

PEM031-01

会場:103

時間:5月26日 08:30-08:45

## 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<sup>1\*</sup>, 辻 裕司<sup>2</sup>, 菊池 崇<sup>2</sup>, 荒木 徹<sup>3</sup>, 池田 昭大<sup>4</sup>, 魚住 禎司<sup>4</sup>, S. I. Solov'ev<sup>7</sup>, Boris M. Shevtsov<sup>8</sup>, Roland Emerito S. Otadoy<sup>5</sup>, 歌田 久司<sup>6</sup>, 長妻 努<sup>9</sup>, 湯元 清文<sup>4</sup>

Atsuki Shinbori<sup>1\*</sup>, Yuji Tsuji<sup>2</sup>, Takashi Kikuchi<sup>2</sup>, Tohru Araki<sup>3</sup>, Akihiro Ikeda<sup>4</sup>, Teiji Uozumi<sup>4</sup>, S. I. Solov'ev<sup>7</sup>, Boris M. Shevtsov<sup>8</sup>, Roland Emerito S. Otadoy<sup>5</sup>, Hisashi Utada<sup>6</sup>, Tsutomu Nagatsuma<sup>9</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>4</sup>

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

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

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あ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流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<sup>1\*</sup>, 松本 晴久<sup>2</sup>, 古幡 智<sup>2</sup>, 古賀 清一<sup>2</sup>, 小原 隆博<sup>2</sup>, 湯元 清文<sup>3</sup>, MAGDAS/CPMN グループ<sup>3</sup>

Naho Eto<sup>1\*</sup>, haruhisa matsumoto<sup>2</sup>, Satoshi Furuhashi<sup>2</sup>, Kiyokazu Koga<sup>2</sup>, Takahiro Obara<sup>2</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>3</sup>, MAGDAS/CPMN Group<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>Earth and Planetary Sci., Kyushu Univ., <sup>2</sup>Space Environ. Group, JAXA, <sup>3</sup>Space Environ. Res. Center, Kyushu 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<sup>1\*</sup>, 湯元 清文<sup>2</sup>, 衛藤 菜穂<sup>1</sup>, 阿部 修司<sup>2</sup>, 魚住 禎司<sup>2</sup>, 古賀 清一<sup>3</sup>, 小原 隆博<sup>3</sup>, MAGDAS/CPMN グループ<sup>2</sup>  
Shun Imajo<sup>1\*</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>2</sup>, Naho Eto<sup>1</sup>, Shuji Abe<sup>2</sup>, Teiji Uozumi<sup>2</sup>, Kiyokazu Koga<sup>3</sup>, Takahiro Obara<sup>3</sup>, MAGDAS/CPMN Group<sup>2</sup>

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

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

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 components, 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 depend 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<sup>1\*</sup>, 長妻 努<sup>1</sup>, 小原 隆博<sup>2</sup>

Kaori Sakaguchi<sup>1\*</sup>, Tsutomu Nagatsuma<sup>1</sup>, Takahiro Obara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 情報通信研究機構, <sup>2</sup> 宇宙航空研究開発機構

<sup>1</sup>NICT, <sup>2</sup>JAXA

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<sup>1\*</sup>, 西村 幸敏<sup>2</sup>, 関 華奈子<sup>2</sup>, 堀 智昭<sup>2</sup>, 寺田 直樹<sup>1</sup>, 小野 高幸<sup>1</sup>, James P. McFadden<sup>3</sup>, Charles W. Carlson<sup>3</sup>  
Naritoshi Kitamura<sup>1\*</sup>, Yukitoshi Nishimura<sup>2</sup>, Kanako Seki<sup>2</sup>, Tomoaki Hori<sup>2</sup>, Naoki Terada<sup>1</sup>, Takayuki Ono<sup>1</sup>, James P. McFadden<sup>3</sup>, Charles W. Carlson<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup> Geophys. Sci., Tohoku Univ., <sup>2</sup> STEL, Nagoya Univ., <sup>3</sup> 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 ( $-1.6 \times 10^{-7}$  -  $1.6 \times 10^{-7}$  A/m<sup>2</sup> 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<sup>1\*</sup>, 阿部 琢美<sup>2</sup>, 向井 利典<sup>2</sup>

Yugo Kitanoya<sup>1\*</sup>, Takumi Abe<sup>2</sup>, Toshifumi Mukai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京大学, <sup>2</sup> ISAS/JAXA

<sup>1</sup> Tokyo University, <sup>2</sup> ISAS/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 Re 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 10-50[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 10-50[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 Re 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 ~ 50[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<sup>1\*</sup>, 風間 洋一<sup>2</sup>, 笠原 慧<sup>1</sup>

Kazushi Asamura<sup>1\*</sup>, Yoichi Kazama<sup>2</sup>, Satoshi Kasahara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 宇宙研, <sup>2</sup> 台湾 国立成功大学 PSSC

<sup>1</sup> ISAS/JAXA, <sup>2</sup> 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<sup>1</sup>, 田口 聡<sup>1\*</sup>, 細川 敬祐<sup>1</sup>, 小川 泰信<sup>2</sup>

Takuya Shirakawa<sup>1</sup>, Satoshi Taguchi<sup>1\*</sup>, Keisuke Hosokawa<sup>1</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>Univ. of Electro-Communications, <sup>2</sup>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<sup>1\*</sup>, 福田 陽子<sup>2</sup>, 坂野井 健<sup>3</sup>, 浅村 和史<sup>4</sup>, 高田 拓<sup>5</sup>, 山崎 敦<sup>4</sup>, 関 華奈子<sup>1</sup>, 海老原 祐輔<sup>6</sup>

Masafumi Hirahara<sup>1\*</sup>, Yoko Fukuda<sup>2</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>3</sup>, Kazushi Asamura<sup>4</sup>, Taku Takada<sup>5</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>4</sup>, Kanako Seki<sup>1</sup>, Yusuke Ebihara<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>3</sup> 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, <sup>4</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>5</sup> 高知工業高等専門学校, <sup>6</sup> 京都大学生存研研究所

<sup>1</sup>STEL, Nagoya Univ., <sup>2</sup>Dept. Earth & Planet. Sci., Univ. Tokyo, <sup>3</sup>PPARC, Tohoku Univ., <sup>4</sup>ISAS/JAXA, <sup>5</sup>Kochi National College of Technology, <sup>6</sup>RISH, 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<sup>1\*</sup>, 三好由純<sup>2</sup>, 塩川和夫<sup>2</sup>, 海老原祐輔<sup>3</sup>, 八重樫あゆみ<sup>3</sup>, 西山尚典<sup>4</sup>, 坂野井健<sup>4</sup>

Ryuho Kataoka<sup>1\*</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>2</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>2</sup>, Yusuke Ebihara<sup>3</sup>, Ayumi Yaegashi<sup>3</sup>, Takanori Nishiyama<sup>4</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学, <sup>2</sup> 名古屋大学, <sup>3</sup> 京都大学, <sup>4</sup> 東北大学

