

長期X線モニターデータで探る中性子星表面の燃料蓄積と大規模熱核燃焼

○青山 有未来^{1,2} in 't Zand Jean³ 武田 朋志^{4,6} 玉川 徹² 三原 建弘² 芹野 素子⁵ (1.東京理科大学 2.理化学研究所 3.SRON 4.京都大学 5.青山学院大学 6.HIKARI-COOL Kyoto)

X線バーストは、中性子星表面に降着したガスが臨界状態に達することで生じる熱核爆発である。中でも継続時間が数時間以上に及び、通常のX線バーストよりも放出エネルギーが2桁以上大きい爆発をスーパーバーストといい、炭素燃焼過程を含む現象と考えられている。過去の研究では、標準的な熱的冷却モデルから推定されるスーパーバーストで燃焼した物質の総質量が、観測から推定される降着質量よりも大きいことが示唆されてきた。しかし、観測期間中に同一天体から検出されたスーパーバーストが1回のみであったため、この不一致の要因を定量的に調べることは困難だった。本研究では、複数の全天モニターによる長期観測データを用いて、スーパーバーストで燃焼した量と、スーパーバースト間に降着によって供給された質量を比較し、その不一致の要因を観測的に制限することを目的とする。

解析対象として、過去にスーパーバーストを2回以上発生させた天体を選び、全天モニター RXTE/ASM、Swift/BAT、MAXI/GSC による約31年間の長期観測データを用いた。低質量X線連星 Aql X-1 および 4U 1608-52 について、スーパーバースト間の総降着質量を見積もるため、定常フラックスが降着率に比例すると仮定し、定常放射成分を時間積分した。ボロメトリックフラックスの評価には、各装置で得られたカウントレートをスペクトル状態ごとにフラックスへ変換する係数を用いた。さらに MAXI/GSC については、区間ごとに積分したスペクトルに基づきフラックスを評価した。その結果、スーパーバースト間に降着した総質量は、Aql X-1 で $(0.4-0.8) \times 10^{25}$ g、4U 1608-52 で $(1.2-1.8) \times 10^{25}$ g の範囲に収まることわかった。一方、スーパーバーストのライトカーブを冷却モデルでフィットして得られた点火柱密度を中性子星表面全体に積分すると、物質の燃焼量はそれぞれ $(1.1-2.0) \times 10^{25}$ g および $(8-10) \times 10^{25}$ g と見積もられた。これらの結果は、冷却モデルから推定される燃料量が、スーパーバースト間に降着によって供給された質量を上回ることを示している。この不一致は、従来の冷却モデルに再検討が必要であることを示唆している。解釈として、燃焼領域が中性子星表面全体ではなく局所的であることや、炭素反応率が標準的な理論値よりも高いことなどが考えられる。