

## 極冠域オーロラの形成と動きについて Formation and movements of transpolar aurora

\*小原 隆博<sup>1</sup>

\*Takahiro Obara<sup>1</sup>

1. 東北大学 惑星プラズマ大気研究センター

1. Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Tohoku University

Formation and movement of the transpolar aurora, which appears under the condition of northward IMF, is investigated from the analysis of the numerical MHD simulation as well as IMAGE FUV observations. It seems that there will be at least three categories.

The 1-st type is the arcs at the poleward edge of the dawn or dusk side of main oval which was thickened on one side by a tilted plasma sheet by the strong IMF  $B_y$  (cf. Makita et al., 1991). This type of arcs do not move so much and remain there for a significant time interval.

The 2-nd type is the moving arcs, which is caused by the transient convection after a sign change of IMF  $B_y$  (Tanaka et al., 2004). This transient convection must include a replacement of lobe field lines from old-IMF-orienting fields, a rotation of plasma sheet to opposite inclination, and a reformation of ionospheric convection cells. In the midst of these reconfigurations, old and new convection system must coexist in the magnetosphere-ionosphere system. In this stage, the polar cap and tail lobes are continuously encroached by the new open field lines connected to the new IMF. Whereas magnetic field lines accumulated in new lobes tend to rotate the outer plasma sheet in the opposite direction, the old merging-cell convection still continues to generate closed field lines that must return to dayside against the new-lobe formation. As time progresses, the growth of new lobes results in the blocking of the return path toward dayside of closed field lines generated in the old merging cell to form the kink structure in the plasma sheet. Losing their return path, these closed field lines generated from old lobes accumulated on the night side.

The 3-rd type is the arc which forms in the midnight and develops toward the noon. Millan et al. (2005) proposed that transpolar arc is formed by the reconnection in the magnetotail, where the foot point of the reconnected field line is pre-midnight in one hemisphere and post-midnight in the other due to the magnetotail  $B_y$  component. The return flow of newly closed field line would be hindered and buildup of the closed flux that protrudes into the polar cap.

Based on the IMAGE observations, Fear and Milan (2012) listed polar cap arc events. We have tried to classify these 21 polar cap arc events into three types. Number of events for each Type is following; i.e. Type 1 (13 events), Type 2 (2 events), and Type 3 (6 events). We also examined the variation of IMF  $B_y$  components and found that the IMF  $B_y$  was almost constant for Type 1, the IMF  $B_y$  changed its polarity for Type 2, and no significant was seen for Type 3. We will demonstrate the results of analyses and will discuss the mechanism in detail in the talk.

キーワード：極冠域オーロラ、太陽風磁場

Keywords: Polar Cap Aurora, IMF

## カスプの赤道側の安定したsun-alignedオーロラアーク

## Stable sun-aligned arcs equatorward of the cusp

\*田口 聡<sup>1</sup>、細川 敬祐<sup>2</sup>、小川 泰信<sup>3</sup>\*Satoshi Taguchi<sup>1</sup>, Keisuke Hosokawa<sup>2</sup>, Yasunobu Ogawa<sup>3</sup>

1.京都大学大学院理学研究科、2.電気通信大学大学院情報理工学研究科、3.国立極地研究所

1.Department of Geophysics, Kyoto University, 2.Department of Communication Engineering and Informatics, University of Electro-Communications, 3.National Institute of Polar Research

A well-established feature of the aurora in the cusp is a transient poleward-moving auroral form. The initial brightening of this aurora occurs near the equatorward edge of the persistent east-west aligned aurora, and then the auroral form moves poleward. This aurora form often occurs at several minute intervals. When compared with this kind of active features, the aurora equatorward of the cusp may be thought to be generally quiet. In this study, we focus on auroral arcs that sometimes appear equatorward of the persistent cusp. By examining auroral image data obtained at wavelengths of 557.7 nm and 630.0 nm by an all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard, we found several events in which sun-aligned arcs exist stably equatorward of the cusp in the noon sector. The sun-aligned arcs, which range between  $\sim 70$  and  $\sim 76$  MLAT, move from the postnoon to the noon sector slowly. The lifetime of the sun-aligned arcs is  $\sim 15$  min or longer, which is much longer than that of the transient moving auroral form. The poleward portion of this arc, which is located at  $\sim 76$  MLAT, is measured by the EISCAT Svalbard Radar. Simultaneous observations from the EISCAT Svalbard Radar and the all-sky imager show that fast plasma flow exists in the region of the auroral arc. Multiple sun-aligned arcs can also be observed. We discuss the spatial distribution of the plasma flow associated with the stable sun-aligned arcs equatorward of the cusp, and interpret the flow distribution in terms of temporal variations in the duskside convection cell.

