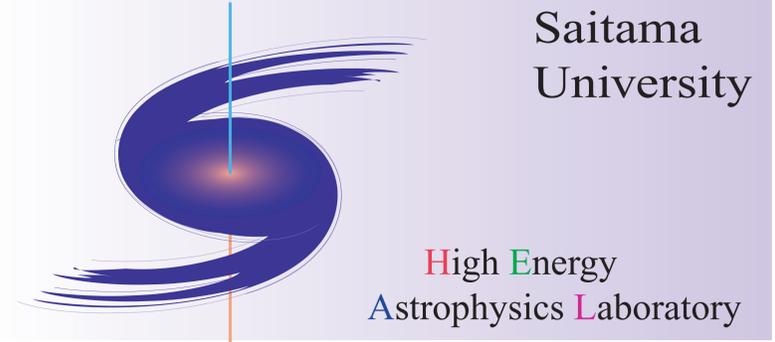


# 宇宙論的シミュレーションデータベース Illustris-TNGを用いた銀河周辺物質の速度 と元素分布構造の解明

宇宙物理実験研究室 20RP021 西濱大将



## 1. 背景

**大目標** 宇宙の構造進化を明らかにしたい

宇宙の大局的進化は **ダークエネルギー** と **ダークマター** が担う。

ダークマターに制限を与えたい

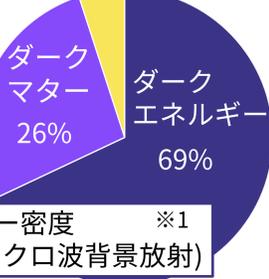
全部のバリオンを知ればよい

バリオンの大半は見つかっていない

(先行研究) 銀河周辺のガス構造や元素分布の解明されていない <sup>※2</sup>

**我々の銀河系に似ている  
渦巻き銀河周辺の物質構造を調べる**

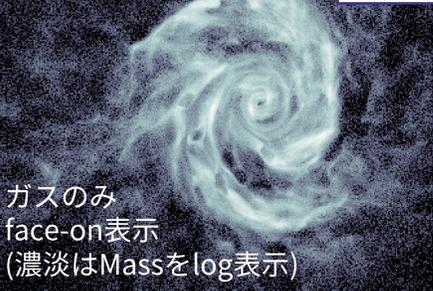
バリオン 5%



エネルギー密度 <sup>※1</sup>  
(宇宙マイクロ波背景放射)

## 2. 手法

Subhalo 342447 Virial Radius 223.0 kpc  
宇宙論的シミュレーションIllustris-TNG上の銀河(Subhalo)を解析。



**face-on/edge-on表示の仕方**

- 慣性モーメントテンソル  $I$  を導出
- 固有値  $\lambda_j$  ・固有ベクトル  $\chi_j$  ( $j = 0, 1, 2$ ) を導出. face-on  
 $\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$  とする. ||
- 回転行列  $R = [\chi_0, \chi_1, \chi_2]$  を作用.
- $x$  軸を  $\sim 90^\circ$  回転 = edge-on

**ビリアル半径(Virial Radius)の導出**

$$R_{\text{vir}} = \left( \frac{3M_{\text{vir}}}{4\pi\rho_{\text{vir}}(z)} \right)^{1/3}$$

平衡状態に達したDM Haloの平均密度

$$\approx 2.1 \left( \frac{M_{\text{vir}}}{10^{15} M_\odot} \right)^{1/3} \left( \frac{\Delta_{\text{vir}}}{200} \right)^{-1/3} \left( \frac{h}{0.7} \right)^{-2/3} E^{-2/3}(z)$$

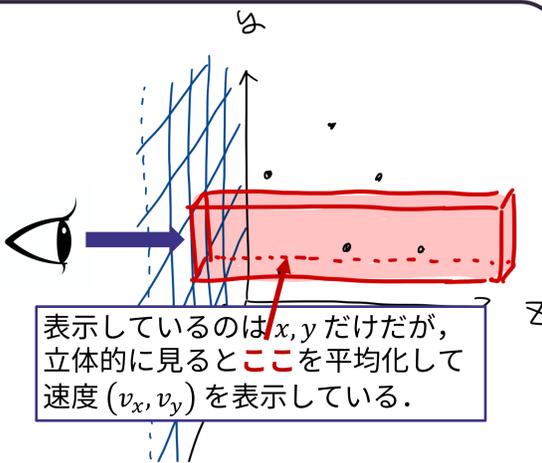
$Z = 0$  のとき  $E(z) = 1$ ,  $R_{200}$  を知りたいので  $\Delta_{\text{vir}} = 200$  とする.

