

電離圏加熱装置を用いて発生した電離圏イオン上昇流 Heater-induced artificial ionospheric ion upflow

小川 泰信^{1*}, Mike Kosch³, Mike Rietveld⁴, Carl Bryers³, 野澤 悟徳², 藤井 良一²

OGAWA, Yasunobu^{1*}, Mike Kosch³, Mike Rietveld⁴, Carl Bryers³, NOZAWA, Satonori², FUJII, Ryoichi²

¹ 国立極地研究所, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ Lancaster University, ⁴ EISCAT トロムソサイト

¹ National Institute of Polar Research, ² STEL, Nagoya University, ³ Lancaster University, ⁴ EISCAT Tromso site

We have investigated force balance associated with ion upflow, by using the EISCAT UHF radar and heating facility in Tromsø, northern Norway (69.6 deg N, 19.2 deg E). The heating facility enables us to induce not only enhanced electron temperature but also upward flowing ions in the F-region/topside ionosphere. The heater-induced artificial ion upflow is one of the most suitable events to estimate force balance of ionospheric ions quantitatively and also understand generation mechanisms of ion upflow. Furthermore, the heater-induced ionospheric data are potentially usable to estimate height profiles of ion-neutral collision frequency, neutral density, and horizontal neutral wind in the F-region/topside ionosphere.

We conducted the heater and radar observations as an EISCAT special program by UK and Japan between 17 and 20 November, 2011, and successfully obtained data including artificial ionospheric ion upflow. The UHF radar and heater beams were both pointed into the magnetic zenith, and pump cycle of the heater was 16 min on, and 12 min off. During heater on period electron temperature sometimes increased up to about 4000 K and upward ion velocity reached about 500 m/s at an altitude of 500 km.

In this paper, we show the detailed results of the heating experiment, and discuss quantitative force balance associated with ion upflow.

キーワード: 極域電離圏, イオン上昇流, イオン流出, EISCAT

Keywords: polar ionosphere, ion upflow, ion outflow, EISCAT

降下電子・電離圏加熱イオンと沿磁力線電流の相関：れいめい観測 Reimei observations on correlation of field-aligned current to precipitating electrons and accelerated ionospheric ions

平原 聖文^{1*}, 福田 陽子², 高田 拓³, 浅村 和史⁴, 坂野井 健⁵, 山崎 敦⁴, 関 華奈子¹, 海老原 祐輔⁶
HIRAHARA, Masafumi^{1*}, FUKUDA, Yoko², TAKADA, Taku³, ASAMURA, Kazushi⁴, SAKANNOI, Takeshi⁵, YAMAZAKI, Atsushi⁴, SEKI, Kanako¹, EBIHARA, Yusuke⁶

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 東京大学大学院理学系研究科, ³ 高知工業高等専門学校, ⁴ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ⁵ 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, ⁶ 京都大学生存研研究所
¹STEL, Nagoya Univ., ²Dept. Earth & Planet. Sci., Univ. Tokyo, ³Kochi National College of Technology, ⁴ISAS/JAXA, ⁵PPARC, Tohoku Univ., ⁶RISH, Kyoto Univ.

High-time and -spatial resolution data obtained by the low-altitude polar-orbiting micro satellite, Reimei, provide us with remarkable opportunities for revealing the characteristics of electrons and auroras based on the perfectly simultaneous and conjunction measurements of auroral emissions and particles.

The Reimei satellite has been making numerous notable observations in the nightside southern polar ionosphere during the winter seasons during 2005-2008. The first case shown in this paper is a comprehensive set of various fine-scale auroral activities, which shows four types of auroral forms and their variations taken by the multispectral auroral imaging camera (MAC): faint bands, streaming multiple arcs, shearing pair of arcs, and vortices/curls. The electron energy spectrum analyzer (ESA) covering a full pitch angle range observed various properties of electron energy-pitch angle distributions and their time variations, each of which is distinctive of the correspondent auroral activity. It is evident that the main energy fluxes responsible for the arc-type emissions are carried by the inverted-V electrons accelerated by (quasi-)electrostatic parallel potential structures above the satellite orbit. On the other hand, the rapidly rotating vortices are associated with the significant fluxes of spiky electron components with energy-time dispersions produced by dispersive Alfvén waves. The field-aligned current signatures are also affected by these relations between auroras and precipitating electrons, which are controlled by difference of the upward and downward electron fluxes.

Another case presents unique correlative features between streaming fireball-type auroral globs at the poleward edge of the auroral bands and sharply field-aligned sporadic electron precipitations with clear energy-time dispersions embedded in the inverted-V electrons. The peak energies of the dispersive electron signatures at the start are almost equal to the characteristic energies of the inverted-V components. This correlation obviously designates the fine modification of the auroral forms/emissions in the larger structure driven by the strong dispersive Alfvén waves at the similar altitudes with the parallel potential drop.

キーワード: オーロラ電子, 電離圏イオン加速, 沿磁力線電流, 衛星観測, 沿磁力線電場, オーロラダイナミクス

Keywords: auroral electron, ionospheric ion acceleration, field-aligned current, satellite observation, field-aligned potential, auroral dynamics

かぐや衛星 UPI-TEX による酸素イオン散乱光の空間分布の導出 Spatial Variations of O⁺ Resonance Scattering Emission Estimated by the UPI-TEX on KAGUYA

村越 貴成^{1*}, 高田 拓¹, 山崎 敦², 吉川 一朗³

MURAKOSHI, Takanari^{1*}, TAKADA, Taku¹, YAMAZAKI, Atsushi², YOSHIKAWA, Ichiro³

¹ 高知工業高等専門学校電気情報工学科, ² 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, ³ 東京大学

¹Electrical Engineering and Information Science, Kochi National College of Technology, ²Institute of Space and Astronautical Science / Japan Aerospace Exploration Agency, ³The University of Tokyo

地球周辺の酸素イオンは、1980年以降の衛星観測により多量に極域の電離圏から磁気圏へ散逸されていることが観測された。しかしながら、酸素イオンの散逸についてどのくらいの量のイオンがどのようなタイミングで散逸しているかは明らかになっていない。本研究では、月周回衛星かぐや (SELENE) に搭載されている極端紫外光望遠鏡 (UPI-TEX) を用いて、地球周辺での O⁺ の共鳴散乱光の空間分布とその時間発展を追う。ただし、O⁺ 散乱光の光は弱く、得られた画像のままでは空間分布が不明瞭である。今回は、フィルターサポートの陰の効果を除去し、空間方向に積分を行うことで、O⁺ 散乱光の空間変化の見積もりを行った。見積もりの妥当性と、地磁気活動度 (AE) による散乱光分布の変化について議論を行う。

キーワード: かぐや衛星, UPI-TEX, 酸素イオン散逸, 太陽風, 地磁気活動度

Keywords: KAGUYA Satellite, UPI-TEX, Oxygen ion outflow, Solar wind, Geomagnetic activity

遮蔽/過遮蔽時の電離層電流パターン：電離圏ポテンシャルソルバーの応用 Ionospheric current patterns during the undershielding and overshielding deduced by a global ionospheric potential solve

中溝 葵^{1*}, 平木 康隆², 堀 智昭¹, 関 華奈子¹, 家田 章正¹, 辻 裕司¹, 三好 由純¹, 新堀 淳樹³, 海老原 祐輔³, 菊池 崇¹
NAKAMIZO, Aoi^{1*}, HIRAKI, Yasutaka², HORI, Tomoaki¹, SEKI, Kanako¹, IEDA, Akimasa¹, TSUJI, Yuji¹, MIYOSHI, Yoshizumi¹, SHINBORI, Atsuki³, EBIHARA, Yusuke³, KIKUCHI, Takashi¹

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 核融合科学研究所, ³ 京都大学生存圏研究所

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²National Institute for Fusion Science, ³Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

Toward the understanding of the magnetosphere-inner magnetosphere-ionosphere coupled system, we have developed a two-dimensional ionospheric global potential solver (GEMISIS-POT). Our model basically follows a methodology of the so-called "thin shell model." The important extension from previous studies is that our model covers the pole-to-pole ionosphere without placing any boundary at the equator. By using the solver, we investigated how the ionosphere changes from under-shielding condition to over-shielding condition as the FAC distribution changes. Calculations are performed by changing j_0 , $R2 / j_0$, $R1$ (the ratio of peak current density of R2 and R1-FAC) and moving R2-FAC toward the nightside with $dLTR2-R1$ (the local time deference between the R1 and R2-FAC peaks) relative to the fixed R1-FAC. In the previous talk, we reported the calculation results focusing on the electric field structure. In the present study, we analyze the ionospheric current and equivalent magnetic field perturbation of the calculation examples representing the undershielding and overshielding.

