

T03a X線天文衛星「ひとみ」によるペルセウス座銀河団の重元素量測定とその解釈

山口弘悦 (NASA/GSFC, メリーランド大), 松下恭子, 佐藤浩介, 佐々木亨 (東京理科大), 中島真也, Aurora Simionescu (宇宙研), Marshall W. Bautz (MIT), Michael Loewenstein (NASA/GSFC)

宇宙に存在する鉄族元素 (e.g., Fe, Ni, Mn) は、白色矮星の爆発的核融合による「Ia型超新星」を主要起源とする。したがって銀河団ガスに含まれる鉄族元素の組成は、所属銀河内で過去に起こったIa型超新星の物理的性質を知る重要な手がかりとなる。しかしNiやMnの輝線は一般に弱く、従来のCCD検出器 ($E/\Delta E \approx 40 @ 6 \text{ keV}$) では連続スペクトル (制動放射) や強いFe輝線からの分離が原理的に難しかった。そのため、これらの組成比測定には常に大きな系統誤差が伴っていた。この問題を抜本的に解決したのが「ひとみ」の主力検出器SXSである。SXSは空前の分光能力 ($E/\Delta E \approx 1500 @ 6 \text{ keV}$) を軌道上で実現し、銀河団ガス中の重元素量 (特に低組成元素) の測定精度を飛躍的に向上させた。

我々は「ひとみ」の初期観測でペルセウス座銀河団から得たSXSのスペクトルを分析した。その結果、鉄族元素の相対組成 (i.e., Cr/Fe, Mn/Fe, Ni/Fe) は、いずれも太陽近傍の星の組成と一致することが初めて示された。この事実は、Ia型超新星の性質や元素合成機構が母銀河の星形成率等によらず宇宙全体で一様であることを示唆する。また、白色矮星は「チャンドラセカール限界」として知られる $1.4 M_{\odot}$ に近づいた場合にのみ、爆発時に電子捕獲反応 ($p + e^{-} \rightarrow n + \nu_e$) を起こし、Mnや安定核Niなどの中性子過剰元素を効率的に生成する。これを考慮すると、ペルセウス座銀河団内で過去に起こったIa型超新星の約半数は、チャンドラセカール限界に達することなく爆発した可能性が高い。講演ではこの解釈に至る詳細と、本成果の宇宙論・宇宙物理学的意義について解説する。