

M67a 高粘性プラズマにおける磁気リコネクション

簗島敬 (海洋研究開発機構)、今田晋亮 (名古屋大学)、三好隆博 (広島大学)

MHDモデルの磁気リコネクションは、運動論モデルに比べてリコネクション率が遅いことが知られている (Birn et al. 2001)。様々な運動論効果が速いリコネクションの鍵として提案されているが、我々はイオンと電子の質量差に起因する拡散領域の多階層性に注目する。運動論シミュレーションから X 点近傍の渦度と電流の分布を調べると、前者は Hall 効果が、後者は電子圧力が支えた結果、渦層が電流層より厚くなる。MHD 的観点では、これは粘性散逸スケールが抵抗散逸スケールより広くなっていると見なせよう。よって、電気抵抗より大きな粘性を用いれば、運動論モデルに類似した拡散領域の構造が MHD モデルで再現されて、速いリコネクションが達成される可能性がある。しかし、従来の抵抗性 MHD は粘性を無視しているため、この効果は期待できない。

そこで本研究では、電気抵抗に対して大きな粘性を与えた磁気リコネクションの 2 次元 MHD シミュレーションを行う。粘性および電気抵抗は空間的に一様とする。シミュレーションから、X 点近傍の渦層は電流層より厚く、これらは加速度的に薄くなることが示された。この時、強い粘性によりアウトフローは熱化し、電流層の伸長を妨げる。さらに、下流での粘性加熱の結果生じた流れは、テアリングモードに対して正のフィードバックをかける。結果、粘性を無視した場合に比べて、電流層は局所的に非常に薄くなり、爆発的なリコネクションを誘発することがわかった。

太陽大気などの高温希薄なプラズマでは、粘性が電気抵抗よりずっと大きい場合が考えられる。よって本結果は現実の天体プラズマに対する粘性抵抗性 MHD の重要性を示すものである。