

N11b 複数の親星におけるアクシオンを考慮した重力崩壊型超新星爆発の比較

高田 剣, 森 寛治, 中村 航, 固武 慶 (福岡大学)

ダークマターの候補である未発見の素粒子アクシオン (Axion-Like Particles; ALPs) の発見は、宇宙天体物理学に多大な影響を与えると考えられている。ALPs の効果が検討されている天体現象の一つとして、重力崩壊型超新星がある。重力崩壊型超新星とは、大質量星が進化の最終段階に引き起こす爆発現象であり、ニュートリノ駆動型超新星爆発が有力視されている。しかし、詳細な物理過程を考慮した空間 1 次元シミュレーションで超新星爆発を再現することに成功した例は特別な場合に限られる。

最近の論文 (Mori et al. 2022, PRD, 105, 063009) では、超新星内で ALPs が生成された場合の効果が調査されている。その結果、質量 100 MeV 程度の ALPs が超新星内部で生成され、衝撃波の復活を引き起こす可能性があることが明らかになった。一方、Mori et al. (2022) では親星を 20 太陽質量に固定して ALPs の効果が調べられた。しかし、中性子星の質量分布のような多様な観測可能量を予言するためには、多くの親星モデルに対して同様の調査を実施する必要がある。

そこで本研究では、Mori et al. (2022) で開発された ALPs を考慮した超新星爆発コードを使用し、1 次元数値シミュレーションを実行した。特に親星依存性を調査するため、11.2、25、40 太陽質量の 3 つのモデルに対して計算を行った。その結果、親星の質量が大きくなるにつれ、衝撃波が復活しうる ALPs パラメータ領域が広範囲となることを発見した。これは大質量の親星ほどコアバウンス後の中心が高温となり、より重い ALPs 生成に効果的な環境が実現されるためであると結論付けられる。本公演では ALPs がニュートリノ放射・加熱とそれにもなう衝撃波の時間発展にどのように影響するのかを解析し、親星質量への依存性を議論する。