

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 19 日現在

機関番号：	11301
研究種目：	基盤研究 (S)
研究期間：	2011~2013
課題番号：	23224011
研究課題名 (和文)	波動粒子相互作用直接観測システムの開発による相対論的電子加速機構の研究
研究課題名 (英文)	Study on relativistic electron accelerations with a development of wave-particle interaction analyzer
研究代表者	小野 高幸 (ONO TAKAYUKI) 東北大学・大学院理学研究科・教授 研究者番号：10141996
交付決定額 (研究期間全体)：	(直接経費) 141,893,611 円、(間接経費) 42,568,082 円

研究成果の概要 (和文)：

世界初となるプラズマ波動-粒子間相互作用の直接計測実現を目的とする波動粒子相互作用解析装置(SWPIA)について、ERG 衛星の探査領域である内部磁気圏での波動粒子相互作用観測に最適化された S-WPIA の開発に向けた「SWPIA 計測部」の研究開発、ならびに、内部磁気圏グローバルモデルと波動粒子相互作用素過程モデルを組み合わせた「SWPIA シミュレータ」による SWPIA 解析アルゴリズム開発を行った。また実際の搭載機器に相当するハードウェア上でのプログラムを開発しアルゴリズムの評価を開始した他、原理検証とアルゴリズムの高度化を目指したスペースプラズマチェンバーによる実際のプラズマ実験も行った。

研究成果の概要 (英文)：

We developed essential components of Software-type Wave-Particle Interaction Analyzer (SWPIA) and a comprehensive SWPIA simulator. Results of this project will be utilized in SWPIA for in-situ observations in geospace, as a new measurement method of space plasma. Furthermore, We developed the SWPIA program using the realistic hardware and examined the process speed. We also confirmed the experiment in the space plasma chamber for confirming the WPIA algorithm.

研究分野： 数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・超高層物理学

キーワード： 太陽地球システム・宇宙天気

1. 研究開始当初の背景

地球のまわりの宇宙空間 (ジオスペース) には、放射線帯 (ヴァンアレン帯) と呼ばれる MeV を超えるエネルギーをもった電子・イオンが地球磁場に捕捉されている領域がある。放射線帯の高エネルギー電子がどのようなメカニズムによって作り出されているかについては、長い議論が続いているがまだ同定されるにいたっていない。近年、ホイッスラーモード・コーラス放射と呼ばれるプラズマ波動がこの高エネルギー電子の加速を起している可能性が、理論・シミュレーション研究から指摘されている。コーラスの励起と電子加速過程の双方で、非線形の波動粒子相互作用が本質的に重要であることも指摘されている。

2. 研究の目的

波動と電子のエネルギー交換過程を検出するためには、波動電磁場ベクトルと電子のサイクロトロン運動との位相差を検出する事が必要となる。近年、波動の位相変化と粒子個々の捕捉タイミングから位相差を検出した上で積分する事により、波動-粒子間エネルギー交換フラックスの直接計測を実現する WPIA と呼ばれる新しい計測手法が、本研究グループによって提案された。本基盤 S 計画においては、この計測手法を衛星搭載用の CPU 上で行うソフトウェア型波動粒子相互作用解析装置 (SWPIA) として実現する。本計画では SWPIA をロケットおよび 2015 年に予定されているジオスペース探査衛星に搭載、波動粒子相互作用にともなう波動と粒子のエネルギー交換過程

を直接的かつ定量的に明らかにする計測手法の確立を目的とする。

3. 研究の方法

本研究計画においては、SWPIA システムの開発に向けて、以下の3つの具体的な課題を設定する。

- (1) SWPIA 計測システムの開発
- (2) SWPIA シミュレータの開発
- (3) SWPIA システムを飛翔体に搭載し、宇宙空間での波動粒子相互作用直接計測

(1)においては、粒子および波動データをCPUで処理するための要となる、粒子パルス変化データ回路、プラズマ密度オンボード測定ユニット、および時刻同期信号回路部を開発し、また(2)で検討されるアルゴリズム開発を受けて、CPUでの処理システムを開発する。

