“The Edge of the Galaxy” Deason et al. 2020 arXiv:2002.09497

GAゼミ@20200228 林航平

【アブスト】

MW-sized haloの銀河シミュレーションを用いて、銀河系の端を探す手法を提案した。まずダークマターのみに着目すると、その密度分布と位相空間分布から２つのcausticsがあると考えられている。１つはsplashback radiusで、２つ目のcaustic (second caustic)は少なくとも２度近点を通過したダークマターで形成される。局所銀河群の様な系ではsplashback radiusが重なるため検出が難しいが、second causticはその影響を受けないためハローの境界として良い物理量となる。同様の解析をハロー星と衛星銀河に適用すると、ダークマターで見られたsecnd causticに対応するcausticが検出できる事がわかった。現在観測されている局所銀河群にある矮小銀河について位相空間分布を調べると、second causticが検出され、その半径は292±16kpcとなった。これが銀河系の端だとするとその質量は~1.1×10^{12}Msunとなる。

【ゴール】

銀河系ハローの物理的境界を定義する

【オリジナリティ】

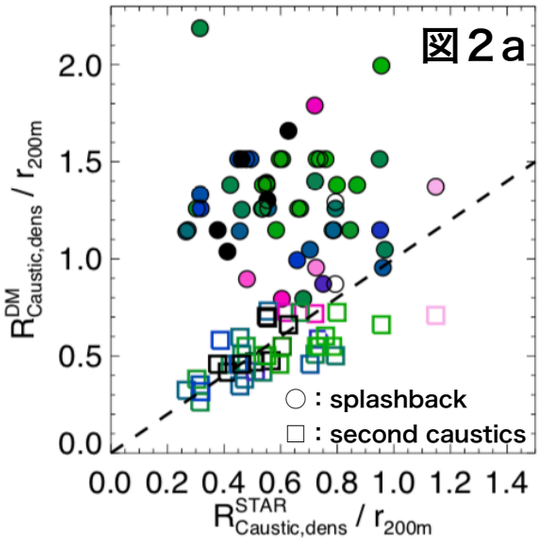
高解像度シミュレーションを用いて銀河系サイズハローの境界を定義する方法を提案した。

