

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 3 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04058

研究課題名(和文) 全粒子モデル計算機実験による小スケール磁気圏の昼間側境界層物理の研究

研究課題名(英文) Study on the dayside boundary layer of a small-scale magnetosphere by full-particle model computer experiments

研究代表者

臼井 英之 (USUI, HIDEYUKI)

神戸大学・システム情報学研究科・教授

研究者番号：10243081

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：小型磁気圏の昼間側境界層では、太陽風電子とイオンの運動差による電界が形成され、電子加速による非熱的成分形成が明らかになった。この電子ビームを考慮したプラズマシミュレーションを実施し境界層における密度擾乱や電界励起は電流駆動型プラズマ不安定性による可能性を示唆できた。次に、ハイブリッド粒子シミュレーションを実施し、水星磁気圏の昼間側境界層における密度、磁場および電流について詳細解析を行った。昼間側境界層における太陽風イオンのメandering運動を明らかにするとともに、太陽風動圧が水星磁気圏の磁気圧より高くなる場合、昼間側境界層が水星表面に直接接触することを3次元的に示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国際月探査計画アルテミスや日欧を中心とした国際水星探査計画BepiColomboにより月や水星の小型磁気圏探査が本格的に実施される。これらに先立ち、宇宙空間プラズマシミュレーションにより小型磁気圏物理現象をできる限り明らかにすることは学術的に重要であるとともに、月惑星ミッションで得られる観測データの物理解釈に大きな手助けとなる。特に、これら磁気圏は地球のものより小さいため磁気圏物理において特に太陽風プラズマの運動論的効果が重要となる。その効果に着目した本研究の結果は小型磁気圏物理の理解に貴重な知見を与える。

研究成果の概要(英文)：In the dayside boundary layer of a small-scale magnetosphere, an electric field is formed due to the difference in the motion of solar wind electrons and ions, and the formation of a non-thermal component due to electron acceleration is revealed. Plasma simulations with the electron beam are performed, and it is suggested that the density disturbance and electric field excitation in the boundary layer can be caused by current-driven plasma instabilities. Next, hybrid particle simulations are performed to investigate the density, magnetic field, and current in the dayside boundary layer of Mercury's magnetosphere. The meandering motion of solar wind ions in the dayside boundary layer is clarified, and it is shown in three dimensions that the dayside boundary is in direct contact with the Mercury surface when the solar wind dynamic pressure is higher than the magnetic pressure in the Mercury magnetosphere.

研究分野：宇宙環境シミュレーション科学

キーワード：小型磁気圏 磁気圏境界層 プラズマ粒子シミュレーション 月惑星プラズマ 粒子速度分布関数 月面磁気異常 水星磁気圏

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

現在、日欧協力による「BepiColombo 国際水星探査計画」が進行中であり、JAXA 宇宙研が担当する水星磁気圏探査衛星 Mio が 2025 年後期に水星周回軌道に投入される。過去の観測により、弱い固有磁場を持ち相対的に固体惑星サイズが大きい水星は地球磁気圏の 1/20 程度の最小スケールの磁気圏を有することがわかっている。しかしこれらは非常に限られた観測に基づくものであり、「最小スケール磁気圏」である水星磁気圏の構造・ダイナミクス・物理プロセスは未解明である。欧米では既に MESSENGER 衛星観測や数値シミュレーションによる水星磁気圏研究が本格化している。日本も BepiColombo/MMO 観測開始までに水星磁気圏解析を進めておくことが急務である。

