

Q38a XRISM を用いた Tycho の超新星残骸北西部におけるイオン温度分布解析

市橋正裕, 馬場彩, 萩野浩一 (東京大学), 他 XRISM Tycho チーム

宇宙空間を漂うプラズマは、無衝突衝撃波の通過によって粒子の質量に応じた温度へと加熱される。このため、衝撃波の通過直後のプラズマは粒子ごとに温度の異なる非平衡状態であり、その後は平衡状態に向けて質量の大きなイオンから質量の小さい電子への熱緩和が生じる。この熱緩和過程を明らかにしそのエネルギー収支を見積もることで、粒子加速の種粒子へのエネルギー供給量やその注入効率を制限することができる。

熱緩和過程の解明にはプラズマ中のイオン温度を調べることが重要だが、従来の観測衛星ではエネルギー分解能が不足しており、イオン温度の解析はほとんど行われてこなかった。イオン温度に関する数少ない先行研究である Miceli et al.2019 では、Chandra の HETG を用いることで衝撃波通過後のイオン温度が質量に比例した分布であることを突き止めた。しかし、加熱後の熱緩和過程を評価することはできなかった。

2023 年 9 月に打ち上げられた X 線観測衛星 XRISM/Resolve はエネルギー分解能が ≤ 7 eV と優れた観測衛星で、X 線帯域の輝線のより詳細な構造が解析できるようになった。また、Resolve では視野を 0.5 分角のピクセル単位で分割することができ、高いエネルギー分解能を維持しながら輝線幅の空間変化を調べることが可能になった。本研究では、Resolve で観測された超新星残骸 Tycho の北西部の輝線幅を元にイオン温度を推定した。その結果、Si は $720 - 1200$ keV・S は $1600 - 2400$ keV・Ar は $2000 - 2800$ keV と推定された。これらの値は、Uchida et al. 2024 で測定された衝撃波速度 $3600 - 3740$ km s⁻¹ で理想気体を加熱した場合の温度に近い値である。本講演では、得られたイオン温度およびその分布をもとに、無衝突衝撃波通過後の熱緩和過程について議論を行う。