

令和元年6月18日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K05569

研究課題名(和文) サブストーム回復相における極域熱圏でのエネルギー収支の解明

研究課題名(英文) Energy dissipation in the polar thermosphere at the substorm recovery phase

研究代表者

大山 伸一郎 (Oyama, Shin-ichiro)

名古屋大学・宇宙地球環境研究所・講師

研究者番号：20444424

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：オーロラの急激な増光を伴う、サブストームと呼ばれる一連の活動は、成長相・拡大相・回復相の3つの時間帯で構成されている。本研究が着目する回復相には、輝度が明滅するオーロラや、不規則な水平構造(パッチ)を持ったオーロラが現れる。本研究は、このパッチ状オーロラに着目し、その周辺で発生する、磁気圏、電離圏、熱圏の間でのエネルギー収支を、観測的に研究した。欧州非干渉散乱(EISCAT)レーダー、高感度カメラ・ファブリペロー干渉計(FPI)を組合わせた観測実験を実施し、パッチ状オーロラには数百keVの高エネルギー電子の降込みが含まれ、下部熱圏の風速変動がそれと連動していることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、数百keVを超える高エネルギー電子がオーロラパッチと一緒に発生し、それと同時に熱圏大気が変動することが分かった。オーロラパッチが出現する時間帯は数時間以上あり、かなり長い時間、熱圏は変動することが分かる。熱圏は低高度衛星が飛翔する高度でもあり、安定した衛星運用を実現するためには、熱圏が変動する時間と場所を知ることは重要である。本研究は、それを知るための指針となる成果と言える。

研究成果の概要(英文)：Auroral substorm has three phases of growth, expansion and recovery, including a sudden brightening of aurora. At the substorm recovery phase, the aurora tends to have temporal pulsations of the luminosity and spatially irregular shape of the patch. This study focused on the auroral patch, and studied energy dissipations around the patch analyzing observed data. We made experiments with the EISCAT radar, high sensitive camera and Fabry-Perot interferometer (FPI). From these analyses, we concluded that high energetic electrons precipitate embedding in the auroral patch and the lower thermospheric wind fluctuates near the patch.

研究分野：超高層大気物理学

キーワード：極域 熱圏 オーロラ 電離圏 ファブリペロー干渉計 磁気嵐 脈動

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

オーロラには、様々な時間発展と空間分布があることが知られている。中でも、サブストームと呼ばれる現象は、オーロラの爆発的な増光を含み、宇宙から確認できるほど明るく、広範囲に広がる。しかも、サブストームは、ほぼ毎日発生する普遍的現象で、1日に数回起きることもある。一旦、サブストームが起きると、電離圏プラズマの密度、温度、速度は一桁以上、増加する。そして、その影響が、加速と加熱という形で極域熱圏に現れる。近年、ノルウェーのトロムソにある高感度ファブリペロー干渉計（FPI;観測波長は557.7nm）と、隣接して設置された高感度カメラを用いて、オーロラと熱圏風速の同時測定を実施した。その結果、サブストーム回復相の後半に現れる脈動オーロラパッチの明暗境界もしくは暗部のみに顕著な風速変動が発見された。その振幅は数十 m/s あり、その運動エネルギー増加量は数十 mW/m^2 、最大で 60 mW/m^2 に達した。脈動オーロラパッチはサブストームに普遍的かつ数時間継続するので、この風速変動は極域超高層大気エネルギー収支の理解において重要な事象である。

一般的に、下部熱圏風速を変動させる機構にはイオンドラッグ、ジュール加熱、粒子加熱が考えられる。最初の二つには電場が必要である。これまでに調査した事例では電離圏対流電場の強度は 10mV/m 程度かそれ以下であった。この電場によるジュール加熱率は上記運動エネルギー増加量の1%以下であり、またイオンから中性大気粒子への運動量輸送時間を考えるとイオンドラッグも主な発生機構とは考えにくい。粒子加熱率は本現象が暗部に出現していることを考えると主な原因とは言えない。このように本現象は従来考えられてきたエネルギー発生機構ではない他の機構が支配的だと推測される。しかしその発生機構を始め、脈動オーロラの動態特性と電離圏・熱圏応答がどのような関係にあるのか解明されていない。脈動オーロラパッチの特性、普遍性を観測データから抽出し、その特徴を捉え、その中から、下部熱圏風を変動させている物理機構に関係する現象を見出す研究活動が行われている。