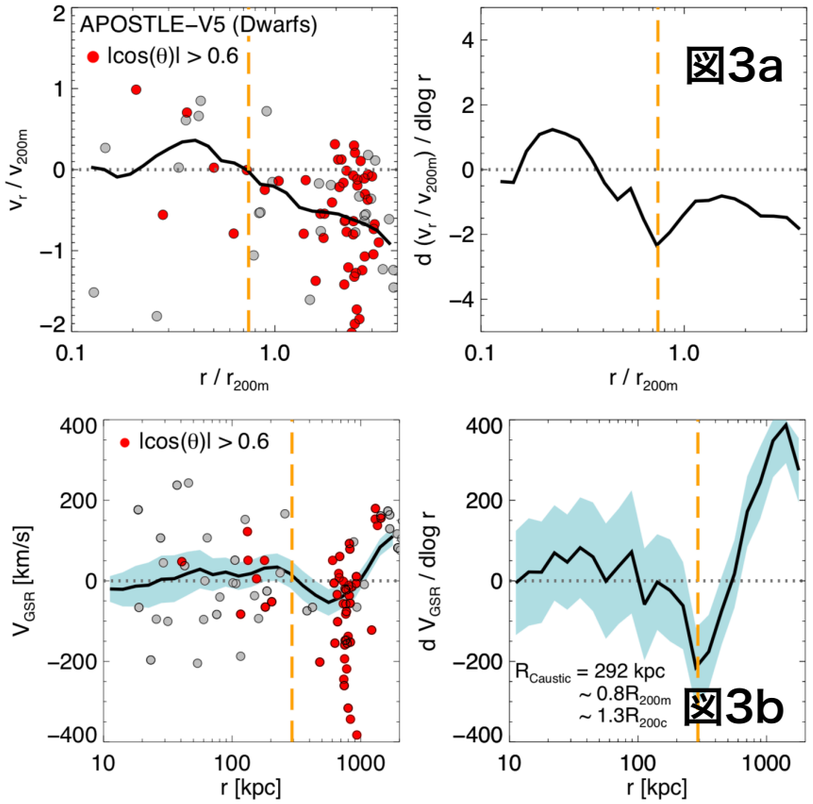
【ロジック】

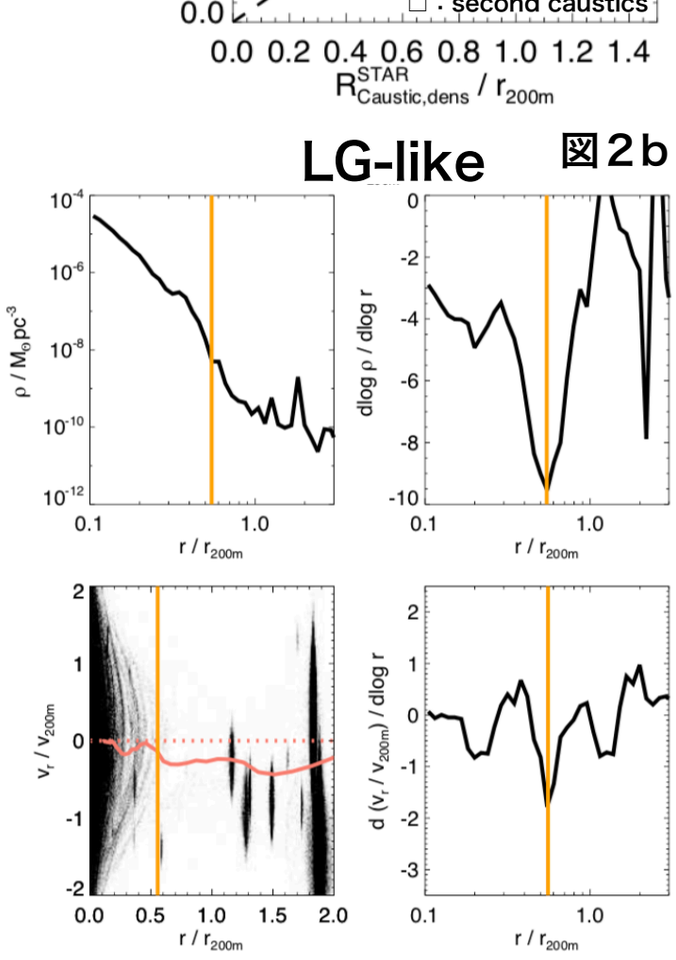
・**Simulation Data**: ELVIS (DM only, iso & LG), APOSTLE (DM+hydro, LG), Auriga (DM+hydro, iso)

・**Halo boundary**

1. Dark matter: シミュレーション結果からダークマター粒子のみの分布を調べる（図１）。孤立系(左)とLocal Group(右)の密度分布(中段)と位相空間分布(下段)から、２つのcausticsが同定される。１つはSplashback(赤破線)、もう１つはsecond caustic(青実線)で典型的な半径はそれぞれ、~1.4r_{200m}と~0.6r_{200m}。これらは先行研究(Adhikari+2014など)ですでに議論されている。
   LGの場合splashbackが２つの銀河で重なるため、second causticがハロー境界を調べるのに適当。
2. Halo star: 星粒子のみの分布を調べる（図２）。図２aはAPOSTLE, Aurigaの星(x軸)とDM(y軸)の密度分布から得られるcausticsの比較。破線は１対１に対応。星分布のsecond caustics(四角)はDMのそれとよく一致している。図２bは図１の星分布。密度・位相空間分布どちらもsecond causticsを検出。
3. dwarf satellite: 衛星銀河(Mstar>10^5Msun)の分布を調べる（図３）。satelliteの位相空間分布から得られるsecond causticsもDMとよく一致する。図３aはAPSTLE satellitesの速度分布。赤点はペア銀河方向に分布するsatelliteを示す。
   図３bは実際のMWとM31の矮小銀河を用いた結果。292kpc付近にdipがあり、これがsecond causticに対応する。**ハローの物理的境界を検出(?)**。ただしcompletenessなどのバイアスは考慮していない。







