

K08a ONe コアの重力崩壊

高橋 亘、吉田 敬、梅田 秀之 (東京大学)

8-10 M_{\odot} の初期質量を持つ恒星は水素、ヘリウム、炭素を燃料とした燃焼過程を経ながら進化していき、チャンドラセカール限界質量 $M_{Ch} \sim 1.38M_{\odot}$ 程度の縮退 ONe コアを形成することが知られている。周囲のヘリウム燃焼による質量増加の結果コアの質量がある臨界値を越える場合には、コアは電子捕獲反応によって収縮を加速させ最終的に中性子星を形成すると考えられており、その最期は電子捕獲型超新星爆発とよばれる弱い II 型の超新星になると言われている。今回我々は、初期質量 9.83 M_{\odot} の恒星モデルについて主系列星段階からコアの崩壊までを計算した。質量数 17-65 の幅広い核種に対して電子捕獲率を用意することにより、特にコアの収縮段階において新しい結果が得られた。

以下に結果をまとめる。主系列星段階から炭素燃焼後の super AGB 星段階に至るまでの進化の結果、この星は 1.369 M_{\odot} のコアを形成する。このコア質量はネオン燃焼のための下限質量をわずかに超えるため縮退 ONe コアの外縁部では弱いネオン、酸素燃焼が起きるものの、この燃焼は内へと拡がることはなくコアは収縮を続ける。 ^{27}Al 、 ^{25}Mg 、 ^{23}Na 、 ^{24}Mg による電子捕獲ののち密度が $\sim 8 \times 10^9 \text{g/cm}^3$ に達すると ^{20}Ne の電子捕獲がはじまり、コアの収縮は加速され、中心温度は上昇していく。中心密度が $2.7 \times 10^{10} \text{g/cm}^3$ の時点で中心温度は酸素燃焼のための臨界値 $1.6 \times 10^9 \text{K}$ に達し、核反応による急激な発熱のためコアの中心部 (半径 $\sim 10^{-4} R_{\odot}$) は核種統計平衡に達する。しかしながら、この燃焼による発熱は既に高度に縮退した電子気体のもつ内部エネルギーの数%でしかなく、コアの収縮は止まらない。統計平衡に達した領域では、自由陽子を主とした電子捕獲反応によって圧力が減少する。このためにコアは崩壊し、原始中性子星を形成した。