

N45a 超新星フォールバックの流体シミュレーション

篠田兼伍, 澤田涼, 諏訪雄大, 鈴木建 (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)

超新星におけるフォールバックは、爆発後の電磁波やニュートリノの放出源として、また超新星における中性子星やブラックホール形成やその周りの円盤形成、それに伴う発光現象の起源として考えられてきた。特に興味深いのは、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天体に落ち込む現象である。この結果、降着率は著しく増大し、中心天体である中性子星やブラックホールの質量、スピン、キック速度に影響を与えると考えられている。しかし数値計算において、従来の境界条件では逆行衝撃波が落ち込む際に非物理的な反射波が発生すると報告されている (Ertl et al., 2016; Gabler et al., 2020)。

今回、この問題を解決するために親星のコアを点源質量と薄い物質に置き換える手法 (Hirai et al. 2020) を用いて境界条件を使用しないフォールバック計算を行うことで、逆行衝撃波による影響を含めたフォールバック降着量の定量的評価に初めて成功した。より爆発エネルギーが低いか高いかで、中心天体に2太陽質量以上の質量変化を与えることを発見した。その結果、水素外層の束縛エネルギーと爆発エネルギーの大小関係で、中心天体への降着量が大きく異なることを発見した。束縛エネルギーの方が大きい場合、逆の場合と比べて、最終的に残る中心天体の質量が2太陽質量以上大きくなる。

本発表では新しく導入した手法の説明と、流体シミュレーションコード Athena++ (Stone et al. 2020) を用いた水素外層とフォールバック降着量の定量的な関係を報告する。