Star formation histories and gas content limits of three ultra-faint dwarfs on the periphery of M31 (Jones, Michael G et al. 2025)

アブストラクト：

ペガスス座V星・うお座VII星・ペガスス座W星(4つのUFD)についてJansky Very Large Array (VLA) と HST による撮像画像を解析し、中性水素 21cm 線輝線 (H I) を手掛かりとしてガス溜まりの兆候を探索し、それらの星種族と SFH を特徴付けた。ペガスス座W星の最も適合性の高いSFHは、再電離期を大幅に超えた顕著な星形成が起きていたが、ペガスス座Vとうお座VIIについては再電離後まもなく消滅した。天の川銀河近傍のUFDと同じようにM31近傍の低質量UFDも早期に消滅した可能性が高いことが示された。

目的：

異なる時期に衛星系を形成した異なる主銀河の近傍におけるUFDの宇宙再電離消光仮説を評価する。

オリジナリティ：

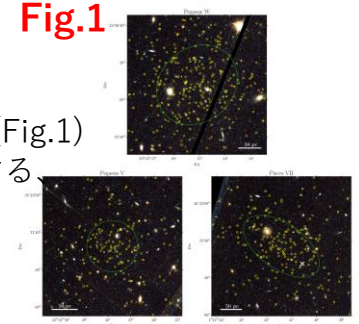
M31に近いUFD(既知のものに比べてかなり暗い)のSFHを調べ、異なる衛星系のUFDのSFHの違いを見る。

方法：

HSTの撮像画像(F606W, F814W)について

メンバー星：距離と構造パラメータ（M. L. M. Collins et al. 2022, 2024）に基づいて選択(Fig.1)
Padova・TRieste恒星進化コード（PARSEC; A. Bressan et al. 2012）の等時曲線と一致する明瞭なRGBがCMD上に現れるように調整。PARSEC（RGB・HB）等時曲線の周囲からRGB星とHB星が選択された。

Fig.1



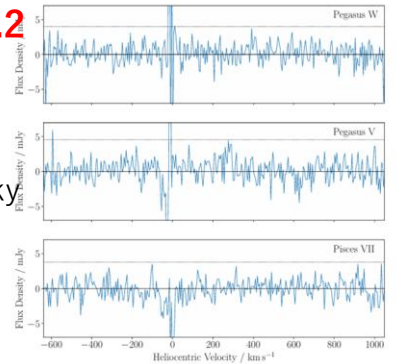
距離と構造パラメータについて

最尤法を用いて各銀河系のRGBと一致する星の2次元分布に指数関数プロファイルを当てはめた。(Table1)

VLAのH I 観測について

H I 線の基準視線速度200 km/s相当の周波数を中心とする8 MHzの帯域幅を持つ同等のスペクトル設定を使用
スペクトルは、各天体の光学位置を中心とする1本の合成ビーム内で抽出(Fig.2)

Fig.2



SFHの導出について

StarFISH(J.Harris&D.Zaritsky 2001, 2012)の手法をモデル
1) 等時曲線の選択。
2) CMDの完全性と測光的不確実性の計算
3) SSPのビン化されたCMDライブラリの作成
4)SSP の最尤組み合わせを CMD にフィッティング
5)現在の恒星質量と光度を決定

結果：

Fig3：2r_h以内（Fig.1の緑の破線楕円内)のCMD→
青線と赤線：M92の基準HBとRGBを適切な距離係数にシフトしたもの
TRGB：HBの位置からの距離を決定
↓Fig4：ペガスス座W、ペガスス座V、うお座VIIの累積的な星形成率
斜めの黒の破線：宇宙の年齢に対する一定のSFR
灰色の縦帯：宇宙の再電離の期間（10 ≲ z ≲ 6）