We separate the ionospheric current into the diagonal and non-diagonal components in terms of the thin shell approximation. In the polar region, where the dip angle of the geomagnetic field is close to zero, the diagonal and non-diagonal components are nearly equivalent to Pederson and Hall currents, respectively. However, in the low latitude region with the finite dip angle, they cannot be simply reduced to Pederson and Hall currents because of the mixture of Pederson, Hall and parallel conductivities in the conductivity tensor arising from the thin shell approximation of $J_z=0$ (vertical ionospheric current is assumed to be zero).

The calculation results show that the non-diagonal part is the major part of the ionospheric current in the polar region, whereas, in the equatorial region, the diagonal component becomes the major part. In this talk, we discuss how the current circuit from the polar to equatorial region is described by the pair of diagonal and non-diagonal components and also discuss the derived current circuit in relation to the pair of Pederson and Hall currents.

SuperDARN レーダーによる電離圏昼夜境界効果の検出 Detection of the ionospheric day/night terminator effect by SuperDARN radars

田中 良昌^{1*}, 行松 彰¹, 佐藤 夏雄¹, 堀 智昭²

TANAKA, Yoshimasa^{1*}, YUKIMATU, Akira S.¹, SATO, Natsuo¹, HORI, Tomoaki²

¹ 国立極地研究所, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所

¹National Institute of Polar Research, ²Solar Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

電離圏電気伝導度の非一様には電離圏の対流構造を変形させる効果があることが良く知られている。例えば、極域における電離圏対流パターンには朝夕非対称があることが知られているが、これは、昼夜境界の電離圏電気伝導度の非一様によって生じる電荷の蓄積、及び、2次電場の発生による対流の変形の結果であると推測される。

これまでに、我々は、SuperDARN Syowa East レーダーで取得されたデータを用いて、昼夜境界効果による電離圏対流の急峻な変化を検出しようと試みた。統計解析により、我々は、昼夜境界がちょうどレーダーの視野を横切る2、3月と9、10月の期間に、特徴的な対流パターンを発見した。しかしながら、この特徴的な対流の方向は、昼夜境界効果から期待される方向とは反対であり、寧ろ、電離圏プラズマがレーダーの視野を横切って一定速度で流れるとき視線方向の速度が見かけ上変化するという解釈で説明される。また、昼夜境界がレーダー視野を横切る時間帯がちょうど真夜中のオーロラ帯に当たることから、得られた結果の解釈が困難であるという問題もあった。そこで、本研究では、ポラーキャップ領域を観測している SuperDARN レーダーデータを用いて、電離圏昼夜境界効果の検出を試みる。

キーワード: SuperDARN レーダー, 電離圏, 電気伝導度, 昼夜境界, 対流

Keywords: SuperDARN radars, ionosphere, conductivity, day/night terminator, convection

電離圏に於け入反射 Alfven 波の分離 Walen Separation in the ionosphere

吉川 顕正^{1*}, 細川 敬祐², 小川 泰信², 家田 章正⁴, 藤井 良一⁴, 湯元 清文¹
YOSHIKAWA, Akimasa^{1*}, HOSOKAWA, Keisuke², OGAWA, Yasunobu², IEDA, Akimasa⁴, FUJII, Ryoichi⁴, YUMOTO,
Kiyohumi¹

¹九州大学宙空環境研究センター, ²電気通信大学 大学院情報通信工学専攻, ³国立極地研究所, ⁴名古屋大学 太陽地球環境研究所

¹Space Environment Research Center, Kyushu University, ²Department of Information and Communication Engineering, University of Electro-Communications, ³National Institute of Polar Research, ⁴Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Global ionospheric current and convection system couples to the magnetospheric dynamics. Transmission of electromagnetic energy, momentum and current from the magnetosphere to the ionosphere for driving and maintaining the ionospheric current system against to the Joule dissipation should be mediated via shear Alfven wave. Fundamentally, the above fact won't be changed even for quasi-static state. This means that the ionospheric current and convection system is formed as a result of incident and reflection process of shear Alfven wave at the ionosphere.

Applying the concept of Walen relation of incompressible MHD disturbances to the ionospheric current and convection system, we develop the methodology that describes the ionospheric current and convection system as a superposition of incident and reflected components of shear Alfven wave. Extracted incident component corresponds to the driving force of ionospheric current system, while reflected component corresponds to the feed back component to the magnetosphere that is excited as a result of magnetosphere ionosphere coupling process. The Walen separation also enables to extract the Cowling channel from the ionospheric current and convection system.

In this presentation we will discuss about how the Walen-separation technique can be applied to the realistic ionospheric data and show a specific result of separation analysis.

キーワード: 磁気圏電離圏結合, アルヴェーン波, 電離層電流, 電離層対流

Keywords: magnetosphere-ionosphere coupling, Walen relation, Alfven wave, ionospheric current, ionospheric convection

EISCAT レーダーを用いた地磁気擾乱時のイオン - 中性大気衝突周波数の推定 Ion-neutral collision frequency from EISCAT observations in the polar lower ionosphere during geomagnetic disturbances

大山 伸一郎^{1*}, 栗原 純一², Brenton J. Watkins³, 津田 卓雄¹, 高橋 透¹

OYAMA, Shin-ichiro^{1*}, KURIHARA, Junichi², Brenton J. Watkins³, TSUDA, Takuo¹, TAKAHASHI, Toru¹

¹ 名古屋大学太陽地球環境研究所, ² 北海道大学大学院理学研究院, ³ アラスカ大学フェアバンクス校地球物理学研究所

¹Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ²Graduate School of Science, Hokkaido University, ³Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks

One of the fundamental processes in the thermosphere-ionosphere coupled system is collision between ions and neutral particles. The collisional process contributes to, for example, ion drag and Joule heating. Ion drag transfers momentum of ions to neutral particles, and may temporally modulate thermospheric dynamics, in particular, at F-region heights. The ion-drag process can also be defined as increasing flow velocity of a bulk motion of neutral gas along the mean ion velocity. Collisions also result in increases of thermal energy of both ions and neutral species. These processes are called frictional heating and Joule heating, which elevate the ion temperature first then the thermospheric temperature. The ion-neutral collision frequency is an essential parameter to represent equations related to the ion drag and frictional/Joule heating. Then the ion-neutral collision frequency was estimated using data from the European Incoherent Scatter (EISCAT) radar at Tromsø, Norway during the Dynamics and Energetics of the Lower Thermosphere in Aurora 2 (DELTA-2) campaign in 2009. Vertical component of the ion velocity in the lower ionosphere (106-135 km) and the ion momentum equation were applied to the calculation. The calculated ion-neutral collision frequency was approximately equivalent to that predicted using modeled density data. However, notable increases were found above 126.8 km during natural ionospheric heating events. An obvious depression in calculated values was also found between 114.6 km and 126.8 km just after cessation of another heating event. This paper discusses contributions of the vertical thermospheric motion to variations of the ion-neutral collision frequency.

