“A galaxy lacking dark matter” van Dokkum et al. Nature 2018, 555, 629

GAゼミ@2018,05,23 岡本

“An Enigmatic Population of Luminous Globular Clusters in a Galaxy Lacking Dark Matter” van Dokkum et al. 2018, ApJ, 856, L30

[アブスト] NGC1052-DF2(M_{star}=2x10$^8M_{sun}$)のGC-likeな10天体の視線速度を測ったところ、速度分散は10.5km/s以下だった。推測される銀河の総質量は3.4x10$^8M_{sun}$以下、つまりM_{halo}/M_{star}~0で、暗黒物質のない銀河だった。

[ゴール] 暗黒物質欠乏銀河をみつけた。

[オリジナリティ] 矮小銀河に付随する星団の運動情報から、矮小銀河の総質量を求めた。

[ロジック] 楕円銀河NGC1052@20Mpcに付随するUDG銀河のNGC1052-DF2 (D~19.0Mpc, M_V~-15.3, R_e~2.2kpc, μ_g>24mag/arcsec^2)の中のi<22.5のコンパクト天体をKeck/DEIMOS,LRISで観測。CaT線から視線速度を測ると、10天体がv~1800km/sだった。(N1052グループの視線速度は1425km/s、N1052-DF2のグループに対する速度は+378km/s, N1052銀河に対する速度は+293km/s, 図2参照)。10天体の色と形状は球状星団(GC)に似ているが明るく(~ωCen)、GCLFのピークに相当するような種族は見られず、銀河全体に広がっている(半数半径=3.1kpc, 図3横軸参照)。Stacked spectrumから得られた恒星種族は9.3±1.3Gyr, [Fe/H]=-1.35±0.12, [Mg/Fe]=0.16±0.17。

biweight法で求めた速度分散は$\sigma_{obs,bi}$=8.4km/s (c.f. $\sigma_{obs,rms}$=14.3km/s)。10天体のmock速度x1000サンプルを作って観測誤差の範囲で動かした場合のσの分布から、$\sigma_{intr}=3.5^{+5.5}_{-3.2km}$km/s、上限は$\sigma_{intr}$<10.5km/s。比較としてLGのlog(M/$M_{sun}$)=8~8.6の銀河の平均は32km/s (図2a赤点線)。

tracer mass estimator(TME)法(incl.観測誤差)で求めた銀河中心から7.6kpc以内の総質量はM_{dyn}<3.4x10$^8M_{sun}$(図3a)、ハロー質量のbest fitはM_{halo}=0。上限はM_{halo}<1.5x10$^8M_{sun}$(図3b矢印)。
(σ_{rms}を使えば、M_{halo}~3x10$^8M_{sun}$)

NGC1052-DF2の星とハローの質量比は、近傍円盤銀河(図3bの灰色点)や他のUDG(図3bの□)と比べて非常に小さい。

[コメント] 後続の論文で指摘されているように、サンプル数が少ないので、outlier (GC98)の取り扱いや、field GCなどのcontaminationを仮定するかどうかで結果が大きく変わる。DM dominatedではないにせよ、lacking DMは言い過ぎか。

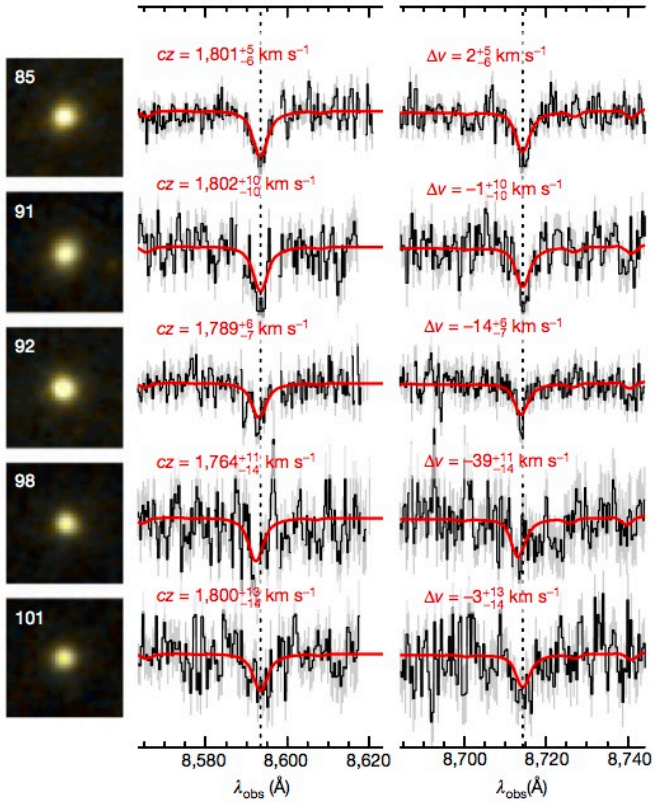


図1. Keck/LRIS spectraとHST画像の例 (165pc四方)

