

オーロラ爆発と磁気再結合の地上全天及び磁気圏尾部における同時観測

川嶋 貴大 [1]; 家田 章正 [1]; 町田 忍 [2]; 西村 幸敏 [3]; 三浦 翼 [4]

[1] 名大宇宙地球研; [2] 名大・ISEE; [3] カリフォルニア大学ロサンゼルス校; [4] 名大宇宙地球研

Simultaneous all-sky and multi-satellite observations of auroral breakup and magnetic reconnection

Takahiro Kawashima[1]; Akimasa Ieda[1]; Shinobu Machida[2]; Yukitoshi Nishimura[3]; Tsubasa MIURA[4]

[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] UCLA; [4] ISEE, Nagoya University

A substorm is a large-scale disturbance including auroral breakup in the ionosphere and magnetic reconnection in the magnetotail. Two predominant models of the substorm time history have been proposed: the near-Earth neutral line (NENL) model and the current disruption model. The former is of outside-in type with tailward propagation of the disturbance, whereas the latter is of inside-out type with earthward propagation of the disturbance. To determine such time histories of such substorms using aurora all-sky and magnetotail multi-satellite observations, the National Aeronautics and Space Administration (NASA) is conducting a mission named the "Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms (THEMIS)".

The time history of a substorm is expected to be best clarified when satellites are aligned along the tail axis. A substorm occurred under such a satellite distribution on 0743:42 UT February 27, 2009, and we investigated the auroral breakup and fast plasma flows produced by the magnetic reconnection in this substorm. The THEMIS satellites observed that a northward magnetic field variation propagated earthward. Because this earthward propagation is consistent with the NENL model, observation of a substorm onset after the magnetic reconnection was expected. However, the substorm onset was observed in the all-sky images before the magnetic reconnection, as noted in a previous study.

In this study, we report that another earthward fast plasma flow occurred before the substorm onset, indicating that another magnetic reconnection occurred before the substorm onset. In addition, we confirm that the above mentioned post-onset magnetic reconnection occurred simultaneously with auroral poleward expansion, within a 1-min period. These results support the NENL model and further suggest that the two-step development of magnetic reconnection is a key component of the substorm time history.

サブストームは、電離圏におけるオーロラ爆発や磁気圏における磁気再結合を含む大規模な擾乱現象である。このサブストームの時間発展を説明する仮説として、オーロラ爆発(サブストームオンセット)が先行する電流消失モデル、磁気再結合が先行する近地球磁気中性線 (near-Earth neutral line, NENL) モデルが提唱されている。前者は擾乱が地球から磁気圏尾部方向に伝播する inside-out 型、後者は擾乱が磁気圏尾部から地球方向に伝播する outside-in 型である。このようなサブストームの時間発展を明らかにするために、地上全天オーロラ観測と複数衛星による磁気圏尾部観測を用いた、NASA による Time History of Events and Macroscale Interactions during Substorms (THEMIS) 計画が実施されている。

サブストームの時間発展を調べるためには、複数衛星が尾部方向に並んで配置が最適である。今回は、そのような衛星の配置の下で 2009 年 2 月 27 日 0743 UT に開始したサブストームについて、Gillam(磁気緯度 66.0 度)で観測されたオーロラ爆発と、THEMIS 複数衛星で観測された磁気再結合に伴う尾部プラズマ高速流の解析を行った。このイベントでは、磁気再結合により生じた北向き磁場変動が地球向きに伝播していたことが複数衛星観測から推定される。この地球向きの伝播は NENL モデルに沿うため、サブストームの開始は磁気再結合よりも後であることが期待される。しかし、地上全天観測により同定したサブストーム開始は、磁気再結合よりも前であることが先行研究で指摘されていた。

本研究では、このサブストーム開始前に地球向きプラズマ高速流、すなわち磁気再結合が生じていたことを新たに発見した。また、先述したサブストーム開始後の磁気再結合は、オーロラの poleward expansion の開始と 1 分以内で同時であることを確認した。これらの結果は、NENL モデルを支持し、さらに磁気再結合が二段階発達することがサブストームの時間発展の鍵となっていることを示唆する。