The formation and assembly history of the Milky Way revealed by its globular cluster population

Kruijssen et al. arXiv:1806.05680 **GAゼミ@2018,06,27 岡本**

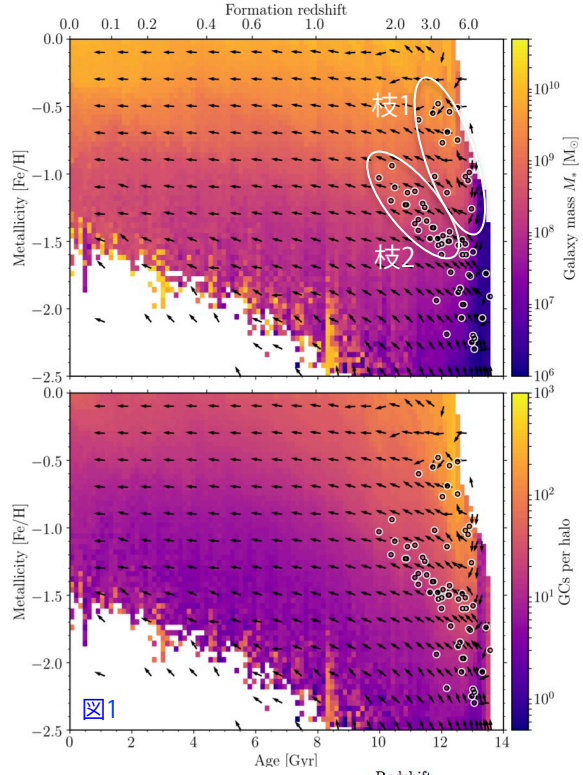
[概要] 銀河系の球状星団の年齢-金属量関係(AMR)と、シミュレーションのMW質量銀河を使って、MWの集積・成長史を推測した。その結果 1) 質量増加は比較的早く、2) z=4以降にmajor mergerを経験していない、3) z<3に3つの大型衛星銀河の降着があった、4) うち2つはSagittarius (few $10^8 M_\odot$)とCanis Major (~$10^9 M_\odot$)の可能性が高く、3つ目はz=0.6-1.3に降着した未知の天体(*Kraken*)で降着した衛星としては最大(M_*~$2\times10^9 M_\odot$)、5) またex-situのGCsは~40%と推測される。

[ゴール] 銀河系の形成史を明らかにする。 **[オリジナリティ]** GCsのAMRからMWの形成史を推測した。

[ロジック] EAGLE(N体+hydro+バリオン物理) + MOSAICS(GC形成/散逸モデル)から、GCの年齢分布,AMRの傾き,総数と、母銀河の形成史の関係を調べて、12要素(V_{max}, c_{NFW}等)の相関を示した (Kruijssen+2018 submittedで詳細不明)。

MWGCsのうち$M_*>10^5 M_\odot$, [Fe/H]<-0.5の61コ(78%)でAMRを決定(古く急勾配な枝1と、中間金属量で若い方向に伸びる枝2、図1黒丸)、E-MOSAICSの相関関係からMWの形成史に関わる数値を推定した(表1)。結果、z=1.5で現DM質量の50%, z=1.2で現星質量の50%に達しており、15程度の矮小銀河の降着を経験していた。

図1はモデルGCのAM分布から再構築した母銀河の星質量(上)と、その母銀河で生まれたGCのうちz=0まで残る数(下)、とMWGC(黒丸)の分布。上パネルの枝1の背景色の変化からはz=3-6での母銀河の急な質量増加、τ ~12Gyrでの枝2の幅広い金属量からは複数の衛星銀河降着、下パネルの枝2の背景色からそれらの衛星銀河が供給するGC数が22^{+5}_{-11}程度とわかる。枝2のMWGCは~35コなので、2つの衛星銀河降着(Sat1&2)が枝2を作った可能性が高い。低金属量側([Fe/H]~-2)は、さらに低質量の衛星銀河(Sat3, N_{GC}~8^{+3}_{-4})の寄与か (表2)。