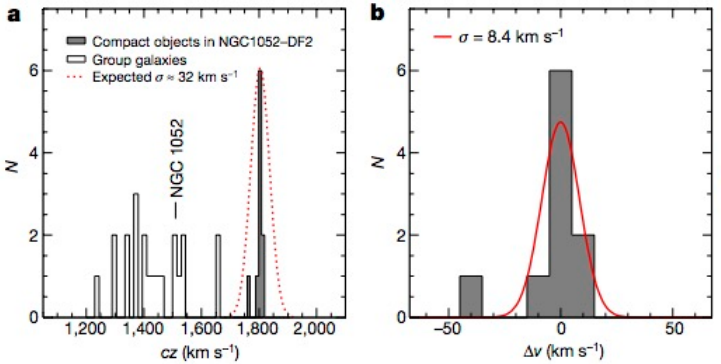


図2. 視線速度と速度分散。

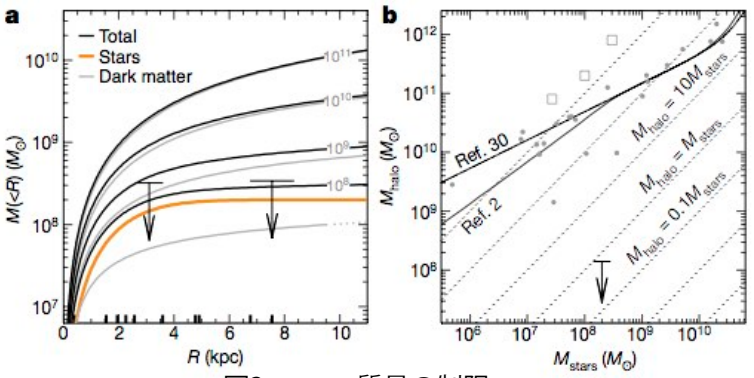


図3. ハロー質量の制限。

vD18発表の2週間後の4/12…

“Current velocity data on dwarf galaxy NGC1052-DF2 do not constrain it to lack dark matter” Matin et al. 2018, ArXiv:1804.04136

vD18に載っている10天体の速度を使い、LG dwarfsでよく行われる”コンタミ+Gaussian”のモデルから速度分散の確率分布を求めたところ、通常の銀河の値の範囲になった。

1) NGC1052本体のGCなどを想定して、1750<v<1850km/sの間で均一な分布のfield GCの割合 η(<0.3)を仮定した場合(図4)：$\sigma_{int}=9.2^{+4.8}_{-3.6}$km/s (<17.3km/s with 90% confidence level)

2) コンタミの範囲を緩めたモデルの場合：$\sigma_{int}=11.4^{+5.8}_{-4.5}$km/s

3) GC98を除いたsingle Gaussianモデルでは：$\sigma=7.1^{+3.6}_{-3.0}$km/s (<14.3km/s)

4) vD18の各天体の速度を1σ内で動かして10000天体にresampleした場合：$\sigma_{obs,bi}=14.3\pm3.5$km/s、$\sigma_{int,bi}=12.0\pm2.5$km/s

