

XRISM 衛星の精密 X 線分光で発見した超新星残骸 Cassiopeia A の狭輝線成分と輝線強度比異常

○鈴木 朋広^{1,2} 野澤 玲央那^{2,3} 天野 雄輝⁴ 大城 勇憲⁵ 金丸 善朗² 山口 弘悦² (1.東京大学 2.ISAS/JAXA 3.青山学院大学 4.核融合科学研究所 5.理化学研究所)

超新星爆発は、重元素を宇宙空間に供給すると同時に莫大な運動エネルギーを星間空間に注入することで、銀河の物質循環や構造の変遷を駆動する重要なプロセスである。しかし、超新星爆発の一種である重力崩壊型超新星では、爆発メカニズムや爆発後の物質分布に寄与する非対称性に関して未解明な点が多い。それらの解明には、爆発時の情報を色濃く残す超新星残骸のプラズマ状態や、周辺環境との相互作用の理解が不可欠である。X 線帯域で最も明るく、若い重力崩壊型超新星残骸である Cassiopeia A (Cas A) は、この検証に最適な天体である。

本研究では、X 線分光撮像衛星 XRISM に搭載された X 線分光装置 Resolve による超高分解能分光データを用い、Cas A におけるシリコン(Si)輝線および硫黄(S)輝線の解析を行った。その結果、Cas A の西部領域において、速度分散が大きく異なる 2 種類のプラズマ成分の分離に成功した。両成分の速度分散は、それぞれ~2000 km/s および~500 km/s と得られた。後者の検出は、Resolve の優れた分光能力により初めて実現したものであり、クランプ状のイジェクタなどの局在したプラズマ構造の存在を示唆する。また、狭輝線成分の Si および S の各 He α 輝線の禁制線(f)と共鳴線(r)の強度比(f/r)は、それぞれ~0.7, ~0.5 と得られた。これらは、典型的な熱的プラズマで期待される値(Si: ~0.3, S: ~0.3)に比べて有意に高い。この強度比異常を説明する物理過程として、共鳴散乱および電荷交換が考えられる。そこで我々は、それぞれの過程に対応するスペクトルモデルを構築し、熱的プラズマや低温ガスの密度や空間分布に制限を与えた。また、この強度比異常を受けて、XRISM は 2026 年5 月に Cas A の南西部領域を追観測した。本講演では、この観測分も含めて、詳しいスペクトル解析の結果を報告するとともに、その物理的意味について議論する。