

MMS 衛星データを用いた磁気リコネクション過程の解明：2流体モデルの適用

町田 忍 [1]; 宮下 幸長 [2]; 家田 章正 [3]; 桂華 邦裕 [2]; 三好 由純 [2]; 齋藤 義文 [4]
[1] 名大・ISEE; [2] 名大 ISEE; [3] 名大宇宙地球研; [4] 宇宙研

Investigation of the magnetic reconnection process with MMS data: Application of the two-fluid model

Shinobu Machida[1]; Yukinaga Miyashita[2]; Akimasa Ieda[3]; Kunihiro Keika[2]; Yoshizumi Miyoshi[2]; Yoshifumi Saito[4]
[1] ISEE, Nagoya Univ.; [2] ISEE, Nagoya Univ.; [3] ISEE, Nagoya Univ.; [4] ISAS

<http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/>

It is known that the magnetic reconnection is one of the most significant processes for understanding the structure of the magnetosphere and the mass and energy transport in the Earth's magnetosphere. The MMS (Magnetospheric Multi-Scale) mission which consists of four spacecraft was planned to study microscopic processes involved in the magnetic reconnection. Each spacecraft conducts fast electron and ion measurements as never done before with time resolution of 30 msec and 150 msec, respectively, as well as DC/AC magnetic field, DC/AC electric field measurements. If we adopt a set of two-fluid equations to the data obtained by four MMS spacecraft with spatial separations of 50-400 km, it is possible to conduct the following studies all essential to understand the magnetic reconnection:

- (1) Direct derivation of the anomalous resistivity
- (2) Determination of the physical mechanism to merge the magnetic field lines
- (3) Examination of the frozen-in relation for ions and electrons to the magnetic field
- (4) Verification of the causality relationship of plasma dynamics, i.e., Clarification the mechanism that causes the motion of plasma, and heats/accelerates ions and electrons

Those are completely evaluated and verified with the use of the data from MMS spacecraft whose primary subject is to clarify the physical process of the magnetic reconnection.

The method proposed in this study can be applicable not only to the magnetic reconnection but also to the other processes such as discontinuities or shocks, thus it may become a useful tool to investigate various fundamental processes in the magnetosphere.

磁気リコネクションは磁気圏の構造や質量・エネルギーの輸送を考える上で、最も重要な物理過程の一つである。その現象の微視的構造を実証的に解明すべく、MMS (Magnetospheric Multi-Scale) 衛星が打ち上げられた。この衛星では、電子 30msec、イオン 150msec といった、これまでにない極めて高い時間分解能のプラズマ観測が行われ、また同時に、DC (直流) 磁場と DC 電場およびそれらの波動成分の観測が実施されている。意外なことに、4機の衛星同士の距離を 50~400km に保って上記の観測を実施する MMS 衛星の特性を生かしつつ、単純な 2 流体方程式を用いると、磁気リコネクションの基礎過程について、これまでできなかった以下のような研究を実施することが可能である。

- (1) 異常抵抗テンソル各成分の値
- (2) 磁気中性線で磁場を融合させる物理過程の決定
- (3) 電子、イオンのそれぞれについて磁場の凍結則が成立しているかの確認
- (4) プラズマのダイナミクスにおける因果律の解明、すなわち、何が原因でプラズマの運動が発生し、プラズマ粒子が加速、加熱されるかの解明

これらはいずれも衛星データを直接計算して求めたり、確認することができる。MMS 衛星が主目的にしている磁気リコネクション、特に、磁気中性線周辺の構造の解明と磁場を融合させるメカニズムの同定とリコネクションジェット生成のメカニズムの解明を進めることが可能である。本研究で提唱する手法は、磁気リコネクション以外にも、不連続面や衝撃波の研究に極めて有効であり、磁気圏物理学の実証的研究にブレークスルーをもたらすことが期待される。講演においては、本手法の詳細について報告を行う。