[結論] 少ない視線速度サンプルから総質量を見積もるのは難しい。

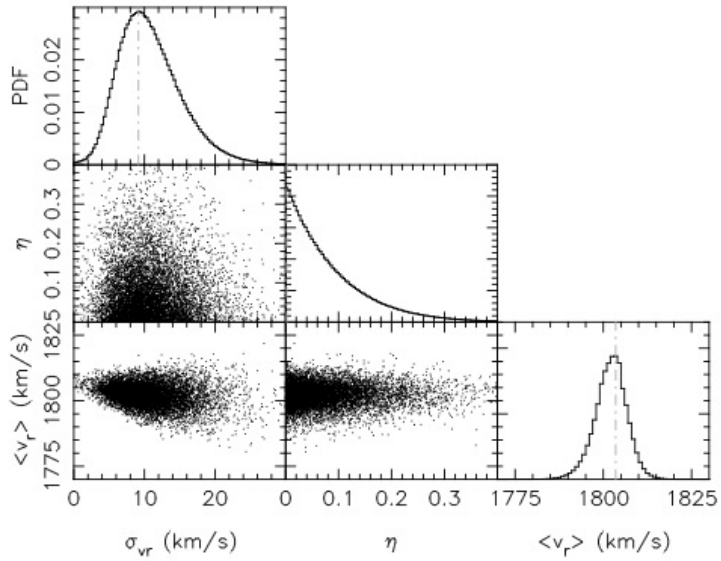


図4. field GCの割合を仮定した分布モデルのjoint PDF

“Measured and found wanting: reconciling mass-estimates of ultra-diffuse galaxies” Laporte et al. 2018, ArXiv:1804.04139

vD18のようにForanx dSphの4つの球状星団の運動からFornaxの総質量を求めてみたが、誤差が大きく、no DMからDM過多まで制限つかなかった。

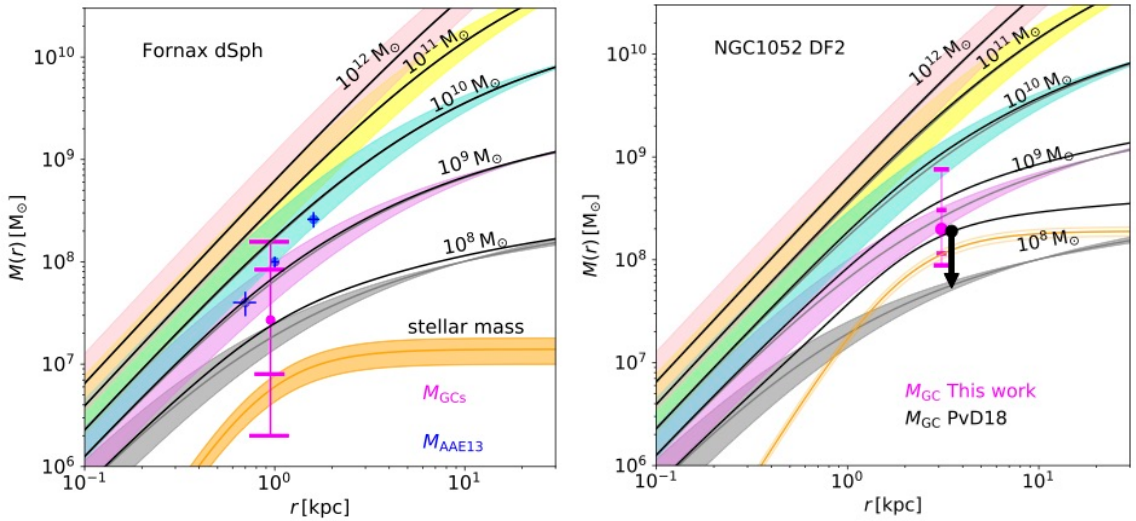


図5. GCの速度分散の分布確率モデルから見積もった質量

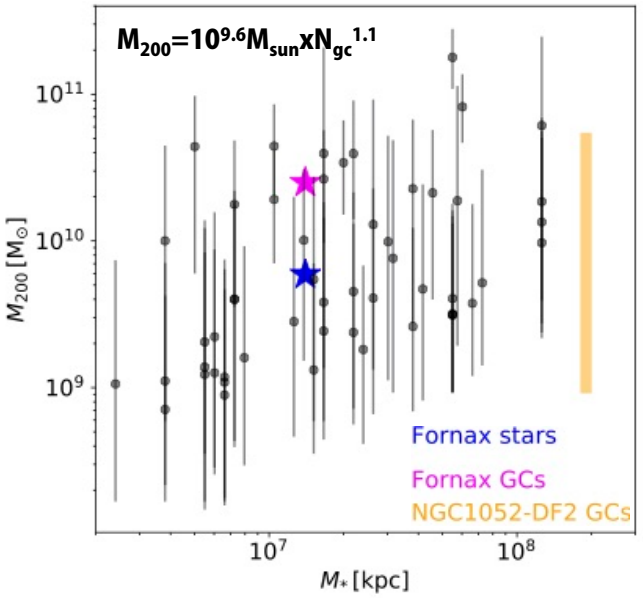


図6. GC数とM_{200}の関係から求めたUDGのM_{200}

Martin+2018に対するvan Dokkumのコメント：”we honestly believe that Martin et al. (2018) actually confirm, rather than refute”