(2)においては、ジオスペースのグローバルなシミュレーションモジュールと波動粒子相互作用のミクロなシミュレーションモジュールを結合させ、ジオスペースの実際のプラズマ環境の中で、どのようにコーラスが生起し、電子を加速していくかを明らかにする。また、このシミュレーションから得られる粒子およびプラズマ波動データをもとに、SWPIA システムにおける計測アルゴリズムや観測シーケンスの検討を行う。

開発されたSWPIAシステムを用いた飛翔体観測を(3)で行うことにより、波動粒子相互作用の直接計測を実証、SWPIA 計測手法を確立する。

4. 研究成果

平成23年度：

「SWPIA 計測システム」について、衛星システム組み込み状態でのSWPIAを動作させる上で必要となるハードウェアインターフェース等のデザインを行った。また、衛星に搭載されるCPUと同じデザインのCPUボードの試作を購入しSWPIAソフトウェアの開発環境を構築した。また、ロケット実験による検証がJAXA側の理由により本計画内で実現ができなくなったが、チェンバー実験での検証手法を取り入れその準備を開始した。

「SWPIA シミュレータ」については、設備備品費で計算機システムを導入し、モジュールA(グローバルモデル)の初期計算を開始した。実際の磁気嵐の状況におけるシミュレーション計算を行い、ホイッスラーモード波動の線形成長率の空間分布を導出した。モジュールB(素過程計算)では、モジュールAの計算結果を読み込んで初期速度分布を与えるインターフェースの開発を行った。また、SWPIAにより得られる計測量の統計的有意性を評価する方法を提案して、モジュールB

によるコーラス放射発生過程の再現実験の中でSWPIA疑似計測を実施、その結果に対して提案した手法を適用する事により定量的に評価し、SWPIA計測結果の評価に活用できる事を示した。

2012年2月には本研究課題の主催により「宇宙(磁気圏)と実験室プラズマの波動・粒子相互作用検討会」を開催した。

平成24年度：

「SWPIA 計測システム」の開発では、平成23年度に引き続き、実際のハードウェアに等価のシステム上での簡単なアルゴリズムの組込、並びに、一番処理が重い波形較正部についてのスピード評価を行い、それにより、実際の衛星観測において、1周回軌道時間内で、前周回時の取得データ処理が終了することを示した。更に、実際の観測を模擬し、計算機シミュレーション結果のデータを活用して、アルゴリズムの評価とそこから算出されるデータ信頼性の評価に対する指針を考案した。また、ロケット実験の代替として取り組んでいるスペースプラズマチェンバー実験では、小型のプラズマ波動プローブを開発した他、チェンバー内でエネルギー分析を行うことができる粒子センサーを開発し、チェンバー内で動作することを確認した。また安定した電子ビームを実現するために「傍熱型の電子ビーム源」による実験を開始した。

「SWPIA シミュレータ」については、モジュールAの計算結果を用いて、グローバルモデルが計算する分布関数および背景プラズマ環境のデータから、非線形波動粒子相互作用が発生する場所を特定する手法を開発した。具体的には、非線形波動粒子相互作用の発生指標となるOptimum AmplitudeとThreshold Amplitudeを評価し、ホイッスラーモード波動が線形段階から、非線形段階に入る条件を満たす場所と時間を特定する。この手法を用いることで、グローバルモデルの中で非線形波動粒子相互作用の場所が特定できることになった。モジュールBについては、平成23年度に提案したSWPIA計測量の統計的有意性を評価する方法とその有効性の定量的な評価について、学術論文として公表した。また、コーラス放射発生過程の再現実験を、背景磁場強度の空間スケールを様々に変化させて実施し、発生するコーラス放射の波動特性が変化する様相を明らかにした。

