

K13a 重力崩壊型超新星における定在衝撃波へのMHDジェットの効果

三上 隼人、花輪 知幸 (千葉大)、松本 倫明 (法政大)

回転軸に対して傾いた磁場を持つ大質量星コアの重力崩壊とそれに続く超新星爆発についてシミュレーションを行った。過去の成果では、典型モデルにおいて原始中性子の回転によって磁場が捻られた結果、層の厚さが2, 3 kmの磁気反転層が形成され、 $2.0 \times 10^4 \text{ km s}^{-1}$ の双極ジェットが放出されることが分かった。しかし、どちらも低解像度領域へと伝播し、数値散逸してしまうという問題があった。この問題を改善するため適合格子法コード Sfumato を用いて再計算を行い、磁気反転層の構造が半径 30 km 圏内で保たれていることを確認した。また、アディアバティック指数を下げることにより定在衝撃波を再現し、MHD 双極ジェットによってその形が歪められるのを確認した。

初期モデルとして、15 太陽質量 (Woosley, Heger, & Weaver 2002) の鉄コアが中心密度 $7 \times 10^9 \text{ g cm}^{-3}$ まで成長し、 $3.0 \times 10^{12} \text{ G}$ の磁場を持ち、周期 5.2 秒で回転していると仮定した。さらに回転軸は磁軸に対して 60° 傾いているモデルを作成した。状態方程式には、熱的圧力と区分的にポリトロップ近似した縮退圧を取り入れ (Takahara & Sato 1982)、アディアバティック指数を 1.26 とした。初期の回転角速度分布には Akiyama & Wheeler (2003) と同じ、 $\Omega = \Omega_0 a^2 / (r^2 + a^2)$ 、を用いた。

重力崩壊は計算開始から 184 ms 後に停止し、原始中性子星が形成された。これにより発生する即時衝撃波は、周期 2 ms で回転する原始中性子星と同様に、扁平しているが、遠方に伝播するにつれ球状となり、バウンスから 36 ms では半径 420 km で停滞した。その後、バウンスから 22 ms 後に原始中性子星付近から発生した MHD 双極ジェットによって、定在衝撃波はラグビーボール状に変形した。