<sup>1</sup>Tokyo Tech, <sup>2</sup>Univ Nagoya, <sup>3</sup>Kyoto Univ, <sup>4</sup>Tohoku 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<sup>1\*</sup>, 坂野井 健<sup>2</sup>, 浅村 和史<sup>3</sup>, 平原 聖文<sup>4</sup>, ミツシエル・トムセン<sup>5</sup>

Yusuke Ebihara<sup>1\*</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>2</sup>, Kazushi Asamura<sup>3</sup>, Masafumi Hirahara<sup>4</sup>, Michelle F. Thomsen<sup>5</sup>

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

<sup>1</sup>RISH, Kyoto University, <sup>2</sup>Tohoku University, <sup>3</sup>ISAS JAXA, <sup>4</sup>Tokyo University, <sup>5</sup>LANL

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<sup>1\*</sup>, 海老原 祐輔<sup>2</sup>, 吉川 顕正<sup>3</sup>, 才田 聡子<sup>4</sup>, 小川 泰信<sup>1</sup>, 宮岡 宏<sup>1</sup>, Allan Weatherwax<sup>5</sup>

Yoshimasa Tanaka<sup>1\*</sup>, Yusuke Ebihara<sup>2</sup>, Akimasa Yoshikawa<sup>3</sup>, Satoko Saita<sup>4</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>1</sup>, Hiroshi Miyaoka<sup>1</sup>, Allan Weatherwax<sup>5</sup>

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

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>RISH, Kyoto University, <sup>3</sup>Kyushu University, <sup>4</sup>TRIC, ROIS, <sup>5</sup>Department 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 Pc 5 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<sup>1\*</sup>, 渡邊 智彦<sup>1</sup>

Yasutaka Hiraki<sup>1\*</sup>, Tomo-Hiko Watanabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 核融合科学研究所

<sup>1</sup> 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<sup>1\*</sup>, 堀 智昭<sup>1</sup>, 関 華奈子<sup>1</sup>

Akimasa Ieda<sup>1\*</sup>, Tomoaki Hori<sup>1</sup>, Kanako Seki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所

<sup>1</sup> STEL, 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<sup>1\*</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>1</sup>, J.P. McFadden<sup>2</sup>, Yukitoshi Nishimura<sup>1</sup>

Sungeun Lee<sup>1\*</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>1</sup>, J.P. McFadden<sup>2</sup>, Yukitoshi Nishimura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>STELab, Nagoya University, Japan, <sup>2</sup>Space Sciences Laboratory, UCB, USA

<sup>1</sup>STELab, Nagoya University, Japan, <sup>2</sup>Space 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

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<sup>1\*</sup>, 小川 忠彦<sup>2</sup>, 菊池 崇<sup>1</sup>, 海老原 祐輔<sup>3</sup>, 堀 智昭<sup>1</sup>

Nozomu Nishitani<sup>1\*</sup>, Tadahiko Ogawa<sup>2</sup>, Takashi Kikuchi<sup>1</sup>, Yusuke Ebihara<sup>3</sup>, Tomoaki Hori<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>STEL, Nagoya Univ., <sup>2</sup>NICT, <sup>3</sup>RISH, 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。

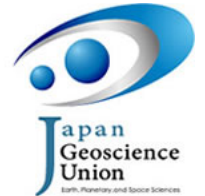
キーワード: SuperDARN, 北海道-陸別 HF レーダー, SAPS/SAID, 内部磁気圏, サブオーロラ帯電離圏, プラズマ不安定

Keywords: SuperDARN, Hokkaido HF radar, SAPS/SAID, inner magnetosphere, sub-auroral ionosphere, plasma instability

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



PEM031-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## Relationship between Solar and Seismic Activities Relationship between Solar and Seismic Activities

Mohamad Huzaimy Bin Jusoh<sup>1\*</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>2</sup>, MAGDAS/CPMN Group<sup>2</sup>  
Mohamad Huzaimy Bin Jusoh<sup>1\*</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>2</sup>, MAGDAS/CPMN Group<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dept of Earth&Planetary Sci, Kyushu Univ, <sup>2</sup>Space Environment Research Center

<sup>1</sup>Dept of Earth&Planetary Sci, Kyushu Univ, <sup>2</sup>Space Environment Research Center

Solar activities play significant roles in electromagnetic coupling of the Sun-Earth system. By comparing the 11-year sunspot cycles and earthquake events during 1963 to 2010 period, it is possible to reveal the correlation of solar and seismic activities. In the present paper, the monthly values of sunspot cycles number 20 to 23 and earthquake events at different magnitude scales were analyzed to examine the relationship of these values and to understand the coupling mechanisms in solar and geomagnetic activities. The sunspot numbers are obtained from Marshall Space Flight Center, NASA database, and earthquake events are extracted from Advanced National Seismic System (ANSS) database. We found a significant correlation between high speed solar wind (velocity greater or equal to 500 km/s) and great earthquake events (magnitude greater or equal to 8.0 Richter scale). We will discuss the statistical results in details.

キーワード: 11-year sunspot cycle, Earthquake event, High speed solar wind

Keywords: 11-year sunspot cycle, Earthquake event, High speed solar wind

PEM031-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## EMCCD カメラによる高速撮像観測で得られたフリッカリングオーロラの時間空間変動

### Spatiotemporal variations of flickering aurora obtained from imaging observations with a high-speed EMCCD camera

八重樫 あゆみ<sup>1</sup>, 坂野井 健<sup>1</sup>, 片岡 龍峰<sup>2\*</sup>, 浅村 和史<sup>3</sup>, 三好 由純<sup>4</sup>, 佐藤 光輝<sup>5</sup>, 岡野 章一<sup>1</sup>

Ayumi Yaegashi<sup>1</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>1</sup>, Ryuho Kataoka<sup>2\*</sup>, Kazushi Asamura<sup>3</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>4</sup>, Mitsuteru Sato<sup>5</sup>, Shoichi Okano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究, <sup>2</sup> 東京工業大学, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部, <sup>4</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>5</sup> 北海道大学大学院理学研究院

<sup>1</sup>Grad. Sch. of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>Tokyo Institute of Technology, <sup>3</sup>ISAS/JAXA, <sup>4</sup>STEL, Nagoya University, <sup>5</sup>Dep. of Cosmoscience Hokkaido University

We conducted high-speed imaging observations of flickering aurora at 100 Hz sampling rate using electron multiplying charge-coupled device (EMCCD) in Alaska during 2009-2010 winter season. We detected various types of flickering aurora, including drifting and rotating features at a frequency below 15 Hz. We identified, for the first time, flickering stripes and some other unusual flickering events at frequency of higher than 20 Hz on the imaging observations. A dispersion relation derived from a statistical analysis of observed images is compared with the theoretical dispersion curve of O<sup>+</sup> electromagnetic ion cyclotron (EMIC) waves. The frequencies and spatial scales calculated from a coherence/phase analysis based on an interference theory are consistent with the wave dispersion relation derived from the statistical analysis, suggesting that the obtained results are essentially consistent with the scenario that the interference of EMIC waves produces the observed dispersion relation of flickering aurora. Furthermore, flickering frequencies higher than 20 Hz are confirmed from our observations, which are higher than expected frequency of O<sup>+</sup> EMIC waves at altitudes of several thousands km. We therefore suggest that high frequency waves such as He<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> EMIC waves may also contribute to produce a significant fraction of flickering aurora.

