

## 地磁気急始に伴う中低緯度電離圏電場応答の磁気地方時依存性 MLT dependence in the response of ionospheric electric fields at mid-low latitude during geomagnetic sudden commencement

高橋 直子<sup>1\*</sup>; 笠羽 康正<sup>1</sup>; 新堀 淳樹<sup>2</sup>; 西村 幸敏<sup>3</sup>; 菊池 崇<sup>4</sup>; 長妻 努<sup>5</sup>

TAKAHASHI, Naoko<sup>1\*</sup>; KASABA, Yasumasa<sup>1</sup>; SHINBORI, Atsuki<sup>2</sup>; NISHIMURA, Yukitoshi<sup>3</sup>; KIKUCHI, Takashi<sup>4</sup>; NAGATSUMA, Tsutomu<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>3</sup> University of California, Los Angeles, <sup>4</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>5</sup> 情報通信研究機構

<sup>1</sup> Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup> Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University, <sup>3</sup> University of California, Los Angeles, <sup>4</sup> Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>5</sup> National Institute of Information and Communications Technology

The geomagnetic sudden commencement (SC) is one of the geomagnetic disturbance phenomena triggered by an enhancement of the magnetopause current associated with the compression of the magnetosphere due to solar wind disturbances [e.g., Araki, 1994]. Detailed evolution and propagating processes of the electromagnetic field associated with SCs are observed three-dimensionally in the entire geospace. Unlike magnetic storms and substorms which involve complex plasma physical processes, SCs can be identified as distinct magnetic variations that sharply change on a global scale. However, the characteristics of SCs have been extensively investigated mainly by means of the magnetic field variations obtained by ground-based observations, which could be affected by conductivities when deducing electric fields. Thus, investigating the electric field variations is needed to understand the transport of electromagnetic energy (Poynting fluxes,  $E \times B / \mu$ ) associated with SCs. In this study, we examined two critical subjects about the ionospheric electric field associated with SCs using the in-situ electric field data.

The in-situ ionospheric electric field was derived from the drift velocity observed by the Ionospheric Plasma and Electrodynamics Instrument (IPEI) onboard ROCSAT-1, which orbited at an ionospheric altitude (about 600 km), with magnetic field from the IGRF-10 model. We also used the geomagnetic field data from ground stations at the subauroral region, mid and low latitudes, and dip equator with a high time resolution of 1 second.

The first subject is the transmission time of the ionospheric electric field from the subauroral region to the dip equator. We found the simultaneous SC onset between the ionospheric electric field by the ROCSAT-1 observations and geomagnetic fields by ground-based observations, and the time delay in the peak amplitudes of the preliminary impulse (PI) and main impulse (MI) occur irrespective of the magnetic local time (MLT). In statistical analyses, we showed that peak signatures of the ionospheric electric field at the low latitude appeared simultaneously with that of the geomagnetic field at the subauroral region. We also found that the peak signature at the equatorial region was observed with the time delay, and its value is about 20-40 seconds in the PI peak and 80-140 seconds in the MI peak. The instantaneous onset can be explained by means of the  $TM_0$  mode waves propagating at the speed of light in the Earth-ionosphere waveguide, while the time delay in the peaks is interpreted as the difference of the time constant  $L/R$  of an equivalent circuit. From these results, we demonstrated the transmission of the electric field from the subauroral region and the common energy transport process for both the PI and MI.

The second subject is the global structure of the ionospheric field. Ground-based observations are limited to mid and low latitudes, and provide only the horizontal component ( $E_{phi}$ ) of the electric field. Thus, it is difficult to estimate the global electric field variation, especially at the terminator sector where SC signatures tend to appear in the radial component ( $E_r$ ) of the electric field. We found the MLT dependence of the SC amplitude both the PI and MI signatures in the  $E_r$  and  $E_{phi}$  electric fields. In addition, the dayside characteristics of the PI signature extended to the evening terminator sector (18-21 h MLT) with an enhancement around 20 h MLT. This tendency is consistent with previous results obtained by the ground-based observations and model calculations. We consider that enhancements associated with SCs are influenced by the non-uniform ionospheric conductivity.

In the present study, we revealed the global instant response of the ionospheric electric field during SCs based on the in-situ ionospheric electric field observations. Our results can serve as a basis for understanding energy transmission paths during rapid reconfigurations of ionospheric convection.

## 磁気急始に伴う電離圏の過渡的対流

## Evolution of convection vortices associated with sudden impulses observed by SuperDARN

堀 智昭<sup>1\*</sup>; 新堀 淳樹<sup>2</sup>; 西谷 望<sup>1</sup>; 藤田 茂<sup>3</sup>

HORI, Tomoaki<sup>1\*</sup>; SHINBORI, Atsuki<sup>2</sup>; NISHITANI, Nozomu<sup>1</sup>; FUJITA, Shigeru<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> 京都大学生存圏研究所, <sup>3</sup> 気象庁気象大学校

<sup>1</sup>STE lab, Nagoya Univ, <sup>2</sup>RISH, Kyoto Univ, <sup>3</sup>Meteorological College

Spatial evolution of transient ionospheric convection induced by sudden impulses (SIs) recorded by ground magnetometers is studied statistically by using SuperDARN (SD) data. An advantage of using SD data instead of ground magnetic fields is that ionospheric flows measured by the radars are not virtually biased by the spatially-varying ionospheric conductance or the magnetospheric currents. First we surveyed the Sym-H index for Jan., 2007 to Dec., 2012 to identify SI events with a peak amplitude  $|d\text{Sym-H}|$  greater than 10 nT. Next we searched all SD data over the northern hemisphere during the SI events for ionospheric backscatters which give us the light-of-sight velocity of horizontal ionospheric flows. For each SI event, the collected ionospheric flow data were sorted into the four periods: the pre-SI period, the pre-Main Impulse (MI), middle-MI, and post-MI periods. In the present study, we examine the differences in flow velocity between the pre-SI period and the three MI periods to clarify how ionospheric flows change in association with SIs. As a result, the ionospheric flow shifts eastward on the dusk side and westward on the dawn side at the higher latitudes during positive SIs (SI+), while it shows a roughly westward/eastward shift on the dusk/dawn side, respectively, during negative SIs (SI-). These polarities of flow shifts are basically consistent with the higher latitude portions of the DP current for the MI phase as shown by Araki [1994] and Araki and Nagano [1988]. The high latitude flow shifts are basically larger for SI events with larger Sym-H variations, in the same fashion as ground magnetic field variations at high latitudes. In addition to the major dependence on SI amplitude, the flow shift magnitude shows a minor dawn-dusk asymmetry particularly under strong IMF-By conditions. We speculate that the interaction with pre-existing convection cells might cause the selective enhancement of either side of flow shifts.

キーワード: 磁気急始, SuperDARN, 電離圏対流

Keywords: sudden impulse, SuperDARN, ionospheric convection

## 磁気嵐時の地磁気変動に見られるグローバルな電離圏電流分布について Global distributions of storm-time ionospheric currents as seen in geomagnetic field variations

新堀 淳樹<sup>1\*</sup>; 堀 智昭<sup>2</sup>; 田中 良昌<sup>3</sup>; 小山 幸伸<sup>4</sup>; 菊池 崇<sup>2</sup>; 長妻 努<sup>5</sup>

SHINBORI, Atsuki<sup>1\*</sup>; HORI, Tomoaki<sup>2</sup>; TANAKA, Yoshimasa<sup>3</sup>; KOYAMA, Yukinobu<sup>4</sup>; KIKUCHI, Takashi<sup>2</sup>; NAGATSUMA, Tsutomu<sup>5</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 ジオスペース研究センター, <sup>3</sup> 国立極地研究所, <sup>4</sup> 京都大学大学院理学研究科附属地磁気世界資料解析センター, <sup>5</sup> 独立行政法人 情報通信研究機構

<sup>1</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere (RISH), Kyoto University, <sup>2</sup>Nagoya University Solar Terrestrial Environment Laboratory Geospace Research Center, <sup>3</sup>National Institute of Polar Research, <sup>4</sup>Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>5</sup>National Institute of Information and Communications Technology

To investigate temporal and spatial evolution of global geomagnetic field variations from high-latitude to the equator during geomagnetic storms, we analyzed ground geomagnetic field disturbances from high latitudes to the magnetic equator. The daytime ionospheric equivalent current during the storm main phase showed that twin-vortex ionospheric currents driven by the Region 1 field-aligned currents (R1 FACs) are intensified significantly and expand to the low-latitude region of ~30 degrees magnetic latitude. Centers of the currents were located around 70 and 65 degrees in the morning and afternoon, respectively. Corresponding to intensification of the R1 FACs, an enhancement of the eastward/westward equatorial electrojet occurred at the daytime/nighttime dip equator. This signature suggests that the enhanced convection electric field penetrates to both the daytime and nighttime equator. During the recovery phase, the daytime equivalent current showed that two new pairs of twin vortices, which are different from two-cell ionospheric currents driven by the R1 FACs, appear in the polar cap and mid latitude. The former led to enhanced northward Bz (NBZ) FACs driven by lobe reconnection tailward of the cusps, owing to the northward interplanetary magnetic field (IMF). The latter was generated by enhanced Region 2 field-aligned currents (R2 FACs). Associated with these magnetic field variations in the mid-latitudes and polar cap, the equatorial magnetic field variation showed a strongly negative signature, produced by the westward equatorial electrojet current caused by the dusk-to-dawn electric field.

