

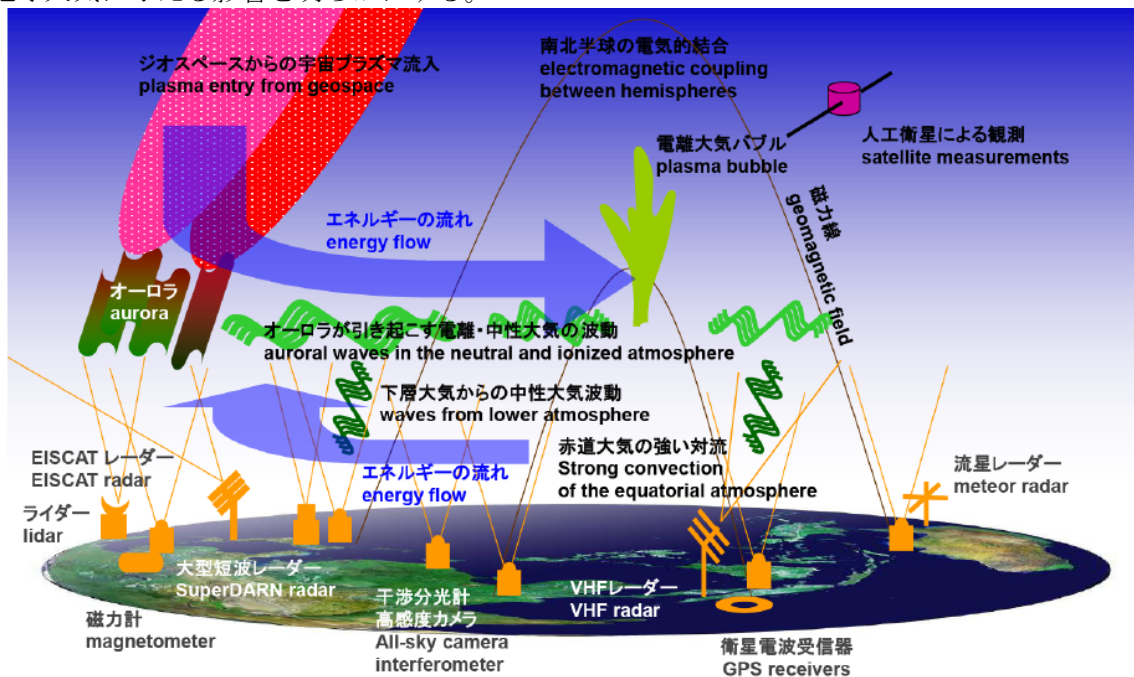
ジオスペース研究センター・プロジェクト2

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26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26年度の代表的な研究活動

1. カナダ・アラスカでのオーロラ・大気光の光学観測

平成カナダ・レズ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、VLF 波動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/> 及び、<http://stdb2.stelab.nagoya-u.ac.jp/vlf/>である。また2014年12月に、カナダおよびアラスカで全天EMCCDカメラ及びCMOSカメラによる高時間分解能（~100Hz）のオーロラ観測を実施した。アラスカでは、CMOSカメラによる観測を、また、カナダ（アサバスカ）では、VLF波動との比較観測を冬期を通じて2015年2月現在まで継続している。また、以前の狭視野カメラのデータを解析し、パルセイティングオーロラとVLF波動の位相関係が数十秒の時間スケールで切り替わっていることを新たに見出すなどの成果を得た。

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プロジェクトサイエンティスト、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、2016年度の打ち上げを目指し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-陸別短波第一レーダーは、平成 26 年度も定常観測を継続し、中間圏エコーの統計的発生特性、中緯度で観測された Pi2 波動の電磁気的特性を明らかにした。さらに、北海道-陸別第二短波レーダーが平成 26 年 10 月に完成し、第一・第二レーダーを併せた SuperDARN HOP (HOKkaido Pair of) radars システムとして稼働を開始した。Sub-Auroral Polarization Streams (SAPS)の時間・空間特性等、いくつかの初期結果が得られつつある。

