

持続的磁気リコネクションにおける最小空間構造 Minimum spatial scale for maintaining vigorous magnetic reconnection

清水 健矢^{1*}; 藤本 正樹²; 篠原 育²
SHIMIZU, Kenya^{1*}; FUJIMOTO, Masaki²; SHINOHARA, Iku²

¹ 東京大学, ² 宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部

¹University of Tokyo, ²Institute of Space and Astronautical Science, Japan Aerospace Exploration Agency

磁気リコネクションは磁力線が繋ぎ変わることで磁気エネルギーを爆発的に解放する現象で、地球磁気圏における地磁気嵐や太陽コロナにおけるフレア現象などにおいて重要な役割を果たす。大きく見れば磁気リコネクションは、電磁流体スケールにおける現象であるが、その効率は粒子スケールの電子拡散領域に支配される。近年の粒子シミュレーションにより、リコネクションレートが準定常状態における電子拡散領域の描像が捉えられた。その中で空間的に長く伸びる電子ジェットはリコネクションレートに影響しないことが示唆されている。しかしながらリコネクションレートを維持するための空間スケールは明らかではない。本研究では初期条件及び境界条件の異なる複数の粒子シミュレーションを実行し結果を比較することで、磁気リコネクションを維持するために必要な最小の空間構造を明らかにした。周期境界条件の下では、磁気リコネクションの発展とともにジェットは長く伸びるが、リコネクションレートの減衰直前時には下流に蓄積した磁場の影響により X-line 近傍まで短くなる。短く詰まったジェット構造が磁気リコネクションを維持するための最小ジェット構造である。一方壁境界条件の下では、堅い壁に阻まれるジェットと開けた空間に伸びるジェットをもつ非対称磁気リコネクションにより、X-line の移動を誘導した。X-line の移動中はリコネクションレートは維持されるが、壁側のジェットは短く詰まった構造となる。この壁側の構造と周期境界条件の減衰直前時に見られる詰まったジェット構造はよく一致した。周期境界条件と壁境界条件における結果を合わせ最小ジェット構造を定量的に示した。また、その最小空間構造は計算領域の大きさに依存しないこと、電子質量を小さくするにつれて最小空間構造は小さくなることを示した。

キーワード: 磁気リコネクション, 電子拡散領域

Keywords: magnetic reconnection, electron diffusion region