

高緯度から磁気赤道域における磁気急始 (SC) の磁場振幅の季節依存性について Seasonal dependence of magnetic field variations from high latitude to the magnetic equator during geomagnetic sudden commencement

新堀 淳樹^{1*}, 辻 裕司², 菊池 崇², 荒木 徹³, 池田 昭大⁴, 魚住 禎司⁴, S. I. Solov'ev⁷, Boris M. Shevtsov⁸, Roland Emerito S. Otadoy⁵, 歌田 久司⁶, 長妻 努⁹, 湯元 清文⁴

Atsuki Shinbori^{1*}, Yuji Tsuji², Takashi Kikuchi², Tohru Araki³, Akihiro Ikeda⁴, Teiji Uozumi⁴, S. I. Solov'ev⁷, Boris M. Shevtsov⁸, Roland Emerito S. Otadoy⁵, Hisashi Utada⁶, Tsutomu Nagatsuma⁹, Kiyohumi Yumoto⁴

¹ 京都大学生存圏研究所, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 中国極地研究所, ⁴ 九州大学宙空環境研究センター, ⁵ サンカルロス大, ⁶ 東京大学地震研究所, ⁷ IKFIA, ⁸ IKIR, ⁹ 情報通信研究機構

¹RISH, Kyoto Univ., ²STEL, Nagoya Univ., ³SOA Key Laboratory for Polar Science, ⁴SREC, Kyushu Univ., ⁵San Carlos Univ., ⁶ERI, Univ. Tokyo, ⁷IKFIA, ⁸IKIR, ⁹NICT

磁気急始 (SC) は、太陽風中に含まれる衝撃波や不連続面が磁気圏を急激に圧縮することによって磁気圏界面で発生した電磁流体波が磁気圏・プラズマ圏・電離圏へ伝搬し、その情報が地上に到達したときに地磁気の水平成分の急峻な立ち上がりとして観測される。そして、地上で観測される SC の磁場波形は、磁気緯度と地方時によって大きく異なる様相を示し [e.g., Matsushita, 1962, Araki, 1977]、特に MI 期においては、その磁場変動は、磁気圏界面電流の作る磁場に加えて、磁気圏対流の増大による領域 1 型の沿磁力線電流系の作る磁場効果の重ね合わせとして解釈できる [Araki, 1977, 1994]。したがって、MI 期における中緯度から磁気赤道にわたる磁場振幅の季節依存性を調べることによって、SC の領域 1 型の沿磁力線電流系が定電圧源か、それとも定電流源かの電源の性質を決定することが出来る。近年において、夏半球側における振幅が冬半球側に比べて大きくなる傾向が明らかにされつつある [Yumoto et al., 1996; Huang and Yumoto, 2006]。しかしながら、イベント数の不足や中・低緯度の地磁気観測点のみのデータセットの解析に基づいていることから、中緯度から磁気赤道における SC の振幅の日変化の磁気緯度依存性についての詳細な統計的描像は明らかにされていない。本研究では、これらの領域における SC の振幅の磁気地方時と磁気緯度依存性を明らかにするために、1996 年 1 月から 2010 年 10 月までの期間において SYM-H 指数から同定された 3535 例の SC イベントについて解析を行った。

ここでは、SYM-H 指数が 10 分以内で約 5nT 以上の急峻な増加を示し、その開始時刻の前後 10 分において Pi 2 地磁気脈動が出現していないイベントを SC として定義した。そして、12 の地磁気観測点 (ポンペイ (0.27 度)、ヤップ (0.38 度)、セブ (0.85 度)、グアム (5.22 度)、沖縄 (16.54 度)、柿岡 (27.18 度)、女満別 (35.16 度)、パラツンカ (45.58 度)、マガダン (53.62 度)、ズリヤンカ (59.74 度)、チョコルダーク (64.81 度)、コテルニー (70.08 度)、および キングサーモン (58.09 度)) で得られた SC 時の磁場振幅に対して緯度補正をかけた SYM-H 指数の振幅値で規格化した。この規格化によって個々の太陽風動圧の違いによる影響を小さくすることができ、磁気圏界面電流以外の電流によってもたらされる電流系による磁場変動の磁気地方時と磁気緯度の依存性を見出すことができる。また、太陽風動圧の飛びの確認に IMP-8 衛星、Geotail 衛星、Wind 衛星、ACE 衛星からそれぞれ得られたデータを使用している。

その結果、高緯度から中緯度 (35.16-70.08 度) における SC の磁場振幅の日変化の季節依存性は、朝側 (8:00, MLT) と午後側 (16:00, MLT) の領域における日変化の変動幅が冬季に比べて夏季に大きくなる傾向を示し、その中間に春分・秋分点が位置していた。さらに、夜側も同様に冬季に比べて振幅が夏季に大きくなる傾向を示していた。これは、昼間側の DP 2 型の電離圏電流の強さが電離圏電気伝導度の大きな夏季に大きくなることを意味すると同時に、夜側における振幅の季節依存性から、夏季において MI 期に形成される領域 1 型の沿磁力線電流の強度も大きくなることを示唆している。つまり、その傾向は、MI 期の電流系は、強く電離圏の電気伝導度に依存することを意味する。したがって、この結果から、MI 期の電流系は、定電圧源であることが結論される。一方、低緯度から磁気赤道領域 (0.27-16.54 度) に目を向けてみると、これまで高緯度から中緯度で見受けられたものとは異なる振幅の季節依存性を示していた。それは、昼間側における赤道ジェット電流による振幅の増加度合いが夏季に小さくなり、冬季および春・秋分点で振幅が逆に増加するという傾向である。特に、その季節変動が磁気赤道よりも少し離れたグアムにおいて顕著に現れていた。この赤道帯における振幅の季節変動は、単純に赤道電離圏高度での太陽天頂角に依存した電離圏電気伝導度の季節変化のみでは説明することが出来ないことを示唆している。この解釈として、極から赤道域に侵入する電場強度が夏季の時期に小さくなるか、薄層近似で求められる電離圏 Cowling 伝導度が現実の季節に応じた変化を示さないことがあげられる。これらを実証するためには、今後、3 次元電離圏伝導度モデルを用いた全球電離圏ポテンシャルモデルでの実証が必要である。