キーワード: 磁気嵐, 対流電場, 遮蔽電場, 電離圏擾乱ダイナモ, 惑星空間磁場, 太陽風

Keywords: geomagnetic storm, convection electric field, shielding electric field, ionospheric disturbance dynamo, interplanetary magnetic field, solar wind

## 磁気赤道における DP2 侵入電場の午前・午後非対称性について The forenoon-afternoon asymmetry of DP2 electric field penetrated to the dip equator

松下 拓輝<sup>1\*</sup>; 吉川 顕正<sup>2</sup>; 魚住 禎司<sup>3</sup>; 池田 昭大<sup>4</sup>; 大谷 晋一<sup>5</sup>

MATSUSHITA, Hiroki<sup>1\*</sup>; YOSHIKAWA, Akimasa<sup>2</sup>; UOZUMI, Teiji<sup>3</sup>; IKEDA, Akihiro<sup>4</sup>; OHTANI, Shinichi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, <sup>2</sup>九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門, <sup>3</sup>九州大学国際宇宙天気科学・教育センター, <sup>4</sup>鹿児島工業高等専門学校, <sup>5</sup>ジョンホプキンス大学応用物理研究所

<sup>1</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu university, <sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu university, <sup>3</sup>International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, <sup>4</sup>Kagoshima National College of Technology, <sup>5</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

DP2 変動は、数十分から数時間の周期を持つ準周期的な変動で、太陽風擾乱と同期していること [Nishida, 1968]、地上でグローバルに観測される特徴を持つ [Nishida, 1968], [Kikuchi et al., 1996] ことがよく知られている。この2つの特徴は太陽風擾乱に伴う電磁場擾乱が極域電離圏に入り込み、中低緯度領域をまたいで、磁気赤道領まで侵入する様な磁気圏-電離圏結合電流系を励起していることを示唆しているが、極域から磁気赤道域への侵入経路・メカニズムは未だ明らかになっていない。

本研究では、磁気圏-電離圏結合の終着点でもある磁気赤道域において、DP2 変動時における電磁場構造の空間構造を調べることで、極域の電場がどのようなメカニズムで磁気赤道にまで侵入して来ているかを明らかにし、DP2 電流系を推定することを目標とした。電場は磁場と電気伝導度からオームの法則に基づいて計算し、磁場データは、MAGDAS/CPMN [K. Yumoto et al., 2006 and 2007] の地上観測点のうち、ILR, AAB, TIR, LKW, DAV, CEB, YAP の磁気赤道観測点群を、電気伝導度は京都大学 WDC の電気伝導度モデルを用いて、得られたカウリング伝導度をそれぞれ使用した。これらのデータを用いて、2007 年~2008 年の2年間にわたって解析を行い、電場の LT 分布を導出した。

解析の結果、DP2 変動に対応する電場が磁気赤道域において、午前・午後の間に明瞭な非対称構造を持つことが明らかになった。この非対称構造は南北半球における極域の電場のみから作り出されるポテンシャル構造では説明が難しく、極域から磁気赤道に電場が侵入する間にこの構造を作り出す何かしらのメカニズムが存在することを示唆している。我々はこのメカニズムとして、Cowling channel model [Yoshikawa et al., 2012, AGU] での、昼夜境界領域や磁気赤道域で生成された分極電場が全球的なポテンシャル構造を歪曲させたと考えており、このモデルに基づいたポテンシャル分布の計算結果と今回の結果は矛盾しない。

キーワード: DP2 変動, 磁気赤道, 電離圏電流

Keywords: DP2 oscillation, dip equator, ionospheric current

## サブストーム時の夜側低緯度の電離圏電場 Substorm electric fields at nightside low latitude

橋本 久美子<sup>1\*</sup>; 菊池 崇<sup>2</sup>; 富澤 一郎<sup>3</sup>; 長妻 努<sup>4</sup>

HASHIMOTO, Kumiko<sup>1\*</sup>; KIKUCHI, Takashi<sup>2</sup>; TOMIZAWA, Ichiro<sup>3</sup>; NAGATSUMA, Tsutomu<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 吉備国際大学, <sup>2</sup> 名古屋大学, <sup>3</sup> 電気通信大学, <sup>4</sup> 情報通信研究機構

<sup>1</sup>Kibi International University, <sup>2</sup>Nagoya University, <sup>3</sup>University of Electro-Communications, <sup>4</sup>National Institute of Information and Communications Technology

The convection electric field penetrates from the polar ionosphere to low latitude and drives the DP2 currents in the global ionosphere with an intensified equatorial electrojet (EEJ). The electric field often reverses its direction, that is, the overshielding occurs and causes the equatorial counter electrojet (CEJ) during storm and substorms. In this paper we report that the overshielding electric field is detected by the HF Doppler sounders at low latitude on the nightside. We analyzed the Doppler frequency of the HF radio signals propagated over 120 km in Japan at frequencies of 5 and 8 MHz and compared with the equatorial EEJ/CEJ during the substorm expansion phase. We found that the overshielding electric field reaches around 2 mV/m during major substorms ( $AL < -1800$  nT). Taking the geometrical attenuation into account, we estimate the equatorial electric field to be about 1.5 mV/m. We also found that the electric field drives the eastward electrojets in the equatorial ionosphere on the night side. It is to be noted that the overshielding electric field is observed on the nightside at low latitude during the major substorms, while the convection electric field is dominant during smaller size substorms, as the CEJ flows on the dayside. These results suggest that the overshielding electric field associated with the Region-2 field-aligned currents becomes dominant during substorms at low latitude on the nightside as well as on the dayside. On the other hand, we found strong seasonal dependence of the overshielding in the sub-auroral latitudes. Although the substorm CEJs at Huancayo do not depend on season, the overshielding frequently occurs at subauroral latitudes during the winter period from November to February. In contrast, the convection electric field is dominant at the subauroral and low-latitudes during the summer period from April to August. The strong seasonal dependence may suggest that the Region-1 field aligned currents (FACs) have a constant voltage source, while the Region-2 FACs have a constant current source, which results in the convection and overshielding electric fields being dominant in summer and winter, respectively.

キーワード: サブストーム, 中緯度電離圏, 対流電場, 過遮蔽, 赤道カウンタージェット電流

Keywords: substorm, midlatitude ionosphere, convection electric field, overshielding, equatorial counter electrojet



## プラズマ対流速度の磁気圏電離圏結合シミュレーションから得られる計算値と SuperDARNHF レーダーデータから得られる観測値の比較 Comparing the ionospheric plasma drift obtained from the global MHD simulation and that measured by SuperDARN radars

才田 聡子<sup>1\*</sup>; 藤田 茂<sup>2</sup>; 門倉 昭<sup>3</sup>; 田中 高史<sup>4</sup>; 行松 彰<sup>3</sup>; 田中 良昌<sup>3</sup>; 大谷 晋一<sup>5</sup>; 村田 健史<sup>6</sup>; 樋口 知之<sup>7</sup>  
SAITA, Satoko<sup>1\*</sup>; FUJITA, Shigeru<sup>2</sup>; KADOKURA, Akira<sup>3</sup>; TANAKA, Takashi<sup>4</sup>; YUKIMATU, Akira sessai<sup>3</sup>; TANAKA, Yoshimasa<sup>3</sup>; OHTANI, Shinichi<sup>5</sup>; MURATA, Ken T.<sup>6</sup>; HIGUCHI, Tomoyuki<sup>7</sup>

<sup>1</sup> 情報・システム研究機構, <sup>2</sup> 気象大学校, <sup>3</sup> 国立極地研究所, <sup>4</sup> 九州大学 国際宇宙天気科学・教育センター, <sup>5</sup> ジョンズホプキンス大学応用物理研究所, <sup>6</sup> 情報通信研究機構, <sup>7</sup> 統計数理研究所  
<sup>1</sup>Research Organization of Information and Systems, <sup>2</sup>Meteorological College, <sup>3</sup>National Institute of Polar Research, <sup>4</sup>International Center for Space Weather Science and Education, Kyushu University, <sup>5</sup>Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory, <sup>6</sup>National Institute of Information and Communications Technology, <sup>7</sup>The Institute of Statistical Mathematics

グローバル電磁流体力学的 (MHD) シミュレーション (Tanaka et al., 2010) による太陽風の変動に対する地球磁気圏や電離圏の応答を調べる研究は発展を続けており、太陽風から取り込まれた磁気圏のエネルギーが突然開放されるサブストームと呼ばれる現象を再現し、そのときの地球磁気圏のダイナミクスを議論できる程度にまで成長してきた。

磁気圏-電離圏相互作用過程は現在も十分に解明されていないために、シミュレーションモデルにおける磁気圏と電離圏の境界における関係式にはいくつか任意に決定されている係数がある。これらの係数の値によって、オーロラ発生時の磁気圏や電離圏における物理量分布は変化する。

本研究の最終的な目的はデータ同化手法を用いて最適な組み合わせの係数を推定することである。磁気圏モデルの内部境界における関係式から、磁気圏から入力される沿磁力線電流や、プラズマ圧などの電離圏電気伝導度への寄与を変えると、磁気圏にフィードバックされる沿磁力線電流やポテンシャルが変化し、最終的には磁気圏・電離圏の対流構造も大きく変わってくることが予想される。

本発表では衛星 ACE によって観測された太陽風パラメータを入力してシミュレーションを実行して得た電離圏のプラズマ対流速度と SuperDARN レーダーで観測されたプラズマ対流速度の比較を行う。また、シミュレーションでは再現されなかったプラズマ対流構造を紹介し、太陽風中の磁場が南を向いて磁気圏・電離圏対流が活発な状態における磁気圏-電離圏結合過程におけるシミュレーションモデルの関係式の改良とモデルパラメータの最適値推定について考察する。

### References:

Tanaka, T., A. Nakamizo, A. Yoshikawa, S. Fujita, H. Shinagawa, H. Shimazu, T. Kikuchi, and K. K. Hashimoto (2010), Sub-storm convection and current system deduced from the global simulation, *J. Geophys. Res.*, 115, A05220, doi:10.1029/2009JA014676.

