

れいめい衛星画像-粒子同時観測により捉えられたブラックオーロラの生成メカニズム

小淵 保幸 [1]; 坂野井 健 [2]; 岡野 章一 [3]; 浅村 和史 [4]; 山崎 敦 [5]; 笠羽 康正 [6]; 平原 聖文 [7]; 三好 由純 [8]; 海老原 祐輔 [9]; 関 華奈子 [10]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理; [4] 宇宙研; [5] 宇宙科学研究本部; [6] 東北大・理; [7] 東大・理・地惑; [8] 名古屋大・太陽地球環境研究所; [9] 名大高等研究院; [10] 名大 STE 研

Generation mechanisms of black aurora obtained from simultaneous REIMEI image and particle observations

Yasuyuki Obuchi[1]; Takeshi Sakanoi[2]; Shoichi Okano[3]; Kazushi Asamura[4]; Atsushi Yamazaki[5]; Yasumasa Kasaba[6]; Masafumi Hirahara[7]; Yoshizumi Miyoshi[8]; Yusuke Ebihara[9]; Kanako Seki[10]

[1] Planet Plasma Atmos, Tohoku Univ; [2] PPARC, Grad. School of Sci., Tohoku Univ.; [3] PPARC, Tohoku Univ.; [4] ISAS/JAXA; [5] ISAS/JAXA; [6] Tohoku Univ.; [7] Dept. Earth & Planet. Sci, Univ. Tokyo; [8] STEL, Nagoya Univ.; [9] Nagoya Univ., IAR; [10] STEL, Nagoya Univ.

In order to investigate the characteristics of fine-scale black aurora, observations with the multi-spectral auroral camera (MAC) on board the REIMEI satellite, which is in a polar orbit in the noon-midnight meridian at an altitude of ~640 km, are being carried out. The characteristics of auroral particles are simultaneously observed by the electron spectral analyzer (ESA) and the ion spectral analyzer (ISA) instruments also on board the REIMEI satellite. In the nightside auroral region, MAC can take monochromatic images at three wavelengths of N2+ 1N band (427.8 nm), OI (557.7 nm), and N2 1P band (670 nm) with high temporal (max. 120 msec) and spatial (max. 2 km) resolutions. Since the REIMEI satellite is 3-axis stabilized, the FOV of MAC can be directed to a footprint of magnetic field line threading the satellite to realize simultaneous auroral particle and emission observations.

In this study, several fine-scale black aurora events have been examined. In these black auroras, their spatial extent was less than 10km, and they were embedded within rather uniform diffuse aurora connecting to the inner plasma sheet region. For example, an event on 26 Oct. 2006, it is found that the appearance of black aurora clearly corresponded to a region where the electron pitch angle distribution showed the double loss cone, while in the pulsating aurora lying in the lower latitude, the electron energy distribution showed apparent energy dispersion. Thus, it is suggested that the black aurora is produced by a lack of precipitating electrons caused by the double loss cone type pitch angle distribution. Further, it is also suggested that the black aurora has a stable spatial structure corresponding to the lack of pitch angle diffusion. In order to study the generation mechanisms of these black auroras, the following works should be needed; the conjugate observation between REIMEI and high altitude satellites with capability of wave observation, and the modeling of wave-particle interaction that reproduces the black aurora. In addition, we are still trying to find the auroral structure produced by the divergent electrical field. In the presentation, we report recent results of data analysis of black aurora in detail.

1960年代から、ディフューズオーロラ中に~10km程度のスケールの微細な暗い構造が存在することが地上光学観測によって報告されている。この微細な暗い構造はブラックオーロラと呼ばれ、様々な形態を持つことが知られている。その生成メカニズムは、これまでに局所的発散型電場、周囲のディフューズオーロラに寄与しているピッチ角散乱の局所的抑制の2種類が提唱されている。しかし未だ議論の収束を見ない。その原因の一つに、ブラックオーロラが微細な構造のため、ブラックオーロラ発現中のオーロラ粒子計測例が極めて稀であることが挙げられる。従って、ブラックオーロラ生成に寄与する物理現象に関しては想像の域を超えていなかった。

このような微細な構造のオーロラ現象解明のため、2005年8月に高度約650kmの太陽同期極軌道に投入されたれいめい衛星では、画像・粒子の高時間・高空間分解同時観測を行っている。搭載カメラの時間分解能は120msec、空間分解能は約2km、粒子計測の時間分解能は40msecであり、ブラックオーロラを衛星から捉えるに十分な性能を有している。また、この同時観測では、搭載カメラの視野を衛星フットプリント方向へポイントングすることによって、衛星高度におけるプラズマ粒子の特性がオーロラ発光に与える影響を捉えることが出来る。

2005年秋から約1年間の観測データ中、我々は顕著なブラックオーロライベントを見出した。これらの特徴として、ブラックオーロラはプラズマシートの内側境界付近に相当する領域で発現しており、さらにその低緯度側ではパルセーティングオーロラの発現が見られる。例えば、2006年10月26日におけるイベントでは、発散型電場に対応するようなエネルギースペクトル構造にはなっておらず、そのピッチ角分布はオーロラ発光に大きく寄与する数KeVのエネルギー帯において局所的にdouble loss coneになっており、さらに低エネルギー側の2~3KeVにピークエネルギーを持つ収束型ポテンシャル構造が見られた。加えて、ブラックオーロラに対応する数KeV以上のエネルギーの降下電子欠損が、僅かに速度分散構造を持っており、これからソース領域を見積もった結果、磁気赤道面からはほど遠く、地球近傍からの降り込みであることが分かった。また、その低緯度側に観測されたパルセーティングオーロラ領域に対応する降下電子は、同様のエネルギー帯においてdouble loss cone構造となっているが、顕著な速度分散構造を現している。このイベント以外に我々が見出したブラックオーロライベントでも同様の観測結果となっている。この観測事実から我々は、解釈の一つとしてブラックオーロラはピッチ角散乱発現領域の空間構造を現しており、パルセーティングオーロラはその時間変

動を表している現象であると推測する。この解釈を確かなものとするため、より高高度の軌道を持ち波動観測を行っている衛星との同時観測イベント解析、また波動生成のモデリングによるブラックオーロラの微細構造再現の可能性を探ることが考えられ、我々は研究を進めている。また、発散型電場に対応するブラックオーロラの存在をれいめい衛星観測から確認するべく、オーロラ観測及びイベント探索を継続中である。本発表では、これらのブラックオーロラ研究状況・結果を報告する。