

N57a 超新星の元素合成と超新星残骸の ^{44}Ti からのライン 線放射

熊谷紫麻見 (日大理工)、野本憲一 (東大理)

Cas A は II 型超新星の残骸であると考えられている。同じ II 型超新星 1987A における元素合成の理論では、合成された ^{44}Ti と ^{56}Ni との質量比が、それぞれの安定同位体 ^{44}Ca と ^{56}Fe との太陽組成での質量比に等しく、 ^{44}Ti の質量は $9 \times 10^{-5} M_{\odot}$ であるとされていたが、ファクター 2 程度の不定性があった。昨年、コンプトン衛星に搭載されたコンプテルは超新星残骸 Cas A を観測し、1157 keV のライン 線を検出し、その強度は $(8.0 \pm 1.6) \times 10^{-5} \text{ photons cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であった。このライン 線は、 ^{44}Ti が崩壊してできる ^{44}Sc が平均寿命約 3 時間で崩壊した時に 100% の割合で放出される。Cas A の年齢を 315 年、距離を 2.4 kpc とすれば、この超新星で爆発時に合成された ^{44}Ti の質量は、その平均寿命を 46 年とした場合に $(3.7 \pm 0.9) \times 10^{-4} M_{\odot}$ 、66 年とした場合には $(3.4 \pm 0.8) \times 10^{-4} M_{\odot}$ となる。II 型超新星の元素合成量は爆発した星の質量によって違うので、今回のコンプテルによる観測の結果は、Cas A で爆発した星の質量が超新星 1987A とは違っていたことを示唆するものである。

また、Kepler と Tycho の超新星残骸は Ia 型超新星のものとされている。これにはいろいろな爆発メカニズムが提案されており、合成された ^{44}Ti の質量はモデルによって大きく違う。最も小さいのは Ia 型超新星の標準モデルとされている W7 で $4 \times 10^{-6} M_{\odot}$ 、最も大きいのは超新星 1991T のような明るい Ia 型超新星のモデルである IDD で $2 \times 10^{-3} M_{\odot}$ である。Kepler と Tycho の距離と年齢を考慮すると、これらの超新星残骸からのライン 線の検出は、 ^{44}Ti の平均寿命を 46 年とした時、爆発時に合成された ^{44}Ti の質量が、 $10^{-3} M_{\odot}$ 程度ならコンプテルで、 $10^{-4} M_{\odot}$ 程度なら数年後に打ち上げが予定されている 線衛星インテグラルで可能となる。 ^{44}Ti の平均寿命が 66 年ならば、ライン 線の検出はさらに容易である。実際の観測が得られれば、これらの超新星残骸の爆発モデルに制限がつけられる。カニ星雲と SN1006 については、距離は上記の超新星残骸に比べて近いものの、年齢がそれぞれ 914 年と 989 年で、ライン 線の検出は困難であろう。