キーワード: 電離圏, 熱圏, 高緯度, イオン - 中性大気衝突周波数, 欧州非干渉散乱レーダー

Keywords: Ionosphere, Thermosphere, High latitude, ion-neutral collision frequency, EISCAT radar

Akebono 衛星で観測される THR 放射の出現頻度について The occurrence rate of THR emissions observed by the Akebono satellite

佐藤 由佳^{1*}, 小野 高幸², 熊本 篤志¹
SATO, Yuka^{1*}, ONO, Takayuki², KUMAMOTO, Atsushi¹

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 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻
¹Planetary Plasma and Atmospheric Research Center, Graduate School of Science, Tohoku University, ²Department of Geophysics, Graduate School of Science, Tohoku University

This is a report on the occurrence rate of Terrestrial Hectometric Radiation (THR), auroral radio emissions emanating from the topside ionosphere in the MF and HF ranges. Data shown in this paper were obtained by the Plasma waves and sounder experiment (PWS) mounted on the Akebono satellite. The Akebono/PWS measurements show that THR emissions are sometimes observed in two frequency bands near 1.5-2.0 MHz and 3.0-4.0 MHz when the satellite passes over the auroral latitudes; however, their occurrence rate has not yet been investigated. Statistical studies using the Akebono/PWS data show the spatial distribution of THR occurrence; THR is detected at all magnetic local times and most often during premidnight hours (2100-2400 MLT) in a wide magnetic latitude range ($|\text{MLAT}| > 30\text{deg}$). During daytime hours (0600-1500 MLT), the distribution of its occurrence is confined in higher latitude ranges ($|\text{MLAT}| > 70\text{deg}$). The explanation of this spatial distribution is that THR is favorably generated in the night-side auroral latitudes near 1000-km altitude.

キーワード: オーロラ現象, オーロラ電波, 電波伝搬, オーロラ電離圏

Keywords: auroral phenomena, auroral radio emissions, radio propagation, auroral ionosphere

低緯度 Pi2 観測時の磁気圏内での空間的磁場変動

Spatial distribution of the magnetic perturbation in the magnetosphere at the times of low-latitude round Pi 2's

今城 峻^{1*}, 湯元 清文², 魚住 禎司², 古賀 清一³, 小原 隆博⁴, 河野 英昭¹, 吉川 顕正¹, 阿部 修司², 池田 昭大², Vassilis Angelopoulos⁵

IMAJO, Shun^{1*}, YUMOTO, Kiyohumi², UOZUMI, Teiji², KOGA, Kiyokazu³, OBARA, Takahiro⁴, KAWANO, Hideaki¹, YOSHIKAWA, Akimasa¹, ABE, Shuji², IKEDA, Akihiro², Vassilis Angelopoulos⁵

¹九州大学院理学府地球惑星科学専攻, ²九州大学宙空環境研究センター, ³宇宙航空研究開発機構, ⁴惑星プラズマ・大気研究センター, ⁵Space Sci. Lab., California Univ., USA

¹Dept. Earth Planet. Sci., Kyushu Univ., ²Space Environ. Res. Center, Kyushu Univ., ³JAXA, ⁴PPARC, Dept. Sci., Tohoku Univ.,

⁵Space Sci. Lab., California Univ., USA

Pi2 地磁気脈動は周期が 40-150 秒で定義される減衰振動型の磁場変動である。これらはサブストームの爆発相の開始とともに地上磁力計や衛星で観測される。

本研究では ETS-VIII 静止軌道衛星と THEMIS 衛星の磁場データを用いた。100 個の孤立した Pi 2 を 2009 年 1 月 1 日から 5 月 31 日の期間で MAGDAS 観測点の YAP の磁場データから選定した。この期間 THEMIS 衛星の遠地点は夜側の 9-30Re の間に位置した。我々は YAP での H-component Pi 2 の最大振幅時の前後五分の期間において衛星で観測された磁場変動の Z 成分 (compressional) 成分の最大振幅を統計的に調べた。解析の結果、大きな磁場の変動 (>10nT) は 8-10Re の 22-24LT の領域で最も高い頻度で観測されることが初めて明らかになった。この領域の場所は Uozumi et al. [2007] の地上観測から推定された Pi2 のソースの位置と一致する。また Fast mode 磁気音波の振幅は距離と共に減衰することから考えると、Pi2 に関連する compressional pulse の発生源は 8-10Re の 22-24LT の領域に存在すると考えられる。

キーワード: Pi 2 地磁気脈動, Pi 2 の発生源, 多点観測, 伝播

Keywords: Pi 2 magnetic pulsation, Pi 2 source, multi point observation, propagation

ビーズ状オーロラの南北地磁気共役性 Magnetic conjugacy of northern and southern auroral beads

元場 哲郎¹, 細川 敬祐^{2*}, 門倉 昭¹, 佐藤 夏雄¹

MOTOBA, Tetsuo¹, HOSOKAWA, Keisuke^{2*}, Akira Kadokura¹, Natsuo Sato¹

¹ 国立極地研究所, ² 電気通信大学

¹National Institute of Polar Research, ²University of Electro-Communications

Auroral beads, i.e. azimuthally arrayed small-scale bright spots resembling a pearl necklace, have recently drawn the attention of researchers as a possible precursor of explosive activation of the aurora. Here we used simultaneous, ground-based, all-sky camera observations from a geomagnetically conjugate Iceland-Syowa Station pair to demonstrate that small-scale auroral beads evolve synchronously in the northern and southern hemispheres and have good magnetic conjugacy for ~7 min before an auroral breakup. The synchronous conjugate auroral beads undergo a two-step evolution: in the first ~4 minutes, well-organized bead structures move eastward with an almost constant speed of 1 km/s or less, and subsequently they develop dramatically into brighter and larger auroral forms with faster propagation speed of 2-6 km/s. Our observations strongly suggest that, for the auroral beads, the magnetosphere plays a fundamental role in the determining their temporal evolution, while the ionospheric contribution that can induce asymmetric auroral behavior in the two hemispheres is minor or not significant.

キーワード: ビーズ状オーロラ, 南北共役性, サブストーム

Keywords: auroral beads, magnetic conjugacy, substorm

磁気シア効果を考慮したオーロラアークの安定性解析 Stability analysis of auroral arc with magnetic shear effects

平木 康隆^{1*}

HIRAKI, Yasutaka^{1*}

¹ 核融合科学研究所

¹National Institute for Fusion Science

磁気圏-電離圏結合系におけるオーロラアークの発達を磁気流体不安定性、及びその非線型発展の観点で理解しようとする研究が近年まで盛んに行われている。その一つがフィードバック不安定性であり [Sato, 1978; Lysak, 1991]、対流電場の形成に伴って電離層上を伝播する密度波と共鳴して、シアアルヴェン波が不安定化する。近年では、2次元シミュレーション(磁力線方向とアークを跨ぐ方向、双極子磁場配位)により、微細なアークや電離圏キャビティモードの形成が示された [Streltsov and Lotko, 2004; Lu et al., 2008]。非線型効果を適切に取り入れた3次元シミュレーション(スラブ磁場配位)では、磁気圏側で Kelvin-Helmholtz 型の渦構造が自発的に発生することが示された [Watanabe, 2010]。さらに、磁力線方向のアルヴェン速度非一様性を取り入れた線型解析では、磁力線共鳴とキャビティモードの成長率の関係が明らかになり [Hiraki and Watanabe, 2011]、それに基づく非線型シミュレーションにより、オーロラの渦構造発生との関連が調べられている。

本研究では、再びオーロラアーク、シアアルヴェン波の線型安定性に立ち戻る。サブストーム発生前のアークの時間発展をみると、高緯度で発生して緩やかに伝播し、低緯度で不安定化により急激に増光することが知られる [Mende et al., 2009]。この現象を“対流電場に対するアークの向きの変化による安定性のスイッチング現象”として理解できないか、を吟味する。真夜中の対流電場は、大域的には2セル構造をもち東西に印加されるが、低緯度では Harang 構造により強い南北成分が形成される [e.g., Zou et al., 2009]。これまでの解析では、フィードバック不安定性の成長率は主に対流電場の強度で制御され、電離圏電流方向に波数をもつモードが最大となる。しかし、アークに伴う沿磁力線電流が作る磁気シアを考慮した場合、シアに直交するモードに対して安定化効果をもつことが解析的に示され、成長するモードに強い指向性を作ると期待される。本発表では、磁気シアを考慮したアークの安定性とその電場や電気伝導度に対する依存性の結果を紹介する。

