“The MUSE-Faint survey III. No large dark-matter cores and no significant tidal stripping in ultra-faint dwarf galaxies” Zoutendijk et al. 2021 arXiv:2112.09374

GAゼミ@20220118 林航平

【アブスト】
VLTに搭載のIFU, MUSEを用いてAntlia B, Leo T, Hydra II, Grus 1の分光観測を行い、得られた視線速度データを用いてダークマター密度分布、ダークハロー質量への制限を行った。その結果、大きいコア半径を持つ様なダークハローは棄却されることがわかった。また、得られたダークハローパラメータを用いてinfall前のダークハローや星質量を見積もると、これらの銀河は潮汐効果を強く受けていないことが示唆された。

【ゴール】
矮小銀河のダークマター分布、動力学進化史の解明

【オリジナリティ】
UFDの新しい分光データを用いた動力学解析

【ロジック】

・MUSE-Faint survey

MUSEを用いて比較的遠方(D=120-1000kpc)にある矮小銀河(Antlia B, Leo T, Hydra II, Grus 1)を観測。
得られたデータから視線速度を計算、Gaussian(メンバー)+uniform(コンタミ)の確率分布からメンバー星を抽出。最終的なサンプルは表１。過去の観測も加えたデータを用いた。

・動力学解析

CJAM(Watkins+13)とpyGravSphere(Read&Steger17)の２モデルを用いる。
CJAMは恒星分布や質量分布をmulti-gaussianで表現し、Jeans方程式を解く。
pyGravSphereはJeans方程式からノンパラメトリックにダークマター密度分布を決めるモデル。
CJAMをfiducial modelとして議論。仮定するダークマター密度分布はNFW, core, FDM(soliton+NFW)。

・結果

(a)ダークマター密度分布(図１)：
各密度分布モデルでのmedian(実線)と68%信頼区間(斜線部分)。観測データの範囲のみプロット。
LeoTのcoreモデル以外は、３モデルは不定性の範囲内で一致。特にNFWとFDMの分布はほとんど一致（soliton半径が十分小さく、データ範囲内はNFW分布となるため）。統計的にどのモデルも棄却できなかった。coreモデルでのコア半径は68%ULで$r_c < 66 - 95$ pcとなった。

(b)潮汐剥ぎ取りの影響：
infall前の情報(星質量やVmax)を計算。c-M relation、$M_*^{\rm prog}$ – $V_{\rm max}^{\rm prog}$ relation(図３)、tidal track(図４)を組み合わせて、観測から得られる星質量やダークマター分布からinfall前のprogenitorの情報(星質量、Vmaxなど)を推定。ただしNFWを仮定。
図２(a), (c)は観測から推定した$V(r_{1/2})$, $V_{\rm max}$と星質量の関係。破線は図３の赤破線と同じ。
図２(b), (d)はprogenitorの$V(r_{1/2})$, $V_{\rm max}$と星質量の関係。
(c)と(d)を比較すると、HyaII以外はVmaxが左にシフト。潮汐剥ぎ取りの影響を反映。
(a)と(b)を比較すると、ほとんど変化がみられない。半光度半径以内では潮汐剥ぎ取りの影響はほとんど受けていない。

(c)動力学モデルの影響：
密度分布推定にCJAMとpyGarvesphereの大きな違いはみられなかった。一方でビリアル質量や中心集中度を推定する際に、仮定するダークマター密度分布の形の違いが影響していた。

【コメント＆感想】
- 他のUFDで潮汐進化の解析をしたらどのような結果が得られるのか。
- 潮汐進化モデルの元になるシミュレーションは解像度がギリギリ(Mstar>10^5Msun)。
- 他の動力学モデルでも計算してみたいが、観測データがpublicになっていない。