キーワード: 電離圏対流, SuperDARN, シミュレーション

Keywords: the ionospheric convection, SuperDARN, simulation

プロトンオーロラ・電子オーロラサブストーム総合モデルの構築に向けて： 昭和  
基地地上観測  
Toward construction of comprehensive proton and electron auroral substorm model: Ground-  
based observation at Syowa

門倉 昭<sup>1\*</sup>; 福田 陽子<sup>2</sup>; 井 智史<sup>3</sup>; 宮道 光平<sup>4</sup>; 宮岡 宏<sup>1</sup>; 佐藤 夏雄<sup>1</sup>  
KADOKURA, Akira<sup>1\*</sup>; FUKUDA, Yoko<sup>2</sup>; I, Tomofumi<sup>3</sup>; MIYAJI, Kohei<sup>4</sup>; MIYAOKA, Hiroshi<sup>1</sup>; SATO, Natsuo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 極地研, <sup>2</sup> 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻, <sup>3</sup> 気象庁地磁気観測所技術課, <sup>4</sup> 名古屋大学大学院理学研究科  
<sup>1</sup>NIPR, <sup>2</sup>Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo, <sup>3</sup>Kakioka Magnetic  
Observatory, Japan Meteorological Agency, <sup>4</sup>Graduate School of Science, Nagoya University

極地研では、南極地域観測第Ⅷ期6ヵ年計画の下、昭和基地でのオーロラ光学観測システムの整備を進めている。「モニタリング観測」機器としては、(1)全天単色デジタルCCDイメージャ4式(427.8, 557.7, 485.0, 481.0nm)と(2)全天カラーデジタルカメラ、「一般研究観測」機器としては、(1)全天TVカメラと(2)8色掃天フォトメータ、の導入を進めてきた。2014年のシーズンには、電子オーロラ2波長(427.8, 557.7nm)とプロトンオーロラ2波長(481.0, 485.0nm)の全天CCDイメージャ4式による同時観測が実現出来ているので、その初期結果を中心に報告する。上記4式のイメージャの撮像間隔は15秒で共通にし、同じ時間分解能で電子オーロラとプロトンオーロラの空間分布を観測することを目的としている。微弱なプロトンオーロラを観測するため、プロトンイメージャについては、元々512x512の画素数のCCD出力に対し8x8のビンニングを行い、空間解像度を64x64に落としている。

8色掃天フォトメータの波長構成(中心波長(半値幅))は、482.5(0.6), 483.5(0.6), 484.5(0.6), 485.5(0.6), 486.5(0.6), 487.5(0.6), 670.5(5.0), 844.6(0.6) nmで、プロトンオーロラ(H $\beta$ )のスペクトル用6波長と電子オーロラ用2波長からなる。掃天速度は180度/10秒で、サンプリング速度は20Hzである。

こうした全天イメージャと掃天フォトメータの電子オーロラ、プロトンオーロラ同時観測データにより、降下電子や降下プロトンのエネルギー情報も含んだ、オーロラサブストーム発達過程の総合的なモデルを構築することが1つの目標となる。目標としているモデルの概要についても紹介する予定である。

キーワード: オーロラ, サブストーム, 地上光学観測, 昭和基地

Keywords: aurora, substorm, ground-based observation, Syowa Station

## 朝夕昼夜境界付近で観測される Pi 2 型地磁気脈動の性質 Characteristics of Pi 2 pulsations around the dawn and dusk terminator

今城 峻<sup>1\*</sup>; 吉川 顕正<sup>2</sup>; 魚住 禎司<sup>2</sup>; 大谷 晋一<sup>3</sup>; 中溝 葵<sup>4</sup>; Marshall Richard<sup>5</sup>; Shevtsov Boris M.<sup>6</sup>; Akulichev Victor A.<sup>7</sup>; Sukhbaatar Usnikh<sup>8</sup>; 湯元 清文<sup>2</sup>  
IMAJO, Shun<sup>1\*</sup>; YOSHIKAWA, Akimasa<sup>2</sup>; UOZUMI, Teiji<sup>2</sup>; OHTANI, Shinichi<sup>3</sup>; NAKAMIZO, Aoi<sup>4</sup>; MARSHALL, Richard<sup>5</sup>; SHEVTSOV, Boris M.<sup>6</sup>; AKULICHEV, Victor A.<sup>7</sup>; SUKHBAAATAR, Usnikh<sup>8</sup>; YUMOTO, Kiyohumi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻, <sup>2</sup>九州大学国際宇宙天気科学・教育センター, <sup>3</sup>ジョンホプキンス大学応用物理学研究所, <sup>4</sup>FMI, Arctic Research Unit, <sup>5</sup>IPS Radio and Space Services, Bureau of Meteorology, Australia, <sup>6</sup>Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, <sup>7</sup>Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, <sup>8</sup>The Research Center of Astronomy and Geophysics of Mongolian Academy of Sciences

<sup>1</sup>Dept. Earth Planet. Sci., Kyushu Univ., <sup>2</sup>ICSWSE, Kyushu Univ., <sup>3</sup>APL, Johns Hopkins Univ., <sup>4</sup>FMI, Arctic Research Unit, <sup>5</sup>IPS Radio and Space Services, Bureau of Meteorology, Australia, <sup>6</sup>Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, <sup>7</sup>Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, <sup>8</sup>The Research Center of Astronomy and Geophysics of Mongolian Academy of Sciences

We statistically investigate low-latitude Pi 2 pulsations observed around the dawn and dusk terminator. The main observational results of this study are: (1) Pi 2 pulsations tended to have east-west polarity in the sunlit side of the dawn terminator, while these in the sunlit side of the dusk terminator tended to have north-south polarity. (2) Phase reversals of D-component oscillations occurred near the dawn terminator and 2-3 hours before the dusk terminator. (3) Peaks of D/H (maximum amplitude ratio between D and H component) appear 3 hours after the dawn terminator and near the dusk terminator.

We suggest that there is the dawn-dusk asymmetry of meridional ionospheric currents connecting between equatorial Cowling current and oscillating nightside FACs; meridional currents around dawn is more intense than around dusk. This asymmetry current system can be qualitatively explained by the deformation of potential pattern caused by polarization charges at the terminator.

キーワード: Pi 2 型地磁気脈動, 朝夕昼夜境界, 電離層電流, 沿磁力線電流

Keywords: Pi 2 pulsations, The dawn and dusk terminator, Ionospheric currents, FACs



## 北海道 - 陸別 HF レーダーの RBSP モードを用いた Pc5 波動自動検出 Automatic identification of Pc5 waves using RBSP mode data from the SuperDARN Hokkaido HF radar

松下 敏法<sup>1\*</sup>; 関 華奈子<sup>1</sup>; 西谷 望<sup>1</sup>; 堀 智昭<sup>1</sup>  
MATSUSHITA, Toshinori<sup>1\*</sup>; SEKI, Kanako<sup>1</sup>; NISHITANI, Nozomu<sup>1</sup>; HORI, Tomoaki<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

Ultra-low-frequency Pc5 waves have been observed by many methods such as ground-based magnetometers, HF radars and satellites. It has been demonstrated by numerical experiments that magnetospheric Pc5 waves are globally and directly generated on the dayside by solar wind dynamic pressure variations and/or on the dawn/dusk flank by Kelvin-Helmholtz surface waves. In addition, there are storm-time Pc5 waves on the dusk side magnetosphere that are associated with instabilities in the storm time ring current caused by the particle injection. The Pc5 waves can play an important role in mass and energy transport within the inner magnetosphere such as the radial diffusion of outer radiation belt electrons, as suggested by previous studies. Outstanding problems in Pc5 studies include clarification of their global characteristics and distribution, generation mechanisms, and especially their dependence on the solar wind parameters.

In this study, we try to develop a new automatic identification method of Pc5 waves using ~20-sec time resolution data obtained by the SuperDARN Hokkaido HF radar operated in the RBSP mode. In this method, we use the Doppler velocity data and the power spectrum density calculated by the wavelet transformation. We set criteria which can detect Pc5 waves even when harmonic oscillations coexist. We show an example for the identification method using the Doppler velocity data obtained by the SuperDARN Hokkaido HF radar in details. Then, the candidates of Pc5 event are verified by inspection. From the rate of error identification, we evaluate the accuracy of the automatic identification method statistically. In the presentation we will also report on the preliminary results of mid-latitude Pc5 characteristics such as frequency distribution and MLT dependence.

キーワード: SuperDARN, Pc5 波動  
Keywords: SuperDARN, Pc5 waves

## 北海道 HF レーダーと地上磁場における Pc 4 脈動の同時観測研究 A Simultaneous Observation of Pc 4 pulsation by Hokkaido HF Radar and Ground-Based Magnetometers

尾花 由紀<sup>1\*</sup>; 西谷 望<sup>2</sup>; 堀 智昭<sup>2</sup>; 寺本 万里子<sup>3</sup>; 能勢 正仁<sup>4</sup>; 吉川 顕正<sup>5</sup>  
OBANA, Yuki<sup>1\*</sup>; NISHITANI, Nozomu<sup>2</sup>; HORI, Tomoaki<sup>2</sup>; TERAMOTO, Mariko<sup>3</sup>; NOSE, Masahito<sup>4</sup>; YOSHIKAWA, Akimasa<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 大阪電気通信大学工学部基礎理工学科, <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> 京都大学大学院理学研究科, <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>Department of Engineering Science, Osaka Electro-Communication University, <sup>2</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, <sup>3</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>4</sup>Graduate School of Science, Kyoto University, <sup>5</sup>Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

We studied a Pc 4 (6.7-22.2 mHz) oscillation of ionospheric Doppler plasma velocity observed around the dawn terminator on 16 Jul 2013 on an east-northeast pointing beam 14 of SuperDARN Hokkaido HF radar in Japan. We compared this ionospheric Pc 4 oscillation with magnetic field variation at St. Paratunka (PTK) in Russia, Kakioka (KAK) in Japan, Guam (GUA), Middlemarch (MDM) and Te Wharau (TEW) in New Zealand. PTK and conjugate points of MDM and TEW are located almost under the radar beam. The waveforms showed high similarity among the HF Doppler, the D (east-west) component of magnetic field at stations in the middle latitude of northern hemisphere (PTK and KAK). While, at the other stations (MDM, TEW, and GUA) the H (north-south) component of magnetic field showed high similarity to the HF Doppler. Using the value of the peak-to-peak amplitude of the HF Doppler velocity, we estimated amplitude of magnetic field variation with assuming a horizontal current sheet infinitely extended in the ionosphere. The estimated amplitude was comparable to the observed amplitude at PTK. We also studied longitudinal variation in amplitude using magnetic field data at Amsterdam Isl. (AMS) in South Indian Ocean and Fredericksburg (FRD) in the United States. The maximum amplitude was found at AMS which located around the midnight.

