

トーラスプラズマ合体過程の 粒子シミュレーション研究

核融合研
堀内;利得

導体容器内に閉じ込められた同極性および異極性の2種類のスフェロマック型プラズマおよび球形トカマク型の合体過程を2次元粒子シミュレーション手法により解析した。この合体過程では、リコネクション率が時間に強く依存し、合体で解放されたエネルギーの大部分が合体の結果新たに形成された磁気面内部に閉じ込められているという、開放系磁気リコネクション過程と異なる特徴がある。イオンと電子の質量比 ($M_i/M_e=100-800$) を変えた複数のシミュレーションランを実行することにより、(1) 合体に要する時間は、極性の型によらず、初期のスフェロマックの中心とリコネクション点の間の距離をイオン音波が伝播する時間で与えられること。(2) 合体の結果得られた閉じ込め領域内の平均的な温度は、イオン質量には寄らず、電子質量にのみ依存して変化し、質量比が増加するにつれ $\langle T_i \rangle = 2 \langle T_e \rangle$ に近づくこと。(3) 最終的に得られたイオンと電子の温度分布に空間構造が現れること、がわかった[文献1]。下図は、異極性合体で磁場逆転配位 (FRC) 型のプラズモイドが形成された際の電子 (上) とイオン (下) の温度分布の鳥観図を示している。

磁気リコネクション率が最大となった時に磁気エネルギーが急激に熱エネルギーの形で解放される。電子の場合は、ラーモア半径が小さいため、リコネクション点とつながった磁力線に沿って熱が伝搬しリング構造を形成する。一方、イオンの場合、ラーモア半径が大きいことと配位の中心の磁場ゼロのヌル点が存在することにより、中心方向に向けて拡散しピーク構造を形成する。また、球形トカマク型の合体過程では、電子温度が合体の瞬間、急激にピークする現象が見られた。これは、MASTでの実験結果とよく類似しており、大変興味深い。詳細な解析結果は講演にて述べる。

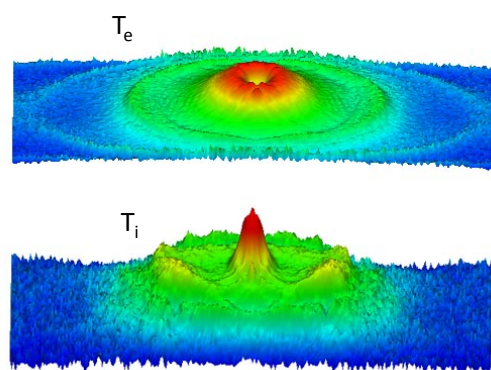


図1. 電子 (上) とイオン (下) の温度分布の鳥観図