

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20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21年2-3月に、米国THEMIS衛星が磁気圏尾部を集中観測する時期に合わせて、カナダ・フォートスミスとギラムで30Hzサンプリングの高感度全天カメラでオーロラのキャンペーン観測をおこなった。オーロラサブストームやパルセーティングオーロラの衛星一地上同時観測を得て、現在、解析を行っている。また、平成20年1-3月に行った同様のキャンペーンの結果を論文として公開した。また、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20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20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。

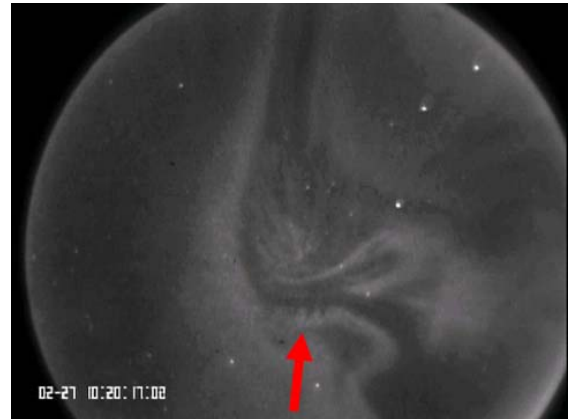


図1. ギラムで2009年2月27日の10:20UTに観測されたパッチ状オーロラの小スケール波状構造。画面の縦横は50km×80kmのサイズ。

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15日の磁気嵐時にレズリュートベイで観測された非常に明るいパッチ現象とDMSP衛星の観測を比較することにより、この現象が昼側電離圏から延びてきた電離圏舌状構造 (tongue of ionization - TOI) であることを示し、その生成と極冠域への伝搬の様子を明らかにすることができた。

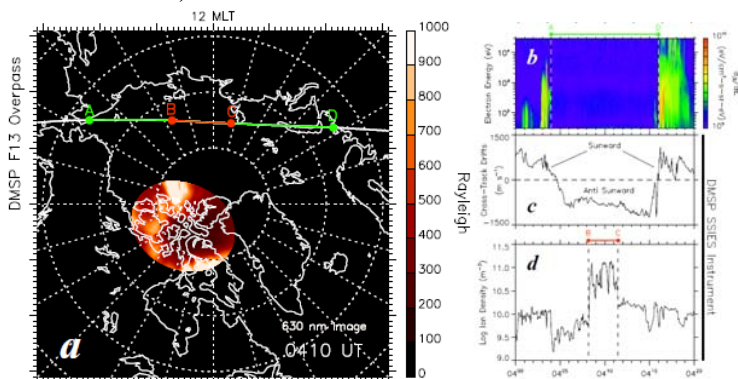


図2. レズリュートベイで観測された極冠域TOI現象の大気光画像(左)と同時に観測されたA-Dに渡る範囲のDMSP衛星の電子降り込み、イオンドリフト速度、電子密度のデータ (Hosokawa et al., GRL, 2009より)。

3. EMIC波動による放射線帯電子散逸過程の同定

2005年9月5日に、Athabascaにおいて強いPc1を伴った孤立プロトンオーロラが観測された。このとき、低高度POES衛星がプロトンオーロラの上空を通過し、リングカレントのイオンと放射線帯MeV電子が同時にプロトンオーロラに降りこんでいる様子を観測した。また、共役点を通過していたDMSP衛星によって、この降りこみはプラズマポーズ付近であることも同定された。数値計算との比較により、観測されたEMIC波動が放射線帯電子の降りこみを引き起こしていることが同定され、EMIC-相対論的電子相互作用を、1970年代の理論的予想以来、世界ではじめて観測的に実証した。この結果は、Geophysical Research Lettersに発表され、同誌の中で閲覧数の多い論文としてランクインした。

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 宇宙科学研究本部に提出し、現在、審査が進められている。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。



図 3. ERG 衛星提案書の表紙。

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 20 年度も一部期間を除いて定常観測を継続した。平成 20 年度は特に、中規模伝搬性電離圏擾乱 (MSTID) の観測結果が重点的に解析され、擾乱に伴う電離圏 E 層、F 層の電場構造の詳細が明らかになりつつある。詳しくは研究成果論文を参照されたい。

5. ベアアイランド流星レーダーの運用

プロジェクト 2 として、平成 18 年 12 月に北欧ベアアイランドに流星レーダーを設置し、平成 20 年夏期から定常運用を開始、すでに 1 年以上の中間圏風速データが蓄積されている。今後、中間圏の観測を行っている TIMED 衛星 TIDI で得られる風速データや SABER による温度の高度プロファイルと比較していく。さらに、経度や緯度の異なる他の流星レーダーと連携し、下部熱圏/中間圏の大気波動の解明を進めていく予定である。

