” Origins of the Evil Eye: M64’s Stellar Halo Reveals the Recent Accretion of an SMC-mass Satellite”

By Adam Smercina et al. 2023, arXiv:2305.17135

2023/06/16 中村友哉

【アブスト】

内部ガスdiskと逆回転する外部ガスdiskというユニークな形状を持つ、M64についてスバルHSCを用いて恒星ハローの観測を行った。その結果、ハローに Minor Merger を支持する部分構造を見つけ、金属量や質量の推定からSMC-likeなProgenitorとのMergerであることが分かった。また、逆回転diskのガスはProgenitorが提供したことが示唆された。

【オリジナリティ】 M64に着目した点、ハローからProgenitorの性質を明らかにした点

【ゴール】 外部ガスdiskの形成史の理解

【ロジックと結果】 スバルHSCでM64のハローのRGB星を観測 Field1,2(g, r), Field3(g,r,iバンド)

RGB星の条件 緩 (F1&2) : CMD(g-r vs r)上でRGB選択領域内に存在し、光源サイズが < 1“.5
厳 (F3) : CMD(g-r vs r)上でRGB選択領域内に存在し、光源サイズが < 0“.75
色図(g-r vs r-i)上で軌跡 (Fig 2’)の近くに存在するもの

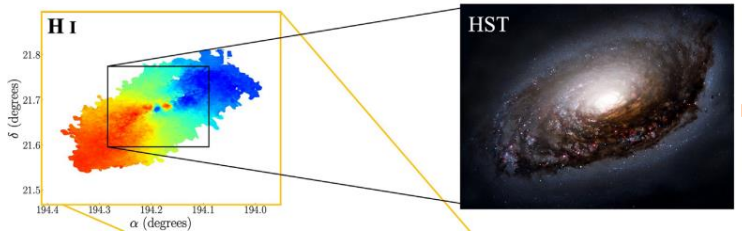


Fig.1‘ Fig.3

Fig.1’ : M64のH1ガス視線方向速度map (THINGS) + カラーイメージ(HST)

> 2成分のガスdiskは内側と外側で逆向きに回転

Fig.3 : M64ハローのRGB星の密度map + シミュレーションのsnapshot (Aquarius Aq.F2)

金属量は年齢10Gyrを仮定したPARSECアイソクローンで算出
> 南側の Shell 構造と北側の Plume 構造が検出 ([M/H] > -1.2)
> $M_{*,host}$ ~1.3× $10^{10} M_{sun}$, $M_{*,s}$ ~ 7.0 × $10^{6} M_{sun}$ の動径方向Minor Mergerシミュと一致

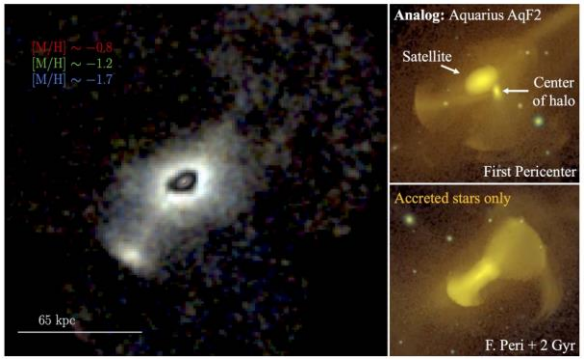


Fig.2’

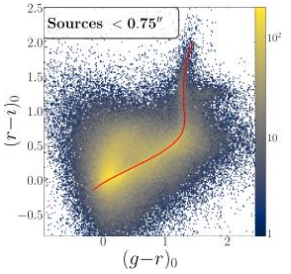


Fig.4 : M64南側領域のRGB星金属量map +Shell構造，背景領域のCMD

Shell 構造領域, 背景領域, 短軸方向領域 (ハローの拡散 : Fig5 挿入図) ,
HSTのアーカイブACSフィールド (外側disk内のハロー星の吟味 : Fig5)
g-I vs I のCMD + 年齢 10Gyr, 金属量 -2~0 0.25dexごとのアイソクローン
> Shell構造で多くのRGB星が検出, 平均的な金属量 [M/H] = -1 と推定