キーワード: フリッカリングオーロラ, アルフベン波, 磁気圏電離圏結合, EMCCD, EMIC 波, 光学観測

Keywords: Flickering aurora, EMCCD, alfvén waves, EMIC waves, magnetosphere, ionosphere

PEM031-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 大型航空機のコックピットから観測されたオーロラ画像の解析 Analyses of aurora images observed from a cockpit of jet airliner

坂井 善幸<sup>1\*</sup>, 利根川 豊<sup>1</sup>, 國分 勝也<sup>2</sup>

Yoshiyuki Sakai<sup>1\*</sup>, Yutaka Tonegawa<sup>1</sup>, Katsuya Kokubun<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東海大学工学部, <sup>2</sup> 元 全日本空輸 (株)

<sup>1</sup>School of Engineering, Tokai Univ., <sup>2</sup>ANA (retired)

We present a possibility of optical observations of aurora from a jet airliner flying along polar routes with an altitude of 12km. The aircraft-based optical observation from such a high altitude has several advantages comparing ground observations. The visibility above the tropopause is extremely high because of the clear and rarefied air. It is possible to detect the light of aurora down to an elevation of -2 degrees below the horizon. It means that very clear images of aurora in wide area can be observed from the aircraft.

Thousands of pictures were taken by a still camera installed just inside of a cockpit rear window of the jet airliner in the period of September 1999 to March 2005. The pictures were taken automatically every 20 seconds during night flights over the polar region. We select a number of pictures in which aurora and stars are clearly taken. Assuming an altitude of 100 km for the bottom of aurora, positions of aurora can be calculated from azimuth and elevation angles obtained from stars in the picture. We present very interesting aurora images from the cockpit, and compare them with conjugate data observed by the FAST satellite.

キーワード: 航空機観測, オーロラ, FAST 衛星

Keywords: aircraft observation, aurora, the FAST satellite

PEM031-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## オンセット直前に現れるビーズ状オーロラのレーダー観測

### Observations of large flow shears around small-scale auroral beads observed at substorm onset

細川 敬祐<sup>1\*</sup>, 門倉 昭<sup>2</sup>, 佐藤 夏雄<sup>2</sup>

Keisuke Hosokawa<sup>1\*</sup>, Akira Kadokura<sup>2</sup>, Natsuo Sato<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学情報理工学研究科, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>University of Electro-Communications, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research

We present, for the first time, a fine-scale electrodynamic structure behind the auroral beads observed at substorm onset, as inferred from high spatial and temporal resolution measurements of substorm aurora with an all-sky TV camera (ATV) and a coherent HF radar of SuperDARN in Iceland. On the night of September 24, 2006, the ATV observed eastward propagating auroral beads in the initial brightening arc of a substorm just prior to the poleward expansion. During the sequential passage of the beads across the radar beams, the radar detected large velocity flow shears whose magnitude was in excess of 1.5 km/s. The observations suggest that flow shears were located very close to the center of the beads; thus, they corresponded to the horizontal electric fields converging toward the beads, which is consistent with the existence of upward field-aligned currents (FACs) flowing out of the beads. The temporal and spatial resolutions of the current radar measurement were still insufficient for fully resolving the detailed electrodynamic structure behind the fast moving auroral beads. At least, however, we can suggest the existence of localized filamentary FAC structures behind the beads, which played a very important role in connecting the auroral beads in the ionosphere and their source perturbation in the magnetosphere.

キーワード: サブストーム, レーダー観測

Keywords: Substorm, Radar Observations

PEM031-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## れいめい衛星観測による Inverted-V 領域におけるオーロラ電子・ピッチ角分布の特性

### Event and statistical studies on energy and pitch angle distribution properties of electrons in Inverted-V structures

福田 陽子<sup>1\*</sup>, 平原聖文<sup>2</sup>, 浅村和史<sup>3</sup>, 坂野井健<sup>4</sup>, 山崎敦<sup>3</sup>, 関華奈子<sup>2</sup>, 海老原祐輔<sup>5</sup>

Yoko Fukuda<sup>1\*</sup>, Masafumi Hirahara<sup>2</sup>, Kazushi Asamura<sup>3</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>4</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>3</sup>, Kanako Seki<sup>2</sup>, Yusuke Ebihara<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院理学系研究科, <sup>2</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>4</sup> 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, <sup>5</sup> 京都大学生存研研究所

<sup>1</sup>Dept. Earth & Planet. Sci, Univ. Tokyo, <sup>2</sup>STEL, Nagoya Univ., <sup>3</sup>ISAS/JAXA, <sup>4</sup>PPARC, Tohoku Univ., <sup>5</sup>RISH, Kyoto Univ.

V字静電ポテンシャルによって加速された Inverted-V 電子のエネルギーやピッチ角分布の微細構造は、加速領域におけるV字静電ポテンシャルの構造や変動を反映したものであると考えられる。これまで、ロケット観測によるオーロラアークの端での沿磁力線方向の電子ビームや、AE-D 衛星による Inverted-V 領域の垂直方向成分と降下方向成分の電子フラックス比の時間変化などが報告されており、ピッチ角分布の変動は非常に興味深い。しかし、Inverted-V 電子のピッチ角分布の微細な変動について着目した例は数少なく、さらにオーロラ発光構造と比較することはオーロラ電子加速領域の理解においても重要である。従って、本研究ではオーロラ粒子とオーロラ発光を高時間・高空間分解能で同時観測を行うれいめい衛星のデータを用いた。

れいめい衛星により、Inverted-V 領域におけるオーロラ電子のピッチ角分布には特徴的な変動が観測されており、Inverted-V 領域の端では降下方向成分の電子のフラックスが継続して卓越する傾向がある。これは、慣性アルフベン波によって沿磁力線方向に加速された電子が存在していないところでも確認されている。しかし、V字静電ポテンシャルの両端では、磁力線に垂直方向の電場が卓越するため、降下方向成分の電子フラックスが増加するという考えにくい。

そこで、Inverted-V 領域における電子の起源を見積もったところ、Inverted-V の端では中心に比べ密度が高く、温度が低い傾向があることが分かった。これは、加速領域高度に存在する背景電子であると推定でき、継続して加速領域内に供給されていると考えられる。また、オーロラ構造や変動と比較したところ、このような電子はオーロラ形態によらずに観測されることが分かった。これらの結果が静電ポテンシャル構造による加速だと仮定すると、極域磁気圏に存在する静電ポテンシャルによって加速されたものであると考えられる。

# Japan Geoscience Union Meeting 2011

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

©2011. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



PEM031-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## れいめい衛星によるオーロラ爆発前のオーロラと振り込み粒子の関係 Study of the aurora and precipitation particles before the aurora breakup: Reimei observations

矢野 貴久<sup>1</sup>, 高田 拓<sup>1\*</sup>, 浅村 和史<sup>2</sup>, 坂野井 健<sup>3</sup>, 山崎 敦<sup>2</sup>

Takahisa Yano<sup>1</sup>, Taku Takada<sup>1\*</sup>, Kazushi Asamura<sup>2</sup>, Takeshi Sakanoi<sup>3</sup>, Atsushi Yamazaki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 高知工業高等専門学校, <sup>2</sup> 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, <sup>3</sup> 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター

<sup>1</sup>Kochi National College of Technology, <sup>2</sup>ISAS/JAXA, <sup>3</sup>PPARC, Tohoku University

In this study, we investigated the characteristics of aurora and precipitation particles during the steady condition before auroral breakup. The statistical analysis was made, using the optical aurora, precipitation electron and ions, field-aligned currents observed by REIMEI satellite and AU/AL indices. Then we find that even in the steady condition the aurora appears depending on the global magnetospheric conditions and discuss it in detail.

