

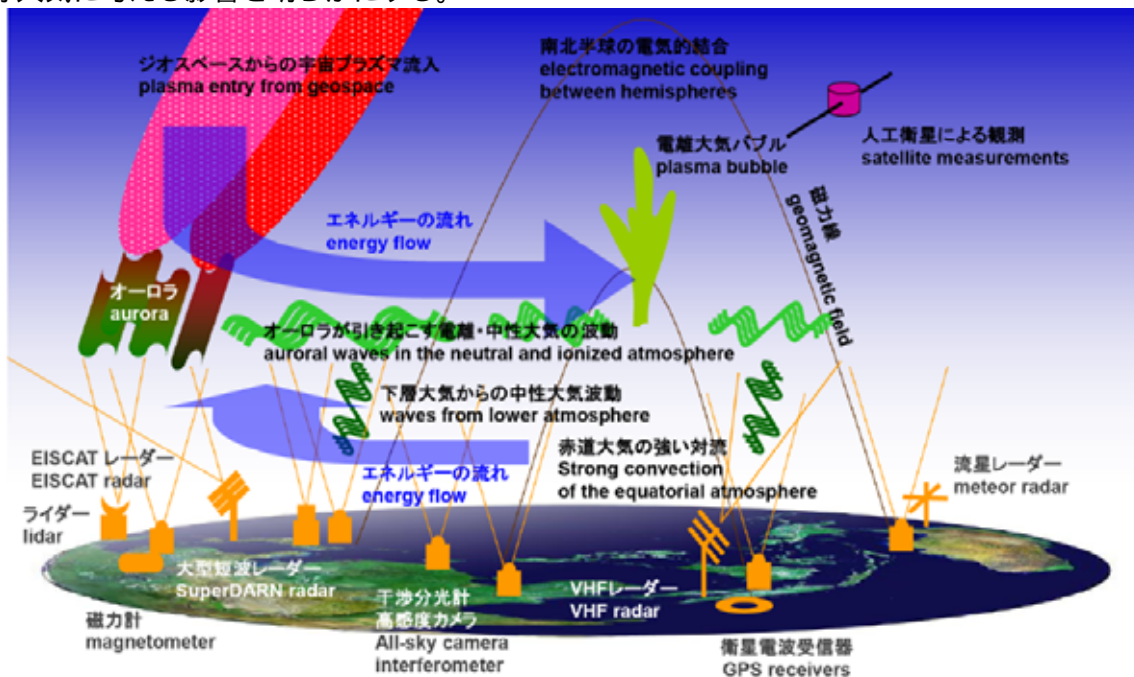
ジオスペース研究センター・プロジェクト2

グローバル地上・衛星観測に基づく宇宙プラズマ - 電離大気 - 中性大気結合の研究

平成24年度報告書

プロジェクトメンバー：塩川和夫（プロジェクトリーダー）、野澤悟徳、大塚雄一、大山伸一郎、関華奈子、三好由純、家田章正、西谷望

太陽からやってくる宇宙プラズマと地球の電離大気・中性大気間の相互作用は、地球のまわりの身近な宇宙空間（ジオスペース）で発生する諸現象を作り出す。本プロジェクトでは、地上観測を有機的に結合させてネットワーク化し、人工衛星観測と組み合わせることにより、地球周辺の宇宙プラズマ - 電離大気 - 中性大気間の結合過程とその間のエネルギー・物質のやりとりを研究する。また、長期モニタリングが可能な地上観測の特性を生かして、極大期・極小期を包括する長期的な観測を行い、太陽活動が地球大気に与える影響を明らかにする。