キーワード: オーロラアーク, フィードバック不安定, 磁気シア

Keywords: auroral arc, feedback instability, magnetic shear

カスプにおけるクレーター型のレッドオーロラ Crater red aurora in the cusp

田口 聡^{1*}, 細川 敬祐¹, 小川 泰信², 田口 真³

TAGUCHI, Satoshi^{1*}, HOSOKAWA, Keisuke¹, OGAWA, Yasunobu², TAGUCHI, Makoto³

¹電気通信大学情報理工学研究所, ²国立極地研究所, ³立教大学理学部

¹University of Electro-Communications, ²National Institute of Polar Research, ³Rikkyo University

A new high-resolution all-sky imager (Longyearbyen, Svalbard) detected the formation of "crater red aurora" in the cusp and the immediate ejection of the narrow auroral form from the crater during an interval of southward IMF on 29 December 2011. The crater red aurora can be defined as a circular-shaped region in which 630-nm dayside auroral emissions weaken. The emission data obtained continuously with an exposure time of 4 s show that the circular shape whose diameter was approximately 150 km at F region heights was formed for 2 min after the initial weakening at a smaller region. Immediately after the circular-shape was formed, a latitudinally-narrow (~40 km) auroral form was ejected from the inside wall of the crater in the azimuthal direction. The speed of the leading edge is estimated to be approximately 1.5 km/s. These observations strongly suggest that the crater red aurora is the ionospheric signature of a crater flux transfer event, which has been studied recently with data from spacecraft near the dayside magnetopause. Considering that the scale of a crater flux transfer event reflects the size of a flux transfer event itself, the present observation shows that the ionospheric signature of a flux transfer event is much larger than the ejected narrow auroral form. Such an auroral form, which has been regarded as a so-called poleward moving auroral form, would represent the structure inside a flux transfer event, not the whole structure of a flux transfer event.

キーワード: レッドオーロラ, F層, カスプ, プラズマ対流

Keywords: red aurora, F region, cusp, plasma flow

全天カメラとEISCATレーダーによるポーラーパッチの同時観測 Simultaneous observation of polar cap patches with all-sky imager and EISCAT radars

坂井 純^{1*}, 田口 聡¹, 細川 敬祐¹, 小川 泰信²

SAKAI, Jun^{1*}, TAGUCHI, Satoshi¹, HOSOKAWA, Keisuke¹, OGAWA, Yasunobu²

¹ 電気通信大学, ² 国立極地研究所

¹The University of Electro-communications, ²National Institute of Polar Research

The airglow intensity of polar cap patches is related to the local electron density profile of the polar cap ionosphere as well as the profiles of neutral gases that contribute to optical emission. Concurrent operation of an all-sky imager and incoherent scatter radars enables simultaneous observations of optical intensity of polar cap airglow and ionosphere parameters. An all-sky airglow imager equipped with a high sensitivity EMCCD detector has been deployed in Longyearbyen, Svalbard (78.1 N, 16.0 E) since October 2011. The imager's fine time and 2D resolution and its proximity to the EISCAT Svalbard radar (ESR) provide opportunities to study the relationship between the optical intensity and electron density of polar cap patches. By virtue of the spatial resolution of approximately 2 km per pixel, it is possible to identify a fine structure of the electron density in the region where the ESR beam crosses at a particular altitude. A 4-second exposure time of the imager combined with its high spatial resolution allows us to detect rapid changes in patch structures which have not been possible to identify with radar-alone observations.

In this study we analyze a storm time polar cap patch event combining the data obtained by the all-sky imager and two radars, the ESR and mainland EISCAT UHF radar. An interval between 17 UT and 24 UT on 22 January 2012 is studied. The variations of optical intensity and electron density show a good agreement, which enables us to cross-calibrate the two parameters. Cross examination of optical intensity and electron density reveals steep gradients and sharp edges of patch structures as narrow as a few kilometers. Temporal variations obtained from the two EISCAT radars suggest that some patches were transported antisunward from the polar cap to lower latitudes, which is in good agreement with the all-sky imager observation. These facts suggest that electron density structures may travel across the polar cap from the cusp region to the night side auroral zone keeping their sharp density gradients.

キーワード: 極冠パッチ, 高緯度電離圏, EISCAT, 全天カメラ, 電離圏電子密度構造, 大気光

Keywords: polar cap patches, high-latitude ionosphere, EISCAT, all-sky imager, ionospheric electron density structures, airglow

A coordinate analysis of dayside diffuse aurora: GEOTAIL, FAST, and South Pole auroral observations

A coordinate analysis of dayside diffuse aurora: GEOTAIL, FAST, and South Pole auroral observations

栗田 怜^{1*}, 三澤 浩昭¹, 三好 由純², 海老原 祐輔³, 笠羽 康正⁴, 小嶋 浩嗣³

KURITA, Satoshi^{1*}, MISAWA, Hiroaki¹, MIYOSHI, Yoshizumi², EBIHARA, Yusuke³, KASABA, Yasumasa⁴, KOJIMA, Hirotsugu³

¹ 東北大・理・惑星プラズマ大気, ² 名古屋大・STE 研, ³ 京都大・生存圏研究所, ⁴ 東北大・理・地球物理

¹PPARC, Tohoku Univ., ²STEL, Nagoya Univ., ³RISH, Kyoto Univ., ⁴Geophysics Sci., Tohoku Univ.

It has been thought that the source of diffuse auroral emissions is scattered plasma sheet electrons into the loss cone by some wave-particle interactions. Both ECH waves and whistler-mode chorus have been thought to be the contributors to the production of diffuse auroral electrons since they can resonate with plasma sheet electrons. A question which wave mode dominantly contributes to the production of diffuse auroral electrons has been discussed for more than four decades and there is still controversy. A recent study done by Thorne et al. [2010] reveals that whistler-mode chorus is dominantly responsible for the production of diffuse auroral electrons. While, there are some observational suggestions that ECH waves cause diffuse auroral electron precipitations. [e.g., Nishimura et al., 2010; Liang et al., 2010]. Multi-point observations along a field line using low altitude satellites and spacecraft around the magnetic equator are important to investigate the contributor to the generation of diffuse aurora since the properties of diffuse auroral electrons depend on the wave mode that causes electron pitch angle scattering.

This study shows a coordinate analysis of dayside diffuse auroras using the data obtained from a reliable ground-spacecraft conjunction event. During the event, diffuse auroras were observed by the South Pole all sky imager. At that time, GEOTAIL located in the dayside magnetosphere at a radial distance of $\sim 10R_e$, at 1000 MLT and its ionospheric footprint was inside the diffuse aurora. Furthermore, the FAST spacecraft passed over the footprint of GEOTAIL. The FAST observations showed the precipitating electrons in the energy range of 0.1 to 10 keV and the pitch angle distributions revealed that electron scattering rates reached strong diffusion limit in the energy range of 0.1 to 5 keV. PWI/SFA onboard GEOTAIL observed both whistler-mode waves and ECH waves around the conjunction event. More likely wave mode contributing to the electron precipitations was investigated by estimating resonant energies for whistler-mode waves and ECH waves, respectively. Based on the observed frequency distributions, minimum resonant energy for whistler-mode waves were too high to scatter the electrons in the energy range below 10 keV, while ECH waves can resonate with the electrons in the energy range of 0.1 to 10 keV. This result suggests that generation mechanism of diffuse aurora in this event was pitch angle scattering driven by ECH waves rather than whistler-mode waves.

