

A78a 局所ジャイロ運動論的シミュレーションモデルとその数値解法

渡邊 智彦、石澤 明宏、洲鎌 英雄 (核融合研)、前山 伸也 (東工大)

核融合装置や地球内部磁気圏などの比較的強い磁場に閉じ込められた高温プラズマ中には、密度・温度勾配をもとにドリフト波や運動論的アルヴェン波をともなう乱流が励起される。これらは磁力線を横切る方向の空間スケールがジャイロ半径程度の微視的乱流であり、その解析にはジャイロ運動論的シミュレーションが有効である。

ジャイロ運動論では、磁力線を横切る方向にはゆっくりしたドリフト運動を扱うが、磁力線に平行方向には熱速度程度の速い粒子運動が卓越する。さらに、閉じ込め磁場に対称性がない場合、(1) 磁力線方向の磁場強度変化は粒子運動の正確な取り扱いを一層困難にするとともに、(2) 磁力線を横切る方向には磁場強度の磁力線ラベル依存性を扱う必要性が新たに生じる。

上記の(1)を解決するために、semi-Lagrangian法と半陰解法を結合した新たな数値解法が考案され、ヘリカル型核融合プラズマのイオン温度勾配乱流解析に有効に働くことが確認された[1]。一方、運動論的電子を従来よりも効率的に扱うためには、数値モデルおよび解法をさらに拡張する必要がある。これは特に、捕捉電子モード乱流や運動論的バルーニングモード、運動論的アルヴェン波などのシミュレーションにおいて重要となる。

次に上記(2)については、磁力線ラベル方向の平均流成分と乱流成分をスケール分離する新たなモデル(fluxtube bundleモデル)を考案し、そこでのエントロピー釣り合いの検討を行うとともに、コード開発を進めている。

講演では、実際の計算例とともに、上述の2点に関する数値解法とシミュレーションモデルについて議論する。

[1] S. Maeyama et al., submitted to Comp. Phys. Comm. (2011).