Dark-matter-deficient dwarf galaxies form via tidal stripping of dark matter in interactions with massive companions

GA-seminar Oct 14, 2020, 岡本

Jackson et al., arXiv: 2010.02219 (Submitted to MNRAS)

[Abstract] 高分解能宇宙論シミュレーションNewHorizonを使って、巨大銀河との重力相互作用による矮小銀河のDMはぎ取りによって、元々普通の矮小銀河だったものがDM欠乏銀河になるか調べた。はぎ取りの効果は、巨大銀河に対する矮小銀河の軌道に応じ、極端なケースでは星ハロー質量比が1になる矮小銀河もあった。DM欠乏銀河の多く(~70%)は調べた3.5Gyrの間に巨大銀河と合体し、またその間に新たに誕生していた。以上から、ΛCDM宇宙でも、DM欠乏銀河は銀河進化の自然な副産物として生成されると思われる。

[Goal] ΛCDMでのDM欠乏銀河の形成過程を明らかにする。

[Originality] 最も高い分解能のシミュレーションで矮小銀河の進化を調べる。

[Logic] Horizon-AGNのzoom-in シミュレーションNewHorizonを使用。
R~10cMpc、res~$10^6 M_{sun}$, spatial-res~34pc, no large void, no rich clusters。

図1: z=0.25の銀河の、星質量($M_\star$)とDMハローと恒星の質量比($M_{halo}/M_\star$)から、衛星銀河($M_\star > 10^8 M_{sun}$)を、DM欠乏(●)、DM poor(●)、Control(●)の3サンプルに分類。図中の残り(○)は親銀河。

図2: $M_\star$の時間進化はどれもほぼ同様。一方、DM欠乏とDM poorは後半にM_{halo}が減少している。どのサンプルもlocalな銀河密度の時間進化はほぼ同じ。DMプロファイルの時間進化では、外縁部から徐々にはぎ取られている模様(図A)。

図3: 対象銀河の周辺の潮汐力を測る指標としてperturbation index (PI)を導入。DM欠乏銀河は、DM poorやControlよりもPIが大きく、特に親銀河からの寄与が大きい。(一方で同質量銀河や小さな銀河によるPIは、3サンプルともほぼ同様)

図4: 衛星銀河になった後の対象銀河と親銀河との距離。DM欠乏銀河はControlサンプルに比べて軌道半径が小さく、また最小距離も小さい。

時間進化: z=0.7でDM欠乏だった銀河のうち、z=0.25まで生き残っていたのは30%。残り70%は3.5Gyrの間に親銀河と合体していた。

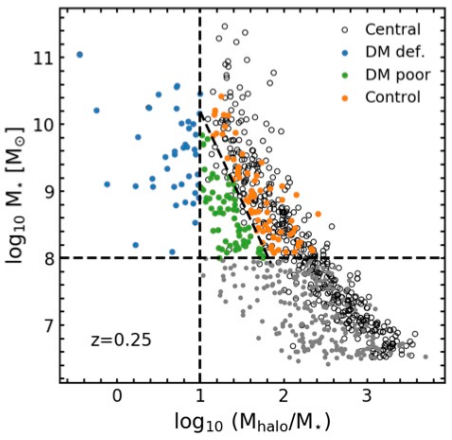


図1. DM欠乏/DM poor銀河のサンプル

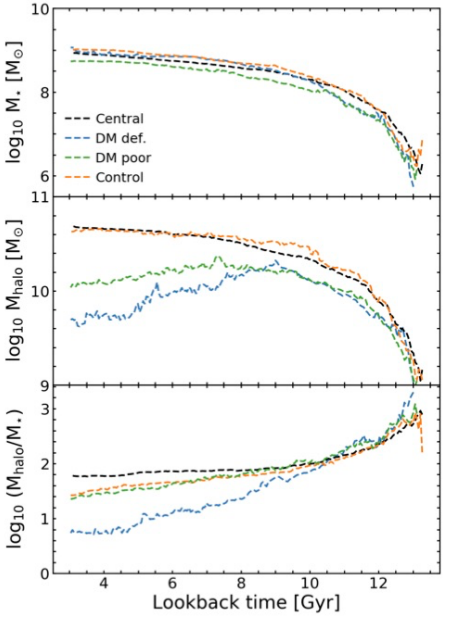
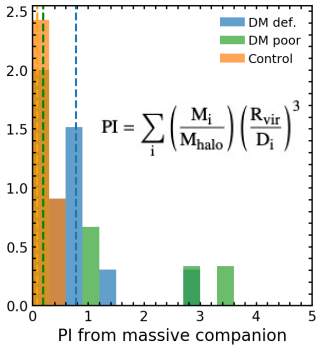