キーワード：オーロラ、カスプ、プラズマ対流

Keywords: aurora, cusp, plasma convection

## THEMIS-E衛星データを用いた磁気圏尾部で磁場擾乱の統計解析

## Statistical Analysis of Severe Magnetic Fluctuations in the near-Earth Magnetotail Observed by THEMIS-E

\*徐 何秋岑<sup>1</sup>、塩川 和夫<sup>1</sup>、Fruehauff Dennis

\*Heqiucen XU<sup>1</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>1</sup>, Dennis Fruehauff

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

We made a statistical analysis of severe magnetic fluctuations in the nightside near-Earth plasma sheet at  $|X| = 6 - 12 R_E$ , which is considered as a necessary cause for current disruption (CD) in the inside-out substorm model. We used magnetic field data for two years of 2013 and 2014 with a sampling rate of 4 Hz, obtained by the THEMIS-E satellite. The 1283 severe fluctuation events were identified as  $\sigma_B / \text{average}_B > 0.5$ , where  $\sigma_B$  and  $\text{average}_B$  are standard deviation and average value of magnetic field intensity during the time interval of local gyroperiods. We found that the occurrence rates of severe fluctuation events are extremely low (0.00118%, 0.00899% and 0.0238% at  $|X| = 6 - 8 R_E$ ,  $8 - 10 R_E$  and  $10 - 12 R_E$ , respectively), and most of them last for no more than 15 s. The superposed epoch analysis of AL index and magnetic field variations indicate that they occur associated with sudden decrease of AL index value and magnetic field dipolarization. Meanwhile, 62% of events were accompanied by ion flow with  $v > 100$  km/s. Superposed epoch analysis of the flow speed indicates that flow speed increases before the severe magnetic fluctuations. This fact suggests that the magnetic fluctuations are caused by the ion flow, and contradicts the suggestion of inside-out model that the fluctuations cause earthward ion flow by reducing the tailward pressure-gradient force. These results indicate that the inside-out model can only be suitable for relatively small amount of substorm cases. In the presentation, we plan to show the actual distance between event location and the neutral sheet, using Tsyganenko Model (T01).

キーワード：内部磁気圏、磁場擾乱、サブストーム

Keywords: Inner Magnetosphere, Magnetic Fluctuation, Substorm

## 地上 - 衛星同時観測にもとづく磁気インパルスにおける電場の発達・伝搬過程

Global evolution and propagation of electric fields during sudden impulses using satellites and ground-based observations

\*高橋 直子<sup>1</sup>、笠羽 康正<sup>1</sup>、西村 幸敏<sup>2</sup>、菊池 崇<sup>3,4</sup>、新堀 淳樹<sup>3</sup>、堀 智昭<sup>4</sup>、西谷 望<sup>4</sup>

\*Naoko Takahashi<sup>1</sup>, Yasumasa Kasaba<sup>1</sup>, Yukitoshi Nishimura<sup>2</sup>, Takashi Kikuchi<sup>3,4</sup>, Atsuki Shinbori<sup>3</sup>, Tomoaki Hori<sup>4</sup>, Nozomu Nishitani<sup>4</sup>

1.東北大学大学院理学研究科、2.University of California, Los Angeles、3.京大大学生存圏研究所、4.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Dep. Geophysics Graduate School of Science Tohoku University, 2.University of California, Los Angeles, 3.Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, 4.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Sudden impulses (SI) are triggered by compression of the dayside magnetosphere, leading to fast mode wave propagation in the equatorial plane. Broadband fast mode waves generated in the magnetosphere propagate tailward from the dayside magnetopause, and the abrupt compression of the dayside magnetosphere induces Alfvén wave propagation toward the polar ionosphere along magnetic field lines. Then the ionospheric electric field penetrates from polar toward low-latitude ionosphere at speed of light. These propagation processes have been supported by previous event and statistical studies using multi-point observations. However, there are few papers that performed a statistical analysis of the precise temporal evolution of the SI-associated MHD waves, particularly using satellites in the inner magnetosphere or ionosphere. Further, it is known that the Poynting flux plays a crucial role in the electromagnetic energy transport, but the detailed propagation path is still an open issue.

Motivated by these issues, we investigate global evolution and propagation of electric fields using in-situ satellites and ionospheric radars. In order to clarify the magnetospheric response, we obtain the magnetospheric electric and magnetic field data from THEMIS (5 probes) and Van Allen Probes (2 probes). Magnetospheric magnetic field data obtained from GOES 13 and 15 are also referred to. We identify the ionospheric response using the C/NOFS satellite, SuperDARN (high latitude) and HF Doppler (mid latitude) radars.

Seventeen events occurred from October 2012 to December 2014 show that both THEMIS and Van Allen Probes detect the westward electric field regardless of the local time. We also find time delay of onsets between dayside and nightside magnetospheric electric fields. In a representative event on 17 March 2013, the onset time of the dawnside electric field (~4.8 h LT, L~4) is 24 s later than the dayside one (~10.4 h LT, L~7). The nightside electric field (~1.8 h LT, L~5.5) starts to decrease 32 s after the onset of the dawnside electric field. These time lags can be explained by the fast mode wave propagation in the equatorial plane. However, in the eveningside, the onset of the nightside magnetic field (~19 h LT) is 20 s later than that of the midnight one. In the ionosphere, C/NOFS (~11 h LT) and HF Doppler radar (~15 h LT) detects the dusk-to-dawn electric field 19 s later than the onset of the midnight electric field. Although SuperDARN radar cannot detect the precise onset time due to the normal scan mode with time resolution of 1 min, we find the dusk-to-dawn electric field observed as the negative peak of the line-of-sight velocity. Since the ionospheric electric field propagates globally and simultaneously, it is speculated that the nightside ionospheric electric field also responds with 19-s delay from the onset of the nightside magnetospheric electric field. Estimated Poynting fluxes are directed toward the ionosphere along field lines, which indicates the Alfvén wave propagation toward the ionosphere in both the dayside and nightside. Therefore, the possible propagation path is as follows: first, the fast mode wave

