“Sensitivity of dark matter haloes to their accretion histories”

Rey et al. 2018, arXiv:1810.09473

GAゼミ@20181204 豊内 大輔

【アブスト】

“Genetic modification”（直訳すると遺伝子改変）という新しい手法を用いて、DMハローの合体史とz = 0での性質(中心集中度, 形成時刻, スピン等)の関係を調べた。

【手法】

Genetic modification method

- 基本的にはDM onlyの宇宙論的N体シミュレーション（particle mass = 10^7 M_{sun}）
- 簡単にいうと初期条件(z = 99)で将来的にbuilding blockになる領域のover densityを少し変えることで、最終的なビリアル質量は変えずに合体史だけ変えるという方法（裏面の概略図を参照）
- 今回は2つのreference halo (Halo 740 & 839) についてそれぞれに4パターンのmodified haloを作る。

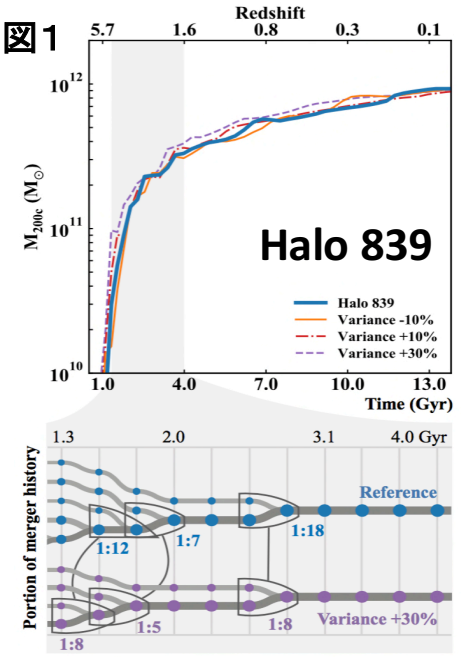
【結果】

- 図1はreference & modified haloの合体史比較。密度揺らぎの分散 (σ) を大きくするとその分、重いbuilding blockができる。また全体的に合体時期がはやくなる。
- 図2からσが大きくなるとハローの形成（半分の質量を獲得する）時刻がはやくなり、z = 0でのハローの中心集中度が大きくなる（おそらく形成時刻がはやいと宇宙の平均密度も高いから？）。また相関は小さいが、σが大きくなるとスピンも小さくなっているように見える（形成時刻がはやいほどlarge scaleからのtidal torqueの影響小さい？）。

【感想】

- まだ解像度が悪いが今後改善するのだろうか？より小さい構造が見たい。また流体をいれるとどうなるだろうか？
- 合体史をわりと簡単にコントロールできるのはかなり興味深い。missing satellite, VPOS, stellar halo, thick disk 形成, bulge形成と合体史の関係を探れたら面白い。

図1



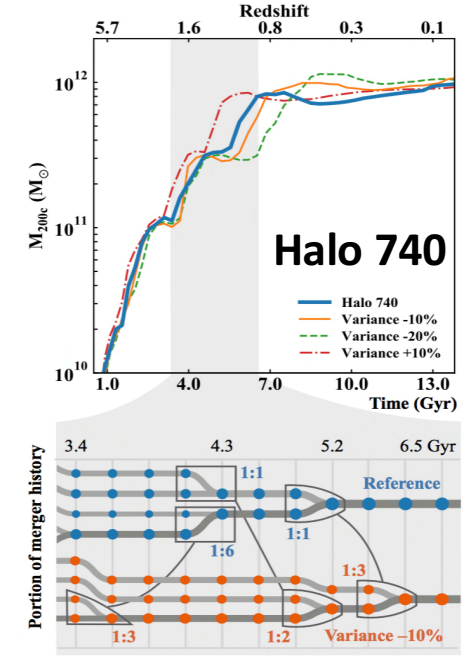
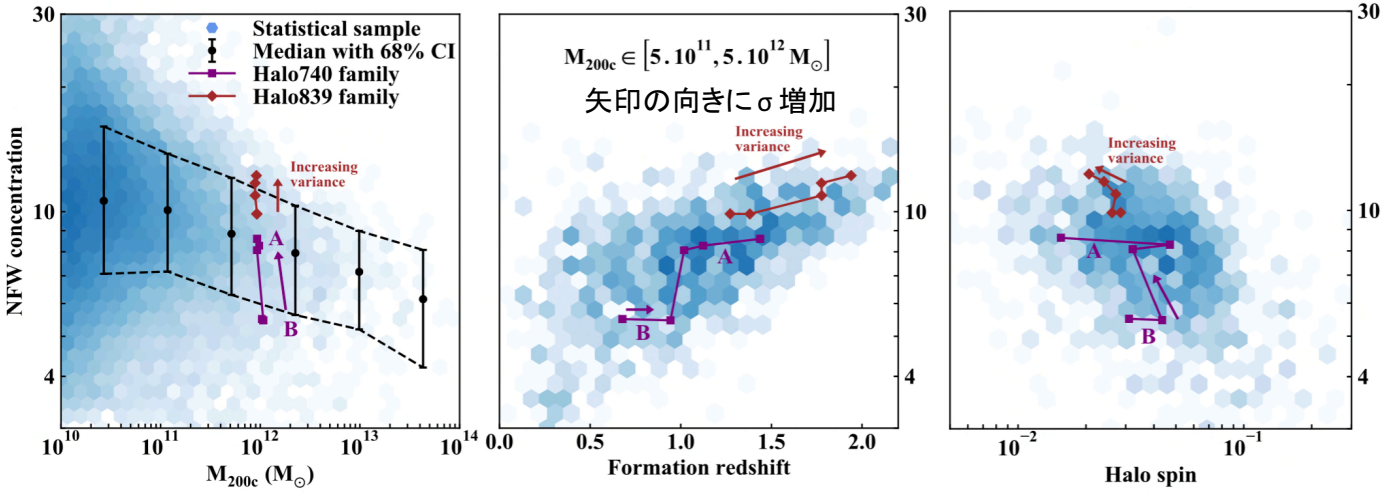


