“The Internal Kinematics, Stellar Population, and Gas-phase Properties of The Pseudobulge in An Ultra-diffuse Galaxy : AGC721966”
by Shihong Liu et al. (2025.6). https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025arXiv250607457L/abstract GAゼミ：2025.07.01 吉成隆也

[abstract]

pseudobulgeを持つultra-diffuse galaxy (AGC721966)の中心の星速度分散、星団の性質、星形史、およびガス化学組成の解析を行った結果、pseudobulgeは宇宙初期に形成され、最近星形成の再活性化が起きたことが明らかになった。この系の加重(光加重)星団年齢は$\tau_* = 7.4 \pm 2.5 (2.9 \pm 1.5)$ Gyr、$[M/H] \sim -0.62 \pm 0.26 (-0.55 \pm 0.20)$、$\alpha$-element enhancement$[\alpha/Fe] \sim 0.36 \pm 0.09 (0.37 \pm 0.07)$、酸素量は$12 + \log(O/H) \sim 8.15 \pm 0.03$、中心星速度分散は$\sigma_c = 57.9 km/s (\pm 15.7 km/s)$と計測された。これらの結果はRong et al (2025)によって示されたearly halo-halo merging形成シナリオを強く支持し、AGC721966はfaild L^* 形成モデルを否定する。更に、 baryonic Tully-Fisher関係(bTFR)を適応することでpseudobulgeをUDGは核星団を有する矮小銀河やバルジが支配的な大質量銀河の誤認識ではなく、独自の進化の道筋を辿っていることを明らかにした。

[Goal]

AGC721966のpseudobulgeにおける進化過程を明らかにする

[Originality]

UDGのpseudobulgeにおける分光解析

[Methods]

データ：Sloan Digital Sky Survey[SDSS]のDR12の分光観測データ(図1a：直径3″ のファイバーアパーチャを通した中心領域の観測データ 、SNR ~ 25)
・Fitzpatrick(1999)の減光則(RV = 3.1)を用いて、NASA/IPAC Extragalactic Database(NED)から取得した E(B－V) 値に基づき、銀河系内の減光補正
Fitting：penalized pixel-fitting コード PPXF(Cappellari 2017)を用いたスペクトルFitting ⇨ pseudobulgeにおける中心星速度分散 σ_cの導出
・ 6次の加法(“degree”)および乗法(“mdegree”)多項式を採用 ⇨ テンプレートの不一致や連続成分の変動を抑制するよう最適化
Fitting2：MILES の単一星集団(SSP)スペクトルテンプレート(Vazdekis ら 2015)を用いた星集団合成(SPS)を実施 ⇨質量加重パラメータの導出
・ BaSTI isochrones(Pietrinferniら 2006)で較正されたMILESモデルを使用(初期質量関数(IMF)として高質量側のスロープが1.30の天の川型IMFを採用)。

[Results & Discussion]

PPXFを用いたpseudobulge中心速度分散 ⇨ $\sigma_c = 57.9 \pm 15.7$ km/s 。速度分散はそれぞれ核星団($\sigma_{NSC} \approx 10$〜40 km/s)と球状星団($\sigma_{GC} \approx 3$〜25 km/s)で既知のデータとの差。
図1a：AGC721966のpseudobulge対する星集団解析結果 ⇨ **図1a**は再ビンニング後のSDSSスペクトル(青)、最適フィットされた星集団モデル(オレンジ)、および残差(緑)。
・質量加重パラメータは、 $[M/H] = -0.62 \pm 0.26$、$\tau_* = 7.4 \pm 2.5$ Gyr、$[\alpha/Fe] \simeq 0.36 \pm 0.09$ 。一方、光度加重パラメータは $[M/H] \approx -0.55 \pm 0.20$、 $\tau_* \approx 2.9 \pm 1.5$ Gyr、$[\alpha/Fe] \approx 0.37 \pm 0.07$。鉄の存在量 [Fe/H] は、$[Fe/H] = [M/H] - 0.75 \times [\alpha/Fe]$ により導出(Vazdekis 2015)。
図1b,c,d ：一次および二次の正則化を適用したSSPフィッティングにおける星の年齢－金属量分布結果の比較
・それぞれ正則化なし(b)、一次正則化あり(c)、二次正則化あり(d)の場合に導出された星形成史(SFH)
図1e： pseudobulgeにおける質量の集積(実線)および光の集積(点線)
・青が正則化なし、赤が一次正則化、緑が二次正則化 ⇨星質量または光の50%および95%が集積
図2a：M*に対する質量加重の星の金属量 [Fe/H] 。近傍の矮小銀河に対する普遍的な [Fe/H]－M*関係(Kirby 2013)は黒の破線で表示。灰色のシェーディング領域は1 σ 不確かさ。
図2b：質量加重の星年齢 τ_*に対する[Fe/H]。**図2c**：鉄存在量 [Fe/H] に対する α 元素[α/Fe]]の関係。
図2d：Baldwin–Phillips–Terlevich)BPT図。小さな黒点はSDSSで観測された星形成銀河。
⇨ 活動銀河核(AGN)による汚染の可能性は低い
図2e：星質量M*に対する酸素存在量 $12 + \log(O/H)$。⇨N2S2Hα インデックス(Dopitaら 2016)およびO3N2キャリブレーション(Pettini 2004) により金属量を導出
図2f： 5つのpseudobulgeを持つUDGのpseudobulge (×印)および外側の星構造(△印)に対するサイズ質量関係。シアン、青、マゼンタの各色は、それぞれガス優勢の大質量銀河(Stark 2009)、典型的な矮小銀河(Lelli 2016)、およびガス豊富なUDG(Rong 2024a)に対する代表的なbTFRの適用。
以上の結果より α 元素過剰とSMBHの活動も見られない⇨ pseudobulge はstar-free mergersが起因と推測