$$R_{200} \approx 2.1 \left( \frac{M_{\text{vir}}}{10^{15} M_\odot} \right)^{1/3} \left( \frac{h}{0.7} \right)^{-2/3}$$

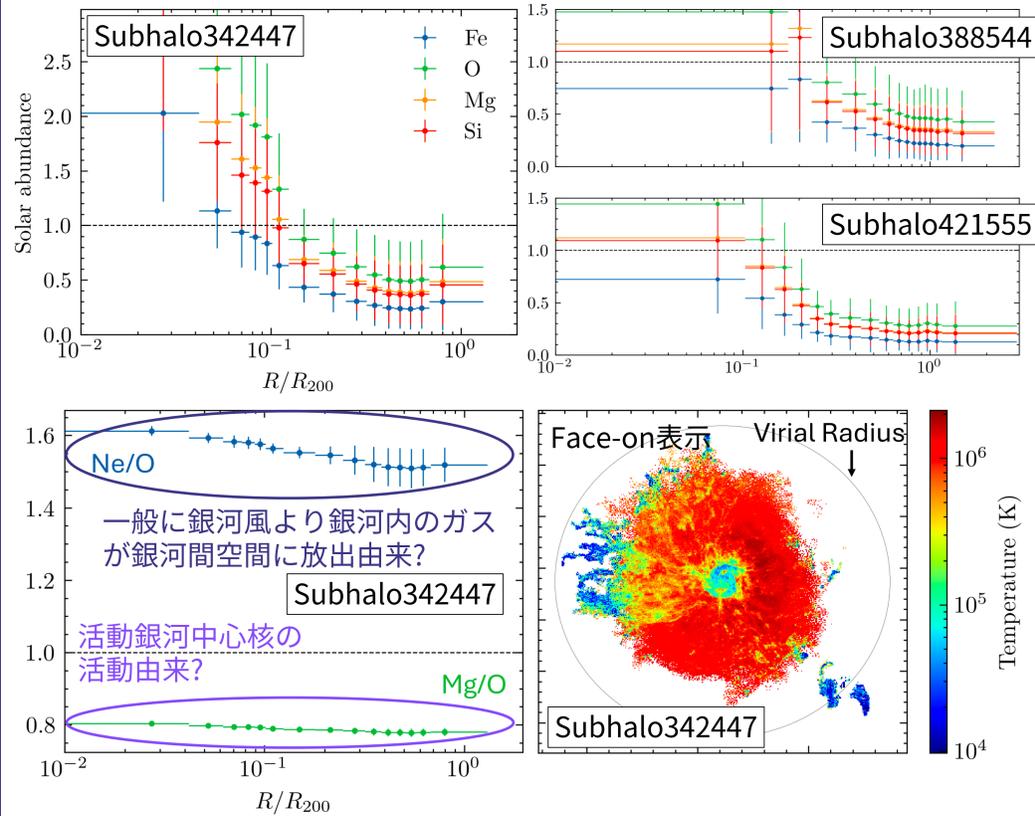
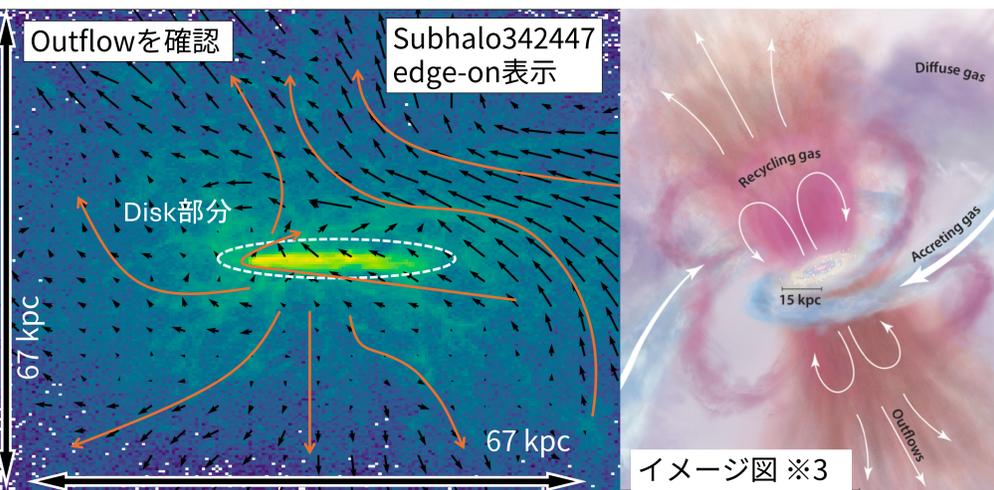
観測される銀河/銀河団の大きさはビリアル半径で近似的に再現する