一方、月の表面には局所的な磁気異常(残留磁化)があり、太陽風との直接的な相互作用がある。この月面磁気異常の規模は太陽風イオン慣性長以下であり太陽風相互作用は非常に弱いはずだが、実際には SELENE 衛星によって磁気異常上空の高度数 10~100km の領域において「ミニ磁気圏」の形成、磁気圏境界領域でのイオン反射、電子加熱、様々なプラズマ波動現象が確認されている。近年、粒子モデルシミュレーション研究(kallio et al., 2012, Deca et al., 2014)が精力的に実施されているが磁気異常領域でのプラズマ環境の準定常・静的な環境解析に限定されており、磁気圏境界層での粒子ダイナミクスの理解には至っていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、水星固有磁場や月面磁気異常上空で形成される「小スケール磁気圏」の昼間側境界層における太陽風の 3 次元運動論的応答とそれに起因する様々な波動粒子相互作用との関係を包括的に解明することである。全粒子モデル計算機実験と高精度な粒子速度分布関数計算法を併用して「ミニ磁気圏」の境界層での粒子ダイナミクスおよびそこで生じる様々なプラズマ不安定性現象の競合過程を明らかにし、「ミニ磁気圏」に流入する太陽風のマクロからミクロへのエネルギー変換過程を定量的に理解する。次に水星パラメータを用いた計算機実験を行い、「ミニ磁気圏」結果も考慮して、水星「最小スケール磁気圏」昼間側での太陽風の運動論的応答や境界層での波動粒子相互作用現象の基礎理解および BepiColombo/MMO 観測現象の予測を試みる。

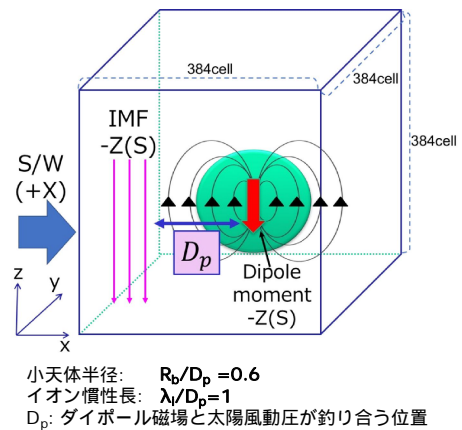


図 1: ミニ磁気圏の計算機実験モデル

3. 研究の方法

まず「ミニ磁気圏」昼間側境界層の 3 次元太陽風ダイナミクスとそこで生じる波動粒子相互作用現象およびその競合過程を全粒子モデル計算機実験と高精度テスト粒子計算により解明する。「ミニ磁気圏」境界層プラズマ分布解析と各点での詳細な粒子速度分布関数の取得を行い、それを用いた個別の計算機実験により境界層擾乱各領域に生じるプラズマ波動励起の定量評価を行う。図 1 にモデル図を示す。次に、水星磁気圏探査を見据えて、水星パラメータを用いたハイブリッド粒子モデル計算機実験を行い、太陽風プラズマの運動論的効果が水星「最小スケール磁気圏」の昼間側境界層物理にどのように影響を与えるかについての基礎的な検討を行う。

4. 研究成果

図 2 に示すようにシミュレーション結果から、カスプや磁気圏境界層(マグネトポーズ)をもつミニ磁気圏の形成、赤道面朝方夕方間での密度非対称性やマグネトポーズにおける電子の高速フラックスが確認された。また、図 3 に示すように、粒子軌道解析により、ポーズでの電界により小天体側に加速された電子がマグネトポーズに沿って太陽風磁場と天体磁場の領域を行き来するメアンダリング運動し、赤道面朝方ヘドリフト移動することを明らかにした。その概念図を図 3 の下図に