平成24年12月には、本研究課題が主催して研究会「プラズマ波動-粒子相互作用の直接計測に関する検討会」を名古屋大学太陽地球環境研究所との共催により開催した。

平成25年度：

「SWPIA 計測システム」の開発では、

SWPIA で重要となる「波形位相」において、その較正の段階でエラーが増大しないよう、窓関数、および、時系列データの取り扱い方について検討を行い位相誤差が非常に少なくする手法を確立した。スペースプラズマ実験では、傍熱型電子ビームにより安定した波動粒子相互作用が実現できるようになり、ビーム周辺におけるドリフト波の励起が確認できるに至った。さらに、直線型プラズマチェンバーを用いた電子温度勾配モードとドリフト波の励起についての実験での、プラズマ波動励起過程の直接計測に関する実験を開始した。この実験では、波動電場ベクトルとイオン流速ベクトルとを同時に計測するコンビネーションプローブを設計・開発して計測に用いた。初期結果として、コンビネーションプローブが所期の計測精度を達成できていることと、チェンバー内で励起する kHz 帯のドリフト波の電場とイオン電流の各ベクトル量を計測できていることが確かめられた。

「SWPIA シミュレータ」については、磁気嵐時の現実的な状況における高エネルギー電子のダイナミクスとホイッスラーモード波動の励起の解析を行うために、高速の太陽風が生じたときの人工衛星データを境界条件としたモジュール A のシミュレーションを行い、観測されたデータとの比較を行った。また、平成 24 年度に開発した手法によって、非線形のホイッスラーモード波動の時空間分布も導出した。この結果、南向きの惑星間空間磁場を含む高速太陽風と北向きの惑星間空間磁場を含む高速太陽風のときでは、線形および非線形段階のホイッスラーモードの時空間変化は顕著な違いが生じ、観測された結果と調和的であった。モジュール B については、平成 24 年度に得られた成果を学術誌に発表すると共に、モジュール A の計算結果に基づいて高エネルギー電子の初期速度分布を与えるモジュールを開発し、連携計算の実行環境を整えた。

平成 25 年度には、分担者の三好が文部科学大臣表彰若手科学者賞を受賞した。また、本研究の論文が、平成 25 年 9 月に中日新聞をはじめ、科学雑誌等でも広く報道された。

なお、当初、平成 26 年度および平成 27 年度について、SWPIA 計測部およびシミュレータの開発を行い、平成 27 年度に打ち上げられる予定のジオスペース探査(ERG)衛星に SWPIA を搭載し、世界で初めて波動粒子相互作用素過程の観測を実現する予定であった。しかし、平成 25 年 12 月に研究代表者が急逝し、日本学術振興会の規定にもとづき、本課題は即日廃止され、所期の目的を達成することができなかった。

本研究の成果を基礎として実現する

SWPIA システムは、宇宙空間におけるプラズマ波動と粒子のエネルギー交換過程を直接計測することを可能とする。このような観測は、諸外国でも例を見ない獨創性がきわめて高いものである。この SWPIA システムの実現は、宇宙における粒子加速の理解を飛躍的に拡大させる高い意義を持つとともに、宇宙空間プラズマの新たな観測手法を確立するものでもある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 20 件)

1. Katoh, Y., M. Hikishima, H. Kojima, Y. Omura, S. Kasahara, M. Hirahara, Y. Miyoshi, K. Seki, K. Asamura, T. Takashima, and T. Ono, Direct Measurement of Nonlinear Wave-Particle Interactions in the Earth's Magnetosphere: Wave-Particle Interaction Analyzer (WPIA) for ERG Mission, JPS Conf. Proc., 査読有, 1, 015100, 1-4, doi:10.7566/JPSCP.1.015100, 2014.
2. Katoh, Y., M. Kitahara, H. Kojima, Y. Omura, S. Kasahara, M. Hirahara, Y. Miyoshi, K. Seki, K. Asamura, T. Takashima, and T. Ono, Significance of Wave-Particle Interaction Analyzer for direct measurements of nonlinear wave-particle interactions, Ann. Geophys., 査読有, 31, 503-512, doi:10.5194/angeo-31-503-2013, 2013.
3. Keika, K., K. Takahashi, A. Y. Ukhorskiy, and Y. Miyoshi, Global characteristics of electromagnetic ion cyclotron waves: Occurrence rate and its storm dependence, J. Geophys. Res. Space Physics, 査読有, 118, 4135-4150, doi:10.1002/jgra.50385, 2013.
4. Miyoshi, Y., R. Kataoka, Y. Kasahara, A. Kumamoto, T. Nagai and M. F. Thomsen, High-speed solar wind with southward interplanetary magnetic field causes relativistic electron flux enhancement of the outer radiation belt via enhanced condition of whistler waves, Geophys. Res. Lett., 査読有, 40, 4520-4525, doi:10.1002/grl.50916, 2013.
5. Katoh, Y. and Y. Omura, Effect of the background magnetic field inhomogeneity on generation processes of whistler-mode chorus and hiss-like broadband emissions, J. Geophys. Res. Space Physics, 査読有, 118, 4189-4198,