キーワード: 磁気急始, 高緯度, 磁気赤道, 季節依存性, 電離圏伝導度, 電圧源

Keywords: geomagnetic sudden commencement, high latitude, magnetic equator, seasonal dependence, ionospheric conductivity,

voltage generator

PEM031-02

会場:103

時間:5月26日 08:45-09:00

2010年10月25日にQZS,ETS-VIII,MAGDASで観測されたサブストームについての速報

Magnetospheric Substorm Observed by QZS, ETS-VIII and MAGDAS on October 25, 2010 - Preliminary result-

衛藤 菜穂^{1*}, 松本 晴久², 古幡 智², 古賀 清一², 小原 隆博², 湯元 清文³, MAGDAS/CPMN グループ³

Naho Eto^{1*}, haruhisa matsumoto², Satoshi Furuhashi², Kiyokazu Koga², Takahiro Obara², Kiyohumi Yumoto³, MAGDAS/CPMN Group³

¹ 九大・理・地球惑星, ² 宇宙航空研究開発機構・宇宙環境グループ, ³ 九州大学宇宙環境研究センター

¹Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., ²Space Environ. Group, JAXA, ³Space Environ. Res. Center, Kyshu Univ.

In this study, we analyzed magnetic field variations observed by the quasi-zenith satellite QZS [Matsumoto et al., 2011] and the geostationary satellite ETS-VIII [Koga and Obara, 2008] during magnetospheric substorms. The field configuration quickly changes from tail-like to dipole-like after expansion phase of magnetospheric substorms. The magnetic data from MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System) [Yumoto et al., 2006] low-latitude station were used to identify the onset of magnetospheric substorms. At the onset of the magnetospheric substorms, Pi 2 magnetic pulsations occur globally in the magnetosphere. We focus on the October 25, 2010 substorm event. On the day, the isolated substorm occurred around 13:30UT. The azimuthal distance between QZS and ETS-VIII is about 2Re. They moved eastward at the speed of about 1.7Re/hour.

The following results are obtained;

(1) X-component (azimuthal) variation observed by QZS and ETS-VIII changed from negative to positive (Westward is positive sense) within 10 minutes. It means the QZS and ETS-VIII crossed the very thin plasma sheet.

(2) Y-component (compressional) variation observed by QZS changed from positive to negative (Northward is positive sense) after substorm onset. It means that QZS was located inside Substorm Current Wedge (SCW) at 13:33-13:38UT and then QZS moved outside SCW.

On the other hand, Y-component variation observed by ETS-VIII increased except 13:38-13:43UT period. ETS-VIII was located outside SCW in this period due to traveling of ETS-VIII. After that ETS-VIII was located inside SCW again. It indicates that SCW expanded eastward.

The difference of Y-component variation between QZS and ETS-VIII indicates that a transition region of the SCW is about 0.3 Re.

PEM031-03

会場:103

時間:5月26日 09:00-09:15

ETS-VIII と MAGDAS 観測点 YAP で観測された Pi 2 の相関性 Correlation of Pi 2s Observed by ETS-VIII and MAGDAS/YAP

今城 峻^{1*}, 湯元 清文², 衛藤 菜穂¹, 阿部 修司², 魚住 禎司², 古賀 清一³, 小原 隆博³, MAGDAS/CPMN グループ²
Shun Imajo^{1*}, Kiyohumi Yumoto², Naho Eto¹, Shuji Abe², Teiji Uozumi², Kiyokazu Koga³, Takahiro Obara³, MAGDAS/CPMN
Group²

¹九州大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学宙空環境研究センター, ³宇宙航空研究開発機構

¹Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ, ²Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ, ³JAXA

Pi 2 is an impulsive geomagnetic pulsation with the period range from 40 to 150 seconds. Pi 2 is believed to be globally detectable with aurora breakup. Propagation modes of Pi 2 depend on geomagnetic latitude, local time and so on [cf. Yumoto et al., 2001].

In this study, we analyzed similarity and time lag of Pi 2s observed by ETS-VIII (Engineering Test Satellite-VIII; M.Lat=-7.88, M.Lon=218.56, Hight=36000km) [Koga and Obara, 2008] and by MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System) [Yumoto et al., 2006] station located at the magnetic equator, YAP (M.Lat=1.49, M.Lon=209.09), using cross-correlation. For the analysis, we selected 88 Pi 2 events which showed clear Pi 2 pulsation (p-p more than 0.3nT) during 19:00-03:00LT. The analysis period covered a year from 16 September 2008 to 31 August 2009.

From the analysis, the following results are obtained;

(1) The correlation coefficient between Y-component (compressional) of ETS-VIII and H-component (compressional) of YAP is the highest for combinations of each component, X-, Y-, Z- components of ETS-VIII and H-, D-, Z- components of YAP.

