

Correlation between Substorm Onset Ground and Space Observations: Implication for Kinetic Ballooning Instability Correlation between Substorm Onset Ground and Space Observations: Implication for Kinetic Ballooning Instability

Chio Cheng^{1*}, T. F. Chang¹
Chio Cheng^{1*}, T. F. Chang¹

¹Plasma and Space Science Center, National Cheng Kung University

¹Plasma and Space Science Center, National Cheng Kung University

The observations of substorm onset phenomena in the magnetosphere and ionosphere are examined to study their correlation and understand the substorm onset mechanism. In particular, we examine the Pi2 wave structure, propagation, frequency and growth rate in the magnetosphere observed by the THEMIS satellites and the structure and dynamics of the substorm auroral onset arcs. We show the correlation between the substorm onset arcs and the Pi2 pulsations in terms of wave structure, propagation, and the exponential growth of arc intensity and Pi2 wave amplitude. The correlation between the ground and space phenomena strongly supports the kinetic ballooning instability (KBI) as the cause of substorms. We demonstrate that KBI is most unstable in the strong cross-tail current region magnetic field lines and the KBI parallel electric field accelerates electrons along the magnetic field lines into the ionosphere to produce the substorm onset arc.

キーワード: substorm, kinetic ballooning instability, magnetospheric dynamics, magnetospheric structure
Keywords: substorm, kinetic ballooning instability, magnetospheric dynamics, magnetospheric structure

2-1/2次元 Full-Particle コードによる磁気圏サブストーム発生機構の解明 Investigation of the Triggering Mechanism of Magnetospheric Substorm by means of 2-1/2D Full-Particle Simulation

内野 宏俊^{1*}, 町田 忍¹

Hirotochi Uchino^{1*}, Shinobu Machida¹

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻 地球物理学教室

¹ Earth and Planetary Sciences Graduate School of Science, Kyoto University

地球磁気圏尾部におけるサブストーム発生の物理過程は、磁気リコネクションやテアリング不安定性などと密接に関わっていると考えられている。最近の THEMIS 衛星データの統計解析結果に基づき、我々のグループでは新たなサブストームオンセットのモデル (Catapult Current Sheet Relaxation Model : CCSR Model) を提唱した (Machida et al., 2012)。その統計解析の結果では、サブストームオンセットの数分前から、X²-17Re 付近の電流層に北向き磁場成分の極大領域が現れ、オンセット時刻に極大領域の尾部側の端から磁気リコネクションが発生していることが見いだされている。その統計解析結果を物理的に検証するため、粒子シミュレーションの手法を用いてサブストーム開始時の電流層の安定性に関する研究を行った。

シミュレーションを実施する際の基本的な初期条件として、地球の磁気ダイポールに近い形状の磁場配位と、電流層により引き伸ばされた磁場配位をつなげたものを採用した。このような初期条件のもとでシミュレーションを開始すると、磁気ダイポールと電流層の境界から、電流層中のテアリングモードの最大成長波長程度隔たった磁気圏尾部側の位置で、テアリングモードと思われる磁場変動が見られた。本研究ではさらにこの初期条件に対して、統計解析で見られたような北向き磁場成分の極大領域を電流層に加えて、不安定性の変化を調べた。その結果、このような北向き磁場成分が電流層の不安定性を増大させることがわかった。さらにこの北向き磁場の極大領域の位置を変化させていくと、極大領域の尾部側の端が先程のテアリングモードの発生位置と重なる箇所、最も素早くテアリングモードの発展がみられ、支配的な磁気リコネクションへと発展していった。

本研究の結果から、ダイポール領域と電流層の境界部分がテアリングモードの地球側の節となり、電流層内のテアリングモードの最大成長波長程度隔たった所にもう一つの節が形成されることが予想されるが、その少し地球側に北向き磁場成分が滞留することによって、より急激に磁気リコネクションが発達することが示唆される。したがって、先の統計解析結果は、サブストーム発生前に磁気圏尾部に流入してきた対流電場で運ばれた北向き磁場と、さらにその地球側においては、対流電場の影響で電流層が薄くなることに起因するテアリングモードを反映しているものであることが推測される。

キーワード: サブストーム, テアリング不安定, 磁気リコネクション

Keywords: Substorm, Tearing instability, Magnetic reconnection

THEMIS データを用いたダイポール化領域の特性に関する研究 (II) Investigation of the characteristics of the dipolarization region with THEMIS data (II)

町田 忍^{1*}, 宮下 幸長¹, 家田 章正¹, 能勢 正仁², 西村 幸敏³, Vassilis Angelopoulos³, James McFadden⁴, Uli Auster⁵
Shinobu Machida^{1*}, Yukinaga Miyashita¹, Akimasa Ieda¹, Masahito Nose², Yukitoshi Nishimura³, Vassilis Angelopoulos³,
James McFadden⁴, Uli Auster⁵

¹ 名古屋大学・太陽地球環境研究所, ² 京都大学・地磁気世界資料解析センター, ³ カリフォルニア大学・ロサンゼルス校,
⁴ カリフォルニア大学・バークレー校, ⁵ ブランシュバイク工科大学

¹STE Lab., Nagoya Univ., ²WDC for Geomag., ³University of California, Los Angeles, ⁴University of California, Berkeley,
⁵Technical University of Braunschweig

THEMIS 計画における地上オーロラ観測の時間分解能は3秒であり、そのため高時間分解能でサブストームの発展を研究することができる。本研究では、その利点を活かして、時間重畳法による THEMIS 衛星データの解析を実施した。前回に引き続いて今回も、磁場のダイポール化、カレントディスラプションに関連した磁場の変動に着目した。具体的には、3秒サンプリングのデータに対して時間平均のウィンドウを1分とし、その時間間隔における物理量の平均値と標準偏差を計算した。次に、最初に磁場変動の起こる場所と時間を求め、その情報を用いてプラズマ流速などの物理量の変化をみた。その結果、磁場3成分に関しては、いずれもオンセット(オーロラブレイクアップ)の20秒ほど前に、 $X = -10 R_e$ (R_e :地球半径)の近尾部プラズマシート境界層付近で増大することが見出された。

