# The outer halo globular cluster system of M31 – III. Relationship to the stellar halo

**Mackey et al. arXiv:1810.10719**

**GAゼミ@2018,11,05 岡本**

**[概要]** PAndASデータでM31の$R_{proj}$=25-150kpc内の球状星団(GC)とハローの関係を調べた。星団のradial分布は$\Gamma$=-2.37±0.17のpower lowで、metal-poor ([Fe/H]<-1.1)ハローの分布と一致し、また多くの星団とmetal-poor sub-structuresの場所が一致した。一方でmetal-richなハロー成分とそのような一致は見られなかった。運動情報と数密度情報を合わせると、35-60%の星団が後期に矮小銀河に付随してM31に降着してきた。他の40%の星団はハローのsub-structuresとの結びつきは見られず、metal-poorハローのsmoothな成分と同一な$\Gamma$=-2.15±0.17のpower low分布だった。星団の40%がsmoothなハロー成分に付随しているとすると、これらは初期にM31に降着したsatelliteに由来すると思われる。

**[ゴール]** 球状星団を手掛かりにハローの形成史を明らかにする。

**[オリジナリティ]** 一つの銀河に対して初めて、全域の球状星団とmetal-poor/richなハロー成分の性質を比較した。

**[ロジック]** PAndAS画像から25kpc<$R_{proj}$<150kpcのGCをカタログ(Huxor+2014)。52の新発見GCの他、pre-PAndASな32のGCとRBCver.5から6つ、SDSSデータから2つを合わせて合計92コ。$M_V$=-6より明るいGCはcomplete、$M_V$=-4.1で50% completeness。図1はGC(白丸)とmetal-poor(上)/rich(下)RGBの空間分布で、外側のGCの多くはmetal-poor RGBのsub-structuresと同じ場所に位置している。
図2はmetal-poor RGB (-2.5<[Fe/H]<-1.1)の数密度のradial分布と、各GCの周りr=10′内の密度(白丸) 。多くのGC周辺のRGB密度は25% percentile以上に位置している。各GC周りのRGB密度のpercentileとGCの運動情報から、32コの"substructure" , 25コの"ambiguous", 35コの"non-substructure" に分類。それぞれ$\Gamma$=-2.32, -2.97, -2.15で、 "non-substructure"のradial分布は、Ibata+2014のmetal-poor halo ($\Gamma$=-2.08±0.02, substructure-masked)と一致した。

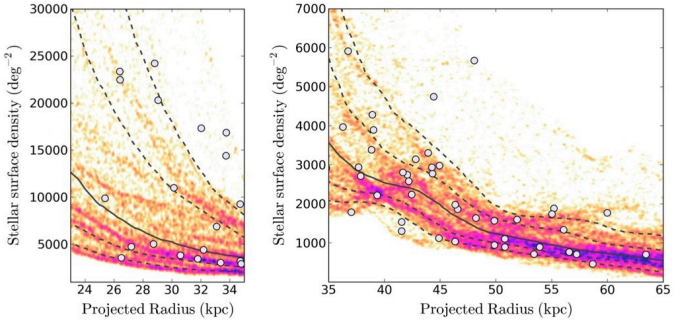



図2. metal-poor RGBの密度分布と、GC周りの密度(白丸)

LF: 3つとも同じだがダブルピークを持ち、MWGCとは異なる(図6)
Size: 3つとも同様、$r_h$~35[pc]の広がったGCも幾つかあった(図7)
Color: $(V-I)_0$<1の分布は3つとも同じだが、"substructure"には赤いものが少数あった(図8)

GC分布とmetal-rich RGBとの相関がない理由 metal-rich substructuresが、1つのmassiveなprogenitorに由来すると仮定すると、それに付随していたGCは現在halo内側に位置？

Specific Frequency metal-poor substructuresの明るさと"substructure" GCsの数を元にすると$S_N$=55、矮小銀河にしては大きすぎる(c.f. Fornax dSph~22)。Progenitorsがもっと大型とすると、恒星の多くがPAndASの検出限界以下のdebrisになった？ or inner haloに落ちた？ or $S_N$の大きなUDGが降ってきた？
"non-substructure" GCsとsmooth-haloでは$S_N$=26.5、Fornaxクラスなら5-6コの降着で足りる。

