

超新星元素合成から得られる Si 同位体比

Si Isotopic Ratios Evaluated from Supernova Nucleosynthesis Models

吉田 敬[1]; 梅田 秀之[2]; 野本 憲一[3]

Takashi Yoshida[1]; Hideyuki Umeda[2]; Ken'ichi Nomoto[3]

[1] 国立天文台; [2] 東大・理・天文; [3] 東大・理・天文

[1] NAOJ; [2] Dept. of Astronomy, Univ. of Tokyo; [3] Astronomy, U Tokyo

プレソーラーグレインは太陽系物質と比べて非常に大きな同位体異常を示すため太陽系形成以前の元素合成の痕跡を残してい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の特徴とそれぞれの元素合成計算から見積もられる同位体比の傾向を比較することで起源を推定されている。SiC Type X や低密度 graphite, 一部の Si₃N₄ は ²⁸Si の過剰が見られることから超新星起源と考えられている。Si には質量数 28, 29, 30 の同位体が存在し、通常 ²⁹Si/²⁸Si 比と ³⁰Si/²⁸Si 比が測定される。そして、これら同位体比は 値 (太陽系における同位体比からのずれ%) を用いて記述される。これまで多くの超新星起源グレインで Si 同位体比が測定されているが、その多くは (²⁹Si/²⁸Si) > (³⁰Si/²⁸Si) という傾向を示している。一方、これまで超新星元素合成モデルの結果を用いて超新星 ejecta における Si 同位体比を理論的に求める研究が行われているが、(²⁹Si/²⁸Si) > (³⁰Si/²⁸Si) を示すような結果はまだ得られていない。しかし、これまでの研究では用いられている超新星元素合成のモデルは 1.5 太陽質量の星に限定されている。大質量星の進化によると 1.2 太陽質量よりも重い星は重力崩壊型超新星爆発を起こすと考えられており、超新星の爆発の規模もかなりの多様性を持つことが最近の観測と理論研究によりわかってきた。本研究ではさまざまな超新星元素合成を用いて Si 同位体比の範囲を調べ、超新星起源グレインに見られる (²⁹Si/²⁸Si) > (³⁰Si/²⁸Si) を示す超新星モデルを調べる。

本研究ではまず 3.3, 4, 8 太陽質量の He 星の進化モデルと超新星爆発モデルを用いてこれらの星の進化を求める。これらの星は 13, 15, 25 太陽質量の主系列星に対応している。そして得られた温度、密度などの進化を用いて詳細な元素合成計算を行う。用いる核反応ネットワークは Zr までの 515 核種からなる。それにより超新星 ejecta 中における元素存在度分布が得られる。この結果を用いてそれぞれの星の超新星 ejecta における (²⁹Si/²⁸Si), (³⁰Si/²⁸Si) の取り得る範囲を求める。

超新星 ejecta はその組成分布の特徴を基に Ni, Si/S, O/Si, O/Ne, O/C, He/C, He/N 層の 7 層に分割することができる。その中で ²⁸Si の過剰が見られるのは Si/S 層である。現在 4 太陽質量と 8 太陽質量の He 星について超新星 ejecta の Si 同位体比の傾向を調べている。その結果、8 太陽質量 He 星の超新星 ejecta の Si/S 層では 4 太陽質量の He 星の場合ほど同じ (³⁰Si/²⁸Si) について (²⁹Si/²⁸Si) が大きくなるということが得られた。ポスターでは 3.3 太陽質量の He 星の超新星 ejecta についても Si 同位体比の範囲を示す。また、より大きな爆発エネルギーを仮定した超新星爆発についても元素合成を計算し、Si 同位体比を調べる。