

超新星爆発による 重元素合成過程の再現

独立行政法人理化学研究所 櫻井RI物理研究室 前任研究員

西村俊二



研究の背景

鉄からウランに至る自然界に安定して存在する重い元素の約半分は、超新星爆発時に起きる高速中性子捕獲反応過程(r過程)によって作られたと考えられています。しかし、原子核理論を取り入れた重元素生成のシミュレーションと観測データと間に食い違いがあり、謎となっています。さらに、超新星爆発の再現にも課題が見つかっています。その詳細なメカニズムを解くためには、爆発時に生成された中性子過剰な原子核 (RI) の寿命などの情報が必要とされています。

研究の成果

世界最高性能を持つ加速器施設 RI ビームファクトリー (RIBF) を利用して、345MeVまで加速した²³⁸U (ウラン) ビームを標的となる⁹Be (ベリリウム) に照射し、r過程において重要な役割を果たす、非常に中性子過剰なRIを人工的に作りました。選別したRIを、独自開発した高性能寿命測定装置 (図1参照) に打ち込み、崩壊するまでの時間 (寿命) を精度良く測定しました。クリプトン (原子番号36) からテクネチウム (原子番号43) のRI、38個の寿命 (内18個は世界初) を測定した結果、質量数110近傍の非常に中性子過

剰な原子核の寿命は、理論予想に比べて2~3倍も短いことが判明しました (図2)。この短い寿命は、超新星爆発でr過程が想像以上に速く進んだことを示唆しています。

今後の展望

今回の成果は、約3日間にわたる測定のうち、8時間分の実験データを解析した結果です。これは、世界の過去20年分のデータ量に匹敵します。また、大きな謎の一つである、質量数110~125、140以上の領域における元素の量 (存在度) の過小評価問題を解く最初の糸口になると考えています。今後、RIBFでは性能をさらに向上させ、より多くの原子核データを取得し、元素誕生の謎の解明に挑戦したいと考えています。

関連する科研費

平成19-22年度 基盤研究 (B) 「元素合成に関わる中性子過剰核のβ崩壊の研究」

平成22-24年度 特別研究員奨励費 「爆発的要素合成・第2ピーク領域に関わる中性子過剰核のベータ崩壊」

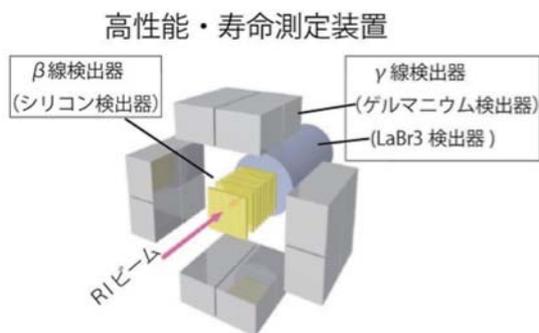


図1 開発した高性能・寿命測定装置

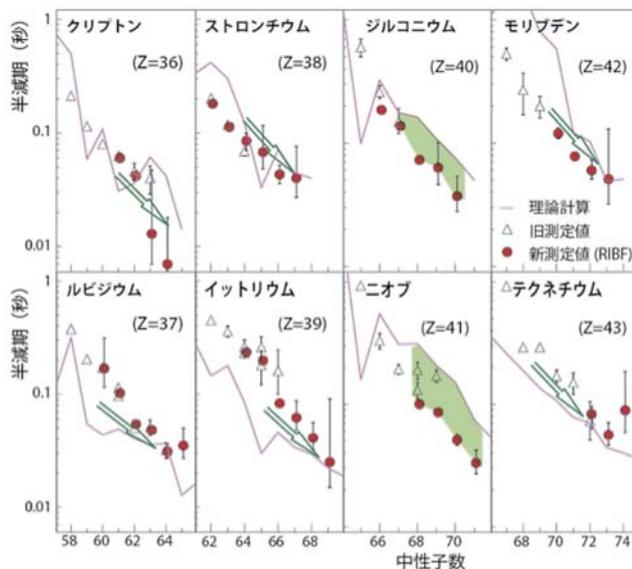


図2 クリプトンからテクネチウムまでの寿命の中性子過剰度依存性