Shell構造 : 背景差分を行い、[M/H] =-1.0, Kroupa初期質量関数, 年齢10Gyrを仮定し、星質量を推定
HSTのアーカイブを利用し、Shell内にdiskの星が混入していないか調べる

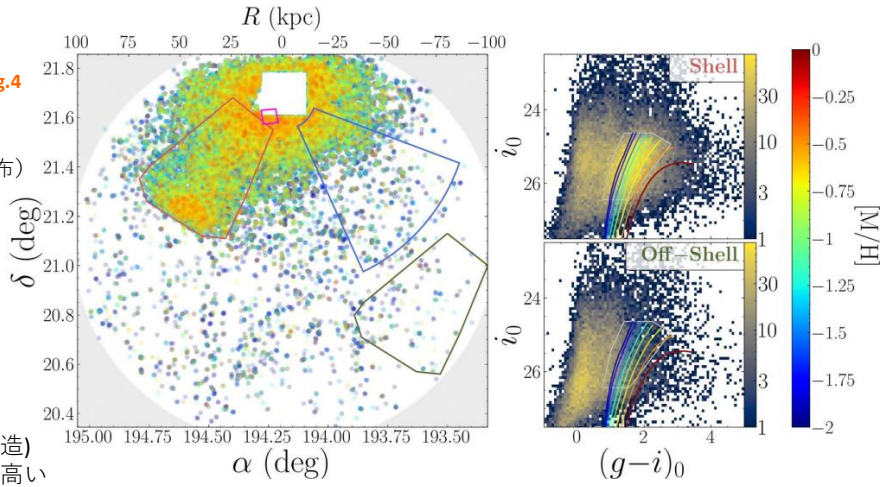
Fig.5 : ACS領域で検出された星のCMD + 恒星の質量表面密度プロファイル

> HSTのCMD上で2成分 : metal-rich [M/H]~-0.3 (Disk) & metal-poor [M/H]~-1.0 ($Halo$)
Completeness関数からHST測光データの深度をスバルHSCに直し比較
-> Metal-rich要素は見えないため、disk要素による混入は考えなくてよい
> Metal-poor要素が質量表面分布状でHalo Shell構造となだらかに接続（Metal-richとは別分布）
-> disk内部の領域にもShellと同じ星集団由来の星が多く存在
> 短軸方向は傾き -2.7のべき乗で再現できる

Plume構造 : 背景差分を行い、ShellのRGB星の数でスケーリングし質量算出
M64中心付近 : Metal-poor集団について、Fig5の傾きを用いて0-10kpcまで積分し質量算出

$M_{*,shell}$ ~1.8× $10^{8} M_{sun}$, $M_{*,plume}$ ~1.42× $10^{8} M_{sun}$, $M_{*,metal-poor}$ ~ 2.13 × $10^{8} M_{sun}$