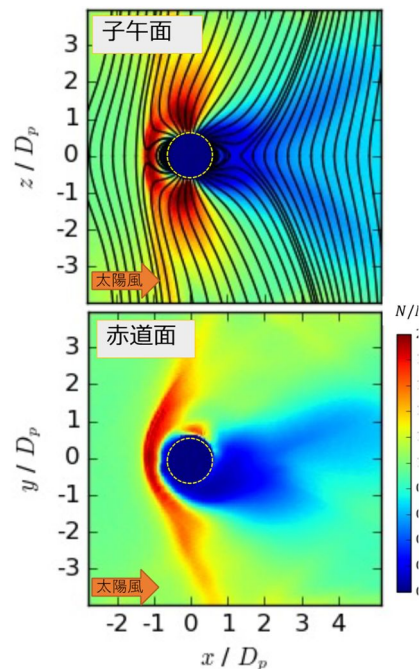


図 2: ミニ磁気圏の電子密度分布

示す。またイオンはポーズでの太陽向きの電界により反射もしくは時計回りの回転によって夕方側に抜けていく。昼間側マグネトポーズの夕方側での電子速度分布関数を図4の左に示すが、y軸の正の方向、すなわち朝方の方向に加速されたビーム成分が確認できる。この電子ビーム成分は、ポーズでの電子メアンダリング運動によるものである。図2の赤道面電子分布に示されるように、ポーズ夕方側領域において時間的及び空間的な電子密度擾乱が見られた。マグネトポーズ高速電子流による電場および密度擾乱について電子ビーム不安定性の観点から定量的な理解を得るため、テスト粒子シミュレーションによるポーズ電子速度分布関数を取得し、非マックスウェル速度分布成分の有無を確かめた。この速度分布関数を用いてプラズマ波動成長率評価や1Dモデルプラズマシミュレーションを実施することにより昼間側マグネトポーズにおける密度擾乱や電界励起は電流駆動型のプラズ

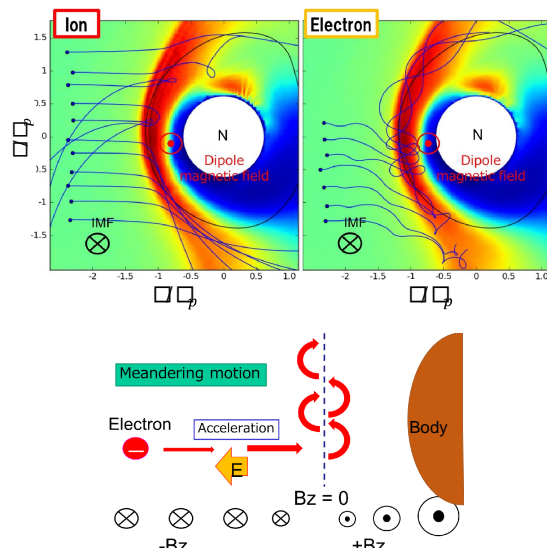


図3：赤道面粒子軌道と電子メアンダリング運動

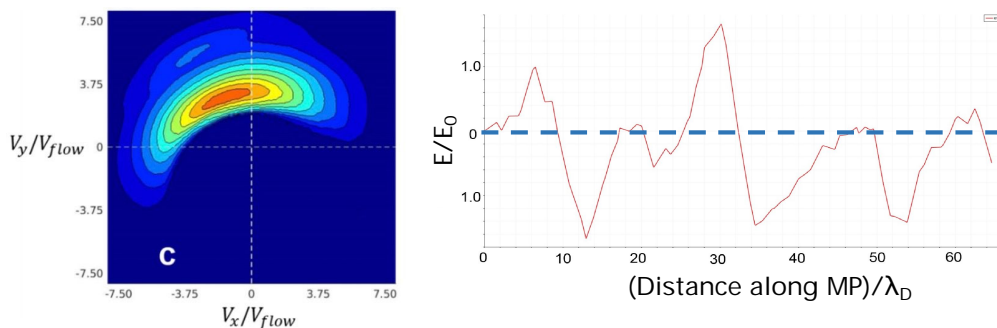


図4：境界層での電子速度分布関数と電界空間分布

マ不安定性による可能性を示唆することができた。ポーズに沿った線上での電界空間変化に関するシミュレーション結果を図4の右に示すが、プラズマ波動線形分散解析によって得られる、最も成長率が大きい波動に相当する波長を持つ静電波の励起が確認された。

一方、電子を流体、イオンを粒子として扱うハイブリッド粒子モデルによる水星磁気圏シミュレーション結果を図5に示す。パウショックやマグネトシース、マグネトポーズ、カスプの構造がはっきりと見て取れるが、平常時太陽風動圧の場合でもダイポール磁場が弱いため昼間側前面のポーズ位置は水星中心からせいぜい2倍程度であり地球磁気圏のポーズ位置に比べると遥かに水星表面に近い。シース領域では密度擾乱が見られるが、なんらかの波動粒子相互作用