図１

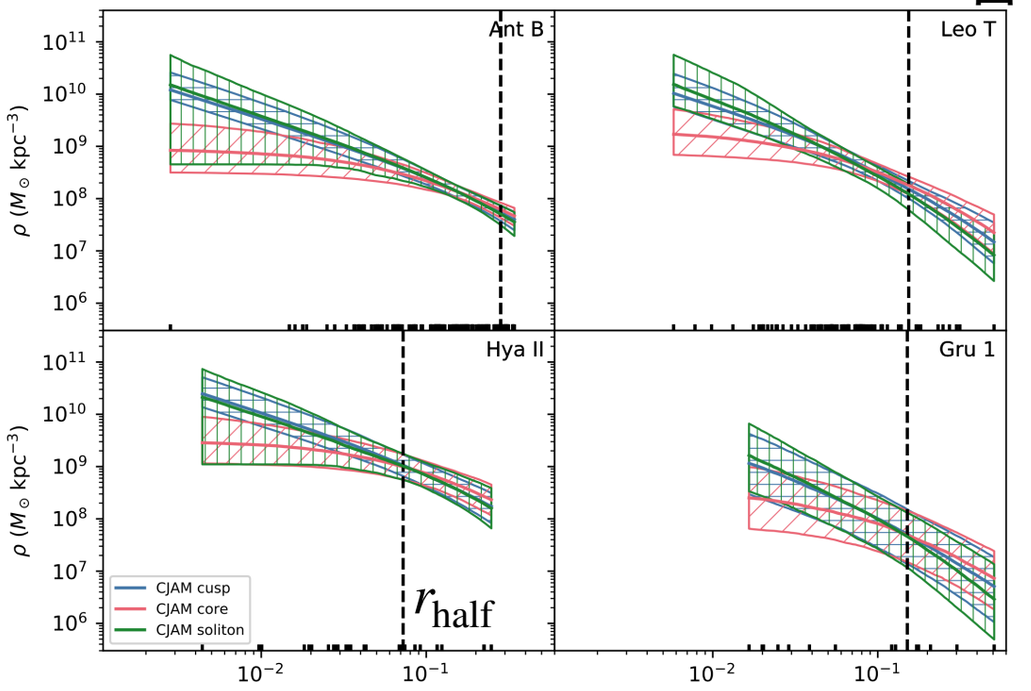


図２

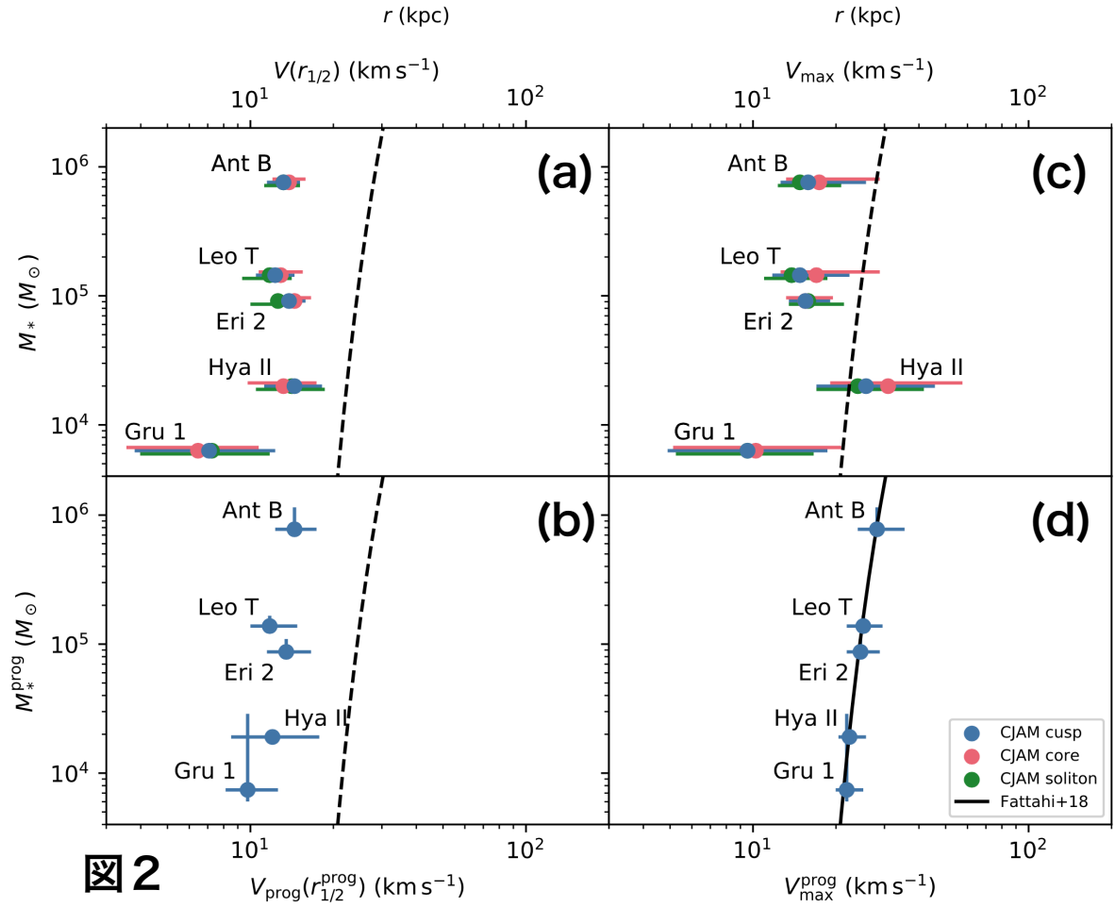


表1

	$\log_{10}(M_*/M_\odot)$	$N_{\rm mem}^{\rm MUSE}$	$N_{\rm mem}^{\rm tot}$	μ (km s^{-1})	$\sigma_{\rm int}$ (km s^{-1})
Ant B	5.88	127	127	375.5 ± 1.5	$8.0^{+1.6}_{-1.4}$
Leo T	5.16	55	75	39.5 ± 2.1	$7.6^{+2.3}_{-1.7}$
Hya II	4.30	15	28	$299.5^{+4.5}_{-4.7}$	$12.0^{+5.0}_{-3.5}$
Gru 1	2.80	4	14	$-139.2^{+6.1}_{-5.2}$	$10.4^{+9.3}_{-5.1}$

tidal evolutionは軌道にあまり依らずに決まる。

図3 (Fattahi+18)