磁場の変動については、時間が経過するとともに、地球に近い内側領域の方向に増大領域が急速に拡がることが確認された。また、磁場変動が最初に現れる $X = -10 R_e$ 付近ではオンセットに伴う地球向きのプラズマ流が発達して、同時に、それより低速な尾部方向のプラズマ流の発生することがわかった。波動発生領域の拡大に合わせて、これらのプラズマ流が存在する領域が拡がってゆくことが確認された。オンセットの直前に $X = -12 R_e$ 付近では、プラズマシートが非常に薄くなるが、その変動に先立って、同領域を尾部方向から地球向きの強いコンベクティブな流れがプラズマシート中を進行することが確認された。そして、それが磁場変動の増大、広範囲にわたる地球向きの流れ、ダイポール化、カレントディスラプションを引き起こしている様子が確認できた。これらの特徴は、外側から擾乱がやって来てカレントディスラプションを引き起こすモデルを強く支持する。

キーワード: 磁気圏, オーロラ, サブストーム, カレントディスラプション, テミス

Keywords: magnetosphere, aurora, substorm, current disruption, THEMIS

オーロラ粒子高々度加速域の poleward expansion Poleward expansion of high-altitude acceleration region at substorm

森岡 昭^{1*}, 三好 由純², 笠羽 康正¹, 門倉 昭³, 三澤 浩昭¹

Akira Morioka^{1*}, Yoshizumi Miyoshi², Yasumasa Kasaba¹, Akira Kadokura³, Hiroaki Misawa¹

¹ 東北大学大学院理学研究科, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 国立極地研究所

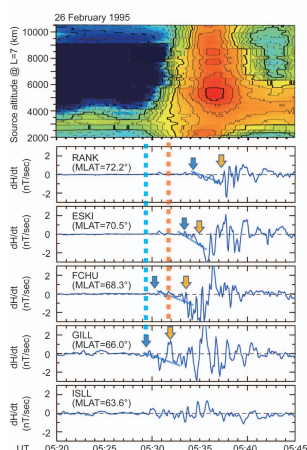
¹Tohoku Univ., ²STEL, Nagoya Univ., ³NIPR

It is well established, since the first phenomenological study of auroral substorm by Akasofu [1964], that auroral bulge expands poleward after breakup. Fujii et al. [1994] showed that the poleward edge of the auroral bulge is characterized by dense upward FAC and intense electron precipitation. On the other hand, the behavior of field-aligned acceleration during the bulge development has not been well understood. In this paper we examine the evolution of field-aligned acceleration during the substorm expansion phase invoking spatial development of high latitude Pi pulsations.

Figure shows that the start time of the negative excursion of DC-ULF at GILL (blue arrow) corresponds to that of the low-altitude AKR enhancement (vertical blue line), and the commencement of large amplitude Pi 2 (yellow arrow) corresponds to that of the high-altitude AKR breakout (vertical yellow line). This means that GILL station was almost the foot print of the magnetospheric substorm onset. Wave forms of Pi 2 at higher latitudes indicated the poleward motion of bulge front, and high-altitude AKR (manifestation of high- altitude acceleration) was active during the poleward motion of the bulge front. This indicates an important consequence that the bulge front accompanied the high-altitude acceleration throughout the poleward expansion, resulting in the continuous emanation of active high- altitude AKR.

キーワード: 沿磁力線加速, 高々度加速域, オーロラバルジ, サブストーム

Keywords: field-aligned acceleration, high-altitude acceleration region, poleward expansion, substorm



尾部リコネクションのエネルギー散逸に対する波動の寄与の評価 Contribution of wave activity observed around the X-line to the reconnection energy dissipation

篠原 育^{1*}, 小嶋 浩嗣², 長井 嗣信³, 銭谷 誠司⁴, 藤本 正樹¹
Iku Shinohara^{1*}, Hirotsugu Kojima², Tsugunobu Nagai³, Seiji Zenitani⁴, Masaki Fujimoto¹

¹ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, ² 京都大学生存圏研究所, ³ 東京工業大学, ⁴ 国立天文台
¹Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, ²Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, ³Tokyo Institute of Technology, ⁴National Astronomical Observatory of Japan

In JpGU 2012, we have reported plasma wave activity observed in one of the best event on May 15, 2003 of the near Earth magnetotail reconnection. Our conclusion was that the Geotail observation is consistent with the collisionless reconnection model as shown in recent kinetic simulation results. Recently, Zenitani et al. (2012) successfully estimated the energy dissipation rate of the same reconnection event. Their result is also consistent with our interpretation that the observed wave activity cannot be a major player of the reconnection dissipation. To confirm our present conclusion more, we have examined plasma wave activity observed in some more reconnection events where Geotail possibly encountered with the electron diffusion. As a result, we commonly found that the wave intensity right in the center of the electron current layer, that is a possible X-line, is much weaker than that in its surrounding region. These Geotail observations suggest that the magnetic diffusion region of the near Earth magnetotail reconnection site is mainly controlled by the physics of the collisionless reconnection process, rather than the anomalous resistivity due to turbulence.

キーワード: 磁気リコネクション, エネルギー散逸
Keywords: magnetic reconnection, energy dissipation

脈動オーロラ発生時の磁気圏赤道域付近の粒子・波動・電磁場 Particle and field near the equatorial region in the magnetosphere at the onset of pulsating aurora

佐藤 夏雄^{1*}, 門倉 昭¹, 田中 良昌¹, 細川 敬祐², 元場 哲郎³
Natsuo Sato^{1*}, Akira Kadokura¹, Yoshimasa Tanaka¹, Keisuke Hosokawa², Tetsuo Motoba³

¹ 国立極地研究所, ² 電気通信大学, ³ 米国 APL

¹National Institute of Polar Research, ²University of Electro-Communications, ³The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

脈動オーロラはオーロラサブストームの回復期直後に必ず出現する普遍的な現象であるが、その発生領域や発生要因などは観測事実として未だに検証されていない。これら脈動オーロラの特性を解明する観測手法として、衛星-地上同時観測は極めて重要である。今回の解析研究では、昭和基地-アイスランド地上共役点全天カメラで同時観測された脈動オーロラについて、ほぼ同じ磁力線で結ばれた磁気圏尾部に位置していた CLUSTER 衛星との比較、及び、THEMIS 衛星と地上全天カメラ網で同時に観測された脈動オーロライベントを用いて粒子・波動・電磁場などの特性解析を行った。なお、CLUSTER 衛星と THEMIS 衛星は磁気圏の赤道面付近に位置していた。明らかになってきた主な特性は、1) 脈動オーロラ発生時には、常に、高エネルギー電子 (10 keV) の急激な増加が伴っていた、2) 脈動オーロラ発生時に ELF/VLF 波動は必ずしも励起されているわけではない、3) 高エネルギー電子フラックス変調に脈動オーロラ的な時間変調を確認するのは困難であった、などである。