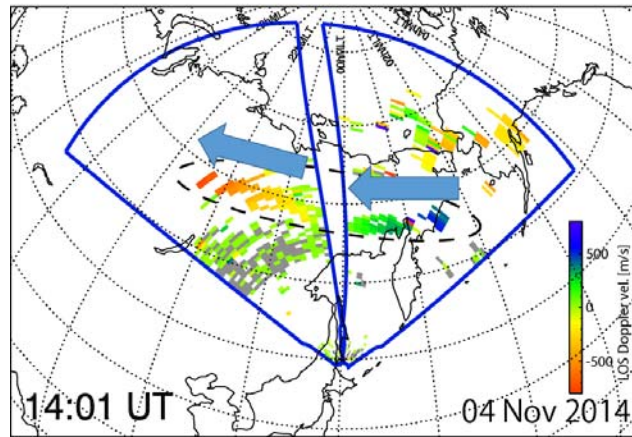


図 1. 北海道-陸別第一・第二短波レーダーにより観測した SAPS の空間分布。

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

2014 年 10 月から 2015 年 3 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。高度約 80 km から約 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 29 日に取得されたナトリウムライダーの温度データを用いて、大気重力波の散逸過程を調べた。背景大気風速でなく、背景大気温度構造により、大気重力波の上方伝搬が大きく変動したことを示した。2010 年 10 月 6 日に取得された EISCAT UHF レーダーとナトリウムライダーの同時観測データを解析し、中性大気温度とイオン温度を比較した結果、高度 110 km で、従来用いられているジュール加熱式では、加熱率を低く見積もっていることを示した。現在 5 年分の同時観測データ (43 夜、約 250 時間) を解析し、大気加熱について調べている。

5. SCOSTEP CAUSES-II/VarSITI プログラムの推進

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の協力をうたっている。2009-2013 年に実施されてきた CAUSES-II (太陽地球系の気候と天気) は 2013 年に終了し、SCOSTEP は 2014 年 1 月から新たな 5 年プログラムとして VarSITI-Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact (太陽活動変動とその地球への影響) を開始した。本プロジェクトのメンバーはこのプログラムの国際 co-chair やキャンペーンコーディネーターとして、このプログラムを推進している。また、関連する国際ホームページ (<http://www.varsiti.org/>)、国内ホームページ (<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/varsiti/>) を立ち上げるとともに、国際ニュースレターを 4 回、発行し、SCOSTEP として 2014 年に 10 件以上の国際会議の支援を行ってきた。

6. トロムソでの光学・GPS 観測

現在、フォトメータ、デジタルカメラ (2 台)、冷却 CCD 全天カメラ (2 台)、ファブリペロー干渉計の計 6 台の光学観測装置が自動運用されている。2014-2015 年の冬期観測期間は日本・英国・ノルウェー・フィンランドによる EISCAT 特別実験やロケット実験に参加し、各国の研究者に観測データを提供した。特にジュール加熱による熱圏ダイナミクスの変化、ポーラーパッチと電離圏擾乱との関係、サブストーム回復相のオーロラパッチと下部熱圏風変動について共同研究を進めている。また、同サイトで GPS 受信機によるシンチレーションの観測を行い、オーロラ活動と電離圏擾乱との関係を調べている。

7. 人工衛星によるジオスペース探査

あけぼの衛星の長期観測データを用いた解析を行い、2 太陽活動周期にわたるプラズマ圏の変動を初めて明らかにするとともに、プラズマ圏 EMIC 波動等に関する研究を行った。また、米国 Van Allen Probes 衛星と、本プロジェクトで行われているトロムソでの各種光学観測、EISCAT 観測、本プロジェクトに

関係する地上ネットワーク観測大型研究である LF 標準電波観測の連携観測、およびプロジェクト 4 で進めている GEMISIS-RBW シミュレーションコードの計算により、パルセーションオーロラ時において従来考えられていたよりも高エネルギーの電子が降ってきていることを実証的に明らかにした。