(2) The correlation coefficient between Y-component of ETS-VIII and H-component of YAP depends on local time. In the sector 19:00-21:00LT, 45% of Pi 2s shows positive correlation. In the sector 21:00-03:00LT, 68% of Pi 2s shows positive correlation.

(3) Time lag of Pi 2s from Y-component of ETS-VIII to H-component of YAP also depends on local time. In the sector 19:00-21:00LT, 19% of Pi 2s shows good coherency and time delays of at ETS-VIII 20-75 sec earlier than at YAP. In the sector 21:00-03:00LT, 67% of Pi 2s shows good coherency and time delays of at ETS-VIII 25-50 sec earlier than at YAP.

PEM031-04

会場:103

時間:5月26日 09:15-09:30

King Salmon HF レーダーで観測される Pc5 脈動と地上・静止軌道における磁場変動の比較

Comparison of ionospheric Pc5 oscillations with geomagnetic pulsations observed on the ground and in geostationary orbit

坂口 歌織^{1*}, 長妻 努¹, 小原 隆博²

Kaori Sakaguchi^{1*}, Tsutomu Nagatsuma¹, Takahiro Obara²

¹ 情報通信研究機構, ² 宇宙航空研究開発機構

¹NICT, ²JAXA

ULF帯に属する地磁気の Pc 5 脈動 (周期:150-600 秒) は、古くから地上や衛星の磁力計で観測が行われており、その成因は主に、ケルビンヘルムホルツ不安定や太陽風動圧の変動により磁気圏界面で励起される表面波が、地球の固有磁場と結合することで発生するシア Alfvén 波動の磁力線共鳴であると考えられている。この周波数帯の Alfvén 波動は電離層で反射するため、地上の磁力計では波動の電界成分による電離層電流の変動が地磁気脈動として観測され、磁気圏では直接その場の電磁場の振動が観測される。磁気圏中では、Pc5 波動の変動電場は電子を動径方向に輸送するため放射線帯電子のフラックスの変動との相関があることが知られている。特に、経度方向の波数が小さい波動、グローバルモードが電子の拡散に効くことが近年分かってきた。つまり、放射線帯電子のフラックス変動と Pc5 の関係を定量的に調べるためには、2次元的に Pc5 の波数分布を調べる必要がある。Pc5 の2次元分布を観測する手法としては、地上から電離層でのプラズマ速度 ($E \times B$ ドリフト) を観測する HF レーダーが挙げられる。特に、SuperDARN レーダー網は静止軌道衛星の footprint となるような極域を隈無くカバーしており、Pc5 脈動が頻繁に観測されているという報告もある。そこで本研究では、アラスカの King Salmon に設置された HF レーダーのドップラー速度データを用いて、2007 年の 1 年間に観測された Pc5 の統計解析を行った。また電離圏 Pc5 の発生時にレーダーの視野内に位置する地上磁力計 (Pebek と King Salmon) と静止軌道衛星 (きく 8 号) で観測された地磁気の変動も調べた。本発表では、電離圏 Pc5 の発生頻度分布、太陽風パラメータとの関連性、さらに地上 / 電離層 / 静止軌道の 3 点で同時性のある事例/ない事例についての事例解析結果と統計的な相関関係についての発表を行う。

キーワード: Pc5 脈動, HF レーダー

Keywords: Pc5 pulsation, HF radar

PEM031-05

会場:103

時間:5月26日 09:30-09:45

極冠低高度磁気圏において FAST 衛星によって観測された流出光電子の高高度での反射

Observations of escaping and reflected photoelectrons by the FAST satellite in the polar cap magnetosphere

北村 成寿^{1*}, 西村 幸敏², 関 華奈子², 堀 智昭², 寺田 直樹¹, 小野 高幸¹, James P. McFadden³, Charles W. Carlson³
Naritoshi Kitamura^{1*}, Yukitoshi Nishimura², Kanako Seki², Tomoaki Hori², Naoki Terada¹, Takayuki Ono¹, James P. McFadden³, Charles W. Carlson³

¹ 東北大・理・地球物理, ² 名古屋大・太陽地球環境研究所, ³ SSL, UC Berkeley

¹ Geophys. Sci., Tohoku Univ., ² STEL, Nagoya Univ., ³ SSL, UC Berkeley

The polar wind process is strongly controlled by solar radiation. Modeling studies suggested that escaping photoelectrons, which are produced by solar extreme ultraviolet radiation, originating from the polar cap ionosphere drive the polar wind which includes heavy ions. A photoelectron driven polar wind models described by Wilson et al. [1997] indicated that a potential drop (about 60 V), which reflects most of the escaping photoelectrons, exists at high-altitudes (about $7 R_E$) to achieve zero field-aligned current. Although presence of such a potential drop was reported for some cases [Winningham and Gurgiolo, 1982; Horwitz et al., 1992], the statistical characteristics of the potential drop (e.g., potential difference, and occurrence frequency) have not been studied in detail.

We have statistically examined the photoelectron spectra obtained by the electron spectrometer aboard the Fast Auroral Snapshot (FAST) satellite at about 3800 km altitude during geomagnetically quiet periods near solar maximum. The data obtained from 2 to 16 July 2002 (quiet-time: about 50 orbit passes) are used for the statistical study. In this period, the apogee of the FAST satellite located at high latitudes in the Northern (summer) Hemisphere. Magnetic field data are used to estimate field-aligned currents. The reflected photoelectrons, which were likely reflected by a potential drop, were almost always (about 90%) observed in the region of a weak field-aligned current (-1.6×10^{-7} - 1.6×10^{-7} A/m² mapped to 1000 km altitude). The typical potential difference estimated in the present study is about 20 V, which is about a half of that predicted by photoelectron driven polar wind models [Wilson et al., 1997; Su et al., 1998]. When the potential difference are above 20 V, the typical number flux of the reflected photoelectrons with energy below the potential difference is about 90% of that of the escaping photoelectrons in the same energy range. The high reflection rate supports the presence of field-aligned electric fields.