[Comment]

星がまったく形成されていないハローが2つも合体する確率は？

Fig1.a

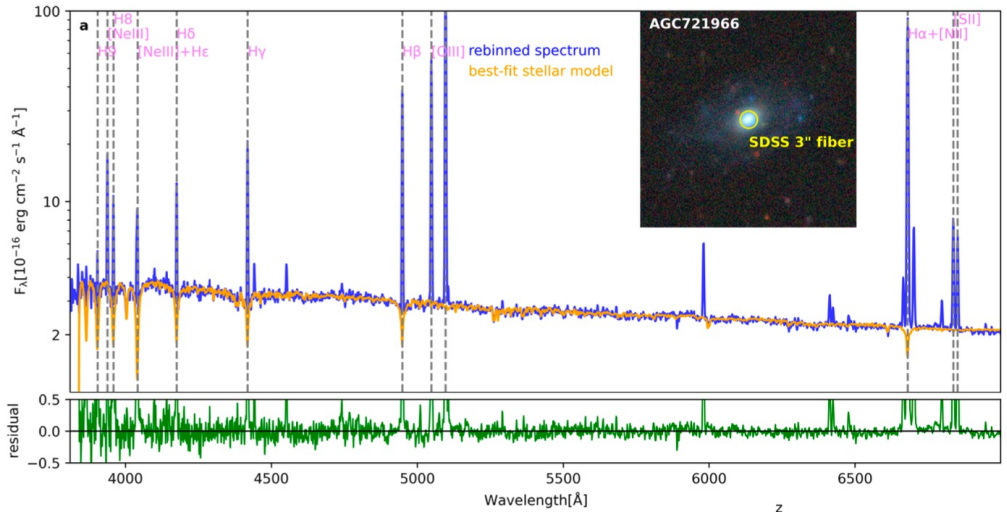


Fig1.b

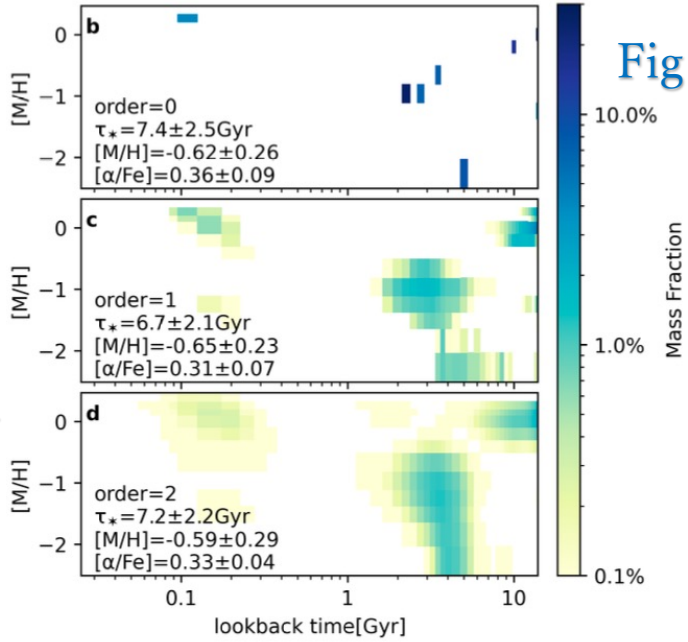