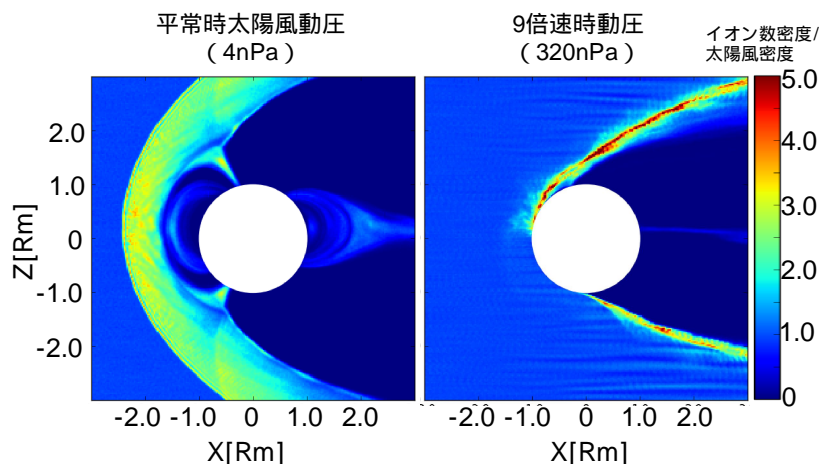


図5：子午面でのイオン密度分布：平常太陽動圧(左)，9倍速時動圧(右)