キーワード: オーロラ, 脈度オーロラ, 高エネルギー電子, 電磁波動, 磁気圏, 電離圏

Keywords: aurora, pulsating aurora, high energy electron, plasma wave, magnetosphere, ionosphere

THEMIS 衛星による内部磁気圏における電磁イオンサイクロトロントリガード放射の観測 THEMIS observations of electromagnetic ion cyclotron emissions in the inner magnetosphere

中村 紗都子^{1*}, 町田 忍¹, 大村 善治², 小路 真史³

Satoko Nakamura^{1*}, Shinobu Machida¹, Yoshiharu Omura², Masafumi Shoji³

¹ 京都大学大学院理学研究科, ² 京都大学生存圏研究所, ³ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

¹Dept. of Geophys., Kyoto Univ., ²RISH, Kyoto Univ., ³ISAS, JAXA

2010年にPickett et al. [2010]によって電磁イオンサイクロトロン(EMIC)トリガード放射という新たなULF帯の電磁波動現象が報告された。これはCluster衛星によってプラズマポーズの赤道域付近で観測された、電子ホイイスラーコーラスと類似したRising-tone状のスペクトルを持つ非常に強いエミッションである。この現象は観測例は非常に少ないが、粒子と強く相互作用することがShoji et al. [2011]、Omura and Zhao [2012]などによって指摘されており関心が高まっている。

本研究では2007年から2011年のTHEMIS衛星データより確認したEMICトリガード放射の観測例を報告する。これらは、Flux gate magnetometer (FGM)の磁場データ中に狭いバンドをもった数十秒の周波数変動を持つ散発性のPc1-2帯のエミッションである。エミッションは主に昼側6-10Reのプラズマポーズ外側の広い範囲で確認された。この中には様々なスペクトルをもつものが含まれ、主要なものとして典型的例であるRising-tone状のもの、電子ホイイスラーコーラス中に同様のものが見られるFalling-toneを持つもの、また複数イオン種の周波数バンドで同時に発生しているものが挙げられる。

EMICトリガード放射は、Omura et al. [2010]によって非線形成長理論を介した生成メカニズムが提唱されている。一部のRising-toneエミッションの観測例について非線形成長理論と比較を行ったところ、磁場振幅と周波数変動の関係が理論式によってよく説明されることがわかった。加えて、赤道面でのモード交差周波数を下端とするRモードRising-toneエミッションが確認されたが、これは以下のようにLモードRising-toneとして生成されたエミッションに伝搬の効果が加わったものであると解釈される。通常、赤道域で生成されたRising-toneエミッションは、モード交差周波数を境として分散関係の異なる2つの分枝にわかれる。2つの分枝は伝搬路が大きく異なり、生成域でモード交差周波数より高い周波数を持つ分枝のみがRモード波への変換を経て磁力線に沿って赤道域から高緯度へ伝搬することが予想される。これらは、観測されたエミッションが赤道域でLモードRising-toneエミッションとして生成されたことを示す結果である。

地球磁気圏尾部及び太陽コロナにおける粒子加速の比較研究 Comparison study of particle acceleration in the Earth's magnetotail and solar corona

今田 晋亮^{1*}, 平井 真理子², 磯部 洋明³, 渡邊 恭子⁴, 岡光夫⁵, 箕島 敬⁶

Shinsuke Imada^{1*}, Mariko Hirai², Hiroaki Isobe³, Kyoko Watanabe⁴, Mitsuo Oka⁵, Takashi Minoshima⁶

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ³ 京都大学宇宙総合学研究所, ⁴ 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, ⁵ カリフォルニア大学バークレー校 宇宙科学研究所, ⁶ 海洋研究開発機構地球内部ダイナミクス領域

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²Department of Earth and Planetary Science, School of Science, University of Tokyo, ³Unit of Synergetic Studies for Space, Kyoto University, ⁴Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, ⁵Space Sciences Laboratory, UC Berkeley, ⁶Institute for Research on Earth Evolution, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

One of the most famous rapid energy conversion mechanisms in space is a magnetic reconnection. The general concept of a magnetic reconnection is that the rapid energy conversion from magnetic field energy to thermal energy, kinetic energy or non-thermal particle energy. The understanding of rapid energy conversion rates from magnetic field energy to other energy is the fundamental and essential problem in the space physics. One of the important goals for studying magnetic reconnection is to answer what plasma condition/parameter controls the energy conversion rates. Earth's magnetotail has been paid much attention to discuss a magnetic reconnection, because we can discuss magnetic reconnection characteristics in detail with direct in-situ observation. Recently, solar atmosphere has been focused as a space laboratory for magnetic reconnection because of its variety in plasma condition. So far considerable effort has been devoted toward understanding the energy conversion rates of magnetic reconnection, and various typical features associated with magnetic reconnection have been observed in the Earth's magnetotail and the solar corona.

In this talk, we first introduce the variety of plasma condition/parameter in solar corona and Earth's magnetotail. Later, we discuss what plasma condition/parameter controls the energy conversion from magnetic field to especially non-thermal particle. To compare non-thermal electron and ion acceleration in magnetic reconnection, we used Hard X-ray (electron) /Neutron monitor (ion) for solar corona and Geotail in-situ measurement (electron and ion) for magnetotail. We found both of electron and ion accelerations are roughly controlled by reconnection electric field (reconnection rate). However, some detail point is different in ion and electron acceleration. Further, we will discuss what is the major difference between solar corona and Earth's magnetotail for particle acceleration.