キーワード: ディフューズオーロラ, 波動粒子相互作用, ホイッスラー, ECH wave

Keywords: Diffuse aurora, wave-particle interaction, whistler-mode waves, ECH waves

オーロラ爆発開始時における降下電子の2衛星観測

Two satellite observations of precipitating electrons associated with auroral breakup

家田 章正^{1*}, 藤本 正樹², 堀 智昭¹, 西村 幸敏⁴, 関 華奈子¹, 町田 忍³, 宮下 幸長¹

IEDA, Akimasa^{1*}, FUJIMOTO, Masaki², HORI, Tomoaki¹, NISHIMURA, Yukitoshi⁴, SEKI, Kanako¹, MACHIDA, Shinobu³, MIYASHITA, Yukinaga¹

¹ 名大 STEL, ² 宇宙科学研究所, ³ 京都大学, ⁴ UCLA

¹ STEL, ² ISAS, ³ Kyoto University, ⁴ UCLA

オーロラ爆発開始時に、どのような電子が降下しているかを調べる。これまで、擾乱時のオーロラを作り出すのは主として、静電場により加速され、数 keV 程度の特徴的なエネルギーを持つ、inverted-V 型の降下電子と考えられてきた。一方、オーロラ極側境界では、アルペン波によって加速された、数 10eV-数 keV に渡る broadband な降下電子がしばしば観測される。極側境界だけではなく、オーロラ爆発開始地点でも、開始直後に broadband 型の電子が観測されたことが 1 例報告されている。

本研究では、Polar 衛星のオーロラ観測を用いて同定した、オーロラ爆発の開始時刻・開始地点付近において、FAST 衛星と DMSP 衛星が、降下電子を準同時観測した例を示す。オーロラ爆発の開始 6 分前に、FAST 衛星がオーロラ爆発の開始地点を通過し、1keV 以下の broadband 型の電子と、10keV 程度の diffuse 電子の共存を観測した。また、開始 7 分後には、DMSP 衛星が開始地点の西 (15 度) において、拡大してきたオーロラの前面 (surge horn) を通過した。そこで観測された電子は、開始 6 分前に観測された電子と比較して、broadband 型の電子と diffuse な電子が共存していた部分が、inverted-V 型の電子に置き換わっていた点が異なっていた。以上の観測結果により、オーロラ爆発開始時における、diffuse オーロラから discrete オーロラへの変化の過程で、diffuse 電子と broadband 電子が共存する段階があると考えられる。

キーワード: オーロラ, オーロラ爆発, サブストーム, 沿磁力線電流

Keywords: aurora, auroral breakup, substorm, field-aligned current

地磁気静穏時・弱擾乱時の極冠内における光電子の流出と高高度における反射 Photoelectron flows in the polar cap during geomagnetically quiet and weakly disturbed periods

北村 成寿^{1*}, 関 華奈子², 西村 幸敏³, 寺田 直樹¹, 小野 高幸¹, 堀 智昭², Robert J. Strangeway⁴
KITAMURA, Naritoshi^{1*}, SEKI, Kanako², NISHIMURA, Yukitoshi³, TERADA, Naoki¹, ONO, Takayuki¹, HORI, Tomoaki²,
Robert J. Strangeway⁴

¹ 東北大学大学院理学研究科地球物理学専攻, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ カリフォルニア大学ロサンゼルス校, ⁴ カリフォルニア大学ロサンゼルス校

¹Department of Geophysics, Tohoku University, ²STEL, Nagoya University, ³Dept. of Atmos. and Oceanic Science, UCLA,

⁴Inst. of Geophys. and Planetary Phys., UCLA

On the open magnetic field lines in the polar cap, downgoing electrons with energies lower than about 100 eV, which are considered to be photoelectrons reflected by a field-aligned potential drop above the satellite, had been identified in some case studies [e.g., Winningham and Gergiolò, 1982]. To examine the typical characteristics of the photoelectron flows and the field-aligned potential drop, we statistically investigated photoelectrons in the polar cap using the data obtained by the FAST satellite in an altitude range of 3000-3900 km in July 2002 (solar maximum) during geomagnetically quiet and weakly disturbed periods. In this period, the apogee of the FAST satellite located at high latitudes in the northern (summer) hemisphere. The geomagnetically quiet period is defined as the times when the *Kp* index is less than or equal to 2+ for the preceding 3 hours and when the *SYM-H* index ranges from -10 to 40 nT, while the weakly disturbed period is defined as the times when the *Kp* index ranged between 4- and 5. The polar cap is defined by the lack of energetic ions [Andersson et al., 2004]. We found counter-streaming photoelectrons of up to more than 10 eV, indicating existence of a field-aligned potential drop (reflection potential drop) above the satellite altitude. Such distributions were frequently (quiet: 83%, weakly disturbed: 65%) observed in the polar cap. The estimated typical reflection potential drop above the satellite is about 20 V. In respect of the presence of a field-aligned potential drop at high altitudes, this result is consistent with the modeling results by Wilson et al. [1997] and Su et al. [1998], although the field-aligned distribution of the potential (e.g., presence of a potential jump) cannot be investigated from only the photoelectron observations in the present study. The typical observed reflection potential drop during geomagnetically quiet periods (about 22 V) is smaller than these modeling results by a factor of 2-3, while the median of net escaping electron number fluxes during geomagnetically quiet periods (1.7×10^8 /cm²/s) is larger than these models by a factor of 2.8-3.5. During weakly disturbed periods, the net escaping electron number flux tends to increase (median: 2.8×10^8 /cm²/s), while the magnitude of the reflection potential drop tends to decrease (median: about 17 V), compared to those during geomagnetically quiet periods.

The net escaping electron number flux negatively correlates with the reflection potential drop. This relation corresponds to the fact that only high-energy photoelectrons can overcome the potential drop and escape when the reflection potential drop becomes large. On the other hand, the net escaping electron number flux, which should be nearly equal to the flux of the polar wind ions under small FAC conditions, negatively correlates with the upward electron number flux. This relation is contrary to the modeling results by Khazanov et al. [1997] and Tam et al. [1998]. An increase in downgoing electrons and their backscatter in the ionosphere with increasing reflection potential drop may explain the negative correlation. A potential drop at high altitudes, which was not considered by Khazanov et al. [1997] and Tam et al. [1998], would provide a polar wind system regulated by a negative feedback, and the most appropriate balance for polar wind ions would be achieved near the median of the reflection potential drop.

キーワード: polar wind, イオン流出, 極域電離圏

Keywords: polar wind, ion outflow, polar ionosphere

観測ロケットによる電離圏カusp領域プラズマイレギュラリティの直接観測 - ICI-3キャンペーン -

In-situ measurement of cusp plasma irregularity by sounding rocket - ICI-3 campaign -

阿部 琢美^{1*}, 斎藤 義文¹, モーン ヨラン²

ABE, Takumi^{1*}, SAITO, Yoshifumi¹, MOEN, Joran²

¹ 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所, ² オスロ大学物理学科

¹Japan Aerospace Exploration Agency, ²Dept. of Physics, University of Oslo

電離圏カusp領域に顕著な電子密度イレギュラリティの発生メカニズム解明を目指して、観測ロケット、EISCAT レーダー、光学観測機器を中核とする ICI-2 キャンペーンが 2008 年 12 月にノルウェー・スバルバル島にて実施された。その結果として密度擾乱域と降下電子領域の空間的対応や Reversed Flow Event(RFE) との関連性についての貴重なデータが得られた。このデータはプラズマ不安定のためのエネルギー供給源に関する可能性を示唆したが、因果関係のより本質的な理解を得るために ICI-3 キャンペーンが 2011 年 12 月に行われた。ICI-3 の目的は、1) カusp領域電子密度擾乱の発生メカニズム解明、2) 密度擾乱発生に対する RFE や polar cap patch が果たす役割、3) RFE の成因、を解明することにある。