These results can be interpreted as follows. This event had its source from night side and the Doppler velocity oscillation was caused by an oscillating electric field in the east-west direction. In the northern hemisphere (PTK and KAK), the ionosphere above the observatory was sunlit, thus the ionospheric Hall current induced by the electric field makes D component of magnetic field oscillation on the ground. On the other hand, in the southern hemisphere (MDM and TEW) and GUA, the ionosphere above the stations was still in the darkness, thus effective ionospheric current could not be induced due to low conductivity. The H component of magnetic field oscillation may reflect direct incidence of magnetic field oscillation from the magnetosphere to the ground.

キーワード: ULF, HF レーダー, 磁気圏電離圏結合, 地磁気脈動  
Keywords: ULF, HF radar, M-I coupling, magnetic pulsation

## 電離圏へのエネルギー流入と酸素及び水素イオン流出との関係の太陽天頂角依存性 Solar zenith angle dependence of relationships between energy inputs to the ionosphere and O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion outflows

北村 成寿<sup>1\*</sup>; 関 華奈子<sup>1</sup>; 桂華 邦裕<sup>1</sup>; 西村 幸敏<sup>2</sup>; 堀 智昭<sup>1</sup>; Strangeway Robert J.<sup>3</sup>; McFadden James P.<sup>4</sup>; Lund Eric J.<sup>5</sup>  
KITAMURA, Naritoshi<sup>1\*</sup>; SEKI, Kanako<sup>1</sup>; KEIKA, Kunihiro<sup>1</sup>; NISHIMURA, Yukitoshi<sup>2</sup>; HORI, Tomoaki<sup>1</sup>; STRANGE-  
WAY, Robert J.<sup>3</sup>; MCFADDEN, James P.<sup>4</sup>; LUND, Eric J.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学 太陽地球環境研究所, <sup>2</sup>カリフォルニア大学ロサンゼルス校, <sup>3</sup>カリフォルニア大学ロサンゼルス校, <sup>4</sup>カリ  
フォルニア大学バークレー校, <sup>5</sup>ニューハンプシャー大学

<sup>1</sup>STEL, Nagoya University, <sup>2</sup>Dept. of Atmos. and Oceanic Science, UCLA, <sup>3</sup>Inst. of Geophys. and Planetary Phys., UCLA,  
<sup>4</sup>Space Science Laboratory, UC Berkeley, <sup>5</sup>SSC, Univ. of New Hampshire

Recent satellite observations and simulations have clarified that plasma outflows play an important role in abrupt changes in the ion composition in the plasmashet and ring current during geomagnetic storms. Statistical studies by Strangeway et al. [2005] and Brambles et al. [2011] indicated that the flux of ion outflows is correlated well with soft electron precipitation (precipitating electron density and electron density in the loss cone), and DC and Alfvénic Poynting fluxes using the data obtained by the FAST satellite near the cusp region in the dayside during the 24-25 September 1998 geomagnetic storm. To distinguish between O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion outflows, we performed statistical studies using the ion composition data in addition to the ion and electron data obtained by the FAST satellite at 3000-4150 km altitude during January 1998 and January 1999. The long-term dataset enables us to identify empirical formulas between the outflowing O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion fluxes and the precipitating electron density, the electron density in the loss cone, the net electron number flux, and the DC and Alfvénic Poynting fluxes in a wide solar zenith angle (SZA) range (for dayside, 50-110 degree; and for nightside, 90-150 degree). In the SZA range of 90-110 degrees, the above formulas in the dayside are almost similar to those in the nightside. While SZA dependence of the relationships between the outflowing O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion fluxes and the DC and Alfvénic Poynting fluxes are weak, the empirical formulas between the outflowing O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion fluxes and soft electron precipitation, especially the precipitating electron density and the electron density in the loss cone, depend on SZA. Although the precipitating electron density and the electron density in the loss cone that correspond to the outflowing O<sup>+</sup> ion flux of about 10<sup>7</sup> /cm<sup>2</sup>/s increase with decreasing SZA, the outflowing O<sup>+</sup> and H<sup>+</sup> ion fluxes become more sensitive to an increase in soft electron precipitation with decreasing SZA.

キーワード: イオン流出, 極域電離圏

Keywords: ion outflow, polar ionosphere

**Inversion method for estimating the helium ion density distribution in the plasmasphere based on IMAGE/EUV data**  
**Inversion method for estimating the helium ion density distribution in the plasmasphere based on IMAGE/EUV data**

中野 慎也<sup>1\*</sup>; Fok Mei-Ching<sup>2</sup>; Brandt Pontus C.<sup>3</sup>; 樋口 知之<sup>1</sup>  
NAKANO, Shin'ya<sup>1\*</sup>; FOK, Mei-ching<sup>2</sup>; BRANDT, Pontus C.<sup>3</sup>; HIGUCHI, Tomoyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 統計数理研究所, <sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, <sup>3</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory  
<sup>1</sup>The Institute of Statistical Mathematics, <sup>2</sup>NASA Goddard Space Flight Center, <sup>3</sup>The Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory

The plasmasphere exhibits a variety of shapes as a result of the variation in the electric field in the inner magnetosphere due to the coupling processes between the solar wind, the magnetosphere, and the ionosphere. Global imaging observations from outside the plasmasphere provide striking evidence of the variability of the plasmasphere. In particular, the EUV imager on board the IMAGE satellite obtained global EUV images of the plasmasphere, which have provided important insights into the variation of the plasmasphere. Our aim is to obtain the information on the ion density distribution for individual events rather than simply the averaged distribution from IMAGE/EUV data. For this purpose, we propose a linear inversion technique by which to estimate the helium ion density distribution. We applied this technique to a synthetic EUV image generated from a numerical model. This technique was confirmed to successfully reproduce the helium ion density that generated the synthetic EUV data. We also demonstrate how the proposed technique works for real data using real EUV images.

キーワード: プラズマ圏, 逆問題, 磁気圏  
Keywords: plasmasphere, inverse problem, magnetosphere

## 雷ホイストラ解析を主眼としたあけぼの搭載 VLF/WBA データ解析の現状と今後の利活用について

### Current availability and utilization prospect of data obtained by AKEBONO for the research on lightning whistler

大池 悠太<sup>1\*</sup>; 笠原 禎也<sup>1</sup>; 後藤 由貴<sup>1</sup>  
OIKE, Yuta<sup>1\*</sup>; KASAHARA, Yoshiya<sup>1</sup>; GOTO, Yoshitaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学大学院自然科学研究科

<sup>1</sup> Kanazawa University

The AKEBONO spacecraft (EXOS-D) was launched in 1989 to observe particles and plasma waves in the auroral region and the plasmasphere of the Earth. It covers the altitude region from 300 km to about 10,000 km with an orbital inclination of 75 degree, and has been operated for more than 25 years which exceed 2 cycles of solar activity or 1 cycle of solar magnetic polarity reversal. Therefore analyses of the data obtained by AKEBONO enable us to study how the magnetosphere varies comprehensively.

The WBA (Wide Band Analyzer) is one of subsystems of the VLF instruments onboard AKEBONO. It measures 1 component of electric or magnetic analogue waveform in the frequency band of 50 Hz - 15 kHz. Typical waves such as chorus, hiss and whistler were frequently observed by the WBA. Huge amounts of data obtained by the WBA for more than 25 years are originally recorded as analogue waveform format in the magnetic audio tapes. Data conversion from analogue to digital is now carried out and the converted data are stored in our computer storage as digital WAVE format. Total number of the data files of digital WAVE format is more than 6,000, the total file size exceeds 10 terabytes and the processable data amount corresponds to more than 5,000 hours observation.

An automatic detection system to detect lightning whistlers from spectrograms of the WBA was developed. The spectrum intensity is automatically calibrated inside the system referring to the status of automatic gain controller of the receiver before detecting lightning whistlers. The system can output observed time, frequency band and dispersion of each detected lightning whistler. Some statistics of the lightning whistlers such as spatial and local time dependence of the occurrence frequency were already performed and the comparison with lightning activities are now under study. Because the dispersion of lightning whistler strongly depends on the electron density profile along the propagation path of the wave so that global electron density profile can be estimated using trend of dispersions of lightning whistlers. It is also pointed out that the propagation behavior of lightning whistlers is important clue to understand the wave-particle interaction. Thus these data and statistics have potential to achieve more valuable knowledge of the plasma physics in the magnetosphere.

In this presentation, we introduce the current status of data availability of the WBA and the derived results so far. We also discuss prospect of the data utilization.

