

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20H01959

研究課題名（和文）あらせ衛星観測とシミュレーションによる放射線帯電子の非線形加速・散乱過程の理解

研究課題名（英文）Understanding Nonlinear Acceleration and Scattering Processes of Radiation Belt Electrons through Arase Satellite Observations and Simulations

研究代表者

三好 由純（Miyoshi, Yoshizumi）

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・教授

研究者番号：10377781

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）：本研究では、「あらせ」衛星の観測データと数値シミュレーションを用いて、放射線帯電子の非線形加速・散乱過程の研究を実施した。コーラス波動が電子のエネルギーとピッチ角を急激に変化させ、特徴的なバタフライ分布を形成するメカニズムを明らかにした。また、数keVの電子が引き起こす脈動オーロラとMeVを超える相対論的電子バーストの関係性の新たなモデルを提案した。この成果は、放射線帯電子ダイナミクスに関して、非線形波動粒子相互作用が重要な役割を果たしていることを実証するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、「あらせ」衛星の観測データと数値シミュレーションを活用して、放射線帯電子の非線形加速・散乱過程を詳細に解析した。特に、コーラス（LBC）波動が電子のエネルギーとピッチ角を急激に変化させることを示した。また、数keVの電子が引き起こす脈動オーロラと、MeVを超える相対論的電子バーストの関係性について、両者が低周波コーラスによって同時に引き起こされるというモデルを提案し、観測的に実証した。本研究の成果は、放射線帯の電子動態における非線形波動粒子相互作用の重要性を示すものであり、放射線帯における電子ダイナミクスの予測の精度向上のための重要なステップとなることが期待される。

研究成果の概要（英文）：This study utilized observational data from the Arase satellite and numerical simulations to investigate the nonlinear acceleration and scattering processes of radiation belt electrons via wave-particle interactions. We studied the mechanism by which low-frequency chorus (LBC) waves rapidly change the energy and pitch angles of electrons, forming a characteristic butterfly distribution. Additionally, we demonstrated the relationship between pulsating auroras caused by keV electrons and relativistic electron microbursts exceeding MeV, showing the consistency between observations of inverse energy dispersion structures and simulations. These findings confirm that nonlinear wave-particle interactions play a crucial role in the dynamics of radiation belt and plasma sheet electrons. The results have been reported in peer-reviewed papers in academic journals and at conferences.

研究分野：磁気圏物理学

キーワード：波動粒子相互作用 ピッチ角散乱 電子加速 脈動オーロラ

1. 研究開始当初の背景

地球の周囲には放射線帯(ヴァン・アレン帯)と呼ばれる領域が存在し、高エネルギーの荷電粒子が大量に存在する領域がある。この放射線帯は、人工衛星や宇宙飛行士の活動に大きな影響を及ぼすため、その理解はジオスペースシステム科学、また宇宙天気において重要な課題となっている。特に、放射線帯に存在する電子群は、太陽風の変動に応じてその数が急激に増減する。地磁気嵐時には、電子数が著しく増加し、この電子群によって衛星の電子機器に損害を起こることもある。

過去の研究では、放射線帯の電子がプラズマ波動、特にコーラス波動によって加速・散乱されることが示唆されていた。しかし、これらの波動粒子相互作用が持つ非線形性とその結果として起こる電子の速度空間での変化については、十分に解明されていなかった。特に、非線形波動粒子相互作用がどのようにして電子のエネルギーやピッチ角を変化させ、電子の加速とともにバタフライ分布と呼ばれる特徴的な電子分布を形成するのか、また、波動粒子相互作用に伴うピッチ角散乱によって、どのように電子がロスコーンに降り込むのかについては、未解明の点が多く残されている。

これらの背景をふまえ、本研究では「あらせ」衛星の最新の波動及び電子観測データ、ならびに本研究グループが独自に開発した数値シミュレーションを用いて、放射線帯およびプラズマシート電子の非線形加速・散乱過程に関する研究を実施した。

2. 研究の目的

本研究の主要な目的は、放射線帯電子の非線形加速・散乱過程を解明することであり、この目的を達成するために、以下の具体的な目標を設定した。

非線形波動粒子相互作用の解明:

- ・高周波コーラス(Upper Band Chorus, UBC)波動が放射線帯電子に与える影響を観測データとシミュレーションにより解析し、電子のエネルギーとピッチ角の変化過程の解明。
- ・低周波数コーラス(Lower Band Chorus, LBC)波動による相対論的電子の加速過程とバタフライ分布の形成メカニズムの解明。

統計的散乱過程の定式化とテスト粒子計算への組み込み:

- ・確率微分方程式に基づいた統計的散乱過程のモデルを構築し、Fokker-Planck方程式で記述される準線形過程の運動量の変化をテスト粒子計算に組み込む手法の開発。

観測データとシミュレーションの整合性検証:

