“Early flattening of dark matter cusps in dwarf spheroidal galaxies”

GAゼミ@20141204　林　航平

Nipoti & Binney 2014, arXiv:1410.6169

【アブスト】

NFWのダークハローポテンシャルに埋め込まれた平衡な等温ガス円盤において、ある半径でToomre不安定性を起こすようなガス密度分布を解析的に求めた。この密度分布に従うようにクランプを質点としてNFWダークハローに配置しN体計算を行った。その結果、クランプの力学摩擦によってそのタイムスケール内(~200Myr)でハローの中心部がカスプからコアに変化することがわかった。したがって、星形成由来のフィードバックよりも十分早い段階でコア形成が可能であることを示唆した。

【ゴール】

カスプ–コア問題の解決

【オリジナリティ】

矮小銀河スケールで、ガスクランプの力学摩擦に依るダークマター密度分布の変化を調べた。

【ロジック】

【Clumpy Disk】

NFWダークハロー中で剛体回転する等温ガス円盤を仮定。ガスの温度はT=300K, 3000Kの2通りで始原ガスとする。運動量方程式から得られるガス密度(右式)とポアソン方程式から得られるそれがコンシステントとなるガスのポテンシャルを算出し、ガス密度分布、Toomre’s Qを計算する。その結果が表1、図1a(Qの動径分布), b(ガス密度分布)。

表1

Model	T/K	$M_{\rm gas}/M_\odot$	$f_{\rm v}$	$\lambda_{\rm inst}$/ pc	$R_{\rm inst}$/ pc	$\lambda_{\rm inst}/2\pi R_{\rm inst}$	$\lambda_{\rm inst}/h_{z,\rm inst}$	$M_{\rm inst}/M_\odot$
T2	3×10^2	1.168×10^7	0.9899	124.9	183.6	0.1083	7.275	1.541×10^5
T3	3×10^3	7.613×10^7	0.8938	484.0	240.5	0.3202	8.027	6.048×10^6

$$\rho_{\rm gas}(R,z) \equiv \rho_{\rm gas,0}\exp\left\{-\frac{\mu m_{\rm p}}{k_{\rm B}T}\left[\Phi_{\rm eff}(R,z)-\Phi_{\rm eff,0}\right]\right\}$$

【N体計算】

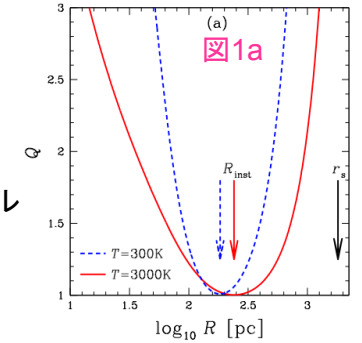
矮小銀河スケールのダークハロー(r_s=1.81kpc, r_t=12.7kpc, $M_{vir}=10^9$Msun)の中にM_{inst}の質量(表1)を持ったクランプを76個(T2), 12個(T3)を図1bの分布に従うように配置する。ただし方位角方向にはランダムに配置。クランプに速度V_Φのみを与え計算開始。

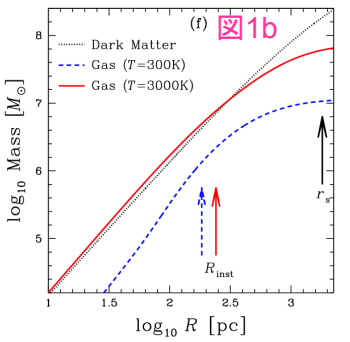
200Myr経った時のダークマター密度分布が図2a,bの黒実線。どちらの計算でも中心部にコア構造ができている。コア半径はr_{core}～100pc (T2), 300pc (T3)。ダークハローのスケール半径より十分内側で形成されている。

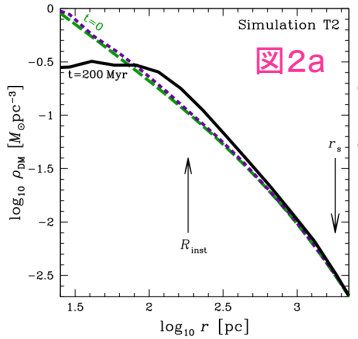
力学摩擦のタイムスケールは～10^8yr程度で、クランプのcooling timeは始原ガスのためH_2 coolingがあまり効かず～10^9yr(T2),～10^7yr(T3)でとなる。

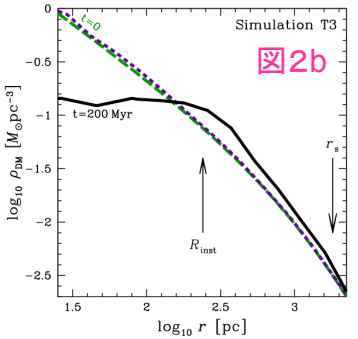
よって、力学摩擦が影響を及ぼしている時間ではクランプはあまり壊れないと主張。

<u>星形成由来のフィードバックがあったとしても、それより十分早い段階でコア構造は形成されていた</u>。









【感想(気がついたこと)】

- ダークハローのより中心部で起こっているためスケール長への影響はない。
- ρ(r_s)の値はこのメカニズムでは大きく変化しない。
- 解像度的に難しいが、フルシミュレーションでの結果はどうなるか気になる。
- クランプの寿命(gas coolingや出来た星によるフィードバックの影響など)によって結果は変わりそうなので、詳しく議論すべきところ。