Fig.4



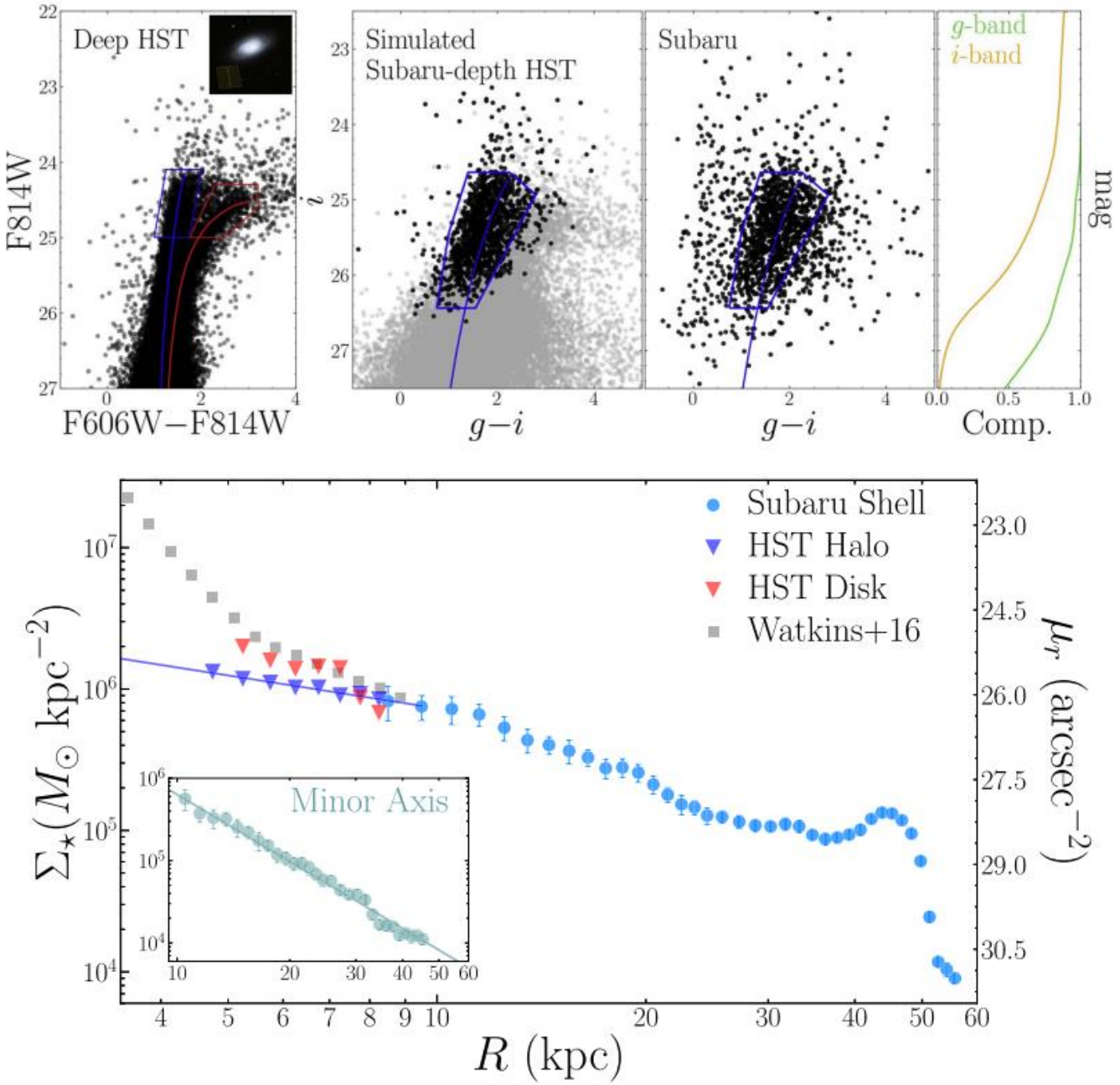
【考察】

- M_{*} ~ 5.4 × $10^{8} M_{sun}$, [M/H]~-1のSMC-likeなProgenitorとのMinor Merger
- Fig3の形状からPlume方向からShell方向に近点通過
(より最近の通過時にProgenitorの内部の星(高密)が遠点付近に星が堆積 – Shell状構造)
- シミュレーションとの比較から、割と最近のMinor Mergerによるものの可能性が高い
- Progenitorの通過方向が内側diskのガス運動と逆向き : 外側diskのガスはShellのProgenitor由来の可能性を示唆

【コメント】

- コンタミの影響や仮定のうち一つがよくないとすべての結果がずれていくため、MW外の観測・研究の難しさを感じた。
- よりM64のケースに近い流体力学的なMergerシミュレーションはないのだろうか？Aq.F2だと少し乖離しすぎているように思う。

Fig.5


Deep HST
F814W
F606W−F814W
Simulated
Subaru-depth HST
i
$g-i$
Subaru
$g-i$
g-band
i-band
mag
Comp.
Subaru Shell
HST Halo
HST Disk
Watkins+16
Minor Axis
$\Sigma_\star (M_\odot\ \mathrm{kpc}^{-2})$
$\mu_r\ (\mathrm{arcsec}^{-2})$
R (kpc)