キーワード: フレア, サブストーム, 粒子加速, 比較研究

Keywords: flare, substorm, particle acceleration, comparison study

GEMSIS-RC モデルに基づくリングカレントと ULF 波動の相互作用の研究 Coupling between the ULF waves and the ring current in the inner magnetosphere based on the GEMSIS-RC model

関 華奈子^{1*}, 天野 孝伸², 齊藤 慎司³, 三好 由純¹, 松本 洋介⁴, 梅田 隆行¹, 宮下 幸長¹, 海老原 祐輔⁵

Kanako Seki^{1*}, Takanobu Amano², Shinji Saito³, Yoshizumi Miyoshi¹, Yosuke Matsumoto⁴, Takayuki Umeda¹, Yukinaga Miyashita¹, Yusuke Ebihara⁵

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 東京大学大学院理学系研究科, ³ 名古屋大学大学院理学研究科, ⁴ 千葉大学大学院理学研究科, ⁵ 京大生圏研究所

¹STEL, Nagoya University, ²Graduate School of Science, University of Tokyo, ³Graduate School of Science, Nagoya University,

⁴Graduate School of Science, Chiba University, ⁵RISH, Kyoto University

Understanding of acceleration mechanisms of electrons to cause drastic variation of the Earth's outer radiation belt is one of outstanding issues of the geospace researches. While the radial diffusion of the electrons driven by ULF waves has been considered as one of the candidate mechanisms, efficiency of the mechanism under realistic ULF characteristics and distribution is far from understood. GEMSIS (Geospace Environment Modeling System for Integrated Studies) of STEL, Nagoya University, is the observation-based modeling project for understanding energy and mass transportation from the Sun to the Earth in the geospace environment. Aiming at understanding the dynamics of the inner magnetosphere during the geospace storms, the GEMSIS-Magnetosphere working team has developed a new physics-based model for the global dynamics of the ring current (GEMSIS-RC model). The GEMSIS-RC model is a self-consistent and kinetic numerical simulation code solving the five-dimensional collisionless drift-kinetic equation for the ring-current ions in the inner-magnetosphere coupled with Maxwell equations.

We applied the GEMSIS-RC model for simulation of global distribution of ULF waves to test its capability of describing fast time scale phenomena like SCs and ULF waves. Comparison between runs with/without ring current ions show that the existence of hot ring current ions can deform and amplify the original sinusoidal waveforms. The deformation causes the energy cascade to higher frequency range (Pc4 and Pc3 ranges). The cascade is more pronounced in the high beta case. It is also shown that the existence of plasmopause strengthens ULFs outside the plasmopause and widens the MLT region where the E_{\perp} (toroidal) component is excited from initially-given E_{\parallel} (poloidal) component. We report how the amplification and reflection of the ULF waves depend on the ring current parameters such as its density and temperature.

キーワード: 内部磁気圏, リングカレント, 放射線帯, ULF 波動, Pc5, ドリフト共鳴

Keywords: inner magnetosphere, ring current, radiation belt, ULF wave, Pc5, drift resonance

地球磁気圏における電流生成機構の解明 Study on current generation mechanism in Earth's magnetosphere

岩立 篤¹, 荻野 竜樹^{1*}

Atsushi Iwadachi¹, Tatsuki Ogino^{1*}

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

太陽風と地球磁気圏の相互作用を明らかにすることは宇宙開発を進めていく上で必要不可欠あり、衛星観測とシミュレーションの双方から研究が行われている。近年の計算機の進歩から、精度の高いシミュレーションと大規模データ解析を行うことが可能になった。特に VRML(Virtual Reality Modeling Language) を用いた 3次元可視化環境は飛躍的に向上し、ボリュームレンダリング法で 1億点以上のピクセルイメージが使用可能となった。しかし、MHDシミュレーションの物理量をそのまま 3次元可視化しても、エネルギーの大きなプラズマが磁気圏境界を覆うように厚みを持って分布しており、磁気圏境界に注目した解析ができない。そこで、磁気圏境界に注目した解析を行うために、空間微分量を用いて 3次元 MHDシミュレーション結果(IMF南向き定常状態)を 3次元可視化・解析して磁気圏ダイナミクスを再構築した。

MHD方程式の基礎物理量を線形化し、ベクトル量の回転と発散をとり、磁力線に対して平行成分と垂直成分に分解する。ここで、平行電流は磁力線に平行な成分、垂直電流は磁力線に垂直な成分、平行渦度は渦度の磁力線に平行な成分、垂直渦度は磁力線に垂直な成分、圧縮性は速度の発散である。この電流生成機構を理解した上で、各パラメータを 3次元可視化し、地球磁気圏のどの領域で値が大きいのか、なぜ大きいのか、MHDモードの分離とその寄与は何かを明らかにする。

MHD方程式の基礎物理量の空間微分量に注目した理論解析を行い、平行渦度が平行電流を生成することを確認し、垂直渦度と圧縮性が垂直電流を生成していること、及び、垂直電流と圧縮性と垂直電流の比によって FMS(Fast magnetosonic mode)と SMS(Slow magnetosonic mode)が分離できることを新たに導き出した。空間微分量を 3次元可視化・解析することで、電流生成に支配的な物理量とその領域を特定した。地球遠方のプラズマシートに流れる電流生成源は垂直渦度であり、その他の領域の電流生成源は垂直渦度と圧縮性の双方である。また、FMSとSMSのモード分離に成功し、その寄与を明らかにした。地球近傍のプラズマシート内では FMSが支配的であり、地球から離れるにつれて SMSが支配的となってゆく。リコネクション領域では特に FMSが顕著に励起されている。

キーワード: MHDシミュレーション, 電流生成機構, 渦度と圧縮性, 磁気リコネクション, 磁気圏ダイナミクス, 境界層不安定

Keywords: MHD Simulation, current generation mechanism, Vorticity and compressibility, Magnetic Reconnection, Magnetospheric Dynamics, Boundary Layer Instabilities

渦乱流によるプラズマ輸送：テミス衛星観測 THEMIS observations of plasma transport induced by eddy turbulence

井筒 智彦^{1*}, 藤本 正樹²
Tomohiko Izutsu^{1*}, Masaki Fujimoto²

¹ 東京大学, ² 宇宙科学研究所
¹The Univ. of Tokyo, ²ISAS/JAXA

We provide an event study of THEMIS observations of the low-latitude boundary layer in the noon-dawn sector of the magnetosphere on 2008-12-05. Simultaneous multipoint observations show that the magnetosheath-like plasma is transferred earthward from the magnetopause. This earthward transport is accompanied by decrease in the density and fluctuating bulk flow, indicating that the transport is not due to convection. We calculate the eddy diffusion coefficients from the observed velocity data and found that the numbers are in good quantitative agreement with the spatial and time scales of the observed earthward transport signatures. Our study suggests that the observed transport is due to diffusive transport via turbulent eddy motions as is the case of an ordinary (Navier-Stokes) fluid.