propagates from dayside to nightside magnetospheres in the equatorial region through the dawnside, and then the Alfvén wave propagates from the magnetosphere toward the ionosphere. On the basis of such individual events, we statistically derive the spatial distribution of the time response of magnetospheric electric fields. In the dayside, the magnetospheric electric field responds more gradually as the L-value of satellites becomes smaller. The estimated propagation velocity in the dayside is ~600-900 km/s, which is consistent with the fast mode wave speed. In the nightside, however, the post-midnight electric field responds faster than the pre-midnight one. The asymmetric distribution with respect to the midnight meridian may be associated with the plasmapause location.

## リアルタイムデータ同化によるAU/AL指数変動の予測

## Forecast of AU/AL index with real time data assimilation

\*山本 凌大<sup>1</sup>、三好 由純<sup>1</sup>、町田 忍<sup>1</sup>、上野 玄太<sup>2</sup>、宮下 幸長<sup>1</sup>、能勢 正仁<sup>3</sup>

\*Ryota Yamamoto<sup>1</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>1</sup>, Shinobu Machida<sup>1</sup>, Genta Ueno<sup>2</sup>, Yukinaga Miyashita<sup>1</sup>, Masahito Nose<sup>3</sup>

1.宇宙地球環境研究所、2.統計数理研究所、3.京都大学・理

1.The Solar-Terrestrial Environment Laboratory, 2.The institute of Statistical Mathematics,

3.Kyoto-University

オーロラ活動およびサブストームの指標としてオーロラ活動指数(AU, AL,)がある。オーロラ活動指数の予測は、宇宙環境の変化の予測そのものであるため、これらの指数の予測は、宇宙天気予報の観点からも重要な課題である。オーロラ活動指数の高精度予測を目的として、本研究ではGoertz et al.,(1993)のモデルをもとに、データ同化(粒子フィルタ)を用いてオーロラ活動指数を高精度で推定するプログラムの開発を行った。Goertz et al.のモデルでは、電離圏の電気伝導度に関係したパラメータを用いている。開発したデータ同化のプログラムを用いてパラメータの推定を行ったところ、モデルで用いられているパラメータに季節依存性があることが見出された。Goertz et al.では、モデルに用いているパラメータは一定値を用いており、データ同化から推定されたパラメータの季節依存性は、今後のオーロラ活動指数の予測精度を改善することが期待される。

キーワード：データ同化、AU指数

Keywords: data assimilation, AU index

## サブストームの強度分布－双峰特性

## Bi-modal distribution of substorm intensity

\*森岡 昭<sup>1</sup>、三好 由純<sup>2</sup>、能勢 正仁<sup>3</sup>

\*Akira Morioka<sup>1</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>2</sup>, Masahito Nose<sup>3</sup>

1.東北大学大学院理学研究科惑星プラズマ・大気研究センター、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所、3.京都大学大学院理学研究科

1.Planetary Plasma and Atmosphere Research Center, Graduate School, Tohoku University, 2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3.Graduate School of Science, Kyoto University

One of the essential issues in substorm study is how is the substorm intensity distributed and what determines the distribution. In this study, the substorm intensity (AL index at substorm) distribution is statistically studied using the Wp index provided by WDC for Geomag, Kyoto University and OMNI data base. The results showed that substorm intensity distribution is composed of bi-modal peaks with lognormal distribution. The major peak is in small AL range around 100 nT (named group-S substorm) and the secondary peak is around 300 nT (named group-L substorm). The bi-modal distribution of substorm intensity means that substorm is not a continuum state between pseudo-substorms and full substorms as has been discussed. The solar cycle variation of the substorm intensity distribution showed that group-S substorms occur rather constantly during a solar cycle, whereas the appearance of group-L substorms is strongly dependent with the solar activity. These observations suggest that two different substorm processes are working in the magnetosphere or different solar wind-magnetosphere interaction processes are operating.

キーワード：サブストーム、強度分布、対数正規分布

Keywords: substorm, intensity distribution, lognormal distribution

## かぐや衛星とGEOTAIL衛星によって観測された地球磁気圏尾部プラズマシート境界中のイオンサイクロトロン波

Ion cyclotron waves detected by Kaguya and Geotail in the Earth's plasma sheet boundary layer

\*中川 朋子<sup>1</sup>、綱川 秀夫<sup>2</sup>

\*Tomoko Nakagawa<sup>1</sup>, Hideo Tsunakawa<sup>2</sup>

1.東北工業大学工学部情報通信工学科、2.東京工業大学大学院理工学研究科地球惑星科学専攻

1.Information and Communication Engineering, Tohoku Institute of Technology, 2.Department of Earth and Planetary Sciences, Tokyo Institute of Technology

アポロ15-16号ミッションで月面上に置かれた磁力計によって、地球磁気圏尾部のローブないしプラズマシート中で周期約10秒の狭帯域の磁場変動が観測されていたことがChi et al. (PSS, 2013)によって報告されている。この波はイオンサイクロトロン波と考えられ、その励起機構として、月面での吸収によるプラズマの温度異方性と、ピックアップイオンのサイクロトロン共鳴というシナリオが示唆されていた。