- ・「あらせ」衛星および他の観測データと、シミュレーション結果の比較を通じて、波動粒子相互作用過程を検証

以上の目的を達成することで、放射線帯電子ダイナミクスに関する非線形波動粒子相互作用の持つ役割を明らかにしていく。

3. 研究の方法

本研究では、「あらせ」衛星の観測データと数値シミュレーションを用いて、放射線帯電子の非線形加速・散乱過程を調べた。

1) 衛星観測データ

「あらせ」衛星の観測データ(PWE, MGF, LEPe, MEPe, HEP, XEP)を初期条件として用い、電子のエネルギーとピッチ角の変化を解析した。「あらせ」衛星の観測データには、プラズマ波動の情報、電子のエネルギースペクトル、ピッチ角分布、また背景電子密度と背景磁場強度などが含まれている。

2) 数値シミュレーション

シミュレーションにおいては、本研究グループが開発してきた GEMSIS-RBW[Saito, Miyoshi, Seki, JGR, 2012]を用い、以下のステップでシミュレーションを実施した。

初期条件の設定:

「あらせ」衛星の観測データによって、電子のエネルギースペクトルやピッチ角分布の初期条件を設定した。

波動粒子相互作用モデル:

シミュレーションには、上記の GEMSIS-RBW コードを用いた。このコードは、ダイポール磁場において、約 100 万個の電子の運動方程式を解き、運動量の変化およびロスコーンに散乱

する電子フラックスを計算するものである。プラズマ波動に関しては、磁力線に平行方向に伝搬するホイッスラーモード波動の分散関係にもとづいて、波動の伝搬や位相、振幅を計算している。また、境界条件として、磁気圏赤道面での波動の周波数スペクトルの時間変化を設定し、低周波、高周波コーラス(LBC、UBC)の情報を設定している。

さらに本研究において、この GEMSIS-RBW に準線形波動粒子相互作用を組み込むための開発を行った。ここでは、確率微分方程式に基づく統計的散乱過程のモデルを開発し、テスト粒子計算に組み込みました。このモデルにより、非線形過程と準線形過程の両方を解くことができるシミュレーションコードを開発し、コーラス波動との非線形波動粒子相互作用に加えて、背景の弱いホイッスラー波動との定常的な散乱過程についての計算も可能となった。

4. 研究成果

4-1: 高周波コーラス(UBC)波動と電子との波動粒子相互作用シミュレーション

高周波コーラス波動(Upper Band Chorus, UBC)による電子の加速過程のシミュレーションを行った。具体的には、UBC 波動が数十 keV の電子を急激に加速し、バタフライ分布と呼ばれる特徴的なピッチ角分布を形成する過程に関する計算を実施した。「あらせ」衛星の観測データを用いた数値シミュレーションにより、高周波コーラス(UBC)波動が数十 keV の電子を急激に加速し、バタフライ分布を形成するメカニズムを明らかにした。この過程では、phase trapping という非線形相互作用が重要な役割を果たした。このような数十 keV の電子の加速とともにバタフライ分布と呼ばれる分布が出現することは、「あらせ」衛星によって発見されていたが(Kurita et al., 2018)、本研究によって非線形波動粒子相互作用が、その形成を引き起こしていることが明らかになった。本結果は、Geophysical Research Letters 誌に論文として報告された(Saito, Kurita, Miyoshi, et al., 図 1)。

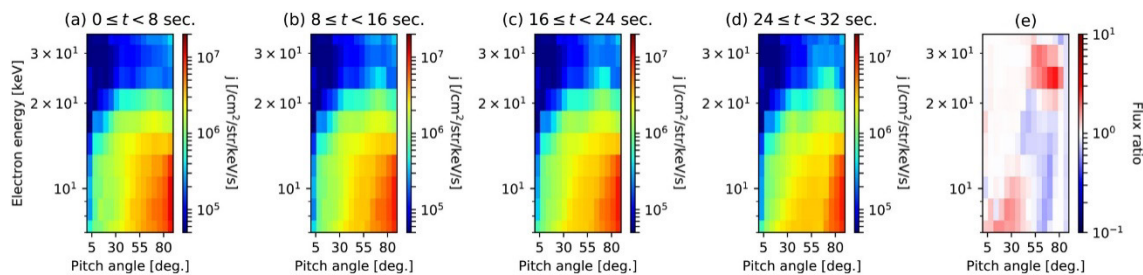


図 1: シミュレーションによって得られた電子の速度分布関数(横軸:ピッチ角、縦軸:エネルギー)の 32 秒間の変化(a-c)。(e)は (a)の時間と(d)の時間の比。20-30 keV のエネルギー帯のピッチ角の大きい場所においてフラックスの増加が確認された(Saito, Kurita, Miyoshi et al., 2021)。

4-2: 低周波コーラス(LBC)波動と電子との波動粒子相互作用シミュレーション

低周波コーラス波動(Lower Band Chorus, LBC)による相対論的電子の加速過程のシミュレーションを行った。その結果、UBC 波動の場合と同様に LBC 波動も phase trapping を通じて、相対論的エネルギーを持つ電子のバタフライ分布を形成することを示した。このような相対論的電子の加速およびバタフライ分布の形成については、まだ人工衛星の観測で同定されていないため、今後の観測が期待される。この結果は、Geophysical Research Letters 誌に論文として報告された(Saito and Miyoshi, 2022)。

