

A74a 無衝突磁気リコネクションの多階層シミュレーション II

宇佐見俊介 (核融合科学研究所)、大谷寛明 (核融合科学研究所)、堀内利得 (核融合科学研究所)、田光江 (情報通信研究機構)

磁気リコネクションは、宇宙や実験室プラズマに共通する基礎プラズマ過程の一つであり、近年、階層横断現象という側面が知られるようになってきた。我々のグループは、磁気リコネクション現象を階層横断現象として完全に理解することを目指し、プラズマ中のマクロとミクロの物理を同時にかつ自己無撞着に解く、多階層シミュレーションモデルの開発を進めている。この多階層モデルでは、マクロ階層はMHD、ミクロ階層は粒子シミュレーション手法を用いて、それぞれの物理を記述する。

磁気リコネクションの階層構造には、リコネクション点からの距離によって現象の時空間スケールが異なるという特色がある。上流方向については、磁気中性面からイオンメアンダリング振幅内の現象の説明には運動論が必要であるが、一方、磁気中性面から十分離れた領域では、プラズマの挙動はMHDで記述できる。

そこで、我々の多階層モデルでは、領域によってアルゴリズムが異なる領域分割法を採用し、まず、上流方向についてPICとMHD連結を行った。両者をスムーズに繋ぐため、間には有限の幅を持つインターフェイス領域を挿入した。この領域の物理はPIC、MHDの両方のアルゴリズムによって計算される。

2009年には、MHDからPICへとプラズマを流入させることにより、世界で初めて磁気リコネクションの多階層シミュレーションを行うことに成功した。現在、モデルのさらなる改良・拡張として、計算領域をMHDからPICへダイナミカルに切り替える手法、不等間隔格子を用いる手法などに取り組んでいる。講演では、我々の多階層モデルの開発状況について報告し、シミュレーション結果を紹介したい。