月面上の高度100kmを周回するかぐや衛星でも、同じような狭帯域の磁場変動が観測された。その発生場所は月面上の月固有磁場とは関係がなく、また、衛星と月面が磁力線によってつながっていてもつながってなくても観測されることから、月面のプラズマ吸収がこの波の原因とは言えないことがわかった。

さらに同じような現象を、GEOTAILの観測した16Hzサンプリング磁場データ中から探すと、月が磁気圏中に無い時に、地球から30-150RE下流の磁気圏尾部においても、同様の狭帯域の波が検出されていることがわかった。これらのサイクロトロン波は、プロトンのサイクロトロン周波数の0.7倍程度の周波数であること、磁場強度にも変動がみられること、ダイナミックスペクトルでは連続しているように見えても波形をよく見るとパケット状になっていること、などの性質が共通している。共通の性質をもつ波がCASSINIの地球スイングバイの際にも観測されており (Bogdanov et al., 2003)、同じ発生メカニズムによるものと考えられる。

一方、磁気圏尾部中では同じプロトンサイクロトロン周波数付近に右回りの円偏波ノイズが観測されている (Kawano et al., 1994)。冷たい高密度のローブ起源イオンと、速度差が1000km/sにもなるイオンビームが同時に観測されていることから、この右回りの波はイオン同士の共鳴不安定によるものとされた。

それに対し、今回報告する狭帯域のサイクロトロン波は、150REほどの遠尾部でははっきりと左回りであり、40REの月起動付近では右左が混在していた。偏波の違い、及び、周波数帯域の狭さの違いから、右回り円偏波ノイズとは異なる発生メカニズムによるものと考えられる。

キーワード：イオンサイクロトロン波、プラズマシート境界、ローブ、かぐや、ジオテイル、左回り

Keywords: ion cyclotron wave, plasma sheet boundary layer, lobe, Kaguya, GEOTAIL, left-handed polarization



## カナダ、フィンランド、昭和基地のELF/VLF波動同時観測データの解析

## Simultaneous observations of magnetospheric ELF/VLF emissions at Canada, Finland, and Syowa Station

\*米津 佑亮<sup>1</sup>、塩川 和夫<sup>1</sup>、Martin Connors<sup>2</sup>、尾崎 光紀<sup>3</sup>、Jyrki Manninen<sup>4</sup>、山岸 久雄<sup>5</sup>、岡田 雅樹<sup>5</sup>  
\*Yusuke Yonezu<sup>1</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>1</sup>, Martin Connors<sup>2</sup>, Mitsunori Ozaki<sup>3</sup>, Jyrki K Manninen<sup>4</sup>, Hisao Yamagishi<sup>5</sup>, Masaki Okada<sup>5</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所、2.Athabasca University、3.金沢大学理工研究域電子情報学系、4.Sodankylä Geophysical Observatory、5.国立極地研究所

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 2.Athabasca University, 3.Faculty of Electrical and Computer Engineering, Institute of Science and Engineering, Kanazawa University, 4.Sodankylä Geophysical Observatory, 5.National Institute of Polar Research

ELF/VLF帯のホイッスラーモード波は内部磁気圏における放射線帯電子の加速が寄与していることが知られている。放射線帯粒子は地球周辺を経度方向にドリフトしながらこの波動と相互作用していく。しかし、このELF/VLF波動の地球規模での経度方向の空間的拡がりにはよく分かっていない。そこで本研究では、オーロラ帯からサブオーロラ帯にかけて、北半球で経度方向に離れた2地点と南半球の1地点での同時観測データを用いることにより、ELF/VLF波がどれぐらいの経度拡がりをもって発生しているのかについて調べる。

本研究ではカナダのAthabasca（地理緯度:北緯54.7度、西経113.3度、磁気緯度:北緯61.3度）、フィンランドのKannuslehto（北緯67.7度、西経26.3度、磁気緯度:北緯64.4度）、南極大陸の昭和基地（南緯69.0度、東経39.6度、磁気緯度:南緯70.5度）の3地点におけるELF/VLF波の同時観測を報告する。3ヶ所の同時観測データが存在するのは、2012年12月10日-14日、2013年1月9日-19日、29日-2月5日、2014年2月26日-3月21日の期間（合計48日）である。この期間のうち、磁気地方時が約11時間離れたAthabascaとKannuslehtoの2地点のELF/VLF波の同時発生率を波の種類（コーラス、ヒス、QP）で分類せずに求めたところ、同時に計測が行われていたすべての時間に対して約4%という値が得られた。また、1時間ごとの各地点でのELF/VLF波動の発生率と同時発生率を比較したところ、同時発生率の地方時依存性は、各地点のELF/VLF波動の発生率の地方時依存性を重ね合わせたような概形となった。同時発生率の1つの例として、2013年1月18日にIMF-Bzが北向きの状態のまま太陽風動圧が急激に上昇したsudden impulse (SI)イベントに対して、Athabasca、Kannuslehto、昭和基地のそれぞれの観測地点の波の発生を調べた。その結果、0440MLTのAthabascaでは1240UTから、1524MLTのKannuslehtoでは1236UTから、1240MLTの昭和基地では1235UTから時間とともに周波数が高周波まで広がるヒスが観測されたことを以前に報告した。今回、このイベントに対して、さらに各観測点でのSIに伴う地上磁場強度の上昇のタイミングとの比較を行ったところ、3地点のうち、昭和基地とKannuslehtoは磁場の上昇とヒスの発生のタイミングがほぼ一致したが、Athabascaではヒスの発生の約4分前に磁場の上昇が生じていることが分かった。