キーワード: あけぼの, VLF, 広帯域受信機, 雷ホイストラ

Keywords: AKEBONO (EXOS-D), VLF, wide band receiver, lightning whistler



## MF/HF 帯オーロラ電波の地上・衛星同時観測 Simultaneous ground-based and satellite observations of MF/HF auroral radio emissions

佐藤 由佳<sup>1\*</sup>; 熊本 篤志<sup>2</sup>; 加藤 雄人<sup>2</sup>; 新堀 淳樹<sup>3</sup>; 門倉 昭<sup>1</sup>; 小川 泰信<sup>1</sup>  
SATO, Yuka<sup>1\*</sup>; KUMAMOTO, Atsushi<sup>2</sup>; KATOH, Yuto<sup>2</sup>; SHINBORI, Atsuki<sup>3</sup>; KADOKURA, Akira<sup>1</sup>; OGAWA, Yasunobu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, <sup>3</sup> 京都大学生存圏研究所

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research, <sup>2</sup>Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>3</sup>Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Ground-based and satellite observations have revealed that the Earth is a distinct radio source. The terrestrial auroral ionosphere emits electromagnetic waves in the MF/HF ranges (about 1-6 MHz) as well as well-known intense auroral kilometric radiation (AKR) and auroral hiss in the VLF/LF ranges. Terrestrial Hectometric Radiation (THR) is observed by satellite observations in a frequency range of 1-4.5 MHz at high latitudes during geomagnetic disturbances and is regarded as a counterpart of auroral roar which is one type of MF/HF auroral radio emissions observable from the ground. Both THR and auroral roar are attributed to mode conversions of upper hybrid waves favorably generated under the matching condition,  $f_{UH} \sim n f_{ce}$ , where previous studies confirmed  $n = 2, 3, 4$  and  $5$  for auroral roar, and  $n = 2$  for THR. However, no previous studies have tested the simultaneous appearance. In this study, we survey long-term observation data obtained by the ground-based passive receivers installed at the Husafell station, Iceland (after September 2005, latitude  $64.67^\circ\text{N}$ , longitude  $-21.03^\circ\text{E}$ ,  $65.3^\circ$  magnetic latitude) and the Kjell Henriksen Observatory (KHO), Svalbard (after August 2008, latitude  $78.15^\circ\text{N}$ , longitude  $16.04^\circ\text{E}$ ,  $75.2^\circ$  magnetic latitude) and by the Plasma Waves and Sounder experiment (PWS) mounted on the Akebono satellite. This data set includes several simultaneous appearance events, while the frequency of auroral roar is different from that of THR observed by the Akebono satellite passing over the ground-based stations. This frequency difference supports the previously proposed idea that auroral roar and THR are generated at different altitudes near 250 km and 1000 km, respectively. There is hardly any possibility that simultaneous observations indicate the identical generation region of auroral roar and THR. We also find that auroral roar appearing during the time when the Akebono satellite passes over the ground-based stations tends to be accompanied by THR. However, when the Akebono satellite passing over the stations detects THR, auroral roar does not always appear. This tendency is explained in terms of the fact that the Akebono satellite can detect THR emissions coming from a wider region, and a considerable portion of auroral roar emissions generated in the F region is absorbed in the D/E regions.

## カスプにおけるオーロラ増光の時間空間分布 Spatiotemporal distribution of auroral brightening in the cusp

田口 聡<sup>1\*</sup>; 細川 敬祐<sup>1</sup>; 小川 泰信<sup>2</sup>  
TAGUCHI, Satoshi<sup>1\*</sup>; HOSOKAWA, Keisuke<sup>1</sup>; OGAWA, Yasunobu<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>University of Electro-Communications, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research

Previous studies have shown that mesoscale auroral forms occur near the equatorward edge of the background, stable cusp aurora, and that they move in a direction that is consistent with the motion of the magnetic field line after reconnection on the dayside magnetopause. In this study we pay attention to its initial brightening using data from a high-sensitivity all-sky imager at Longyearbyen, Svalbard. The imager has a field-of-view that spans more than 4 hours in MLT, and can observe auroral brightenings that are widely separated in MLT. We determined the position of dayside auroral brightening using the 630-nm auroral images, and examined how these positions are distributed in the cusp, focusing on intervals when IMF was extremely stable. Results of analyses show that brightening occurs over a wide dayside MLT range. We show detailed spatiotemporal patterns for successive brightening events, and discuss the patterns in terms of the formation of intermittent reconnection on the dayside magnetopause.

キーワード: オーロラ, カスプ, 粒子降下, 磁気リコネクション, 全天イメージャ  
Keywords: aurora, cusp, particle precipitation, magnetic reconnection, all-sky imager

## 立体視によるオーロラの高度測定 Height measurement from stereo imaging of aurora

片岡 龍峰<sup>1\*</sup>; 重松 界<sup>2</sup>; 三好 由純<sup>2</sup>; 宮原 ひろ子<sup>3</sup>; 糸屋 覚<sup>4</sup>

KATAOKA, Ryuhō<sup>1\*</sup>; SHIGEMATSU, Kai<sup>2</sup>; MIYOSHI, Yoshizumi<sup>2</sup>; MIYAHARA, Hiroko<sup>3</sup>; ITOYA, Satoru<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 極地研, <sup>2</sup> 名古屋大学, <sup>3</sup> 武蔵野美術大学, <sup>4</sup> 日本科学技術振興財団

<sup>1</sup>NIPR, <sup>2</sup>Nagoya University, <sup>3</sup>MAU, <sup>4</sup>JSF

A new stereoscopic measurement technique is developed (Kataoka+2013) to obtain an all-sky altitude map of aurora using two ground-based digital single-lens reflex (DSLR) cameras. Two identical full-color all-sky cameras were set with an 8 km separation across the Chatanika area in Alaska (Poker Flat Research Range and Aurora Borealis Lodge) to find localized emission height with the maximum correlation of the apparent patterns in the localized pixels applying a method of the geographical coordinate transform. It is successfully estimated that a typical ray structure of discrete aurora shows the broad altitude distribution above 100 km, while a typical patchy structure of pulsating aurora shows the narrow altitude distribution of less than 100 km. Recent new findings about the time variation of the emission height and further new challenges of February/March 2014 will also be reported.

Reference: Kataoka, R., Y. Miyoshi, K. Shigematsu, D. Hampton, Y. Mori, T. Kubo, A. Yamashita, M. Tanaka, T. Takahei, T. Nakai, H. Miyahara, and K. Shiokawa (2013), Stereoscopic determination of all-sky altitude map of aurora using two ground-based Nikon DSLR cameras, *Ann. Geophys.*, 31, 1543-1548.

キーワード: オーロラ, 地上光学観測, デジタル一眼レフカメラ

Keywords: aurora, ground-based imaging, digital single-lens reflex camera

## トロムソでの地上光学観測に基づく圧力駆動型プラズマ不安定を示唆するオーロラ構造の統計解析 Statistical analysis of auroral structures related to the plasma instability based on ground optical observations

橋本 あゆみ<sup>1\*</sup>; 塩川 和夫<sup>1</sup>; 大塚 雄一<sup>1</sup>; 大山 伸一郎<sup>1</sup>; 野澤 悟徳<sup>1</sup>  
HASHIMOTO, Ayumi<sup>1\*</sup>; SHIOKAWA, Kazuo<sup>1</sup>; OTSUKA, Yuichi<sup>1</sup>; OYAMA, Shin-ichiro<sup>1</sup>; NOZAWA, Satonori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学太陽地球環境研究所

<sup>1</sup>Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Nagoya, Japan

オーロラの形状は、地球磁力線による磁気圏・電離圏結合により、磁気圏の擾乱が磁力線沿いに降り込むオーロラ粒子を通じて電離圏へ投影されることで形成されると考えられている。このため磁気圏の状態を説明する上でオーロラの形状を詳しく調べることは重要な手掛かりとなる。Shiokawa et al. [JGR, 2010] では、カナダのギラム（磁気緯度：65.5° N）での高分解能狭視野 CCD カメラを用いた観測で、オーロラパッチの西側に小さいスケールの指状のオーロラ構造が発見された。この構造は夜側のサブストームの回復相に、東へ動くパッチの速度が遅くなったときに現れ、成因は尾部の磁気圏の巨視的なレイリー・テイラー型不安定性と推測されている。しかしこの現象の統計解析はまだなされていない。本研究ではノルウェーのトロムソ（磁気緯度：67.1° N）に設置された全天カメラで2009年1月から2012年11月の冬の期間に観測された、圧力駆動型不安定性に起因すると思われるオーロラ現象の発生条件についての統計解析を行った。この期間のオーロラ画像を調べた結果、オーロラアークから発達する「大きい」構造は14例、パッチの中に現れる「小さい」構造は6例見つけることができた。本研究では、それぞれの発生した時間帯のMLT依存性、サブストームとの関連性、スケール、東向き伝播速度、発達速度等について解析を行った。その結果、「大きい」構造は真夜中から朝側に見られ、「小さい」構造は朝側に良く見られた。開始時刻は、「大きい」構造はサブストームの回復層の始まりに、「小さい」構造はサブストームの終わり頃に対応していると考えられる。スケールはどちらも磁気圏におけるイオンのジャイロ半径よりも大きく、MHD不安定を示唆している。伝播速度は典型的な真夜中のオーロラのドリフト速度より遅く、低エネルギープラズマがソースとなっていると考えられるが、このことは高エネルギー粒子が圧力駆動型不安定を引き起こすことに矛盾するため、より詳細に調べる必要がある。

キーワード: オーロラ, 圧力駆動型プラズマ不安定, 地上光学観測

Keywords: aurora, pressure-driven plasma instability, ground optical observation

## オーロラ渦列形成とアルヴェン波のキャビティ捕捉 Auroral vortex street formation and cavity trapping of Alfvén waves

平木 康隆<sup>1\*</sup>  
HIRAKI, Yasutaka<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所  
<sup>1</sup> National Institute of Polar Research

