The HST Legacy Archival Uniform Reduction of Local Group Imaging (LAURELIN). I. Photometry and Star Formation Histories for 36 Ultra-faint Dwarf Galaxies

GA-seminar 6/9/2025, 岡本桜子

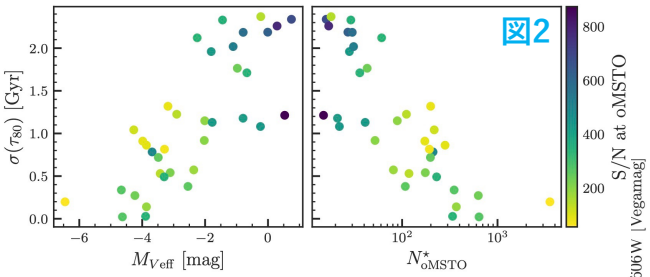
Durbin+2025, arXiv:2505.18252v1 (submitted to ApJ)

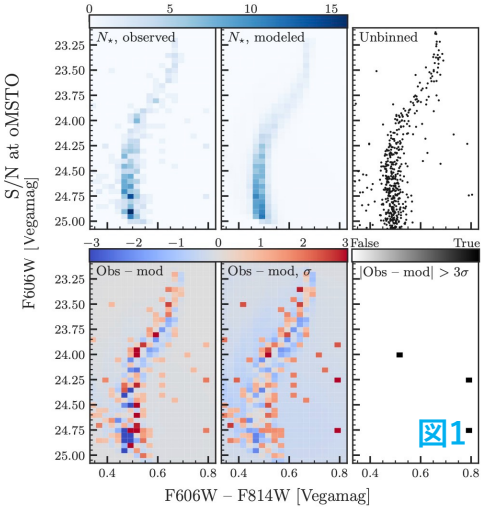
[Abstract] 銀河系近傍(<400kpc)の36のultra-faint dwarfs (UFDs; -7.1<M_V<+0)について、HST画像から星形成史を導出した。平均的なquenching time τ_{80}は12.48Gyr前であり、LMCに付属するUFDとfirst-infall中のUFDは、長期間MW satellitesだったUFDに比べて、quenching timeの遅れ(<800Myr)がみられた。星形成史を精度良く解くには、観測領域に含まれるUFDの光度 M_{Veff}<-2.5 (MSTO周辺の星数では約100個) が必要で、また高精度なdust mapが限られていることも問題である。

[Goal] UFDの形成時期からpatchy reinizationの可能性を探る。

[Originality] 深いHST画像のあるMW UFDを同一手法で解析。

[Logic] HSCのACS/WFCの深い画像(F606WとF814WでS/N >50 @ MSTO)のあるUFD36個が対象。半分以上は銀河中心からR_h程度の領域をカバーしている。





天体カタログ：DOLPHOT測光後、形状などで点光源を選択
-> Gaia eDR3と色-等級情報で前景星も軽減 (**図A**) -> 中心から2R_h以内の恒星をその後の解析に使用 (**図B**)。

距離と減光：MATCHとBaSTIのSSP fittingで推定。RR Lyraeによる距離とdust mapでの減光量との比較は**図C,D**。

星形成史：6-13.8 Gyr、-3.2<[Fe/H]<-1.4、[alpha/Fe]=0.4、Krupa IMF、連星比=0.35で、MSTO付近のCMDを再現するSSPの組み合わせを探索 (**図1, 図E**)。ただし金属量は単調増加のみとする。

τ_{80}：平均12.48±0.18 Gyr前(z=4.6)で、LCDMでの再電離(12.87-13.33Gyr前)の終了時期とほぼ一致。ただしτ_{80}の精度は、観測領域に含まれるUFDの光度(M_{Veff})と相関、MSTO付近の星数と逆相関している(**図2**)。撮像データのS/Nが高くても、星が少なすぎると厳しい。