これらの結果から、約4%の確率で、ELF/VLF波動は磁気地方時において約11時間離れた規模で空間的な拡がりを持つ可能性が示唆される。また、空間的な同時発生例に関して、必ずしも地点ごとの磁場変動とELF/VLF波動の発生のタイミングが一致しないことも示唆される。本講演では、3地点観測に基づくELF/VLF波動の空間的な同時発生の特性について、同時発生したイベントの解析結果を交えて報告する。

キーワード：ELF/VLF波動、ホイッスラーモード波、波の同時発生率

Keywords: ELF/VLF emissions, Whistler mode wave emission, simultaneous wave occurrence

## トウィーク空電0次モード発生率の地方時・季節依存性

Local time and seasonal dependence of occurrence rate for the zero-order mode of tweek atmospherics

\*大矢 浩代<sup>1</sup>、荒木 徹、塩川 和夫<sup>2</sup>、三好 由純<sup>2</sup>、菊池 崇<sup>2</sup>

\*Hiroyo Ohya<sup>1</sup>, Tohru Araki, Kazuo Shiokawa<sup>2</sup>, Yoshizumi Miyoshi<sup>2</sup>, Takashi Kikuchi<sup>2</sup>

1.千葉大学大学院工学研究科、2.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Graduate School of Engineering, Chiba University, 2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

Tweek atmospherics are VLF/ELF electromagnetic waves originated from lightning discharges and propagate in the Earth-ionosphere waveguide for long distances. So far, there are few studies for the zeroth-order mode of the tweeks. The preliminary reverse impulse (PRI) electric field of the geomagnetic sudden commencement (SC) is transmitted by the TM<sub>0</sub> mode waves propagating at the speed of light in the Earth-ionosphere waveguide (Kikuchi et al., 1978; Kikuchi and Araki, 1979). In this study, we investigate the local time and seasonal dependence of the tweek zero-order mode to understand the characteristics of the zero-order mode. For statistical analysis, we developed the automatic detection procedure for the zero-order mode. In this session, we will discuss the results for the tweek zero-order mode in detail.

ニュージーランド経度における内部磁気圏プラズマ質量密度の季節変動について  
Seasonal variation in equatorial plasma mass density in the New Zealand meridian

\*尾花 由紀<sup>1</sup>、中田 真由美<sup>1</sup>、寺内 和也<sup>1</sup>  
\*Yuki Obana<sup>1</sup>, Mayumi Nakata<sup>1</sup>, Kazuya Terauchi<sup>1</sup>

1.大阪電気通信大学工学部基礎理工学科

1.Department of Engineering Science, Faculty of Engineering, Osaka Electro-Communication University

We present a statistical analysis on the plasma mass density derived from the ULF wave observations by the CRUX magnetometer array. The array consists of magnetometer stations along the 170°E longitude, spanning L-values between 2.2 and 2.8. Using the cross-phase method and an automated procedure for FLR detection, we studied 13 months of observations between March 2013 and March 2014. We found a semi annual variation in plasma density with equinoctial maxima. Similar semi annual variation in electron density was reported by the previous studies. Bouriot et al., 1967 studied whistler data recorded at Poitiers (0°E) and showed clear semi annual variation. On the other hand, Park et al., 1978 found unclear semi annual variation from the whistler data recorded at Stanford University (~110°W). The plasmaspheric density may require more specification of longitude. This is the first statistical study of plasma mass density in the New Zealand meridian.

低高度衛星によって観測された微細磁場変動の磁気圏赤道面への投影

Mapping of the small scale magnetic fluctuations observed by LEO satellites to the equatorial plane of magnetosphere

\*横山 佳弘<sup>1</sup>、家森 俊彦<sup>2</sup>、中西 邦仁<sup>1</sup>、青山 忠司<sup>1</sup>

\*Yoshihiro Yokoyama<sup>1</sup>, Toshihiko Iyemori<sup>2</sup>, Kunihito Nakanishi<sup>1</sup>, Tadashi Aoyama<sup>1</sup>

1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻、2.京都大学大学院理学研究科付属地磁気世界資料解析センター

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyoto University, 2.Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto University

In regions of high-beta (i.e., the plasma sheet and the boundary layer) in the magnetosphere, it can be expected that the plasma behaves as turbulence due to the effects of various plasma instabilities, non-linear development of Alfvén waves and so on. Satellites in the plasma sheet also have observed the fluctuations in velocity and magnetic field that have the characteristics of fluid turbulence. If the plasma always behaves as turbulence, the distribution and the spectrum become important for understanding phenomena in the magnetosphere. However, it is almost impossible to have sufficient simultaneous satellite observations that could physically cover the huge magnetospheric domain. On the other hand, we confirmed that the magnetic fluctuations over the high-latitude ionosphere observed by low-altitude satellites almost can be regarded as the manifestation of the spatial structure of field aligned currents by using the magnetic data obtained by SWARM satellites during December, 2013 when the SWARM satellites flew on nearly the same orbits with slight time separations. In addition, the low-altitude satellites scan wide range on the equatorial plane of the magnetosphere in short time. Therefore, by projecting these fluctuations into the equatorial plane of the magnetosphere, i.e., the source regions of field aligned currents, we try to estimate the distribution and the characteristics of plasma there.

