F., Collier Michael R., Clausen Lasse Boy Novock, Moen Joran Idar	4. 巻 127
2. 論文標題 Suppression of Ionospheric Irregularity Due to Auroral Particle Impact	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028725	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 Takahashi Toru, Saito Susumu, Kitamura Mitsunori, Sakai Takeyasu	4. 巻 -
2. 論文標題 Performance of DFMC SBAS broadcasted from Japanese QZSS in Oslo, Norway	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the 2022 International Technical Meeting of The Institute of Navigation	6. 最初と最後の頁 401-406
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.33012/2022.18239	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 Viswanathan Lakshmi Narayanan, Satanori Nozawa, Shin-Ichiro Oyama, Ingrid Mann, Kazuo Shiokawa, Yuichi Otsuka, Norihito Saito, Satoshi Wada, Takuya D. Kawahara, Toru 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 Atmospheric Chemistry and Physics	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) 10.5194/acp-2020-803	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 Moser, C., J. LaBelle, S. Hatch, J. I. Moen, A. Spicher, T. Takahashi, C. A. Kletzing, S. Bounds, K. Oksavik, F. Sigernes, and T. K. Yeoman	4. 巻 48
2. 論文標題 The Cusp as a VLF Saucer Source: First Rocket Observations of Long-Duration VLF Saucers on the Dayside	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL090747
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL090747	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

〔学会発表〕 計19件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 Toru Takahashi, Susumu Saito, Mamoru Yamamoto
2. 発表標題 VHF to UHF scintillation by using beacon and NOAA signals
3. 学会等名 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Takahashi, Susumu Saito
2. 発表標題 bservation of ionospheric irregularity by using scintillation of beacon and NOAA satellite signals
3. 学会等名 JpGU 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Takahashi, Susumu Saito, Mamoru Yamamoto, and Manabu Shinohara
2. 発表標題 VHF to UHF scintillation by using satellite and rocket beacon signals
3. 学会等名 第152回地球電磁気・地球惑星圏学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋 透, 北村光教, 小田浩幸, 坂井丈泰
2. 発表標題 DFMC SBAS メッセージの相互検証
3. 学会等名 第66回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Nozawa, T. D. Kawahara, N. Saito, T. T. Tsuda, S. Wada, M. Tsutsumi, T. Takahashi, T. Kawabata, Y. Ogawa, H. Fujiwara, S. Suzuki, M. G. Johnsen, and A. Brekke
2. 発表標題 he 10-year summary of the sodium lidar at Tromso and its future plan
3. 学会等名 Seventh International Symposium on Arctic Research (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Susumu Saito, Takayuki Yoshihara, and Toru Takahashi
2. 発表標題 Unusual ionospheric disturbances and irregularities following the eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha 'apai
3. 学会等名 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (国際学会)
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 Keisuke Hosokawa, Susumu Saito, Hiroyuki Nakata, Charles Lin, Jia- Ting Lin, Pornchai Supnithi, Ichiro Tomizawa, Jun Sakai, Toru Takahashi
2. 発表標題 Monitoring of Equatorial Plasma Bubbles Using Aeronautical Navigation System
3. 学会等名 16th International Symposium on Equatorial Aeronomy (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Susumu Saito, Takayuki Yoshihara, and Toru Takahashi
2. 発表標題 Ionospheric irregularities and scintillations during the geomagnetic storm on 15 January 2022
3. 学会等名 JpGU 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Shumpei Tabuchi, Keisuke Hosokawa, Susumu Saito, Jun Sakai, Ichiro Tomizawa, Toru Takahashi, and Hiroyuki Nakata
2. 発表標題 Observation of Es Layer Substructure Using ILS Far-Field Propagation Wave for Aeronautical Navigation
3. 学会等名 JpGU 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田淵駿平, 細川敬祐, 斎藤享, 坂井純, 富澤一郎, 高橋透, 中田裕之
2. 発表標題 航空航法用 ILS 長距離伝搬波 を用いた Es 下部構造の観測
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 齋藤 享, 吉原貴之, 高橋透
2. 発表標題 Impacts on GNSS by ionospheric irregularities observed over Japan on 15 January 2022
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山本衛, 高橋透, 芦原佑樹
2. 発表標題 観測ロケットS-520-32号機と自前開発機器によるロケット-地上間の電離圏全電子数観測
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会第152回講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Takahashi, Susumu Saito, Mitsunori Kitamura, and Takeyasu Sakai
2. 発表標題 Performance of DFMC SBAS Broadcasted from Japanese QZSS in Oslo, Norway
3. 学会等名 ION ITM 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Toru Takahashi, Andres Spicher, Francesca Di Mare, Douglas E. Rowland, Robert F Pfaff Jr., Lasse Boy Novock Clausen and Joran Moen
2. 発表標題 Decay of ionospheric irregularity due to auroral particle impact
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 透, 斎藤 享
2. 発表標題 Observation of ionospheric irregularity by using scintillation of VHF to UHF satellite signals
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 透, 斎藤 享
2. 発表標題 衛星ビーコン観測によるスポラディックE層の構造の研究
3. 学会等名 第15回MUレーダー・赤道大気レーダーシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chiaki Morikawa, Satonori Nozawa, Takuo Tsuda, Takuya Kawahara, Norihito Saito, Satoshi Wada, Toru Takahashi, Tetsuya Kawabata, and Hall Chris
2. 発表標題 Study of 8 hr and 6 hr atmospheric waves in the polar upper mesosphere and lower thermosphere by using sodium LIDAR data
3. 学会等名 JpGU 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

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

1. 発表者名 Toru Takahashi, Andres Spicher, Francesca Di Mare, Douglas E. Rowland, Robert F Pfaff Jr., Lasse Boy Novock Clausen and Joran Moen
2. 発表標題 Decay ionospheric irregularity correlate with the green line auroral emission enhancement
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

2023年9月に行われた地球電磁気・地球惑星圏学会 2023年秋季年会において本科研費を用いて行なった研究、「電離圏変動の駆動源であるスボラディックE層の水平構造を導出」がプレスリリース発表された。

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

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