- doi:10.1002/jgra50395, 2013
6. Kalae, M. J., Y. Katoh, and T. Ono, A study of the plasma wave enhancements in the Earth's equatorial plasmasphere, *Earth Moon Planets*, 査読有, 110, 131-141, doi:10.1007/s11038-013-9414-6, 2013.
 7. Sakaguchi, K., Y. Kasahara, M. Shoji, Y. Omura, Y. Miyoshi, T. Nagatsuma, A. Kumamoto, and A. Matsuoka, Akebono observations of EMIC waves in the slot region of the radiation belts, *Geophys. Res. Lett.*, 査読有, 40, 5587-5591, doi:10.1002/2013GL058258, 2013.
 8. 三好由純, 加藤雄人, 小嶋浩嗣, 疋島充, 波動粒子相互作用による放射線帯相対論的エネルギー電子の生成機構とその人工衛星観測による実証に向けて, *プラズマ・核融合学会誌*, 査読有, 第89巻, 第8号, 536-543, 2013.
 9. Hikishima, M., and Y. Omura, Particle simulations of whistler-mode rising-tone emissions triggered by waves with different amplitudes, *J. Geophys. Res.*, 査読有, 117, A04226, 1-9, doi:10.1029/2011JA017428, 2012.
 10. Kurita, S., Y. Katoh, Y. Omura, V. Angelopoulos, C. M. Cully, O. Le Contel, and H. Misawa, THEMIS observation of chorus elements without a gap at half the gyrofrequency, *J. Geophys. Res.*, 査読有, 117, A11223, 1-7, doi:10.1029/2012JA018076, 2012.
 11. Miyoshi, Y., T. Ono, T. Takashima, K. Asamura, M. Hirahara, Y. Kasaba, A. Matsuoka, H. Kojima, K. Shiokawa, K. Seki, M. Fujimoto, T. Nagatsuma, C. Z. Cheng, Y. Kazama, S. Kasahara, H. Matsumoto, N. Higashio, A. Kumamoto, S. Yagitani, Y. Kasahara, K. Ishisaka, Y. Katoh, Y. Ebihara, Y. Omura, M. Nose, T. Hori, Y. Miyashita, Y. Tanaka, T. Segawa, and ERG-working group, The Energization and Radiation in Geospace (ERG) Project, in "Dynamics of the Earth's Radiation Belts and Inner Magnetosphere", *Geophys. Monogr. Ser.*, 査読有, vol. 199, edited by D. Summers, I. R. Mann, D. N. Baker, and M. Schulz, pp. 103-116, AGU, Washington, D. C., doi:10.1029/2012GM001304, 2012.
- [学会発表] (計 43 件)
1. 疋島充, 加藤雄人, 小嶋浩嗣, 大村善治, 三好由純, 小野高幸, WPIA 検討グループ, Study of the method of wave data processing for Wave-Particle Interaction Analyzer (WPIA), 第 134 回 SGEPPSS 総会および講演会, 高知, 11 月 5 日, 2013 年.
