

初期重元素存在度が少ない超新星爆発から得られる炭素，窒素同位体比と超新星爆発起源プレソーラーグレイン

Carbon and Nitrogen isotopic ratios in supernova ejecta of low metallicity stars and presolar grains from supernovae

吉田 敬[1], 橋本 正章[2]

Takashi Yoshida[1], Masa-aki Hashimoto[2]

[1] 九大・物理, [2] 九大理

[1] Dept. of Physics, Kyushu Univ., [2] Faculty of Science, Kyushu Univ.

プレソーラーグレインの中で SiC Type X グレインやグラファイトグレインの一部は超新星爆発起源であると考えられている。これらグレインは測定された同位体比と超新星爆発モデルから得られる同位体比と比較することによって超新星爆発起源であると判別される。Travaglio et al., (1999)では超新星爆発起源と思われるグラファイトグレインの同位体比を Woosley and Weaver (1995)の超新星爆発モデルから得られた元素組成分布と超新星爆発中の混合過程を考慮して定量的に比較した。その結果超新星爆発起源グラファイトに見られる ^{28}Si の過剰や $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比の数値に渡る同位体比変動は超新星爆発モデルから得られる同位体比の特徴とよく一致したが、 $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ 比や一部の Ca 同位体比など、グレイン測定値と超新星爆発モデルから得られる同位体比の範囲が一致しない同位体比も示された。しかし、ここで用いられた超新星爆発モデルは水素燃焼開始時の重元素存在度が太陽組成に等しいモデルに限定されており、水素燃焼開始時の重元素存在度が太陽組成よりも少ないモデルによる比較は行われていない。本研究では初期の重元素存在度が太陽組成の $1/10$ の重質量星の進化と超新星爆発を考えることで、超新星爆発において超新星爆発起源プレソーラーグレインの窒素同位体比を再現できるかを調べる。

本研究ではまず Nomoto and Hashimoto (1988), Hashimoto (1995)で用いられた He 星モデルを用いて初期の重元素存在度が太陽組成の $1/10$ の He 星の進化を He 燃焼から鉄コアの重力崩壊直前まで求めた。次に Shigeyama et al., (1987)等で用いられた超新星爆発モデルを用いて星の進化計算を行った He 星の超新星爆発の計算を行った。これにより He 星における He 燃焼から超新星爆発までの温度、密度、半径の情報が得られる。本研究ではこの温度、密度、半径の時間進化と n から Pr まで含まれた 675 核種からなる核反応ネットワークを用いて He 燃焼から超新星爆発までの元素合成過程を数値的に追い、初期の重元素存在度が少ない星における超新星爆発後の元素生成量分布を求めた。そして炭素、窒素存在度分布から燃焼層間の混合を考慮することで重元素存在度が少ない超新星爆発モデルがとりうる炭素、窒素同位体比のとりうる範囲を求めた。比較のため初期の重元素存在度が太陽組成に等しい He 星における同位体比の範囲も求めた。

今回は 4 太陽質量の He 星についての結果を示す。4 太陽質量の He 星は 15 太陽質量の主系列星に対応する。複数の燃焼層の混合と C/O 比が 1 以上というカーバイドグレインの形成条件を考慮して $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ - $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ のとりうる範囲を求めたところ、重元素存在度が太陽組成に等しい場合と太陽組成の $1/10$ にした場合で、 $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ が太陽系元素存在度よりも小さい値になるには $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比がそれぞれ 70-600000, 70-3000000 の範囲になることが示された。これから $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ 比が太陽系元素存在度よりも小さい値の時の $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ 比の下限値は初期の重元素存在度にはあまり依存しないことが得られた。また、初期の重元素量が少ない超新星爆発モデルを用いても ^{12}C と ^{15}N が過剰なグレインの炭素、窒素同位体比を再現することはできなかった。講演では超新星爆発中の元素合成過程と爆発によって生成される主な元素の組成分布についても示す。