我々はこれまで、オーロラアーキの構造化を磁気圏-電離圏 (MI) 結合系における磁気流体 (MHD) 不安定性とその非線形発展という観点で理解する試みを精力的に行ってきた。双極子磁場、対流電場中において、アルヴェン速度 ( $v_A$ ) 不均一を考慮した線型固有モード解析を行い、磁力線共鳴モード、電離圏アルヴェン共鳴モードがフィードバック不安定を起すことを示した [Hiraki and Watanabe, 2011; 2012, Hiraki, 2013]。MI 結合系の 3次元 Reduced-MHD シミュレーション ( $v_A$  は磁力線上一定) により、初期条件としてアーキ構造を与えた場合に対して、その後の非線形発展の様子を調べた。その結果、i) アーキがスプリットした直後に、増光しながら渦列へと変形すること、さらに、ii) 対流電場 20-40 mV/m 間に、その成長パターンの遷移があることがわかった。次に、 $v_A$  不均一を考慮した 3次元シミュレーション (アーキ構造はなし) を行い、電離圏・磁気圏キャビティによるオーロラ構造とアルヴェン波特性の変化を調べた。電離圏キャビティを深くしていくと、磁気赤道側での二次的不安定 [Watanabe, 2010] が抑制され、電離圏側で大振幅の波がトラップされる様子がみられた。本発表では、上記二つのシミュレーションの初期成果について報告する。さらに、電離圏キャビティ領域における二流体効果と平行電場を加えたモデル拡張と解析を進めており、オーロラ電子加速についても議論したい。

キーワード: オーロラ渦列, アルヴェン波, 電離圏キャビティ, 電子加速, MHD シミュレーション  
Keywords: Auroral vortex street, Alfvén wave, Ionospheric Alfvén resonator, Electron acceleration, MHD simulation



## サブストームに伴う磁気圏尾部の磁気リコネクションとオーロラオンセットアークの形成のタイミング Relative timing of substorm-associated magnetic reconnection in the magnetotail and formation of auroral onset arc

宮下 幸長<sup>1\*</sup>; 家田 章正<sup>1</sup>; 町田 忍<sup>1</sup>; 平木 康隆<sup>2</sup>; Angelopoulos Vassilis<sup>3</sup>; McFadden James P.<sup>4</sup>; Auster H. Uli<sup>5</sup>; Mende Stephen B.<sup>4</sup>; Donovan Eric<sup>6</sup>; Larson Davin<sup>4</sup>  
MIYASHITA, Yukinaga<sup>1\*</sup>; IEDA, Akimasa<sup>1</sup>; MACHIDA, Shinobu<sup>1</sup>; HIRAKI, Yasutaka<sup>2</sup>; ANGELOPOULOS, Vassilis<sup>3</sup>; MCFADDEN, James P.<sup>4</sup>; AUSTER, H. uli<sup>5</sup>; MENDE, Stephen B.<sup>4</sup>; DONOVAN, Eric<sup>6</sup>; LARSON, Davin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学太陽地球環境研究所, <sup>2</sup>国立極地研究所, <sup>3</sup>カリフォルニア大学ロサンゼルス校, <sup>4</sup>カリフォルニア大学バークレー校, <sup>5</sup>ブラウンシュヴァイク工科大学, <sup>6</sup>カルガリー大学  
<sup>1</sup>STEL, Nagoya Univ., <sup>2</sup>NIPR, <sup>3</sup>Univ. of California, Los Angeles, <sup>4</sup>SSL, Univ. of California, Berkeley, <sup>5</sup>Technischen Universitat Braunschweig, <sup>6</sup>Univ. of Calgary

本研究では、サブストーム開始時に磁気圏近尾部で発生する磁気リコネクションとオーロラオンセットアークの形成のタイミングについて、THEMIS 衛星と地上全天カメラのデータを用いて事例解析を行った。THEMIS 地上全天カメラは、オーロラを広範囲にわたって、これまでの衛星搭載のカメラよりも高い時間空間分解能で観測している。そのため、従来よりも詳細にオーロラの発展のタイミングを調べることができる。オーロラオンセットアークは、出現し、増光し始めてから数分後に大きく渦巻き始める。さらに数分後に極方向に拡大する。磁気圏近尾部のプラズモイドの観測から磁気リコネクションがどの時点で発生するかを調べたところ、磁気リコネクションは、 $X \sim 20$  Re 付近で、オーロラオンセットアークの出現の少なくとも 1-3 分前に始まることがわかった。この結果から、磁気リコネクションがオーロラオンセットアークの形成に何らかの役割を果たしていることが示唆される。

キーワード: サブストーム, オーロラオンセットアーク, 磁気圏尾部, 磁気リコネクション, プラズモイド, GEMSIS  
Keywords: substorm, auroral onset arc, magnetotail, magnetic reconnection, plasmoid, GEMSIS

## オーロラトモグラフィで得られた東向き伝搬するオーロラ渦構造の特性 Characteristics of eastward propagating aurora vortices obtained by aurora tomography

田中 良昌<sup>1\*</sup>; 小川 泰信<sup>1</sup>; 門倉 昭<sup>1</sup>; 宮岡 宏<sup>1</sup>; Gustavsson Bjorn<sup>3</sup>; Partamies Noora<sup>2</sup>; Brandstrom Urban<sup>4</sup>; Whiter Daniel<sup>2</sup>; Enell Carl-Fredrik<sup>5</sup>  
TANAKA, Yoshimasa<sup>1\*</sup>; OGAWA, Yasunobu<sup>1</sup>; KADOKURA, Akira<sup>1</sup>; MIYAOKA, Hiroshi<sup>1</sup>; GUSTAVSSON, Bjorn<sup>3</sup>; PARTAMIES, Noora<sup>2</sup>; BRANDSTROM, Urban<sup>4</sup>; WHITER, Daniel<sup>2</sup>; ENELL, Carl-fredrik<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 国立極地研究所, <sup>2</sup> フィンランド気象研究所, <sup>3</sup> トロムソ大学, <sup>4</sup> スウェーデン宇宙物理研究所, <sup>5</sup> EISCAT 科学協会  
<sup>1</sup> National Institute of Polar Research, <sup>2</sup> Finnish Meteorological Institute, <sup>3</sup> University of Tromso, <sup>4</sup> Swedish Institute of Space Physics, <sup>5</sup> EISCAT Scientific Association

We investigate characteristics of three mesoscale aurora vortices observed in the Northern Scandinavia by aurora campaign observation in March, 2013, which was conducted in collaboration with the Swedish Institute of Space Physics (IRF) and the Finnish Meteorological Institute (FMI). The aurora vortices propagated eastward intermittently at about 15-minute intervals in the post-midnight sector (0:00-0:40 UT; 2:30-3:10 magnetic local time) after the substorm onset. They were simultaneously observed by three monochromatic (427.8nm wave length) all-sky EMCCD imagers at Tromso (69.6N, 19.2E), Norway, Kilpisjarvi (69.0N, 20.9E), Finland, and Abisko (68.4N, 18.8E), Sweden, with an exposure time of about 2 seconds and a sampling rate of about 10 seconds. In addition to these optical data, geomagnetic field data from the IMAGE magnetometer chain were also available.

The propagation speed of these vortices was approximately 3 to 10 km/s at 100 km altitude. The ionospheric equivalent current system accompanied by the aurora vortices indicated a two-vortex structure. By applying tomographic inversion analysis to the events, we also obtained 3D distributions of volume emission rate and ionospheric electron density, as well as horizontal distribution of auroral precipitating electrons. It is also possible to estimate horizontal distribution of the ionospheric conductivity from the electron density distribution at every 10-second interval. In the presentation we will discuss the magnetosphere - ionosphere coupling process of the aurora vortices and the relationship with the omega bands that are generally observed in the post-midnight sector.

キーワード: オーロラ, トモグラフィ, サブストーム, 渦構造, イメージャ, 電離圏電流系  
Keywords: aurora, tomography, substorm, vortex structure, imager, ionospheric current

## 新開発偏光分光イメージャによる酸素原子 630nm オーロラの偏光観測 Observation of 630 nm auroral polarization with a newly-developed imaging spectrograph

高崎 慎平<sup>1\*</sup>; 坂野井 健<sup>1</sup>; 鍵谷 将人<sup>1</sup>  
TAKASAKI, Shimpei<sup>1\*</sup>; SAKANNOI, Takeshi<sup>1</sup>; KAGITANI, Masato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学・惑星プラズマ大気研究センター  
<sup>1</sup>PPARC, Tohoku University

近年の直線偏光子とフォトメータを組み合わせた極冠域 (磁気緯度 75 度) ポーラーレイン降下電子による酸素原子 630nm のオーロラ発光の観測結果から磁力線平行方向に 2-7 % 程度の直線偏光が生じていることが示唆された [Lilensten et al., 2013]。しかしながら、この研究は高緯度地域の十数例の限られた観測である。一方、理論的にも降下電子エネルギーやピッチ角分布に対応し、630nm 発光が最大で 17 % 偏光する可能性が示唆されている [Bommier et al., 2011]。オーロラ偏光観測をオーロラ帯やサブオーロラ帯における活発なオーロラの偏光特性を調べることを目的とし、我々はオーロラ偏光度を直線偏光 1% 程度の精度で測定することを可能とする装置を開発した。我々は今年の観測データから、磁力線平行方向に 2-4% の直線偏光が生じ、偏光度は視線が磁力線に対し垂直方向で最も大きく平行方向で最も小さいという結果が得られた。しかしながら、この観測では 10cm 口径と比較的小口径のガラスドームを用いたためゴーストが生じこれによる偏光度の誤差を取り除くことが困難であった。よって今回の観測では 45cm 口径のアクリルドームを用いた。しかし、アクリルドームはガラスに比べて温度変化によって変形しやすく、ドームは固定されているため加わる応力が増加することによって、偏光特性が非一様に変化し、無視できない誤差を生む要因となりうる。また、オーロラのような比較的微弱光に対し、直線偏光 1% の高精度で行うためには、ドームだけでなく光学パス内のすべてのユニット、すなわち装置内部の光学系の偏光校正を厳密に行う必要がある。