We made statical maps of the amplitude of magnetic fluctuations having period shorter than 8s for both quiet ( $AE < 50nT$ ) and disturbed ( $AE > 50nT$ ) condition. We found that the large amplitude regions exist to the same extent in both conditions. This result suggests that the plasma might behave as turbulence even in quiet condition. In order to examine in more detail, we also calculated the spectral index of these fluctuations.

キーワード：沿磁力線電流、低高度衛星、微細磁場変動

Keywords: field aligned currents, low altitude satellites, small scale magnetic fluctuations

日本経度帯のプラズマ圏密度季節変化：北半球、南半球各々でのMAGDAS磁場観測からの推定・比較  
Seasonal dependence of the plasmaspheric density along the 210MM: Observations in the northern and southern hemispheres

尾上 彩希子<sup>2</sup>、\*河野 英昭<sup>1</sup>、魚住 禎司<sup>3</sup>、Shevtsov Boris<sup>4</sup>、Khomutov Sergey<sup>4</sup>、Poddelskiy Igor<sup>4</sup>、Marshall Richard<sup>5</sup>、吉川 顕正<sup>1</sup>、MAGDAS/CPMN group<sup>3</sup>  
Sakiko Onoue<sup>2</sup>, \*Hideaki Kawano<sup>1</sup>, Teiji Uozumi<sup>3</sup>, Boris Shevtsov<sup>4</sup>, Sergey Khomutov<sup>4</sup>, Igor Poddelskiy<sup>4</sup>, Richard Marshall<sup>5</sup>, Akimasa Yoshikawa<sup>1</sup>, group MAGDAS/CPMN<sup>3</sup>

1.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門、2.九州大学理学部地球惑星科学科、3.九州大学国際宇宙天気科学・教育センター、4.IKIR FEB RAS, Russia、5.Space Weather Services section, Bureau of Meteorology, Australia

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University, 2.Department of Earth and Planetary Sciences, School of Science, Kyushu University, 3.International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, 4.IKIR FEB RAS, Russia, 5.Space Weather Services section, Bureau of Meteorology, Australia

In this paper we have applied the cross-phase method and the amplitude-ratio method to the MAGDAS/CPMN ground-magnetometer pairs MGD-PTK (Magadan and Paratunka, located in the Russian Far East) and CAN-HOB (Canberra and Hobart, located in eastern Australia), both along the 210MM (Magnetic Meridian), and identified FLR (field-line resonance) events.

MGD is located at (53.6, 219.1) magnetic latitude and longitude [deg], and PTK is located at (46.2, 226.2). Their L values are 2.9 and 2.1. CAN is located at (-45.7, 226.6), and HOB is located at (-54.2, 226.5). Their L values are 2.1 and 2.9. We have identified the FLR events by using both visual inspection and an automatic-identification computer code.

Although the MGD and PTK (CAN and HOB) are separated by about seven (nine) degrees in magnetic latitudes, which is larger than the typical separation (about 1-2 degrees) to which the cross-phase and amplitude-ratio methods are efficient, but we could identify more than a hundred FLR events a year from the both station pairs, and the FLR events had a fairly continuous coverage.

In this paper we estimate the plasmaspheric density from thus obtained FLR frequencies, and examine their seasonal dependence. The result suggests a weak, but marginally significant seasonal dependence with maxima in winter and minima in summer for the both hemispheres. More details will be discussed at the presentation.

## Pi2から得られるオーロラ帯MIカップリングの新しい視点

## A new perspective of MI-coupling in auroral zone associated with Pi2 pulsations

\*坂 翁介<sup>1</sup>\*Osuke Saka<sup>1</sup>

1. オフィス ジオフィジク

1. Office Geophysik

夜側に発生する流れのシアーにより磁気圏内に表面波が励起され、それが地上ではPi2脈動として観測される。磁力線共鳴（FLR）を励起する程の強いカップリングを考えない場合は表面波により励起されるAlfven波は沿磁力線電流（FAC）を運ばない。しかしながら、表面波によって励起されるAlfven波モードの組み合わせは電離圏内に電場の収束領域を作る。

