

K03a 重力崩壊型超新星爆発における3次元MHD効果とエネルギー変換効率

三上隼人、佐藤裕司、花輪知幸(千葉大)、松本倫明(法政大)

我々は、重力崩壊型超新星爆発に見られる非対称性に注目して、双極磁場を持ち、差動回転している大質量星コアの3次元数値シミュレーションを行ってきた。2006年秋季年会では初期の回転軸の方向に、磁気流体力学ジェットが放出されることを示した。しかしジェットの速度は数万 km s^{-1} 、エネルギーは $\sim 10^{48}$ ergにとどまった。これは原始中性子星の回転エネルギー ($\sim 10^{51}$ erg) のごく一部が磁場のエネルギーに変換された時点でジェットが放出されてしまうからである。より多くの磁気エネルギーがたまるまでジェット放出を遅らせれば、より高速で高エネルギーのジェットが得られると考え、回転速度分布を変えたモデルを試した。

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 (Woosley, Heger, & Weaver 2002) に、 3.0×10^{12} Gの磁場と、これに対して 60° 傾いた周期5.2秒の回転を加え作成した。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た (Takahara & Sato 1982)。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。中心角速度 Ω_0 は固定し、剛体回転領域の半径 a をこれまでの848 kmより小さい、636, 424, 212 kmとした。

a が636, 424, 212 kmのモデルでは、それぞれ半径が60, 25, 12 kmの領域に角速度勾配が最大の領域が移った。これにより、 a が小さいモデルほど、より中心に近い密度の高い領域に磁気エネルギーがためられた。ためられた磁気エネルギーは長く保たれたが、半径60 kmの上空にためられた磁気エネルギーだけがジェットへ変換され、どのモデルでもバウンスから17 ms後にジェットが放出された。 a が小さいモデルでは外層にためられる磁気エネルギーが少ないため、ジェットの速度は6751, 3699, 2467 km s^{-1} とむしろ低くなった。