# “The dwarf galaxy satellite system of Centaurus A”

Muller et al. 2019 arXiv:1907.02012

GAゼミ@20190712 林航平

【アブスト】

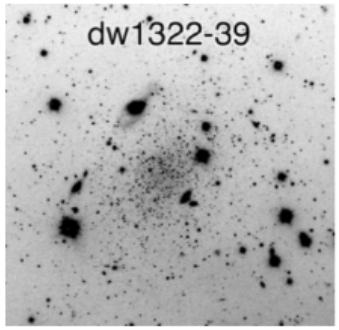
Cen Aの衛星銀河について、VLT/FORS2の測光データを用いて新たに９個の矮小銀河が同定された。Tip of RGBとisochroneモデルから各々の矮小銀河の距離と金属量を推定し、近傍の矮小銀河のサイズや金属量と光度との関係を比較すると、よく一致することがわかった。さらにCen Aのluminosity functionをシミュレーションの結果と比較すると、エラー内で一致するが、重いサテライトの数が少なく軽いサテライトが多い傾向が見られた。またCen Aについても距離エラーは大きいがsatellite planeがありそうな事を示唆した。

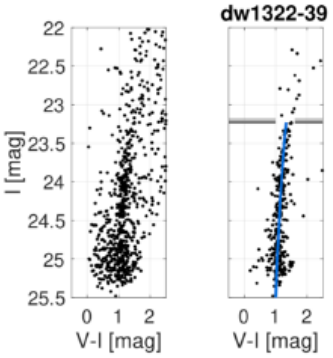
【ゴール】

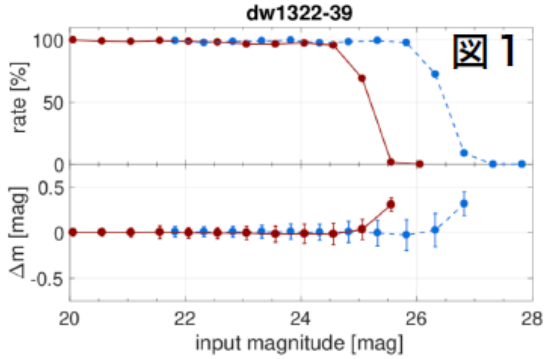
Local Group以外のサテライトシステムとCDM小スケール問題の解明

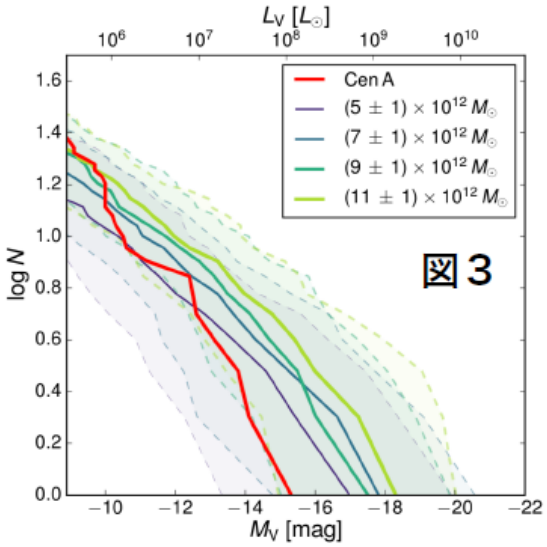
【オリジナリティ】

VLT/FORS2を用いてCen Aの矮小銀河の星をresolvedして距離推定した。




【ロジック】

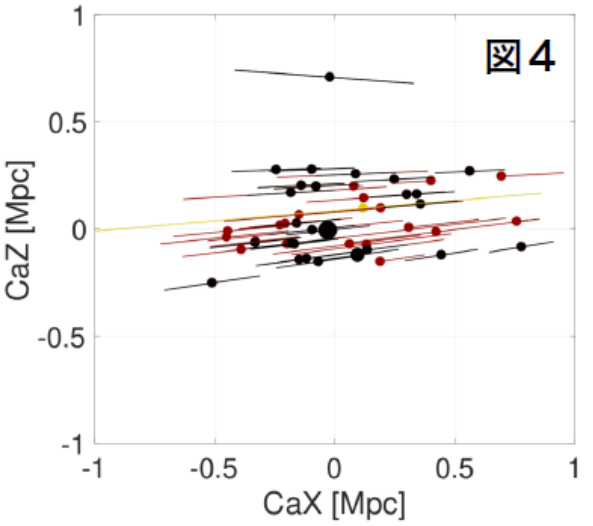
・Cen A：early type galaxy@D~3.8 Mpc, M_vir~8×10$^{12}$ Msun。まわりにM83やNGC4945がありCentaurus groupを形成。