2. 研究の目的

オーロラ活動による極域の熱圏大気変動は磁気圏-電離圏-熱圏結合研究における重要な課題の一つである。近年の我々の研究により、サブストーム回復相の後半に現れる、形状変化が緩やかな東進性脈動オーロラパッチの明暗境界あるいは暗部に、既知の物理機構では理解できないほどの振幅を持つ下部熱圏風速が発見された。この運動エネルギーの増加量は電離圏対流電場がつくるジュール加熱エネルギー量の百倍以上であった。この風速変動の発生機構を探るべく、欧州非干渉散乱（EISCAT）レーダー、高感度カメラ・ファブリペロー干渉計等の光学装置による精密探査を実施した。

3. 研究の方法

これまでの観測研究により対象の風速変動は、①サブストーム回復相に現れる明暗境界のはっきりした東進性オーロラパッチを伴う、②明暗境界部分か暗部に限定的に出現する、③脈動オーロラを伴う、④変動の開始と終了は数分以内に起こる、⑤電離圏対流電場は総じて小さい、という特徴を持つことが分かった。ただし現トロムソ光学装置の時間分解能では発生場所の特定（パッチ境界か暗部か）ができなかった。そこで本観測研究では既存 FPI の時間分解能の向上、EMCCD カメラの利用、EISCAT レーダーとの同時観測を実施し、より高い精度で現象特性を把握した。

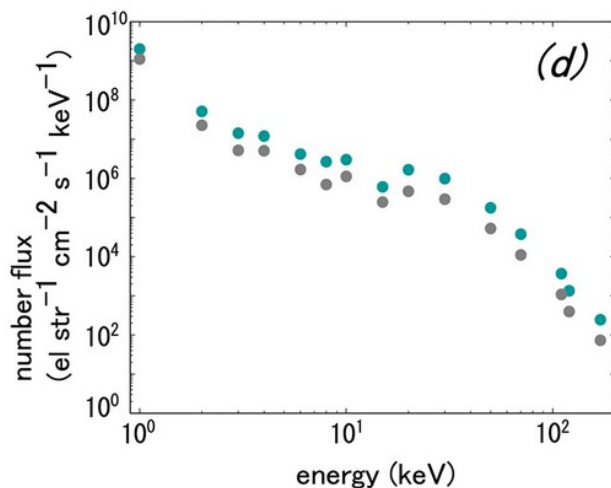
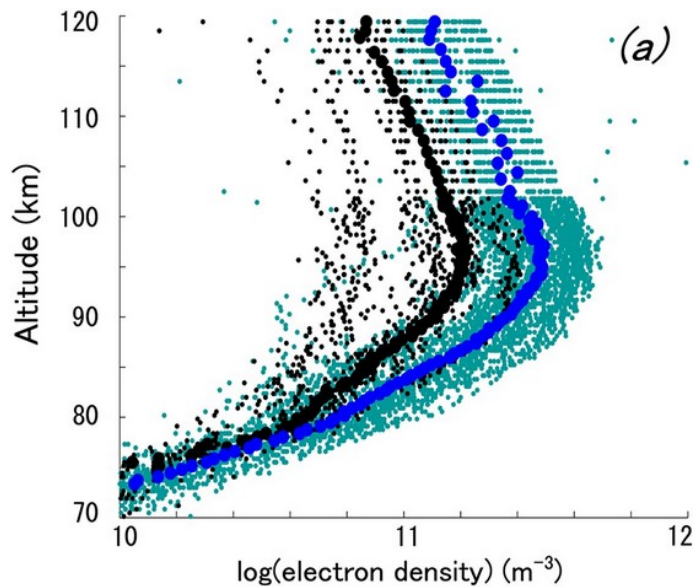
脈動オーロラパッチは、高いエネルギーまで加速された降下電子が含まれていることが示唆されていた。それを観測実証するために、EISCAT レーダーが測定した電子密度から、降下電子のエネルギーフラックスを導出し、パッチとの関係を調べた。