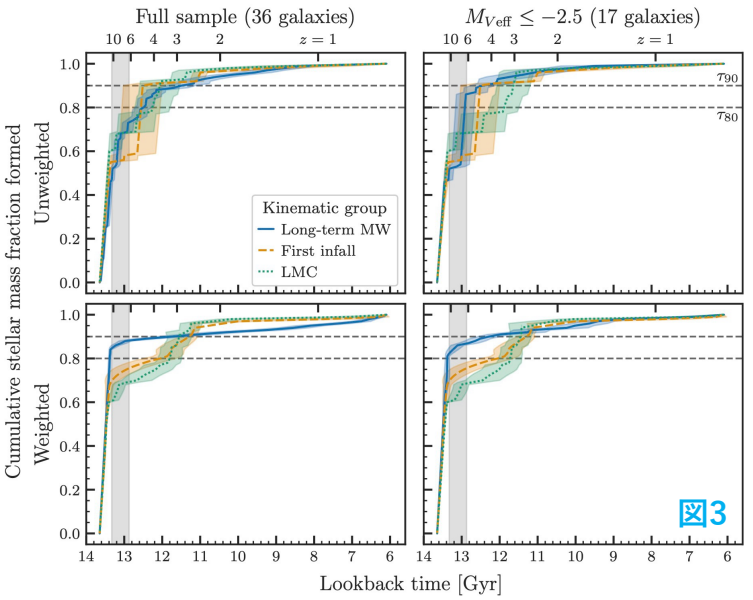


図3：運動グループ別のUFDの平均星形成史。推定精度の良いサンプルでは、MW周りに長く存在した(long-term)群とLMC群で、 τ_{90} に800Myrほどの違いがあった。異なる運動グループが過去の環境の違いを反映しているとすると、 MW周りとLMC周りの再電離時期の違い(patchy reionization)による可能性がある。

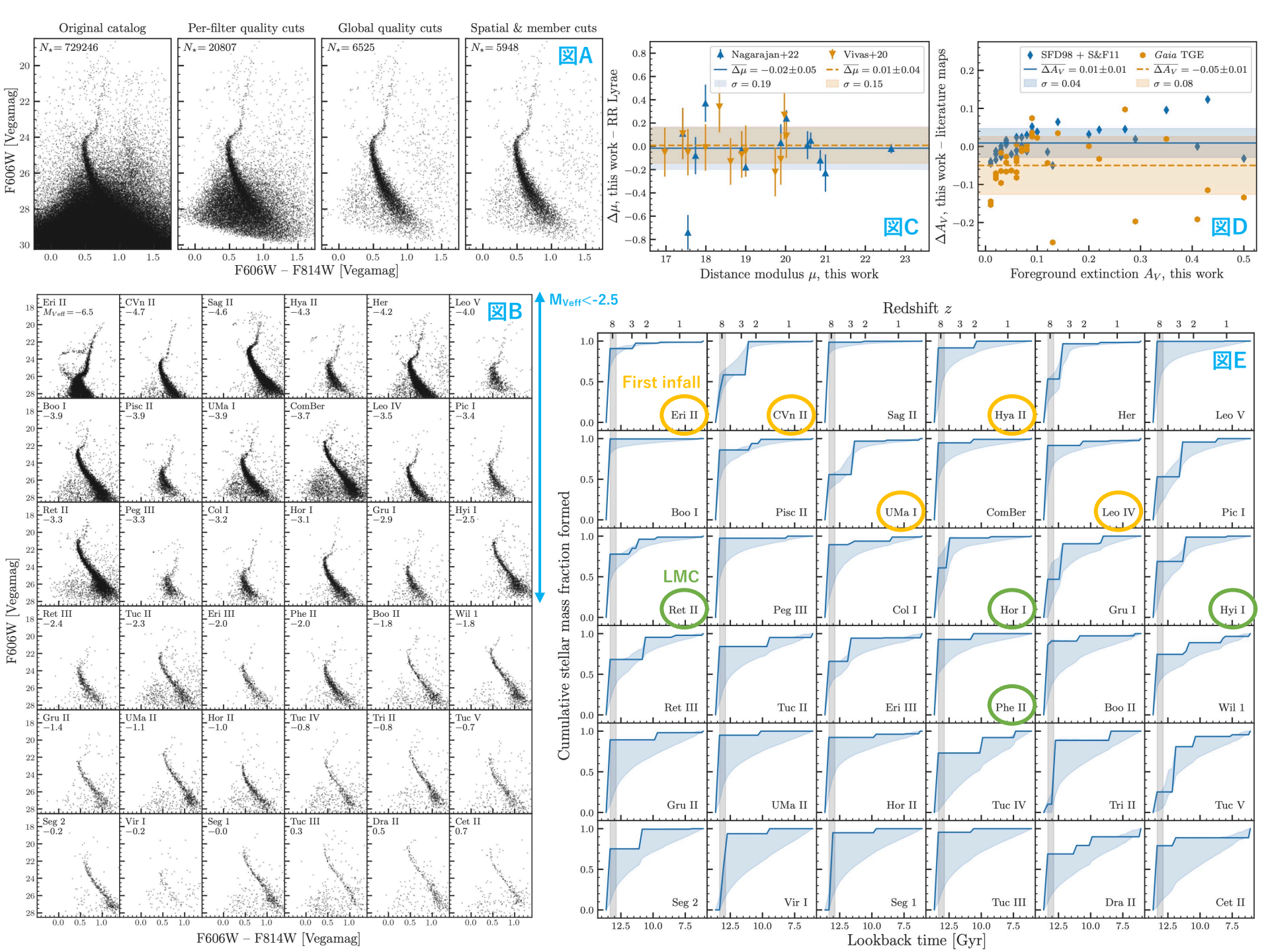
[感想]