そこで、今回の観測装置については、装置の偏光特性を取り除くために 630nm オーロラだけでなく、四重極放射であり偏光されていないとされる 557.7nm オーロラを同時に観測でき、かつ磁力線との角度依存性も同時に捉えられるように、磁気子午線に沿った視野を持つ分光イメージャを新たに開発した。この装置の視野は 130 度、波長範囲は 420nm-680nm である。偏光については直線偏光子をステージに装着し回転させる機構を使用して偏光特性を得ている。

この新開発の偏光分光イメージャは、2013 年 11 月末にアラスカ・ポーカーフラットの設置され、それ以降 2014 年 4 月はじめまで連続自動運用されている。設置時に行った偏光キャリブレーションについて、先述のドームに起因する偏光特性の変化を取り除くため、気温や風速が異なる様々な状況下で LED と直線偏光子を組み合わせた偏光度 100 % の光を異なる 7 方向からドームに入射することでドームの偏光特性を調べた。その結果、偏光度はほとんど変化せず、変更方向も測定誤差程度の変化しか生じなかった。よって偏光特性は気温や圧力の変化に対してほとんど依存しないことが確認された。

これまでの観測データから、630nm のオーロラに対して、偏光度 10 % 程度の偏光を得ることができた。また、偏光度・偏光方向どちらにも角度依存性が存在することが確認された。しかし、偏光されていないはずの 557.7nm のオーロラについても同様に 7% 程度の偏光が得られた。こちらに関しても 630nm のオーロラと同様の角度依存性が確認できた。このことから、発光領域から観測されるまでの経路上で、大気中の粒子による散乱をはじめとした、共通の偏光過程を経ている可能性が示唆される。本発表では、今回の観測で得られたこれらの結果を報告する。

キーワード: オーロラ, 偏光観測  
Keywords: aurora, polarimetry

## 偏光観測装置の開発と酸素原子 630nm オーロラ偏光分布の観測 Development of polarization photometer and observation of OI 630 nm auroral polarization

門司 浩幸<sup>1\*</sup>; 鍵谷 将人<sup>1</sup>; 坂野井 健<sup>1</sup>  
MONJI, Hiroyuki<sup>1\*</sup>; KAGITANI, Masato<sup>1</sup>; SAKANNOI, Takeshi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 惑星プラズマ大気研究センター, 東北大学  
<sup>1</sup>PPARC, TOHOKU Univ.

速度異方性を持つ降下電子との衝突によるオーロラ発光の場合、四重極放射である酸素原子 557.7nm のようなある特定の遷移に制限されたものを除き、偏光することが示唆されている [Lilensten et al., 2006]。ただし、オーロラ発光領域は完全衝突大気ではなくかつ無衝突大気でもない中間衝突状態であるため、発光の偏光を理論的に見積もることが困難であった。近年の地上観測から、酸素原子 630nm オーロラ発光が 1-4 %の直線偏光度を示し、その値がオーロラ活動とともに変動していること、視線方向と磁力線との角度が垂直な向きで、最大の直線偏光度が観測されることが示された [Lilensten et al., 2008, Barthelemy et al., 2011]。これは、オーロラ偏光から新たな物理量推定 (降下電子の速度異方性等) ができる可能性を示唆している。

本研究はオーロラ偏光度を測定する観測装置を新たに開発し、校正方法を含めた偏光観測の手法を確立させ、観測的にオーロラの偏光度の分布を導出することを目的とする。

本研究では、回転ステージにマウントされた水晶 5 / 8 λ 波長板と偏光ビームスプリッターを用いて偏光の成分 (ストークスベクトル) を測定する偏光フォトメータを開発した。波長選択は固定で、630nm 狭帯域干渉フィルターにより酸素原子 630nm 発光輝線のみ測定した。視野は約 3 度である。酸素原子 630nm オーロラの偏光観測は米国アラスカ州ポーカーフラットにて 2013 年 1 月に約 3 週間実施された。実際の観測時には、一つの水晶波長板のポジションで 2s の露出を行い、これを 9 ポジション行って 1 つの偏光データセットを得た。したがって、時間分解能は約 30 秒である。また、ポーカーフラットにおいて、直線偏光子と LED 光源を組み合わせた校正光源をもちいたキャリブレーションを実施した。この 1 偏光データセットと校正光源データを組み合わせ、酸素オーロラ発光の直線偏光成分と円偏光成分を見積もった。とくにオーロラの円偏光成分の導出は世界で初めてである。

この結果、1 月 17 日では 14:00 UT 付近で全天に広がるオーロラを観測し、オーロラ偏光度の磁力線との角度の依存性が明らかになった。すなわち、視線が磁力線と平行な向きで偏光度が大きくなるという結果が得られた。これは過去の研究成果と異なる結果であり、現在解釈を進めている。一方、1 月 18 日には、オーロラの強度が上昇した 11:30 UT 付近で、直線偏光度が 4% から 8% に突然上昇するイベントを観測した。このことは、オーロラ活動に伴い降下電子速度異方性が変化したことを示唆する。

キーワード: オーロラ地上観測, 偏光

Keywords: aurora ground observation, polarization



## 昼間電離圏の電気伝導度比 Approximate formula of daytime ionospheric conductance ratio

家田 章正<sup>1\*</sup>; 大山 伸一郎<sup>1</sup>; 藤井 良一<sup>1</sup>; 中溝 葵<sup>2</sup>; 堀 智昭<sup>1</sup>; 吉川 顕正<sup>3</sup>; 西谷 望<sup>1</sup>  
IEDA, Akimasa<sup>1\*</sup>; OYAMA, Shin-ichiro<sup>1</sup>; FUJII, Ryoichi<sup>1</sup>; NAKAMIZO, Aoi<sup>2</sup>; HORI, Tomoaki<sup>1</sup>; YOSHIKAWA, Akimasa<sup>3</sup>  
; NISHITANI, Nozomu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名古屋大学 太陽地球環境研究所, <sup>2</sup> Finnish meteorological institute, <sup>3</sup> 九州大学  
<sup>1</sup> STEL, Nagoya University, <sup>2</sup> Finnish meteorological institute, <sup>3</sup> Kyushu University

本研究では、地球の昼間電離圏における、高度積分した電気伝導度の、太陽天頂角 (SZA) 依存性を調べた。特に、ペダーセン伝導度に対するホール伝導度の、比について近似式を理論的に得た。式の検証には、トロムソ (67 MLAT) の EISCAT レーダー観測を用いた。観測は、地磁氣的に静穏な、2012年3月30日に行われた。

電気伝導度は電子密度に依存している。昼間の電離圏電子は、太陽の極端紫外線による、中性大気電離を生成源としている。このような電子の密度は、特に E 層では Chapman 理論により近似されることが多い。従って、電気伝導度のモデルには、Chapman 理論が何らかの形で含まれていることが自然である。しかし、過去の研究においては、伝導度の SZA 依存性が、Chapman 理論による最大電子密度とコンシステントなモデルや、矛盾するモデルの両方が提唱されている。

本研究では、ペダーセン伝導度は、Chapman 理論を修正すれば、観測とコンシステントであることを見出した。そのような修正は、E 層の topside では垂直方向に電子密度が一様であると近似すること、また、中性大気温度が高高度ほど高くなる効果を取り入れることである。SZA が大きくなるほど、つまり夜に近づくほど、伝導度は小さくなるが、この変化は、ペダーセン伝導度よりも、ホール伝導度の方が大きかった。これは、SZA が大きいほど、ホール層が薄くなるからであると理解される。このために、SZA が大きいほど、ペダーセン伝導度に対するホール伝導度の比は小さくなる。この効果を、Chapman 理論における最大電子生成高度により表現し、電気伝導度比の近似式を作成した。

キーワード: 電離圏電気伝導度, 電離圏, 電気伝導度, 欧州非干渉散乱レーダー

Keywords: ionospheric conductivity, ionosphere, conductance, EISCAT, incoherent scatter radar



## EISCAT レーダーを用いた電離圏トラフ境界周辺の電子密度の時間変動の研究 Temporal variation of electron density in the vicinity of the ionospheric trough

石田 哲朗<sup>1\*</sup>; 小川 泰信<sup>2</sup>; 門倉 昭<sup>2</sup>; 細川 敬祐<sup>3</sup>; 大塚 雄一<sup>4</sup>

ISHIDA, Tetsuro<sup>1\*</sup>; OGAWA, Yasunobu<sup>2</sup>; KADOKURA, Akira<sup>2</sup>; HOSOKAWA, Keisuke<sup>3</sup>; OTSUKA, Yuichi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 総合研究大学院大学, <sup>2</sup> 国立極地研究所, <sup>3</sup> 電気通信大学, <sup>4</sup> 名古屋大学

<sup>1</sup>The Graduate University for Advanced Studies, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research, <sup>3</sup>The University of Electro-Communications, <sup>4</sup>Nagoya University

本研究の目的は、トラフ内部や境界付近で観測される電子密度の時間変動を調査し、地磁気活動度の違いによる特徴の変化やその原因を理解することである。

Basu et al. [2008] は、磁気嵐の主相に Subauroral Polarization Stream (SAPS) が中緯度トラフの赤道側境界付近で強まり、同時にトラフが経度方向に拡大する様子を GPS-TEC map により観測的に示した。また、このような状況でトラフ内外に形成されるイレギュラリティにより GPS 衛星の測位精度が落ちることが知られている。