・VLT/FORS2の撮像観測：VLT Survice Modeで15天体を合計26時間かけて観測。各天体の全積分時間は~2400s (~2700s) for V-band (I-band)。データ解析結果の例が図１。
図１左：dw1322-39の顔写真。図１中央：CMD。左がChip1に入るすべての星。右が銀河の有効半径の2.5倍の範囲の星。
青実線がbest-fitting isochrone (10Gyrで固定)。灰色太線がTRGBで細線がそのエラー。TRGBより明るい星はAGB星か。
図1右：Completeness。赤がI-band, 青がV-band。V-bandで~26magがcompleteness limit。

・Stellar propertiesの比較：TRGBの距離推定とisochroneの金属量推定を用いて、近傍矮小銀河と比較。
裏面図２は有効半径と絶対等級（左）、平均金属量と絶対等級（右）の関係。LG矮小銀河（黒点）と良く一致している。
裏面表は測光データから得られた、９つのメンバー銀河についての各パラメーター一覧。

・Cen A矮小銀河光度関数：200kpc以内にある矮小銀河(29個)の光度関数を計算（図３）。これとIllustrisTNG catalog (237 hosts)との比較を行った。各実線は中央値で破線は90% confidence intervals。エラーの範囲内で一致しているが、シミュレーションに比べて重いサテライトの数が少なく軽いサテライトが多い傾向がある。

・Cen A矮小銀河の３D分布：図４はCen Aを座標原点としたときの1Mpc以内の矮小銀河(45個)のX-Z平面上の分布。
赤が新しく見つかったmember galaxies (Crnojevic+2019も含む)。Axial ratioはc/a=0.5, b/a=0.7 (a>b>c)。
Cen Aの矮小銀河もMWやM31同様、長さ327kpc, 厚さ160kpcの平たい分布をしているようだ。