Keywords: ion outflow, polar wind, potential drop

PEM031-06

会場:103

時間:5月26日 09:45-10:00

極冠域における低エネルギー降下電子の起源について On the origin of low-energy downward electrons in the polar cap ionosphere

北野谷 有吾^{1*}, 阿部 琢美², 向井 利典²
Yugo Kitanoya^{1*}, Takumi Abe², Toshifumi Mukai²

¹ 東京大学, ²ISAS/JAXA

¹Tokyo University, ²ISAS/JAXA

地球磁場が南北半球で閉じない極冠域においては、圧力勾配により拡散するプラズマが電子とイオンの質量差に起因する分極電場を形成し、その電場によりイオンが上向きに加速され、フローを作り出していると考えられている。

極冠域の高度 $2 R_e$ を越える高高度には、磁気圏からの電流と電離圏起源の電流差を解消するよう強いポテンシャルギャップが生じるとする考えがある。このポテンシャルギャップは、電離圏から上昇してくるイオンのフローをさらに加速し、アウトフロー速度を増すと考えられ、電離圏から磁気圏へのイオンの輸送において重要な役割を果たしているかもしれない。また、このポテンシャルギャップは電子を下向きに加速するため、電離圏から上昇してくる光電子 (約 $10\text{-}50\text{[eV]}$) の中でエネルギーの低いものを下向きに加速させうる可能性をもっている。極冠域で観測される低エネルギー帯 (約 $10\text{-}50\text{[eV]}$) の降下電子の一部はこのようなメカニズムにより生成されている可能性がある。実際にあけぼの衛星では極冠域の高度 $2 R_e$ 以下においてこのような低エネルギー降下電子が観測されており、我々はこのメカニズムで生成されたものと解釈している。

あけぼの衛星に搭載されている低エネルギー粒子測定器 LEP (Low Energy Particle) の観測データから、上昇する光電子のフラックス量が同じ場合でも、降下する低エネルギー電子のフラックス量が異なるケースがあることが明らかになった。下降するフラックスが極冠域上空のポテンシャルギャップにより生成されたものとする、この観測結果はポテンシャルのギャップの大きさの違いを反映しているのかもしれない。この場合、このポテンシャルギャップの大きさは何らかのパラメータに依存して変動する可能性を示唆している。本研究の目的は、極冠域高高度に存在し極冠域電離圏から磁気圏へのイオンの輸送に効果をもつであろうポテンシャルギャップの大きさが、何に依存するのかを、低エネルギーの降下電子を軸に観測事実から明らかにすることである。これまでの統計解析の結果から、ポテンシャルのギャップの大きさは、平均的には約 30[eV] であり、約 $10\text{-}50\text{[eV]}$ まで変化することが明らかになった。

本発表では、これらの結果の詳細を示し、極冠域の高高度に存在するポテンシャルのギャップの太陽活動や地磁気活動、電離圏のプラズマ環境に対する依存性について議論する。

キーワード: 極冠域, ポーラーウインド, 光電子

Keywords: polar cap, polar wind, photoelectron

PEM031-07

会場:103

時間:5月26日 10:00-10:15

0.1-100eV イオンエネルギー質量分析器の開発 Development of 0.1-100eV ion energy mass spectrometer

浅村 和史^{1*}, 風間 洋一², 笠原 慧¹

Kazushi Asamura^{1*}, Yoichi Kazama², Satoshi Kasahara¹

¹ 宇宙研, ² 台湾 国立成功大学 PSSC

¹ ISAS/JAXA, ² PSSC, National Cheng Kung Univ., Taiwan

人工飛翔体による磁気圏直接探査では、多くの場合衛星電位が正であり、数 eV 以下のイオン計測は簡単ではない。しかし、日陰中の観測などから、無視できないフラックスの存在が示唆されている。

一方、数 eV 以下の粒子を静電分析器によってエネルギー分析する場合、分析器電極に印加する電圧が低くなるため、印加電圧の安定性に問題が生じる場合がある。これを回避するためには分析器内の極板間隔を極板曲率半径に比べ広げるなどが考えられるが、エネルギー分解能、光子除去性能などに劣る方向となる。トップハット型静電分析器を基に入射口位置、出射スリット位置などを工夫し、印加電圧を上げた上で、質量分析機能をつけた分析器について発表する。

ただし、数 eV 以下のイオンを観測するためには衛星電位をプラズマ電位に近づけるか、ブームなどによって観測器自体を衛星本体から離れた上で、観測器筐体の電位を制御するなどが必要と考えられる

キーワード: 超熱的イオン, イオン流出, 磁気圏, 観測器

Keywords: suprathermal ion, ion upflow, magnetosphere, instrument

PEM031-08

会場:103

時間:5月26日 10:15-10:30

IMF の南向き excursion 時にカスプで観測された電子密度多重増大現象 Multiple enhancements of the electron density in the cusp for brief southward excursions of IMF