**outflowの射影手法**

各binに粒子/メッシュの平均速度を導出。

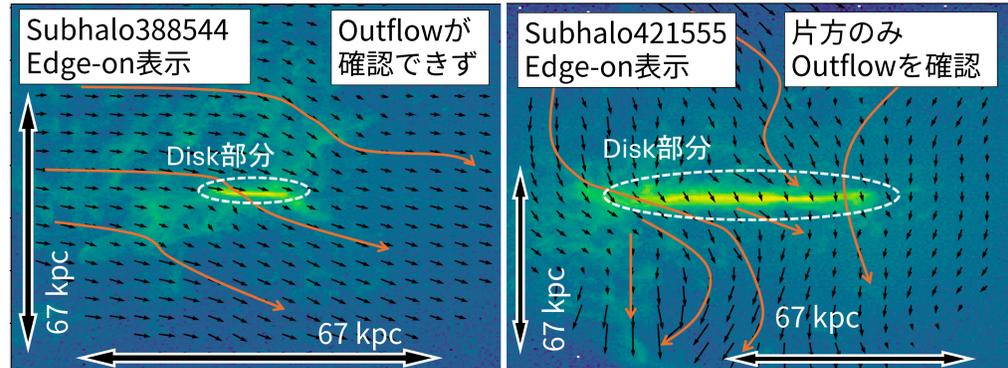


## 3. 結果

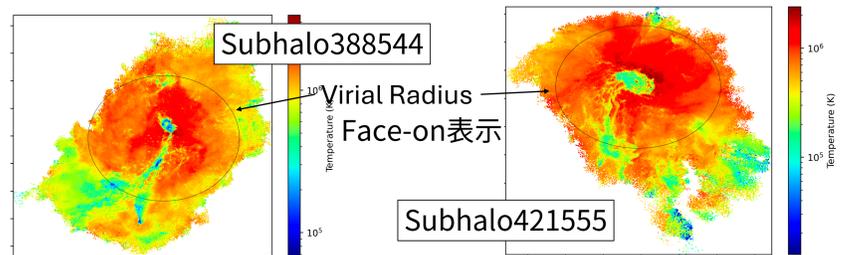


## 4. 議論

- Subhalo342447のMetallicityは  $R/R_{200} < 0.1$  において他のSubhaloに比べ大きく、他のSubhaloはそれ以外のsubhaloは太陽組成程度。Subhalo342447はOutflowが観測されたが、他のSubhaloではOutflowが観測されなかった/片方のみであることからMetallicityと因果関係がある可能性がある。

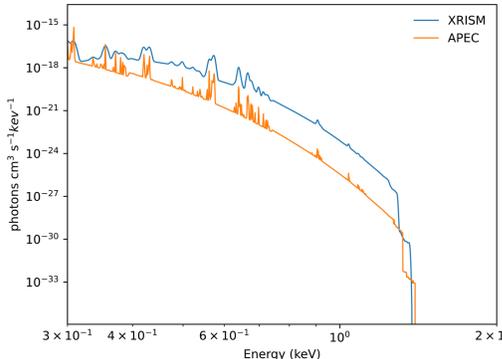


- Subhalo342447は温度において非対称性が見える。Ne/Oが太陽組成よりも高い一方で、Mg/Oが太陽組成よりも低いことから、銀河形成における由来する現象が左右で異なる可能性がある。 <sup>※4</sup>
- 他のSubhaloにおいても中心部付近において温度は低く、Metallicityが高い傾向にある。



## 5. 展望

- XRISM衛星での観測では左のようなスペクトルが得られる。
- また観測時間(TBD)秒で分解能が(TBD)の将来衛星で観測できると予想される。



## 参考文献

- <sup>※1</sup> (Planck Collaboration, 2020) のデータより算出。
- <sup>※2</sup> Tanimura et al. 2019
- <sup>※3</sup> Jason et al. 2017
- <sup>※4</sup> Anjali et al. 2023 (eROSITA bubble from Suzaku)