EISCAT レーダーは、時間分解能（最高）5 秒、高度分解能 3km で、上空 60 km 以上を測定することができる。地球磁力線方向にレーダー視野を固定し、研究対象となるオーロラパッチが、レーダー視野を通過する時間帯を抽出した。レーダー測定地点とオーロラパッチとの相対距離でデータを分類し、電離圏物理量の違いを解析した。選出したデータから、電子密度の高度プロファイルを導出することができる。そのプロファイルから、磁気圏から降り込んでくるオーロラ電子のエネルギーを、逆値問題を解いて求める。

4. 研究成果

オーロラの急激な増光を伴う、サブストームと呼ばれる一連の活動は、成長相・拡大相・回復相の3つの時間帯で構成されている。本研究が着目する回復相には、輝度が明滅するオーロラや、不規則な水平構造（パッチ）を持ったオーロラが現れる。本研究は、このパッチ状オーロラに着目し、その周辺で発生する、磁気圏、電離圏、熱圏の間でのエネルギー収支を、観測的に研究した。欧州非干渉散乱（EISCAT）レーダー、高感度カメラ・ファブリペロー干渉計（FPI）を組合わせた観測実験を実施した。

パッチ状オーロラや脈動オーロラが発生している時間帯には、数百 keV にまで加速された高エネルギー電子が、宇宙空間から地球大気へ侵入していると言われている。より高いエネルギーを持った降下電子ほど、より低い高度の大気まで侵入して、その大気を電離させること



(a) ができる。この性質を利用し、電子密度の高度分布を測定すること(左図(a))で、降下電子のエネルギーとフラックスを推定することができる(左図(d))。この方法を、EISCATレーダーが測定する電子密度に応用し、パッチ状オーロラが現れている時のエネルギーを推定した。

パッチ状オーロラは、比較的明るい部分と暗い部分で構成されている。この構造を基に、EISCATレーダーの測定地点とパッチとの相対距離で分類したデータセットを準備し、そこから降下オーロラ電子のエネルギーフラックスを計算した。その結果、オーロラパッチの明るさによらず、フラックスがピークになるエネルギー値や、フラックスのエネルギーに対する傾きに、顕著な違いは見られなかった。しかし、フラックスの大きさは、パッチの明るい部分の方が(左図(d)の緑点)、暗い方(左図(d)の黒点)よりも大きかった。従って、パッチの輝度の違いは、降下電子の量(フラックス)に依存していることになる。

下部熱圏の風速変動は、パッチの中でも、比較的暗い部分でのみ発生する傾向がある。上記の結果から、風速変動は、エネルギーは高いが量は比較的少ない、輝度が比較的低い領域に集約されていることが分かった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 17 件)

