A nearly pristine star from the Large Magellanic Cloud (Ji, A. et al. https://arxiv.org/pdf/2509.21643)

GAゼミ@20250929 石垣

【アブスト】 知られている中で最も金属量の低い星SDSS J0715-7334（[Fe/H]=–4.5, [C/Fe] <–0.2）が見つかった。軌道計算により、この星はもともとLMCに付随していた可能性が高い。理論的にはこのような星が誕生する条件として、ダストの熱放射によるガス冷却が有力である。元素組成パターンから、元素の供給源として、30太陽質量程度の初代星の超新星爆発が示唆された。

【ロジック】

I. 背景: 宇宙初期の星形成過程として、始原ガスで期待されるTop-heavy な質量関数での星形成から、現在の質量関数への変遷が、何に起因するのかが問題になっている。一つの可能性は、金属元素による星形成ガスの冷却機構の変化である。金属量がlogZ/Z_sun > -3.5 であれば、CおよびO原子の微細構造による冷却が可能である。一方それより低くlogZ/Z_sun>-5であれば、ダストによる熱放射が必要である。観測される超金属欠乏星の組成は、こうしたガス冷却のシナリオを見分ける手掛かり。

II. 観測:

・SDSS-Vで超金属欠乏星候補として発見され、MIKE spectrographでR~30000で追観測

・恒星パラメータ: Teff=4700K, logg=1.10, [Fe/H]=-4.53, RV=+427.2 km/s, [C/Fe]<-0.2

III. 結果:

図１：SDSS J0715-7334で観測された鉄と炭素組成と、他の星との比較。波線は全部の金属元素を考慮した金属量を示している。この星の金属量は、最も低いlogZ/Z_sun < -4.3 と見積もられた。e.g., 以前までの記録では、SDSS J1029+1729, “Caffau star”。同様の[Fe/H]をもつ銀河系のほとんどの星は炭素過剰なので、金属量としてはこれらの天体ほど低くはない。LMCでこれまでに見つかっている低金属量星LMC119（[Fe/H]<-4）も炭素過剰ではない。炭素過剰となる原因が、銀河環境にある可能性を示唆している。

図２：SDSS J0715-7334の軌道。重力ポテンシャルとして、MWのみ（赤波線）、MW+LMC（赤実線）の２通りを示している。比較としてJ1029+1729の軌道（厚い円盤）、LMC119（LMCに束縛）の軌道を示している。

図３：初代星超新星元素合成モデルとの比較。３０太陽質量、爆発エネルギー5 x 10^51 ergのモデルがベストフィット

IV. 議論

CおよびO原子の微細構造によるガス冷却では説明できない。この星が形成されるにはダスト熱放射による冷却過程が必要で、LMCでそのような環境があったことを示唆。

図1

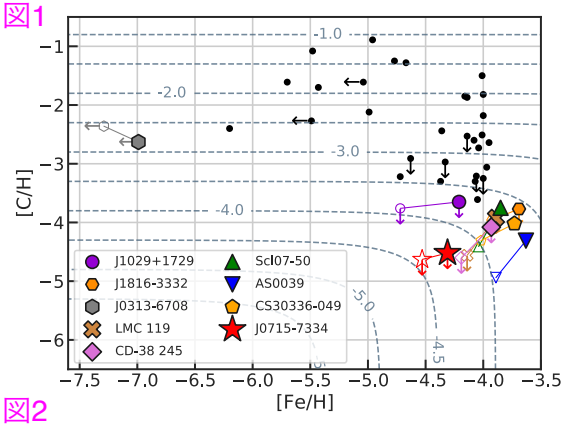


図2

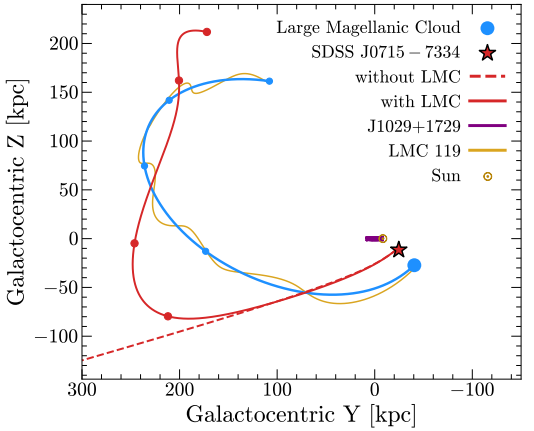


図3

