

電離過程を考慮したプラズマ粒子シミュレーションコードの開発

大平豊（青山学院大学）

利用カテゴリ XT4B

超新星残骸の衝撃波やそこでの粒子加速、プラズマ不安定性現象は、これまで完全電離を仮定していた。しかし $H\alpha$ の観測により超新星残骸の周りには、約半分の割合で中性の水素ガスが存在することが分かっている。またいくつかの超新星残骸は分子雲と衝突している。つまり、超新星残骸衝撃波の上流は、一般的に完全電離プラズマではない。

部分電離プラズマ中の無衝突プラズマ現象を理解するために、衝突電離と電荷交換反応による電離過程の効果を取り入れたプラズマ粒子コードの開発を行った。電離の時間スケールは電子のプラズマ周期に比べて非常に長いため、電離過程が重要になる空間、時間スケールの現象を調べるには、電子もイオンも粒子として解くのではなく、電子は質量0の流体、イオンは粒子として解くハイブリッドコードが適している。ハイブリッドコードに、電離過程を取り入れた計算コードの開発を行い、完成に至った。イオン粒子の運動や密度などはParticle In Cell (PIC)法を用いて計算し、電磁場はHall MHD方程式を解く。時間ステップごとに、中性粒子に対して、同じセル内にいるイオンとの電離過程を計算し、電離したら電荷を持たせ、電荷交換反応で、イオンが中性化したらイオンの電荷を0にした。電荷が0の間は、電磁場からの力を受けず自由運動する。

この計算コードを用いて、これから部分電離プラズマ中を伝搬する無衝突衝撃波の構造と、そこでの粒子加速とプラズマ不安定性を調べる予定である。