1. Ozaki, M., Y. Miyoshi, K. Shiokawa, K. Hosokawa, S. Oyama, R. Kataoka, Y. Ebihara, Y. Ogawa, Y. Kasahara, S. Yagitani, Y. Kasaba, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, S. Matsuda, Y. Katoh, M. Hikishima, S. Kurita, Y. Otsuka, R. C. Moore, Y. Tanaka, M. Nosé, T. Nagatsuma, N. Nishitani, A. Kadokura, M. Connors, T. Inoue, A. Matsuoka, & I. Shinohara, Visualization of rapid electron precipitation via chorus element wave-particle interactions, *Nature Communications*, doi:10.1038/s41467-018-07996-z, 2019.
2. Kawamura, S., K. Hosokawa, S. Kurita, S. Oyama, Y. Miyoshi, Y. Kasahara, M. Ozaki, S. Matsuda, A. Matsuoka, B. Kozelov, Y. Kawamura, I. Shinohara, Tracking the region of high correlation between pulsating aurora and chorus : simultaneous observations with Arase satellite and ground-based all-sky imager in Russia, *J. Geophys. Res.*, 10.1029/2019JA026496, in-press, 2019.
3. Cai, L., Oyama, S.-I., Aikio, A., Vanhamäki, H., & Virtanen, I. (2019). Fabry-Perot interferometer observations of thermospheric horizontal winds during magnetospheric substorms. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 124. <https://doi.org/10.1029/2018JA026241>
4. T. T. Tsuda, M. T. Rietveld, M. J. Kosch, S. Oyama, K. Hosokawa, S. Nozawa, T. Kawabata, A. Mizuno and Y. Ogawa, Survey of conditions for artificial aurora experiments at EISCAT Tromsø using dynasonde data, *Earth, Planets and Space* 201870:40, <https://doi.org/10.1186/s40623-018-0805-9>, 2018.
5. Oyama, S., T. T. Tsuda, K. Hosokawa, Y. Ogawa, Y. Miyoshi, S. Kurita, A. E. Kero, R. Fujii, Y. Tanaka, A. Mizuno, T. Kawabata, B. Gustavsson and T. Leyser, Auroral molecular-emission effects on the atomic oxygen line at 777.4 nm, *Earth, Planets and Space*, 70:166, doi:10.1186/s40623-018-0936-z, 2018.

6. Tsuda, T. T., M. T. Rietveld, M. J. Kosch, S. Oyama, Y. Ogawa, K. Hosokawa, S. Nozawa, T. Kawabata and A. Mizuno, Survey of conditions for artificial aurora experiments by the second electron gyro-harmonic at EISCAT Tromsø using dynasonde data, *Earth, Planets and Space* 201870:94, <https://doi.org/10.1186/s40623-018-0864-y>, 2018
7. Shiokawa, K., M. Ozaki, A. Kadokura, Y. Endo, T. Sakanoi, S. Kurita, Y. Miyoshi, S.-I. Oyama, M. Connors, I. Schofield, J. Michael Ruohoniemi, M. Nose, T. Nagatsuma, K. Sakaguchi, D. G. Baishev, A. Pashinin, R. Rakhmatulin, B. Shevtsov, I. Poddelsky, M. Engebretson, Tero Raita, Y.-M. Tanaka, M. Shinohara, M. Teramoto, R. Nomura, A. Fujimoto, A. Matsuoka, N. Higashio, T. Takashima, I. Shinohara, and Jay M. Albert, Purple auroral rays and global Pc1 pulsations observed at the CIR-associated solar wind density enhancement on March 21, 2017, *Geophys. Res. Lett.*, 45, doi:10.1029/2018GL079103, 2018.
