

W47a 超新星ニュートリノで探る中性子星の質量と半径

中里健一郎 (九州大), 鈴木英之 (東京理科大)

重力崩壊型超新星は、太陽の約 10 倍以上の質量を持つ恒星が、その進化の最後に起こす爆発現象である。その過程で大量のニュートリノが放出されるとともに中性子星が残されるため、超新星ニュートリノを詳しく観測することは、形成される中性子星の質量や半径を探る手がかりを与えると期待される。

そこで本研究では放出される超新星ニュートリノと形成される中性子星の質量や半径の関係を調べるため、原始中性子星の進化をバウンス直後から数十秒のタイムスケールにわたって数値計算した。その際、さまざまな中性子星半径をもつモデルをカバーするため、現象論的な状態方程式を構築して計算に用いた。この状態方程式では、ゼロ温度部分については非圧縮率 K や対称エネルギーの勾配 L といった核密度付近の性質を示すパラメータをそのまま用いるとともに、有限温度効果については核子の effective mass をパラメータに用いることで、系統的な解析を可能とした。

その結果、反電子型ニュートリノの光度曲線の e -folding time を原始中性子星の冷却時間スケール τ_{cool} と定義すると、 τ_{cool} は核子の effective mass のほかには、最終的に形成される中性子星の質量 m と半径 r に依存し、その依存性は Kelvin-Helmholtz timescale を用いて理解できることがわかった。さらにこの関係式と、Lattimer & Prakash (2001) によって提案された中性子星の重力束縛エネルギーと m, r の関係式を連立させることにより、超新星ニュートリノの情報だけから中性子星の質量と半径に制限を与える手法を紹介する。