PEM031-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 東向きにドリフトするオーロラの地上・衛星同時観測

### Coordinated ground and multi-satellite observations of eastward drifting auroral forms in the post-midnight sector

元場 哲郎<sup>1\*</sup>, 細川 敬祐<sup>2</sup>, 小川 泰信<sup>1</sup>, 門倉 昭<sup>1</sup>, 佐藤 夏雄<sup>1</sup>

Tetsuo Motoba<sup>1\*</sup>, Keisuke Hosokawa<sup>2</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>1</sup>, Akira Kadokura<sup>1</sup>, Natsuo Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 電気通信大学

<sup>1</sup>NIPR, <sup>2</sup>UEC

We present eastward drifting auroral forms in the post-midnight sector on 21 September 2009 and the associated in-situ signatures in the near-Earth tail. All-sky cameras (ASC) at the Iceland-Syowa geomagnetic conjugate stations observed successive eastward passage of optical auroral forms similar to omega bands. The auroral forms had dimensions of 100-200 km in longitude and less than 100 km in latitude, and an eastward propagation speed of  $\sim 1.5$  km/s. The ground magnetometer measured magnetic field fluctuation with period of  $\sim 2$  minutes and amplitude of  $\sim 10$ -20 nT, which were generated by the passage of brighter auroral forms. During this interval, the Cluster satellites were located in the central near-Earth tail ( $X = -11 \sim -14$  Re) conjugate to the ground-based ASCs. The Cluster 2 and 4, which were longitudinally separated by  $\sim 7700$  km in Ygsm (Cluster 2 was closer to the midnight), detected similar local magnetic field variations with a time delay comparable to the eastward propagation time of the observed auroral forms. The in-situ magnetic field variations are probably attributed to a series of oppositely directed field-aligned currents responsible for the auroral forms. In addition to the above-mentioned features, we will discuss more detailed relationship between the eastward drifting auroral forms and the counterparts in the near-Earth tail.

Keywords: aurora, ground-satellite observations, magnetotail configuration

PEM031-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## アサバスカで観測された IPDP に伴うプロトンオーロラ

## Intervals of pulsations of diminishing periods (IPDP) and related aurora observed at Athabasca

塩川 和夫<sup>1\*</sup>, 坂口 歌織<sup>2</sup>, 大塚 雄一<sup>1</sup>, Connors Martin<sup>3</sup>

Kazuo Shiokawa<sup>1\*</sup>, Kaori Sakaguchi<sup>2</sup>, Yuichi Otsuka<sup>1</sup>, Connors Martin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 情報通信研究機構, <sup>3</sup> Athabasca University

<sup>1</sup> STEL, Nagoya University, <sup>2</sup> NICT, <sup>3</sup> Athabasca University

Intervals of pulsations of diminishing periods (IPDP) は約 30 分の間に数百 mHz から数 Hz まで変化する周波数特性を特徴とする Pc1 帯地磁気脈動である。磁気圏赤道面でのイオンサイクロトロン不安定によって生じた波動が磁力線を介し地上まで伝搬することが IPDP の発生機構だと考えられている。また、その波動と共鳴したプロトン粒子が電離圏に降込むことによりプロトンオーロラが生じることがわかっている [e.g., Yahnin et al., 2009]。IPDP の周波数変化の原因の一つとして、磁気圏対流の発達に伴う夕方向き電場の卓越により、磁気圏波源が地球方向に移動することが挙げられている [Kangas et al., 1998]。

Yahnin et al. [2009] は地上で観測された IPDP に伴って現れるプロトンオーロラを IMAGE 衛星を用いて観測し、その緯度変化と IPDP の周波数変化を比較したが、緯度変化から計算される磁気圏波源のイオンサイクロトロン周波数の変化は、実際に同時観測された IPDP の周波数変化よりもはるかに小さいことを指摘している。そこで私たちはカナダのアサバスカに設置された 64Hz サンプリングの誘導磁力計と全天カメラを用いて、IPDP とそれに伴うプロトンオーロラの発光位置について、より詳細な時間変化を調べた。2009 年 1 月から 2010 年 12 月の 2 年間で 6 イベントを同定している。これらの例では、プロトンオーロラは北に現れるオーロラオーバルの低緯度側境界から 1 度以下程度、赤道側に離れて発光しており、その動きはオーロラオーバルの南方向への動きと同調していることがわかった。発表ではプラズマシートの発達とプロトンオーロラの発光位置の時間変化、IPDP の周波数変化との関連性について議論する予定である。

PEM031-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## Space Technology 5 衛星とグリーンランドの地磁気チェーンを用いた沿磁力線電流 の時間発展の共役観測 Conjugate observations of field-aligned current evolution with Space Technology 5 and Greenland magnetometer chain

田原 篤史<sup>1\*</sup>, 田口 聡<sup>1</sup>, James A Slavin<sup>2</sup>, Guan Le<sup>2</sup>, Juergen Matzka<sup>3</sup>, Claudia Stolle<sup>3</sup>  
Atsushi Tawara<sup>1\*</sup>, Satoshi Taguchi<sup>1</sup>, James A Slavin<sup>2</sup>, Guan Le<sup>2</sup>, Juergen Matzka<sup>3</sup>, Claudia Stolle<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学, <sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, <sup>3</sup> デンマーク工科大学

<sup>1</sup>Univ. of Electro-Communications, <sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, <sup>3</sup>DTU Space, Technical Univ. of Denmark

It is believed the field-aligned current in the cusp and polar cap responds quickly to the change in IMF, and that a new field-aligned current state is established within several minutes. The purpose of this paper to understand what kind of a transitional state occurs during such a relatively short period of time using the magnetic field measurements from Space Technology 5 mission and the Greenland west magnetometer chain. ST5 mission is a three microsatellite constellation [e.g., Slavin et al. 2008]. Taking advantage of this constellation, we have taken several events in which the cusp/polar cap field-aligned current pattern changes above the Greenland magnetometer chain within approximately 10 min. The ground magnetometer data for these simultaneous events show that gradual variations occur beneath the change of the field-aligned current. These variations are caused by temporal change of the Hall currents, suggesting that a transitional state exists in which the electric field, which is related to the closure of the field-aligned current, evolves. We present results about the detail of the electrodynamics in this state.