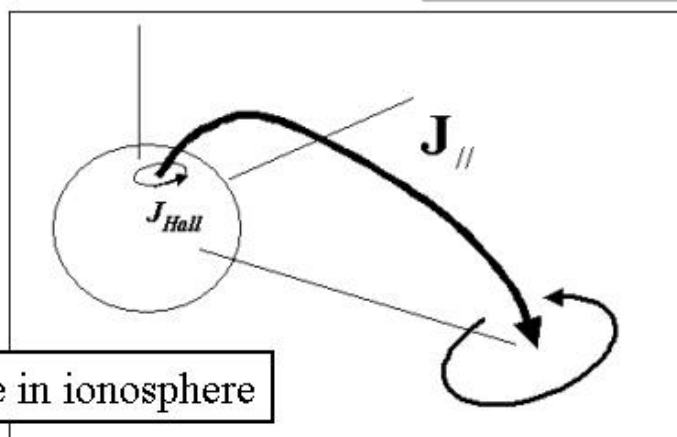
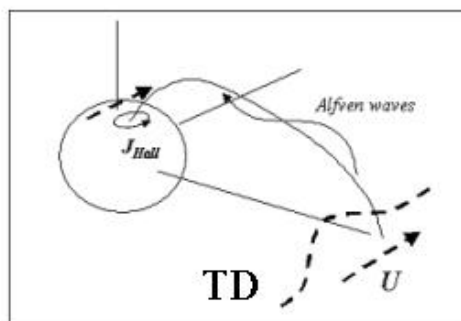
この収束電場は電離層内にループ電流を励起しその中心に上向き、周りに下向きのFAC領域を生成する。このFAC構造は磁気圏赤道面から磁力線に沿って直接流出するプラズマシート電子とその戻りの電子が担う。活発なオーロラ中ではこの収束電場領域はオーロラサージ（WTS）に相当すると考えられる。

キーワード：サブストーム、磁気圏電離圏結合、オーロラ

Keywords: substorm, MI coupling, Auroras

## New perspective of MI coupling associated with Pi2

- Shear flow ( $U$ ) supported by TD
- K-H instability
- Surface waves



- FAC source in ionosphere

2015年6月22日SCイベントに伴うオーロラ活動

Auroral activity observed during the SC event on June 22 in 2015

\*門倉 昭<sup>1</sup>

\*Akira Kadokura<sup>1</sup>

1.国立極地研究所

1.National Institute of Polar Research

2015年6月22日のSCイベントに伴って、南極昭和基地で観測されたオーロラ活動について報告する。

このイベントの特徴を下記に列挙する：

(UT)

18:03 Shock arrival at ACE position

18:33 SSC at 栂岡、最大+104nT

18:33:30 SC 地磁気変化開始at 昭和基地

18:34 オーロラ活動に変化開始

18:40 ここまで、オーロラアークの高緯度側への拡大

18:40:30 アークの崩壊、N-S aurora; 全天diffuse

19:32 再びpoleward expansion

19:54 高緯度側から低緯度側への拡大

20:30 静穏化

この期間、昭和基地では、下記の観測器によりオーロラ光学観測が行われていた：

- ・ 全天単色イメージャ (427.8, 557.7, 485.0, 480.5nm)
- ・ 全天白黒TV カメラ
- ・ 8色掃天フォトメータ

このイベントの特徴の1つとして、上記の時間帯に、最大輝度500R を超える非常に明るいプロトンオーロラの発光が見られたことが挙げられる。

本講演では、こうしたオーロラ活動の時間変化の詳細の紹介を行う。

キーワード：SCイベント、ショックオーロラ、昭和基地

Keywords: SC event, Shock Aurora, Syowa Station

## 地上カメラとTHEMIS衛星によるオーロラ指状構造の同時観測

Conjugate observation of auroral finger-like structures by ground all-sky cameras and the THEMIS satellite

\*西 勝輝<sup>1</sup>、塩川 和夫<sup>1</sup>、Eric Donovan<sup>2</sup>

\*Katsuki Nishi<sup>1</sup>, Kazuo Shiokawa<sup>1</sup>, Erick Donovan<sup>2</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所電磁気圏研究部、2.Department of Physics and Astronomy, University of Calgary

1.Institute for Space-Environmental Research Division for Ionospheric and Magnetospheric Research, 2.Department of Physics and Astronomy, University of Calgary

オーロラの変動は磁気圏におけるプラズマダイナミクスの表れであり、オーロラの発光は磁気圏からの電子の降り込みによって引き起こされている。オーロラの構造を調べることにより、磁気圏におけるプラズマの物理過程やそれらの地球大気へのつながりに対する知見をより深めることができる。そして、これから人類が宇宙開発をしていくうえでそれらの知識は有用なものとなることが期待される。

本研究では、ディフューズオーロラというオーロラの一形態が、バラバラに分裂しパッチ状の構造を形成する物理過程を調査するために、オーロラ分裂の際にみられるオーロラ指状構造を地上カメラとTHEMIS衛星を用いて観測した。先行研究では地上カメラのみでしか観測されてこなかったオーロラ指状構造を初めて人工衛星を用いて観測することに成功した。そして人工衛星の観測により、オーロラ指状構造が現れる際の人工衛星のデータを解析することで磁気圏での描像を考察した。

この同時観測イベントの探索期間は2007年の10月から2014年の12月までである。本研究では、2012年2月17日 0720-0830UT (0506-0616LT) にグリーンランドのNarsarsuaq (MLAT: 69.3N) において、指状構造をTHEMIS-E衛星が通過した例を報告する。このイベントにおけるTHEMIS衛星の観測により、粒子圧と磁気圧が5-20分の逆位相の変動をする、磁力線に平行なエネルギーフラックスと粒子圧とが同じ時間スケールで変動する、磁力線に垂直方向のイオンの速度がとても小さい(50km/s以下)といった観測事実が得られた。

キーワード：THEMIS、全天カメラ、オーロラ指状構造、磁気圏

Keywords: THEMIS, All-sky imager, auroral finger-like structure, magnetosphere



オーロラ開始時に於ける  $Pi 2$  振動に伴う  $Pc 2$  の発生

Plasma density enhancements in the period of  $Pc 2$  observed near the plasmopause in association with  $Pi 2$  and auroral breakup

