

N32a 超新星 Cassiopeia A の不完全 Si 燃焼層での中性子過剰度の推定

佐藤寿紀 (理研, NASA/GSFC, UMBC)、吉田敬、梅田秀之 (東大)、小野勝臣、長瀧重博 (理研)、前田良知 (宇宙研)、前田啓一 (京大)、John P. Hughes (Rutgers Univ.)、Brian J. Williams (NASA/GSFC)

Cassiopeia A は、銀河系内に存在する重力崩壊型超新星の若い残骸であり、親星は $15\text{--}20 M_{\odot}$ 程度の質量であったと考えられている (Young+06, Orlando+16 など)。X 線帯域では、高温プラズマとして今も明るく輝いており、爆発的元素合成によって生成された様々な元素の分布や量を測定できるため (Hughes+00, Hwang+12 など)、超新星の爆発機構や元素合成を検証する上でとてもユニークな天体である (Wongwathanarat+17 など)。

本研究では、この残骸内の鉄族元素 (特に Cr, Mn) に着目する事で、超新星内部の中性子過剰度の推定を行う。超新星内部の中性子過剰度は、親星のコア付近での電子捕獲過程や金属量、崩壊時に大量に放出されるニュートリノと物質との反応などに依存するため、爆発時の星内部の情報を持つ重要な物理量となる。そして、鉄族元素は、超新星内部の高温・高密度環境で達成される Si 燃焼 (最高到達温度 $T_{\text{peak}} > 4.5 \times 10^9 \text{ K}$) で合成されるため、そのコア付近の中性子過剰度を探るツールになる。今回は中でも、不完全 Si 燃焼層 ($T_{\text{peak}} < 5.5 \times 10^9 \text{ K}$) で合成される 2 つ鉄族元素 Cr (= $^{52}_{26}\text{Fe}$) と Mn (= $^{55}_{27}\text{Co}$) の存在比を測定し、この燃焼層での中性子過剰度を推定する。

我々は、チャンドラ衛星、すざく衛星を用いて、これらの元素の質量比は $M_{\text{Mn}}/M_{\text{Cr}} = 10\text{--}37\%$ (チャンドラ衛星)、 $12\text{--}65\%$ (すざく衛星) と見積もった。この値を元素合成モデルと比較する事で、不完全 Si 燃焼層での中性子過剰度 Y_e (電子数/バリオン数比) は $0.4990 \lesssim Y_e < 0.5$ と推定した。これは、太陽金属量 ($Z = 0.014$) を仮定した $15 M_{\odot}$ の親星 Y_e よりも大きい。結果として、観測による Mn/Cr 比を説明するためには、低めの金属量の親星が好ましい事が分かった。