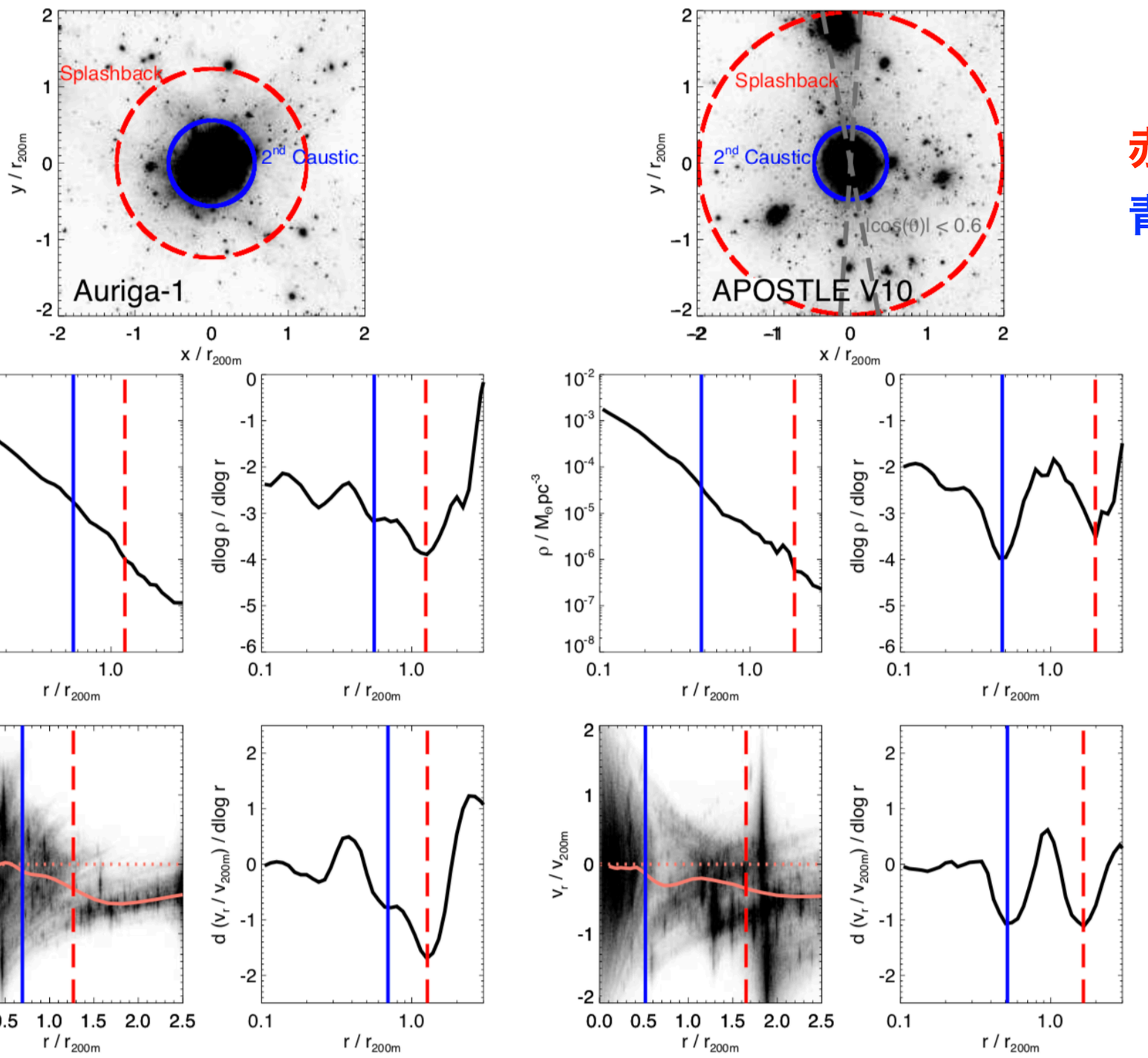
【コメント】

- Second caustictを作るハロー星はaccreted halo起源で、２回以上の近点通過で剥ぎ取られた星が主成分。よってダークマターのsecond caustictと一致すると予想。
- ハロー星の密度分布は表面密度にしても検出可能。LSSTやWFIRSTなどの近傍銀河観測に期待。
- PFSやMSEでのハロー星の分光観測も重要。
- satelliteを用いたハロー境界の検出には、LG dwarfsの更なる発見が重要となる。

【感想】

- HSCのBHB星の３次元密度分布はどうなっている？
- 「どの程度の深さでどの程度の天域を掃けば、ハロー星からsecond caustictが検出可能か」などの観測サイドの測光・分光サーベイを検討をすると良さそう。

図１：ダークマター粒子の２次元分布（上段）、密度分布（中段）、速度動径分布（下段）



赤破線：splashback

青実線：second caustic