A stellar stream remnant of a globular cluster below the metallicity floor

Martin et al., arXiv: 2201.01309 (Nature accepted)

GA-seminar Jan 24, 2022, 岡本桜子

[Abstract] 非常に金属量の低い恒星ストリームC-19を発見した。C-19は球状星団のtidal remnantであると思われるが、その金属量はmetallicity floorと呼ばれる球状星団の下限よりも低かった。

[Goal] 球状星団と銀河系ハローの形成を理解する。 **[Originality]** GaiaとNB撮像サーベイ、高分散分光を組み合わせて、非常に金属量の低いsub-structureを発見した。

[Logic] 。Gaia early DR3からSTREAMFINDERアルゴリズムを使って、太陽系から18kpcのところにC-19を発見した(図1) 。Pristineサーベイデータからは、非常に低い金属量と小さい分散が示唆される。推定されるProgenitorは少なくとも、$3.5\times10^3 L_{sun}$、$0.8\times10^4 M_{sun}$。
Gemini/GRACES(R~45,000)とGTC/OCIRIS(R~2,400)で8つのPristine-selected星を分光、そのうち明るいサンプルはLAMOSTも利用した。8つの星は全て低金属量で、pericenter~7kpc、 apocenter~27kpc、銀河面にほぼ垂直な軌道にあった。8つの平均金属量は[Fe/H]=-3.38±0.06(stat)±0.2(sys), $\sigma_{[Fe/H]}$<0.18(図2)。MWGCやこれまで知られているGC streamの金属量よりも非常に低い。

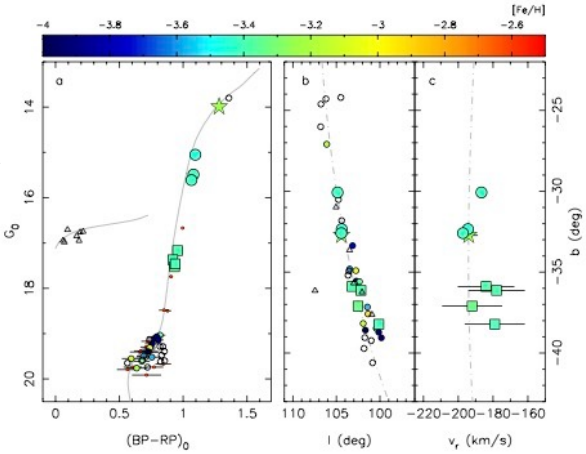
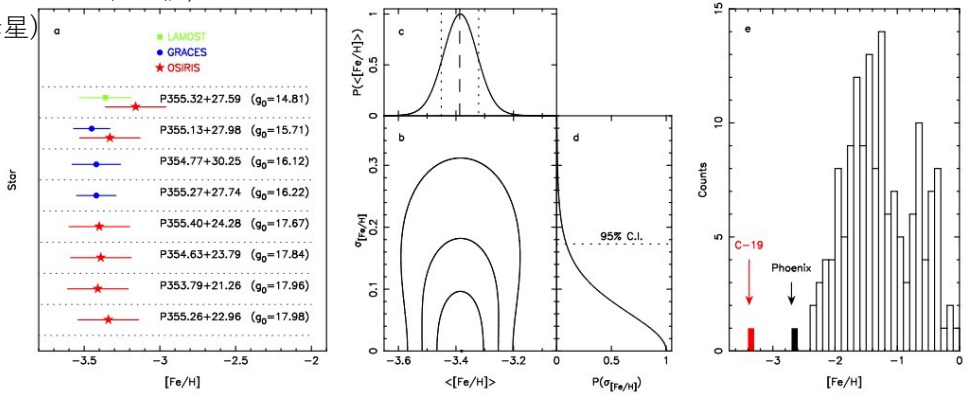


図1. C-19メンバー星の色-等級図と性質

Disrupted GCかdSphか

- GRACESで測った3つの星の[Na/Mg]は大きく異なる(古いGCに典型的な特徴)
- 測定できた[Ba/Fe]は太陽の値に近い (GCに典型的、faint dSphなら一般にもっと低い値)
- OSIRISで観測した星は全て[C/Fe]<0.70 (同金属量のfield星の40%は炭素星)
  => 典型的なmetal-poorハロー星とは異なる化学進化を経験か。

図2. 分光観測結果



[Summary] metallicity floorよりも低い金属量のdisrupted GCを見つけた。最近の低金属量GC streamの発見や、[Fe/H]=-2.9のM31GCの発見と合わせて、銀河系の形成初期にはこれまで知られていたよりももっと低金属量のGCが生まれていて、しかし銀河系との相互作用で破壊されたことが示唆される。

[Comment] HSCのNBサーベイ + PFSでもこのような低金属量substructureが多く見つかる? or 非常にレア?