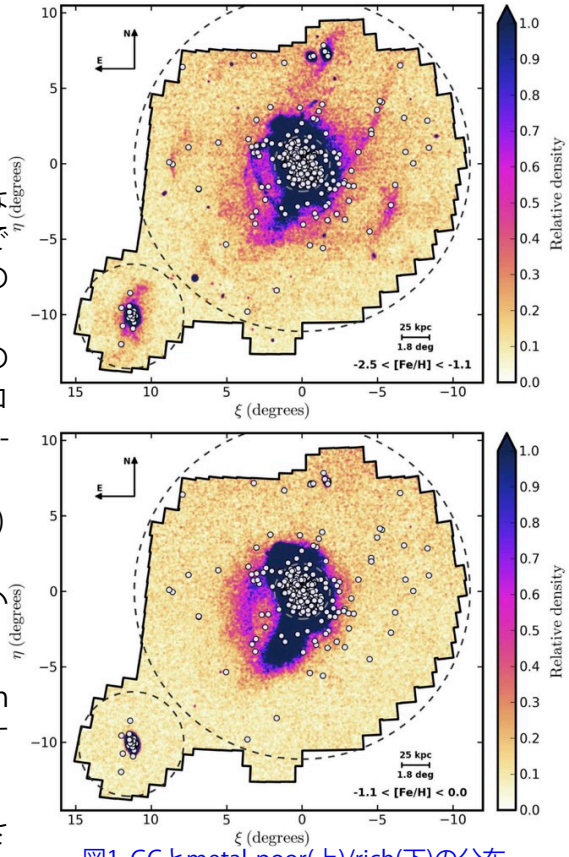



図1. GCとmetal-poor(上)/rich(下)の分布

**[コメント]** GCLFのbimodalityはex-situ由来？他の近傍銀河ではどうか。GSやmetal-rich substructuresを作ったprogenitor由来のGCがinner haloにあるとすると、outer halo GCと金属量や組成は大きく違う？