Fig1.c

Fig1.d

Fig1.e

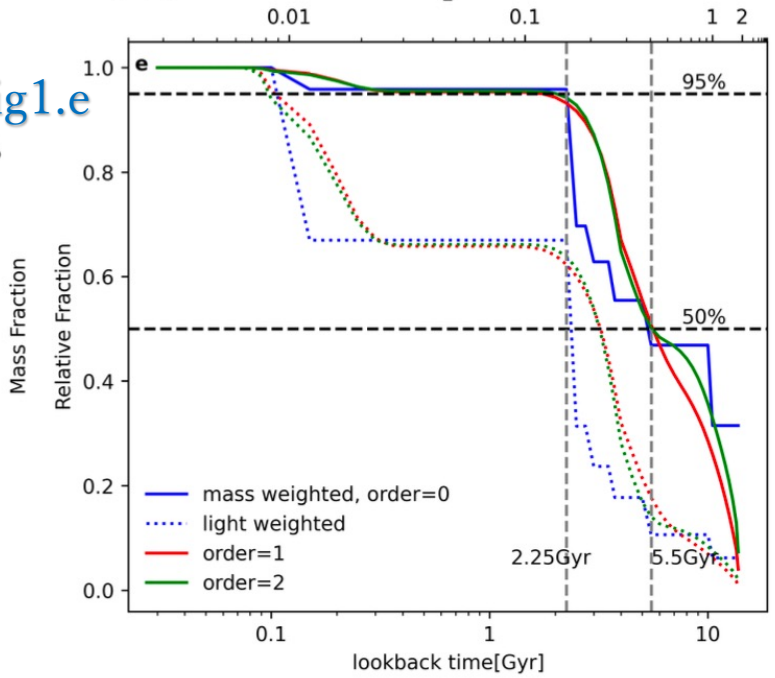


Fig2

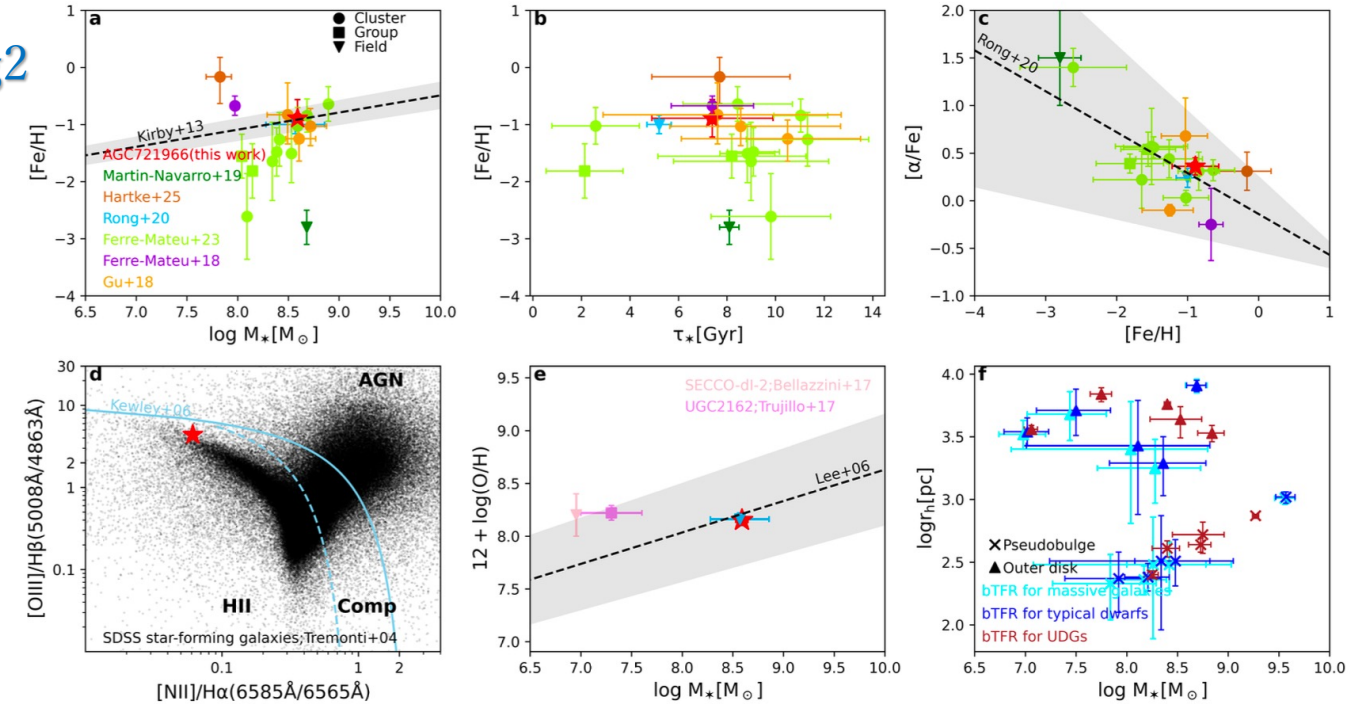


図2：AGC721966のpseudobulgeと他のUDGとの比較解析