4-3: 脈動オーロラと相対論的電子マイクロバーストとの同一性に関する理論の提案と観測的実証

LBC は、磁気赤道面付近では数 keV のプラズマシート電子と共鳴しピッチ角散乱を起こす。この LBC がさらに高緯度に伝搬すると、共鳴エネルギーが変化し、相対論的電子のピッチ角散乱を起こす。本研究では、この磁力線に沿った LBC の伝搬に注目するとともに、LBC の持つ時間階層構造、すなわち数秒ごとのコーラスバーストと、コーラスバーストを構成する数十ミリ秒から 100 ミリ秒程度の rising tone が、それぞれ脈動オーロラの main modulation と内部変調、また相対論的電子バーストのバーストトレインとマイクロバーストに対応するというモデルを新たに提案した。この過程について、GEMSIS-RBW でシミュレーションを行い、脈動オーロラと相対論的電子バーストが同じ LBC を起源と持つことが示された(図 2)。また、もしこのモデルが妥当であれば、脈動オーロラ降下電子の高エネルギー側のエネルギー分散は Miyoshi-Saito モデル(Miyoshi et al., 2010, Saito et al.2012)で提案された逆エネルギー分散構

造であることが指摘された。

本モデルにおける LBC の時間階層構造と脈動オーロラの時間階層構造については、「あらせ」衛星と大気レーダーとの同時観測によって実証された(Hosokawa et al., 2020)。また、本モデルで予言した脈動オーロラの上空で相対論的電子バーストが観測されることについては、地上光学観測と大気レーダー観測(Miyoshi et al.(2021))、地上観測と低高度衛星の電子観測(Shumko et al.(2021)、Kawamura et al.(2022))、観測ロケット(Namekwawa et al. (2024))で同定された。また、逆エネルギー分散構造については、低高度衛星によって Kawamura et al.(2022)、Shumko et al.(2022)で、さらに 2022 年に実施された観測ロケット実験 LAMP (Namekawa et al., 2024)でも同定され、本モデルの妥当性が示された。

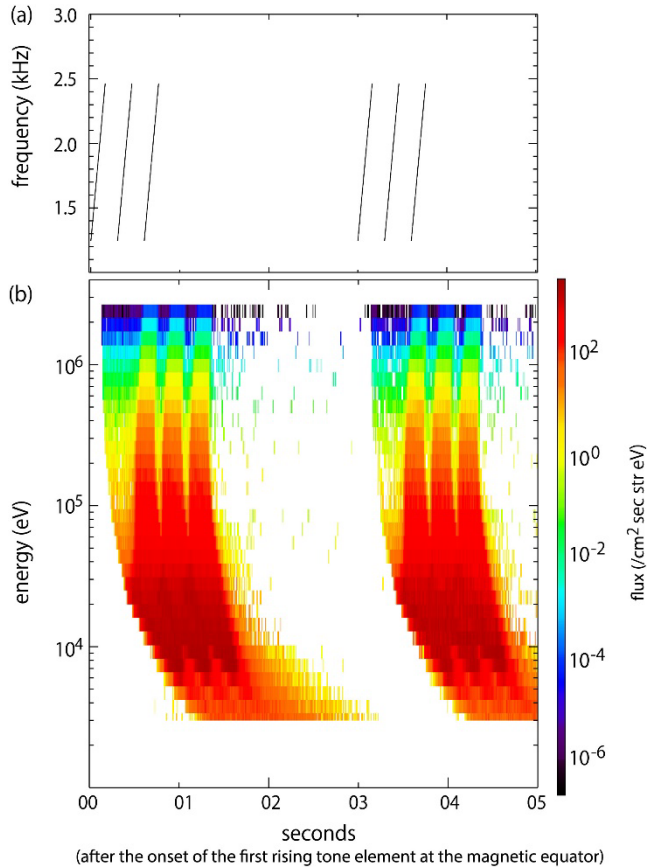


図 2: GEMSIS-RBW による LBC と電子との共鳴の結果、大気に降り込んだ電子のエネルギースペクトル。(a)赤道面での LBC の周波数スペクトル。横軸:時間、縦軸:周波数(b)降下電子のエネルギースペクトル。横軸:時間、縦軸:エネルギー。色はフラックス。数 keV から数 MeV までの電子が連続して降り込んでいることがわかる(Miyoshi et al., 2020)。

4-4: 波動粒子相互作用による電子散乱過程のシミュレーションと人工衛星、大気レーダー(EISCAT)との比較

「あらせ」衛星と地上光学観測、EISCAT レーダーとの同時観測によって、オメガバンドと呼ばれるオーロラ中の脈動オーロラ出現時に、 ~ 3 MeV の高エネルギー電子が降りこんでいることが明らかになった。また、このとき「あらせ」衛星は、宇宙空間で強い LBC 波動を観測していた。さらに「あらせ」衛星が観測した LBC 波動のデータを入力とした GEMSIS-RBW によって降下電子のエネルギースペクトルの計算を行ったところ、数十 keV から 3MeV に至る広いエネルギー帯の降り込みが可能であることが示され、EISCAT レーダーの観測と整合的な結果となった。さらに、高エネルギー電子降り込みに伴うオゾン破壊に関するシミュレーションを行ったところ、高度 80 km 付近で 10%を超えるオゾンの減少が確認され、LBC による脈動オーロラ時の相対論的電子の降り込みによって中層大気中のオゾンが破壊される可能性が指摘され、Scientific Reports に報告した(Miyoshi et al., 2021)。