予算・決算

予算額：センター運営経費：750,000 円

支出額：センター運営経費：750,000 円

支出内訳

ERG 関係旅費・消耗品費：18.75 万円

北海道レーダー関係旅費：18.75 万円

ライダー開発経費：18.75 万円

EISCAT 受信器関連経費：18.75 万円

関連する査読付き論文（2014 年 1 月以降）

- Fujiwara, H., S. Nozawa, Y. Ogawa, R. Kataoka, Y. Miyoshi, H. Jin, and H. Shinagawa, Extreme ion heating in the dayside ionosphere in response to arrival of a coronal mass ejection on March 12, 2012, *Ann. Geophys.*, 32, 831-839, 2014.
- Fukuda, Y., M. Hirahara, K. Asamura, T. Sakanoi, Y. Miyoshi, T. Takada, A. Yamazaki, K. Seki and Y. Ebihara, Electron properties in inverted-V structures and their vicinities based on Reimei observation, *J. Geophys. Res.*, 119, 3650-3663, doi:10.1002/2013JA018938, 2014.
- Fukushima, D., K. Shiokawa, Y. Otsuka, M. Nishioka, M. Kubota, T. Tsugawa, T. Nagatsuma, S. Komonjinda, and C. Y. Yatini, Geomagnetically conjugate observation of plasma bubbles and thermospheric neutral winds at low latitudes, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1002/2014JA020398, 2015.
- Hosokawa, K., Y. Otsuka, Y. Ogawa and T. Tsugawa, Observations of GPS scintillation during an isolated auroral substorm, *Progress in Earth and Planetary Science*, 1:16, doi:10.1186/2197-4284-1-16, 2014.
- Hosokawa, K., S. Taguchi, K. Shiokawa, Y. Otsuka, Y. Ogawa, and M. Nicolls, Global imaging of polar cap patches with dual airglow imagers, *Geophys. Res. Lett.*, 41, doi:10.1002/2013GL058748, 2014.
- Ieda, A., S. Oyama, H. Vanhamäki, R. Fujii, A. Nakamizo, O. Amm, T. Hori, M. Takeda, G. Ueno, A. Yoshikawa, R. J. Redmon, W. F. Denig, Y. Kamide, and N. Nishitani, Approximate forms of daytime ionospheric conductance, *J. Geophys. Res.*, 119, doi:10.1002/2014JA020665, 2014.
- Isono, Y., A. Mizuno, T. Nagahama, Y. Miyoshi, T. Nakamura, R. Kataoka, M. Tsutsumi, M. Ejiri, H. Fujiwara, and H. Maezawa, Variations of nitric oxide in the mesosphere and lower thermosphere over Antarctica associated with a magnetic storm in April 2012, *Geophys. Res. Lett.*, 41, doi:10.1002/2014GL059360, 2014.
- Isono, Y., A. Mizuno, T. Nagahama, Y. Miyoshi, T. Nakamura, R. Kataoka, M. Tsutsumi, M. Ejiri, H. Fujiwara, H. Maezawa, and M. Uemura, Ground-based observations of nitric oxide in the mesosphere and lower thermosphere over Antarctica in 2012-2013, *J. Geophys. Res.*, doi:10.1029/2014JA019881, 119, 2014.
- Jun, C.-W., K. Shiokawa, M. Connors, I. Schofield, I. Poddelsky, and B. Shevtsov, Study of Pc1 pearl structures observed at multi-point ground stations in Russia Japan and Canada, *Earth Planets Space*, 66, 140, doi:10.1186/s40623-014-0140-8, 2014.
- Kataoka, R., Y. Fukuda, Y. Miyoshi, Y. Miyahara, S. Itoya, Y. Ebihara, D. Hampton, H. Dahlgren, D. Whiter, and N. Ivchenko, Compound auroral micromorphology: Ground-based high-speed imaging, *Earth, Planets and Space*, in press.
- Koustov, A.V., K. N. Yakymenko, N. Nishitani, and P. V. Ponomarenko, Hokkaido HF radar signatures of periodically reoccurring nighttime MSTIDs detected at short ranges, *J. Geophys. Res.*, 119, 10.1002/2013JA019422, 1200-1218, 2014.
- Kurita, S., Y. Miyoshi, C. Cully, V. Angelopoulos, O. Le Contel, M. Hikishima, and H. Misawa, Observational evidence of electron pitch angle scattering driven by ECH waves, *Geophys. Res. Lett.*, 2014GL061927
- Martinez C. C., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, M. Ozaki, I. Schofield and M. Connors, Polarization

