

ジオスペース研究センター・プロジェクト2

「人工衛星一地上共同観測によるジオスペース研究の新展開」 平成21年度報告書

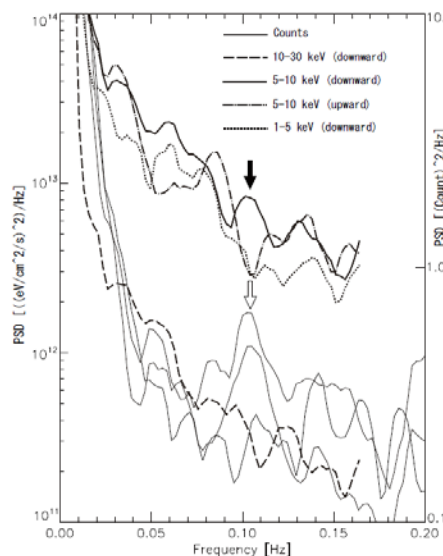
プロジェクトメンバー：塩川和夫、西谷望、野澤悟徳、関華奈子、三好由純

研究成果

1. カナダでのオーロラ・大気光の光学観測

平成19年度及び20年度のTHEMIS衛星一地上データの解析を行い、オーロラサブストーム開始時におけるオーロラの経度方向の時間発展が、小さいスケールの構造から大きいスケールの構造へと逆カスケードを繰り返しながら発展していくことを初めて明らかにした。また、パルセイティングオーロラと磁気共役点に位置するTHEMIS衛星のデータを解析し、このオーロラに伴う磁気圏プラズマ・電磁場の特性も明らかにした。さらに、平成22年1-3月に、高時間分解能(110Hz)のEMCCDカメラを用いて、オーロラの高時間分解能観測を行った。平成17年1月及び9月にカナダ・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、誘導型磁力計は順調に観測を継続している。平成21年10月に電通大の教員がレズリュートベイに出張し、平成21年度冬季の自動観測を開始した。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。

図1. ギラムで2008年1月8日の0900UTに観測されたパルセイティングオーロラ変動(counts)のスペクトルと、磁気共役点の磁気圏に位置するTHEMIS衛星で観測された電子フラックスのスペクトル。5-10keVの降込電子とオーロラに、ともに0.1Hzのピークが見える。



2. 極冠域パッチ現象の衛星一地上同時観測

カナダ・レズリュートベイでの定常観測により、極冠域パッチ現象の観測が続けられている。極冠域パッチ現象は、太陽に照らされた昼間側の電離圏の密度の高いプラズマが、何らかの原因でちぎれ、白い実線で示した極冠域のプラズマ対流によって、夜側まで運ばれて来る現象である。その顕著な例として、2006年12月20日に観測されたパッチ現象とPolarDARNレーダーの極域対流パターンを比較することにより、背景のプラズマ対流によって発生するパッチ構造の変動を定量的に明らかにすることに成功している。

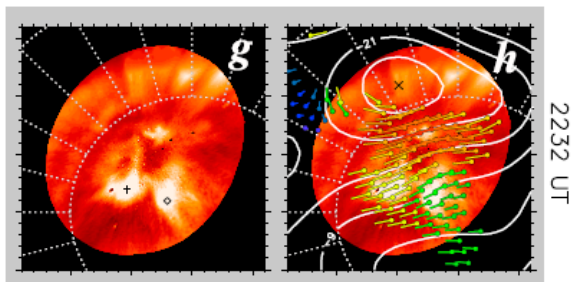


図2. レズリュートベイで観測された極冠域パッチ現象(左)とその上に重ねたプラズマ対流(Hosokawa et al., JGR, 2010)。

3. 内部磁気圏を探索する小型衛星ERGの検討

内部磁気圏衛星を探索する衛星ERG(Energization and Radiation in Geospace)は、平成18年度に小型衛星に関するワーキンググループの1つとして正式採用され、pre-Phase-Aの検討を進めてきたが、平成20年9月末に提案書をJAXA宇宙科学研究本部(ISAS)に提出した。この、審査の結果、ISASが推進する小型衛星シリーズの2号機の第1候補として平成21年度にISASよりJAXAに提案され、現在、JAXAの最終決定が待たれている。プロジェクト2のメンバーは、この検討と提案書の取りまとめ、引き続きヒアリング審査に関して、サイエンス検討の側面からサイエンスマネージャー、連携地上観測班、理論・モデリング班のPIとして中心的な役割を果たしてきた。

4. 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 21 年度も一部期間を除いて定常観測を継続した。この観測から、日本上空では南西に伝搬する中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) が、北海道以北では、北東に伝搬するものも相当数あることが、統計的に明らかになってきた。MSTID の発生と伝搬の原因はまだ謎であり、この結果は、その特性に緯度方向の依存性があることを示した重要な成果である。

