

M08a 連結階層シミュレーションによる磁気リコネクションの衝撃波構造の解析

芥川慧大, 今田晋亮, 庄田宗人 (東京大学)

磁気リコネクションとは、磁力線の繋ぎ変わりによって磁気エネルギーをプラズマのエネルギーに変換する現象であり、太陽フレアを駆動する物理過程だと考えられている。磁気リコネクションに伴いカレントシートが薄くなるとプラズマ運動論が重要になるが、太陽フレアのような大きなスケールの磁気リコネクションを理解するには、MHD シミュレーションを用いる研究が主流である。磁気リコネクションの MHD モデルとして、局所抵抗による Petschek モデルと一様抵抗によるプラズモイド不安定型モデルが代表的であるものの、抵抗を自己無撞着に扱った場合にこれらのモデルが現れるかは明らかになっていない。本研究では、無衝突系における上記モデルの理解を進めるため、運動論効果を取り入れた連結階層シミュレーションを用いる (T. Sugiyama & K. Kusano 2007, S. Usami et al. 2013)。使用するコードは一から開発しており、現段階でマルチ GPU 並列化を施したものが公開されている。

本講演では、 $\mathcal{O}(10^3)$ イオン慣性長程度の長さのシミュレーションボックスを用いて、磁気リコネクションの長時間発展 ($t \sim 10^3 \Omega_{ci}^{-1}$ 程度) を追いかけた。特に磁気リコネクションに伴う衝撃波に注目し、その構造の解析を行った。リコネクションレートは 0.05 程度であり、またアウトフロー領域に slow shock が形成されていることが確認された。これは Petschek モデルと整合的な特徴である。一方で、Petschek モデルと異なり、アウトフロー領域に横に伸びた電流シートが形成されることが確認された。これは運動論リコネクションと整合的な特徴である。以上の結果は、PIC シミュレーションを用いて局所抵抗を物理的に扱った場合に、地球磁気圏程度の大きさの系 ($\mathcal{O}(10^3)$ イオン慣性長) では、slow shock の存在が Petschek モデルを必ずしも支持しないことを示唆する。