

2流体数値シミュレーションを用いた Multiple X-line 時の X-line 同士の相互作用についての研究

Study of interaction of multiple X-lines using two-fluid simulation

足立 潤 [1]; 中村 琢磨 [2]; 藤本 正樹 [3]

Jun Adachi[1]; Takuma Nakamura[2]; Masaki Fujimoto[3]

[1] 東大・理・地惑; [2] なし; [3] 宇宙機構・科学本部

[1] Earth and Planetary Science, Tokyo Univ; [2] ISAS, JAXA; [3] ISAS, JAXA

磁気リコネクションは、互いに反平行の磁力線同士がつながりかわることによって、蓄積された磁場のエネルギーがプラズマ粒子の運動エネルギーに変換されるエネルギー解放現象であり、宇宙プラズマ物理学において最も重要な現象の一つである。

地球磁気圏尾部電流層は、磁気リコネクションやそれに伴うプラズマ高速流を人工衛星によって直接観測できる場所として重要な研究対象であり、多くの数値シミュレーションによる研究も行われてきたが、従来は、1つの X-line から磁気リコネクションが成熟する単純なモデルで考えられることが多かった。一方、近年、磁力線方向に離れた複数点で同時に磁気リコネクションが発生する場合、X-line 間に磁気島が形成され、その磁気島内で効率的に高エネルギー電子が生成される可能性が示された。しかし、複数点で磁気リコネクションが発生する様子を捉えた数値シミュレーションは周期境界を用いたものが多く、発生した複数の磁気島 (X-line) 同士の相互作用とその後の発展を的確に捉えることができなかった。

そこで、本研究では、自由境界を用いた 2.5 次元の 2 流体シミュレーションを用いて、複数点で磁気リコネクションが同時に発生した場合を扱った。このような設定の元でこれまでに、磁気島内のジェットが衝突することで両端以外の X-line はすべて消滅し両端の X-line のみが残るという端 X-line の優位性が示されている。さらにこのとき、両端の X-line の強度が同じであれば、その間に形成された磁気島が膨張しながら成長するという結果が示されている。今回はさらに、両端の X-line の強度が異なる、より自然な場合について調べた。その結果、両端の X-line 間に形成された磁気島は膨張しながら成長はするものの、弱い方の X-line の方向に加速され、それに伴い弱い方の X-line は磁気島に押し出されるように移動することが分かった。また、磁気島の移動に伴い弱い方の X-line 周辺のプラズマが押しのけられるため inflow が弱まり、弱い方の X-line の活動がさらに弱まり、磁気島はさらに加速される。このように、一度磁気島が移動を始めると、弱い方の X-line は加速的に弱まり続け最終的に活動を停止する。さらに、X-line の活動が急激に弱まるまでにかかる時間は、両端の X-line の初期擾乱の強度比が大きいほど長く、初期の両端の X-line 間距離が大きいほど長いことが分かった。

本発表では、様々な初期条件のもとでの磁気島膨張と弱い方の X-line が活動を停止する過程について調べた結果を報告し、地球磁気圏尾部電流層において複数点で起こる磁気リコネクションの成熟過程について議論する。