用現象が生じていると考えられる。太陽風速度が速い場合、太陽風動圧とダイポール磁場圧力との均衡点が水星表面に近づき、ポーズが水星に接し磁気圏構造は大きく変形を受け、バウショックとポーズの区別がつかなくなることがわかった。本結果は、磁気圏前面において太陽風が水星表面へ直接衝突することを示唆する。また、いくつかの違う値の太陽風動圧の場合におけるハイブリッド粒子シミュレーションを実施し、それらの結果を過去の衛星観測結果との比較検討を行うことにより、太陽風動圧と水星の昼間側磁気圏構造の関係に関する知見を得ることができた。これらの結果は、2025年後半に水星到着予定の BepiColombo 水星探査衛星による水星磁気圏観測やそのデータ解析に大きく役立つと考えられる。この昼間側マグネットポーズ消失現象は電離圏をほぼ持たない水星磁気圏に特有であり、その三次元構造や太陽風プラズマ粒子の流入量に関する詳細解析は今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 5件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Zhao Yinjian, Wang Joseph, Usui Hideyuki	4. 巻 34
2. 論文標題 Simulations of Ion Thruster Beam Neutralization Using a Particle-Particle Model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Propulsion and Power	6. 最初と最後の頁 1109 ~ 1115
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2514/1.B36770	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 Ahmad Nizam, Herdiwijaya Dhani, Djamaluddin Thomas, Usui Hideyuki, Miyake Yohei	4. 巻 70
2. 論文標題 Diagnosing low earth orbit satellite anomalies using NOAA-15 electron data associated with geomagnetic perturbations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	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) 10.1186/s40623-018-0852-2	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 Kazama Y., Kojima H., Miyoshi Y., Kasahara Y., Usui H., Wang B. J., Wang S. Y., Tam S. W. Y., Chang T. F., Ho P. T. P., Asamura K., Kumamoto A., Tsuchiya F., Kasaba Y., Matsuda S., Shoji M., Matsuoka A., Teramoto M., Takashima T., Shinohara I.	4. 巻 45
2. 論文標題 Density Depletions Associated With Enhancements of Electron Cyclotron Harmonic Emissions: An ERG Observation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 10,075 ~ 10,083
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GL080117	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 Ahmad Nizam, Usui Hideyuki, Miyake Yohei	4. 巻 6
2. 論文標題 The Particle-In-Cell simulation on LEO spacecraft charging and the wake structure using EMSES	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 21 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.6.21	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 Paulsson J. J. P., Miyake Y., Miloch W. J., Usui H.	4. 巻 26
2. 論文標題 Effects of booms of sounding rockets in flowing plasmas	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Physics of Plasmas	6. 最初と最後の頁 032902 ~ 032902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/1.5051414	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 Darian D., Marholm S., Paulsson J. J. P., Miyake Y., Usui H., Mortensen M., Miloch W. J.	4. 巻 122
2. 論文標題 Numerical simulations of a sounding rocket in ionospheric plasma: Effects of magnetic field on the wake formation and rocket potential	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 9603 ~ 9621
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017JA024284	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 Usui Hideyuki, Kito Saki, Nunami Masanori, Matsumoto Masaharu	4. 巻 108
2. 論文標題 Application of Block-structured Adaptive Mesh Refinement to Particle Simulation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Procedia Computer Science	6. 最初と最後の頁 2527 ~ 2536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.procs.2017.05.255	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 Katoh Y., Omura Y., Miyake Y., Usui H., Nakashima H.	4. 巻 123
2. 論文標題 Dependence of Generation of Whistler Mode Chorus Emissions on the Temperature Anisotropy and Density of Energetic Electrons in the Earth's Inner Magnetosphere	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Space Physics	6. 最初と最後の頁 1165 ~ 1177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017JA024801	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 Usui Hideyuki, Miyake Yohei, Nishino Masaki N., Matsubara Takuma, Wang Joseph	4. 巻 122
2. 論文標題 Electron dynamics in the minimagnetosphere above a lunar magnetic anomaly	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Geophys. Res.- space physics	6. 最初と最後の頁 1555-1571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016JA022927	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 Miyake Y., Usui H.	4. 巻 51
2. 論文標題 Particle-in-cell modeling of spacecraft-plasma interaction effects on double-probe electric field measurements	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Radio Science	6. 最初と最後の頁 1905 ~ 1922
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2016RS006095	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 Hoshi K., Muranaka T., Kojima H., Yamakawa H., Usui H., Shinohara I.	4. 巻 53
2. 論文標題 Numerical Analysis of Active Spacecraft Charging in the Geostationary Environment	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of spacecraft and rochets	6. 最初と最後の頁 589 ~ 598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2514/1.A33270	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 Hatori Tomoharu, Ito Atsushi M., Nunami Masanori, Usui Hideyuki, Miura Hideaki	4. 巻 319
2. 論文標題 Level-by-level artificial viscosity and visualization for MHD simulation with adaptive mesh refinement	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of computational physics	6. 最初と最後の頁 231 ~ 241
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcp.2016.04.064	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 -

[学会発表] 計53件(うち招待講演 3件/うち国際学会 24件)