キーワード: 沿磁力線電流, 地上磁場変動, カスプ, ポーラーキャップ, 惑星間空間磁場

Keywords: field-aligned current, ground magnetic perturbations, cusp, polar cap, IMF

PEM031-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 上部オーロラ電離圏で発生する地球ヘクトメータ波の統計解析

## A statistical survey of terrestrial hectometric radiation generated in the topside auroral ionosphere

佐藤 由佳<sup>1\*</sup>, 小野 高幸<sup>1</sup>, 佐藤 夏雄<sup>2</sup>

Yuka Sato<sup>1\*</sup>, Takayuki Ono<sup>1</sup>, Natsuo Sato<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku Univ, <sup>2</sup> National Institute of Polar Research

The terrestrial auroral ionosphere emits electromagnetic waves in the MF and HF bands (about 1-5 MHz), some of which can reach to the ground level or escape to space. Ground-based observations identified two types of MF/HF auroral radio emissions: auroral roar and MF burst. Both auroral roar and MF burst are usually attributed to mode-conversion radiation from upper hybrid waves generated by interaction with auroral electrons in the bottomside ionosphere. Several papers reported satellite observations of MF/HF auroral radio emissions radiating from the topside ionosphere to space: 2-MHz, 4-MHz noise [James *et al.*, 1974], terrestrial hectometric radiation (THR) [Oya *et al.*, 1985, 1990], and topside ionospheric MF/HF radio emission [Bale, 1999]. Recently, Sato *et al.* [2010] showed typical spectrum and polarization features of THR emissions by case studies using the Akebono satellite data. However, there is no consensus regarding their statistical characteristics and relations with auroral roar and MF burst, both of which are observable from the ground.

We analyze long-term data of the Akebono satellite, which has been operated since its launch on February 1989, for the statistical characteristics of THR emissions. The initial result is as follows: The frequency distribution shows a bimodal pattern which has a dip near 2.3-3.0 MHz and broad peaks near 1.4 MHz and 3.6 MHz. While the lower-band THR (< 2.5 MHz) has a higher occurrence rate than the upper-band THR (> 2.5 MHz), both have a similar distribution pattern of magnetic local time (MLT) and invariant latitude (ILAT). THR emissions are detected at any hour in MLT, and the higher occurrence is concentrated to the afternoon and nightside sectors between 12 and 01 MLT. The ILAT distribution is concentrated to the auroral latitude between 45 and 90 deg with a peak near 70-75 deg. THR emissions are detected over the entire altitude range of the Akebono satellite pass (275-10500 km). This result suggests that THR emissions are generated in the topside auroral ionosphere in the nightside sector. We will show the statistical characteristics of THR emissions, such as polarization and distributions in altitude, frequency spectrum, bandwidth, MLT, and ILAT, to examine the source region and propagation features of the THR emissions.

Keywords: auroral ionosphere, auroral radio emissions, radio propagation, plasma instability

PEM031-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 極域電離圏における降下粒子と熱流の関係

## On the relation between particle precipitation and heat flux in the polar ionosphere

小川 泰信<sup>1\*</sup>, 田中 良昌<sup>1</sup>, 元場 哲郎<sup>1</sup>, 宮岡 宏<sup>1</sup>, 門倉 昭<sup>1</sup>

Yasunobu Ogawa<sup>1\*</sup>, Yoshimasa Tanaka<sup>1</sup>, Tetsuo Motoba<sup>1</sup>, Hiroshi Miyaoka<sup>1</sup>, Akira Kadokura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research

We have investigated characteristics of particle precipitation and heat flux based on the European Incoherent Scatter (EISCAT) radar data. The soft particle precipitation is often accompanied by electron heating due to the heat flux from the magnetosphere, and both can be a trigger of ionospheric ion upflow. However, little is known about the relation between the particle precipitation and heat flux (for example, relative locations between them). In this paper, we show their characteristics and relations to auroras using data obtained with EISCAT and optical measurements in November 2008 and February 2011, and discuss the plausible mechanisms determining the relative locations between electron heating and auroras in the polar ionosphere.

キーワード: 極域電離圏, 降下粒子, 熱流, EISCAT

Keywords: polar ionosphere, particle precipitation, heat flux, EISCAT

PEM031-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 観測ロケット ICI-3 搭載低エネルギー電子計測器 LEP-ESA によるカスプ上空低エネルギー電子の観測

### Low energy electron observation by LEP-ESA on Norwegian sounding rocket ICI-3

入江 敏弘<sup>1\*</sup>, 齋藤義文<sup>1</sup>, 横田勝一郎<sup>1</sup>

Toshihiro Irie<sup>1\*</sup>, Yoshifumi Saito<sup>1</sup>, Shoichiro Yokota<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院 地球惑星科学専攻

<sup>1</sup> Earth and Planetary Science University of Tokyo

高緯度電離圏には 2 セルパターンに代表されるような大規模プラズマ対流が存在する。しかし、ノルウェーの Moen らのグループにより、この大規模な極域電離圏のプラズマ対流の中に逆向きの流れが部分的に存在する場合のあること (RFEs: Reverse Flow Events) が発見された。一方、極域電離圏の対流パターン推定に有効な HF レーダ観測において、強い後方散乱波を受信する事がある。この後方散乱波はカスプ領域ではよく知られた現象であり、gradient drift instability を含めていくつかの生成機構が提案されているがまだ結論は得られていない。RFE はカスプ領域で観測される後方散乱波と深い関係があるものと考えられる。この極域電離圏の RFE は比較的長時間持続する現象であり (18 分程度) あまり緯度方向に移動しないので観測ロケットで詳細な空間構造を観測することができる。RFE がカスプ領域で観測される後方散乱波の生成に重要な役割を果たしているという仮説を証明するため、2011 年 12 月にノルウェーのスヴァールバード島にあるニールスンからカスプ上空に観測ロケット ICI-3 を打ち上げることが提案された。私達のグループではこのロケットに低エネルギー電子計測器 (LEP-ESA) を搭載する。この計測器は 10eV から 10keV のエネルギー範囲で低エネルギー電子のピッチ角分布を 11 ミリ秒という高い時間分解能で観測できる性能を持っている。本研究では、この計測器の設計および性能について較正実験結果に基づいて紹介すると共に、2008 年 12 月にノルウェーのスヴァールバード島から打ち上げられた観測ロケット ICI-2 に搭載された同種の観測装置によって得られたカスプ上空低エネルギー電子の観測結果について報告する。

PEM031-P13

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 極域電離圏電子密度3次元分布の可視化モデルとリモートセンシング観測への応用 Visualization model of the 3D electron density distribution and its application to remote sensing observations

佐川 祐希<sup>1\*</sup>, 田口 聡<sup>1</sup>, 森井 康友<sup>1</sup>, 佐々木 啓<sup>1</sup>, 原野 裕樹<sup>1</sup>, 鈴木 聡<sup>1</sup>

Yuuki Sagawa<sup>1\*</sup>, Satoshi Taguchi<sup>1</sup>, Yasutomo Morii<sup>1</sup>, Kei Sasaki<sup>1</sup>, Yuuki Harano<sup>1</sup>, Satoshi Suzuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学