Quantity	[units]	Obtained from	Value	Combined
V_{max}	[km s^{-1}]	$\log N'_{GC}$	180 ± 17	
c_{NFW}	[–]	IQR(τ)	8.5 ± 1.6	8.0 ± 1.0
c_{NFW}	[–]	r_{IQR}	7.6 ± 1.7	
c_{NFW}	[–]	$\log N'_{GC}$	7.9 ± 1.8	
τ_{25}	[Gyr]	$\widetilde{\tau}$	11.8 ± 1.2	11.5 ± 0.8
τ_{25}	[Gyr]	$\log$ d[Fe/H]/d$\log t$	11.2 ± 1.0	
τ_{50}	[Gyr]	$\log$ d[Fe/H]/d$\log t$	9.4 ± 1.4	
z_a	[–]	d[Fe/H]/d$\log t$	1.2 ± 0.5	
τ_f	[Gyr]	$\widetilde{\tau}$	10.1 ± 1.4	
$N_{br,z>2}$	[–]	$\widetilde{\tau}$	9.9 ± 2.3	9.2 ± 1.9
$N_{br,z>2}$	[–]	d[Fe/H]/d$\log t$	7.4 ± 3.4	
N_{br}	[–]	r_{IQR}	14.1 ± 6.1	15.1 ± 3.3
N_{br}	[–]	d[Fe/H]/d$\log t$	18.9 ± 7.4	
N_{br}	[–]	N'_{GC}	14.2 ± 4.7	
$r_{z>2}$	[–]	$\widetilde{\tau}$	0.61 ± 0.10	
N_{leaf}	[–]	$\log N'_{GC}$	24.1 ± 10.2	
$N_{<1:100}$	[–]	r_{IQR}	7.1 ± 4.3	7.9 ± 2.2
$N_{<1:100}$	[–]	d[Fe/H]/d$\log t$	10.7 ± 5.3	
$N_{<1:100}$	[–]	N'_{GC}	7.4 ± 3.0	
$N_{1:100-1:4}$	[–]	$\log N'_{GC}$	4.4 ± 2.3	

表1. 推定されたMWの形成史

衛星銀河に力学的に付随するMWGCはSagDEGに2コ、Canis Majorに10コ(図2)。N_{GC}と星質量からSagDEGがSat3で, Canes Majorが Sat2か。枝2の残り18GCsのうち6つは逆行軌道で、平均距離8kpcはSagDEGとCanis Majorの核候補(N6715,19kpc; N2808,11kpc)より小さい。残るSat1は既知のどの衛星銀河とも一致しないことから、数Gyr以上前に降着した可能性が高い。

＊MWGCの年齢が若い場合；
rapid mass growth -> slow,
richer merger three,
>> 3 satellite progenitors

[コメント] MWGCの年齢決定精度と形成モデルに大きく依存しそう。枝2のex-situ GCsのphase spaceでの相関もGaiaで調べられるか。

表2. MWとSat1,2,3の質量/金属量進化

Progenitor	z	τ/Gyr	$\log M_*/M_\odot$	[Fe/H]	N'_{GC}
Main	6	12.9	8.2	−1.3	150^{+12}_{-75}
	4	12.3	9.1	−0.8	
	3	11.7	9.5	−0.5	
	1.2 ± 0.5	$8.7^{+1.3}_{-2.2}$	$10.4^{+0.1}_{-0.1}$	0.1	
Sat 1 & 2	6	12.9	6.9	−1.8	22^{+5}_{-11}
	4	12.3	8.0	−1.6	
	3	11.7	8.2	−1.4	
	2.3	11.0	8.6	−1.2	
	1.7	10.0	9.1	−1.0	
Sat 3	6	12.9	6.3	−2.4	8^{+3}_{-4}
	4	12.3	7.0	−2.2	
	3	11.7	7.6	−1.9	