平成24年度の代表的な研究活動

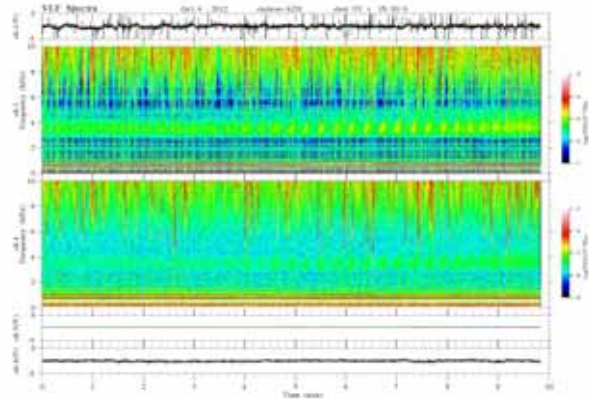
1. カナダでのオーロラ・大気光の光学観測

カナダ・レゾリュートベイ及びアサバスカに設置された全天カメラ、掃天分光フォトメータ、誘導型磁力計の観測は継続的に行っている。これらのデータはホームページを開設して公開している。アドレスは、<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/omti/canada.html> である。平成24年9月にはアサバスカのVLFアンテナを観測所建物から200m離れた位置に移設し、低ノイズの定常観測を開始した。また平成24年度の冬期に、EMCCDカメラによる100Hzの高時間分解能のオーロラ観測を実施した。VLF観測で得られるスペクトルは、名大STE研のホームページ <http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/vlf/> で公開している。



図1. カナダ・アサバスカ観測点に設置されたVLFアンテナ。

図2．移設後のアサバスカ観測点で観測されたVLF波動スペクトル。上から波形、ループアンテナのスペクトル、同時に試験的に設置したサーチコイル磁力計で得られたスペクトル、リオメータの出力、GPSの1秒パルス。横軸は10分間。20秒程度の周期で変換するQ-P emissionがみられる。



2．ジオスペース探査プロジェクト ERG の推進

宇宙科学研究所が進めるジオスペース探査衛星プロジェクト ERG に参加し、本プロジェクトのメンバーはサイエスマネージャ、連携地上観測 PI 等としてプロジェクトの推進に中心的な役割を果たしている。ERG 衛星プロジェクトは2012年8月にプロジェクト化され、2015年12月の打ち上げに向けて準備が進められている。

3．北海道陸別短波レーダーの観測

平成18年12月より定常観測を開始した北海道-陸別短波レーダーは、平成24年度も定常観測を継続した。この観測から、惑星間空間衝撃波の伝搬に伴う中緯度電離圏へ擾乱が伝わる様子を明らかにした。また、2011年東北太平洋沖地震後に観測された電離圏擾乱の詳細な解析を行い、地震後10-20分後に最大6.7 km/s の速度で伝搬する、GPS 受信機網では捕らえられない1分程度の周期を持つ変動が存在することを明らかにした。

4．ナトリウムライダーによる極域下部熱圏・中間圏の観測

2012年10月から2013年2月まで、トロムソナトリウムライダーを用いて、5方向観測を実施した。高度80 km から105 km までの高度領域で、大気温度の空間構造および風速の約500時間分のデータを取得した。

2010年10月から2011年3月にトロムソナトリウムライダーで取得された255時間分の温度データを解析し、半日潮汐波と大気重力波を導出し、それらの高度変動を調べた。そして、EISCAT レーダーとの同時観測データを用いて、中性大気温度とイオン温度の比較を行い、中性大気加熱について議論した。また、TIMED/SABER との同時観測イベントを用いて、両者の大気温度の比較を行い、おおむね良い一致を得た。

さらに、スポラディックナトリウム層(SSL)の生成機構に関する新しいモデルを提案した。SSLは、低緯度および極域で観測されるが、中緯度および赤道帯ではほとんど観測報告がない。この理由についてこれまで十分に説明されてこなかった。我々が提案するモデルでは、SSLの成因に、磁気圏と結合した沿磁力線電流が重要であることを初めて指摘した。このモデルにより、トロムソナトリウムライダーで2011年1月11日に観測されたSSLイベントのナトリウム原子密度の増加が定量的に説明できることを示した。

