

Circinus X-1からのclocked X線バーストの発見

○石井 野乃花¹ 榎戸 輝揚¹ 武田 朋志^{1,3} 土肥 明² 内田 裕之¹ (1.京都大学理学研究科・物理学第二教室 2.理研iTHEMS 3.京都大学/HIKARI-COOL Kyoto)

Type I バーストとは、連星系において伴星から降り注ぐ降着物質が中性子星表面に堆積し、ある柱密度に達すると核燃焼によるエネルギー放出をする現象である。その中でもバーストの再帰時間が一定のものをclocked バーストと呼ぶ。バーストの継続時間、バーストでの核燃焼エネルギー、再帰時間と降着率の関係を調べることで、降着物質の元素組成やジオメトリ等の情報を得ることができる。

我々は、Circinus X-1 (以下、Cir X-1) について2023年8月に観測されたNuSTARのアーカイブデータ計45 ksを調べ、71個のバーストを特定した。観測期間中、定常放射のフラックス (F_{per}) が変動し再帰時間も漸近変化していたが、この間複数のエポックでclockedバーストを示した。Cir X-1においてType I バーストはこれまで数例の報告があったがclockedバーストが見つかったのは初めてである。Cir X-1の F_{per} から推定される降着率はエディントン限界の30-50%、再帰時間は400-1500 sであった。この再帰時間は典型的なバースト天体よりも1オーダーほど短い。

降着率の変化に伴い再帰時間、バーストの継続時間やエネルギーが漸近的に変化していた。特にエディントン限界の50%に近い降着率では、一部の燃料がバーストで燃焼し残りは安定燃焼していることを示唆できた。バーストを起こす不安定燃焼状態と、安定燃焼状態の連続的な変化が確認された天体は他にIGR J17480-2446のみであり、Cir X-1が燃焼状態の遷移を探る上で重要な天体であることがわかった。

Cir X-1のバーストの継続時間は、降着物質の元素量が太陽組成に近いとされているGS 1826-24よりも数秒長かった。よってCir X-1の降着物質もまた太陽組成に近く水素リッチであると言える。降着物質が水素に富むことは、伴星の水素外層がまだ剥ぎ取られておらず十分に残っていることを示唆している。これはCir X-1が超新星残骸の見つかった若い連星系であることと矛盾しない。

Cir X-1の伴星の質量について、これまでいくつかの論文で太陽質量の2倍以上であると示唆されてきた。我々はCir X-1が水素リッチで若い連星系であるという結果から、この天体は小質量X線連星の前駆天体である中間質量X線連星であると考え、先行研究に合致すると提案する (Ishii et al., to be submitted)。