白川 拓也¹, 田口 聡^{1*}, 細川 敬祐¹, 小川 泰信²

Takuya Shirakawa¹, Satoshi Taguchi^{1*}, Keisuke Hosokawa¹, Yasunobu Ogawa²

¹ 電気通信大学, ² 国立極地研究所

¹ Univ. of Electro-Communications, ² NIPR

A brief southward excursion of IMF is thought to cause a short-period enhancement of the magnetosheath plasma precipitation along the reconnected magnetic field lines, and of the electron density at F2 peak altitudes in the cusp. Our survey for the high time resolution data from EISCAT Svalbard Radar found events in which multiple enhancements of the electron density in the cusp were detected during a brief southward excursion of IMF. One of the clear events shows that three enhancements occurred within about 2 minutes of each other. This time interval is much shorter than the mean time between successive auroral events in the cusp, i.e., 6 min. Simultaneous observations of the plasma precipitation by DMSP spacecraft show that the cusp electron precipitation region has a few spatial boundaries in terms of the energy and energy flux of the precipitating electrons. We consider how these spatial boundaries can be incorporated in the multiple enhancements of the electron density detected by the radar, and present a picture for the phenomenon triggered in the ionospheric cusp by a brief southward excursion of IMF.

キーワード: カスプ, 電子密度, プラズマフロー, 惑星間空間磁場

Keywords: cusp, electron density, plasma flow, IMF

PEM031-09

会場:103

時間:5月26日 10:45-11:00

れいめい観測によるオーロラ発光形態とオーロラ電子・電離圏加熱イオンの空間分布・エネルギーピッチ角分布・変動の相関研究

A comparative study on the types and dynamics of auroras and the fine properties of auroral particles using Reimei

平原 聖文^{1*}, 福田 陽子², 坂野井 健³, 浅村 和史⁴, 高田 拓⁵, 山崎 敦⁴, 関 華奈子¹, 海老原 祐輔⁶

Masafumi Hirahara^{1*}, Yoko Fukuda², Takeshi Sakanoi³, Kazushi Asamura⁴, Taku Takada⁵, Atsushi Yamazaki⁴, Kanako Seki¹, Yusuke Ebihara⁶

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 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, ⁴ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ⁵ 高知工業高等専門学校, ⁶ 京都大学生存研研究所

¹STEL, Nagoya Univ., ²Dept. Earth & Planet. Sci., Univ. Tokyo, ³PPARC, Tohoku Univ., ⁴ISAS/JAXA, ⁵Kochi National College of Technology, ⁶RISH, Kyoto Univ.

The dynamic variations and numerous types of spatial distributions found in the auroral emissions have been well-known as one of the most remarkable and exciting phenomena in the Earth's polar magnetosphere. The Reimei satellite mission, starting the scientific observations at 650-km altitudes in the late 2005, has been providing us with the high-time/spatial resolution auroral data with the novel observation function realizing simultaneous conjunction measurements of the auroral emissions at the ionospheric altitudes and the auroral plasma particles in the topside ionosphere. The multi-spectral auroral camera (MAC) with 1.1-km resolution over a 70-km x 70-km area at the auroral altitudes (110 km) are imaging a number of spatial distributions and time variations of auroras simultaneously with energy spectra of the energetic (10 eV - 12 keV) plasma over the full-pitch angle range by auroral electron/ion energy spectrum analyzers (ESA/ISA). The geomagnetic field data are also investigated for elucidating the correlation of the transversely accelerated ions (TAIs) with the field-aligned currents carried by invisible thermal electron flows which could not be detected by the electrostatic plasma analyzer on Reimei due to the lowermost energy limitation. These features of the Reimei mission imply that the satellite observation dataset could reveal the closed correlation between the structures and variations of auroral arcs/bands and the precipitating electron components accelerated mainly by quasi-static field-aligned potential structures and kinetic (dispersive) Alfvén waves above the Reimei orbit. We could also investigate the fine-scale relations among the auroral electron signatures, field-aligned current properties, and TAIs, by being mapped on the auroral emissions. The detailed comparisons based on these high-quality auroral image/particle data would derive the newest comprehensive knowledge which has not been obtained for several decades. For instance, Reimei firstly showed that rapidly varying inverted-V electron components are highly correlated with small-size active auroras like rotating auroral vortices, high-speed streaming shear-type arcs, flushing ray-type auroras, etc. It is also common that the downward electron conics and the associated upward wide-energy electron bursts are observed in association with dynamically changing auroras at the lower energy range than the inverted-V electrons. In this paper, we report several characteristic observational results from the comparative study on the types and dynamics of auroras and the fine properties of auroral particles using Reimei.

キーワード: オーロラ発光, オーロラ粒子, 微細構造, 衛星観測, 粒子加速, オーロラダイナミクス

Keywords: auroral emission, auroral particle, fine structure, satellite observation, particle acceleration, auroral dynamics

PEM031-10

会場:103

時間:5月26日 11:00-11:15

オーロラ微細構造の高速撮像 High-speed imaging of auroral microstructures

片岡 龍峰^{1*}, 三好由純², 塩川和夫², 海老原祐輔³, 八重樫あゆみ³, 西山尚典⁴, 坂野井健⁴

Ryuhō Kataoka^{1*}, Yoshizumi Miyoshi², Kazuo Shiokawa², Yusuke Ebihara³, Ayumi Yaegashi³, Takanori Nishiyama⁴, Takeshi Sakanoi⁴