4-5: 非線形波動粒子相互作用によるエネルギー階層間結合過程

「あらせ」衛星が観測した周波数が下降する非線形電磁イオンサイクロトロン波動に関して、同時に観測されたイオンのデータを用いて、波動とイオンの相対位相を求め、相対位相に対する粒子分布を分析した。その結果、イオンヒルと呼ばれる構造が同定され、このヒルの形成によって周波数が下降していることが実証され、Scientific Reports に報告した(Shoji et al., 2021)。また、磁気音波と電磁イオンサイクロトロン波動が同時に観測されている例についても、同様にイオンと波動との相対位相差を計算し、磁気音波がイオンを磁力線垂直方向に加熱し、その結果生じた温度異方性によって電磁イオンサイクロトロン波動が励起していることを観測的に実証し、Physical Review Letters に報告した (Asamura et al., 2021)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計39件（うち査読付論文 39件 / うち国際共著 35件 / うちオープンアクセス 39件）

1. 著者名 Miyoshi Y., Shinohara I., Ukhorskiy S., Claudepierre S. G., Mitani T., Takashima T., Hori T., Santolik O., Kolmasova I., Matsuda S., Kasahara Y., Teramoto M., Katoh Y., Hikishima M., Kojima H., Kurita S., Imajo S., Higashio N., Kasahara S., Yokota S., Asamura K., Kazama Y., Wang S.-Y.	4. 巻 218
2. 論文標題 Collaborative Research Activities of the Arase and Van Allen Probes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Space Science Reviews	6. 最初と最後の頁 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11214-022-00885-4	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 Fukizawa M., Sakanoi T., Miyoshi Y., Kazama Y., Katoh Y., Kasahara Y., Matsuda S., Kumamoto A., Tsuchiya F., Matsuoka A., Kurita S., Nakamura S., Shoji M., Teramoto M., Imajo S., Shinohara I., Wang S. Y., Tam S. W. Y., Chang T. F., Wang B. J., Jun C. W.	4. 巻 127
2. 論文標題 Statistical Study of Approaching Strong Diffusion of Low Energy Electrons by Chorus and ECH Waves Based on in-situ Observations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2022JA030269
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JA030269	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 McCollough James P., Miyoshi Yoshizumi, Ginet Gregory P., Johnston William R., Su Yi-Jiun, Starks Michael J., Kasahara Yoshiya, Kojima Hirotsugu, Matsuda Shoya, Shinohara Iku, Song Paul	4. 巻 74
2. 論文標題 Space-to-space very low frequency radio transmission in the magnetosphere using the DSX and Arase satellites	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-022-01605-6	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 Zhang Xiao-Jia, Artemyev Anton, Angelopoulos Vassilis, Tsai Ethan, Wilkins Colin, Kasahara Satoshi, Mourenas Didier, Yokota Shoichiro, Keika Kunihiro, Hori Tomoaki, Miyoshi Yoshizumi, Shinohara Iku, Matsuoka Ayako	4. 巻 13
2. 論文標題 Superfast precipitation of energetic electrons in the radiation belts of the Earth	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1611
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-29291-8	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 Yu Yiqun, Hosokawa Keisuke, Ni Binbin, Jordanova Vania K., Miyoshi Yoshizumi, Cao Jinbin, Tian Xingbin, Ma Longxing	4. 巻 127
2. 論文標題 On the Importance of Using Event Specific Wave Diffusion Rates in Modeling Diffuse Electron Precipitation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2021JA029918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029918	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 Thomas Neethal, Kero Antti, Miyoshi Yoshizumi, Shiokawa Kazuo, Hytyl Miikka, Raita Tero, Kasahara Yoshiya, Shinohara Iku, Matsuda Shoya, Nakamura Satoko, Kasahara Satoshi, Yokota Shoichiro, Keika Kunihiro, Hori Tomoaki, Mitani Takefumi, Takashima Takeshi, Asamura Kazushi, Kazama Yoichi	4. 巻 127
2. 論文標題 Statistical Survey of Arase Satellite Data Sets in Conjunction With the Finnish Riometer Network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2022JA030271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JA030271	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 Ozaki Mitsunori, Yagitani Satoshi, Shiokawa Kazuo, Tanaka Yoshimasa, Ogawa Yasunobu, Hosokawa Keisuke, Kasahara Yoshiya, Ebihara Yusuke, Miyoshi Yoshizumi, Imamura Kousuke, Kataoka Ryuho, Oyama Shin ichiro, Chida Teppei, Kadokura Akira	4. 巻 49
2. 論文標題 Slow Contraction of Flash Aurora Induced by an Isolated Chorus Element Ranging From Lower Band to Upper Band Frequencies in the Source Region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL097597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL097597	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 Saito S., Miyoshi Y.	4. 巻 49
2. 論文標題 Butterfly Distribution of Relativistic Electrons Driven by Parallel Propagating Lower Band Whistler Chorus Waves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2022GL099605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022GL099605	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 Ma Q., Xu W., Sanchez E. R., Marshall R. A., Bortnik J., Reyes P. M., Varney R. H., Kaeppler S. R., Miyoshi Y., Matsuoka A., Kasahara Y., Matsuda S., Tsuchiya F., Kumamoto A., Kasahara S., Yokota S., Keika K., Hori T., Mitani T., Nakamura S., Kazama Y., Wang S. Y., Jun C. W., Shinohara I., Tam S. W. Y.	4. 巻 127