本研究では、数分程度の時間スケールの電子密度の構造を研究することにより、トラフ内外に形成されると考えられるイレギュラリティについて理解を深める。そのために、2013 年 10 月～12 月にかけて EISCAT の特別実験（1 スキャン 60 秒～80 秒の磁気子午面の高速スキャン観測）を実施し、SAPS 等の対流の効果によりトラフの電子密度が変化すると考えられている夕方側から夜側の時間帯（1630-2030 MLT）のトラフを観測した。この特別実験により、擾乱時のイベント 2 つと静穏時のイベント 7 つの合計 9 つのイベントを取得した。

本研究では、上記の特別実験で得られた計 9 イベントについて、（1）トラフの内部と外側では電子密度の変動にどのような違いがあるか、（2）トラフの境界付近の電子密度の変動にどのような特徴があるか、に着目し解析を進めている。初期解析の結果明らかになった特徴を以下にまとめる。当日は、以下の事柄を踏まえて新たに分かったトラフの特徴を紹介する予定である。

1. トラフの外側では 5～40 分の準周期的な変動が確認できた。この準周期的な変動は時間や高度により変化することが分かった。一方で、トラフの内側では準周期的な変動はほとんど見られなかった。これら特徴は地磁気活動度によらないことも分かった。

2. トラフの境界付近で観測された 5～10 分の準周期的な変動は、静穏時では高度方向に周期性が保たれるが、擾乱時では周期性が保たれないことが分かった。

キーワード: 電離圏, トラフ

Keywords: ionosphere, trough

## SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーで観測されたサブオーロラ帯高速流の分類及び発生特性 Classification and occurrence characteristics of subauroral rapid plasma flows observed by SuperDARN Hokkaido HF radar

永野 浩貴<sup>1\*</sup>; 西谷 望<sup>1</sup>; 堀 智昭<sup>1</sup>  
NAGANO, Hiroki<sup>1\*</sup>; NISHITANI, Nozomu<sup>1</sup>; HORI, Tomoaki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 名大 STE 研

<sup>1</sup>STEL, Nagoya Univ.

オーロラ発光領域の低緯度側で発生する高速電離圏対流は一般的に Sub-Auroral Polarization Stream(SAPS) と呼ばれている。SAPS についての先行研究として、Kataoka et al. (Ann. Geophys., 2009) では、北海道-陸別 HF レーダーで 2006 年 12 月から 2008 年 4 月までの期間に観測したサブオーロラ帯高速流について発生特性を議論している。Ebihara et al. (J. Geophys., 2009) では静止衛星によって観測したプラズマシートの密度の変化と SAPS の発生の関係性をシミュレーションを用いた結果との比較により述べている。しかしながら、ストームやサブストームがどの程度強く影響するか等、SAPS の発生特性の詳細については現在においてもいまだに明らかにされていない。

我々は 2006 年 11 月より稼働している SuperDARN 北海道-陸別 HF レーダーを用いて、サブオーロラ帯高速流イベントの発生状況・特性と SYM-H、AL 指数、IMF Bz 等との関連性を調査している。現状では、SAPS はサブストームの回復相によく見られるということや、発生する緯度は Dst 指数の増減に依存しているという傾向が明らかになっているが、上記レーダーは稼働開始以来連続して稼働しており、長期にわたるデータ解析が可能である。また、西向きフローを同定する条件で用いた発生磁気緯度や、西向きの速度についても従来の研究より広くとることで、より広い意味でのサブオーロラ帯西向きフローについての調査を行った。フローにはオーロラ帯のものとサブオーロラ帯のものがあるが、NOAA 衛星の TED データと比較することにより明確にサブオーロラ帯にあるフローを選別し、解析を行った。その結果、緯度と SYM-H の関係において西向き速度 150m/s~200m/s を閾値として区切ることで 2 つの異なる性質を持つ集団を区別することが出来た。閾値より速いものは発生緯度と SYM-H の増減に依存性が見られ、閾値より遅いものは依存性が見られなかった。AL 指数と発生緯度の関連性についても同様に速度によって区切ることで依存性の有無があるという結果が得られた。

本講演においては、サブオーロラ帯高速流の緯度、速度と AL 指数や Dst 指数との依存性の調査をフェーズ別で行うなど、各パラメータとの関連性のより詳細な解析結果並びにその解釈について報告する予定である。

キーワード: SAPS, SuperDARN

上部電離圏における MF/HF 帯電波放射帯域の磁気緯度・磁気地方時依存性  
Magnetic latitude and MLT dependence of the bandwidth of MF/HF auroral radio emissions in the topside ionosphere

酒井 将隆<sup>1\*</sup>; 熊本 篤志<sup>1</sup>; 加藤 雄人<sup>1</sup>; 佐藤 由佳<sup>2</sup>  
SAKAI, Masataka<sup>1\*</sup>; KUMAMOTO, Atsushi<sup>1</sup>; KATOH, Yuto<sup>1</sup>; SATO, Yuka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, <sup>2</sup> 国立極地研究所  
<sup>1</sup>Department of Geophysics, Tohoku University, <sup>2</sup>National Institute of Polar Research

In the ionosphere, auroral radio emissions are generated by precipitating auroral particles. Previous studies reported that the MF/HF auroral radio emissions emitted from the bottomside ionosphere were observed on the ground. The narrowband emissions are called auroral roar, and the broadband emissions are called MF burst. On the other hand, Sato et al. [2010] showed the spectrum and polarization of two events of MF/HF radio emissions observed in the topside ionosphere by the Akebono satellite. Based on the event studies, they suggested that the observed narrowband emissions are generated by the mode conversion of UHR waves enhanced in the auroral ionosphere where the upper hybrid frequency matches the harmonics of the electron cyclotron frequency as suggested for generation mechanism of the auroral roar observed on the ground [Weatherwax et al., 1995; Yoon et al., 1998; Weatherwax et al., 2002].

In this study, we have focused on broadband emissions observed in the topside ionosphere which are similar with broadband MF burst observed on the ground. We analyzed MF/HF broadband emissions (with wider bandwidth of >0.5 kHz) observed by the Akebono satellite. Because it is difficult to observe broadband emissions on the ground and in the topside ionosphere at the same time, we have performed statistical analysis. We found that the bandwidth of the MF/HF emissions was larger in the high latitude and in the dusk side. The bandwidth of the MF/HF emissions was greater than 1 MHz in higher geomagnetic latitude than 70 degree in the sector from 12 to 24 MLT. Previous studies suggested that the MF bursts observed on the ground were generated by the mode conversion of upper hybrid waves stimulated by the energetic auroral electrons [e.g. Sato et al., 2008]. Therefore, we can expect that the bandwidth of MF bursts depend on the generation processes of upper hybrid waves, mode conversion processes of upper hybrid waves, and propagation processes of converted electromagnetic waves in the auroral ionosphere.

## CIR 通過に伴う Pc 5 波動特性の時間変動 Time Variability of Characteristics of Pc5 during Passage of CIRs

北村 健太郎<sup>1\*</sup>; 才田 聡子<sup>2</sup>; 田中 良昌<sup>3</sup>; 門倉 昭<sup>3</sup>; 山岸 久雄<sup>3</sup>  
KITAMURA, Kentarou<sup>1\*</sup>; SAITA, Satoko<sup>2</sup>; TANAKA, Yoshimasa<sup>3</sup>; KADOKURA, Akira<sup>3</sup>; YAMAGISHI, Hisao<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 徳山工業高等専門学校, <sup>2</sup> 統計数理研究所, <sup>3</sup> 国立極地研究所

<sup>1</sup>Tokuyama college of Technology, <sup>2</sup>The Institute of Statistical Mathematics, <sup>3</sup>National Institute of Polar Research

In this study, we analyzed the magnetic data observed at the high-latitude magnetic stations in Antarctica, H057 (-66.42, L=6.25), and Skallen (-66.42) to compare with the >2MeV electron flux observed by GOES 10 satellite. The pair of stations is located at the same latitude and within 1.7 degrees in longitude, which are quite suitable to estimate the azimuthal wave number.

We statistically analyzed the wave characteristics of the Pc5 pulsations by the superposed epoch (SPE) analysis for 14 magnetic storm events caused by the passage of CIRs (Corotating Interaction Region). The epoch time is defined as days from the passage of the stream interface (SI) of the CIR. The Pc5 power suddenly increases at 3-6 MLT sector from 0 day which is much stronger than that at dusk sectors. During 1-2 days, which is correspond to the recovery phase of the storms, the Pc5 power at the afternoon sectors (12-21 MLT) increases with the peak frequency of 2.5-3 mHz, whereas the Pc5 power at the morning sector does not become stronger.

On the other hand, the phase delay between the Pc5s at H057 and SKAL also shows the local time dependence especially during the epoch time of 1-2 day. At the noon and afternoon sectors, the Pc5 shows the eastward propagation and the phase lags between H057 and SKAL are less than 5 seconds. In contrast, at the morning sector, the Pc5 shows westward propagation with small azimuthal wave numbers.

These features indicate that the sources and generation mechanisms of Pc5 in the two periods (0-1 day and 1-2 day) are quite different. The premiere intensification of the Pc5 corresponds to the main phase of the moderate magnetic storm and can thought to be the forced oscillation caused by the strong disturbance of the solarwind dynamic pressure. In this case, the local time dependence of the phase structure does not show the obvious regularities. In the latter intensification of the Pc5 corresponds to the recovery phase of the storm (1-2 days). The westward (eastward) propagation at the morning (afternoon) sector and local time distribution of the Pc5 power could well correspond with the previous perception which could explain the Pc5 pulsations caused by the KH instability on the magnetopause.

The present result implies that the difference of the wave characteristics of Pc5s closely related the drift bounce resonance with the relativistic electrons. The drift bounce resonance might occur at the afternoon sector during the recovery phase of the moderate magnetic storm by the KH instability due to the passage of the high speed solar wind.

キーワード: 放射線帯, ULF 波動

Keywords: Raadiation Belt, ULF wave