

XRISM衛星による多様なX線天体での鉄K α /K β 蛍光輝線の系統的研究

○榎戸 輝揚¹ 永井 悠太郎¹ 林 多佳由¹ 松永 海¹ 井上 峻¹ 坂本 洸¹ 長谷川 慶多¹ 政井 邦昭² 山田 真也³ (1.京都大学 2.東京都立大学 3.立教大学)

宇宙組成において豊富で蛍光収率の高い鉄は、コンパクト天体周辺の物質分布や運動の優れたトレーサーである。XRISM衛星の精密分光では、X線連星 Cen X-3 の鉄 K α 蛍光輝線 (~6.4 keV) から連星運動によるドップラーシフトを検出し (Mochizuki et al. ApJL, 2024)、さらに K β 輝線 (~7.1 keV) も活用することで、電子が5個ほど剥ぎ取られた電離状態 ($q=5$) にあることを突き止めた (Nagai et al. PASJ, 2026)。光電離により電子が剥ぎ取られると原子核電荷の遮蔽が弱くなり、輝線エネルギーが徐々に増大する。ここで、 $2p \rightarrow 1s$ の遷移に由来する K α に比べ、 $3p \rightarrow 1s$ の遷移に由来する K β の方が、低電離な場合でも電離度に対して敏感でありエネルギー変化が大きい。そのため、XRISMの優れた感度を活かして K β 輝線が検出できるようになると、低電離な鉄イオンの電離度を精度よく測定可能となる。

本研究では、Cen X-3 と同様に K β 輝線の検出が期待できるXRISMアーカイブ天体に同様の手法を適用し、系統的な調査を進めた。おもに中性子星をもつX線連星 (GX 301-2, Her X-1, 4U 1822-371, GX 1+4, Vela X-1, 4U 1700-37, OAO 1657-415, 4U 1538-522 など)、白色矮星連星 (SS Cygni, T CrBなど)、銀河系外天体 (NGC 3783, NGC 4151, Circinus galaxy, Cen Aなど) を対象として、各天体データから Fe K α 、K β の中心エネルギーや強度などを求めた。輝線エネルギーは電離度だけでなくドップラーシフトでも変化するが、2本の輝線のエネルギー情報から後者の寄与を分離・相殺することで、解析した多くの天体の電離度は概ね $q \leq 6$ 以下であることが分かった。また、白色矮星では運動や電離だけでは説明できない重力赤方偏移の寄与も無視できない。本発表では、これら低電離鉄を生み出す環境と機構について、X線連星の場合には、ヘリウムの光電離吸収による大きな光学的厚みがX線を遮蔽し、背後で低電離イオンが維持される「ヘリウム電離フロント」の解釈 (Masai, ApSS, 1984) も合わせて検討する。