2. 論文標題 Analysis of Electron Precipitation and Ionospheric Density Enhancements Due To Hiss Using Incoherent Scatter Radar and Arase Observations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2022JA030545
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JA030545	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 Shumko Mykhaylo, Gallardo-Lacourt Bea, Halford Alexa Jean, Blum Lauren W., Liang Jun, Miyoshi Yoshizumi, Hosokawa Keisuke, Donovan Eric, Mann Ian R., Murphy Kyle, Spanswick Emma L., Blake J. Bernard, Looper Mark D., Gillies D. Megan	4. 巻 9
2. 論文標題 Proton aurora and relativistic electron microbursts scattered by electromagnetic ion cyclotron waves	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Astronomy and Space Sciences	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) 10.3389/fspas.2022.975123	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 Nasi Afroditi, Katsavrias Christos, Daglis Ioannis A., Sandberg Ingmar, Ainalragia-Giamini Sigiava, Li Wen, Miyoshi Yoshizumi, Evans Hugh, Mitani Takefumi, Matsuoka Ayako, Shinohara Iku, Takashima Takeshi, Hori Tomoaki, Balasis Georgios	4. 巻 9
2. 論文標題 An event of extreme relativistic and ultra-relativistic electron enhancements following the arrival of consecutive corotating interaction regions: Coordinated observations by Van Allen Probes, Arase, THEMIS and Galileo satellites	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Astronomy and Space Sciences	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) 10.3389/fspas.2022.949788	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 Elliott S. S., Breneman A. W., Colpitts C., Pettit J. M., Cattell C. A., Halford A. J., Shunko M., Sample J., Johnson A. T., Miyoshi Y., Kasahara Y., Cully C. M., Nakamura S., Mitani T., Hori T., Shinohara I., Shiokawa K., Matsuda S., Connors M., Ozaki M., Manninen J.	4. 巻 49
2. 論文標題 Quantifying the Size and Duration of a Microburst Producing Chorus Region on 5 December 2017	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2022GL099655
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022GL099655	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 Kitamura N., Amano T., Omura Y., Boardsen S. A., Gershman D. J., Miyoshi Y.	4. 巻 13
2. 論文標題 Direct observations of energy transfer from resonant electrons to whistler-mode waves in magnetosheath of Earth	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 6259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-33604-2	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 Gabrielse Christine, Lee Justin H., Claudepierre Seth, Walker Don, O'Brien Paul, Roeder James, Lao Yao, Grovogui Jann, Turner Drew L., Runov Andrei, Boyd Alexander, Fennell Joseph, Blake J. Bernard, Lopez Kevin, Miyoshi Yoshizumi	4. 巻 20
2. 論文標題 Radiation Belt Daily Average Electron Flux Model (RB Daily E) From the Seven Year Van Allen Probes Mission and Its Application to Interpret GPS On Orbit Solar Array Degradation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Space Weather	6. 最初と最後の頁 e2022SW003183
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022SW003183	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 Sarris Theodore E., Li Xinlin, Zhao Hong, Papadakis Kostis, Liu Wenlong, Tu Weichao, Angelopoulos Vassilis, Glassmeier Karl Heinz, Miyoshi Yoshizumi, Matsuoka Ayako, Shinohara Iku, Imajo Shun	4. 巻 127
2. 論文標題 Distribution of ULF Wave Power in Magnetic Latitude and Local Time Using THEMIS and Arase Measurements	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2022JA030469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JA030469	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 Tu Jiannan, Song Paul, Galkin Ivan A., Reinisch Bodo W., Johnston William R., Starks Michael J., Su Yi Jiun, Cooke David, Ginet Gregory P., Inan Umran S., Lauben David S., Miyoshi Yoshizumi, Matsuda Shoya, Kasahara Yoshiya, Kojima Hirotsugu, Shinohara Iku	4. 巻 128
2. 論文標題 Whistler Mode Transmission Experiments in the Radiation Belts: DSX TNT Circuit Simulation and Data Analysis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2022JA030564
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2022JA030564	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 Nose M., Matsuoka A., Miyoshi Y., Asamura K., Hori T., Teramoto M., Shinohara I., Hirahara M., Kletzing C. A., Smith C. W., MacDowall R. J., Spence H. E., Reeves G. D., Gjerloev J. W.	4. 巻 127
2. 論文標題 Flux Enhancements of Field Aligned Low Energy O ⁺ Ion (FALEO) in the Inner Magnetosphere: A Possible Source of Warm Plasma Cloak and Oxygen Torus	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2021JA030008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA030008	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 Miyoshi Y., Hosokawa K., Kurita S., Oyama S.-I., Ogawa Y., Saito S., Shinohara I., Kero A., Turunen E., Verronen P. T., Kasahara S., Yokota S., Mitani T., Takashima T., Higashio N., Kasahara Y., Matsuda S., Tsuchiya F., Kumamoto A., Matsuoka A., Hori T., Keika K., Shoji M., Teramoto M., Imajo S., Jun C., Nakamura S.	4. 巻 11
