

K24a 「すざく」による超新星残骸 IC443 からの放射性再結合連続 X 線の発見

山口弘悦 (理研)、小澤碧、小山勝二 (京都大)、政井邦昭 (首都大)、平賀純子 (理研)、尾崎正伸 (ISAS/JAXA)、米徳大輔 (金沢大)

IC443 は年齢約 4000 年の重力崩壊型超新星残骸 (SNR) であり、周囲の分子雲および HI cloud の形状から、親星が強い星風活動を伴っていたことが示唆されている。過去に行われた「あすか」の X 線観測によって、Si および S の $\text{Ly}\alpha$ 輝線 (水素状イオンからの輝線) が制動放射スペクトルから決まる電子温度 ($kT_e \sim 1.0\text{keV}$) に対して著しく強いことが明らかにされた (Kawasaki et al. 2002)。このことから、陽イオンの電離が電離平衡プラズマから期待されるよりも進行した状態にある「過電離プラズマ」が存在すると考えられた。しかしながら、続いて行われた XMM-Newton の観測からは、過電離状態の有意な証拠は得られなかった (Troja et al. 2008)。

そこで我々は「すざく」を用いて IC443 を観測し、プラズマ状態の精密な検証を行った。「あすか」によって指摘された通り $\text{Ly}\alpha$ 輝線が非常に強く、電離平衡プラズマでは説明がつかないことは既に報告済みである (小澤ら、2008 年春季天文学会)。我々はさらに詳細な解析を行い、スペクトルの 2.7keV および 3.5keV 付近に、完全電離した Si と S に対する自由電子の再結合に伴う連続 X 線成分を発見した。このようなスペクトル構造が SNR から検出されたのは観測史上初めてのことであり、再結合スペクトルの幅から求められる電子温度は $kT_e \sim 0.4\text{keV}$ であり、制動放射成分の電子温度 $kT_e \sim 0.9\text{keV}$ と比べて有意に低かった。この事実は異なる 2 成分のプラズマがスペクトルに寄与することを強く示唆する。前者の電離温度は $kT_z > 2.0\text{keV}$ と制限が付き非常に極端な過電離状態にあることが判明した。このようなプラズマの起源として、SNR の進化初期に加熱・電離された高密度の星周物質が急激な断熱膨張によって冷却したことが考えられる。一方、0.9keV 成分は電離平衡状態にあり、重元素量は太陽組成程度だった。したがって衝撃波加熱を受けた通常の星間物質が起源だと考えられる。