

課題名 (タイトル) :

重力崩壊型超新星爆発とそれに伴う重元素合成の研究

利用者氏名 : ○望月 優子, 間所 秀樹*, Bradly S. Meyer**

所属 : 和光研究所 仁科加速器研究センター RIBF 研究部門 望月雪氷宇宙科学研究ユニット

* (株) 三菱重工 高砂研究所

** Dept. of Physics & Astronomy, Clemson Univ., USA.

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

重力崩壊型超新星爆発とは、太陽の 10 倍以上の質量を持つ星が進化の最後に起こす大爆発である。本研究課題では、重力崩壊型超新星爆発を比較的簡単にモデル化した環境のもとで、数千種類の核種のほぼすべての核反応・崩壊反応を含んだ核反応ネットワーク計算を行う。計算コードの最適化を行うが、大規模なシミュレーションであり、かつメモリを必要とするため、目的の達成のためには RICC が必要である。本年度は、今までシミュレーションに用いてきた米国クレムソン大学で開発されている核反応ネットワークモジュール群が大幅にアップデートされたため、それらの新しい計算モジュール群を RICC で使えるようにすることが目的である。

仁科加速器研究センターの R I ビームファクトリー (R I B F) では、鉄より重い元素の合成過程に関係する中性子過剰核の基本的性質を調べる実験的研究が行われている。本研究課題では、原子核の諸性質について、既存の実験結果および未知の核種についての理論的予想値を基にして、鉄より重い重元素合成過程を理論的に追究する。

2. 具体的な利用内容、計算方法

核反応ネットワークは、C 言語のモジュールから成り立っており、連立微分方程式を大規模行列を用いて解く。

3. 結果

図 1 に、7900 種類の核種、74,000 種類の核反応を含めたモデル計算の結果の一例を示す。横軸は原子核の質量数、縦軸は一回の超新星爆発によって合成された元素の生成量である。隕石等の観測から知

られている太陽系の元素相対組成が黒丸で示してある。計算シミュレーション (赤線) では、観測値の 2 つのピークとほぼ同じ位置に、原子核の「魔法数」(中性子数 $N=82, 126$) の存在によって生じる 2 つの特徴的なピークが認められる。太陽系の元素組成は、もともと多様な超新星爆発による元素合成の重ねあわせの結果と考えられているので、現モデルの範疇では、これらのピークを詳細にあわせにいくことにはあまり意味がない。

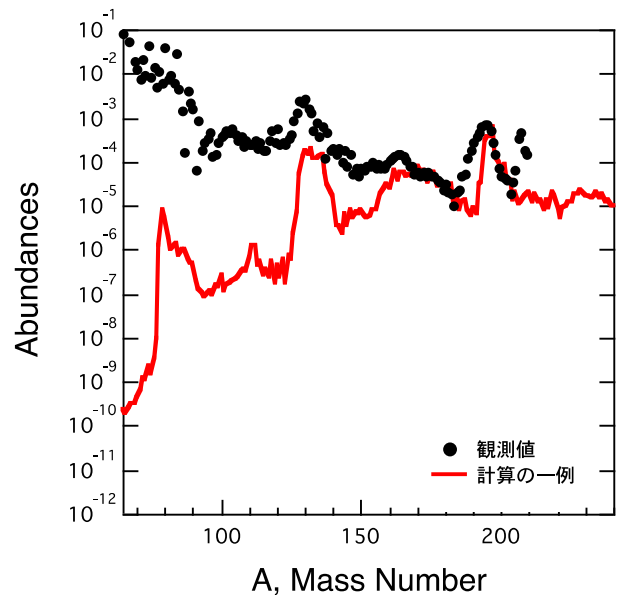


図 1 7900 種類の核種を用いた核反応ネットワーク計算の一例。

4. まとめ

基礎的な元素合成物理を確認しつつ、米国クレムソン大学で開発されている計算モジュールアップデート版を RICC に移植・調整中である。

5. 今後の計画・展望

元素合成の基礎物理を明快に理解するため、今後、原子核の質量公式の基本項 (体積効果、表面

平成 24 年度 RICC 利用報告書

効果、クーロン斥力、非対称効果、ペアリング相互作用の効果) 各々の元素生成量への影響を詳細に吟味していく予定である。

6. 利用が無かった場合の理由

本年度は、大規模核反応ネットワークモジュール群のアップデート版を RICC に移植して使えるようにすることが目的であるため。