

## スーパーノバ時の軽元素合成の理論的研究

### Theoretical Study of Light Element Synthesis in a Supernova

吉田 敬 (東京工業大学理学部)

Takashi YOSHIDA

Faculty of Science, Tokyo Institute of Technology

受入教官: 中村 栄三 (基礎宇宙化学部門)

プレソーラーグレインは数桁にわたる同位体異常を持つことから、さまざまな星の元素合成過程の痕跡を残していると考えられている。本研究では超新星爆発起源のプレソーラーグレインを判別する手法を確立するため、超新星爆発時にヘリウム層と水素層で生成される Li, Be, B という微量軽元素と CNO 元素の生成量と生成量比のとりうる範囲を求めた。今回は特に、これら軽元素生成量と生成量比のニュートリノ照射時間とニュートリノによって運ばれるエネルギーの不定性による影響を調べた。爆発モデルは Shigeyama and Nomoto(1990)の 16.2 太陽質量 presupernova の構造を基に密度構造を半径のべき乗で近似した球対称爆発モデルを用い、超新星爆発時の温度と密度の時間進化にあわせて Mg までの 52 核種からなる核反応ネットワークを用いて軽元素の爆発的要素合成過程を計算した。核反応に含まれているニュートリノ照射モデルは Woosley *et al.* (1990)のモデルを用い、ニュートリノ照射時間は 1, 3, 10 秒、ニュートリノによって運ばれる全エネルギーは  $1 \times 10^{53}$ 、 $3 \times 10^{53}$ 、 $6 \times 10^{53}$  erg として計算を行なった。

得られた結果は以下の通りである。まず、超新星爆発時に生成される  ${}^6\text{Li}$  と  ${}^9\text{Be}$  の量は非常に少ない。得られた  ${}^6\text{Li}/{}^7\text{Li}$  比、 ${}^9\text{Be}/{}^7\text{Li}$  比は  $2 \times 10^{-4}$  以下で、太陽系元素存在度における比よりも非常に小さいことが示された。それ以外の Li と B は主にヘリウム層で生成されるが、その生成量はニュートリノ照射モデルによって 5 桁程度変わり得るなどモデル依存性が強いことが得られた。しかし  ${}^{11}\text{B}/{}^7\text{Li}$  比という生成量比をとると、その変動範囲は 1 桁程度に狭められた。これは  ${}^7\text{Li}$  と  ${}^{11}\text{B}$  が同じような生成過程によって生成されるため、 ${}^7\text{Li}$  と  ${}^{11}\text{B}$  の生成量がニュートリノ照射モデルに関して同じような依存性を持ち、 ${}^{11}\text{B}/{}^7\text{Li}$  という比をとると個々の生成量の変動が相殺されるためである。一方、 ${}^{12}\text{C}$  と  ${}^{16}\text{O}$  を除く CNO 元素はヘリウム層で生成され、その生成量は主に質量座標やニュートリノ照射モデルに依存した。 ${}^{12}\text{C}$  と  ${}^{16}\text{O}$  は超新星爆発では生成されず、星の進化の過程で生成された存在度が残された。CNO 元素同位体比のニュートリノ照射モデルに関する不定性に関する変動は小さく、C, N, O それぞれの同位体比で 1 桁程度しか現れなかった。

これらの結果から、我々は超新星爆発起源のプレソーラーグレインを判別するのに有用な同位体比、生成量比の相関図を示し、超新星爆発起源のプレソーラーグレインがとり得る同位体比、生成量比の範囲を示した。本研究ではニュートリノ照射モデルの不定性に依存しにくく、超新星爆発起源プレソーラーグレインを判別するのに有用な同位体比、生成量比の組み合わせとして  ${}^6\text{Li}/{}^{16}\text{O}$ - ${}^7\text{Li}/{}^{16}\text{O}$ 、 ${}^9\text{Be}/{}^{16}\text{O}$ - ${}^7\text{Li}/{}^{16}\text{O}$ 、 ${}^{11}\text{B}/{}^7\text{Li}$ - ${}^{12}\text{C}/{}^{13}\text{C}$ 、 ${}^{14}\text{N}/{}^{15}\text{N}$ - ${}^{12}\text{C}/{}^{13}\text{C}$ 、 ${}^{16}\text{O}/{}^{17}\text{O}$ - ${}^{12}\text{C}/{}^{13}\text{C}$  を挙げた。