キーワード: プラズマ輸送, 拡散, 乱流, テミス
Keywords: plasma transport, diffusion, turbulence, THEMIS

木星磁気圏の太陽風動圧への応答に関する統計解析 Statistical Study on Jovian Magnetospheric Response to Solar Wind Dynamic Pressure

北川 普崇^{1*}, 笠原 慧², 埜 千尋³, 木村 智樹², 藤本 正樹²
Hiroataka Kitagawa^{1*}, Satoshi Kasahara², Chihiro Tao³, Tomoki Kimura², Masaki Fujimoto²

¹ 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, ² 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ³Laboratoire de Physique des Plasmas, Ecole Polytechnique

¹Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, University of Tokyo, ²Institute of Space and Astronautical Science/ Japan Aerospace Exploration Agency, ³Laboratoire de Physique des Plasmas, Ecole Polytechnique

固有磁場を持つ惑星は周囲に磁気圏を形成するが、その構造や変動は、惑星磁場の強さや磁気圏内のプラズマ源、そして恒星から流れくるプラズマ風などで決まるため、多種多様である。同じ太陽系内の惑星でも、木星磁気圏は地球磁気圏とはプラズマダイナミクスが大きく異なると考えられている。これらの木星磁気圏の平均的な構造は、過去のフライバイ観測や周回観測によって明らかにされている。しかしながら、太陽風変動への磁気圏尾部の応答については観測的知見が乏しい。その最大の原因は、木星軌道に太陽風観測点が存在しないことである。そこで本研究では、MHD シミュレーションを用いて地球近傍の太陽風パラメータを木星軌道まで伝播させる事で太陽風動圧変化への木星磁気圏尾部の応答を調べた。木星周回衛星 Galileo の取得したデータを用いて統計的な解析を行い、以下の結果を得た。まず、太陽風動圧上昇に呼応して夜側カレントシートの構造が変化する傾向と、磁場の南北成分に擾乱が見られる傾向、そして高エネルギー粒子フラックスが増大する傾向が見出された。一方で、高エネルギー粒子ビームは太陽風動圧が低い時でも頻繁に見られることが分かった。さらに、高エネルギー粒子ビームがみられない時には、南北磁場の擾乱、粒子フラックス増大なども顕著でないことがわかった。このようなビームが磁気圏尾部の突発的な磁気リコネクションによるものだと考えると、(1) 尾部リコネクションは太陽風動圧の変化を必要とせずに起こっていること、(2) リコネクションは磁場南北成分の擾乱や粒子加熱が Galileo の位置で観測されるための必要条件であると言える。

磁気圏近尾部におけるサブストームの磁場双極子化開始前の低周波波動 Low-frequency waves in the near-Earth magnetotail before substorm dipolarization onsets

宮下 幸長^{1*}, 齊藤 実穂¹, 平木 康隆², 町田 忍³

Yukinaga Miyashita^{1*}, Miho Saito¹, Yasutaka Hiraki², Shinobu Machida³

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 核融合科学研究所, ³ 京都大学大学院理学研究科

¹STEL, Nagoya Univ., ²National Institute for Fusion Science, ³Dept. of Geophys., Kyoto Univ.

磁気圏近尾部で発生する磁場双極子化は、サブストーム開始機構を理解する上で重要な現象である。本研究では、X=-10 Re 付近の磁場双極子化開始前の低周波波動について調べた。まず、Geotail 衛星による 43 例のサブストーム事例について解析を行ったところ、次のことがわかった。磁場双極子化開始の少なくとも 10 分以上前から、振幅は小さいながらも、周期が 1-2 分程度のアルフベン波とスローモードの磁気音波が存在する。それらは、磁場双極子化開始後に大きくなる。また、磁場双極子化前の波動の振幅は、赤道面から離れたプラズマシートからプラズマシート境界層にかけて大きく、赤道面とローブでは比較的小さい。これらの結果と THEMIS 衛星による多点同時観測データの解析結果をもとに、低周波波動と磁場双極子化、サブストーム開始との関連について議論する。

キーワード: サブストーム, 磁気圏尾部, 磁場双極子化, 低周波波動

Keywords: substorm, magnetotail, dipolarization, low-frequency waves

北海道-陸別 HF レーダー観測に基づく中低緯度電離圏 Pc5 波動の統計的性質の研究 Statistical properties of Pc5 waves in the mid-latitude ionosphere observed by the Super-DARN Hokkaido HF radar

松下 敏法^{1*}, 関 華奈子¹, 西谷 望¹, 菊池 崇¹, 三好 由純¹, 堀 智昭¹, 寺本 万里子¹, 塩川 和夫¹, 湯元 清文²

Toshinori Matsushita^{1*}, Kanako Seki¹, Nozomu Nishitani¹, Takashi Kikuchi¹, Yoshizumi Miyoshi¹, Tomoaki Hori¹, Mariko Teramoto¹, Kazuo Shiokawa¹, Kiyohumi Yumoto²

¹ 名古屋大学 太陽地球環境研究所, ² 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター

¹STEL, Nagoya University, ²ICSWSE, Kyushu University

The Pc5 wave, which is one of ULF waves, is defined as the continuous pulsation in the frequency range between 1/600 and 1/150 Hz. It has been considered that the magnetospheric Pc5 waves are globally and directly generated either by solar wind dynamic pressure variations on the dayside or by Kelvin-Helmholtz surface waves on the dawn/dusk flank, and partially and indirectly on the nightside by wave-particle interactions. Pc5 waves can play an important role in the mass and energy transport in the inner magnetosphere. The radiation belt electrons in the inner magnetosphere can be significantly accelerated by the Pc5 waves, as suggested by previous studies. One of outstanding problems in Pc5 studies is to clarify its global distribution, generation mechanisms, and especially their dependence on the solar wind parameters.

We conducted a statistical analysis of data from the SuperDARN Hokkaido HF radar in mid-latitude ionosphere. The beams 5 and 14 data of the HF radar and the OMNI solar wind data for the period from January, 2007 to December, 2012 are used. We identified Pc5 wave events through an automatic Pc5 selection with criteria to extract coherent variation over a certain range of the magnetic latitude and by the visual inspection after the automatic selection. Out of the 60 events identified, and we examined 55 events during which the OMNI data are available. As a result, the Pc5 waves in the mid-latitude ionosphere are roughly categorized into two types, i.e., events under low-speed solar wind and high-speed solar wind conditions. The amplitude of the high-speed solar wind Pc5 events tends to increase with increasing solar wind velocity. This result is consistent with the idea that they are driven by the Kelvin-Helmholtz instability at the magnetopause. On the other hand, the amplitude of the low-speed solar wind Pc5 events has a positive correlation with the variances of the solar wind dynamic pressure. It is thus implied that the Pc5 events under the low-speed condition in the low-latitude are directly driven by the solar wind dynamic pressure variations.