¹ 東京工業大学, ² 名古屋大学, ³ 京都大学, ⁴ 東北大学

¹Tokyo Tech, ²Univ Nagoya, ³Kyoto Univ, ⁴Tohoku Univ

We have been conducting high-speed (100 Hz) imaging observations of auroral microstructures since January 2010 at Poker Flat Research Range (PFRR), Alaska. For example, from the observations in the last winter season, we showed evidence that auroral folds were periodically formed in a breakup arc and the luminosity is exponentially increased for about 10 sec before an auroral breakup onset. The evolution of turbulent microstructures and the formation of folds may be interpreted by the nonlinear evolution of inertial Alfvén wave (IAW) turbulence in the thin current sheet. In this presentation we report the development and initial results of a new optical instrument system installed at PFRR since November 2010. Using a Hamamatsu EMCCD camera, we are conducting 180 Hz and 250 Hz imaging of the breakup aurora for the first time to search unexpectedly fast auroral phenomena, and to understand the electron acceleration mechanisms associated with dispersive Alfvén waves in collaborations with Tohoku University and University of Alaska, Fairbanks. We use a telephoto lens of 300mm/F2.8 to resolve the finest scale of aurora with attaching a BG3 filter to see only the prompt emissions from molecular nitrogen.

PEM031-11

会場:103

時間:5月26日 11:15-11:30

サブオーロラ帯オーロラの微細構造 Fine-scale structure of aurora in the sub-auroral region

海老原 祐輔^{1*}, 坂野井 健², 浅村 和史³, 平原 聖文⁴, ミツシエル・トムセン⁵

Yusuke Ebihara^{1*}, Takeshi Sakanoi², Kazushi Asamura³, Masafumi Hirahara⁴, Michelle F. Thomsen⁵

¹ 京都大学生存圏研究所, ² 東北大学, ³ 宇宙科学研究所, ⁴ 東京大学, ⁵ ロスアラモス研究所

¹RISH, Kyoto University, ²Tohoku University, ³ISAS JAXA, ⁴Tokyo University, ⁵LANL

Auroras sometimes appear in the equatorward of the main auroral oval. The "sub-auroral" aurora has been observed since 1970's, and known to consist of faint patches. The Reimei satellite revealed its complicated, fine-scale structures of the sub-auroral aurora. The observation was made by optical and particle instruments on board the Reimei satellite near the equatorward edge of the main auroral oval. The aurora has the following characteristics: (1) A full width at half maximum (FWHM) value is as low as only ~1.8 km from optical measurements, and ~0.6 km from particle measurements at the ionospheric altitude, which is much smaller than previously determined. (2) Using the IGRF model, the FWHM value of 0.6 km corresponds to 9 km in the equatorial plane ($L \sim 5$), which is ~10 times smaller than the gyroradius of typical protons in the inner magnetosphere. (3) The velocity distribution function of precipitating electrons is comparable to that of the trapped ones and does not demonstrate any plateau or positive gradient in the distribution at high energies greater than ~1 keV. (4) The aurora was observed in geomagnetically quiet condition. (5) A geosynchronous satellite observed a significant increase in the plasma pressure of hot electrons in comparison with that of hot ions. The structuring of the aurora may be attributed to scattering processes of hot electrons as was previously suggested. If the structured aurora is a visual manifestation of the cold plasma that determines the growth of the waves scattering the hot electrons, an issue will be the extremely small scale of the cold plasma. Possible mechanisms leading to the extremely small scale structure of the cold plasma will be discussed.

キーワード: 内部磁気圏, オーロラ, 微細構造, れいめい衛星, 降下電子

Keywords: Inner magnetosphere, aurora, fine-scale structure, Reimei satellite, precipitating electrons

PEM031-12

会場:103

時間:5月26日 11:30-11:45

朝側オーロラパッチのドリフト振動とULF地磁気脈動の関係

Relation between drift oscillations of auroral patches in the morning sector and ULF pulsations

田中 良昌^{1*}, 海老原 祐輔², 吉川 顕正³, 才田 聡子⁴, 小川 泰信¹, 宮岡 宏¹, Allan Weatherwax⁵

Yoshimasa Tanaka^{1*}, Yusuke Ebihara², Akimasa Yoshikawa³, Satoko Saita⁴, Yasunobu Ogawa¹, Hiroshi Miyaoka¹, Allan Weatherwax⁵

¹ 国立極地研究所, ² 京大大学生存圏研究所, ³ 九州大学大学院理学研究院, ⁴ 情報・システム研究機構, ⁵ シエナ大学物理学科

¹National Institute of Polar Research, ²RISH, Kyoto University, ³Kyushu University, ⁴TRIC, ROIS, ⁵Department of Physics, Siena College

本研究では、明け方から正午にかけて同時に観測されたオーロラパッチのドリフト振動、ULF地磁気脈動、伝搬性オーロラアークの関係を調査し、その物理過程を考察する。これまでに、我々は、2004年7月8日9-14MLTに南極点基地(-74.3CGLAT)で観測された数時間にわたって形や位置、明るさが変動しないオーロラパッチ(Quasi-Stationary Auroral Patches: QSAPs)を調査してきた(Ebihara et al., 2007)。この期間中、QSAPsは東西方向のドリフト速度の振動を示し、この振動は極方向に伝播するオーロラアーク(Poleward Moving Auroral Arcs: PMAAs)やPc5地磁気脈動と同時に観測された。さらに詳細な解析により、これら3つの現象は全てPc5の周期を持っており、規則的な位相関係があることが明らかになった。