金属量も推定しているはずだが記述がない。興味がないのか、何か問題があるのか …

>300kpcのUFDまでSFHを出せるのはさすがHST。ただし同じデータセットでも、使うツールや研究グループで結果が異なる場合があるのは、isochroneやコンタミモデルなどの違い？

運動グループ別にまとめるとそれらしい違いは見えるが、個体差が大きいようにも見える。

アブストラクトに高精度なdust mapが必要とあるが、図Dがあるだけで本文で説明はない。


Original catalog
Per-filter quality cuts
Global quality cuts
Spatial & member cuts
$N_\star$= 729246
$N_\star$= 20807
$N_\star$= 6525
$N_\star$= 5948
図A
F606W [Vegamag]
F606W − F814W [Vegamag]
Nagarajan+22
Vivas+20
$\Delta\bar{\mu} = -0.02\pm0.05$
$\Delta\bar{\mu} = 0.01\pm0.04$
$\sigma = 0.19$
$\sigma = 0.15$
$\Delta\mu$, this work − RR Lyrae
Distance modulus μ, this work
図C
SFD98 + S&F11
Gaia TGE
$\Delta\bar{A_V} = 0.01\pm0.01$
$\Delta\bar{A_V} = -0.05\pm0.01$
$\sigma = 0.04$
$\sigma = 0.08$
ΔA_V, this work − literature maps
Foreground extinction A_V, this work
図D
図B
$M_{V_{eff}}$<-2.5
Eri II −6.5
CVn II −4.7
Sag II −4.6
Hya II −4.3
Her −4.2
Leo V −4.0
Boo I −3.9
Pisc II −3.9
UMa I −3.9
ComBer −3.7
Leo IV −3.5
Pic I −3.4
Ret II −3.3
Peg III −3.3
Col I −3.2
Hor I −3.1
Gru I −2.9
Hyi I −2.5
Ret III −2.4
Tuc II −2.3
Eri III −2.0
Phe II −2.0
Boo II −1.8
Wil 1 −1.8
Gru II −1.4
UMa II −1.1
Hor II −1.0
Tuc IV −0.8
Tri II −0.8
Tuc V −0.7
Seg 2 −0.2
Vir I −0.2
Seg 1 −0.0
Tuc III 0.3
Dra II 0.5
Cet II 0.7
Redshift z
First infall
LMC
図E
Cumulative stellar mass fraction formed
Lookback time [Gyr]