キーワード: 内部磁気圏, ULF 波動, 北海道-陸別 HF レーダー, Pc5 波動

Keywords: inner magnetosphere, ULF wave, SuperDARN Hokkaido HF radar, Pc5 wave

AKR 偏波解析のためのかぐや WFC-H データの較正 Calibration of the KAGUYA/WFC data for AKR polarization analysis

宇田 和晃^{1*}, 後藤 由貴¹, 笠原 禎也¹
Kazuaki Uda^{1*}, Yoshitaka Goto¹, Yoshiya Kasahara¹

¹ 金沢大学

¹ Kanazawa University

かぐや衛星では、地球の極域を起源とする AKR (auroral kilometric radiation: オーロラキロメートル電波) が頻りに観測されている。AKR の偏波は、観測領域に依存することが知られている。かぐや衛星による観測では、月の掩蔽を利用して南北半球の偏波を独立に解析できると期待される。

WFC (Waveform Capture) は、かぐや衛星に搭載されたプラズマ波動受信器である。WFC のサブシステムである WFC-H は、観測期間中に渡って 1kHz ~ 1MHz のスペクトルと波の偏波を観測した。オンボード処理の過程において直交アンテナ X-Ych 間に時間ずれが生じており、観測データから偏波の解析を行なうためには、そのずれの較正が必要となる。本研究では、AKR 偏波を推定するためにデータの較正処理を行なった。

X-Ych 間の時間ずれは、WFC-H 内部の PDC (Programmable Down Converter) と呼ばれる IC が同期していないことによって発生している。PDC が X-Ych それぞれのデジタル処理を担っている。PDC では、1kHz ~ 1MHz の広帯域の信号を 39kHz の 26 狭帯域に分割して処理している。これら 26 帯域に生じている X-Ych 間の時間ずれを推定するために、隣り合った 2 つ帯域でオーバーラップしている周波数帯のデータを利用した。隣接した 2 帯域に対して「X-Ych 間の位相差」の差を統計的に計算し、その頻度分布を求めた。その結果、X-Ych 間の時間ずれは周波数に対して線形であることがわかった。これは、X-Ych 間の時間ずれは、分割された各狭帯域に対して一定であることを意味しており、その傾きから時間ずれは 1.1 マイクロ秒であるといえる。さらに、PDC 内部の 3 つの LPF による位相の回転も考慮して、WFC-H の偏波データを較正した。

較正前は、偏波 (X-Ych 間の位相差) は周波数に依存しており、明らかにおかしい偏波となっていた。一方、較正後は、偏波は 2 時間周期で時間に変動をもつ結果が得られた。これは、衛星軌道における衛星の姿勢を考慮すると妥当であるといえる。

キーワード: かぐや衛星, AKR, キャリブレーション

Keywords: KAGUYA, AKR, calibration

Pi2の子午面内 Poloidal 成分 Poloidal component of Pi2 in the meridian planes

坂 翁介^{1*}, 林 幹治²
Osuke Saka^{1*}, Kanji Hayashi²

¹ オフィス ジيوفジク, ² 東京大学

¹OFFICE GEOPHYSIK, ²University of Tokyo

オーロラ帯の特定の緯度で Pi2 の H 成分の位相が逆転する事と、また同時に偏波も逆転する事は良く知られているが、その原因に子午面内 Poloidal 成分の関与があることが指摘されている(*)。ここでは、

(1) 磁気圏内の東向き電流 (反磁性電流) による Poloidal 成分の励起が地上磁場 H 成分の反転に現れる事を報告する。

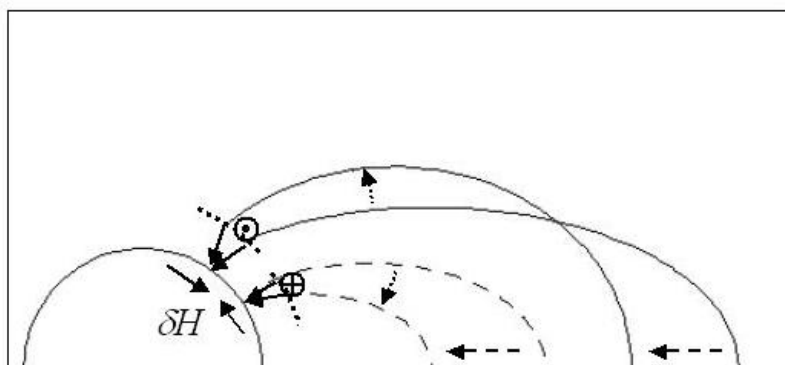
(2) オーロラとの同時観測から予測される Poleward expansion の Onset latitude と反磁性電流の位置関係について報告する。

References

* Saka, Hayashi, Koga, (JGR, 2012).

キーワード: Pi2 脈動, オーロラ ブレイクアップ, サブストーム, ポロイダル成分

Keywords: Pi2 pulsation, aurora breakup, substorm, poloidal component



Deformation of field lines in the meridian planes

脈動オーロラにおけるマルチスケールな時間変動特性: On-off 脈動と数 Hz 変調 Multi-scale temporal variations of pulsating auroras: on-off pulsation and a few-Hz modulation

西山 尚典^{1*}, 坂野井 健¹, 三好 由純², Donald L. Hampton³, 加藤 雄人⁴, 岡野 章一¹

Takanori Nishiyama^{1*}, Takeshi Sakanoi¹, Yoshizumi Miyoshi², Donald L. Hampton³, Yuto Katoh⁴, Shoichi Okano¹

¹ 東北大・理・惑星プラズマ大気, ² 名大・太陽地球環境研究所, ³ アラスカ大学フェアバンクス校, ⁴ 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻

¹Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., ²Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya Univ., ³Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks, ⁴Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

Pulsating aurora (PA) is characterized by the periodically changing emission amplitudes with on-off pulsations of less than 1 s to a few tens of seconds. PA is also well-known as its patchy structure with the horizontal size of 10-200 km. The energy of precipitating electrons ranges from one to a few tens of keV, which is thought to result from pitch angle scattering due to wave-particle interactions near the magnetic equator. Recently, Nishimura et al. [2010] found a one-to-one correspondence between the intensities of PA and amplitudes of whistler mode chorus near the equator. Similarly, electron cyclotron harmonics (ECH) were observed with on-phase of PA. ULF wave is expected to control the excitation of both the whistler mode chorus and ECH by the modulation of the local plasma density. However, an important problem, identifying which mechanism is the most dominant, remains unsolved. In addition, since PA has the distinctive properties in a variety of spatial and temporal scales, we should investigate such multi-scale properties statistically to further understandings of the generation mechanism of PA. The purpose in this study is to reveal the precise spatial-temporal properties and to establish a generation mechanism of PA using ground-based instruments. We developed an EMCCD camera with a wide field-of-view (FOV) and 100-Hz sampling, which is optimized to spatio-temporal properties such as the small-scale structures (< 10-30 km) and rapid temporal variations (3-Hz modulations) in a 2-D plane.

