

**Q09a 低エネルギー宇宙線陽子は超新星残骸プラズマの過電離状態を説明するか？**

澤田真理 (理化学研究所)

近年の X 線分光観測は、超新星残骸プラズマがしばしば過電離という特異な状態にあることを明らかにした。電子加熱からの非平衡電離過程では、重元素イオンの電離度は中性に近い低電離状態から電子温度で決まる平衡値へと徐々に近づく。過電離プラズマでは、観測した電離度がこの平衡値よりも高く、電離度が示唆する温度 (電離温度) は電子温度の倍程度もある。この状態を引き起こすには、標準的な超新星残骸の熱的進化モデルを超えて (1) 急速に電子を冷やす機構、(2) 熱的電子とは別の隠れた電離源により電離を進める機構のいずれかが必要となる。これまで主に (1) の電子冷却過程が検討され、高密度星周物質との相互作用による断熱冷却や、分子雲との接触による伝導冷却などが提案された。最近、(2) の隠れた電離源候補として、低エネルギー宇宙線陽子が挙げられた。しかし「低エネルギー宇宙線陽子が重元素イオンの電離度をそこまで変えうるか？」という基本的な疑問が検討されていない。そこで我々はこの課題に取り組む。

陽子によるイオンの衝突電離断面積は理論的に計算できるが、その絶対値を較正する実験データは電子の場合と比べてやや限定的である。そこで、十分速い衝突では同速の電子と陽子の断面積が同等となることを利用し、原子番号 30 までの全イオンの各サブシェルで電子の断面積をもちいて陽子の断面積を較正した。これをもちいて、べき型スペクトルを仮定した低エネルギー宇宙線陽子による電離レートを評価し、電離度の時間発展を計算した。今回はまず粗い検証を目的としたため、熱的電子温度や宇宙線スペクトルの時間発展はひとまず無視した。宇宙線陽子のべきや熱的電子・陽子に対する相対密度をパラメータとし、各ケースで到達可能な電離度を求めた結果、今回の条件のもとでは、~1%というかなり大きな相対密度でも、観測された電離度は説明されなかった。