

M24a 速いリコネクションから遅いリコネクションへの連続遷移と構造変化

新田 伸也 (電気通信大学 / 国立天文台)

フレアに見られるようなハイパワーの磁気リコネクションの実現のためには、十分に局所化した異常電気抵抗が必要と信じられている。しかし、現実に異常電気抵抗がどのくらいの値になるかは、未解決の重大問題である。本研究では、電気抵抗に関連した無次元パラメータである磁気レイノルズ数を広い範囲 (Spitzer 抵抗の $10^3 - 10^6$ 倍) で変化させて、様々な場合に対応できる解を求める事にした。

2次元MHD磁気リコネクション・システムの構造が、磁気レイノルズ数に依存して変化する様子を解析的に研究した。Nitta et al. 2002 の Grad-Shafranov 方程式によるインフロー領域の解法と Nitta 2004, 2006 の衝撃波管近似によるアウトフロー領域の解法を併用して研究した。その結果、Petschek モデル的な速いリコネクション解から Sweet-Parker モデル的な遅いリコネクション解までを連続的遷移で説明できる新しい解のシリーズを得た。

十分に小さな磁気レイノルズ数 (Spitzer 抵抗の 10^6 倍以上) では、1つの X-point を持つ Petschek モデル的な解 (single X-point 解) が得られる。ここから次第に磁気レイノルズ数を増加させながら解の変化を調べると、次に1つのアイランド構造をもつ X-O-X 型の解 (X-O-X 解) に遷移する。さらに磁気レイノルズ数を増加させると、アイランドは潰れて新たにカレントシートを生じ、その両端に Y 型のリコネクション点を持つ Sweet-Parker 的な解 (double Y-point 解) に遷移する。double Y-point 解では、1) 磁気レイノルズ数を増加させると、反比例してリコネクションレートが低下し、より遅いリコネクション解に連続的に遷移して行く。また、2) 初期のカレントシート系が持つ磁気エネルギーのうち、リコネクションで解放できる割合は、この解の遷移に伴って、急激に減少して行く。3) アイランド構造や double Y-point 構造は、時間とともに自己相似的に拡大して行く。