 2. 三好由純, V. Jordanova, 片岡龍峰, 加藤雄人, and M. Thomsen, 内部磁気圏におけるコーラス励起のシミュレーション-グローバルモデルによる非線形波動励起の評価-, 第 134 回 SGEPPSS 総会および講演会, 高知, 11 月 3 日, 2013 年.
 3. 加藤雄人, 金子俊郎, 文贊鎬, 平原聖文, 下山学, 小木曾舜, 渡邊智彦, 小嶋浩嗣, 宇宙プラズマ中での波動粒子相互作用直接計測手法の実験室プラズマへの応用, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 徳島, 9 月 26 日, 2013 年.
 4. Miyoshi, Y., V. Jordanova, R. Kataoka, Y. Katoh, and M. Thomsen, Simulation on the chorus wave excitation during the high-speed coronal hole streams, 2013 Asia-Pacific Radio Science Conference, Taipei, Taiwan, September 4, 2013.
 5. Katoh, Y. and Y. Omura, Electron hybrid simulation of nonlinear wave growth of whistler-mode chorus emissions in the equatorial region of the Earth's inner magnetosphere, ISSS-11, Taiwan, R. O. C., 21 July, 2013.
 6. Katoh, Y., M. Hikishima, H. Kojima, Y. Omura, S. Kasahara, M. Hirahara, Y. Miyoshi, K. Seki, K. Asamura, T. Takashima, and T. Ono, Wave-Particle Interaction Analyzer (WPIA) for direct measurements of nonlinear wave-particle interactions in the Earth's magnetosphere, The 12th Asia Pacific Plasma Conference, Chiba, July 14, 2013.
 7. Hikishima, M., Y. Katoh, H. Kojima, Y. Omura, Y. Miyoshi, and T. Ono, Direct Measurement of Wave-particle Interactions in the Inner Magnetosphere by the S-WPIA on Board the JAXA/ERG Satellite, Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 2013, Brisbane, Australia, June 25, 2013.
 8. Miyoshi, Y., T. Ono, T. Takashima, K. Asamura, M. Hirahara, Y. Kasaba, A. Kumamoto, A. Matsuoka, H. Kojima, K. Shiokawa, K. Seki, M. Fujimoto, T. Nagatsuma, and ERG working group, Geospace Exploration Project: ERG, 29th International Symposium on Space Technology and Science, June 5, Nagoya, 2013.
 9. Hikishima, M., Y. Katoh, H. Kojima, Y. Omura, Y. Miyoshi, T. Ono, and WPIA team, Evaluation of WPIA by PIC simulations

