

H41a 磁軸と回転軸が傾いた鉄コアの重力崩壊型超新星爆発

佐藤 裕司 (名大理 / 千葉大自然)、花輪 知幸 (千葉大先進)、松本 倫明 (法政大人間環境 / 国立天文台)

重力崩壊型の超新星爆発は、可視光観測や X 線分光観測等から、そのダイナミクスの非球対称性が示唆されている。我々はその非球対称性の成因として磁場と回転の効果を考え、鉄コア爆縮過程の 3 次元磁気流体シミュレーションを行った。超新星爆発後にパルサーが形成される事を意識し、磁軸が回転軸に対して 45 度傾いた鉄コアを初期モデルとして考え、その効果を調べた。状態方程式には、密度によって断熱指数を切り替えるポリトロープ近似を採用し、簡単のために熱エネルギーやニュートリノを無視した。

中心磁場強度が 3.6×10^{12} G、中心角速度が $1.0 \sim 4.0 \text{ s}^{-1}$ のモデルの計算結果は 4 つの Phase に分かれた。第 1 が自由落下時間尺度で鉄コアが収縮する「動的収縮期」。中心密度が $8 \times 10^{14} \text{ g cm}^{-3}$ に達するまで、中心磁場強度は一様収縮から期待されるように $\rho^{2/3}$ に比例して増加し、中心角速度はそれよりも緩やかに $\rho^{0.57}$ に比例して増加する。磁力線はコアの収縮により動径方向に引き伸ばされ、コアの外ではスプリットモノポール状の磁場配位が出来る。第 2 が中心密度が核密度に達して原始中性子星コアが準静的に成長する「準静的成長期」。動圧が減少する一方で、コアの磁気圧が動圧と釣り合う程度にまで増大し、衝撃波面の膨張が始まる。第 3 がコアの微分回転と磁軸の歳差によって磁力線が回転軸に巻き付き、回転軸を含む断面を貫く磁束 Φ_φ が増大する「 B_φ 増大期」。コアの回転数に比例して Φ_φ が初期磁束の 2 ~ 3 倍に増大し、磁気エネルギーの φ 成分が増大する。 Φ_φ の増大は続くが、磁気エネルギーの φ 成分の増加は全磁気エネルギーの 40% 程度で飽和する。第 4 は衝撃波面が上下対称な二方向に膨張する「双極膨張期」。回転軸周りに巻き付いた螺旋状の磁力線がジェット状にコアから噴出される。 $\sim 10^{51} \text{ erg s}^{-1}$ の Poynting Flux による Lumionsity があり、その方向に衝撃波面は双極的に膨張する。