5．CAWSES-II TG4 の推進

本プロジェクトはICSU傘下の国際組織SCOSTEPが推進する国際プロジェクトCAWSES-II(太陽地球系の気候と天気、2009-2013)の協力をうたっている。特にこのCAWSES-IIの4つのタスクグループのうちのTG4「What is the geospace response to various inputs from the lower atmosphere?」は、本プロジェクトと密接な関係にある。本プロジェクトのメンバーはこのTG4の国際リーダーとしてTG4ニュースレターの発行(3回)、メーリングリストの整備、インド・マイソールでのCOSPARでのビジネス会合の開催(平成24年7月)、インド・PuneでのISSTP会合におけるCAWSES-IIセッションの開催(平成24年11月)、地球惑星科学連合でのセッションの開催協力などを積極的に推進した。また、平成25年11月に名古屋大学で開催される国際CAWSES-IIシンポジウムの準備を開始した。

6．トロムソにおける多波長フォトメータ観測

2001年10月に自動運用を開始した本装置は現在3つの光学フィルター(427.8, 630.0, 557.7 nm)を持ち、20Hzサンプリングでデータを取得してきた。運用システムの修理(2010年10月)や光学フィル

ターの交換（4-5 年毎）を行いながら、太陽活動周期を超える 12 年間以上の観測を行ってきた。長期に渡り安定した品質のデータを取得するためには補修以外に装置の校正も必要である。我々は国立極地研究所の校正実験施設を利用し、春・秋の年 2 回、校正実験を行っている。2012 年度は 9 月に校正実験を行い、本プロジェクト経費を用いて装置を EISCAT トロムソ観測所に輸送し、自動観測を開始した。

関連する査読付き論文 (2012年1月以降)

- Watanabe, D., and N. Nishitani, Study of ionospheric disturbances during solar flare events with the SuperDARN Hokkaido Radar, *Adv. Polar Sci.*, in press, 2013.
- Hori, T., N. Nishitani, Y. Miyoshi, Y. Miyashita, K. Seki, T. Segawa, K. Hosokawa, A. S. Yukimatu, Y. Tanaka, N. Sato, M. Kunitake, and T. Nagatsuma, An integrated analysis platform merging the SuperDARN data within the THEMIS tool developed by ERG-Science Center (ERG-SC), *Adv. Polar Sci.*, in press, 2013.
- Ichihara, A., N. Nishitani, T. Ogawa, and T. Tsugawa, Northward-propagating nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances observed with the SuperDARN Hokkaido HF radar and GEONET, *Adv. Polar Sci.*, in press, 2013.
- Fujii, R., O. Amm, H. Vanhamäki, A. Yoshikawa, and A. Ieda, An application of the finite length Cowling channel model to auroral arcs with longitudinal variations, *J. Geophys. Res.*, 117, A11217, doi:10.1029/2012JA017953, 2012.
- Vanhamäki, H., A. Yoshikawa, O. Amm, and R. Fujii, Ionospheric Joule heating and Poynting flux in quasi-static approximation, *J. Geophys. Res.*, 117, A0827, doi:10.1029/2012JA017841, 2012.
- Oyama, S., J. Kurihara, B. J. Watkins, T. T. Tsuda, and T. Takahashi, Temporal variations of the ion-neutral collision frequency from EISCAT observations in the polar lower ionosphere during periods of geomagnetic disturbances, *J. Geophys. Res.*, 117, A05308, doi:10.1029/2011JA017159, 2012.
- Shiokawa, K., Y. Otsuka, S. Oyama, S. Nozawa, M. Satoh, Y. Katoh, Y. Hamaguchi, Y. Yamamoto and J. Meriwether, Development of low-cost sky-scanning Fabry-Perot interferometers for airglow and auroral studies, *Earth Planets Space*, vol.64, no.11, 1033-1046, 2012.
- Shiokawa, K., M. Mori, Y. Otsuka, S. Oyama, and S. Nozawa, Motion of high-latitude nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances associated with auroral brightening, *J. Geophys. Res.*, 117, A10316, doi:10.1029/2012JA017928, 2012.
- Shiokawa, K., Y. Miyoshi, P. C. Brandt, D. S. Evans, H. U. Frey, J. Goldstein, and K. Yumoto, Ground and satellite observations of low-latitude red auroras at the initial phase of magnetic storms, *J. Geophys. Res.*, 118, doi:10.1029/2012JA018001, 2013.
- Otsuka, Y., K. Shiokawa, M. Nishioka, and Effendy, VHF Radar Observations of Post-Midnight F-Region Field-Aligned Irregularities over Indonesia during Solar Minimum, *Indian Journal of Radio and Space Physics*, 41, 199-207, 2012. (April 2012)
- Nomura, R., K. Shiokawa, K. Sakaguchi, Y. Otsuka, and M. Connors, Polarization of Pc1/EMIC waves and related proton auroras observed at subauroral latitudes, *J. Geophys. Res.*, 117, A02318, doi:10.1029/2011JA017241, 2012.
- Nakajima, A., K. Shiokawa, K. Sakaguchi, Y. Miyoshi, S. Lee, V. Angelopoulos, O. Le Contel, J. P. McFadden, J. W. Bonnell, K.-H. Fornacon, and E. Donovan, Electron and wave characteristics observed by the THEMIS satellites near the magnetic equator during a pulsating aurora, *J. Geophys. Res.*, 117, A03219, doi:10.1029/2011ja017066, 2012.
- Dahlgren, H., J. L. Semeter, K. Hosokawa, M. J. Nicolls, T. W. Butler, M. G. Johnsen, and K.

