

## 無衝突磁気リコネクションの内部構造：ジオテイル衛星観測

# 銭谷 誠司 [1]; 篠原 育 [2]; 長井 嗣信 [3]  
[1] 国立天文台; [2] 宇宙研 / 宇宙機構; [3] 東工大

## Geotail observation of the dissipation region in magnetotail reconnection

# Seiji Zenitani[1]; Iku Shinohara[2]; Tsugunobu Nagai[3]  
[1] NAOJ; [2] ISAS/JAXA; [3] Tokyo Institute of Technology

Magnetic reconnection in the magnetotail is of critical importance to understand geomagnetic substorms. The reconnection process is essentially driven by a compact “dissipation region” surrounding the X-point, at which a plasma ideal condition breaks down. Recent simulations have revealed that the electron nonidealness is not useful to identify the dissipation region, and then scientists have been at a loss. To solve this important problem, we have recently proposed an energy dissipation measure [Zenitani et al., Phys. Rev. Lett. 106, 195003 (2011)].

In this work, we apply our dissipation theory to in situ observation of magnetic reconnection in the Earth’s magnetotail. Using Geotail data, we examine a reconnection event on 15 May 2003 in detail. We consider an approximate dissipation measure  $D_e^*$  and then we evaluate it directly from the plasma moments, the electric field, and the magnetic field. Using  $D_e^*$ , a compact dissipation region is successfully detected, for the first time in a planetary magnetotail. The dissipation rate and the spatial length of the dissipation region are reasonable. We also introduce Lorentz work  $W$ , the work rate by Lorentz force to plasmas. It is positive over the reconnection region and it has a peak around the pileup region away from the X-point. These new measures  $D_e^*$  and  $W$  provide useful information to understand the reconnection structure.

Figure caption: Geotail crossing of the dissipation region on 15 May 2003. Plasma velocities and the energy dissipation  $D_e^*$  are shown.

磁気リコネクションは、太陽フレアや磁気圏サブストームに関わる重要なプラズマ過程である。リコネクションでは、磁力線が繋ぎ変わるX点近くに理想条件 ( $E + v \times B = 0$ ) が破れる「磁気拡散領域」が存在し、系全体の発展を支配している。近年の研究では、無衝突リコネクションのX点周辺構造が予想以上に複雑であることがわかってきており、特に、電子スケールの磁気拡散領域の判定方法を巡って論争が続いている。このような背景を踏まえて、我々は新しいエネルギー散逸量（電子流体系での磁気エネルギー散逸）を導入して、磁気拡散領域を定義し直すことを提案した。

今回は、この磁気拡散領域問題をジオテイル衛星の「その場」観測データを用いて検証する。2003年5月15日、ジオテイルは磁気圏尾部  $28 R_E$  付近で、非常に状態の良いリコネクションイベントを観測した (Nagai et al. 2011 JGR)。このイベントでは、電子フローがイオンフローを追い越しているなど、X点付近の微細構造が良く見えている。我々は、プラズマ観測機器 (LEP) や電場観測機器 (EFD) のデータを使ってエネルギー散逸量を評価し、X点で散逸量が有意に増えること、すなわち、ジオテイルが磁気拡散領域を直接通過していたことを突き止めた。惑星磁気圏尾部で磁気拡散領域を特定した研究はこれが初めてである。また、上記のエネルギー散逸量の他に、ローレンツ力による仕事量も観測できることがわかってきた。

本講演では、無衝突磁気リコネクションの2次元基本構造を紹介した後、2003年5月15日イベントの観測結果と散逸量の評価結果を紹介し、リコネクション理論との対応・示唆を議論する。また、現状の衛星観測の制約や次世代衛星観測に向けた課題などを議論する。

(図：ジオテイル衛星の2003年5月15日の観測データ)