8. Ozaki, M., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, S. Oyama, S. Yagitani, et al., Microscopic observations of pulsating aurora associated with chorus element structures: Coordinated Arase satellite-PWING observations, *Geophysical Research Letters*, 45, <https://doi.org/10.1029/2018GL079812>, 2018
9. Kurita, S., Y. Miyoshi, K. Shiokawa, N. Higashio, T. Mitani, T. Takashima, A. Matsuoka, I. Shinohara, C. A. Kletzing, J. B. Blake, S. G. Claudepierre, M. Connors, S. Oyama, T. Nagatsuma, K. Sakaguchi, D. Baishev and Y. Otsuka, Rapid loss of relativistic electrons by EMIC waves in the outer radiation belt observed by Arase, Van Allen Probes, and the PWING ground stations, *Geophys. Res. Lett.*, 45, doi:10.1029/2018GL080262, 2018.
10. Fukizawa, M., T. Sakanoi, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, K. Shiokawa, Y. Katoh, Y. Kazama, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, Y. Miyashita, Y. Nose, M. Tanaka, Y. Kasahara, M. Ozaki, A. Matsuoka, S. Matsuda, M. Hikishima, S. Oyama, Y. Ogawa, S. Kurita, R. Fujii, Electrostatic electron cyclotron harmonic waves as a candidate to cause pulsating auroras, *Geophys. Res. Lett.*, 45, doi:10.1029/2018GL080145, 2018.
11. Oyama, S., A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 122, doi:10.1002/2016JA023484, 2017.
12. Oyama, S., Kubota, K., Morinaga, T., Tsuda, T. T., Kurihara, J., Larsen, M. F., Yamamoto, M., Cai, L., Simultaneous FPI and TMA measurements of the lower thermospheric wind in the vicinity of the poleward expanding aurora after substorm onset. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 122. <https://doi.org/10.1002/2017JA024613>, 2017.
13. Nakamura, Y., K. Shiokawa, Y. Otsuka, S.-I. Oyama, et al., Measurement of thermospheric temperatures using OMTI Fabry-Perot interferometers with 70mm etalon, *Earth, Planets and Space*, 69:57, doi: 10.1186/s40623-017-0643-1, 2017.
14. Shiokawa, K., Y. Kato, Y. Hamaguchi, Y. Yamamoto, T. Adachi, M. Ozaki, S. Oyama, et al., Ground-based instruments of the PWING project to investigate dynamics of the inner magnetosphere at subauroral latitudes as a part of the ERG-ground coordinated observation network, *Earth, Planets and Space*, 69:160, doi: 10.1186/s40623-017-0745-9, 2017.
15. Oyama, S., K. Shiokawa, Y. Miyoshi, K. Hosokawa, B. J. Watkins, J. Kurihara, T. T. Tsuda, and C. T. Fallen, Lower thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, *J. Geophys. Res. Space Physics*, 121, doi:10.1002/2015JA022129, 2016.
16. Yatagai, A., and S. Oyama, Thermospheric Nocturnal Wind Climatology Observed by Fabry-Perot Interferometers over the Asia-Oceania Region, *J. Meteorol. Soc. Japan*, 94(6), doi:10.2151/jmsj.2016-026, 2016.
17. Turunen, E., A. Kero, P. T. Verronen, Y. Miyoshi, S.-I. Oyama, and S. Saito, Mesospheric ozone destruction by high-energy electron precipitation associated with pulsating aurora, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, doi:10.1002/2016JD025015, 2016.