\*櫻井 亨<sup>1</sup>

\*Tohru Sakurai<sup>1</sup>

1. 東海大学

1. Tokai University

Plasma density enhancements in the period range of  $Pc 2$  ( $T = \sim 10$  sec) were observed near the plasmopause around midnight in association with  $Pi 2$  oscillations and the initial auroral brightening at 0826 UT on 04 April 2009. During this substorm the THEMIS B satellite took an inbound-pass and crossed the plasmopause, observed extraordinary large plasma density oscillations with the period of  $Pc 2$ , which enhanced in close association with  $Pi 2$  oscillations. Enhancements of the  $Pc 2$  oscillations were observed with the magnetic, electric field and plasma instruments on board the satellite. Large amplitude plasma density oscillations well correlated with the electric field oscillations and the polarization of the magnetic field  $Pc 2$  oscillations showed a left-hand polarization through the event. Therefore the oscillations seem to be the ion-cyclotron oscillations. Auroral breakup and associated  $Pi 2$  oscillations were observed at the THEMIS GBO stations covering over the wide range longitudes from east to west of the Canada. The dominant period of  $Pi 2$  oscillations was almost similar at both these THEMIS GBO stations and the satellite location. The relationships between the  $Pc 2$  enhancements and  $Pi 2$  oscillations will be discussed in the presentation in more detail.

キーワード：サブストーム、オーロラ、 $Pc 2$ 振動、 $Pi 2$  振動、プラズマポーズ

Keywords: substorm, aurora,  $Pc 2$  oscillations,  $Pi 2$  oscillations, Plasmopause

## SuperDARNによって観測されるSIに伴う電離圏電場振動

## Ionospheric electric field oscillation associated with Sudden Impulse seen by SuperDARN radars

\*飯田 剛平<sup>1</sup>、西谷 望<sup>1</sup>、堀 智昭<sup>1</sup>\*Kouhei Iida<sup>1</sup>, Nozomu Nishitani<sup>1</sup>, Tomoaki Hori<sup>1</sup>

1.名古屋大学宇宙地球環境研究所

1.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

磁気圏急始 (Sudden Impulse, SI)は、地磁気SYM-H指数に現れる低緯度地磁気H成分の急激な増大として観測され、それは太陽風動圧の急増によって磁気圏が急激に圧縮されることが原因であると知られている。また、中高緯度においては、電離圏のプラズマ対流の2つの渦構造が、SIに伴って何らかの摂動を生じることがある。SIに伴って起こる電離圏の対流変動は、Preliminary Impulse (PI)とMain Impulse (MI)の重ね合わせとして現れるが、この一対のインパルス的な変動のみで終了するイベントと、このインパルス的な変動の後に、継続時間が数十分~1時間程度で周期が数分~十数分の電離圏電場の振動を伴うイベントの両方が存在することが過去の観測からわかっている。しかし、この違いを発生させる原因はまだ完全には特定されていない。そこで、我々の研究では、世界各地に設置されたSuperDARNレーダーのうち、北半球のレーダーを用いて、SIの後に続いて起こる電離圏電場の振動について統計的に解析を行うことで、これら2つの種類のSIイベントの違いを生み出している原因を探ることを目的としている。2012年1月から2014年12月の期間について、地磁気SYM-H指数と太陽風動圧のOMNI databaseを用いてSIを同定し、SIイベント時のSuperDARNレーダーのデータから電離圏電場の振動の有無について定量的に調べた。その結果、161例のSIイベントが得られ、そのうち30のイベントにおいて少なくとも1箇所のSuperDARNレーダーで電離圏電場の振動が確認された。更に、SYM-H指数と太陽風動圧それぞれの増加量との相関を調べたところ、電離圏電場の振動の有無との明確な相関はみられなかった。発表では、磁気地方時への依存性、過去のPc5地磁気脈動の電離圏観測研究との比較、磁気圏界面の変動量の比較、外的要因として太陽風動圧の振動との比較といった複数の観点から統計的に調べ、考察を行う。

キーワード : SuperDARN、磁気圏急始、電離圏電場振動

Keywords: SuperDARN, Sudden Impulse, ionospheric electric field oscillation

## 構造化するオンセットアーク内におけるオーロラ粒子加速の微細構造

## High-resolution auroral acceleration signatures within a highly dynamic onset arc

\*元場 哲郎<sup>1</sup>、平原 聖文<sup>1</sup>

\*Tetsuo Motoba<sup>1</sup>, Masafumi Hirahara<sup>1</sup>

1.名古屋大学

1.Nagoya University

Auroral acceleration processes and structures related to onset auroral arcs remain poorly understood mostly due to the lack of adequate observations. The Reimei spacecraft has so far offered the best possibility to perform detailed high-resolution particle measurements conjugate to detailed fine-scale optical measurements with a small field of view. In this study we present simultaneous conjugate Reimei observations of fine-scale optical and particle signatures of a structured, highly dynamic onset arc that occurred on 16 March 2006. The favorable Reimei observations for the active arc crossing within a few seconds provide a detailed picture of the relationship between the structuring arc emissions and the causal particle acceleration processes.

キーワード：オーロラ

Keywords: aurora