

H49a 超新星残骸 1987A からのチタン 44 核 線の観測可能性

望月 優子 (理化学研究所)、熊谷紫麻見 (日大理)

チタン 44 は、重力崩壊型超新星爆発において、高密度天体とエジェクタ (放出物質) との境界で合成されるため、爆発メカニズムを探る上で非常に重要な要となっている不安定核である。チタン 44 核の崩壊様式は特徴的であり、軌道電子を捕獲することによってのみ、スカンジウム 44 に崩壊できる。子核のスカンジウム 44 は、さらに、陽電子を放出することによって安定なカルシウム 44 へと崩壊する。この一連の崩壊過程で、68, 78, 511, 1167 keV の核 線が放出される。超新星残骸 1987A は、現在チタン 44 の核崩壊エネルギーによって光っており、チタン 44 核種からのこれら核 線をとらえることは、現在・将来の 線天文衛星のチャレンジでもある。

我々は、これら核 光子のコンプトン散乱によるエネルギーの減衰について、爆発後 10 年の時点での近赤外-光の光度観測から見積もられた全輻射光度の上限・下限を説明するように、3次元空間を考慮したモンテカルロ計算を行った。初期条件として粒子の分布に 14E1 モデルを仮定した。さらに得られたチタン 44 核種の質量から太陽系で観測され得る各エネルギーフォトンフラックスを求め、現在軌道上にある INTEGRAL 衛星のライン線検出感度と、2010 年に打ち上げが予定されている日本の NeXT 衛星の予定検出感度と比較した。

結論として、INTEGRAL では典型的な 10^6 秒の観測時間では核 線をとらえることは難しいが、NeXT で典型時間 (10^5 秒) 観測すれば、68, 78, 511 keV のラインが有意に観測できるであろうことがわかった。また 1987A では、衝撃波と星周物質の内側リングとの衝突によって現在、チタンのイオン化が進行中である。線形解析によれば、将来イオン化が仮に Hydrogen-like まで進行し軌道電子捕獲率が小さくならないとしても、NeXT では 10^5 秒の観測で、特に 511 keV 核 線の検出を期待できることがわかった。