- Shiokawa, Direct Three-dimensional Imaging of Polar Ionospheric Structures with the Resolute Bay Incoherent Scatter Radar, *Geophys. Res. Lett.*, Vol. 39, No. 5, L05104, doi:10.1029/2012GL050895, 2012.
- Koustov, A. V., K. Hosokawa, N. Nishitani, K. Shiokawa, and H. Liu, Signatures of moving polar cap arcs in the F-region PolarDARN echoes, *Ann. Geophys.*, 30, 441-455, 2012.
- Keiling, A., K. Shiokawa, V. Uritsky, V. Sergeev, E. Zesta, L. Kepko, and N. Ostgaard, Auroral signatures of the dynamic plasma sheet, in *Auroral Phenomenology and Magnetospheric Processes: Earth and Other Planets*, *Geophys. Monogr. Ser.*, vol. 197, edited by A. Keiling, E. Donovan, F. Bagenal, and T. Karlsson, 317-335, AGU, Washington, D. C., doi:10.1029/2012GM001231, 2012.
- Jayachandran, P. T., K. Hosokawa, K. Shiokawa, Y. Otsuka, C. W. Watson, S. C. Mushini, J. W. MacDougall, P. Prikryl, R. Chadwick, and T. D. Kelly, GPS total electron content variations associated with poleward moving sun aligned arcs, *J. Geophys. Res.*, 117, A5, doi:10.1029/2011ja017423, 2012.
- Otsuka, Y., K. Shiokawa, and T. Ogawa, Disappearance of equatorial plasma bubble after interaction with mid-latitude medium-scale traveling ionospheric disturbance, *Geophys. Res. Lett.*, 39, L14105, doi:10.1029/2012GL052286, 2012.
- Ozaki, M., S. Yagitani, K. Ishizaka, K. Shiokawa, Y. Miyoshi, A. Kadokura, H. Yamagishi, R. Kataoka, A. Ieda, Y. Ebihara, N. Sato, and I. Nagano, Observed correlation between pulsating aurora and chorus waves at Syowa Station in Antarctica: a case study, *J. Geophys. Res.*, 117, A08211, doi:10.1029/2011JA017478, 2012.
- Nishioka, M., Y. Otsuka, K. Shiokawa, T. Tsugawa, Effendy, P. Supnithi, T. Nagatsuma, and K. T. Murata, On post-midnight field-aligned irregularities observed with a 30.8-MHz radar at a low latitude: Comparison with F-layer altitude near the geomagnetic equator, *J. Geophys. Res.*, 117, A8, A08337, doi:10.1029/2012JA017692, 2012.
- Miyoshi, Y., T. Ono, T. Takashima, K. Asamura, M. Hirahara, Y. Kasaba, A. Matsuoka, H. Kojima, K. Shiokawa, K. Seki, M. Fujimoto, T. Nagatsuma, C.Z. Cheng, Y. Kazama, S. Kasahara, T. Mitani, H. Matsumoto, N. Higashio, A. Kumamoto, S. Yagitani, Y. Kasahara, K. Ishisaka, L. Blomberg, A. Fujimoto, Y. Katoh, Y. Ebihara, Y. Omura, M. Nose, T. Hori, Y. Miyashita, Y. Tanaka, T. Segawa, and ERG working group, The Energization and Radiation in Geospace (ERG) Project, in *Dynamics of the Earth's Radiation Belts and Inner Magnetosphere*, *Geophys. Monogr. Ser.*, vol. 199, edited by D. Summers, I.R. Mann, D.N. Baker, and M. Schulz, pp.103-116, AGU, Washington, D.C. doi:10.1029/2012BK001304, 2012.