- for direct measurement of wave-particle interactions in the generation process of chorus emissions, JpGU 2013, 千葉, May 22, 2013.
10. 小嶋浩嗣, 加藤雄人, 疋島充, 平原聖文, 高島健, 浅村和史, 笠原慧, 三好由純, 大村善治, ERG 衛星搭載波動粒子相互作用解析装置, JpGU 2013, 千葉, May 22, 2013.
 11. 三好由純, Vania Jordanova, 片岡龍峰, 加藤雄人, Michelle Thomsen, 内部磁気圏ホイッスラーモード波動の IMF Bz 依存性に関するシミュレーション, JpGU 2013, Makuhari, May 20, 2013.
 12. Katoh, Y., H. Kojima, Y. Omura, S. Kasahara, M. Hirahara, Y. Miyoshi, K. Seki, K. Asamura, T. Takashima, and T. Ono, Significance of Wave-Particle Interaction Analyzer for direct measurement of nonlinear wave-particle interactions, EGU General Assembly 2013, Vienna, Austria, April 9, 2013.
 13. 加藤雄人, 疋島充, 小嶋浩嗣, 大村善治, 笠原慧, 平原聖文, 三好由純, 関華奈子, 浅村和史, 高島健, 小野高幸, 地球磁気圏におけるホイッスラーモード・コーラス放射と高エネルギー電子との相互作用の直接観測に向けた検討: Wave-Particle Interaction Analyzer (WPIA), 日本物理学会第 68 回年次大会, 広島, 3 月 27 日, 2013 年.
 14. Miyoshi, Y., V. Jordanova, R. Kataoka, Y. Katoh, and M. Thomsen, Simulation on the IMF Bz control of the chorus wave excitation during the high-speed coronal hole streams, THEMIS/ARTEMIS SWG, Fairbanks, USA, Mar. 25, 2013.
 15. 小嶋浩嗣, 加藤雄人, 疋島充, 三好由純, 大村善治, ERG 衛星搭載ソフトウェア型波動-粒子相互作用解析装置 (S-WPIA), 第 13 回宇宙科学シンポジウム, 相模原, 1 月 8 日-9 日, 2013 年.
 16. Miyoshi, Y., V. K. Jordanova, R. Kataoka, Y. Katoh, and M. Hikishima, Simulation on the IMF Bz control of the whistler mode wave excitation associated with the high-speed coronal hole streams, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, USA, 6 Dec., 2012.
 17. Katoh, Y., M. Kitahara, H. Kojima, Y. Omura, S. Kasahara, M. Hirahara, Y. Miyoshi, K. Seki, K. Asamura, T. Takashima, and T. Ono, Significance of Wave-Particle Interaction Analyzer for direct measurement of nonlinear wave-particle interactions, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, USA, 5 Dec., 2012.
 18. Kasahara, S., K. Asamura, T. Takashima, and M. Hirahara, Performance tests of medium-energy electron analyzer and ion mass spectrometer developed for SPRINT-B/ERG, AGU Fall Meeting 2012, San Francisco, USA, 2 Dec., 2012.
 19. 加藤雄人, 大村善治, 三好由純, 疋島充, 関華奈子, Numerical study of chorus wave generation in the inner magnetosphere during the storm-time condition, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 23 Oct., 2012.
 20. 下山学, 平原聖文, 小曾木舜, 小嶋浩嗣, スペースチェンバー内の直接計測によるプラズマ波動・粒子相互作用の室内基礎実験-シミュレーション環境の詳細-, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 23 Oct., 2012.
 21. 平原聖文, 下山学, 石黒恵介, 林鮎子, 小曾木舜, 小嶋浩嗣, スペースチェンバー内の直接計測によるプラズマ波動・粒子相互作用の室内基礎実験-電子ビーム粒子分析系の開発-, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 23 Oct., 2012.
 22. 小嶋浩嗣, 片山由美子, 平原聖文, 下山学, スペースチェンバー内の直接計測によるプラズマ波動・粒子相互作用の室内基礎実験-プラズマ波動計測系の開発-, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 23 Oct., 2012.
 23. 疋島充, 加藤雄人, 大村善治, 小嶋浩嗣, 三好由純, 小野高幸, WPIA 検討グループ, Evaluation of WPIA method on generation process of chorus emissions by full-particle simulations - toward the ERG satellite, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 23 Oct., 2012.
 24. 笠原慧, 浅村和史, 高島健, 平原聖文, SPRINT-B/ERG 衛星に搭載する中間エネルギー電子分析器のエネルギー・角度応答, 第 132 回地球電磁気・地球惑星圏学会総会および講演会, 札幌, 22 Oct., 2012.
 25. Miyoshi, Y., T. Ono, T. Takashima, K. Asamura, M. Hirahara, Y. Kasaba, A. Kumamoto, A. Matsuoka, H. Kojima, K. Shiokawa, K. Seki, M. Fujimoto, T. Nagatsuma, and ERG working group, ERG Mission: Acceleration of energetic electrons by plasma waves, AOGS-AGU (WPGM) Joint Assembly, Singapore, 17 August, 2012.
 26. Kasahara, S., T. Takashima, and M. Hirahara, Variability of the Minimum Detectable Energy of an APD as an