ICI-3 キャンペーンは ICI-2 と同様に観測ロケット、EISCAT レーダー、全天カメラを中核的観測手段として行われた。プラズマイレギュラリティに係わる現象の本質的な解明のためにはロケットによる直接観測が必要とされ、科学観測機器を搭載したロケットが電離圏カusp領域を通過し、電子密度、降下電子スペクトル、電磁場の変動等の現象の解明に本質的なデータが得られることで、我々の理解が進むことが期待される。特に本実験でキーとなる物理パラメータはカusp領域における電子密度イレギュラリティ、降下電子、沿磁力線電流、電磁場変動である。これらの測定のためにロケットには、1) 球形固定バイアスプローブ、2) 円筒型固定バイアスラングミュアプローブ、3) 電界波動測定器、4) AC/DC 磁力計、5) 低エネルギー電子計測器、6) 姿勢決定システム、の 6 つの機器が搭載された。

搭載測定器の中で固定バイアスプローブは電子密度およびその擾乱の測定を目的としている。プローブは直径 2cm の球で、スピンの影響を避けるようにロケット機軸上の頭胸部先端部に搭載される。最悪ケースとしてロケットが負に 2~3V 帯電した場合でも飽和電子電流を測定できるようロケット電位に対し + 4 V の電圧を印加して測定を行うことになっている。また、測定器が広範囲の電子密度変動に対応できるよう 2 段階の DC 電流利得を用意し、低利得チャンネルでは 10^6 cm^{-3} 、高利得チャンネルでは $5 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$ がフルスケールになるよう利得の設定を行った。さらに高い周波数の電子密度擾乱をピックアップ出来るようにバンドパスフィルターをもつ AC 電流チャンネルを設けている。

ICI-3 観測ロケットは打上げウインドに入って 12 日目の 12 月 3 日に打ち上げられた。本講演では固定バイアスプローブが取得したデータを中心として発表を行う。

キーワード: 電離圏カusp, プラズマイレギュラリティ, 電子密度, 観測ロケット

Keywords: Ionospheric cusp, plasma irregularity, electron density, sounding rocket

カスプでみられる地上磁場変動の極向き伝搬特性 Poleward-propagating magnetic perturbations in the cusp

田原 篤史^{1*}, 田口 聡¹, Jurgen Matzka², Claudia Stolle²

TAWARA, Atsushi^{1*}, TAGUCHI, Satoshi¹, Jurgen Matzka², Claudia Stolle²

¹ 電気通信大学, ²DTU Space, Technical Univ. of Denmark

¹University of Electro-Communications, ²DTU Space, Technical Univ. of Denmark

Poleward-propagating magnetic perturbations are often observed on the ground in the cusp latitudes. Some previous studies suggested that these phenomena are the ionospheric current signature of flux transfer events [e.g., Milan et al., 2000]. However, our recent study on the mesoscale plasma injection in the cusp, which is typical of a flux transfer event, has shown that poleward-propagating nature is not clear despite that a vortical feature is identified [Taguchi et al., 2010]. In this study, using large data set obtained from the Greenland magnetometer chain, we identify statistical characteristics of poleward-propagating magnetic perturbations in the daytime sector, and understand what produces this signature. We took poleward-propagating events using cross-correlation of data from different stations in the Greenland chain. Results from the statistical analysis of these events show that the occurrence frequency is high around 12 MLT, as is expected, and that a typical poleward propagation speed is 0.5-2 km/s, which is consistent with the convection velocity. What is interesting is that there are a significant number of events that occur both in the East and West chains with no time lag. This shows that the longitudinal extent is more than about 1,000 km, which is much larger than the extent of the typical scale size of the possible signature of a flux transfer event. The east-west component of the magnetic perturbations of these events is generally small, which suggests that the perturbations are not produced simply by the enhancement of the anti-sunward convection in the longitudinal wide extent. We will show the detailed characteristics of the poleward-propagating phenomena including the longitudinally wide events, and discuss what drives these phenomena.

キーワード: 地上磁場変動, 電離圏電流, カスプ, ポーラーキャップ, 惑星間空間磁場

Keywords: ground magnetic perturbations, ionospheric current, cusp, polar cap, IMF

カスプ F 領域における電子密度の周期構造 Periodic structures of the electron density in the F region cusp

千葉 康永^{1*}, 田口 聡¹, 細川 敬祐¹, 小川 泰信²

CHIBA, Yasunaga^{1*}, TAGUCHI, Satoshi¹, HOSOKAWA, Keisuke¹, OGAWA, Yasunobu²

¹ 電気通信大学, ² 国立極地研究所

¹University of Electro-Communications, ²National Institute of Polar Research

Structured plasma density in the dayside cusp is known to be collocated with "soft" precipitating particles, that is, electrons with energy less than about roughly 500 eV. When the energy and flux change over time, the structured density becomes even more irregular. In this study, using high time resolution data from the EISCAT Svalbard radar, we understand whether or not some periodic features exist in the irregular density distribution in the cusp. First, we derived the raw electron density profile with the shortest time resolution (of 3.2/6.4 s) from the radar data. We then examined the electron density profile using wavelet analysis. The result of wavelet analysis shows that several periodic variations exist in the structured density, and that a variation of 40-80s is prominent. We will show the detailed result about this variation, and discuss why this is prominent.

キーワード: F 層, 電子密度, カスプ, プラズマ対流, IS レーダー観測

Keywords: F region, electron density, cusp, plasma convection, IS radar observations

酸素原子 630nm オーロラの全天偏光観測計画 All-sky imaging polarimetry of OI 630 nm aurora

門司 浩幸^{1*}, 坂野井 健¹, KUHN, Jeffrey², SWINDLE, Ryan²
MONJI, Hiroyuki^{1*}, SAKANOI, Takeshi¹, KUHN, Jeffrey², SWINDLE, Ryan²

¹ 東北大学 惑星プラズマ大気研究センター, ² ハワイ大学

¹PPARC., Tohoku University, ²Institute for Astro., Univ. of Hawaii

近年の観測から、酸素原子 630nm オーロラ発光が 1-4 %の偏光度を示し、その値がオーロラ活動とともに変動していることが明らかになった [Lilensten et al., *Polarization in aurorae*, 2008]。また Barthelemy et al. (*Polarisation in the auroral red line during coordinated EISCAT Svalbard Radar/optical experiments*, 2011) は、視線方向と磁力線との角度が垂直な向きで、最大の偏光度が観測されることを示した。しかしながら、観測がフォトメータによる一方向のポインティング観測であること、偏光フィルターを機械的に回転させていること、観測例が少ないといった問題がある。偏光度をより高精度に測定するためには、磁気垂直方向から磁気水平方向まで連続的に捉えることが可能な魚眼レンズ、2次元検出器 (CCD) と電氣的に偏光方向を制御する液晶電気偏光板を組み合わせた全天イメージング偏光観測が最適である。

本研究では、この装置開発を行い、2012-2013年冬期に北米で観測を実施する。装置は、魚眼レンズとコリメータ部ならびに CCD (もしくは CMOS) 検出器を組み合わせた全天単色イメージャーの平行光束部に、偏光板を挿入したものを検討している。このイメージング観測により、先行研究では行えなかったオーロラ偏光の磁力線との角度依存性について全天同時観測により達成することができる。また、オーロラと地上間の大気による偏光の影響を見積もるために、モデル開発が不可欠である。さらに、装置の光学系内で発生する人工的な偏光を校正しなければならない。冬季間長期観測によってオーロラの偏光度の変動を統計的に解析する予定である。本発表では、観測装置の設計と開発状況、ならびに今後の観測計画の概要を紹介する。

れいめい衛星観測によるオーロラのカール・スパイラルと降り込み粒子の関係 Relationship between auroral curl/spiral and particle precipitation: Reimei observation

岩井 懸太郎¹, 高田 拓^{1*}, 浅村 和史², 坂野井 健³, 山崎 敦²

Kentaro Iwai¹, TAKADA, Taku^{1*}, ASAMURA, Kazushi², SAKANOI, Takeshi³, YAMAZAKI, Atsushi²

¹ 高知工業高等専門学校, ² 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所, ³ 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

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

One of the most attracted properties of the aurora is its wave-like structures and the various scales of its wave structures are observed, such as an auroral curl or spiral. In this study, we focused on the precipitated particle behaviors when the aurora curl or spirals are observed at its footprint. Statistical analysis, using Reimei observations, shows that the inverted-V structures, low-energy electron dispersion, and plasma sheet electron precipitations are closely associated with the well-developed auroral wave structures.