Fig.3

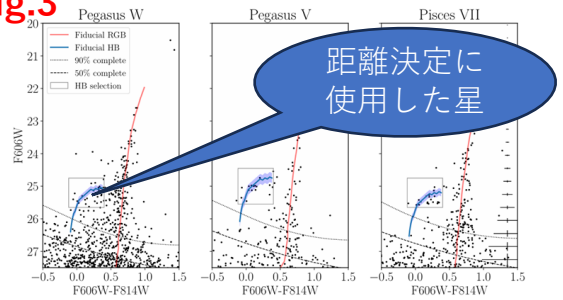


Fig.4

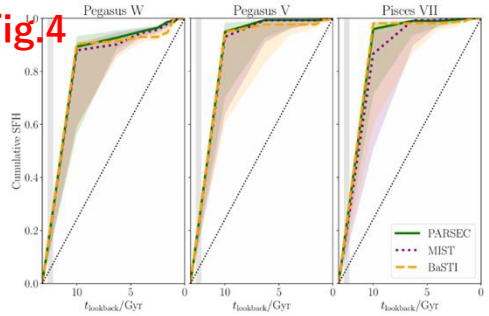
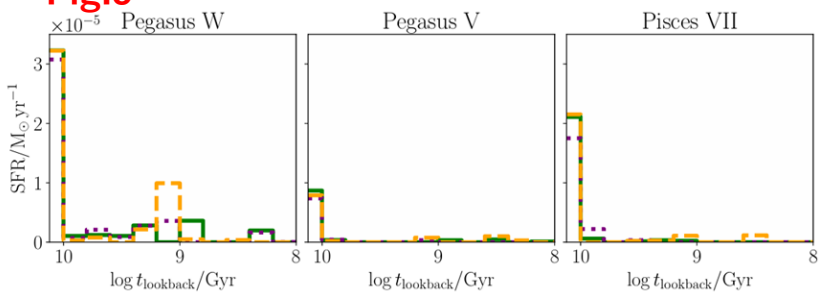


Fig.5



←Fig5：3つのUFDの差分星形成歴
ペガサスWのみが再電離後に顕著なSFを示す
CMDの星がまばらなためSFHは1億年で切り捨て
うお座VIIとペガサスV
ヘリウム燃焼の青方・下方に少数の青色はぐれ星とみられるものが存在
→過去数億年におけるSFHのSFが最小であった原因になり得る。

Table 2. Properties of Pegasus W & V, and Pisces VII

	Pegasus W	Pegasus V	Pisces VII
RA	23:53:15.1±2.2″	23:18:27.8±1.9″	01:21:41.4±2.4″
Dec	+22:06:08.1±1.8″	+33:21:32.7±1.9″	+26:23:37.0±2.1″
$(m-M)$/mag	24.71 ± 0.10	24.39 ± 0.15	24.84 ± 0.11
Dist./kpc	875 ± 42	755 ± 52	929 ± 48
D_{M31}/kpc	327	247	292
D_{M33}/kpc	361	413	105
m_{F606W}/mag	17.70 ± 0.14	18.93 ± 0.43	18.59 ± 0.17
m_{F814W}/mag	17.09 ± 0.14	18.30 ± 0.38	17.95 ± 0.18
M_V/mag	−6.8 ± 0.1	−5.3 ± 0.4	−6.1 ± 0.2
r_h/arcmin	0.39±0.03	0.23±0.05	0.39±0.05
r_h/pc	99 ± 9	51 ± 12	105 ± 15
ϵ	0.16±0.07	<0.22[a]	0.48±0.07
a/b	1.19 ± 0.10	∼1	1.92 ± 0.26
θ/deg	133±21	N/A	55.2±6.1
log $M_*/M_\odot$	$4.83^{+0.14}_{-0.06}$	$4.18^{+0.16}_{-0.11}$	$4.57^{+0.15}_{-0.07}$
log $M_{HI}/M_\odot$	<3.9	<3.8	<3.9
log M_{HI}/M_*	<−0.9	<−0.4	<−0.7

↑Table1：構造パラメータの推定結果

コメント：

・3つの天体の視線速度をきちんと測ってガス質量を求めては？ ・JWSTによるペガサスWとトゥッカナBの撮像に期待