

**A120a 連結階層シミュレーションによる衝撃波粒子加速の解析**

杉山 徹、草野 完也 (海洋研究開発機構)

プラズマを数値シミュレーションによって解析する場合には、現象の時間的・空間的階層性に対応して、大規模構造を扱える MHD シミュレーションや、粒子の運動論を論じることができる PIC シミュレーションなど、様々なモデルがそれぞれ用いられてきた。しかし、ミクロスケールとマクロスケールの階層間結合が重要な役割を果たすことが最近、強く認識されている。我々は、PIC シミュレーションを Hall-MHD (HMHD) シミュレーションの一部空間領域に組み込む新しい方法により、プラズマにおける階層間相互作用を直接取り入れられる連結階層シミュレーションモデルの開発を進めている。本講演では、この新しいシミュレーションモデルを無衝突衝撃波へ適用した結果を紹介する。このモデルでは、システム全体の流体運動が HMHD モデルにより計算されると共に、流体シミュレーションでは表現できない衝撃波遷移層での波動-粒子相互作用などを PIC シミュレーションによって同時に取り扱うことができる。結果として、PIC モデルが対応する遷移層領域で発生した粒子の非等方分布に起因するホイッスラー波動が上流に伝播し、PIC モデルの境界を越え HMHD 領域にスムーズに伝播していく様子などが再現された。一方、統計的加速に代表されるような衝撃波による粒子加速を扱う場合、加速域の広さが限定されてしまうと加速効率が落ちてしまうことが指摘されている。PIC 計算のみでは、計算領域が計算機の能力で強く制限されるため、計算域から出てしまった粒子の加速を扱うことができない。これに対して、我々のモデルでは PIC 領域から出て行った粒子の軌道を HMHD 領域でテスト粒子として追跡することにより、更に大きなスケールに広がる粒子運動の、波動による散乱を取り扱うことが初めて可能になった。その結果、被加速粒子量が従来に比べて増えることなどを新たに見出している。