Highly r-process enhanced stars in ultra-faint dwarf galaxies

GAゼミ 2021/07/26 平居 悠

Myoungwon Jeon, Gurtina Besla, Volker Bromm, 2021, MNRAS, 506, 1850, arXiv: 2106.13383

【アブスト】

Ultra-faint dwarf galaxies (UFD)の宇宙論的ズームインシミュレーションを行い、Euなどのrプロセス元素に富んだ星(r-II星)の形成過程を調べた。連星中性子星合体 (NSM)の頻度を $\approx 10^5\ M_\odot$に1回程度と仮定すると、30個中1個のUFDでr-II星が形成された。NSMの頻度とyieldを変えて実験したところ、NSMが起こった後、$10-100$ Myr以内に星形成が起これば、r-II星が形成されることが明らかになった。

【オリジナリティ】

UFDでのr-II星形成のメカニズムを宇宙論的シミュレーションを用いてNSMの頻度、yieldや初期条件など様々なパラメータ範囲で調べた。

【ゴール】UFDでのr-II星形成メカニズムを明らかにする。

【主な結果】

・**図1:** シミュレーションで形成された星の化学組成(C, Si, Mg, Eu)

上: [C/Fe] vs. [Fe/H] (左), [(Si+Mg)/Fe] vs. [Fe/H] (右)

- Pop III 星由来の超新星爆発を考慮してもCEMP星([C/Fe] ≥ 0.7, [Fe/H] ≤ −1)は形成されなかった。
- [α/Fe]はRet II UFDの観測値と一致。

下: [Eu/Fe] vs. [Fe/H] (左), [Eu/H] vs. [Fe/H] (右)

- 7個中6つのPop II星がRet IIと同じくらいrプロセス元素に富んでいる([Eu/Fe] ≳ 2.5, [Eu/H] > −0.6)。

・**図2:** rプロセス元素に富んだ星を形成したUFDの星形成史 (Pop III星: 黒線、Pop II星: 赤線)

- 星形成は$z \approx 10.3$で開始し、その後~ 30 Myr程度でPop II星が形成された。
- 連星中性子星は$z \approx 9.7$で形成し、5 Myr後にEuを放出した。その後17 Myrで最初のr-II星([Eu/Fe] ≈ 2.6)が形成され、85 Myr後の星形成でもr-II星が形成された ([Eu/Fe] ≈ 2.7)。

・**図3:** 星の[Eu/Fe]比とNSMからの距離・時間の関係 (yieldはfiducialモデルの半分)

- 高いEu組成の星 ([Eu/Fe] ≳ 2)はNSMから~ 300 pc以内で形成された。
- NSMに近いガスは80–100 Myrは高いEu組成を保っており、Euに富んだ星形成に寄与
- Yieldを半分にしてもr-II星は形成された

→ r-II星が形成されるかは、Euに富んだガスが残る時間スケールにより決まる。

【コメント】

r-II星がUFDで形成される条件を明らかにした点は重要である。元素の混合効率の不定性や、実際にUFDでNSMを起こせるのかについては更なる研究が必要と感じた。UFDのみならず、銀河系でr-II星がどのような環境で形成されるのか明らかにすることで、銀河形成初期の情報を得られるようになると期待している。

図1

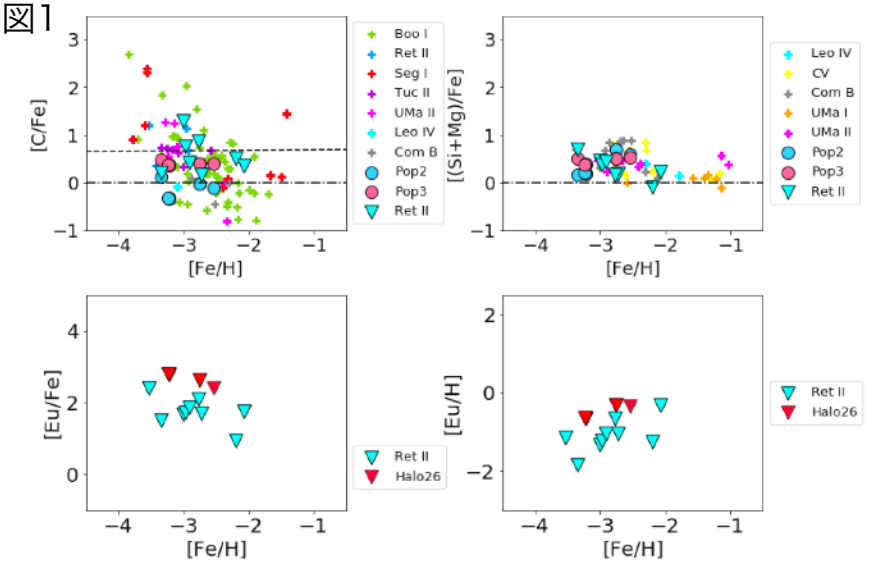


図2

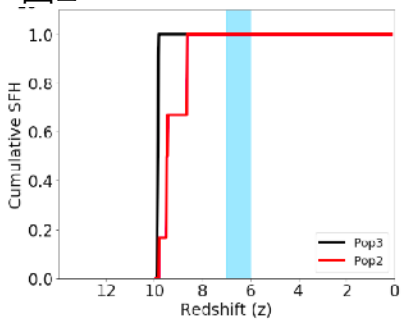


図3