- analysis of VLF/ELF waves observed at subauroral latitudes during the VLF-CHAIN campaign, *Earth Planets Space*, in press, 2014.
- Matsuda, T., T. Nakamura, M. K. Ejiri, M. Tsutsumi, and K. Shikawa, New statistical analysis of the horizontal phase velocity distribution of gravity waves observed by airglow imaging, *J. Geophys. Res.*, in press, doi: 10.1029/2014JD021543, 2014.
- Morioka, A., Y. Miyoshi, Y. Kasaba, N. Sato, A. Kadokura, H. Misawa, Y. Miyashita, and I. Mann, Substorm onset process: Ignition of auroral acceleration and related substorm phases, *J. Geophys. Res.*, 119, doi:10.1002/2013JA019442, 2014.
- Nishimura, Y., L. R. Lyons, Y. Zou, K. Oksavik, J. I. Moen, L. B. Clausen, E. F. Donovan, V. Angelopoulos, K. Shiokawa, J. M. Ruohoniemi, N. Nishitani, K. A. McWilliams, and M. Lester, Day-night coupling by a localized flow channel visualized by polar cap patch propagation, *Geophys. Res. Lett.*, 41, doi: 10.1029/2014GL060301, 2014.
- Nishiyama, T., T. Sakanoi, Y. Miyoshi, D. L. Hampton, Y. Katoh, R. Kataoka, and S. Okano, Multi-scale temporal variations of pulsating auroras: on-off pulsation and a few-Hz modulation, *J. Geophys. Res.*, 119, 3514-3527, doi:10.1002/2014JA019818, 2014.
- Nozawa, S., T. D. Kawahara, N. Saito, C. M. Hall, T. T. Tsuda, T. Kawabata, S. Wada, A. Brekke, T. Takahashi, H. Fujiwara, Y. Ogawa, and R. Fujii, Variations of the neutral temperature and sodium density between 80 and 107 km above Tromsø during the winter of 2010-2011 by a new solid state sodium LIDAR, *J. Geophys. Res.*, 119, doi:10.1002/2013JA019520, 441-451, 2014.
- Oberheide, J., K. Shiokawa, S. Gurubaran, W. E. Ward, H. Fujiwara, M. J. Kosch, J. J. Makela and H. Takahashi, The geospace response to variable inputs from the lower atmosphere: A review of the progress made by Task Group 4 of CAWSES-II, *Progr. Earth Planet. Sci.*, 2:2, DOI 10.1186/s40645-014-0031-4, 2015.
- Ogawa, Y., T. Motoba, S. C. Buchert, I. Häggström and S. Nozawa, Upper Atmosphere cooling over the past 33 years, *GRL*, 41, 5629-5635, doi:10.1002/2014GL060591, 2014.
- Ohya, H., K. Shiokawa, and Y. Miyoshi, Daytime tweak atmospherics, *J. Geophys. Res.*, 120, doi: 10.1002/2014JA020375, 2014.
- Oinats, A.V., V.I. Kurkin, and N. Nishitani, Statistical study of medium-scale traveling ionospheric disturbances using SuperDARN Hokkaido ground backscatter data for 2011, *Earth Planets Space*, 67, 22, doi: doi:10.1186/s40623-015-0192-4, 2015.
- Oyama, S., Y. Miyoshi, K. Shiokawa, J. Kurihara, T. T. Tsuda, and B. J. Watkins, Height-dependent ionospheric variations in the vicinity of nightside poleward expanding aurora after substorm onset, *J. Geophys. Res.*, 119, 4146-4156, doi: 10.1002/2013JA019704, 2014.
- Reisin, E.R., J. Scheer, M.E. Dyrland, F. Sigernes, C.S. Deehr, C. Schmidt, K. Hoppner, M. Bittner, P.P. Ammosov, G.A. Gavril'yeva, J. Stegman, V.I. Perminov, A.I. Semenov, P. Knieling, R. Koppmann, K. Shiokawa, R.P. Lowe, M.J. Lopez-Gonzalez, E. Rodriguez, Y. Zhao, M.J. Taylor, R.A. Buriti, P.J. Espy, W.J.R. French, K.-U. Eichmann, J.P. Burrows, C. von Savigny, Traveling planetary wave activity from mesopause region airglow temperatures determined by the Network for the Detection of Mesospheric Change (NDMC), *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* 119, 71-82, 2014.
- Sakaguchi, K., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, and M. Connors, Isolated proton auroras and Pc1/EMIC waves at subauroral latitudes, *AGU books*, in press, 2015.
- Shiokawa, K., A. Hashimoto, T. Hori, K. Sakaguchi, Y. Ogawa, E. Donovan, E. Spanswick, M. Connors, Y. Otsuka, S.-I. Oyama, S. Nozawa, K. McWilliams, Auroral fragmentation into patches, *J. Geophys. Res.*, 119, doi:10.1029/2014JA020050, 2014.
- Shiokawa, K., Y. Otsuka, K. J. Lynn, P. Wilkinson and T. Tsugawa, Airglow-imaging observation of plasma bubble disappearance at geomagnetically conjugate points, *Earth Planets Space*, in press, 2015.
- Shiokawa, K., Y. Yokoyama, A. Ieda, Y. Miyoshi, R. Nomura, S. Lee, N. Sunagawa, Y. Miyashita, M. Ozaki, K. Ishizaka, S. Yagitani, R. Kataoka, F. Tsuchiya, I. Schofield, and M. Connors, Ground-based ELF/VLF chorus observations at subauroral latitudes - VLF-CHAIN Campaign, *J. Geophys. Res.*, 119, doi:10.1029/2014JA020161, 2014.
- Takahashi, H., S. Costa, Y. Otsuka, K. Shiokawa, J. F. G. Monico, E. Paula, P. Nogueira, C. M. Denardini, F. Becker-Guedes, C. M. Wrasse, A. S. Ivo, V. C. F. Gomes, W. Gargarella Jr., N. Sant'Anna, and R. Gatto, Diagnostics of equatorial and low latitude ionosphere by TEC mapping over Brazil, *Adv. Space Res.*, 10.1016/j.asr.2014.01.032, 2014. (published on 28 February 2014)
- Takahashi, T., S. Nozawa, M. Tsutsumi, C. Hall, S. Suzuki, T. T. Tsuda, T. D. Kawahara, N. Saito, S. Oyama, S. Wada, T. Kawabata, H. Fujiwara, A. Brekke, A. Manson, C. Meek, and R. Fujii, A case

