

K04a 重力崩壊と超新星爆発における3次元MHD効果と質量放出

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、 $1.3 \times 10^{12} \text{ G}$ 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。この傾斜モデルと比較するため、軸対称モデルも作成した。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。

計算開始から時刻 $t = 189.08 \text{ ms}$ に中心密度が最大 ($5.51 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$) に達しバウンスした。中心密度は、最大値に達してから 0.67 ms に一旦 26 % 下がり、減衰振動した。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。バウンス後、四つの顕著なアウトフローが見られた。まずバウンス開始時 ($t = 189.10 \text{ ms}$) に回転軸方向に偏平な衝撃波が、次に ($t = 190.86 \text{ ms}$) バウンスによるアウトフローが、どちらも星の表面付近 (半径 15 km 付近) から発生する。この二つのアウトフローは回転軸方向の速度が卓越している。時刻 $t = 192.81 \text{ ms}$ には、回転により強められたトロイダル磁場の外殻付近 (40 km) から、赤道方向の速度が卓越したアウトフローが発生する。これら三つのアウトフローは $t = 196.46 \text{ ms}$ には重なり合う。最後に、 $t = 208 \text{ ms}$ にトロイダル磁場の外殻付近 (半径 40 km 付近) からほぼ回転軸方向に沿ったアウトフローが発生し、 $t = 218.85 \text{ ms}$ には動径方向の速度が $1.18 \times 10^9 \text{ cm s}^{-1}$ にまで達する。ここまでの過程は軸対称モデルにおいても同様のものが見られた。最後のアウトフローは、半径 40 km 圏内の物質が磁気圧によって飛ばされたことによって発生している。この時の物質の飛ばされ方は、傾斜モデルではラッパ状に広がって行くのに対し、軸対称モデルではラッパ状に広がった先でしばむ。