

高速電子フローを伴う磁気圏昼側リコネクションイベントの解析と粒子シミュレーションの比較研究

内野 宏俊 [1]; 町田 忍 [2]
[1] 京大・理・地惑; [2] 名大・STE 研

Comparative study of an event of the dayside magnetic reconnection with high-speed electron flow and a full particle simulation

Hirotochi Uchino[1]; Shinobu Machida[2]
[1] SPEL, Kyoto Univ.; [2] STEL, Nagoya Univ.

The magnetic reconnection at the dayside magnetopause is asymmetric reconnection, where upstream physical quantities from magnetosheath and magnetosphere are different. Observation of dayside magnetic reconnection is useful when discussing processes of the energy conversion in the magnetic reconnection. We have analyzed a event of the dayside magnetic reconnection observed by THEMIS probes. We found wide plasma-outflow structure, where ions and electrons are not decoupled. We further discovered narrow high-speed electron flow channel along the magnetic field line at the boundary of the magnetosphere and the plasma-outflow region. This electron flow is close to Alfvén velocity of the magnetosphere, and it seems to be accelerated at the X-line of the magnetic reconnection.

We have performed a full particle simulation of asymmetric magnetic reconnection by using 2.5-dimensional PIC code, for comparison. An initial condition of structures such as magnetic field, particle density, and particle temperature based on the observation are used. The simulated magnetic field, density, temperature and plasma outflow structure of the asymmetric magnetic reconnection are very similar to those of the observation. The narrow high-speed electron outflow structure similar to the observation is also produced at the boundary of the magnetosphere and the current sheet in the simulation. Electrons come from the magnetosheath region to the reconnection region, and are accelerated when passing the X-line. We have confirmed that the accelerated electrons form the outflow. This result indicates that the high-speed electron outflow at the dayside reconnection has physical information of the energy conversion at the electron diffusion region.

磁気圏昼側の磁気圏境界面で発生する磁気リコネクションは、リコネクション上流の物理量が太陽風由来と磁気圏由来とで異なる非対称磁気リコネクションである。磁気圏昼側の磁気リコネクションの観測は、磁気リコネクションにおけるエネルギー変換過程を議論する上で非常に有用である。今回は、THEMIS 衛星によって観測された昼側磁気リコネクションイベントの解析を行った。その結果、磁場が反転する領域で、イオンと電子が結合した広いプラズマアウトフロー構造を発見した。さらに、そのアウトフロー領域と磁気圏の境界で、磁力線に沿った狭い高速の電子フロー構造が見出された。この電子フローは、磁気圏のアルフベン速度に近く、磁気リコネクションの X-line 付近で加速されていることが示唆された。

観測との比較のために、2.5次元PICコードを用いて非対称磁気リコネクションのシミュレーションを行った。初期条件として、観測を模した磁場・粒子密度・温度構造を採用した。その結果、衛星観測と非常によく似た非対称磁気リコネクション時の磁場・密度・温度・プラズマアウトフローの空間構造が再現された。さらに、観測と同様な高速の電子アウトフローが電流層と磁気圏の境界付近に生じた。この電子アウトフローは、磁気圏シース側から流入してリコネクションの X-line 付近を通過する電子が加速・加熱されて生成されたものであることが確認された。これは、昼側磁気リコネクションの電子アウトフローが X-line 付近の電子磁気拡散領域におけるエネルギー変換の物理的情報を保持していることを意味する。