れいめい衛星観測による Inverted-V 領域とその周辺における電子の特徴 Electron properties of Inverted-V structures and their vicinities based on Reimei observations

福田 陽子^{1*}, 平原 聖文², 浅村 和史³, 坂野井 健⁴, 三好 由純², 高田 拓⁵, 山崎 敦³, 関 華奈子², 海老原 祐輔⁶
FUKUDA, Yoko^{1*}, HIRAHARA, Masafumi², ASAMURA, Kazushi³, SAKANNOI, Takeshi⁴, MIYOSHI, Yoshizumi², TAKADA, Taku⁵, YAMAZAKI, Atsushi³, SEKI, Kanako², EBIHARA, Yusuke⁶

¹ 東大・理・地惑, ² 名大・STE 研, ³ 宇宙研, ⁴ 東北大・理, ⁵ 高知高専・電気, ⁶ 京大生存圏

¹Dept. Earth & Planet. Sci, Univ. Tokyo, ²STEL, Nagoya Univ., ³ISAS/JAXA, ⁴Grad. School of Science, Tohoku Univ., ⁵Kochi-CT, ⁶RISH, Kyoto Univ.

V 字静電ポテンシャルによって加速された Inverted-V 電子のエネルギーやピッチ角分布の微細構造は、加速領域における V 字静電ポテンシャルの構造や変動を反映したものであると考えられる。しかし、V 字静電ポテンシャルがどのように維持されているか、ポテンシャル構造がどのように分布しているかなど、加速領域の形成は現在も未解決問題として取り組まれている。本研究の目的は、Inverted-V 領域だけではなく隣接するその前後にも着目し、Inverted-V 電子の形成を理解することである。オーロラ粒子・発光を高時間・高空間分解能で同時観測を行うれいめい衛星により、Inverted-V 領域の端で電子ビームが観測されることが分かった。この電子ビームはピッチ角が 0-20 度で、Inverted-V の中央に行くにつれ特徴的なエネルギーが数 100eV へと増加するとともに、ピッチ角が広がる傾向がある。また、これらは加速を受けていないディフューズ電子と併に観測されることがある。そこで、電子ビームの特性を知るために、ディフューズ電子、電子ビーム、十分に加速された Inverted-V 電子のソース領域における密度・温度をそれぞれ推定した。ディフューズ電子は Maxwell 分布、一方、電子ビーム、Inverted-V 電子については、Accelerated Maxwell 分布を用いてフィッティングを行った。

2006 年 2 月 7 日 0953:05UT のイベントは、73ILAT、0.4MLT で ~ 0.6 LAT にわたり Inverted-V 電子が観測され、その高緯度側ではエネルギーが ~ 400 eV の等方的なディフューズ電子が観測されている。見積もられたディフューズ電子のソース領域の温度・密度はそれぞれ、 ~ 300 eV、 ~ 0.6 /cc であった。一方、十分に加速された Inverted-V 電子のソース領域における温度・密度は、 ~ 300 ~ 400 eV、 ~ 0.1 /cc であった。これらの境界にあたる電子ビームについては、 < 100 eV、 < 0.1 /cc となった。これらの結果は、電子ビームがディフューズ電子や Inverted-V 電子のソース領域 (プラズマシート) とは異なることを示唆し、温度の低い電離圏高度に存在している背景電子によるものと考えられる。また、電子ビームを形成するために、わずかな電子をポテンシャル内に供給すれば良いことが分かる。一方で、多波長カメラによりオーロラアークが極域にわずか ~ 0.5 km/s で移動していることが確認できた。従って、これらの電子ビームが V 字静電ポテンシャルのドリフトによって説明できる可能性がある。また、電子ビームが観測されている別のイベントでも同様に、電子ビームが電離圏起源である傾向を示している。しかし、定常的で、緯度・経度方向に移動を伴わないオーロラでも電子ビームは観測されていることが分かった。このような場合、電離圏電子は V 字静電ポテンシャルの下端が低高度に下がったために、ポテンシャル内に供給された可能性がある。本発表では、電子ビーム、ディフューズ電子を伴う Inverted-V イベントの紹介と、電子ビームの形成について議論を行う。

タスマニア-ニュージーランド地域の新しい地磁気観測網による ULF 周波数帯地磁気脈動の観測

A Study of ULF pulsations observed at a New Magnetometer Array in the Tasmania and New Zealand Region

尾花 由紀^{1*}, 塩川 和夫¹, 柿並 義宏³, 才田 聡子⁴, 吉川 顕正⁵, 田中 良昌⁶, F. W. Menk⁷, C. L. Waters⁷, B. J. Fraser⁷, C. J. Rodger⁸

OBANA, Yuki^{1*}, SHIOKAWA, Kazuo¹, KAKINAMI, Yoshihiro³, SAITA, Satoko⁴, YOSHIKAWA, Akimasa⁵, TANAKA, Yoshimasa⁶, F. W. Menk⁷, C. L. Waters⁷, B. J. Fraser⁷, C. J. Rodger⁸

¹ 大阪電気通信大学工学部基礎理工学科, ² 名古屋大学太陽地球環境研究所, ³ 北海道大学大学院理学研究院付属地震火山観測観測センター, ⁴ 新領域融合研究センター, ⁵ 九州大学理学研究院地球惑星科学部門, ⁶ 国立極地研究所, ⁷ School of Mathematical and Physical Sciences, The University of Newcastle, ⁸ Department of Physics, The University of Otago

¹ Department of Engineering Science, Osaka Electro-Communication University, ² Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, ³ Institute of Seismology and Volcanology, Hokkaido University, ⁴ The Institute of Statistical Mathematics, ⁵ Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, ⁶ National Institute of Polar Research, ⁷ School of Mathematical and Physical Sciences, The University of Newcastle, ⁸ Department of Physics, The University of Otago

タスマニア-ニュージーランド地域に新しい地磁気観測網を展開し、ULF 周波数帯の地磁気脈動を観測した。我々は 2011 年 2 月 Middlemarch (MDM, -45.35, 170.05) に地磁気観測点を開設した。これまでに約 1 年分の 1 秒値データが蓄積されている。また、2012 年 3 月に Wairarapa (WAI, 北島南部) に磁力計を設置する予定である。タスマニア島では Newcastle 大学と IPS により Launcestone (LAU, -41.68 147.18) と Hobart (HBT, -42.88 147.35) でそれぞれ地磁気観測が行われている。これらのデータを用いることで、 $L^2.7$ Re における ULF 周波数帯の地磁気脈動について、緯度方向・経度方向の分布を調べることができる。たとえば、緯度方向にわずかに離れた観測点間で地磁気脈動の振幅や位相を比較すると、磁力線共鳴振動の周波数を精密に求めることができる。よってタスマニア、ニュージーランド二つの経度線上で磁力線共鳴振動周波数を同時にとらえ、昼夜境界線をまたいで電離層電気伝導度が劇的に変化する際にどのような変化を見せるか詳しく調べることが可能になる。将来的にはさらに観測点を増やし、先行する地磁気観測プロジェクト等との連携により、タスマニア-ニュージーランド地域とその共役点に地磁気多点観測体制を構築し、磁力線共鳴振動現象の三次元的空間構造を解明する計画である。観測データと最新の磁気圏モデルを用いた数値計算結果を比較することで、M-I 結合系における諸問題の解明を目指している。