このオーロラパッチのドリフト振動とULF地磁気脈動との相関については、過去の研究でも報告例があり、磁気圏中を伝播する磁気音波とアルフヴェン波との結合によって生じる電離圏擾乱であることが推測された(Oguti et al., 1987)。さらに、我々は、磁気圏で磁力線共鳴(Field-Line Resonance: FLR)が起こっていると仮定して、数値シミュレーションにより磁気圏電離圏結合過程を計算した。その結果、QSAPsの振動、PMAAs、Pc5地磁気脈動は、全てFLRが作り出す現象として統一的に解釈できることを示した。

このようなオーロラパッチのドリフト振動は、ノルウェーのトロムソ(66.7CGLAT)のカラーデジタルカメラでも明け方付近でしばしば観測され、ULF地磁気脈動の出現と良い相関が見られる。本講演では、トロムソで得られたオーロラパッチの特性についても、北欧の地磁気ネットワークIMAGEの地磁気データとの比較を交えて報告する。

References:

Ebihara, Y., Y.-M. Tanaka, S. Takasaki, A. T. Weatherwax, and M. Taguchi, Quasi-stationary auroral patches observed at the South Pole Station, *J. Geophys. Res.*, 112, A01201, doi:10.1029/2006JA012087, 2007.

Oguti T., R. Nakamura, and T. Yamamoto, Oscillations in drifts of auroral patches, *J. Geomagn. Geoelectr.*, 39, 609-624, 1987.

キーワード: オーロラパッチ, ULF地磁気脈動, 伝搬性オーロラアーク, 磁力線共鳴, 磁気圏電離圏結合

Keywords: auroral patches, ULF pulsations, poleward moving auroral arcs, field line resonance, magnetosphere-ionosphere coupling

PEM031-13

会場:103

時間:5月26日 11:45-12:00

アルヴェン速度非一様性を考慮した電離圏フィードバック不安定の非線型発展 Nonlinear simulation of ionospheric feedback instability with nonuniform Alfvén velocity distribution

平木 康隆^{1*}, 渡邊 智彦¹

Yasutaka Hiraki^{1*}, Tomo-Hiko Watanabe¹

¹ 核融合科学研究所

¹ National Institute for Fusion Science

対流電場中で発達するオーロラアークのダイナミクスを記述するモデルとして、電離圏フィードバック不安定性が提案された [e.g. Sato, 1978; Lysak, 1991]。これによって電離層上を伝播する電場ドリフトモードと共鳴する振動数において、磁力線伝播するシアアルヴェン波の不安定化が引き起こされる。近年では、双極子磁場配位において、背景プラズマ密度の非一様性や二流体効果を考慮したシミュレーションにより、小スケールアークや電離圏キャビティモードの形成について調べられた [Streltsov and Lotko, 2004; Lu et al., 2008]。しかし、これらの計算は（磁力線方向とアークに直交する方向の）二次元で行われ、非線型性も十分に扱われているとは言えない。Watanabe [2010] では、非線型項を適切に取り入れた簡略化 MHD モデルを用いて、スラブ磁場配位における三次元シミュレーションが行われた。その非線型発展により、磁気圏側で Kelvin-Helmholtz 型の渦構造が自発的に発生することが示された。我々はさらに、磁力線方向のアルヴェン速度の非一様性により発生すると考えられているキャビティモードを扱うため、双極子磁場配位においてアルヴェン波の線型固有モード解析を行った [Hiraki and Watanabe, 2011]。現実的なアルヴェン速度は電離圏から高度とともに上昇し、1 Re 付近でピークをとり、磁気赤道に向かって減衰することが知られている。我々は電離圏での衝突効果がない場合でも、磁気圏側でのアルヴェン速度の勾配が大きくなることで、キャビティモードの成長率が激減することを明らかにした。ある現実的な速度分布を用いた場合、その成長率は磁力線共鳴基本波のものに比べて 10 倍以上小さくなった。つまり、キャビティモードが発達する頃にはすでに磁力線共鳴振動が卓越していることが示唆される。本研究ではこの結果に基づき、双極子磁場配位において、アルヴェン速度非一様性を考慮した非線型シミュレーションを始めている。電離層でのオーロラアークの形状やキャビティモードの形成に焦点をあて解析を行い、本発表では現状までの研究成果について紹介する。

キーワード: フィードバック不安定, アルヴェン波, 電離圏キャビティ, 非線型シミュレーション, 磁気圏電離圏結合

Keywords: feedback instability, Alfvén wave, ionospheric cavity, nonlinear simulation, magnetosphere-ionosphere coupling