- Electron Detector onboard ERG, AOGS-AGU (WPGM) Joint Assembly, Singapore, 15 August, 2012.
27. 北原理弘、加藤雄人、小野高幸、WPIA 検討グループ、WPIA 計測における不確定性の考察、JpGU 2012, 千葉, May 23, 2012.
 28. Miyoshi, Y., V. Jordanova, R. Kataoka, Y. Matsumoto, and Y. Katoh, Simulation on the IMF Bz control of the whistler mode wave excitation associated with the high-speed stream, JpGU 2012, 千葉, May 21, 2012.
 29. Kojima, H., Y. Katoh, M. Hirahara, T. Takashima, K. Asamura, S. Kasahara, Y. Miyoshi, K. Seki, Wave-Particle Interaction Analyzer onboard the ERG satellite, Inner Magnetosphere Coupling 2 Workshop, Los Angeles, USA, 20 Mar., 2012.
 30. Kojima, H., Y. Katoh, M. Hirahara, T. Takashima, K. Asamura, S. Kasahara, Y. Miyoshi, K. Seki, Wave-Particle Interaction Analyzer Onboard the ERG Satellite, GEMSIS International Workshop, 名古屋, 3月13日, 2012.
 31. 小嶋浩嗣, ERG 衛星搭載プラズマ波動観測器 (PWE) およびソフトウェア型波動粒子相関作用解析装置 (S-WPIA) について, SGEPSS 波動分科会, 金沢, 3月8日, 2012
 32. 小嶋浩嗣、下山学、平原聖文、三好由純、加藤雄人, 室内シミュレーションによる波動粒子相互作用の直接観測実験, 平成23年度スペースプラズマ研究会, 神奈川, 2月28日, 2012.
 33. 小嶋浩嗣、加藤雄人、平原聖文、高島健、浅村和史、笠原慧、三好由純、関華奈子, ERG 衛星で行う波動-粒子相互作用直接計測 WPIA: Wave-Particle Interaction Analyzer, 第12回宇宙科学シンポジウム, 神奈川, 1月5日-6日, 2012.
 34. 北原理弘、加藤雄人、小野高幸、小嶋浩嗣、大村善治、WPIA 検討グループ、コーラス放射生成過程に関する計算機実験結果の WPIA 計測手法を用いた解析, 第130回地球電磁気・地球惑星圏学会総会及び講演会, 神戸, 11月4日, 2011.
 35. 小嶋浩嗣、平原聖文、三好由純、関華奈子、小野高幸、熊本篤志、加藤雄人、高島健、浅村和史、笠原慧, 極域磁気圏における波動粒子相互作用の直接観測とそれを実現する小型電磁環境計測器の実証, 小型衛星による実証シンポジウム, 東京, 9月7日, 2011.
 36. Katoh, Y. and Y. Omura, Electron hybrid simulation of nonlinear wave growth of whistler-mode chorus emissions, AGU Chapman Conference on the Dynamics of the Earth's Radiation Belts and Inner Magnetosphere, St. John's, Canada, 20 July, 2011.
 37. Miyoshi, Y., T. Ono, T. Takashima, M. Hirahara, K. Seki, K. Asamura, T. Obara, Y. Kasaba, A. Kumamoto, H. Kojima, A. Matsuoka, M. Fujimoto, T. Nagatsuma, K. Shiokawa, and ERG working group, Japanese geospace exploration project ERG, AGU Chapman Conference, Dynamics of the Earth's radiation belts and inner magnetosphere, St. John's, Canada, 19 July, 2011.
- [図書] (計1件)
1. 小野高幸, 三好由純, 共立出版, 「太陽地球圏(現代地球科学入門シリーズ)」, 2012, 264 ページ.
- [その他]
- ホームページ等
<http://stpp.gp.tohoku.ac.jp/s-wpia/>
6. 研究組織
- (1) 研究代表者
小野 高幸 (ONO TAKAYUKI)
 東北大学・大学院理学研究科・教授
 研究者番号：10141996
 - (2) 研究分担者
小嶋 浩嗣 (KOJIMA HIROTSUGU)
 京都大学・生存圏研究所・准教授
 研究者番号：10215254

三好 由純 (MIYOSHI YOSHIZUMI)
 名古屋大学・太陽地球環境研究所・准教授
 研究者番号：10377781

加藤 雄人 (KATOH YUTO)
 東北大学・大学院理学研究科・准教授
 研究者番号：60378982
 - (3) 連携研究者
平原 聖文 (HIRAHARA MASAFUMI)
 名古屋大学・太陽地球環境研究所・教授
 研究者番号：50242102

関 華奈子 (SEKI KANAKO)
 名古屋大学・太陽地球環境研究所・准教授
 研究者番号：20345854

熊本 篤志 (KUMAMOTO ATSUSHI)
 東北大学・大学院理学研究科・准教授
 研究者番号：00302076