これまでの解析結果では、次のような結果を得ている。2011 年 5 月 3 日に MDM, LAU, HBT で観測された地磁気データに cross-phase 法を適用したところ 0-4 UT に安定した磁力線共鳴振動周波数が得られた。HOB-LAU では 25-27 mHz、MDM-LAU では 22-23mHz でそれぞれ推移し、4 時間にわたってほとんど変化を見せなかった。磁力線共鳴振動数は磁場形状と磁力線沿いのプラズマ質量密度に依存するので、上記の解析結果から 147-170 °E, $L^2.7$ の領域内では 4 時間にわたって極めて安定したプラズマ密度が保たれていたことが分かる。またこの日は電離層電気伝導度の変化にともなう共鳴振動の歪みは見られなかった。講演では新たに取得される予定の WAI のデータを含めた解析結果を紹介する。

キーワード: ULF, plasmasphere, Inner Magnetosphere, Magnetosphere-Ionosphere coupling

Keywords: ULF, plasmasphere, Inner Magnetosphere, Magnetosphere-Ionosphere coupling

昭和・アイスランド ULF 波動共役観測データベースの構築 Development of ULF wave database conjugately observed at Syowa and Iceland

越田 友則^{1*}, 山岸 久雄¹, 岡田 雅樹¹
KOSHIDA, Tomonori^{1*}, YAMAGISHI, Hisao¹, OKADA, Masaki¹

¹ 国立極地研究所・宙空圏研究グループ

¹ National Institute of Polar Research

2014-2015年に内部磁気圏探査衛星 ERG が打ち上がる予定である。それに合わせて、既存の地上観測網の再整備が行われている (IUGONET)。その一環として、我々は昭和・アイスランドに設置されている、誘導磁力計南北共役観測により取得されたデータの整備を行っている。観測点はアイスランド側3か所、昭和側1か所である。サンプリング周波数はアイスランド側2 Hz、昭和側20 Hzである。フラックスゲート磁力計、リオメータ、VLF固定周波数との同時観測によりデータが取得されている。これをダイナミックスペクトル化、データベース化することにより、将来的には準リアルタイムで日本に伝送されている ULF 観測データを、ERG 観測データと同時に閲覧、比較できる環境の確立を目指している。データベース化した期間は、これまでに2003年2月-2011年1月までである。表示形式は周波数帯域0-1 Hz、時間幅24hである。背景の平均値を差し引くことによりDC、アイスランド側データにかかっている、1 Hz アンチエイリアシングフィルタの影響を取り除いている。南北共役観測の特色として、夏半球と冬半球で共役観測されたデータにおいて、夏半球側に明らかな減衰が見られる例を示す。これは電離層ダクト伝搬過程において、夏冬半球の電子密度の違いにより、減衰量に差が生じたためだと考えられる。現在サイトでの公開を目指して、データ整備を進めている。

キーワード: 共役観測, ULF 波動, データベース

Keywords: conjugate observation, ultralow-frequency, database development

Wp 指数: 低緯度における高時間分解能地磁気データから算出したサブストーム指数 Wp index: A new substorm index derived from high-resolution geomagnetic field data at low latitude

能勢 正仁^{1*}, 家森 俊彦¹, 古賀 清一², 松本 晴久², 越石 英樹²

NOSE, Masahito^{1*}, IYEMORI, Toshihiko¹, KOGA, Kiyokazu², MATSUMOTO, haruhisa², KOSHIISHI, Hideki²

¹ 京都大学大学院理学研究科地磁気世界資料解析センター, ² 宇宙航空研究開発機構

¹Data Analysis Center for Geomagnetism and Space Magnetism, Graduate School of Science, Kyoto Univ., ²Aerospace Research and Development Directorate, Japan Aerospace Exploration Agency

Geomagnetic field data with high time resolution (typically 1 s) have recently become more commonly acquired by ground stations. Such high time resolution data make it possible to identify Pi2 pulsations which have periods of 40-150 s and irregular (damped) waveforms. It is well-known that pulsations of this type are clearly observed at mid- and low-latitude ground stations on the nightside at substorm onset. Therefore, with 1-s data from multiple stations distributed in longitude around the Earth's circumference, substorm onset can be regularly monitored. In the present study we propose a new substorm index, the Wp index (Wave and planetary), which reflects Pi2 wave power at low-latitude, using the geomagnetic field data from 11 ground stations (Tucson, Honolulu, Canberra, Kakioka, Learmonth, Urumqi, Iznik, Fuerstenfeldbruck, Ebro, Tristan da Cunha, and San Juan). We compare the Wp index with the AE and ASY indices as well as the electron flux data and the magnetic field data at geosynchronous altitude for 11 March 2010. It is found that significant enhancements of the Wp index mostly coincide those of the other data. Thus the Wp index can be considered as a good indicator of substorm onset. The Wp index, other geomagnetic indices, and geosynchronous satellite data are plotted in a stack for quick and easy search of substorm onset. The stack plots and digital data of the Wp index are made available from the web site (<http://s-cubed.info>) for public use.

夜側中緯度静穏時地磁気H成分の長期変動

Long-term variations of quiet-time geomagnetic H components on the nightside at mid latitudes

中野 慎也^{1*}, 長尾 大道¹, 樋口 知之¹

NAKANO, Shin'ya^{1*}, NAGAO, Hiromichi¹, HIGUCHI, Tomoyuki¹

¹ 統計数理研究所

¹The Institute of Statistical Mathematics

中低緯度において、静穏時の夜側の磁場の長期変動はもっぱら永年変化によるものと仮定されることが少なくないが、実際には、永年変化よりも時間スケールの短い年周期変動などの変動を含んでいる。年周期変動については、地球に対するプラズマシートの位置が季節によって変化することなどが原因として考えられているが、必ずしも明らかになっていないように思われる。また、年周期変動以外の変動については、そも性質自体があまり詳しく調べられていない。

本研究では、年周期変動を含む夜側静穏時の地磁気変動のメカニズムについて手がかりをつかむため、約30年の中緯度観測点の地磁気データを、単純な主成分分析によって解析した。その結果、北半球と南半球とで逆位相となる季節変動成分と、北半球と南半球とで同位相となる太陽風活動と関連する成分が見出された。季節変動成分については、高緯度ほど振幅が大きくなる傾向が見られることから、沿磁力線電流などの高緯度の電流系と関係している可能性がある。北半球と南半球とで同位相となる成分については、今回の解析において単に各月の5 quietest daysの平均を静穏時の値として解析しているため、磁気嵐の活動に関係した変動を含んでいる可能性があるが、概ね太陽風動圧の低いときに増加の傾向が見られる。

キーワード: 地磁気変動, 長期変動, 沿磁力線電流

Keywords: geomagnetic variation, long-term variation, field-aligned current

昭和基地 SENSU SuperDARN レーダーのイメージング化と将来展望 Syowa SENSU SuperDARN imaging radar and the future perspective

行松 彰^{1*}, 堤 雅基¹, 佐藤 夏雄¹

YUKIMATU, Akira S.^{1*}, TSUTSUMI, Masaki¹, SATO, Natsuo¹

¹ 国立極地研究所

¹ ROIS/NIPR

1995年より、国際ネットワーク観測プロジェクトである SuperDARN の一翼を担ってきた SENSU 昭和基地 HF レーダーの空間分解能を飛躍的に向上させる為のイメージング化の準備を進めている。この進捗状況と、これによって飛躍的発展が期待される、オーロラや電離圏不規則構造近傍の詳細な電離圏電場構造の観測による電磁圏結合物理素過程研究、高精度中性風観測による中間圏下部熱圏研究等の将来展望を議論する。

キーワード: SuperDARN, 昭和基地, イメージング, 中間圏・下部熱圏, 電磁圏結合, オーロラ

Keywords: SuperDARN, Syowa, imaging, MLT region dynamics, MI coupling, aurora