Stellar halos tracing the assembly of Ultra-Faint Dwarf galaxies

Lapo Querci, Andrea Pallottini, Lorenzo Branca, Stefania Salvadori, arXiv: 2410.05396

【アブスト】 異なるパラメータで2つのUFDの合体のN体計算と機械学習を行い、UFDの恒星ハロー形成に銀河の合体が及ぼす影響を調べた。その結果、合体後の銀河の半質量半径($R_\star$)と、その５倍以上の位置に存在する星の割合(f_5)はそれぞれ、合体前の大きい方のUFDの半質量半径($R_{1/2}$)と2つの銀河の質量比(M_1/M_2)で決まることが明らかになった。構築したエミュレータを用いると、Tucana IIの恒星ハローの観測値(f_5 = 10±5%, $R_\star$ = 120±30 pc)を説明するには、合体したUFDの質量比と半質量半径はそれぞれ$M_1/M_2 = 8^{+4}_{-3}$、$R_{1/2} = 97^{+25}_{-18}$ pcであることが示唆された。

【オリジナリティ】 N体計算とエミュレータを用いてUFDの恒星ハロー形成を調べた点。

【ゴール】 UFDの恒星ハロー形成に、角運動量 (l)、運動エネルギー (k)、合体質量比 (M_1/M_2)、ダークマター/星質量比 ($M_{DM}/M_\star$)、初期半径($R_{1/2}$)がどのような影響を与えるのか明らかにする。

【ロジック】

(方法) UFD合体のN体計算 (ダークマター密度プロファイル：NFW, $M_{DM} = 10^8\ M_\odot$, $M_{\star,\,tot} = 6000\ M_\odot$, $m_{DM} = 100\ M_\odot$, $m_\star = 1\ M_\odot$, パラメータ：表１)。
z = 6から2つのUFDが合体してビリアル化するまで実行。行った47個のシミュレーションを深層学習し、合体前の状態から合体後の $R_\star$とf_5を予測するエミュレータを構築。

(主な結果)

図1：合体前後の星の分布。合体により、外側まで星が分布するようになる。

図2：f_5と$R_\star$のエミュレーション結果。f_5と$R_\star$はそれぞれM_1/M_2と$R_{1/2}$で決まる。その他のパラメータは恒星ハロー形成と銀河サイズにはほとんど影響しない。

図3：Tucana IIの観測値(f_5 = 10±5%, $R_\star$ = 120±30 pc)の範囲内にあるM_1/M_2と$R_{1/2}$の分布。合体前の質量比と半径は、それぞれ$M_1/M_2 = 8^{+4}_{-3}$、$R_{1/2} = 97^{+25}_{-18}$ pc。すなわち、Tucana IIの恒星ハローは、Tucana II本体の1/5から1/12の質量の銀河が合体したことにより形成されたことが示唆される。

【コメント】

他の銀河についても、外縁部が観測できれば、同様の方法で合体のパラメータを制限できる。PFSでの矮小銀河外縁部の観測に期待。

表1

parameter	min	max	unit	definition
M_1/M_2	1	30	-	Sec. 2.2.1
$M_{DM}/M_\star$	8×10^3	10^5	-	Sec. 2.2.2
$R_{1/2}$	15	150	pc	Sec. 2.2.3, eq. 4
l	10^2	3×10^3	$\frac{pc^2}{Myr}$	Sec. 2.2.4, eq. 6a
k	0.1	3	$\frac{pc^2}{Myr^2}$	Sec. 2.2.4, eq. 6b

図1

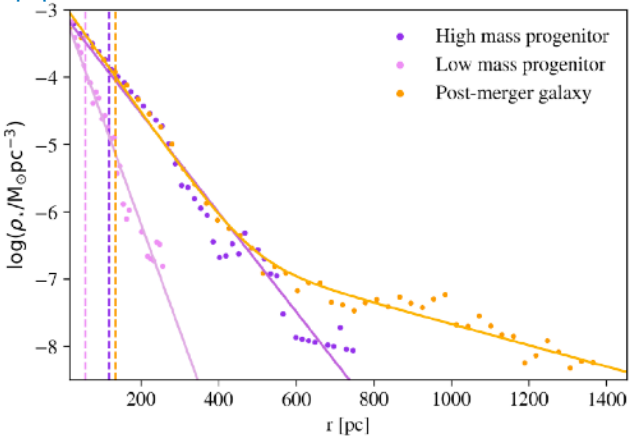


図2

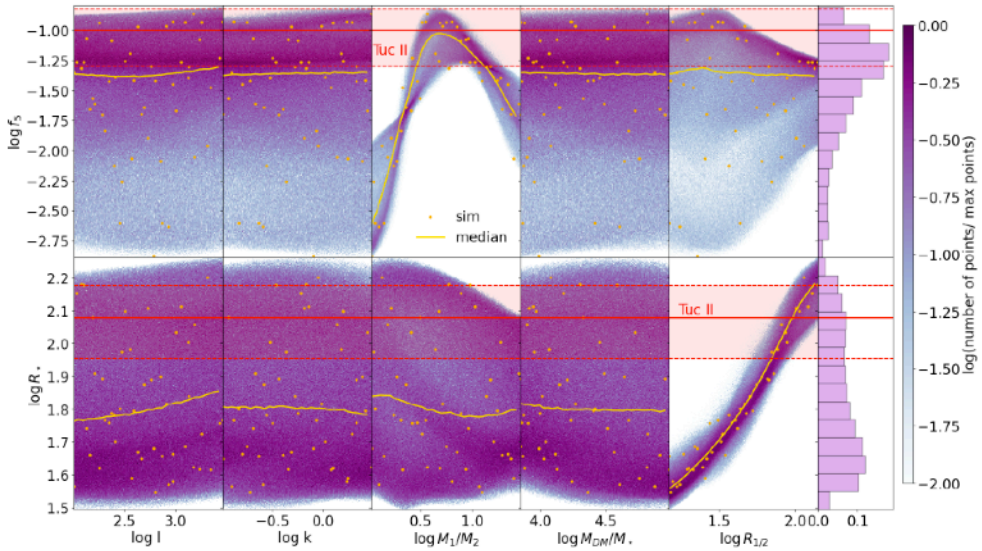


図3