18.

[学会発表] (計 28 件)

1. Oyama, S., A. Aikio, M. G. Conde, H. Vanhamaki, I. Virtanen, T. Ulich, U. Brondstrom, P. Verronen, L. Roininen, Sari Lasanen, A. Workayehu, K. Shiokawa, Heqiu Xu, M. Ishii, M. Hirahara, T. Sakanoi, Y. Tanaka, C. Fallen, B. J. Watkins, M. Orispaa, Y. Ogawa, L. Cai, E. Turunen, and K. Kauristie, SDI-3D project: MIT coupling study with the EISCAT_3D, Observatory Days 2019, Sodankyla, Finland, 2019/1/9
2. S. Oyama, Anita Aikio, Mark Conde, Heikki Vanhamaki, Ilkka Virtanen, Lei Cai, Esa Turunen, Antti Kero, Thomas Ulich, and Pekka Verronen, Beyond present understanding of Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere-Mesosphere coupled system at high latitudes: planning instruments to be collaborated with the EISCAT_3D, Sodankyla Observatory

- Days, Sodankyla, Finland, 2018/01
3. S. Oyama, Antti Kero, Craig J. Rodger, Mark A. Clilverd, Yoshizumi Miyoshi, Noora Partamies, Esa Turunen, Tero Raita, Pekka T. Verronen, and Shinji Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, ISAR-5, Tokyo, 2018/01
 4. S. Oyama, Anita Aikio, Mark Conde, Heikki Vanhamaki, Ilkka Virtanen, Lei Cai, Esa Turunen, Antti Kero, Thomas Ulich, and Pekka Verronen, Beyond present understanding of Magnetosphere-Ionosphere-Thermosphere-Mesosphere coupled system at high latitudes: planning instruments to be collaborated with the EISCAT_3D, Sodankyla Observatory Days, Sodankyla, Finland, 2018/01
 5. S. Oyama, Antti Kero, Craig J. Rodger, Mark A. Clilverd, Yoshizumi Miyoshi, Noora Partamies, Esa Turunen, Tero Raita, Pekka T. Verronen, and Shinji Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, ISAR-5, Tokyo, 2018/01
 6. Oyama, S., Mark G. Conde, Anita Aikio, Esa Turunen, Kirsti Kauristie, Heikki Vanhamäki, Ilkka Virtanen, Urban Brändström, Thomas Ulich, Lei Cai, Abiyot Workayehu, Kazuo Shiokawa, Mamoru Ishii, Masafumi Hirahara, Cristopher Fallen, Brenton J. Watkins, SDI-3D project: measurements of the thermosphere, EISCAT_3D user meeting, Uppsala, Sweden, 2018/5/8
 7. Oyama, S., Anita Aikio, Mark Conde, Heikki Vanhamäki, Ilkka Virtanen, Lei Cai, Ken Kubota, Takatoshi Morinaga, Takuo T. Tsuda, Junichi Kurihara, Miguel F. Larsen, Masayuki Yamamoto, Masafumi Hirahara, and Kazuo Shiokawa, New insights found from coalescence of the ionospheric and thermospheric measurements at auroral latitudes, JpGU, Makuhari, 2018/5/20-24, invited
 8. Oyama, S., Ken KUBOTA, Takatoshi MORINAGA, Takuo TSUDA, Junichi KURIHARA, Miguel LARSEN, Masa-Yuki YAMAMOTO, Lei CAI, Simultaneous FPI and TMA Measurements of the Lower-thermospheric Wind in the Vicinity of the Poleward-expanding Aurora After Substorm Onset, AOGS, Honolulu, USA, 2018/6/3-8
 9. Oyama, S., Antti E. Kero, Craig Rodger, Mark A. Clilverd, Yoshizumi Miyoshi, Noora Partamies, Esa Turunen, Tero Raita, Pekka T. Verronen, Shinji Saito, Keisuke Hosokawa, Yasunobu Ogawa, Satoshi Kurita, Satonori Nozawa, Hiroshi Miyaoka, Yoshimasa Tanaka, and Ryoichi Fujii, Coordinated observations with the ground-based instruments and satellites to study energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, International HEPPA-SOLARIS Workshop, Roanoke, USA, 2018/6/11-15, invited"
 10. Oyama, S., Mark G. Conde, Anita Aikio, Esa Turunen, Kirsti Kauristie, Heikki Vanhamäki, Ilkka Virtanen, Urban Brändström, Thomas Ulich, Lei Cai, Abiyot Workayehu, Kazuo Shiokawa, Mamoru Ishii, Masafumi Hirahara, Cristopher Fallen, Brenton J. Watkins, New insights found from coalescence of the ionospheric and thermospheric measurements at auroral latitudes, 45am Optical Meeting, Kiruna, Sweden, 2018/8/27-31, invited
 11. Oyama, S., Mark G. Conde, Anita Aikio, Esa Turunen, Kirsti Kauristie, Heikki Vanhamäki, Ilkka Virtanen, Urban Brändström, Thomas Ulich, Lei Cai, Abiyot Workayehu, Kazuo Shiokawa, Mamoru Ishii, Masafumi Hirahara, Takeshi Sakanoi, Yoshimasa Tanaka, Cristopher Fallen, and Brenton J. Watkins, SDI-3D project: measurements of the thermosphere, 2nd Nordic Observatory Meeting, Abisko, Sweden, 2018/10/2
 12. Oyama, S., A. Aikio, L. Cai, M. G. Conde, E. Turunen, K. Kauristie, H. Vanhamäki, I. Virtanen, U. Brändström, T. Ulich, A. Workayehu, K. Shiokawa, Heqiucen Xu, M. Ishii, M. Hirahara, T. Sakanoi, Y. Tanaka, C. Fallen, B. J. Watkins, M. Orispää, and Y. Ogawa, Dynamics of the polar thermospheric wind and substorm phases, AGU Fall Meeting, Washington, D.C., 2018/12/10-14
 13. S. Oyama, A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, JPGU 2017, Makuhari, 2017/05
 14. S. Oyama, A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, EISCAT workshop, Tokyo, 2017/05
 15. S. Oyama, Kazuo Shiokawa, Yoshizumi Miyoshi, Keisuke Hosokawa, Brenton J. Watkins, Junichi Kurihara, Takuo T. Tsuda, and Christopher T. Fallen, Lower thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, EISCAT workshop, Tokyo, 2017/05
 16. S. Oyama, Keisuke Hosokawa, Yasunobu Ogawa, Yoshizumi Miyoshi, Takuo T. Tsuda, Satoshi Kurita, Antti Kero, Ryoichi Fujii, Satonori Nozawa, Hiroshi Miyaoka, Yoshimasa Tanaka, Akira Mizuno, and Tetsuya Kawabata, Evaluation of the auroral