表1. Gemini/GRACESの分光結果

Parameter	Pristine-354.77+30.25	Pristine-355.13+27.98	Pristine-355.27+27.74
T_{eff} (K)	4,928 ± 100	4,881 ± 100	4,958 ± 100
log g	1.83 ± 0.10	1.64 ± 0.10	1.89 ± 0.10
ξ (km s^{-1})	2.13 ± 0.10	2.20 ± 0.10	2.12 ± 0.10
[Fe I/H]	−3.21 ± 0.17	−3.30 ± 0.15	−3.15 ± 0.17
[Fe I/H]$_{NLTE}$	−3.03 ± 0.17	−3.12 ± 0.15	−2.97 ± 0.17
[Fe II/H]	−3.42 ± 0.12	−3.45 ± 0.11	−3.42 ± 0.17
[Na I/Fe II]	+0.73 ± 0.18	+0.77 ± 0.17	+0.34 ± 0.15
[Na I/Fe II]$_{NLTE}$	+0.34 ± 0.18	+0.37 ± 0.17	+0.05 ± 0.15
[Mg I/Fe II]	+0.27 ± 0.17	+0.33 ± 0.14	+0.38 ± 0.14
[Mg I/Fe II]$_{NLTE}$	+0.33 ± 0.17	+0.39 ± 0.14	+0.42 ± 0.14
[Na I/Mg I]	+0.46 ± 0.18	+0.44 ± 0.16	−0.04 ± 0.15
[Na I/Mg I]$_{NLTE}$	+0.01 ± 0.18	−0.02 ± 0.16	−0.39 ± 0.15
[Ca I/Fe II]	+0.36 ± 0.20	+0.36 ± 0.08	+0.28 ± 0.13
[Ca I/Fe II]$_{NLTE}$	+0.56 ± 0.20	+0.56 ± 0.08	+0.48 ± 0.13
[Cr I/Fe II]	−0.16 ± 0.16	−0.17 ± 0.15	−0.05 ± 0.15
[Ba II/Fe II]	< 0.52	−0.22 ± 0.17	< 0.39

表2. GTC/OSIRISの分光結果

Name	T_{eff} (K)	log g (cm s^{-2})	[M/H]	[Ca/H]	[Fe/H]	[C/Fe]
With stellar parameters based on Gaia photometry						
Pristine_353.79+21.26	5,230 ± 100	2.73 ± 0.10	−3.51 ± 0.15	−3.21 ± 0.11	−3.41 ± 0.19	+0.48 ± 0.32
Pristine_354.63+23.79	5,280 ± 100	2.71 ± 0.10	−3.49 ± 0.17	−3.20 ± 0.10	−3.38 ± 0.20	+0.61 ± 0.63
Pristine_355.13+27.98	4,881 ± 100	1.64 ± 0.10	−3.37 ± 0.14	−3.02 ± 0.12	−3.32 ± 0.18	−0.11 ± 0.82
Pristine_355.26+22.96	5,248 ± 100	2.76 ± 0.10	−3.45 ± 0.16	−3.17 ± 0.11	−3.34 ± 0.19	+0.44 ± 0.36
Pristine_355.32+27.59	4,570 ± 100	1.07 ± 0.10	−3.23 ± 0.19	−2.92 ± 0.10	−3.15 ± 0.18	−0.60 ± 0.46
Pristine_355.40+24.28	5,193 ± 100	2.60 ± 0.10	−3.45 ± 0.15	−3.11 ± 0.11	−3.39 ± 0.18	+0.16 ± 0.23
Pure spectroscopic stellar parameters:						
Pristine_353.79+21.26	5,319 ± 180	1↓	−3.50 ± 0.12	–	–	–
Pristine_354.63+23.79	5,253 ± 340	1↓	−3.56 ± 0.15	–	–	–
Pristine_355.13+27.98	4,874 ± 105	1↓	−3.37 ± 0.12	–	–	–
Pristine_355.26+22.96	5,290 ± 186	1↓	−3.48 ± 0.14	–	–	–
Pristine_355.32+27.59	5,089 ± 106	1↓	−3.02 ± 0.18	–	–	–
Pristine_355.40+24.28	5,344 ± 142	5↑	−3.61 ± 0.11	–	–	–

Up and down arrows for log g values represent case