2. 論文標題 Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92611-3	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 Matsuda S., Miyoshi Y., Kasahara Y., Blum L., Colpitts C., Asamura K., Kasaba Y., Matsuoka A., Tsuchiya F., Kumamoto A., Teramoto M., Nakamura S., Kitahara M., Shinohara I., Reeves G., Spence H., Shiokawa K., Nagatsuma T., Oyama S., Mann I. R.	4. 巻 48
2. 論文標題 Multipoint Measurement of Fine Structured EMIC Waves by Arase, Van Allen Probe A, and Ground Stations	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL096488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL096488	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 Asamura Kazushi, Shoji Masafumi, Miyoshi Yoshizumi, Kasahara Yoshiya, Kasaba Yasumasa, Kumamoto Atsushi, Tsuchiya Fuminori, Matsuda Shoya, Matsuoka Ayako, Teramoto Mariko, Kazama Yoichi, Shinohara Iku	4. 巻 127
2. 論文標題 Cross-Energy Couplings from Magnetosonic Waves to Electromagnetic Ion Cyclotron Waves through Cold Ion Heating inside the Plasmasphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Physical Review Letters	6. 最初と最後の頁 245101
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1103/PhysRevLett.127.245101	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 Artemyev A. V., Demekhov A. G., Zhang X. J., Angelopoulos V., Mourenas D., Fedorenko Yu V., Manininen J., Tsai E., Wilkins C., Kasahara S., Miyoshi Y., Matsuoka A., Kasahara Y., Mitani T., Yokota S., Keika K., Hori T., Matsuda S., Nakamura S., Kitahara M., Takashima T., Shinohara I.	4. 巻 126
2. 論文標題 Role of Ducting in Relativistic Electron Loss by Whistler Mode Wave Scattering	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2021JA029851
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029851	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 Naoko, Seki Kanako, Fok Mei Ching, Zheng Yihua, Miyoshi Yoshizumi, Kasahara Satoshi, Keika Kunihiro, Hartley David, Kasahara Yoshiya, Kasaba Yasumasa, Higashio Nana, Matsuoka Ayako, Yokota Shoichiro, Hori Tomoaki, Shoji Masafumi, Nakamura Satoko, Imajo Shun, Shinohara Iku	4. 巻 126
2. 論文標題 Relative Contribution of ULF Waves and Whistler Mode Chorus to the Radiation Belt Variation During the May 2017 Storm	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028972
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028972	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 Kawamura Miki, Sakanoi Takeshi, Fukizawa Mizuki, Miyoshi Yoshizumi, Hosokawa Keisuke, Tsuchiya Fuminori, Kato Yuto, Ogawa Yasunobu, Asamura Kazushi, Saito Shinji, Spence Harlan, Johnson Arlo, Oyama Shinichiro, Brndstrm Urban	4. 巻 48
2. 論文標題 Simultaneous Pulsating Aurora and Microburst Observations With Ground Based Fast Auroral Imagers and CubeSat FIREBIRD II	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL094494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL094494	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 Santolik O., Miyoshi Y., Kolmaov I., Matsuda S., Hospodarsky G. B., Hartley D. P., Kasahara Y., Kojima H., Matsuoka A., Shinohara I., Kurth W. S., Kletzing C. A.	4. 巻 126
2. 論文標題 Inter Calibrated Measurements of Intense Whistlers by Arase and Van Allen Probes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2021JA029700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029700	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 Kazama Y., Miyoshi Y., Kojima H., Kasahara Y., Kasahara S., Usui H., Wang B. J., Wang S. Y., Tam S. W. Y., Chang T. F., Asamura K., Matsuda S., Kumamoto A., Tsuchiya F., Kasaba Y., Shoji M., Matsuoka A., Teramoto M., Takashima T., Shinohara I.	4. 巻 48
2. 論文標題 Arase Observation of Simultaneous Electron Scatterings by Upper Band and Lower Band Chorus Emissions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2021GL093708
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL093708	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 Ozaki Mitsunori, Inoue Tomohiro, Tanaka Yoshimasa, Yagitani Satoshi, Kasahara Yoshiya, Shiokawa Kazuo, Miyoshi Yoshizumi, Imamura Kousuke, Hosokawa Keisuke, Oyama Shin ichiro, Kataoka Ryuho, Ebihara Yusuke, Ogawa Yasunobu, Kadokura Akira	4. 巻 126
2. 論文標題 Spatial Evolution of Wave Particle Interaction Region Deduced From Flash Type Auroras and Chorus Ray Tracing	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2021JA029254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JA029254	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 Shoji Masafumi, Miyoshi Yoshizumi, Kistler Lynn M., Asamura Kazushi, Matsuoka Ayako, Kasaba Yasumasa, Matsuda Shoya, Kasahara Yoshiya, Shinohara Iku	4. 巻 11
