“Evidence for two early accretion events that built the Milky Way stellar halo”

Myeong et al. 2019, arXiv:1904.03185

GAゼミ@20190510 豊内 大輔

【アブスト】

最近発見されたFSR1758というサブストラクチャーをGAIAのデータを用いて調べた。結果として、FSR1758は矮小銀河の残骸というよりは球状星団に近いことがわかった。また位相空間中でFSR1758付近にいくつかの球状星団が群れて存在しており、これらは過去の矮小銀河合体の痕跡だと考えられる。

【手法】

最尤法によるFSR1758の構造決定とメンバー星の選定（図1）

- 星団とフィールド星、それぞれの面密度分布と速度分散分布を特徴付けるパラメータを用意。GAIAで観測された星に対して最尤法を行う。
- 得られた密度プロファイルと、外に向かって速度分散が落ちることから、矮小銀河の残骸というよりは球状星団と思う方がベター。

【結果】

FSR1758と他の球状星団の位相空間中の分布

- メンバー星の固有運動からFSR1758の運動を調べると、軌道離心率は大きく(e ~ 0.6)、恒星ハローと逆回転していることがわかる。FSR1758に重なるように4つ(+2つ)の球状星団が存在する(図2、表1)。これらは、角運動量が同じで軌道エネルギーが異なっており(図3)、これは過去の矮小銀河合体の際に持ち込まれたものだと考えられる。
- 軌道エネルギーからFSR1758とω Cenがprogenitorとなった矮小銀河(**Sequoia**と呼ぶ)の中心付近に存在していたと期待される。これはω Cenにおいて観測されるmulti stellar populationを説明するには好都合。
- Sequoiaに付随すると期待される球状星団は基本的に古く、低金属量。これはaccreted GCsの特徴と一致。
- 今回確認されたSequoia GCsはSausage GCsとは軌道、化学組成という点で大きく異なるため、両者の起源は別。また、球状星団の質量から推定されるprogenitorの矮小銀河(Sequoia)の質量は$10^{10} M_{sun}$程度で、building blockとしてSausage (~$10^{11} M_{sun}$)に次いで2番目の大きさ。

【感想】

- 議論がイマイチ定量的でない。本当に軌道だけで4つの球状星団の起源が同じ矮小銀河だと言って良いか不安。実際にprogenitorの潮汐破壊過程をN体シミュレーションとかで行なってみて、球状星団の空間分布を検証してみたり、未知の恒星ストリームの予言とかできたら良いかも。。。

図1: 最尤法で得られたFSR1758の面密度分布(左)と速度分散(右)