- study of gravity wave dissipation in the polar MLT region using sodium LIDAR and radar data, *Ann. Geophys.*, 32, 1195-1205, 2014.
- Teramoto, M., N. Nishitani, V. Pilipenko, T. Ogawa, K. Shiokawa, T. Nagatsuma, A. Yoshikawa, D. Baishev, and K. T. Murata, Pi2 pulsation simultaneously observed in the E and F region ionosphere with the SuperDARN Hokkaido radar, *J. Geophys. Res.*, 119, 3444–3462, doi:10.1002/2012JA018585, 2014.
- V. Lakshmi Narayanan, K. Shiokawa, Y. Otsuka, S. Saito, Airglow observations of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances from Yonaguni: Statistical characteristics and low latitude limit, *J. Geophys. Res.*, 119, doi: 10.1029/2014JA020368, 2014.
- V. Lakshmi Narayanan, Sukanta Sau, S. Gurubaran, K. Shiokawa, Nanan Balan, K. Emperumal, and S. Sripathi, A statistical study of satellite traces and evolution of equatorial spread F, *Earth Planets Space*, in press, 2014.
- Wanliss, J. A., K. Shiokawa, and K. Yumoto, Latitudinal variation of stochastic properties of the geomagnetic field, *Nonlin. Processes Geophys.*, 21, 1-10, doi:10.5194/npg-21-1-2014, 2014.
- Wu, Qian and Satonori Nozawa, Mesospheric and thermospheric observations of the January 2010 stratospheric warming event, *JASTP*, 123, 22-38, 2015.
- Zou, Y., and N. Nishitani, Study of mid-latitude ionospheric convection during quiet and disturbed periods using the SuperDARN Hokkaido radar, *Adv. Space Res.*, 54, 473-480, <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2014.01.011>, 2014.

関連する受賞

田中館賞（地球電磁気・地球惑星圏学会）：西谷望（2015年2月受賞内定）