- molecular-emission effects on the atomic line at 777.4 nm, SGEPS, Kyoto, 2017/10
17. S. Oyama, A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, JPGU 2017, Makuhari, 2017/05
 18. S. Oyama, A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, EISCAT workshop, Tokyo, 2017/05
 19. S. Oyama, Kazuo Shiokawa, Yoshizumi Miyoshi, Keisuke Hosokawa, Brenton J. Watkins, Junichi Kurihara, Takuo T. Tsuda, and Christopher T. Fallen, Lower thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, EISCAT workshop, Tokyo, 2017/05
 20. S. Oyama, Keisuke Hosokawa, Yasunobu Ogawa, Yoshizumi Miyoshi, Takuo T. Tsuda, Satoshi Kurita, Antti Kero, Ryoichi Fujii, Satonori Nozawa, Hiroshi Miyaoka, Yoshimasa Tanaka, Akira Mizuno, and Tetsuya Kawabata, Evaluation of the auroral molecular-emission effects on the atomic line at 777.4 nm, SGEPS, Kyoto, 2017/10
 21. S. Oyama, A. Kero, C. J. Rodger, M. A. Clilverd, Y. Miyoshi, N. Partamies, E. Turunen, T. Raita, P. T. Verronen, and S. Saito, Energetic electron precipitation and auroral morphology at the substorm recovery phase, AGU Fall meeting, New Orleans, USA, 2017/12
 22. Oyama, S., K. Shiokawa, A. Aikio, L. Cai, M. Hirahara, B. J. Watkins, C. T. Fallen, M. G. Conde, and A. Yatagai, Dependency of the thermospheric dynamics on the auroral morphology, International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System III, Golden Sands, Varna, Bulgaria, September 2016.
 23. Oyama, S., Yoshizumi Miyoshi, Shinji Saito, Antti Kero, Esa Turunen, Jyrki Manninen, Tero Raita, Noora Partamies, Pekka T. Verronen, Craig Rodger, Mark Clilverd, Correspondence of evolution of EEP with auroral-patch morphological changes at the substorm recovery phase, HEPPA-SOLARIS 2016, Helsinki, Finland, 2016/6.
 24. Oyama, S., Kazuo Shiokawa, Yoshizumi Miyoshi, Keisuke Hosokawa, Brenton J. Watkins, Junichi Kurihara, Takuo T. Tsuda, and Christopher T. Fallen, Lower-thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, Mini-workshop on the generation/propagation of plasma waves in the Earth's inner magnetosphere, Tokyo, August 2016.
 25. Oyama, S., K. Shiokawa, A. Aikio, L. Cai, M. Hirahara, B. J. Watkins, C. T. Fallen, M. G. Conde, and A. Yatagai, Dependency of the thermospheric dynamics on the auroral morphology, International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System III, Golden Sands, Varna, Bulgaria, September 2016.
 26. Oyama, S., Next Target of PULSTAT, CHAMOS meeting, Luosto, Finland, 2016/11.
 27. Oyama, S., Introduction of the EMCCD camera at the SGO site, CHAMOS meeting, Luosto, Finland, 2016/11.
 28. Oyama, S., Kazuo Shiokawa, Yoshizumi Miyoshi, Keisuke Hosokawa, Brenton J. Watkins, Junichi Kurihara, Takuo T. Tsuda, and Christopher T. Fallen, Lower-thermospheric wind variations in auroral patches during the substorm recovery phase, AGU, 2016/12.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

特になし

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：なし

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。