1. 発表者名 沖 知起+;白井 英之;寺田 直樹;関 華奈子;加藤 雄人;三宅 洋平;八木 学
2. 発表標題 弱磁場天体の小型磁気圏形成に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会/JPGU
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤 雄人;大村 善治;三宅 洋平;白井 英之;中島 浩
2. 発表標題 Simulation study of the dependence of the whistler-mode chorus generation on properties of energetic electrons in the Earth's inner magnetosphere
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会/JPGU
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 風間 洋一;小嶋 浩嗣;三好 由純;笠原 禎也;白井 英之;Wang B.-J.;Wang S.-Y.;Tam Sunny W. Y.;Chang Tzu-Fang;Ho Paul;浅村 和史;熊本 篤志;土屋 史紀;笠羽 康正;松田 昇也;小路 真史;松岡 彩子;寺本 万里子;高島 健;篠原 育
2. 発表標題 Density depletions associated with enhancements of ECH emissions observed by ERG
3. 学会等名 第144回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白井 英之;沖 知起;三宅 洋平;寺田 直樹;関 華奈子;八木 学;加藤 雄人
2. 発表標題 小型磁気圏昼間側マグネトポーズでの電子ダイナミクスに関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 第144回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新城 藍里;小嶋 浩嗣;笠原 禎也;風間 洋一;臼井 英之;三好 由純;笠羽 康正;松田 昇也;Wang S.-Y.;Tam Sunny W. Y.;熊本 篤志
2. 発表標題 探査衛星あらせのデータを用いた突発性電子サイクロトロン高調波の解析
3. 学会等名 第144回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遠藤 研;加藤 雄人;熊本 篤志;臼井 英之
2. 発表標題 1次元静電プラソフシミュレーションを用いた電離圏観測ロケットウェイク近傍の電子速度分布関数に関する考察
3. 学会等名 第144回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川口 友暉;原田 裕己;斎藤 義文;横田 勝一郎;西野 真木;臼井 英之;三宅 洋平;加藤 大羽;綱川 秀夫
2. 発表標題 電子反射法を用いた太陽風中での月面磁場強度推定
3. 学会等名 第144回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沖知起;臼井 英之
2. 発表標題 弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 平成29年度RISH電波科学計算機実験シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 白川遼;白井 英之;三宅洋平;田川雅人;西山和孝;
2. 発表標題 大気吸入型イオンエンジン放電室内におけるECRプラズマ生成のPIC法を用いた数値解析
3. 学会等名 第15回宇宙環境シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡崎ほのか;三宅洋平;白井英之
2. 発表標題 帯電緩和ビーム搭載科学衛星近傍の静電環境に関する粒子シミュレーション
3. 学会等名 第15回宇宙環境シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤圭佑;三宅洋平;白井英之
2. 発表標題 テスト粒子シミュレーションによる月面磁気異常上空でのプラズマ速度分布関数解析
3. 学会等名 第15回宇宙環境シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoki Oki;Usui Hideyuki;Yohei Miyake;Naoki Terada;Kanakano Seki;Wojciech Miloch;Manabu Yagi;Yuto Katoh
2. 発表標題 Numerical simulation on plasma dynamics at the dayside magnetopause in a small-scale magnetosphere
3. 学会等名 Symposium on Planetary Science 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Nizam Ahmad;Hideyuki Usui;Yohei Miyake
2 . 発表標題 Numerical Modeling of Spacecraft Potential Modulations due to Time-Varying Plasma Wave Fields
3 . 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Hideyuki Usui;Sho Nakano;Masanori Nunami;Masaharu Matsumoto
2 . 発表標題 Particle Simulation on the Electromagnetic Environment of Ion Thruster Beam Neutralization
3 . 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Ryo Shirakawa;Hideyuki Usui;Yohei Miyake;Masahito Tagawa;Kazutaka Nishiyama
2 . 発表標題 Plasma Particle Simulation of ECR Plasma Generation in Air Breathing Ion Engine (ABIE)
3 . 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Diako Darian;Wojciech Miloch;Yohei Miyake;Mikael Mortensen;Hideyuki Usui
2 . 発表標題 Wake Formation behind Small Satellites
3 . 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Kiriya;Yohei Miyake;Yuto Katoh;Hideyuki Usui
2. 発表標題 Particle Simulation Analysis of Spacecraft Charging Processes in Plasma Wave Environment
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Kiriya;Yohei Miyake;Yuto Katoh;Hideyuki Usui
2. 発表標題 Numerical Study on the Plasma Disturbance an Charging Processes by Booms of an Ionospheric Rocket
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Joakim John Paul Paulsson;Wojciech Jacek Miloch;Yohei Miyake;Hideyuki Usui
