

M09a プラズモイド型乱流リコネクションのスケール則

銭谷誠司 (京都大学), 三好隆博 (広島大学)

MHD 近似で磁気リコネクションを議論する際、Petschek モデルと Sweet-Parker モデルの 2 つの理論モデルが考えられてきた。しかし 2000 年代後半、系のサイズが大きな (Lundquist 数パラメーターが 10^4 を超える) 場合には、Sweet-Parker リコネクションの電流層内で多数のプラズモイド (磁気島) が発生して、プラズモイド型の乱流リコネクションに遷移することがわかってきた。そして、プラズモイド型乱流リコネクションのリコネクション速度は $\mathcal{R} \sim 0.01$ 程度の一定値に落ち着く、とされている。

伝統的に、Sweet-Parker およびプラズモイド型乱流リコネクションの理論では、議論の第一歩として非圧縮性を仮定しており、プラズマの圧縮性流体効果についてほとんど議論が行われていない。圧縮性プラズマでは、典型 Alfvén 速度が局所的な音速を超えることで、さまざまな新しい特徴が現れる。実際に、太陽コロナでは、このような圧縮性流体効果が強く効くはずであり、プラズモイド型乱流リコネクションにおける圧縮性プラズマ効果を調べることは、太陽物理にとって重要である。

我々は、最近の天文学会 (2014a-M24c, 2016a-M24a) で、プラズモイド型乱流リコネクションの MHD シミュレーション結果を紹介し、リコネクション率が特定のパラメーター領域で速くなることを報告した。今回の発表では、圧縮性 MHD 理論に基づいて、この増分を説明するスケール則を提案する。そして、2次元に拡張したパラメーター空間でサーベイを行って理論を検証する。これらの議論を太陽コロナのリコネクション領域に外挿すると、リコネクション率は従来考えられていた値の倍 (0.02) になることが予想される。さらに乱流状態のオンセットに関わる新しい性質も報告する。