

太陽フレアにおけるプラズモイド (フラックスロープ) 噴出の役割

磁気リコネクションは、プラズマ中で磁力線のつなぎ替わりにより、磁場のエネルギーが熱・運動エネルギーに効率的に変換される物理現象である。磁気リコネクションは太陽に限らず、宇宙のさまざまな場所・スケールにおけるエネルギー解放や構造形成、粒子加速などで重要な役割を果たしていると考えられている。その基礎物理過程の理解は、太陽物理学だけでなく、広くプラズマ物理学一般の重要課題である。

磁気リコネクションの未解決問題として、リコネクションの速さ (リコネクションレート) を決める機構がある。これを説明するモデルとして、プラズモイド (プラズマのかたまり) が噴出する際に、電流シートへのインフローを誘起し、速いリコネクションを引き起こすとする plasmoid-induced reconnection model が提案されている (Shibata & Tanuma 2001)。筆者らは既に太陽フレアの2次元磁気流体 (MHD) モデルを用いてこのモデルを検証している (Nishida et al. 2008)。今回はこの2次元モデルを3次元に拡張して、太陽フレアの数値シミュレーションを行い、より現実的な状況でこのモデルの検証を試みた。

数値シミュレーションの結果、プラズモイドの速度とリコネクションレートの間には相関が見られる (つまり plasmoid-induced reconnection model を支持する) ことと、電流シート中で secondary tearing により微小なプラズモイドが多数生成されることを示した。

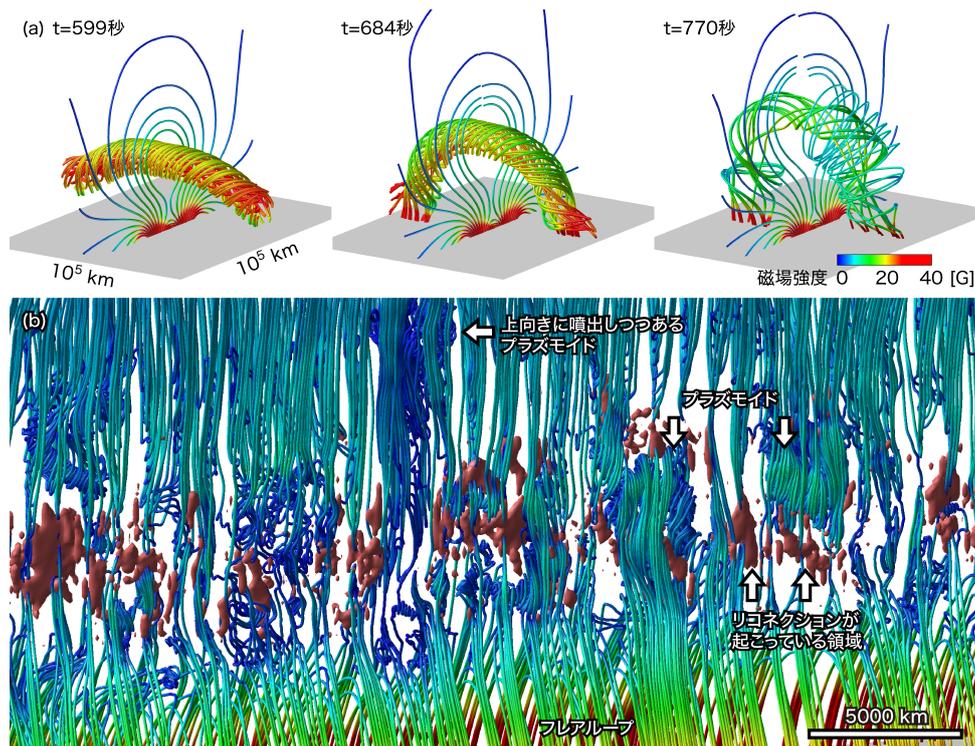


図: (a) シミュレーション結果の例。磁力線の時間発展を示す。フラックスロープが曲がりながら上昇していき、その下に電流シートが形成され、そこで磁気リコネクションが起こる。(b) 電流シート付近の拡大図。多数の微小なプラズモイドが形成される。

Reference: Nishida, K., Nishizuka, N., Shibata, K., ApJL, 775, L39 (2013)

(西田圭佑 記)