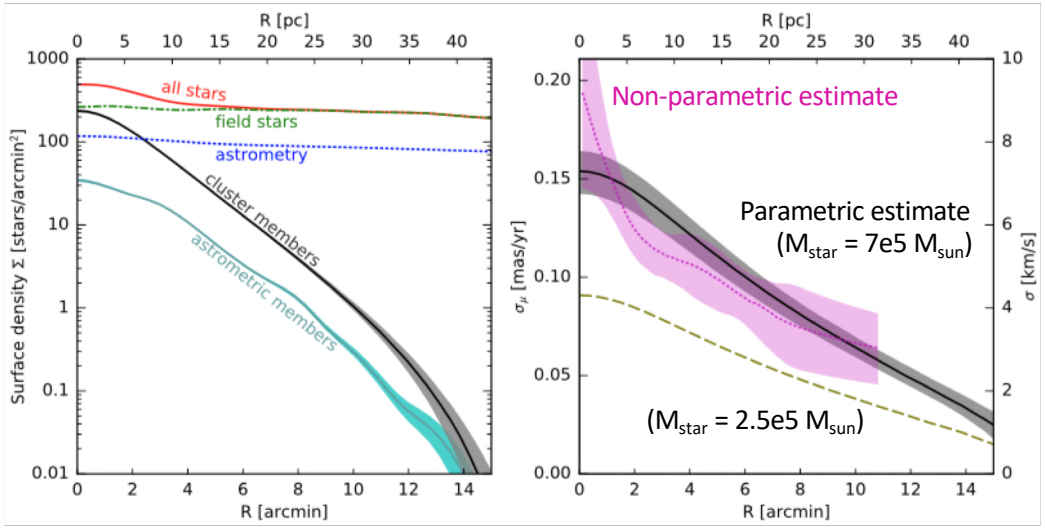


図4: 各サブストラクチャーに付随する球状星団の年齢ー金属量関係

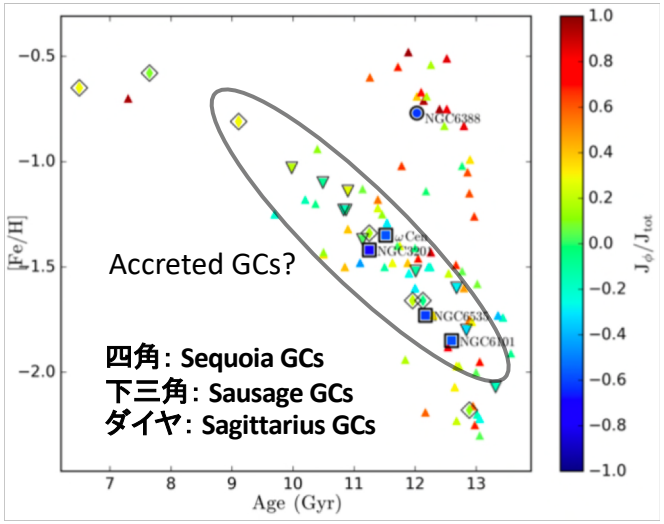


図2：球状星団のaction spaceでの分布

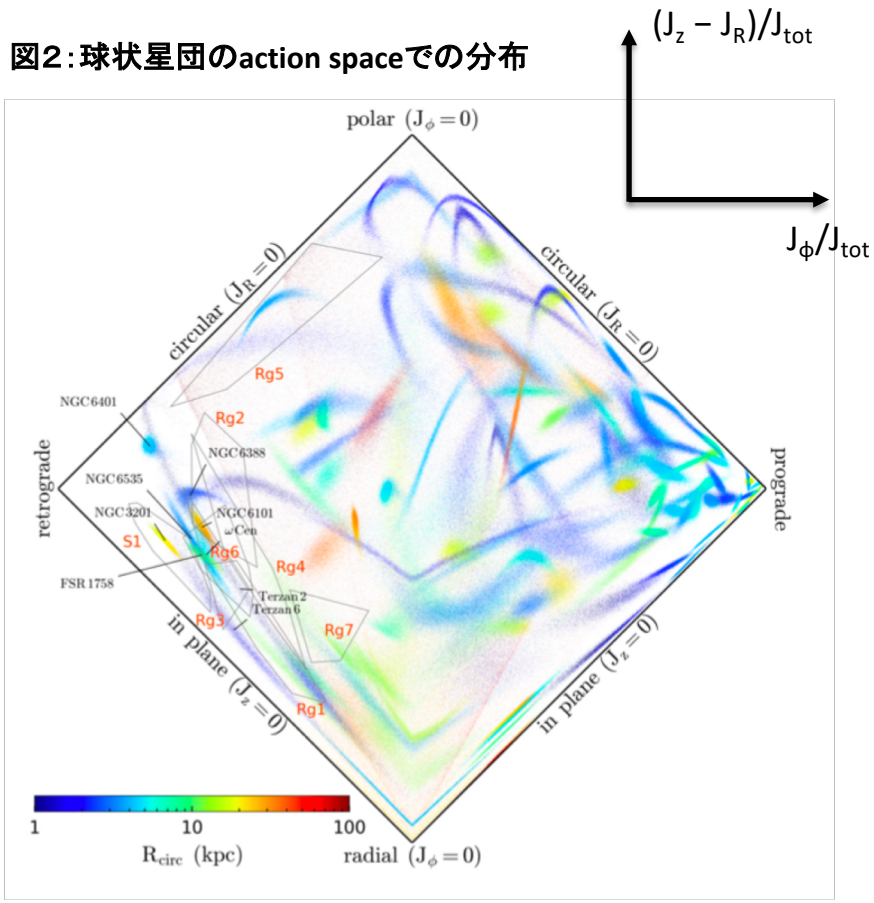


図3：球状星団のエネルギーと角運動量の分布

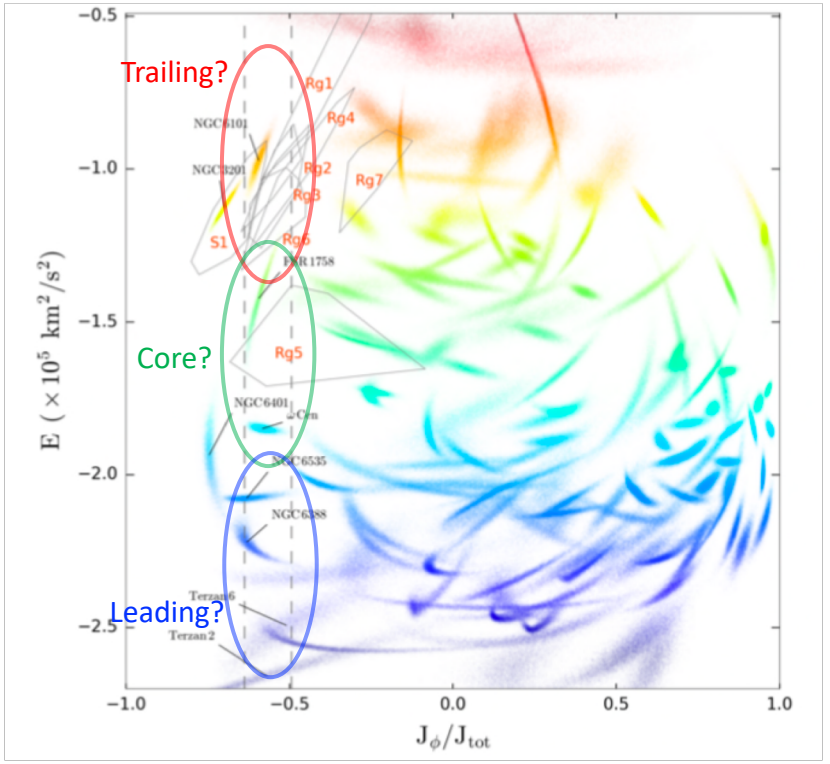


表1：Sequoia GCs (候補)の力学情報

Name	(J_R, J_ϕ, J_z) (kpc km s^{-1})	E (km^{2}s^{-2})	pericentre (kpc)	apocentre (kpc)	ecc.	incl. (deg)
FSR 1758	$(620^{+160}_{-130}, -1250^{+150}_{-150}, 230^{+50}_{-40})$	-142500^{+8100}_{-8400}	$3.8^{+0.5}_{-0.5}$	$16.2^{+3.0}_{-2.6}$	$0.62^{+0.02}_{-0.01}$	$146.5^{+1.4}_{-1.4}$
NGC 3201	$(900^{+140}_{-120}, -2800^{+80}_{-90}, 310^{+20}_{-20})$	-112300^{+3200}_{-3000}	$8.4^{+0.1}_{-0.1}$	$29.3^{+2.6}_{-2.1}$	$0.55^{+0.03}_{-0.02}$	$152.6^{+0.3}_{-0.3}$
