The primordial nature of the C-19 stellar stream

GAゼミ 2026/03/23 平居悠

Venn, K., Yuan, Z., Martin, N. F. et al., Nature submitted, arXiv: 2603.02445

【アブスト】C-19は最も金属量の低い ([Fe/H] ~ −3) 恒星ストリームとして知られている。本研究では、高分散分光観測により、C-19の14個のメンバー星の化学組成を測定した。その結果、C-19の星は宇宙初期に10億年以内の短い時間スケールで大質量星からの放出物がやや不均一な状態から形成されたことが明らかになった。継続的な星形成、multiple stellar population、化学進化が起きた形跡はなかった。これらは、宇宙初期の星形成、化学進化理解の手がかりとなり、高赤方偏移の観測とも比較することができる。

【オリジナリティ】C-19の星の化学組成を高分散分光観測で決め、理論計算の比較からC-19の形成環境を議論した点。

【ゴール】C-19の形成過程を明らかにする。

【ロジック】

(方法)

- Gemini South GHOSTで高分散分光観測 (R = 50,000)し、C-19のメンバー星8個の化学組成を決定。
- これまでに高分散分光観測された6個の星と合わせて14個のメンバー星を解析。

(主な結果)

- C-19の金属量の平均値と標準偏差はそれぞれ$[\mathrm{Fe/H}] = -3.31$, $\sigma_{[\mathrm{Fe/H}]} < 0.18$。
- 図1: 軽元素 (Na, Mg, Al)の組成比。分散はどれも小さい ($\sigma \lesssim 0.3$)。C-19のAl量は他の低金属量球状星団と比較すると非常に低い。球状星団に見られるAl-Mgの反相関やNaとの関係は見られない。これは、C-19には第2世代星が存在しないことを意味する。
- 10^4–10^5 $M_\odot$の小質量星団のNaの分散はC-19と似ている。一方、AlやMgの分散はこれらの星団には存在せず、C-19とは異なる。
- 図2: 重元素 (Sr, Ba)の組成比。C-19の分散は小さく、超低光度矮小銀河より球状星団の第1世代星の組成と似ている。やや高い[Sr/Ba]は、weak-rまたはweak-sプロセス起源であることを示唆する。
- 図3: C-19の化学組成と元素合成計算との比較。種族III星の元素合成yieldと比較すると、親星質量20 $M_\odot$、爆発エネルギー1–3×10^{51} ergの超新星爆発の場合が最もよく合う。$[\mathrm{Fe/H}] = -2, 3$で回転速度300 km/sの回転大質量星のyieldでも説明できる。以上を総合すると、C-19は短い時間スケールで大質量星からの放出物がやや不均一な環境で形成されたといえる。
- C-19の化学組成は球状星団と似ているが、動力学的にhotであることと、速度分散が~10 km/sであることは、矮小銀河起源を支持する。
- 近年JWSTで観測されている高赤方偏移銀河の化学組成も似たシナリオで説明されており、それらとC-19の関係を調べることで、宇宙初期の星形成理解の手がかりになる。

図1

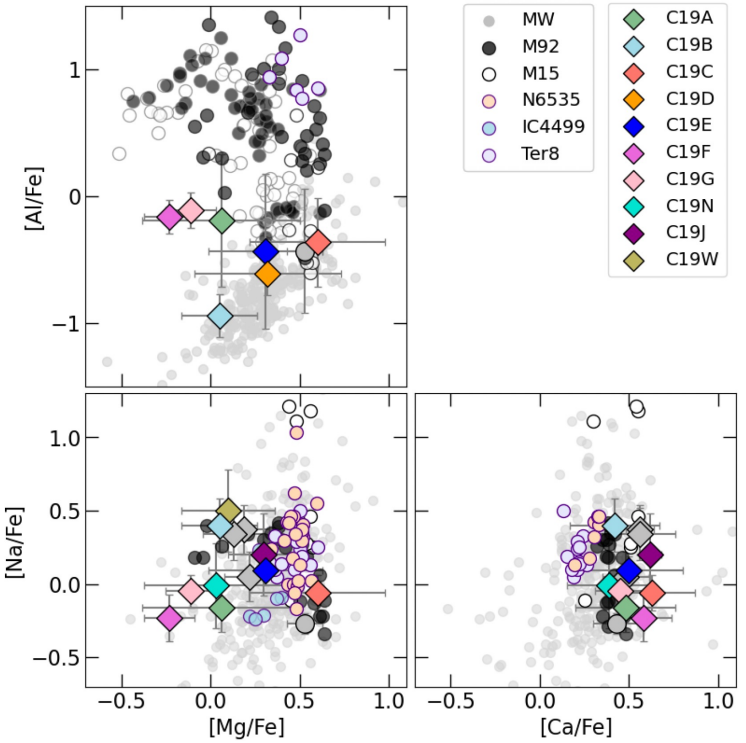


図2

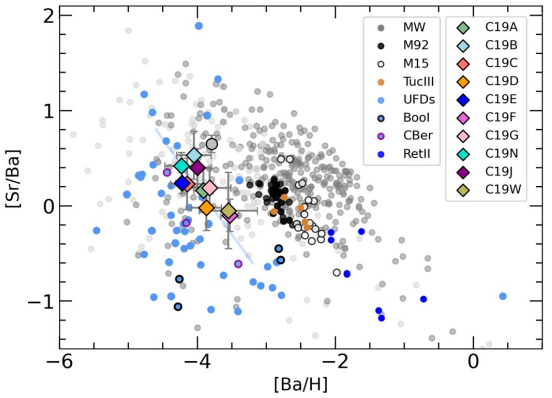
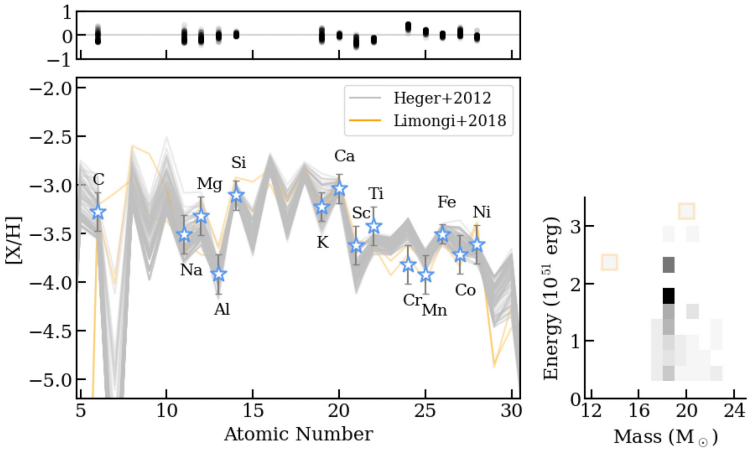


図3



【コメント】恒星ストリームの化学組成の観測とこれらと比較できる銀河形成シミュレーションを進める必要がある。