The statistical study on the cross-scale properties was presented based on 53 events observed at Poker Flat Research Range during the period from December 1st, 2011 to March 1st, 2012. The observed modulation frequency ranged from 1.5 to 3.3 Hz. Any strong modulations were not seen in frequency range higher than about 3 Hz in our study, which may suggest that the TOF of electron makes the time-smoothing effect on the rapid variations higher than 3 Hz. Furthermore, the frequency of modulation showed relatively strong correlation to auroral intensity with the correlation coefficient of 0.52, and it can be explained with non linear wave growth theory suggesting that higher modulation frequency with larger wave amplitude of whistler mode chorus. In contrast, the on-off pulsations showed no significant correlations with any of other properties of PA. This result implies that the on-off periods may be determined by the balance of a variety of factor, such as a spatial size on the flux tube, a drift velocity of an energetic electron. Alternatively, long-term variations of the cold plasma density would control the condition for wave-particle interactions in the temporal scale of the on-off pulsation periods.

キーワード: オーロラ, 内部磁気圏, 波動粒子相互作用, 地上観測, ULF 波動

Keywords: Aurora, Inner magnetosphere, Wave-particle interactions, Ground-based observations, ULF waves

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 Simulation on the IMF Bz control of the chorus wave excitation during the high-speed coronal hole streams

三好 由純^{1*}, Vania Jordanova², 片岡 龍峰³, 加藤 雄人⁴, Michelle Thomsen²
Yoshizumi Miyoshi^{1*}, Vania Jordanova², Ryuho Kataoka³, Yuto Katoh⁴, Michelle Thomsen²

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² ロスアラモス国立研究所, ³ 東京工業大学, ⁴ 東北大学
¹STEL, Nagoya University, ²Los Alamos National Laboratory, ³Tokyo Institute of Technology, ⁴Tohoku University

Electron flux of the outer belt tends to increase when the high-speed solar wind interacts with the magnetosphere. The flux enhancement depends not only on the solar wind speed but also on the offset in the north-south component of the interplanetary magnetic field, i.e. the southward offset causes larger flux enhancement than the northward offset, although large-amplitude Alfvénic fluctuations always exist in the high-speed solar wind. If the acceleration process of the outer-belt electrons via the whistler-wave particle interaction is dominant, the populations of hot electrons, plasmasphere, and whistler waves enhance all together during the SBz stream, while they weaken all together during the NBz stream. We have observationally shown the north-south IMF dependence. In this study, we use the relativistic-RAM electron model to confirm the north-south IMF dependences of the key parameters. The data measured by LANL/MPA is used as a boundary condition at L=6.6. As a result, in the SBz stream, there are enhancements of hot electrons of ~30 keV and lower-band whistler mode waves around L=4 at dawn-side, while they are at L>5 in the NBz stream. It is found that, in our simulations, these differences are primarily originated from the magnetospheric convection. We further discuss an assessment of non-linear whistler wave growth based on the threshold of the non-linear growth and the optimum wave amplitude [Omura and Nunn, 2011]. The regions for the non-linear growth are different from that for the intense linear growth. The assessment of non-linear whistler wave growth is useful to identify when and where we can observe chorus waves.

キーワード: 内部磁気圏, ホイッスラーコーラス, シミュレーション, 太陽風磁気圏相互作用
Keywords: inner magnetosphere, whistler chorus, simulation, solar wind - magnetosphere coupling

磁場計測による磁気赤道と人工衛星の相対位置の推定 Use of magnetic field measurements as an indicator of spacecraft locations

栗田 怜^{1*}, 三澤 浩昭¹, Christopher M. Cully², Olivier Le Contel³, Uli Auster⁴, John Bonnell⁵, Vassilis Angelopoulos⁶
Satoshi Kurita^{1*}, Hiroaki Misawa¹, Christopher M. Cully², Olivier Le Contel³, Uli Auster⁴, John Bonnell⁵, Vassilis Angelopoulos⁶

¹ 東北大学・理・惑星プラズマ大気, ²University of Calgary, Canada, ³Laboratoire de Physique des Plasmas, France, ⁴IGEP, TUBS, Germany, ⁵SSL, UCB, USA, ⁶IGPP, UCLA, USA

¹Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., ²University of Calgary, Canada, ³Laboratoire de Physique des Plasmas, France, ⁴IGEP, TUBS, Germany, ⁵SSL, UCB, USA, ⁶IGPP, UCLA, USA

It is known that the configuration of the magnetosphere is more complicated than that of the intrinsic magnetic field only due to highly dynamical and time-dependent magnetospheric currents. There are empirical magnetospheric models derived from statistical analysis of large data sets. However, the models give us average states, which often results in deviation from instantaneous magnetospheric configurations. It is important to construct a technique to show where spacecraft is located in the magnetosphere, especially, how far from the magnetic equator spacecraft is when we interpret the observational results since the distance from the equator is a significant controlling factor for evolution of plasma temperature anisotropy and plasma wave intensities. In this study, using the data obtained by the THEMIS spacecraft, we show a simple method to estimate spacecraft location relative to the magnetic equator using local magnetic field measurements. The method uses the ratio of B_r to $|B|$, where B_r and $|B|$ is the radial component of the magnetic field vector and total magnetic field intensity, respectively. When we choose a simple dipole magnetic field as a reference, we can analytically estimate the magnetic latitude from the measured ratio $B_r/|B|$. Since rising tone chorus emissions are generated in the region close to the magnetic equator and propagate higher latitudes in both the Northern and Southern hemispheres, the method was tested by deriving the latitudinal distribution of propagation direction of rising tone chorus emissions measured by THEMIS. We analyzed 246 rising tone chorus events and statistically derived the latitudinal distribution referring to both the dipole magnetic latitude and the magnetic latitude estimated by $B_r/|B|$. The latitudinal distributions based on the dipole magnetic latitude and estimated magnetic latitude show that 77 % (190 events) and 98 % (241 events) of the events are observed to propagate from the equator to higher latitudes, respectively. It indicates that the magnetic latitude based on the magnetic field measurements is more reliable than the dipole magnetic latitude to show the spacecraft location relative to the magnetic equator. We will test and discuss the performance of our method by comparing the latitudinal distribution of propagation direction of chorus emissions based on the estimated magnetic latitude with that based on the empirical magnetospheric models. We will also discuss capabilities of the method and applications to magnetospheric studies, especially plasma wave phenomena.

