

N38a Ia 型超新星による中性子過剰核の形成

岸本 信宏、岩本弘一、野本憲一（東京大学）、辻本拓司（国立天文台）

チャンドラセカール質量の白色矮星では、中心で炭素燃焼の暴走が始まったのち、熱伝導によって伝わる垂音速の爆燃波として燃焼が伝播していく。ここでは波面に付随するさまざまなスケールの不安定の成長が波面の伝播速度を決めているがその評価には大きな不定性がある。最近の多次元シミュレーションでは白色矮星の中心部分では波面の伝播速度は非常に遅く音速の 1.5 – 3 % 程度と見積もられている。依然として不定性は大きい、このような遅い爆燃波の場合の元素合成の特徴を調べた。

中心部での遅い爆燃波では、速い爆燃波と比べると元素合成の性質が異なる。密度が 10^9 g cm^{-3} 程度と高いために電子捕獲反応が進み中性子過剰の状態が生じる。その度合いは、密度および爆燃波の伝播速度に依存するので、この2つの量に対して制限を与えることが可能になる。中心密度の値からは質量降着率を知ることができる。

中心密度については $\rho_9 = \rho / 10^9 \text{ g cm}^{-3} = 1.37(C)$ および $\rho_9 = 2.12 (W)$ の2つの値に対して、遅い爆燃波 (S) の伝播速度としては、音速の 1.5 % (WS15, CS15) と 3 % (WS30) の2つの値に対して爆発的要素合成の計算を行なった。その結果中心部では電子捕獲反応により Y_e (核子1個あたりの電子の数) の減少が見られ、中心密度が高いほど Y_e の値が小さく伝播速度が遅いほど Y_e の勾配が急になる結果が得られた。 Y_e の小さい領域では ^{48}Ca , ^{50}Ti , ^{54}Cr といった中性子過剰核が合成された。

そこで今回の Ia 型超新星の計算結果 と II 型超新星の元素合成の計算結果を組み合わせ、太陽系の重元素量とその同位体比をうまく再現できるかどうかを調べた。その結果、チャンドラセカール質量の白色矮星の中心で核燃焼がおこるさいの密度は、 $2 \times 10^9 \text{ g cm}^{-3}$ 以下でなければならない。このような低い密度で燃焼が始まるためには、連星系の質量降着率が $10^7 \text{ year}^{-1} M_{\odot} \text{ year}^{-1}$ 以上であるという制限が得られる。このような速い質量降着をうける白色矮星は super-soft X-ray source に対応すると考えられる。