

## 無衝突磁気リコネクションの内部構造：粒子シミュレーション

# 銭谷 誠司 [1]

[1] 国立天文台

## The inner structure of collisionless magnetic reconnection

# Seiji Zenitani[1]

[1] NAOJ

Collisionless magnetic reconnection is an important driving process at the magnetopause and the magnetotail lobe. It is important to understand its structure and accommodated physics. In 2000s particle-in-cell (PIC) simulations revealed complex substructures surrounding the reconnection point (X-point), however, they were poorly understood for a long time. Very recently, we introduced a new dissipation measure and showed that it is useful to identify the central dissipation region (130th SGEPS meeting in Kobe; B008-06).

In this presentation, we further discuss the inner structure of reconnection with antiparallel magnetic fields, using our dissipation theory and 2-1/2 dimensional PIC simulations. In the kinetic regime, magnetic field lines are strongly flipped due to Hall effects. Even in such a complicated geometry, the new dissipation measure identifies a compact dissipation region around the X-point. The difference between the previous theory (the electron nonideality) and new theory (the electron-frame dissipation) are best understood in a local Hall plane. It was also found that a narrow electron jet finally hits an “electron shock,” where electrons get magnetized. Some more issues such as the dependence to the mass ratio, a cavity-like signature at the jet front, and the violation of the ion ideal condition will be discussed. These results are summarized to a state-of-art picture of 2D reconnection.

無衝突磁気リコネクションは磁気圏マグネトポーズや磁気圏尾部現象の鍵を握る物理素過程である。その内部構造やその中で起こるミクロ物理を理解することは重要である。2000年代半ば以降、大規模な粒子シミュレーションが行われるようになり、無衝突磁気リコネクションのX点周辺の微細構造が見えるようになってきた。しかし、こうした構造の性質や成因は長い間十分に議論されていなかった。この糸口として、昨年我々は新しいエネルギー散逸量を提案し、この散逸量がリコネクションの磁気拡散領域をよく判別できることを示した(2011年神戸秋学会; B008-06)。

本発表では、我々は新しい散逸量理論と2-1/2次元粒子シミュレーションを用いて、反平行型磁気リコネクションの内部構造をより詳しく議論する。運動論リコネクションではHall効果によって磁力線が歪められるが、このような複雑なトポロジーの中でも新しい散逸量はX点周辺の小さな領域をよく判定できる。旧来の考え方(電子理想条件の破れ)と新しい理論(電子系散逸)との違いは、局所局所で新しい基準面(local Hall plane)を考えると理解し易い。また、狭い電子ジェットは最終的には「電子衝撃波」に到達し、磁化されていない電子がここで磁力線に捕獲され、再び電子理想条件が満たされるようになる。衝撃波下流では熱化した電子が磁場を押しやるため、特徴的な鍵型構造を形成する。ここは磁化電子と磁化されていないイオンが混在するHall physics領域であり、イオンの理想条件は反磁性効果によって大きく破れている。こうした下流構造の質量比への依存性も簡単に議論する予定である。

## Reference:

S. Zenitani, M. Hesse, A. Klimas, C. Black, and M. Kuznetsova, *Phys. Plasmas*, **18**, 122108 (2011)