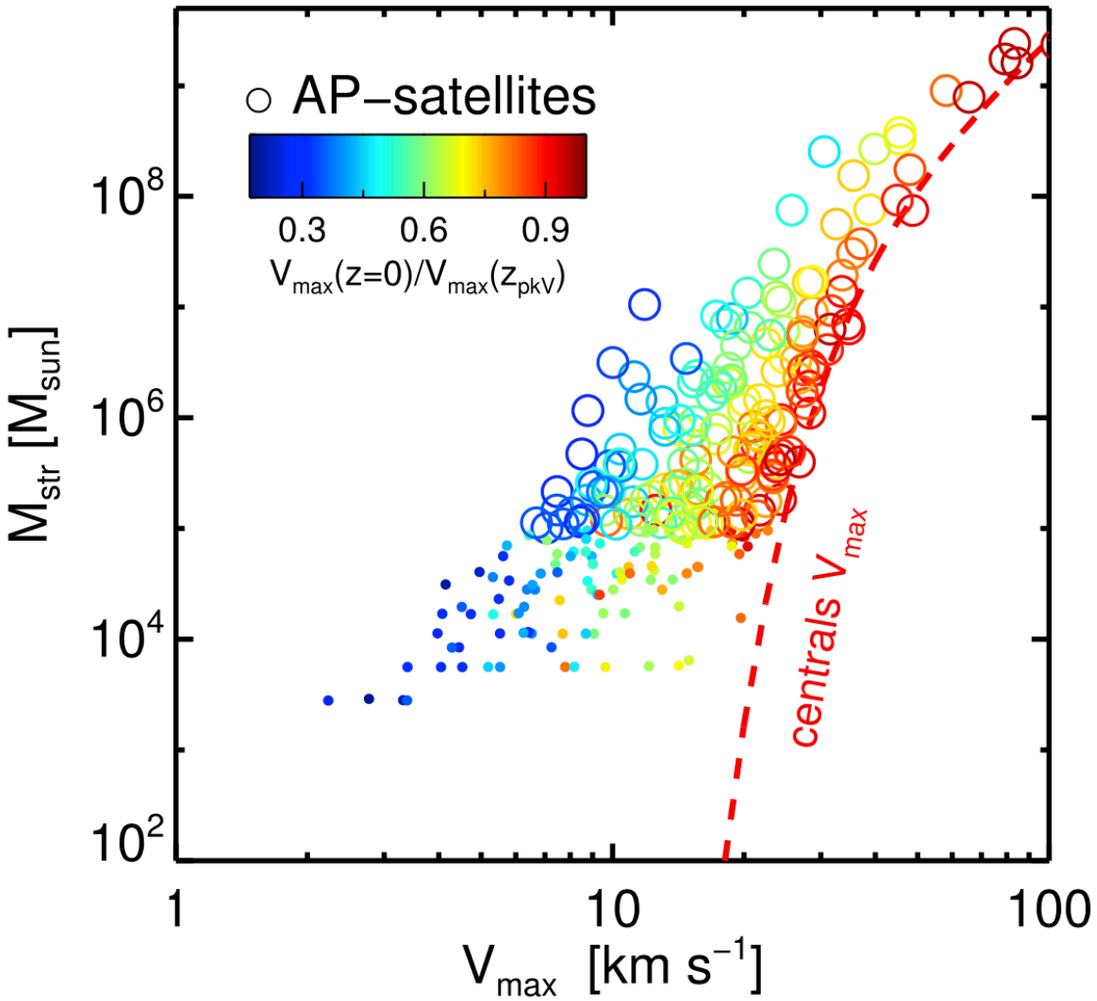