2. 発表標題 Particle Simulation Analysis of Spacecraft Charging Processes in Plasma Wave Environment
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukari Sasaki;Hideyuki Usui;Yohei Miyake;Wojciech Jacek Miloch
2. 発表標題 Numerical Study on Plasma Disturbance near a Low-Earth Orbit Satellite
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yohei Miyake; Takeshi Kiriya; Yuto Katoh; Hideyuki Usui
2. 発表標題 Numerical Simulation of Spacecraft Charging Processes in Time-varying Plasma Environment
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kiyokazu Koga; Teppei Okumura; Haruhisa Matsumoto; Yohei Miyake; Hideyuki Usui; Kazuhiro Toyoda; Mengu Cho; Hiroaki Miyake; Tsutomu Nagatsuma
2. 発表標題 Spacecraft Charging Study in Japan
3. 学会等名 the 15th Spaccraft Charging Technology Conference (SCTC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoki Oki; Hideyuki Usui; Yohei Miyake
2. 発表標題 3D PIC Simulation on the Plasma Dynamics in a Small-Scale Magnetosphere
3. 学会等名 The 13th International School and Symposium on Space Simulations (ISSS-13) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ryo Shirakawa; Hideyuki Usui; Yohei Miyake; Msahito Tagawa
2. 発表標題 Plasma Particle Simulation of ECR Plasma Generation in Air Breathing Ion Engine (ABIE)
3. 学会等名 The 13th International School and Symposium on Space Simulations (ISSS-13) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yukari Sasaki;Hideyuki Usui;Yohei Miyake
2. 発表標題 Three-Dimensional Particle-In-Cell Simulations on Plasma Disturbance Near a Low-Earth Orbit Spacecraft
3. 学会等名 The 13th International School and Symposium on Space Simulations (ISSS-13) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Kiriyama;Yohei Miyake;Hideyuki Usui
2. 発表標題 Particle Simulation Analysis of Spacecraft Charging Processes in Plasma Wave Environment
3. 学会等名 The 13th International School and Symposium on Space Simulations (ISSS-13) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yohei Miyake;Takeshi Kiriyama;Yuto Katoh;Hideyuki Usui
2. 発表標題 Numerical Simulation of Spacecraft Charging Processes in Time-varying Plasma Environment
3. 学会等名 2nd URSI AT-RASC (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nizam Ahmad;Hideyuki Usui;Yohei Miyake
2. 発表標題 Particle in Cell Simulation to Study the Charging and Evolution of Wake Structure of LEO Spacecraft
3. 学会等名 18th Asia Simulation Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nizam Ahmad;Hideyuki Usui;Yohei Miyake
2. 発表標題 The Particle-In- Cell simulation on LEO spacecraft charging and the wake structure using EMSES
3. 学会等名 the 37th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅 洋平;佐々木 紫;臼井 英之
2. 発表標題 極域電離圏飛翔体周辺のプラズマじょう乱に関する粒子シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会/JPGU
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 三宅 洋平;桐山 武士;加藤 雄人;臼井 英之
2. 発表標題 プラズマ波動電界による人工衛星電位変動現象の数値モデリング
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会/JPGU
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 臼井 英之;沖 知起;寺田 直樹;三宅 洋平;加藤 雄人;八木 学
2. 発表標題 重イオン放出弱磁場小型天体のプラズマ環境に関する粒子シミュレーション
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会/JPGU
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沖 知起;白井 英之;寺田 直樹;関 華奈子;加藤 雄人;三宅 洋平;八木 学
2. 発表標題 弱磁場天体の小型磁気圏形成に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 第142回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 白井 英之;沖 知起;三宅 洋平
2. 発表標題 小型磁気圏形成とそのダイポール磁場強度依存性に関する考察
3. 学会等名 第142回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中野 祥;白井 英之
2. 発表標題 宇宙機推進用イオンビームの電磁環境に関する格子多階層型粒子シミュレーション