図2：各ハローでσを変化させた時の中心集中度、ハロー形成時刻、スピンの変化



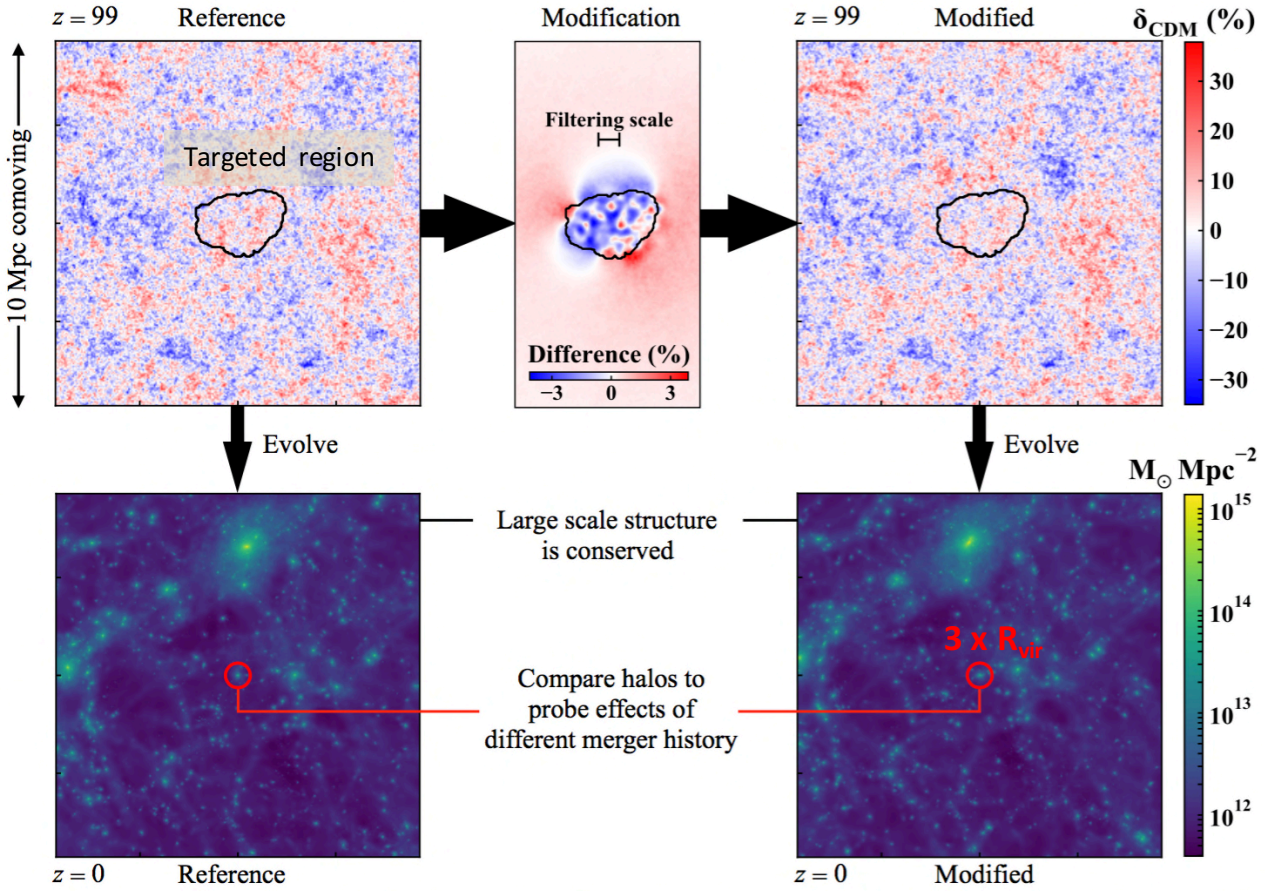


Figure 1. Workflow for generating a genetically modified halo from a reference halo. The top left panel shows a slice through the density field at $z = 99$, i.e. the initial conditions for the reference halo. We evolve the density field to $z = 0$ (bottom left) to obtain the properties of this halo, highlighted by a red circle of 3 virial radii. We then construct a genetically modified initial condition (top middle and right panels) with variance modifications (see Section 2.1). We modify the smoothness of merger histories by redistributing the density structure inside the targeted region (black contour enclosing all particles tracked back from the reference halo at $z = 0$). The large-scale structure (bottom right) matches that of the reference run (bottom left) but the merger histories of the two haloes are different (e.g. Fig. 2) as well as their structural properties (e.g. Fig. 4).

- ✓ Targeted region ＝ z = 0 で着目したハローを構成する全粒子を含む領域
- ✓ Filtering scale, R_F ＝ building block scale
- ✓ R_F以下のスケールでの密度ゆらぎの分散をmodified modelではreference modelのf_{mod}倍になるようにDM粒子を再配置。

$$R_{\rm F} \equiv \left(\frac{3M_{\rm F}}{4\pi\overline{\rho}}\right)^{1/3}$$

$$\sigma^2_{\rm mod}(R_{\rm F}) = f_{\rm mod}\ \sigma^2_{\rm ref}(R_{\rm F})$$