ω Centauri	$(270^{+30}_{-30}, -520^{+30}_{-30}, 100^{+20}_{-20})$	-185000^{+900}_{-800}	$1.5^{+0.1}_{-0.1}$	$7.2^{+0.1}_{-0.2}$	$0.65^{+0.02}_{-0.03}$	$139.7^{+2.2}_{-2.1}$
NGC 6101	$(1400^{+240}_{-210}, -3210^{+200}_{-210}, 800^{+60}_{-50})$	-97200^{+4400}_{-4400}	$10.7^{+0.5}_{-0.5}$	$41.4^{+4.7}_{-4.2}$	$0.59^{+0.02}_{-0.02}$	$143.1^{+0.5}_{-0.5}$
NGC 6535	$(140^{+30}_{-30}, -350^{+30}_{-30}, 66^{+8}_{-7})$	-207600^{+800}_{-700}	$1.3^{+0.1}_{-0.1}$	$4.5^{+0.2}_{-0.1}$	$0.56^{+0.05}_{-0.04}$	$159.0^{+2.2}_{-2.4}$
NGC 6388	$(80^{+10}_{-5}, -250^{+40}_{-30}, 71^{+1.4}_{-1.3})$	-222300^{+3800}_{-3300}	$0.9^{+0.1}_{-0.1}$	$3.5^{+0.2}_{-0.5}$	$0.59^{+0.03}_{-0.02}$	$149.2^{+3.2}_{-4.3}$
NGC 6401	$(54^{+10}_{-7}, -590^{+110}_{-110}, 150^{+30}_{-30})$	-194000^{+8200}_{-8900}	$2.5^{+0.5}_{-0.5}$	$4.9^{+0.9}_{-0.8}$	$0.34^{+0.02}_{-0.02}$	$142.5^{+0.9}_{-1.1}$