3. 学会等名 平成29年度RISH電波科学計算機実験シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅 洋平;桐山 武士;佐々木 紫;Nizam Ahmad;白井 英之;西野 真木
2. 発表標題 小型天体・宇宙プラズマ相互作用過程の粒子シミュレーション
3. 学会等名 平成29年度RISH電波科学計算機実験シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 沖知起;白井 英之
2. 発表標題 弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 平成29年度RISH電波科学計算機実験シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 桐山 武士;三宅 洋平;白井 英之;加藤 雄人
2. 発表標題 プラズマ波動電界環境下における人工衛星帯電現象の数値モデリング
3. 学会等名 第14回宇宙環境シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐々木 紫;白井 英之;三宅 洋平;Wojciech J. Miloch
2. 発表標題 極域電離圏飛翔体周辺のプラズマじょう乱に関する粒子シミュレーション
3. 学会等名 第14回宇宙環境シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中野 祥;白井 英之;松本 正晴;沼波 政倫
2. 発表標題 イオンエンジンプラズマ粒子ビーム電磁環境に関する適合格子細分化シミュレーション
3. 学会等名 第61回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 薛 宇航;三宅 洋平;臼井 英之*60200518;稲永 康隆
2. 発表標題 宇宙機推進用イオンビームの電荷中和条件に関する粒子シミュレーション
3. 学会等名 第61回宇宙科学技術連合講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 沖知起;臼井 英之
2. 発表標題 弱磁場天体と太陽風の相互作用に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 第19回惑星圏研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 三宅 洋平;船木 裕司;西野 真木;臼井 英之
2. 発表標題 宇宙プラズマ・小型固体天体相互作用の粒子シミュレーション
3. 学会等名 第19回惑星圏研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 臼井 英之;沖 知起
2. 発表標題 弱磁場天体の小型磁気圏形成に関する全粒子シミュレーション
3. 学会等名 STEシミュレーション研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Usui Hideyuki;Saki Kito;Masanori Nunami;Masaharu Matsumoto
2. 発表標題 Application of Block-structured Adaptive Mesh Refinement to Particle simulation
3. 学会等名 International Conference on Computational Science (ICCS) 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wojciech Jacek Miloch;Usui Hideyuki;Yohei Miyake;Mikael Mortensen
2. 発表標題 Education without borders: how to achieve the best synergy in Japanese-Norwegian academic projects
3. 学会等名 Birkeland 150 year Anniversary Symposium "The Heritage of Kristian Birkeland" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Usui Hideyuki;Wojciech Jacek Miloch;Yohei Miyake;Mikael Mortensen
2. 発表標題 Japan-Norway Partnership in space science simulations
3. 学会等名 Japan-Norway project leaders seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 臼井 英之
2. 発表標題 小型天体環境に関するプラズマ粒子シミュレーション
3. 学会等名 第4回兵庫県立大学計算科学連携センター学術会議「シミュレーションを支える基盤研究」(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yohei Miyake;Yuji Funaki;Masaki Nishino;Usui Hideyuki
2. 発表標題 Particle Simulations of Electric and Dust Environment Near the Lunar Vertical Holw
3. 学会等名 8th International Conference on the Physics of Dusty Plasmas (ICPDP) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yohei Miyake;T. Kiriyama;Yuto Katoh;Usui Hideyuki
2. 発表標題 Numerical Modeling of Spacecraft Potential Modulations due to Time-Varying Plasma Wave Fields
3. 学会等名 URSI Genenral Assembly and Scientific Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Usui Hideyuki, Miyake Yohei, Nishino Masaki
2. 発表標題 Electron current in the boundary layer of a mini-magnetosphere above a lunar magnetic anomaly
3. 学会等名 American Geophysical Union (AGU) Fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 臼井 英之, 松原 琢磨, 三宅 洋平
2. 発表標題 磁気異常上空の小型磁気圏境界における電子ダイナミクスに関する粒子シミュレーション解析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合大会(JPGU)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 白井 英之, 三宅 洋平, 西野 真木
2. 発表標題 月面磁気異常上空のミ二磁気圏境界層における電子電流
3. 学会等名 第140回 地球電磁気・地球惑星圏学会 総会・講演会
4. 発表年 2016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
連携研究者	笠原 禎也 (Kasahara Yoshiya) (50243051)	金沢大学・総合メディア基盤センター・教授 (13301)	
連携研究者	齋藤 義文 (Saito Yoshifumi) (30260011)	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・教授 (82645)	

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