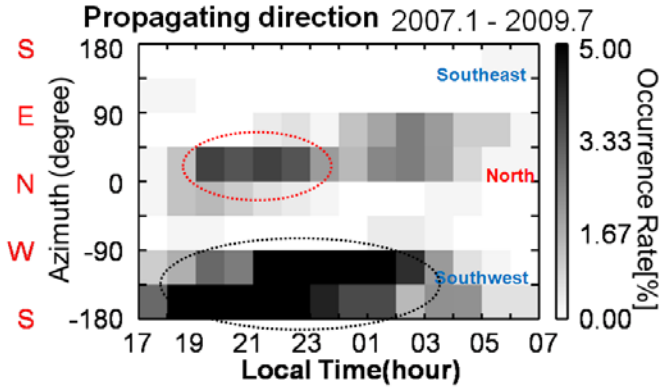


図 3. 北海道短波レーダーで観測された MSTID の伝搬方向別の発生確率。南西伝搬だけでなく、北東伝搬の成分も相当数あることがわかる (Ichihara et al., AGU Fall Meeting, 2009)。

5. ライダー機器開発支援

トロムソにある EISCAT レーダーとの共同観測を目的とした高層大気温度観測装置の主要部であるナトリウム温度ライダーの開発を、名古屋大学、信州大学、理化学研究所のグループの共同研究として進めた。2009 年度後半に、トロムソにコンテナハウスを設置して、2010 年 2-3 月に完成したライダーを搬入し、現地での機器のセットアップとテストを開始した。



図 4. トロムソに設置されたナトリウムライダーのコンテナハウス。

6. 熱圏中間圏分光観測装置

熱圏中間圏分光観測装置の最後の主要部である 4 台のファブリ・ペロー干渉計の製作を終了し、うち一台は 2009 年 1 月にトロムソに設置して定常観測を開始。パルセーティングオーロラに伴う強い鉛直風を世界で初めて発見した。残りの 3 台は、2009 年 7-9 月に信楽で熱圏風の観測を行い、良好な結果を得た。今後のグローバル観測の展開のため、このうち 1 台を 2010 年 1 月にタイの赤道域に設置して、定常観測を開始した。

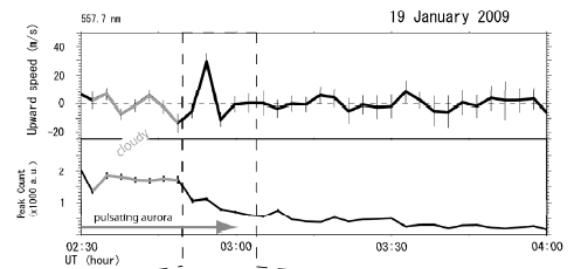
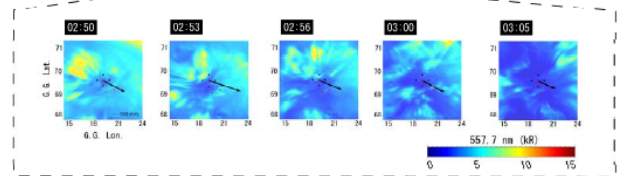


図 5. パルセーティングオーロラ (下段) に伴う強い上向き鉛直風の観測。オーロラのパッチ構造の暗い部分で、強い鉛直風が観測されている (Oyama et al., submitted to Ann. Geo., 2010)。



関連する査読付き論文 (2009年1月以降)

- Suzuki, S., K. Shiokawa, K. Hosokawa, K. Nakamura, and W. K. Hocking, Statistical characteristics of polar cap mesospheric gravity waves observed by an all-sky airglow imager at Resolute Bay, Canada, *J. Geophys. Res.*, 114, A01311, doi:10.1029/2008JA013652, 2009.
- Sakaguchi, K., K. Shiokawa, A. Ieda, R. Nomura, A. Nakajima, M. Greffen, E. Donovan, I. R. Mann, H. Kim, and M. Lessard, Fine structures and dynamics in auroral initial brightening at substorm onsets, *Ann. Geophys.*, 27, 623-630, 2009.
- Shiokawa, K., K. Hosokawa, K. Sakaguchi, A. Ieda, Y. Otsuka, T. Ogawa and M. Connors, The Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs) for network measurements of aurora and airglow, *Future Perspectives of Space Plasma and Particle Instrumentation and International Collaborations*, AIP Conference proceedings, edited by M. Hirahara, Y. Miyoshi, N. Terada, I. Shinohara, and T. Mukai, AIP Conference proceedings, pp.212-215, doi:10.1063/1.3169292, 2009.
- Shiokawa, K., Y. Otsuka, and T. Ogawa, Propagation characteristics of nighttime mesospheric and thermospheric waves observed by optical mesosphere thermosphere imagers at middle and low latitudes, *Earth Planets Space*, 61, 479-491, 2009.
- Shiokawa, K., A. Ieda, A. Nakajima, K. Sakaguchi, R. Nomura, T. Aslaksen, M. Greffen, E. Spanswick, and E. Donovan, S. B. Mende, J. McFadden, K.-H. Glassmeier, V. Angelopoulos, and Y. Miyashita, Longitudinal development of a substorm brightening arc, *Ann. Geophys.*, 27, 1935-1940, 2009.
- Hosokawa, K., K. Shiokawa, Y. Otsuka, and T. Ogawa, J. P. St-Maurice, G. J. Sofko, and D. A. Andre, Spatial relationship of polar cap patches and field-aligned irregularities observed with an all-sky airglow imager at Resolute Bay and the PolarDARN Rankin Inlet radar, *J. Geophys. Res.*, in press, 2010.
- Ogawa, T., N. Nishitani, Y. Otsuka, K. Shiokawa, T. Tsugawa, and K. Hosokawa, Medium-scale traveling ionospheric disturbances observed with the SuperDARN Hokkaido radar, all-sky imager and GPS network, and their relation to concurrent sporadic-E irregularities, *J. Geophys. Res.*, 114, A03316, doi:10.1029/2008JA013893, 2009.
- Hosokawa, K., T. Kashimoto, S. Suzuki, K. Shiokawa, Y. Otsuka and T. Ogawa, Motion of polar cap patches: A statistical study with all-sky airglow imager at Resolute Bay, Canada, in press, *J. Geophys. Res.*, 2009.
- Hosokawa, K., T. Tsugawa, K. Shiokawa, Y. Otsuka, T. Ogawa, and M. R. Hairston, Unusually elongated, bright airglow plume in the polar cap F region: Is it a tongue of ionization?, *Geophys.*