<sup>1</sup> University of Electro-communications

極域電離圏の電子密度分布は、太陽放射によって生成される電離だけでなく、ダイナミックに変化する降下粒子が生み出す電離があるために大きな時間変動を示す。電子が数 100eV 以上のエネルギーをもっていれば、電離に実質的に寄与することが知られており、このような電子の降下があるのか無いのかが電子密度分布を考える上で一つの大きな要素となる。このようなエネルギーの降下電子があればまた、高さ方向の電離分布もダイナミックに変化する。この変化は高精度の EISCAT レーダーなどによる磁力線方向の観測で明らかにすることができる。一方、電子密度の水平面分布の導出には全天カメラを用いた観測が有効である。従って、本質的に 3 次元空間の変動である電子密度分布の特性を明らかにするためには両者の同時観測が重要であるが、本研究では、そのような同時観測から特性を引き出すことが容易になる電子密度 3 次元分布のモデル化とその可視化を行う。これまで我々が構築してきた経験的なオーロラオーバル分布モデルに、過去に報告されているオーロラ粒子のエネルギーとエネルギーフラックスに関するモデルや電離生成モデルなどを合わせて、3 次元の電子密度分布モデルを構築した。このモデルでは、各種パラメータを変化させることでさまざまな分布を出すことができる。多くのアウトプットにおいて、3 次元の分布の中に周囲より密度が高くなった「島」のような領域が存在しており、入力パラメータによってその位置が変わるのが見える。このような分布の中をレーダーの視線方向が通った場合に得られる電子密度プロファイルを導出して、過去に報告されているレーダー観測と比較した結果を報告する。

キーワード: 電離圏電子密度分布, オーロラ粒子, モデリング, 可視化

Keywords: ionospheric electron density, auroral particles, modeling, visualization

PEM031-P14

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 極冠電離圏電位差の南北対称性について Interhemispheric comparison of cross-polar cap potentials

行松 彰<sup>1\*</sup>, 佐藤 夏雄<sup>1</sup>

Akira Sessai Yukimatu<sup>1\*</sup>, Natsuo Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup> ROIS/NIPR

極冠電離圏電位差は、地球磁気圏への太陽風エネルギー入力、磁気圏内でのエネルギー消費、磁気圏内部対流強度等によって変動し、磁気圏の状態を端的に表す重要な指標である。南北両極域電離圏における極冠電離圏電位差は、第0次近似としては、常に等しい筈だと考えられる。しかし、南北両極域電離圏における夏冬の電気伝導度の相違、双極子主磁場の傾き、様々な空間規模の現象における南北非対称性の存在等から、南北の2値が常に全く等しいと言えるかは、明確でない。過去の研究では、衛星観測による両者の相違について論じたものや、近年のSuperDARNレーダーを用いた統計解析による主磁場の傾きの効果の研究があるが、統一的な見解に至っていない。我々は、1999年から2006年の8年間のSuperDARNによる南北同時観測時の極冠域電離圏電位差観測データを用い、惑星間空間磁場、地磁気活動度、季節、主磁場傾斜角、サブストームの各相における南北対称性、非対称性を調査し、その本質的理解を目指す。今回はこの初期解析結果を示し、特に同時観測の2値に統計的な差異が認められるか、また、無視できない相違の存在の有無とその原因について議論する。

キーワード: SuperDARN, 極冠電離圏電位差, 南北対称性, 南北非対称性, 極域電離圏

Keywords: SuperDARN, Cross polar cap potential, interhemispheric, symmetry, asymmetry, polar ionosphere

PEM031-P15

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 高緯度電離圏ポテンシャル分布のモデリングに組み込まれた飽和効果 Saturation effects incorporated in the modeling of the high-latitude potential distribution

中島 智<sup>1</sup>, 森井 康友<sup>1</sup>, 田口 聡<sup>1\*</sup>

Satoru Nakashima<sup>1</sup>, Yasutomo Morii<sup>1</sup>, Satoshi Taguchi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 電気通信大学

<sup>1</sup> Univ. of Electro-Communications

We have developed an empirical model of the electric potentials in the high-latitude ionosphere which can express the distribution for superstorms. Our model is the numerical solution of the Laplace's equation with the boundary conditions obtained from the statistical analysis of the DE 2 electric field data, and the use of nonlinear functions for data fitting. For the determination of the boundary condition, we also used the data of the location of the precipitation particle boundary detected by DMSP spacecraft during several superstorms. The method used in our modeling can include the potential saturation effect. The model shows that polar cap potential reaches about 250 kV, which is in agreement with previous observations. Another advantage of our model is the ability to produce the distribution of the auroral oval corresponding to the potential distribution. By comparing between the potential distribution and the equatorward boundary of the modeled auroral oval, we can define the subauroral region. Our result shows that subauroral potential is large in the dusk sector, and saturated approximately at 70 kV. This is consistent with recent radar observations.

キーワード: ポテンシャル, プラズマ対流, 飽和効果, 巨大磁気嵐, 太陽風

Keywords: potential, plasma convection, saturation effect, superstorms, solar wind

PEM031-P16

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 太陽活動が活発な2001年におけるSq電流系の中心緯度の変動 Variation of Sq focus latitudes for the active sun year 2001

笹岡 雅宏<sup>1\*</sup>

Masahiro Sasaoka<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 地磁気観測所

<sup>1</sup> Kakioka Magnetic Observatory

南北半球におけるSq電流系の渦中心の極方向及び赤道方向への変動については、これまでも地上の地磁気観測データを用いて、様々に調べられてきた。Sq電流系は、赤道ジェット電流の起源でもあるので、Sq中心緯度の赤道方向への変位と赤道ジェット電流の強度との関係についてもよく議論されてきた。Sq中心緯度の日々変動を求める際には、可能な限り地磁気擾乱の寄与を除きたいので、地磁気擾乱の寄与が弱い期間を対象に求められることが多かった。通年のSq中心緯度の季節変動を評価する際には、例えばStening et al. [2007] は、太陽活動が静穏な1997年について、Dst指数を地磁気観測値から差し引いたデータを用いた。過去には気象庁でも、Dst指数を差し引いた観測値を用いてSq中心緯度が求められたが、この計算結果はエラーと区別がつかない事例を含み得る。昨年の連合大会では、ウェーブレット解析を用いて地磁気擾乱の寄与を減じ、過去17年分の太陽活動が活発な年を対象に気象庁のデータを用いて北半球のSq中心緯度の季節変動の特徴について調べた。今回は、INTERMAGNETのデータも活用し、太陽活動が活発な2001年における南北半球それぞれのSq中心緯度を求め両者の変動の関係や、Huancayo観測所のデータから代表的に赤道ジェット電流の強度を求めSq中心緯度の変動と比較した結果などについて報告する。用いたデータは、北半球:MMB、KAK、KNY、CBI、GUA、それに、南半球:KDU、CTA、ASP、CNBである。