PEM031-14

会場:103

時間:5月26日 12:00-12:15

オーロラ電気伝導度の推定と検証 Auroral conductance estimated from Polar and FAST satellites

家田 章正^{1*}, 堀 智昭¹, 関 華奈子¹
Akimasa Ieda^{1*}, Tomoaki Hori¹, Kanako Seki¹

¹名古屋大学太陽地球環境研究所

¹STEL, Nagoya University

ポーラー衛星の2波長紫外線オーロラ観測を用いて、オーロラ降下電子の全エネルギー流束と平均エネルギーを推定することにより、オーロラ電気伝導度を推定した。推定した物理量を、ファスト衛星が観測した降下電子と比較することにより、検証を行った。解析したイベントでは、オーロラサージが21 MLTに存在していた。ファスト衛星は20 MLTのオーロラ帯を1997年2月23日0255-0305 UTに北向きに通過し、高度は3500kmであった。強いオーロラは、オーロラ帯の高緯度領域(緯度65-68度)に集中しており、そこではファスト衛星はInverted-V型の電子を観測していた。この領域では、降下電子の平均エネルギーは、紫外線オーロラデータからは典型的に7keV、粒子データからは8keVであった。さらに、電気伝導度を比較すると、オーロラデータからはPedersen=12, Hall=30(mho)、粒子データからはPedersen=15, Hall=35(mho)であった。すなわち、緯度幅3度程度の空間スケールでは、オーロラ観測器固有の推定誤差30%よりも良い精度で、オーロラデータと粒子データが一致していた。一方、Inverted-Vの両端では、緯度幅0.5度程度の局所的な電子フラックスの増大があったため、電気伝導度は粒子データでは内部よりも2倍程度になっていたが、オーロラデータでは、この局所的な構造は再現出来なかった。これは、ファスト衛星粒子観測の空間分解能が0.5度よりもずっと良いことに対して、ポーラー衛星のオーロラ観測の空間分解能が0.5度-2度程度であることによると思われる。

キーワード: オーロラ, サブストーム, 電気伝導度, 地磁気

Keywords: aurora, substorm, conductance, conductivity, geomagnetic field

PEM031-15

会場:103

時間:5月26日 12:15-12:30

A statistical study of auroral upward field-aligned current using THEMIS electron data A statistical study of auroral upward field-aligned current using THEMIS electron data

Sungeun Lee^{1*}, Kazuo Shiokawa¹, J.P. McFadden², Yukitoshi Nishimura¹
Sungeun Lee^{1*}, Kazuo Shiokawa¹, J.P. McFadden², Yukitoshi Nishimura¹

¹STELab, Nagoya University, Japan, ²Space Sciences Laboratory, UCB, USA

¹STELab, Nagoya University, Japan, ²Space Sciences Laboratory, UCB, USA

Using plasma sheet electron density and temperature obtained from the electrostatic analyzer (ESA) onboard the THEMIS-D satellite from Nov. 2007 to Jan. 2010, we have statistically investigated thermal current and conductivity to find where and when the field-aligned potential difference is formed. The thermal current (j_{th}) represents the field-aligned current carried by magnetospheric electrons without field-aligned potential difference, and can be estimated from the field-aligned current ($j_{||}$) which was introduced by Knight (Planet. Space Sci., 1973). The Knight relation for the field-aligned current assumes a Maxwellian distribution of magnetospheric electrons in the plasma sheet, while the THEMIS electron data do not show a single Maxwellian. Therefore, we have also examined thermal current by integrating the downward electron flux without the Maxwellian assumption. Through a comparison of the thermal current with the typical auroral current, which is shown by Iijima and Potemra (JGR, 1976), we can roughly estimate the magnitude of the field-aligned potential difference. We found that in the dawn side inner magnetosphere (source of the region 2 upward field-aligned current), both of the thermal currents with/without the Maxwellian assumption are comparable to or higher than the typical auroral current, particularly during active time ($AE > 100$ nT). On the other hand, in the dusk side outer magnetosphere (source of the region 1 upward field-aligned current), both thermal currents are smaller than or comparable to the typical auroral current. It means that the potential difference may be necessary in the dusk region 1 current. In case of the field-aligned potential difference is formed, the field-aligned current is on the relation $j_{||} = KV$, where K is the conductivity that represents the efficiency of the upward field-aligned current. This relation was shown by Lyons (JGR, 1980). From the relation between the typical auroral current and the conductivity estimated by our study with Maxwellian assumption, we conclude that 1-10 kV of the field-aligned potential difference is necessary on the dusk side region 1 upward field-aligned current.

キーワード: Field-Aligned Current, Plasma Sheet, Field-Aligned Potential Difference

Keywords: Field-Aligned Current, Plasma Sheet, Field-Aligned Potential Difference

Japan Geoscience Union Meeting 2011

(May 22-27 2011 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



PEM031-16

会場:103

時間:5月26日 12:30-12:45

SuperDARN 北海道-陸別短波レーダーによる SAPS/SAID の時間・空間変動の研究 Study of temporal / spatial changes of SAID/SAPS structures by the SuperDARN Hokkaido radar

西谷 望^{1*}, 小川 忠彦², 菊池 崇¹, 海老原 祐輔³, 堀 智昭¹

Nozomu Nishitani^{1*}, Tadahiko Ogawa², Takashi Kikuchi¹, Yusuke Ebihara³, Tomoaki Hori¹

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 情報通信研究機構, ³ 京都大学生存圏研究所

¹STEL, Nagoya Univ., ²NICT, ³RISH, Kyoto Univ.

サブオーロラ帯電離圏で観測された SAID/SAPD 構造中の様々な時間スケールの変動およびその要因について議論する。過去の研究により、SAID/SAPS 構造は IMF Bz の変動、ring current 変動、サブストームの発達の影響を受けることが指摘されているが、それらの影響の強さの量的な議論はまだほとんどなされていない。また上記変動の降下に寄らず、内部磁気圏におけるプラズマ不安定の発達等により自発的に変動するものもあると考えられている。本講演では、SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーの 4 年にわたるデータを解析して、SAID/SAPS 構造の変動を引き起こす外的・内的要因の切り分け、またそれらの影響の量的な見積りを試みる予定である。

キーワード: SuperDARN, 北海道-陸別 HF レーダー, SAPS/SAID, 内部磁気圏, サブオーロラ帯電離圏, プラズマ不安定
Keywords: SuperDARN, Hokkaido HF radar, SAPS/SAID, inner magnetosphere, sub-auroral ionosphere, plasma instability