

H78a 超新星残骸に伴う衝撃波の大振幅磁場構造と高エネルギー粒子

島田延枝 (NICT)、星野真弘 (東大理)

超新星残骸に伴うような強い無衝突プラズマ衝撃波において、衝撃波ダイナミクスと高エネルギー粒子生成過程を調べるため、数値シミュレーションを行った。シミュレーション手法として、電子と陽子の軌道と場の応答を self-consistent に解く粒子コードを用い、衝撃波のパラメタとして、マッハ数 100 程度、プラズマ β が 1 程度、電子プラズマ振動数と電子磁場旋回振動数の比 ($\omega_{pe}/\Omega_{ce} \sim \sqrt{\text{密度}/\text{磁場}}$) が 100 程度の垂直衝撃波を取上げた。

上流プラズマの力学的エネルギーを開放する衝撃波遷移層には、時間的にはほぼ一定だが、空間的に激しく振動する大振幅磁場構造が見られた。この磁場の振幅は背景磁場の 50 倍程度までに成長し、一つの磁場構造の幅はイオン慣性長程度、と大変小さいものである。この大振幅磁場構造は、2つのプラズママイクロ不安定性の発展の結果形成される。

まず初めに、衝撃波面で反射されたイオンと電子の間に励起される 2 流体不安定性により電子が特に強く加熱、加速される。そのすぐ下流側では、この高温電子とイオンの間で不安定性が励起され、イオンの慣性が復元力となり大振幅ポテンシャルが次々と形成される (ion phase hole)。この一連のポテンシャルのセパトリクスに電子がトラップされて衝撃波面に沿った電流を担うことで、それに垂直な磁場 (衝撃波面には平行) が増幅される。この過程で電子、イオンの加熱、加速が起こる。