主な結果は以下の通りである。

1. 春と秋の季節では、南北半球のSq中心緯度はほぼ同期した極方向及び赤道方向への変動を示す。Stening et al. [2007] は、南北半球のSq中心緯度については12月における負の相関を除けばそれ以外の季節で目立った相関はないと結論したが、相違が見られた。この相違は、両者が調査対象としたのが太陽活動の活発な年と静穏な年であることに起因するのではないかとと思われるが、報告例が少ないので詳細は不明である。

2. 特に2月と12月には、南北半球のSq中心緯度は、逆位相の変動を示す。12月の負の相関については、Stening et al. [2007] の報告と一致する。

3. 南北半球のSq中心緯度は、極方向と赤道方向に様々に季節変動するが、北半球における2月の極方向への変位や、南半球における11月の赤道方向への変位などは、Stening et al. [2007] の報告と一致する。

4. 南北半球のSq中心間の距離は年平均62°程度であった。Sq中心緯度が赤道方向へシフトする日には赤道ジェット電流の強度は増加するケースがあることが確認されたが、これは、様々な先行研究の結果と一致する事実である。また、上記1の季節変動は、赤道ジェット電流の強度の高まる期間に対応しているように見える。

5. 今回調べたSq中心緯度の変動周期は10日(または30日)程度であったが、これはウェーブレット解析により評価したSqの周期性が反映されたものであると考えられる。

キーワード: Sq電流系, Sq中心緯度, 季節変動, 赤道ジェット電流, ウェーブレット解析

Keywords: Sq current system, Sq focus latitude, seasonal variation, equatorial electrojet, wavelet analysis

PEM031-P17

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## Singular Value Transformation を用いた地上磁場からのサブストームオンセットの同定

## Identification of full-substorm onset from ground-magnetometer data by singular value transformation

徳永 旭将<sup>1\*</sup>, 湯元 清文<sup>2</sup>, 魚住 禎司<sup>2</sup>, 吉川 顕正<sup>1</sup>, 中村 和幸<sup>3</sup>, 樋口 知之<sup>4</sup>, 池田 大輔<sup>5</sup>, MAGDAS/CPMN グループ<sup>2</sup>  
Terumasa Tokunaga<sup>1\*</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>2</sup>, Teiji Uozumi<sup>2</sup>, Akimasa Yoshikawa<sup>1</sup>, Kazuyuki Nakamura<sup>3</sup>, Tomoyuki Higuchi<sup>4</sup>,  
Daisuke Ikeda<sup>5</sup>, MAGDAS/CPMN Group<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学理学府地球惑星科学, <sup>2</sup>九州大学宙空環境研究センター, <sup>3</sup>明治大学 研究・知財戦略機構, <sup>4</sup>統計数理研究所モデリング研究系, <sup>5</sup>九州大学システム情報

<sup>1</sup>Sci., Kyushu University, <sup>2</sup>SERC, Kyushu University, <sup>3</sup>MIMS, Meiji University, <sup>4</sup>The Institute of Statistical Mathematics, <sup>5</sup>ISEE, Kyushu University

Pi 2 magnetic pulsations are defined as impulsive hydromagnetic oscillations with a period of 40-150s. It is well-known that Pi 2 pulsations has one-to-one correspondence with auroral breakups (Jacobs et al., 1964; Saito, 1969; Li et al., 1998). Although Pi 2 pulsations have been accepted as a good indicator of auroral breakups, they correspond to not only full-substorm onsets but also most pseudobreakups. Hsu and MacPherron (2007) examined statistical properties of Pi 2 pulsations. They reported that the most probable number of Pi 2 bursts per substorm is 2. In the previous substorm researches, geophysical differences between pseudobreakups and full substorms have been studied. However, the physical difference in the magnetosphere and on the ground has not been clarified yet. In other words, to figure out the physical difference is a key subject for understanding the substorm onset mechanism. From this viewpoint, it is important to detect Pi 2 pulsations that correspond to full-substorm onset.

Another well-known substorm related phenomenon measured on the ground is positive bays. At the onset of the substorm expansion phase, the crosstail current is diverted down the magnetic field lines. The current then flows in the ionosphere as the westward electrojet and returns to the tail along the magnetic field line. The perturbation of tail current can be represented by an equivalent eastward current, which completes the three-dimensional current wedge. The mid-latitude and low-latitude signature of this wedge is a positive perturbation in the north-south component. It is widely accepted that the sudden formation of the current wedge is essential to complete substorm onset. Hence, positive bays at mid and low latitudes could be an evidence for the occurrence of full substorms. From these arguments, we can say that Pi 2 pulsations accompanied by positive bays are one of the most reliable indicators of full-substorm onsets.

In order to identify full-substorm onsets from ground-magnetometer data, we propose a new algorithm to screen Pi 2 pulsations that accompanied by positive bays. As mentioned earlier, there are some works about automatic detections of Pi 2 pulsations. However, these methods are limited only to detecting wave packets. To screen Pi 2 pulsations that accompanied by positive bays, we should detect wave packets and changes of slopes simultaneously in ground-magnetometer data. Recently, singular spectrum analysis (SSA) has been used for change-point detections in time series (Moskvina and Zhigljavsky, 2003). Ide and Inoue (2005) developed the SSA-based change-point detection method, named singular spectrum transformations (SST), and showed that it was useful in knowledge discovery of causal relationships from a set of heterogeneous time series. Recently, the SST has been applied to determine the onset of positive bays (Tokunaga et al., 2010a, b). Unlike other conventional approaches, the SSA is data adaptive and does not employ any specific generative models. Further, SSA can extract simultaneously complex trends and periodic components. Hence, SSA-based change-point detection method likely fills our purpose, that is, to detect wave packets and changes of slopes simultaneously. In this paper, we introduce a new SSA-based change-point detection method, named Singular Value Transformation (SVT), to screen Pi 2 pulsations that accompanied by positive bays.

The outline of this paper is as follows. First, we describe the basic concept of SSA. Further, we introduce bay-score that provides information to determine whether the Pi 2 pulsation accompanied by the positive bay is present or not. Then, we define the framework of SVT. Next, we apply our algorithm to the ground-magnetometer data and compare the result with auroral images obtained by Polar Ultra Violet Imager (Polar/UVI). Furthermore, we evaluated the practical performance of the algorithm in a statistical study.

キーワード: サブストーム, Pi 2 型地磁気脈動, 特異スペクトル分析  
Keywords: substorm, positive bay, Pi 2 pulsations, SVT

PEM031-P18

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## アルフベン定在波を用いた内部磁気圏のプラズマ密度分布の推定

Plasma mass density profile of the inner magnetosphere estimated from the frequency of standing Alfvén waves

穂積 裕太<sup>1\*</sup>, 能勢 正仁<sup>2</sup>, 越石 英樹<sup>3</sup>, 松本 晴久<sup>3</sup>, 小原 隆博<sup>3</sup>, 古賀 清一<sup>3</sup>, 五家建夫<sup>4</sup>, 三好 由純<sup>5</sup>

Yuta Hozumi<sup>1\*</sup>, Masahito Nose<sup>2</sup>, Hideki Koshiishi<sup>3</sup>, haruhisa matsumoto<sup>3</sup>, Takahiro Obara<sup>3</sup>, Kiyokazu Koga<sup>3</sup>, Tateo Goka<sup>4</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 京大・理・地球惑星科学専攻, <sup>2</sup> 京大・理・地磁気世界資料解析センター, <sup>3</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>4</sup> 東京都市大学工学部機械システム工学科, <sup>5</sup> 名大・STE 研

<sup>1</sup> SPEL, Kyoto Univ., <sup>2</sup> DACGSM, Kyoto Univ., <sup>3</sup> Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>4</sup> Faculty of Engineering, Tokyo City Univ., <sup>5</sup> STEL, Nagoya Univ.

