The Rise of the R-Process in the Gaia-Sausage/Enceladus Dwarf Galaxy

Xiaowei Ou, Alexander P. Ji, Anna Frebel, Rohan P. Naidu, Guilherme Limberg, arXiv: 2404.10067

【アブスト】連星中性子星合体(NSMs)は2つの中性子星が次第に近づき、一定の時間の後、大量のrプロセス元素(Euなど)を放出する。NSMsが化学進化に寄与すると、Eu量が時間と共に大幅に増加することが予想されるが、局所銀河群銀河でこれを確認するにはまだ十分なデータがない。本研究では、Gaia-Sausage/Enceladus (GSE)の43個の星について高分散分光観測を行った。その結果、[Mg/H]の増加に伴って[Eu/Mg]も高くなる傾向があることがわかった。この観測的特徴を説明するには、重力崩壊型超新星爆発(CCSNe)より遅れてEuが放出される必要がある。

【オリジナリティ】GSEの低金属量側の星の[Eu/Mg] vs. [Mg/H]分布からrプロセスイベントの遅延時間を探った点。

【ゴール】GSEのEu分布を明らかにする。

【ロジック】

(方法) 1. APOGEE DR16、H3サーベイ、Best & Brightest sample (Limberg et al. 2021など)から[Mg/Mn], [Al/Fe], エネルギー、角運動量などを用いてGSEのメンバー星を抽出。

2. 抽出した43個の星についてMagellan望遠鏡/MIKEを用いて高分散分光観測を実施。

3. GSEの金属量範囲(–2.2 < [Mg/H] < –0.8)と降着時間(~10 Gyr前)から[Mg/H]量と時間の関係を導出し、GSEの化学進化モデルを構築。rプロセス起源天体としては、NSMとrプロセスを起こす超新星爆発 (rCCSNe)を仮定。

4. Case 1 (NSMの最小遅延時間10 Myr)とCase 2 (NSMの最小遅延時間500 Myr)について観測と比較。

(主な結果)

図1：[Eu/Fe]と[Fe/H]の関係。[Fe/H]の高い星ほど[Eu/Fe]が高くなる傾向がある。[Fe/H] < –1.75の星の[Eu/Fe]の平均値は0.39なのに対し、[Fe/H] > –1.75では[Eu/Fe]の平均値は0.62まで増加。

図2：[Eu/Mg]と[Mg/H]の関係と化学進化モデル。Case 1, 2どちらの場合も観測の傾向を説明できる。Case 1は最も[Mg/H]の低い星から[Eu/Mg]が増加を始めるのに対し、Case 2では13 Gyr前までは[Eu/Mg]の平均値は一定で、その後増加する。rCCSNeの頻度を通常の超新星爆発の頻度の10^{-4}と仮定すると、観測を説明するために必要なrCCSNeのEu合成量はCase 1, 2でそれぞれ $\sim 5\times10^{-7}M_{\odot}$, $\sim 1\times10^{-5}M_{\odot}$と見積もられる。

図3：他の矮小銀河との比較。どの矮小銀河も明確な[Eu/Mg]の増加は確認できない。より低金属量側の観測が必要。

【コメント】

[Eu/Mg] vs. [Mg/H]は、今後NSMsの遅延時間を制限する鍵となりそう。矮小銀河の低金属量側でEuの観測をすることが重要。

図1

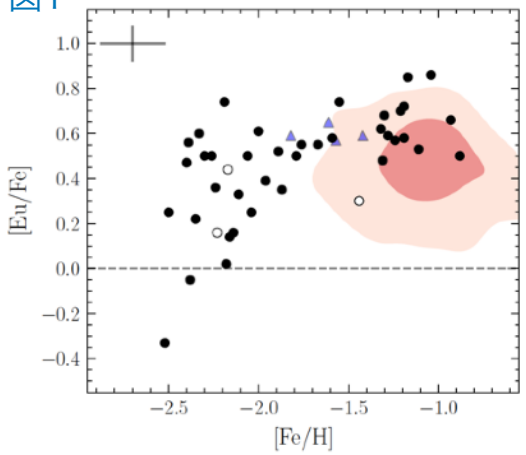


図2

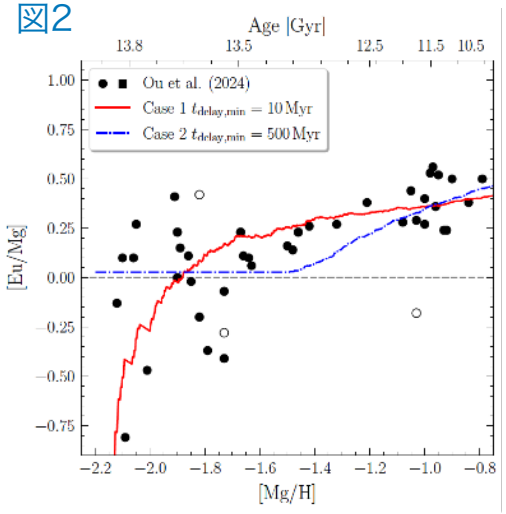


図3