図2. サンプル銀河(median)の時間進化



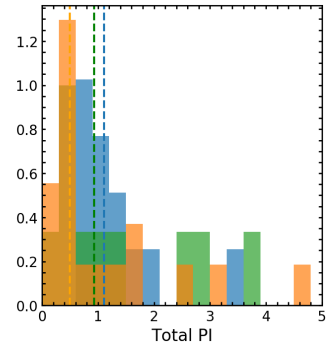
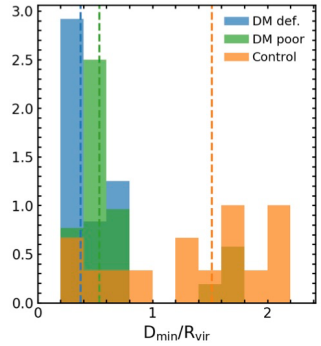


図3. 左:親銀河からのPI。右:全銀河(<3Mpc)からのPI



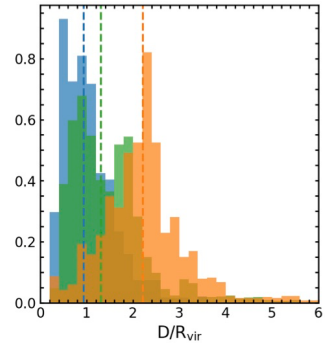
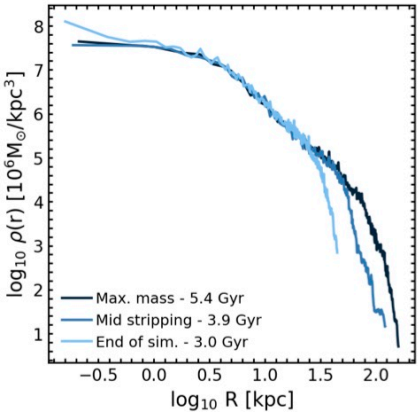