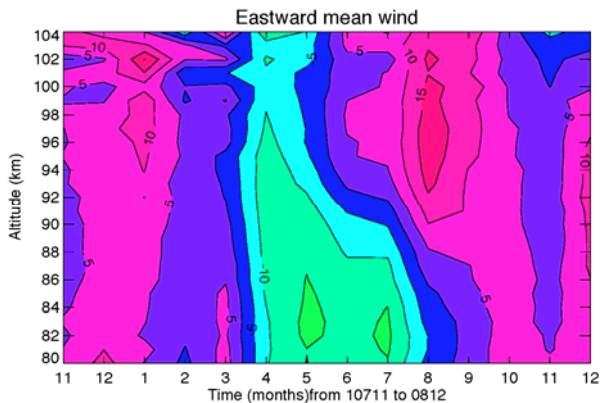


図 4. ベアアイランドの流星レーダーで観測された高度 80-104km の東西風の季節変化 (2007 年 11 月—2008 年 12 月)。

6. 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。レーザー発振部については、メガオプト社と契約し、メガオプト社が製作を進めている。現段階で、波長 1064 nm および波長 1319 nm での、高出力発振が確認されている。波長変換器の開発に関しては、信州大学の川原准教授 (STEL 客員准教授) が中心となって進めている。受信機に関しては、技術部の川端氏が中心となって設計を行い、製作を進めている。受信機 1 号機は完成し、京都大学生存圏研究所に設置されているナトリウムライダーを用いたテスト観測を 2008 年 7 月—8 月に実施し、良い結果を得ている。今後フォトマルの性能評価を行い、4 機製作予定である。トロムソにてナトリウム温度ライダーを設置する、コンテナハウスについて、検討を重ねた。2008 年 9 月および 2009 年 1 月に、トロムソ大学の共同研究者と現地での工事についての打ち合わせを行った。ナトリウム温度ライダーの開発を効率よく進めるために、定期的に打ち合わせ会を開き、議論を重ねている。

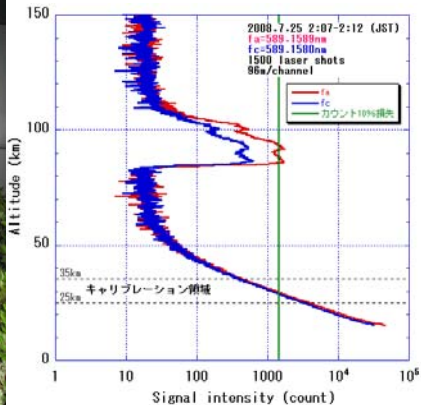


図5. (左) 京都大学生存圏研究所でのテスト観測。(右) テスト観測でえられた散乱光強度の高度プロファイル。高度分解能は96m、レーザー1500発分の積算値。

関連する査読付き論文 (2008年1月以降)

- Donovan, E., W. Liu, J. Liang, E. Spanswick, I. Voronkov, M. Connors, M. Syrjasuo, G. Baker, B. Jackel, T. Trondsen, M. Greffen, V. Angelopoulos, C. T. Russell, S. B. Mende, H. U. Frey, A. Keiling, C. Carlson, J. McFadden, K.-H. Glassmeier, U. Auster, K. Hayashi, K. Sakaguchi, K. Shiokawa, J. A. Wild, and I. J. Rae, Simultaneous THEMIS in situ and auroral observations of a small substorm, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L17S18, doi:10.1029/2008GL033794, 2008.
- Ebihara, Y., N. Nishitani, T. Kikuchi, T. Ogawa, K. Hosokawa, M. -C. Fok and M. F. Thomsen, Dynamical property of storm-time subauroral rapid flows as a manifestation of complex structures of the plasma pressure in the inner magnetosphere, *J. Geophys. Res.*,

doi:10.1029/2008JA013356, in press, 2008.

- Ebihara, Y., N. Nishitani, T. Kikuchi, T. Ogawa, K. Hosokawa, and M.-C. Fok, Two-dimensional observations of overshielding during a magnetic storm by the Super Dual Auroral Radar Network (SuperDARN) Hokkaido radar, *J. Geophys. Res.*, 113, A01213, doi:10.1029/2007JA012641, 2008.
- 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, 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 tongue of ionization?, *Geophys. Res. Lett.*, doi:10.1029/2009GL037512, in press, 2009.
- Ishida, T., K. Hosokawa, T. Shibata, S. Suzuki, N. Nishitani, and T. Ogawa, SuperDARN observations of daytime MSTIDs in the auroral and mid-latitudes: Possibility of long-distance propagation, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L13102, doi:10.1029/2008GL034623, 2008.
- Koustov, A.V., N. Nishitani, Y. Ebihara, T. Kikuchi, M.R. Hairston, and D. Andre, Subauroral polarization streams: observations with the Hokkaido and King Salmon SuperDARN radars and modeling, *Ann. Geophys.*, 26, 3317-3327, 2008.
- Koustov, A., K. Hosokawa, N. Nishitani, T. Ogawa, and K. Shiokawa, Rankin Inlet PolarDARN radar observations of duskward moving Sun-aligned optical forms, *Ann. Geophys.*, 26, 2711-2723, 2008.
- Miyoshi, Y., K. Sakaguchi, K. Shiokawa, D. Evans, J. Albert, M. Connors, and V. Jordanova, Precipitation of radiation belt electrons by EMIC waves, observed from ground and space, *Geophys. Res. Lett.*, 35, doi:10.1029/2008GL035727, 2008.
- 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.*, in press, 2009.
- Sakaguchi, K., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, Y. Otsuka, T. Ogawa, K. Asamura, and M. Connors, Simultaneous appearance of isolated auroral arcs and Pc 1 geomagnetic pulsations at subauroral latitudes, *J. Geophys. Res.*, 113, A05201, doi:10.1029/2007JA012888, 2008.
- 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, *Proceedings of the Future Perspectives of Space Plasma and Particle Instrumentation and International Collaborations*, (November 1-3, 2006, Rikkyo Univ), in press, 2008.
- Shiokawa, K., Y. Otsuka, N. Nishitani, T. Ogawa, T. Tsugawa, T. Maruyama, S. E. Smirnov, V. V. Bychkov, and B. M. Shevtsov, Northeastward motion of nighttime MSTIDs at middle latitudes observed by an airglow imager, *J. Geophys. Res.*, in press, doi:10.1029/2008JA013417, 2008.
- 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.