【感想】

・TRGBでの距離推定＆isochroneでの金属量推定なので不定性が大きい。今後、分光観測できたら良い。

・CenAでもsatellite plane が本当に発見されたとすると、satellite plane問題はさらに深刻化する？

・SAGA survey (Geha+)やHSC (Tanaka+)などでもっとサンプルが増えたら、統計的な議論をしたい。

図 2

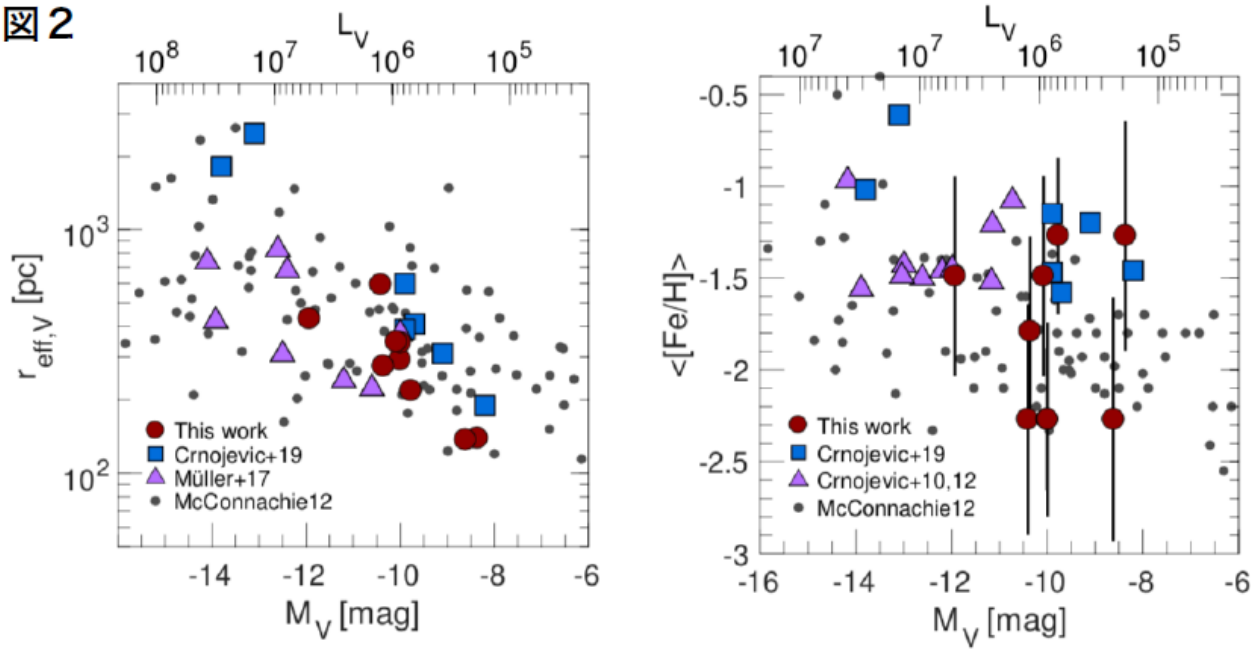



表 1

| | KKs54 | dw1322-39 | dw1323-40 | dw1323-40b | dw1329-45 | dw1336-44 | dw1341-43 | dw1342-43 | KKs58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RA (J2000) | 13:21:35.9 | 13:22:36.3 | 13:24:58.1 | 13:24:00.0 | 13:29:14.9 | 13:36:48.8 | 13:41:41.3 | 13:42:48.7 | 13:46:04.8 |
| DEC (J2000) | −31:53:12.7 | −39:54:26.3 | −40:45:43.8 | −40:50:12.1 | −45:10:36 | −43:51:28.1 | −44:26:54.6 | −43:51:21.9 | −36:19:44.7 |
| $I_{TRGB}$ (mag) | $23.78^{+0.01}_{-0.12}$ | $23.23^{+0.01}_{-0.04}$ | $23.78^{+0.00}_{-0.19}$ | $23.87^{+0.13}_{-0.62}$ | $23.31^{+0.07}_{-0.11}$ | $23.63^{+0.15}_{-0.19}$ | $23.70^{+0.00}_{-0.03}$ | $23.31^{+0.01}_{-0.22}$ | $23.59^{+0.12}_{-0.01}$ |
| [Fe/H] (dex) | −2.27 | −2.27 | −1.79 | −2.27 | −1.27 | −2.27 | −1.49 | −1.27 | −1.49 |
| $M_I^{TRGB}$ (mag) | −4.09 | −4.09 | −4.08 | −4.09 | −4.00 | −4.09 | −4.05 | −4.00 | −4.05 |
| $(m-M)_0$ (mag) | $27.87^{+0.01}_{-0.12}$ | $27.32^{+0.01}_{-0.04}$ | $27.86^{+0.00}_{-0.19}$ | $27.96^{+0.13}_{-0.62}$ | $27.31^{+0.07}_{-0.11}$ | $27.72^{+0.15}_{-0.19}$ | $27.74^{+0.00}_{-0.03}$ | $27.31^{+0.01}_{-0.22}$ | $27.63^{+0.12}_{-0.01}$ |
| Distance (Mpc) | $3.75^{+0.01}_{-0.21}$ | $2.91^{+0.01}_{-0.05}$ | $3.73^{+0.01}_{-0.31}$ | $3.91^{+0.24}_{-0.97}$ | $2.90^{+0.10}_{-0.14}$ | $3.50^{+0.25}_{-0.30}$ | $3.53^{+0.00}_{-0.04}$ | $2.90^{+0.01}_{-0.27}$ | $3.36^{+0.18}_{-0.02}$ |
| $A_V, A_I$ (mag) | 0.176, 0.097 | 0.244, 0.134 | 0.306, 0.168 | 0.334, 0.183 | 0.252, 0.138 | 0.338, 0.186 | 0.255, 0.140 | 0.218, 0.120 | 0.169, 0.093 |
| $M_V$ (mag) | $-10.41^{+0.01}_{-0.12}$ | $-10.0^{+0.01}_{-0.04}$ | $-10.36^{+0.00}_{-0.19}$ | $-9.99^{+0.13}_{-0.62}$ | $-8.36^{+0.07}_{-0.11}$ | $-8.61^{+0.15}_{-0.19}$ | $-10.08^{+0.00}_{-0.03}$ | $-9.77^{+0.01}_{-0.22}$ | $-11.93^{+0.12}_{-0.01}$ |
| $L_V$ ($10^6$ $M_\odot$) | $1.25^{+0.01}_{-0.14}$ | $0.86^{+0.00}_{-0.03}$ | $1.19^{+0.00}_{-0.19}$ | $0.85^{+0.11}_{-0.37}$ | $0.19^{+0.01}_{-0.02}$ | $0.24^{+0.04}_{-0.04}$ | $0.92^{+0.00}_{-0.02}$ | $0.69^{+0.01}_{-0.12}$ | $5.06^{+0.57}_{-0.05}$ |
| $r_{eff,r}$ (pc) | $594^{+1}_{-17}$ | $292^{+1}_{-5}$ | $275^{+0}_{-23}$ | $343^{+20}_{-80}$ | $139^{+5}_{-7}$ | $137^{+10}_{-12}$ | $346^{+0}_{-4}$ | $218^{+1}_{-21}$ | $430^{+23}_{-2}$ |
| Ellipticity $(1-b/a)$ | 0.21 | 0.50 | 0.10 | 0.64 | – | 0.33 | 0.08 | 0.28 | 0.14 |
| $PA$ (North to East) | 96.8 | 120.8 | 18.8 | 168.1 | – | 81.0 | 0.3 | 67.4 | 38.5 |