

N58a 超新星フォールバックにおける親星水素外層効果の統一的描像に向けて

篠田兼伍, 諏訪雄大, 澤田涼 (東京大学), 平井遼介 (理化学研究所・モナッシュ大学), 富田賢吾 (東北大学), 岩崎一成 (国立天文台), 鈴木建 (東京大学)

超新星におけるフォールバックは、重力崩壊後に形成される原始中性子星やブラックホールの形成・進化史に直結する重要な現象である。

フォールバックにおける最大の不定性は、水素外層とヘリウムコアの境界で生じた逆行衝撃波が中心コンパクト天体に落ち込む現象に起因することが近年になってわかってきた。さらに、この現象が中性子星角運動量の $\sim 1\text{--}2$ 桁の増加やブラックホール質量の $\sim 3M_{\odot}$ の増加を引き起こすなど、

さまざまな影響を中心コンパクト天体に及ぼす可能性が活発に議論されている。しかし、水素外層の質量や束縛エネルギーのみに着目したフォールバックの定量的評価はこれまで行われてこなかった。

我々の $M_{\text{ZAMS}} = 18M_{\odot}$ の親星における計算では、逆行衝撃波の有無によりコンパクト天体質量は $3M_{\odot}$ から $5M_{\odot}$ へと増加することが確認できた (2025 年春季年会 N45a) が、今回は $M_{\text{ZAMS}} = 18\text{--}28M_{\odot}$ に質量範囲を拡張し、より広い水素外層の束縛エネルギー範囲でフォールバック降着量の定量評価を行った。その結果、親星質量によらず、爆発エネルギーが水素外層の束縛エネルギー ($\sim 10^{50}\text{ erg}$) の 2–3 倍となる狭い範囲で、コンパクト天体質量が星の全質量の 10–30% ほど急増する領域が現れることを発見した。

本発表では、流体シミュレーションコード Athena++ を用いて、爆発エネルギーと水素外層の束縛エネルギー、さらに逆行衝撃波降着の有無が、最終的なフォールバック量およびコンパクト天体の質量に与える影響を統一的に議論する。