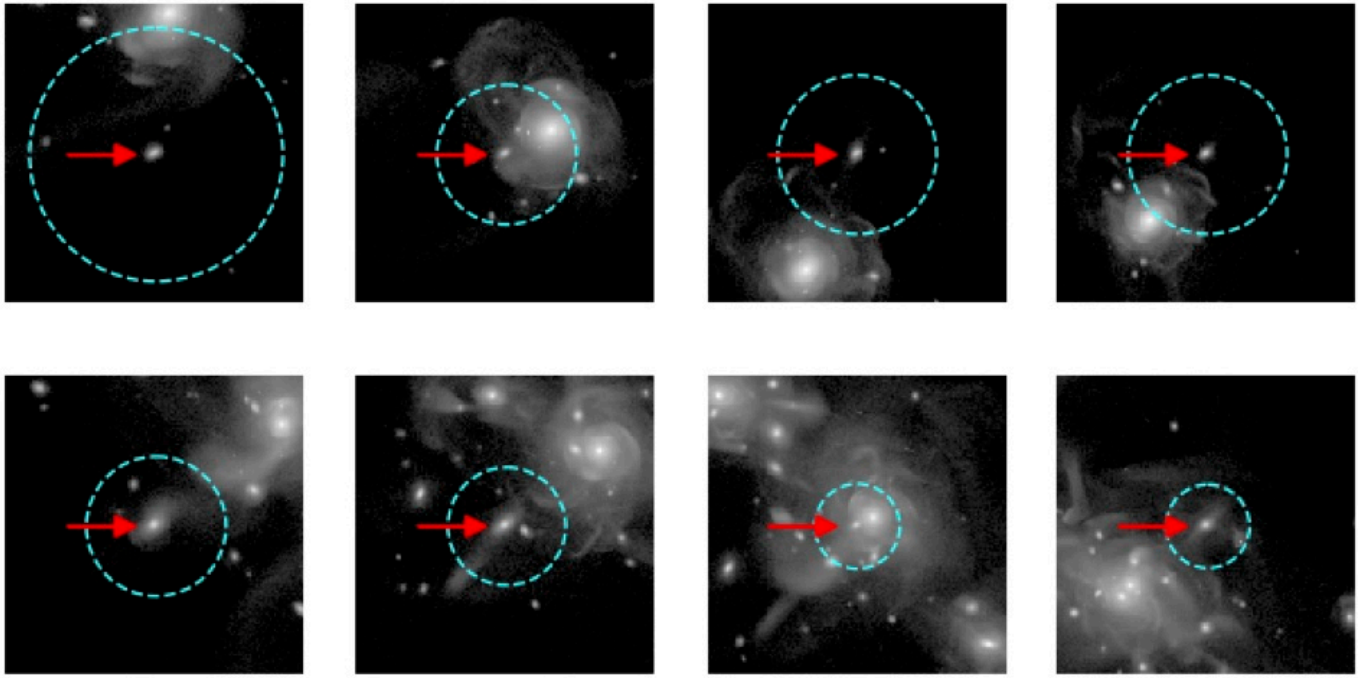
図4. 左:親銀河からの最小距離。右:親銀河との軌道距離。

[Conclusion] pericenterの小さい衛星銀河の一部が、親銀河の強い潮汐力でDM欠乏銀河になり、その多くがやがて親銀河と合体する。撮像サーベイで、大型銀河($M_\star > 10^{10} M_{sun}$)の近く(<150kpc)で潮汐効果を示す矮小銀河があれば、DM欠乏銀河の候補になるかも(図B,C)。

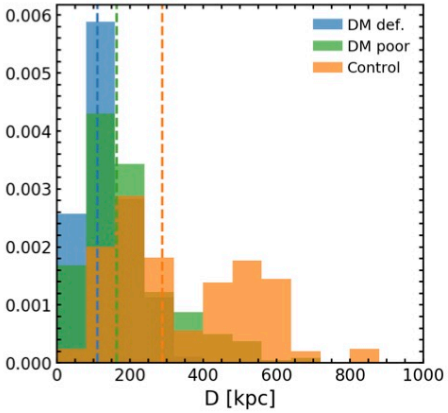
[Comment] NIHAOの矮小銀河に親銀河と相互作用を加えて潮汐効果を調べた論文も、同じ日に公開 (arXiv: 2010.02245)。普通の矮小銀河が親銀河との強い相互作用で、NGC1052-DF2やNGC1054-DF4の速度分散(~6km/s)や$M_{DM}/M_\star$比(~1)を再現するようなDM欠乏銀河になりえることが示されている(図D)。
MWに十分近いLMC,SMCもDM欠乏銀河になりうる？　Guo+2019で見つかったような孤立系DM欠乏銀河はどう作るか。。。。



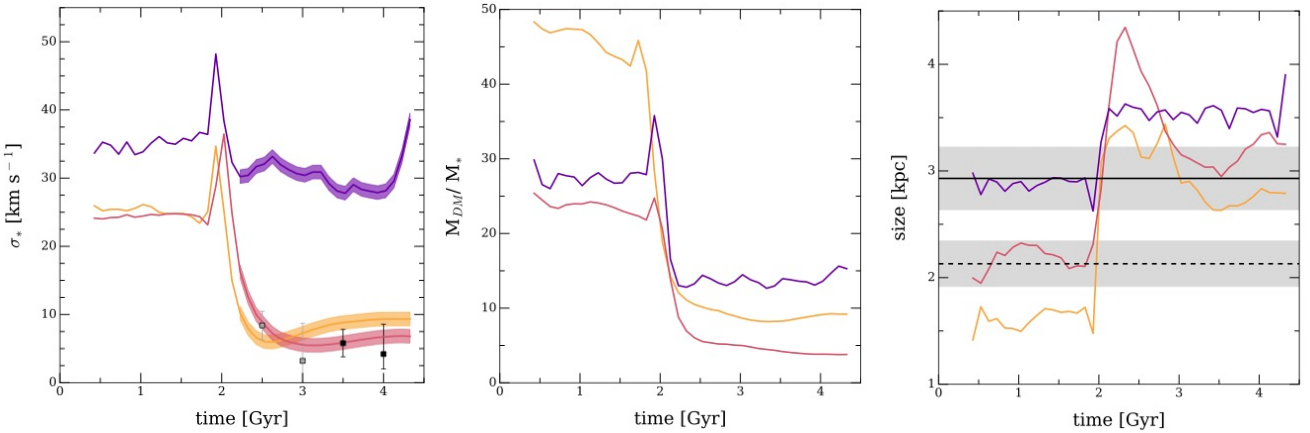
図A. DM欠乏銀河のDM密度プロファイル進化



図B. DM欠乏銀河のr-band mock画像。左から右へ3Gyr時間進化。



図C. サンプル銀河の親銀河との軌道距離



図D. arXiv: 2010.02245のシミュレーション結果。速度分散(左)、$M_{DM}/M_{\star}$比(中)、半光度半径(右)の時間進化。