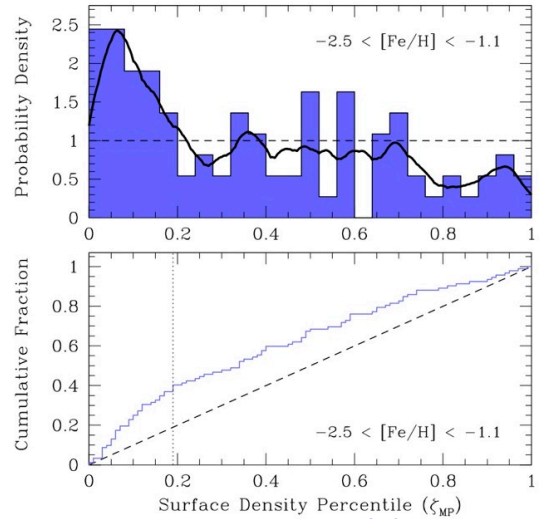



図3 GC周りのmetal-poor RGB密度のpercentile

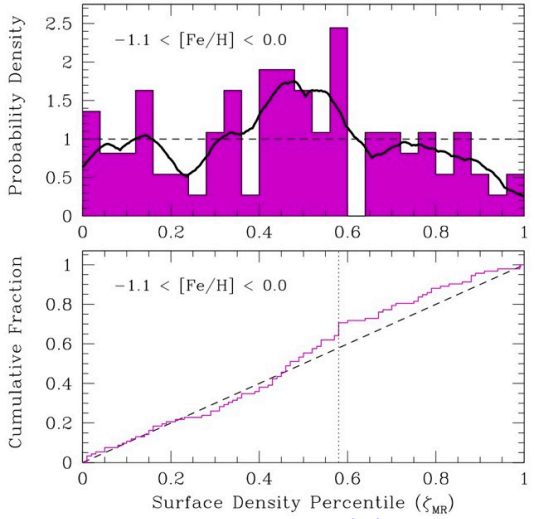



図4 GC周りのmetal-rich RGB密度のpercentile

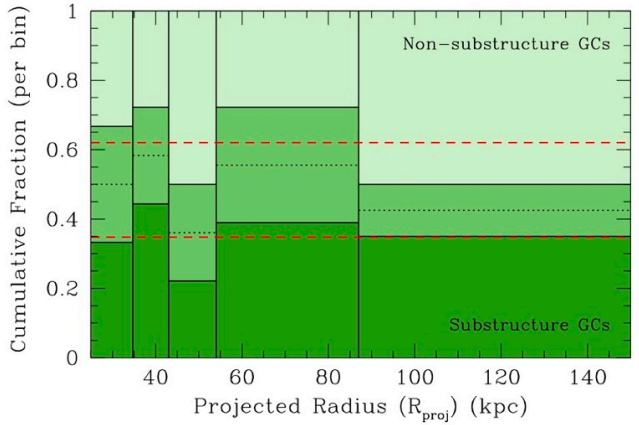



図5 分類したGCごとの空間分布

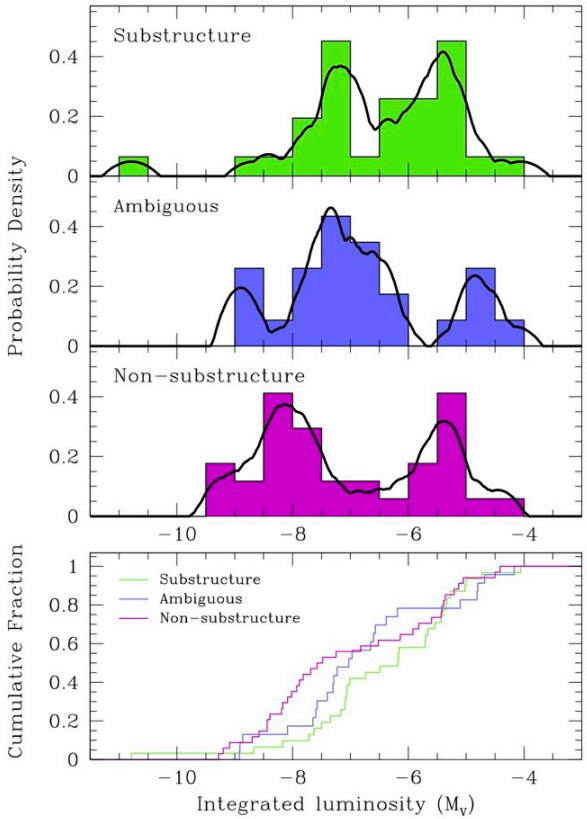



図6 分類したGCごとのLF

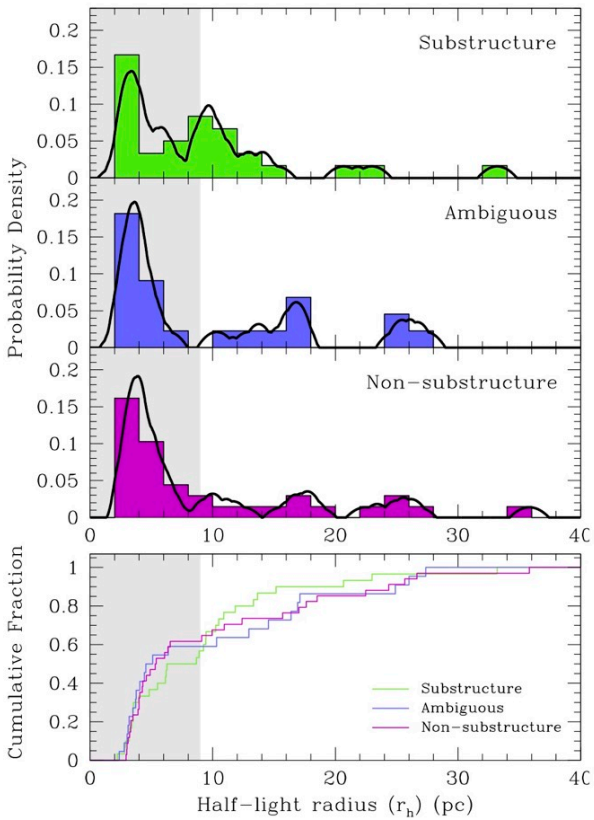



図7 分類したGCごとのサイズ分布

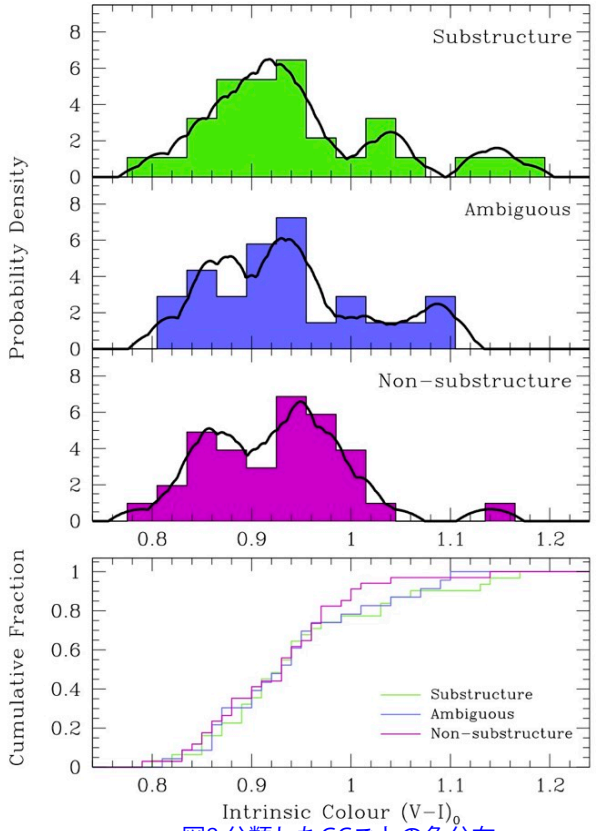



図8 分類したGCごとの色分布