

N16a 恒星進化から一貫した計算による連星系起源の超新星残骸の解明

河嶋岳, Shiu-Hang Lee, 前田啓一 (京都大学), Daniel Patnaude (SAO)

恒星の超新星爆発 (SN) 前後におけるコア構造の遷移は、恒星進化理論における未解明な領域であり、空間的な広がりを持つ超新星残骸 (SNR) はその解明の鍵を握る天体である。しかし、SNR は衝撃波加熱された物質のみが輝くため、観測から爆発前の情報を引き出すには、SNR の動力的な進化を考慮することが肝要である。特に大質量星が起こす重力崩壊型 SNR は、質量放出により形成された複雑な星周物質 (CSM) 中を進行するため、その大局的な進化は解析解 (Truelove & McKee 1999) による近似が困難であり、高度な数値計算が必要となる。また近年、大質量星の多くが連星系に属することが定説となりつつある (Sana et al. 2012)。連星相互作用は、外層剥離による CSM 形成過程を変えるだけでなく、親星のコア構造にも影響を与え (Laplace et al. 2021)、SN 噴出物の組成も変化させることが明らかになってきた (Farmer et al. 2023)。

本研究では、単独星・連星それぞれの恒星進化から爆発までを解いたモデルを用い、対応する CSM 構造を計算した上で、それらを初期条件として SNR の進化および放射を self-consistent に数値計算した。その結果、連星系の主星は、外層剥ぎ取り後に生じる高速な恒星風が CSM を外側へ押しやるため、同じ初期質量を持つ単独星に比べて周囲の密度が低くなる傾向が見られた。これにより、衝撃波による質量の掃き集め効率が下がり、逆行衝撃波が内側へ進行しづらくなることを発見した。衝撃波の進化と SN 噴出物の組成の違いが組み合わせることで、放射の時間進化はモデルごとに大きく異なる。本研究の結果は、SNR 観測と親星モデルを正しく接続するためには、数値計算に基づいた SNR の放射進化予測が必要不可欠であることを示唆している。