

無衝突磁気リコネクションの磁気拡散領域の新定義

銭谷 誠司 [1]
[1] NASA/GSFC

A new measure of the dissipation region in collisionless magnetic reconnection

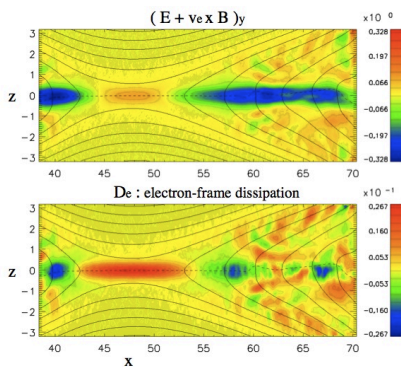
Seiji Zenitani[1]
[1] NASA/GSFC

Collisionless magnetic reconnection is an important process in many plasma systems, ranging from solar-terrestrial environments to extreme astrophysical settings. It is known that the reconnection process is critically controlled by the compact dissipation region (DR) near the X-point and therefore the structure of the DR has been of great interest. Typically, the innermost DR has been identified by the out-of-plane electron nonideality, $\mathbf{E} + \mathbf{v}_e \times \mathbf{B} \neq 0$. However, it is not clear whether this is applicable to general cases. In fact, recent numerical simulations exhibited puzzling results and reconnection scientists were at a loss how to find the DR.

In this work, we present our solution to these problems. Considering the energy transfer in the electron's fluid frame, we introduce the *electron-frame dissipation measure*. The measure is formulated as an invariant scalar. We test our measure by two-dimensional particle-in-cell simulations, and show that the measure accurately identifies the innermost region surrounding the reconnection site (see Figure). We further discuss implications for nonideal energy conversion.

無衝突磁気リコネクションは、太陽地球系プラズマから相対論天体プラズマまで幅広い領域で重要な役割を果たしている。リコネクションは、X点近くの小さな領域が系全体の発展を左右していることが知られている。この拡散領域、特に内側の電子拡散領域は、電子の理想凍結条件 ($\mathbf{E} + \mathbf{v}_e \times \mathbf{B}$) の1成分を使って定義されてきた。しかし、この定義を一般に応用できるかどうかは明らかでない。また、最近のシミュレーション研究の結果の解釈も混乱しており、リコネクション研究者は拡散領域をどう定義すれば良いのか途方に暮れていた。

本研究では、これらの問題を解決するために、電子流体系でのエネルギー散逸率 D_e という新しい指標を提案する。我々は D_e をローレンツ不変なスカラー量として一般化し、定式化した。さらに、2次元粒子シミュレーションを用いて、さまざまな磁場形状のリコネクションで D_e がX点と一致することを示す(図参照)。そして、プラズマのエネルギー収支面で D_e の果たす役割を議論する。



Zenitani et al. *Phys. Rev. Lett.* **106**, 195003 (2011)