2. 論文標題 Discovery of proton hill in the phase space during interactions between ions and electromagnetic ion cyclotron waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 13480
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-92541-0	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 Saito S., Kurita S., Miyoshi Y., Kasahara S., Yokota S., Keika K., Hori T., Kasahara Y., Matsuda S., Shoji M., Nakamura S., Matsuoka A., Imajo S., Shinohara I.	4. 巻 126
2. 論文標題 Data Driven Simulation of Rapid Flux Enhancement of Energetic Electrons With an Upper Band Whistler Burst	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028979
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028979	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 Kitamura N., Shoji M., Nakamura S., Kitahara M., Amano T., Omura Y., Hasegawa H., Boardsen S. A., Miyoshi Y., Katoh Y., Teramoto M., Saito Y., Yokota S., Hirahara M., Gershman D. J., Giles B. L., Russell C. T., Strangeway R. J., Ahmadi N., Lindqvist P. A., Ergun R. E., Fuselier S. A., Burch J. L.	4. 巻 126
2. 論文標題 Energy Transfer Between Hot Protons and Electromagnetic Ion Cyclotron Waves in Compressional Pc5 Ultra low Frequency Waves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028912
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028912	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 Kanekal Shrikanth, Miyoshi Yoshizumi	4. 巻 8
2. 論文標題 Dynamics of the terrestrial radiation belts: a review of recent results during the VarSITI (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact) era, 2014-2018	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-021-00413-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 Kazama Y., Kojima H., Miyoshi Y., Kasahara Y., Kasahara S., Usui H., Wang B. J., Wang S. Y., Tam S. W. Y., Chang T. F., Asamura K., Kasaba Y., Matsuda S., Shoji M., Matsuoka A., Teramoto M., Takashima T., Shinohara I.	4. 巻 48
2. 論文標題 Extremely Collimated Electron Beams in the High Latitude Magnetosphere Observed by Arase	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL090522
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL090522	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 Ozaki Mitsunori, Shiokawa Kazuo, Horne Richard B., Engebretson Mark J., Lessard Marc, Ogawa Yasunobu, Hosokawa Keisuke, Nose Masahito, Ebihara Yusuke, Kadokura Akira, Yagitani Satoshi, Miyoshi Yoshizumi, Hashimoto Shion, Sinha Shipra, Sinha Ashwini K., Seemala Gopi K., Jun Chae Woo	4. 巻 48
2. 論文標題 Magnetic Conjugacy of Pc1 Waves and Isolated Proton Precipitation at Subauroral Latitudes: Importance of Ionosphere as Intensity Modulation Region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL091384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL091384	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 Martinez Calderon C., Katoh Y., Manninen J., Santolik O., Kasahara Y., Matsuda S., Kumamoto A., Tsuchiya F., Matsuoka A., Shoji M., Teramoto M., Shinohara I., Shiokawa K., Miyoshi Y.	4. 巻 126
2. 論文標題 Multievent Study of Characteristics and Propagation of Naturally Occurring ELF/VLF Waves Using High Latitude Ground Observations and Conjunctions With the Arase Satellite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028682	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 Takeshita Yuhei, Shiokawa Kazuo, Miyoshi Yoshizumi, Ozaki Mitsunori, Kasahara Yoshiya, Oyama Shin ichiro, Connors Martin, Manninen Jyrki, Jordanova Vania K., Baishev Dmitry, Oinats Alexey, Kurkin Vladimir	4. 巻 126
2. 論文標題 Study of Spatiotemporal Development of Global Distribution of Magnetospheric ELF/VLF Waves Using Ground Based and Satellite Observations, and RAM SCB Simulations, for the March and November 2017 Storms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028216	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 Colpitts Chris, Miyoshi Yoshizumi, Kasahara Yoshiya, Delzanno Gian Luca, Wygant John R., Cattell Cynthia A., Breneman Aaron, Kletzing Craig, Cunningham Greg, Hikishima Mitsuru, Matsuda Shoya, Katoh Yuto, Ripoll Jean Francois, Shinohara Iku, Matsuoka Ayako	4. 巻 125
2. 論文標題 First Direct Observations of Propagation of Discrete Chorus Elements From the Equatorial Source to Higher Latitudes, Using the Van Allen Probes and Arase Satellites	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA028315
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA028315	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 Miyoshi Y., Saito S., Kurita S., Asamura K., Hosokawa K., Sakanoi T., Mitani T., Ogawa Y., Oyama S., Tsuchiya F., Jones S. L., Jaynes A. N., Blake J. B.	4. 巻 47
