

N01a アクシオン不安定型超新星の観測的特徴

森寛治 (福岡大学), 守屋堯 (国立天文台), 滝脇知也 (国立天文台), 固武慶 (福岡大学), 堀内俊作 (バージニア工科大学), Sergei I. Blinnikov (クルチャトフ研究所)

質量が $140M_{\odot}$ を超える超大質量星は、電子・陽電子対の生成により引き起こされる重力崩壊と爆発的核反応により電子対生成型超新星爆発 (PISN) に至ると考えられている。PISN の内部では非常に高温の環境が実現されるため、未発見の素粒子アクシオンが生成される可能性がある。アクシオンの詳しい性質は明らかになっていないが、電子質量の2倍より軽く光子との結合が十分に強いならば、電子・陽電子対に代わってアクシオンの生成が PISN に類似した爆発 (アクシオン不安定型超新星; AISN) を引き起こしうる。先行研究 (Sakstein, Croon & McDermott PRD 105 (2022) 095038) によると、アクシオンが存在する場合、PISN/AISN に至る親星質量が標準的な範囲より小さい方向に移動し、ブラックホールの質量ギャップが変化する。この予言は連星ブラックホールからの重力波信号を用いて確かめることができる一方、AISN からの電磁波信号はこれまでに調べられてこなかった。

そこで本研究 (Mori et al., arXiv:2209.03517) では、AISN の流体シミュレーションを実施し、その観測的兆候を調査した。その結果、親星質量を固定した場合、爆発エネルギーおよび ^{56}Ni 質量が通常の PISN のものより大きくなることを発見した。さらに、アクシオンの質量が電子と同じ値の場合、光度曲線の立ち上がり方が PISN に対する従来の予言より 10-20 日程度早くなることを発見した。したがって、PISN/AISN の候補天体の光度曲線とこの予言を比較することによって、アクシオンの性質に対して制限を付けることができると期待される。