The study of plasma density profile in the inner magnetosphere has been based on electron and  $H^+$  density, and the contribution of heavy ions was mostly neglected. Observations by the retarding ion mass spectrometer (RIMS) onboard Dynamic Explorer (DE-1) in 1981-1982 showed that there is heavy ion enhancement near the plasmapause identified by electron or  $H^+$ . In recent years, these cold heavy ions have attracted attention of researchers as the cause of the ring current ion composition change during magnetic storms. Unfortunately, however, there are no direct observations of the ion composition profile of the plasmasphere, since the DE-1 observations in 1980s. In this study, we intend to estimate the heavy ion composition profile in an indirect method. We determined the plasma mass density profile from the fundamental frequency of the harmonic of toroidal standing Alfvén waves, using magnetic field data obtained by the magnetometer on the TSUBASA satellite (MDS-1, Mission Demonstration Test Satellite-1) which had the geo-stationary transfer orbit. We obtained the plasma mass density profile over  $L=3-6$  from around 40 orbital passes on the noon side to the dusk side. We will show statistical results and discuss the existence of the cold heavy ions.

PEM031-P19

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 14:00-16:30

## 地上-静止軌道で同時観測されたサブストーム・カレントウエッジに伴うPi 2地磁気脈動

### Simultaneous ground-geosynchronous observation of Pi 2 pulsations associated with the substorm current wedge

魚住 禎司<sup>1\*</sup>, 湯元 清文<sup>1</sup>, 古賀 清一<sup>2</sup>, 小原 隆博<sup>2</sup>, B. M. シェフトソフ<sup>3</sup>, S. I. ソロブエフ<sup>4</sup>, 池田 昭大<sup>1</sup>, 阿部 修司<sup>1</sup>, 吉川 顕正<sup>5</sup>, 河野 英昭<sup>5</sup>

Teiji Uozumi<sup>1\*</sup>, Kiyohumi Yumoto<sup>1</sup>, Kiyokazu Koga<sup>2</sup>, Takahiro Obara<sup>2</sup>, B. M. Shevtsov<sup>3</sup>, S. I. Solov'yev<sup>4</sup>, Akihiro Ikeda<sup>1</sup>, Shuji Abe<sup>1</sup>, Akimasa Yoshikawa<sup>5</sup>, Hideaki Kawano<sup>5</sup>

<sup>1</sup>九州大学宇宙環境研究センター, <sup>2</sup>宇宙航空研究開発機構, <sup>3</sup>宇宙物理電波伝播研究所, <sup>4</sup>ロシア宇宙物理研究所, <sup>5</sup>九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

<sup>1</sup>SERC, Kyushu Univ., <sup>2</sup>JAXA, <sup>3</sup>IKIR, <sup>4</sup>IKFIA, <sup>5</sup>Kyushu University

The formation of a substorm current wedge (SCW) is one of the fundamental processes in the expansion phase of the magnetospheric substorm [e.g. *McPherron et al.*, 1973]. A Pi 2 magnetic pulsation always occurs at the expansion onset [*Saito*, 1969]. High- and mid-latitude Pi 2s in the *D* (east-west) component, which are observed away from the auroral breakup region, have been understood as an oscillation of the field-aligned currents (FAC) associated with SCW [*Lester et al.*, 1983; *Uozumi et al.*, 2009]. *Sakurai and McPherron* [1983] examined Pi 2s that observed at the geosynchronous orbit, and presented that the initial perturbation in the azimuthal component of a Pi 2 is in the same sense as the perturbations caused by the SCW. *Uozumi et al.* [2010] found that the ground Pi 2 timeseries had high coherencies with simultaneously observed AKR timeseries, regardless of whether the Pi 2 timeseries were associated with upward FAC or downward FAC; this fact suggests that the upward SCW and the downward SCW oscillated in a synchronized manner. This aspect was deduced from ground observations, and should be verified by a simultaneous observation on the ground and in the magnetosphere. In order to clarify the timing relation of Pi 2s that are associated with SCW oscillations, we made a comparative study by combining the ground and satellite data.

We analyzed simultaneous ground-satellite observation of Pi 2 pulsations at the ETS-VIII geosynchronous orbit (GGLon=146.0E) [*Koga and Obara*, 2008] and at MAGDAS/CPMN [*Yumoto and the MAGDAS Group*, 2006] high-, mid- and low-latitude stations, CST (GGLat.=68.5N, GGLon.=179.2E), ZYK (65.8N, 150.8E) and KUJ (33.1N, 131.2E). ETS-VIII was located in the geomagnetic southern hemisphere (GMLat = ~ 12S), and a foot point of the magnetic field line is estimated as GGLat = 70.5N, GGLon = 152.9E by using Tsyganenko 96 model. The nearest ground station to the foot point was ZYK. We picked up Pi 2 events that exhibited a high coherency in the waveform among the ground and satellite Pi 2s. Pi 2s occurred around 1250 and 1300UT on May 5, 2008. MLT of each ground station and ETS-VIII at the occurrence of the first Pi 2 was as follows: KUJ: 21.4h, ZYK: 22.4h, ETS-VIII: 22.5h and CST: 23.6h. ETS-VIII was located at almost the same magnetic meridian as ZYK. The first Pi 2 occurred without any significant magnetic bay. The second Pi 2 was accompanied with magnetic bay signature. Characteristics of the Pi 2s are summarized as follows: (1) the initial deflection of the ground Pi 2s at ZYK and CST indicate the signature of the upward and downward FAC of the SCW, respectively. (2) Pi 2 oscillated in- or 180deg out-of-phase among the *D* (eastward) on the ground and *N* (eastward) components at the geosynchronous altitude. (3) Pi 2 oscillations in the *H* (northward) and *P* (parallel to the earth rotation axis) components exhibited phase (time) difference among them ( $dT = 10\sim30$ s). We found other Pi 2 events that have the same characteristics.

By taking into account that the polarity of the *D* and *N* components Pi 2 oscillations were demarcated by the direction of the SCW FAC (upward or downward) and the sign of the geomagnetic latitude (northern- or southern-hemisphere), the present results suggest that the entire part of the SCW system oscillated in a synchronized manner. On the other hand, the time differences in the *H* and *P* components Pi 2 can be explained by a characteristic of Pi 2 propagation in the magnetosphere, which was examined by *Uozumi et al.* [2000 and 2009].

Keywords: Pi 2, substorm current wedge, simultaneous ground-geosynchronous observation, substorm, MAGDAS/CPMN, ETS-VIII