2. 論文標題 Relativistic Electron Microbursts as High Energy Tail of Pulsating Aurora Electrons	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2020GL090360
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GL090360	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 Kataoka Ryuho, Asaoka Yoichi, Torii Shoji, Nakahira Satoshi, Ueno Haruka, Miyake Shoko, Miyoshi Yoshizumi, Kurita Satoshi, Shoji Masafumi, Kasahara Yoshiya, Ozaki Mitsunori, Matsuda Shoya, Matsuoka Ayako, Kasaba Yasumasa, Shinohara Iku, Hosokawa Keisuke, Uchida Herbert Akihito, Murase Kiyoka, Tanaka Yoshimasa	4. 巻 125
2. 論文標題 Plasma Waves Causing Relativistic Electron Precipitation Events at International Space Station: Lessons From Conjunction Observations With Arase Satellite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 e2020JA027875
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020JA027875	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 Hosokawa K., Miyoshi Y., Ozaki M., Oyama S.-I., Ogawa Y., Kurita S., Kasahara Y., Kasaba Y., Yagitani S., Matsuda S., Tsuchiya F., Kumamoto A., Kataoka R., Shiokawa K., Raita T., Turunen E., Takashima T., Shinohara I., Fujii R.	4. 巻 10
2. 論文標題 Multiple time-scale beats in aurora: precise orchestration via magnetospheric chorus waves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-020-59642-8	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 Shumko M., Miyoshi Y., Blum L. W., Halford A. J., Breneman A. W., Johnson A. T., Sample J. G., Klumpar D. M., Spence H. E.	4. 巻 50
2. 論文標題 Observation of an Electron Microburst With an Inverse Time Of Flight Energy Dispersion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	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) 10.1029/2023GL104804	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9件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Y. Miyoshi, S. Saito, S. Kurita, K. Asamura, T. Sakanoi, T. Mitani, Y. Ogawa, S-I. Oyama, F. Tsuchiya, M. Kawamura, K. Toyama, S. Jones, A. Jaynes, B. Blake
2. 発表標題 Relativistic Electron Microbursts as High energy Tail of Pulsating Aurora Electrons
3. 学会等名 AOGS 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, Y. Kasahara, H. Kojima, S. Matsuda, S. Kurita, S. Saito, Y. Katoh, A. Matsuoka, I. Shinohara
2. 発表標題 Multiple roles of plasma waves in the inner magnetosphere
3. 学会等名 ICEAA-IEEE-APWC-USNC-URSI-PSM (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, K. Asamura, M. Shoji, S. Matsuda, S. Kurita, Y. Kasahara, O. Santolik, R. Horne, Y. Kasaba, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, A. Matsuoka, and I. Shinohara
2. 発表標題 Magnetosonic Mode Waves as a Source of Plasmaspheric EMIC waves: Van Allen Probes and Arase observations
3. 学会等名 URSI-GA2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, S. Saito, Y. Matsumoto, S. Kurita, T. Horii, S. Nakamura, M. Kitahara, M. Shoji, M. Teramoto, T. Amano, K. Seki, N. Higashio, I. Shinohara, T. Mitani, T. Takashima, Y. Kasahara, S. Matsuda, Y. Kasaba, and A. Matsuoka
2. 発表標題 Rapid flux enhancement of relativistic electrons associated with dynamic pressure pulse of the solar wind
3. 学会等名 AGU 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, Y. Kasahara, H. Kojima, S. Kasahara, K. Asamura, Y. Kazama,
2. 発表標題 Wave-Particle Interactions in Geospace
3. 学会等名 日本物理学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三好 由純, 栗田 怜, Park Inchun, 三谷 烈史, 篠原 育, 笠原 慧, 横田 勝一郎, 桂華 邦裕, 堀 智昭, 東尾 奈々, 今城 峻, 田 采祐, 松岡 彩子, 笠原 禎也, 松田 昇也, 土屋 史紀, 熊本 篤志, 小路 真史
2. 発表標題 Statistical investigation of cross energy coupling during magnetic storms
3. 学会等名 第148回地球電磁気・地球惑星圏学会の総会および講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, K. Hosokawa, S. Saito, S. Kurita, S.-I. Oyama, Y. Ogawa, A.
2. 発表標題 Wide energy electron precipitations by chorus waves: Arase-EISCAT
3. 学会等名 The 9th VERSIM Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshiki Ito, Shinji Saito, and Yoshizumi Miyoshi
2. 発表標題 Computer simulations of precipitating energetic electrons through chorus-wave particle interactions
3. 学会等名 第148回地球電磁気・地球惑星圏学会の総会および講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Miyoshi, S. Kurita, T. Hori, S. Imajo, M. Teramoto, T. Mitani, T. Takashima, I. Shinohara, N. Higashio, S. Kasahara, S. Yokota, K. Keika, F. Tsuchiya, A. Kumamoto, Y. Kasahara, M. Shoji, S. Nakamura, and A. Matsuoka
2. 発表標題 Observations of radiation belt by Arase during declining phase of cycle 24
3. 学会等名 COSPAR (国際学会)
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	松田 昇也 (Matsuda Syoya) (20772213)	金沢大学・電子情報通信学系・准教授 (13301)	
研究分担者	加藤 雄人 (Katoh Yuto) (60378982)	東北大学・理学研究科・教授 (11301)	
研究分担者	齊藤 慎司 (Saito Shinji) (60528165)	国立研究開発法人情報通信研究機構・電磁波研究所電磁波伝搬研究センター・研究員 (82636)	
研究分担者	栗田 怜 (Kurita Satoshi) (90785495)	京都大学・生存圏研究所・准教授 (14301)	

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