

K30a 回転に対し傾いた磁場をもつ大質量星コアの重力崩壊と超新星爆発

三上隼人、佐藤裕司、花輪知幸(千葉大学)、松本倫明(法政大学)

非球対称に爆発するII型超新星のモデルとして3次元MHDシミュレーションを行った。初期モデルは中心密度が $7 \times 10^9 \text{ g cm}^{-3}$ に達した15太陽質量の星 (Heger, Langer & Woosley 2000) に、 $5 \times 10^{11} \text{ G}$ の磁場と、これに対して 60° 傾いた周期 5.17 秒の回転を加え作成した。この標準モデルと比較するため、磁場や回転は強さだけでなく、相互の角度も変えたモデルも作成した。状態方程式には、区分的にポリトロップで表した近似的なものを採用した。

標準モデルでは、計算開始から 175 ミリ秒後に中心密度が最大 ($5.44 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$) に達した。中心密度は、最大値に達してから 0.83 ミリ秒後に一旦 28 % 下がり、その後ゆるやかに振動した。磁場は重力収縮と回転により増幅される。中心密度が最大に達するまでの期間は重力収縮による増幅が主で、磁場は動径成分が卓越した。これに対して、中心密度が最大に達して 1.88 ミリ秒後から、回転により増幅されたコイル状の磁場が原始中性子星内部に見られるようになった。コイルの軸は初期の回転軸に近いが、それよりは初期磁場の方向に傾いている。磁場のエネルギーは最大で 10^{49} erg に到達した。

最初の膨張する衝撃波は、中心密度が最大になってから 1.70 ミリ秒後に発生するが、これは主にバウンスにより発生した熱エネルギー (最大で $6.51 \times 10^{52} \text{ erg}$) によるもので非等方性は弱い。回転により増幅された磁場が膨張する際に起きる2度目の衝撃波は非等方性が強い。