

Q43a 超新星残骸のX線精密分光にむけた電離非平衡プラズマモデルの開発

澤田 真理 (青山学院大学), Jelle Kaastra (SRON)

超新星は衝撃波加熱により希薄 ($n \sim 1 \text{ cm}^{-3}$) で高温 ($T_e \sim \text{数 keV}$) なプラズマを形成する (SNR プラズマ)。その特徴は、ほかの宇宙プラズマに比べ年齢が短く ($t = 10^{3-4}$ 年), 様々な熱的非平衡が実現し得ることである。なかでも電離非平衡は、多くのSNRで普遍的に観測されており、これを用いて我々はSNRの熱的進化を追跡することができる。通常の進化は、衝撃波加熱による急加熱で高温となった電子が徐々に重元素イオンの電離を進める過程である。平衡へ向かう進化の度合いは $\int n_e(t) dt \sim n_e t$ で与えられ、これを測定することで、イジェクタや星間物質の加熱史を明らかにできる。一方、近年の「すざく」による観測は、上記とは逆に、電離の進んだイオンと低温電子が共存し徐々に再結合が進むプラズマ (過電離・再結合プラズマ) を相次いで発見し、SNRの熱的進化に別の道筋があることを示唆した。

このようにSNR研究では電離非平衡が本質的だが、これまでのX線CCDによる観測では、異なる電離状態からの輝線を分離できず、元素ごとに平均的な電離状態を決定するのみだった。ASTRO-H/SXSをはじめとする次世代の精密分光装置は、数 eV のエネルギー分解能で各電離状態からの輝線を分解し、電離非平衡を直接かつ詳細に観測できる。そのような観測データを用いれば、これまで検出できなかった物理状態を引き出せる可能性がある。たとえば、電離非平衡の進化過程における電子温度・密度の時間変化や、電子分布の熱平衡からのずれが、X線スペクトルに反映されるかもしれない。我々は、既存の電離非平衡プラズマモデルを改訂し、これらの効果が電離バランスとX線放射に与える影響を検討している。

本講演では具体的なシミュレーション例とともにこれらの改訂内容を報告する。