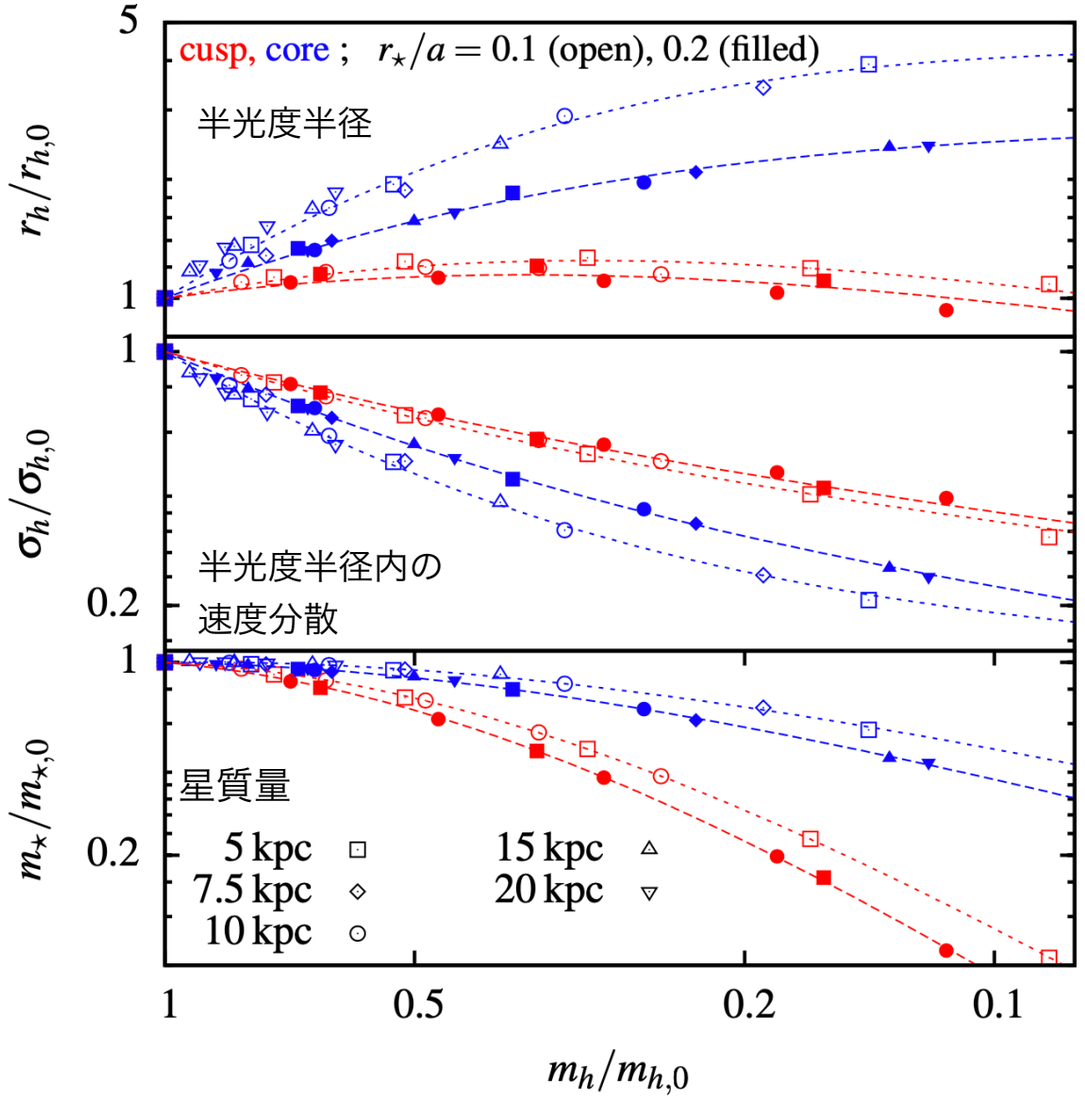


図4 (Errani+15)



半光度半径内の質量