- Res. Lett., 36, L07103, doi:10.1029/2009GL037512, 2009.
- Saroso, S., K. Hattori, H. Ishikawa, Y. Ida, R. Shirogane, M. Hayakawa, K. Yumoto, K. Shiokawa, and M. Nishihashi, ULF geomagnetic anomalous changes possibly associated with 2004-2005 Sumatra earthquakes, *Phys. Chem. Earth*, 34, 343-349, 2009.
- Suzuki, S., K. Hosokawa, T. F. Shibata, K. Shiokawa, Y. Otsuka, N. Nishitani, T. Ogawa, A. V. Koustov, and B. M. Shevtsov, Coordinated observations of nighttime medium-scale traveling ionospheric disturbances in 630-nm airglow and HF radar echoes at midlatitudes, *J. Geophys. Res.*, 114, A07312, doi:10.1029/2008JA013963, 2009.
- Koustov, A., N. Nishitani, K. Shiokawa, S. Suzuki, and B.M. Shevtsov, Joint observations of a traveling ionospheric disturbance with the Paratunka OMTI camera and the Hokkaido HF radar, *Ann. Geophys.*, 27, 2399-2406, 2009.
- Hosokawa, K., J. P. St-Maurice, G. J. Sofko, K. Shiokawa, Y. Otsuka, T. Ogawa, Splitting of polar cap patches: effect of shear in background plasma convection, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1029/2009JA014599, 2009.
- Jayachandran, P. T., K. Hosokawa, J. W. MacDougall, S. Mushini, R. B. Langley, and K. Shiokawa, GPS total electron content variations associated with a polar cap arc, *J. Geophys. Res.*, 114, A12304, doi:10.1029/2009JA014916, 2009.
- Sakaguchi, K., K. Shiokawa, and E. Donovan, Azimuthal structures of ray auroras at the beginning of auroral substorms, *Geophys. Res. Lett.*, 36, L23106, doi:10.1029/2009GL041252, 2009.
- Nakajima, A., K. Shiokawa, K. Seki, R. Nakamura, K. Keika, W. Baumjohann, T. Takada, J. P. McFadden, C. W. Carlson, A. N. Fazakerley, H. Reme, I. Dandouras, R. J. Strangeway, O. Le Contel, N. Cornilleau-Wehrin, and K. H. Yearby, Simultaneous FAST and Double Star-TC1 observations of broadband electrons during a storm-time substorm, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1029/2009JA014907, 2010.
- Shiokawa, K., A. Nakajima, A. Ieda, K. Sakaguchi, R. Nomura, T. Aslaksen, M. Greffen, and E. Donovan, Rayleigh-Taylor type instability in auroral patches, *J. Geophys. Res.*, 115, A02211, doi:10.1029/2009JA014273, 2010.
- Hayashi, H., N. Nishitani, T. Ogawa, Y. Otsuka, T. Tsugawa, K. Hosokawa, and A. Saito, Large-Scale traveling ionospheric disturbance observed by SuperDARN Hokkaido HF radar and GPS networks on 15 December 2006, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1029/2009JA014297, 2010.
- Kikuchi, T., Y. Ebihara, K. K. Hashimoto, R. Kataoka, T. Hori, S. Watari, and N. Nishitani, Penetration of the convection and overshielding electric fields to the equatorial ionosphere during a quasi-periodic DP2 geomagnetic fluctuation event, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1029/2008JA013948, 2010.