- Ogawa, T., N. Nishitani, T. Tsugawa, and K. Shiokawa, Giant ionospheric disturbances observed with the SuperDAN Hokkaido HF radar and GPS network after the 2011 Tohoku earthquake, *Earth Planets Space*, 64, 1295-1307, 2012.
- Kim, K.-H., J.-S. Park, H.-J. Kwon, D.-H. Lee, E. Lee, V. Angelopoulos, Y.-D. Park, J. Hwang, N. Nishitani, T. Hori, K. Shiokawa, K. Koga, T. Obara, K. Yumoto, and D. G. Baishev, Magnetospheric responses to the passage of the interplanetary shock on 24 November 2008, *J. Geophys. Res.*, 117, A10, A10209, doi:10.1029/2012ja017871, 2012.
- Sakaguchi, K., Y. Miyoshi, E. Spanswick, E. Donovan, I. R. Mann, V. Jordanova, K. Shiokawa, and M. Connors, J. C. Green, Visualization of ion cyclotron wave and particle interactions in the inner magnetosphere via THEMIS-ASI observations, 117, A10, A10204, doi:10.1029/2012ja018180, 2012.
- Fukushima, D., K. Shiokawa, Y. Otsuka, and T. Ogawa (2012), Observation of equatorial nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances in 630-nm airglow images over 7 years, *J. Geophys. Res.*, 117, A10324, doi:10.1029/2012JA017758.
- Dahlgren, H., G. W. Perry, J. L. Semeter, J.-P. St.-Maurice, K. Hosokawa, M. J. Nicolls, M. Greffen, K. Shiokawa, and C. Heinselman, Space-time variability of polar cap patches: Direct evidence for internal plasma structuring, *J. Geophys. Res.*, 117, A09312, doi:10.1029/2012JA017961, 2012.
- Ohya, H., F. Tsuchiya, H. Nakata, K. Shiokawa, Y. Miyoshi, K. Yamashita, and Y. Takahashi, Reflection height of daytime tweek atmospherics during the solar eclipse of 22 July 2009, *J. Geophys. Res.*, 117, A11310, doi:10.1029/2012ja018151, 2012.
- Suzuki, S., K. Shiokawa, Y. Otsuka, S. Kawamura, and Y. Murayama, Evidence of gravity wave ducting in the mesopause region from airglow network observations, *Geophys. Res. Lett.*, in press, doi:10.1029/2012GL054605, 2012.

Otsuka, Y., K. Suzuki, S. Nakagawa, M. Nishioka, K. Shiokawa, and T. Tsugawa, GPS Observations of Medium-Scale Traveling Ionospheric Disturbances over Europe, *Ann. Geophys.*, in press, 2013.

Nishioka, M., T. Maruyama, Y. Otsuka, T. Tsugawa, H. Ishibashi, K. Shiokawa, and M. Ishii, Comparison of meridional thermospheric winds observed by ionosondes and Fabry-Perot interferometers (in Japanese), *Antarctic Record*, in press, 2013.