

平成 22 年 4 月 14 日現在

研究種目：基盤研究 B (海外学術)  
 研究期間：2007 年度～2010 年度  
 課題番号：19403011  
 研究課題名 (和文) 低高度極軌道衛星と地上観測網によるジオスペース電離圏現象  
 の多次元・同時総合観測  
 研究課題名 (英文) Multi-dimensional Simultaneous Observations of the  
 Geospace-Ionosphere Phenomena using Low Altitude Polar Satellites  
 and Ground-Based Facilities  
 研究代表者 平原 聖文 (Masafumi Hirahara)  
 東京大学・大学院理学系研究科・教授  
 研究者番号：50242102

研究代表者の専門分野：電磁気圏物理学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・超高層物理学

キーワード：オーロラ、衛星観測、地上観測、粒子加速、電離圏、磁気圏、光学観測、レーダー観測

#### 1. 研究計画の概要

昨今、複数の低高度極域探査衛星が軌道上で観測を開始し、世界的に展開されている地上観測網と協同でジオスペース電離圏の同時総合観測が最盛期を迎えている。本研究では 2005 年 8 月に打ち上げられたれいめい衛星を活用し、世界に先駆けて衛星・地上の多次元・高精度のオーロラ現象観測を実現させている。主にれいめい衛星・地上観測網を活用した共同研究を推進し、極域オーロラ粒子・発光現象の両面から多面多角的・包括的な観測的知見を獲得することを目的とする。特に、従来の単独衛星・地上観測では迫り切れなかったジオスペース電離圏におけるオーロラの微細構造とダイナミクスに関する綿密な衛星・地上共同観測を、各観測担当の中核的研究者が集結することで集約的・精力的に実施する。

#### 2. 研究の進捗状況

(1) 2007 年度から 2009 年度にかけて、れいめい衛星と EISCAT レーダーを相補的に組み合わせた共同観測を継続して実施し、得られたデータを基に電離圏イオン流出及びオーロラダイナミクスの研究を実施した。主な研究実績として、以下の 2 点が挙げられる。熱

的レベル (1eV 以下) のエネルギーを持つイオンと、それより高い超熱的エネルギー (約 2-5eV) を持つイオンとでは、流出時の加熱の様子が異なり、イオン上昇流発生時には超熱的エネルギーのイオンが効果的に加熱されていることを明らかにした。昼側カスプ領域より低緯度側の領域では、高度 350-500 km において酸素イオンが主たる上向きフラックスの担い手である。それに対し、高度 550 km 以上では上向き酸素イオンフラックスが減少し、その代わりに上向き水素イオンフラックスが増加していること、高度 350-600 km ではイオン種を変えながら全上向きイオンフラックスの保存が成り立っていることを明らかにした。

(2) れいめい衛星の長期間にわたる光学・粒子同時観測データを解析に用いて、脈動オーロラのソース領域や生成メカニズムについて議論を行った。その結果、磁気赤道の波動粒子相互作用がメカニズムであることが観測的に示唆された。

(3) れいめい衛星は 2005 年 8 月の打ち上げ以降、軌道上で約 4 年間以上に渡り運用を継続している。電子計測器 (ESA) 以外の理学機器 (イオン分析器 ISA、オーロラカメラ MAC、

プラズマ密度モニタ (CRM) バス機器ともに現在においても健全な状況である。電子分析器 (ESA) は、2008 年 8 月 2 日に異常が発生し、調査によりプリアンプが発振状態となっていることが分かり、現状では回復がみられていない。ESA が不在の現状においても、低軌道衛星でオーロラ微細構造とらえる衛星はいまだ存在せず、れいめい衛星の多波長高速撮像を行う MAC、ならびに高時間分解能を有する ISA により貴重なデータが提供されている。特に、2008 年 3 月に開始した中緯度・低緯度の大気光・スプライト発光観測は、新しい展開が期待できる。また、極域現象においても、ESA データが存在した 3 年間のオーロラ画像・粒子同時観測データ解析の実績を背景とし、現在はそれを継続・発展させることで今後の新しい観測計画にも展望が開けている。

### 3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

(理由)

れいめい衛星の成果、あるいは地上観測との共同研究による結果を用いて、これまで 13 本の学術論文が発表・印刷中となっており、毎年 2 件以上の招待講演を国際会議等で行っている。また、海外研究者の参画も順調に増加している。

### 4. 今後の研究の推進方策

以下の項目に関して、共同観測を推進する方針である。

(1) オーロラカメラ (MAC) による中緯度・低緯度における大気光・スプライトの多波長リム観測

(2) 冬期間における地上レーダー・光学カメラとの共同による、極域イオン流出現象とカスプイオン降下現象の観測

(3) 画像詳細モードによるオーロラ発光観測

(4) オーロラカメラ (MAC) とカナダ域地上全天カメラ網との共同観測

### 5. 代表的な研究成果

[雑誌論文](計 4 件)

1. The Motion of Aurorae, C. C. Chaston, K. Seki, T. Sakanoi, K. Asamura, and M.

Hirahara, Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2009GL042117, 2010.

2. Optical and particle observations of type B red aurora, Y. Ebihara, T. Sakanoi, K. Asamura, M. Hirahara, and A. Ieda, Geophys. Res. Lett., 36, L20105, doi:10.1029/2009GL041037, 2009.

3. Sheared flows and small-scale Alfvén wave generation in the auroral acceleration region, K. Asamura, C. C. Chaston, Y. Itoh, M. Fujimoto, T. Sakanoi, Y. Ebihara, A. Yamazaki, M. Hirahara, K. Seki, Y. Kasaba, M. Okada, Geophys. Res. Lett., 36, L05105, doi:10.1029/2008GL036803, 2009.

4. Coordinated EISCAT Svalbard radar and Reimei satellite observations of ion upflows and suprathermal ions, Y. Ogawa, K. Seki, M. Hirahara, K. Asamura, T. Sakanoi, S. C. Buchert, Y. Ebihara, Y. Obuchi, A. Yamazaki, I. Sandahl, S. Nozawa, and R. Fujii, J. Geophys. Res., 113, A05306, doi:10.1029/2007J, 2008.

[学会発表](計 2 件)

1. Enhancements of the Electron Temperature and Electric Field With a Sprite Event Measured by the Reimei Satellite, T. Sakanoi, T. Adachi, A. Yamazaki, M. Sato, Y. Takahashi, M. Hirahara, AOGS 6th annual meeting, 11-15 August, 2009, Singapore.

2. Reimei observations of aurora and magnetosphere-ionosphere coupling, M. Hirahara, T. Sakanoi, Y. Ogawa, K. Asamura, A. Yamazaki, K. Seki, and Y. Ebihara, COSPAR, 14 July, 2008, Montreal, Canada.