太陽風と太陽紫外線による土星オーロラ電波の長期変動

Long-Term variations of Saturn's Auroral Radio Emissions by the Solar Ultraviolet Flux and Solar Wind

木村 智樹¹, 埜 千尋^{1*}, Badman Sarah¹, 笠原 慧¹, 森岡 昭², 三好 由純³, 丸野 大地², 笠羽 康正², 藤本 正樹¹
Tomoki Kimura¹, Chihiro Tao^{1*}, Sarah Badman¹, Satoshi Kasahara¹, Akira Morioka², Yoshizumi Miyoshi³, Daichi Maruno², Yasumasa Kasaba², Masaki Fujimoto¹

¹ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ² 東北大学理学研究科, ³ 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency, ²Graduate school of science, Tohoku University, ³Solar-Terrestrial Environment Laboratory

The long-term variations of Saturn's auroral current system have been suggested to be controlled by the seasonal variations of the polar ionospheric conductivities and atmospheric conditions associated with the solar ultraviolet (UV) flux. However, that long-term variations are not investigated in terms of the other controlling factors such as the solar wind variations in the timescale of the solar cycle. This study investigated the long-term variations of Saturnian Kilometric Radiations (SKR) as a proxy of the auroral current, which were observed by Cassini's radio and plasma wave experiment mostly during the southern summer (DOY 001, 2004 to DOY 193, 2010). We deduced the height distribution of the SKR source region in the northern (winter) and southern (summer) hemispheres from the remote sensing of SKR spectra. It was found that on average the southern (summer) SKR was 7 dB greater than the north (winter) in the spectral density, and the altitude of the southern flux peak (0.7 Rs) was lower than the north (0.9 Rs). The southern and northern spectral densities became comparable with each other around the equinox in August, 2009. These results suggest the stronger field aligned acceleration during the summer than the winter by the seasonal UV effect as opposed to the terrestrial one. The long-term correlation analysis was performed for the SKR and solar wind parameters extrapolated from Earth's orbit by the MHD simulation focusing on variations at timescales beyond several weeks. We found the clear positive correlations between the solar wind parameters and peak flux density in both of the southern and northern hemispheres during the declining phase of the solar activities. It is concluded that the solar wind variations in the timescale of the solar cycle controls the SKR source region in addition to the seasonal solar UV effect. The variation of SKR activity over both seasonal and solar cycles are discussed comparatively to the terrestrial case.

キーワード: 土星, オーロラ, 電波, 磁気圏, 太陽活動

Keywords: Saturn, aurora, radio, magnetosphere, solar activity

地上磁場からの磁気圏密度推定における地下電導度効果の適切な除去の重要性 Importance of correctly removing the underground-conductivity effect in the gradient methods

河野 英昭^{1*}, ピリペンコ, V. A.³, マン, I. R.⁴, ミリング, D. K.⁴

Hideaki Kawano^{1*}, PILIPENKO, V. A.³, MANN, I. R.⁴, MILLING, D. K.⁴

¹九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, ²九州大学国際宇宙天気科学・教育センター, ³地球物理研究所、ロシア,
⁴アルバータ大学物理学科、カナダ

¹Dept. Earth Planet. Sci., Kyushu Univ., ²International Center for Space Weather Science and Education, ³Institute of the Earth Physics, Russia, ⁴Department of Physics, University of Alberta, Canada

There are methods called the hodograph method and the amplitude-phase gradient method (APGM below) that are used to obtain the latitude dependence of the field-line-resonance (FLR) frequency by using data from two ground magnetometers latitudinally separated by ~100km. They both apply FFT to the two magnetometers' data, and calculate the amplitude ratio and the cross phase between the two stations' data as functions of the frequency. From there the two methods use different ways to estimate the latitude dependence of the FLR frequency; the hodograph method fits a circle to the obtained ratio (as a complex number including both the amplitude ratio and the cross phase) to separate out the non-FLR signal in the data, while APGM assume that the obtained amplitude ratio and phase difference include no non-FLR signal and obtains the FLR frequency (as a function of latitude) in an algebraic manner. In this paper we discuss the differences between the two methods by using example events, and show that the both methods need precise enough removal of the effects of the underground conductivity, superposed on the signal from space, in the magnetic field data before applying the method. More details will be presented at the meeting.

近地球磁気圏尾部領域におけるプラズマ高速流まわりのエネルギー変換と電子加速 の特性

Characteristics of energy conversion and electron acceleration around the fast plasma flows in near-Earth magnetotail

敷地 辰也^{1*}, 高田 拓¹
Tatsuya Shikiji^{1*}, Taku Takada¹

¹ 高知工業高等専門学校電気情報工学科

¹Electrical Engineering and Information Science, Kochi National College of Technology

Fast earthward flows accompanied by large B_Z enhancement, are sometimes observed in the near-Earth magnetotail. Such B_Z enhancements are called "dipolarization front". In some cases, earthward flows are instantly followed by the tailward flows. We call such events as "flow reversal", where the earthward flow seems to reverse to the tailward flow. However, the energy conversion and electron acceleration mechanisms during the flow are not fully understood. In this study, the two types of events were analyzed using THEMIS spacecraft data from Dec., 2008 through Mar., 2009. The number of events is 25 for dipolarization front events [1] and 16 for flow reversal events. Based on the results of $\mathbf{j} \cdot \mathbf{E}$ and electron distribution function, we discuss energy conversion and electron acceleration mechanisms during the dipolarization front events or flow reversal events.

[1] A.Runov, V.Angelopoulos, X.-Z.Zhou, X.J.Zhang, S.Li, F.Plaschke and J.Bonnell, A THEMIS multiscale study of dipolarization fronts in the magnetotail plasma sheet, J. Geophys. Res., 116, A05216, 2011.

Keywords: energy conversion, fast plasma flow, electron distribution function