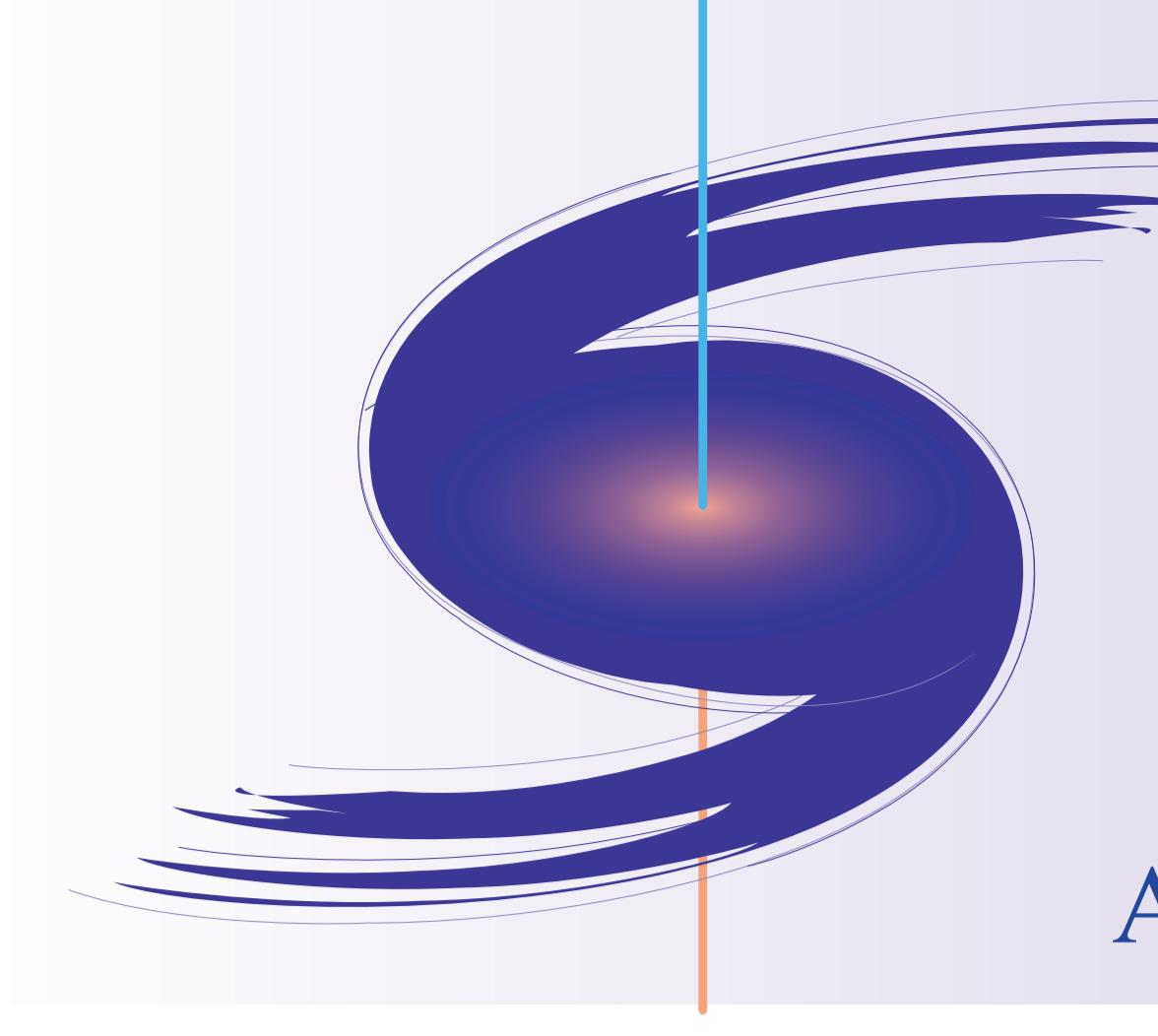


宇宙論的シミュレーションデータベース Illustris-TNGを用いた銀河周辺物質の速度 と元素分布構造の解明

宇宙物理実験研究室 20RP021 西濱大将

Saitama
University

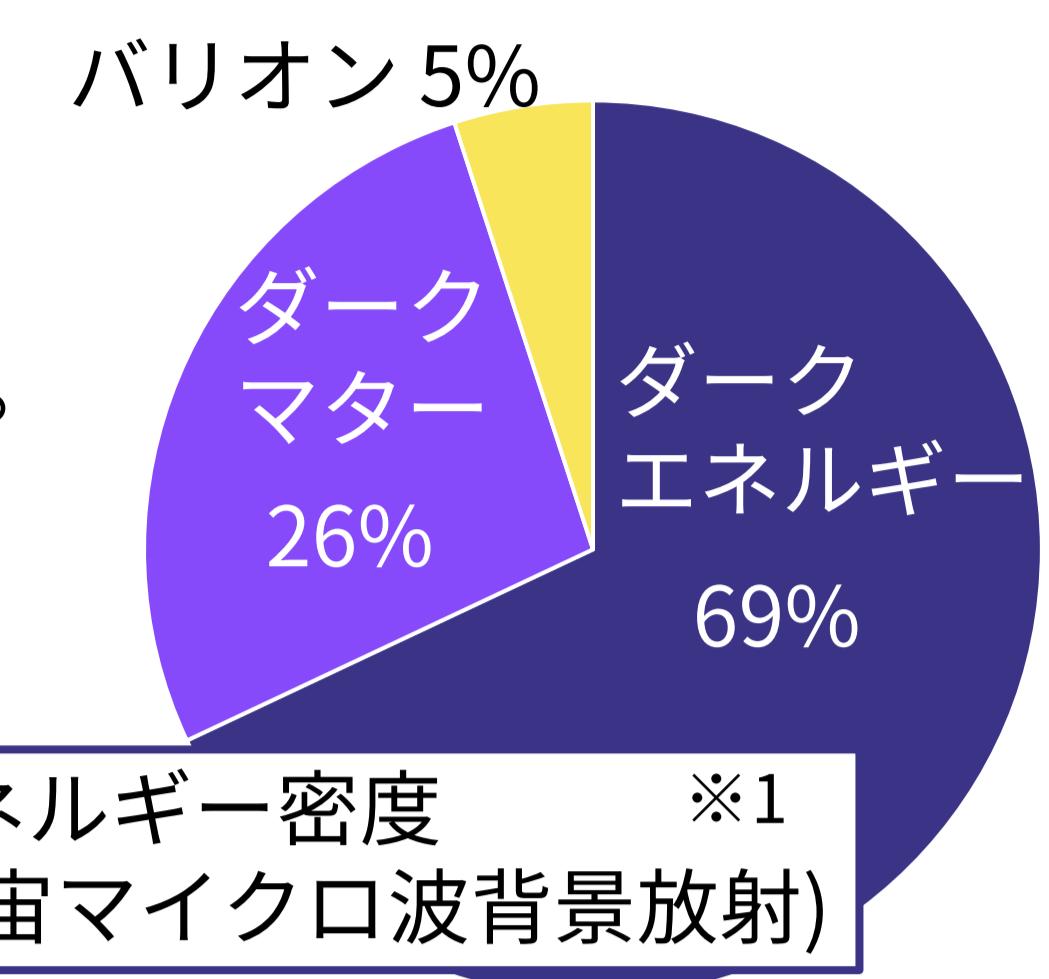


High Energy
Astrophysics Laboratory

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 ダークマター が担う。



ダークマターに制限を与える

全部のバリオンを知ればいい

バリオンの大半は見つかってない

(先行研究) 銀河周辺のガス構造や元素分布の解明されてない^{※2}

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

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。

ガスのみ
face-on表示
(濃淡はMassをlog表示)

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 λ_j ・固有ベクトル χ_j ($j = 0, 1, 2$) を導出。 face-on $\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$ とする。^{※1}
- 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DMHalo の平均密度

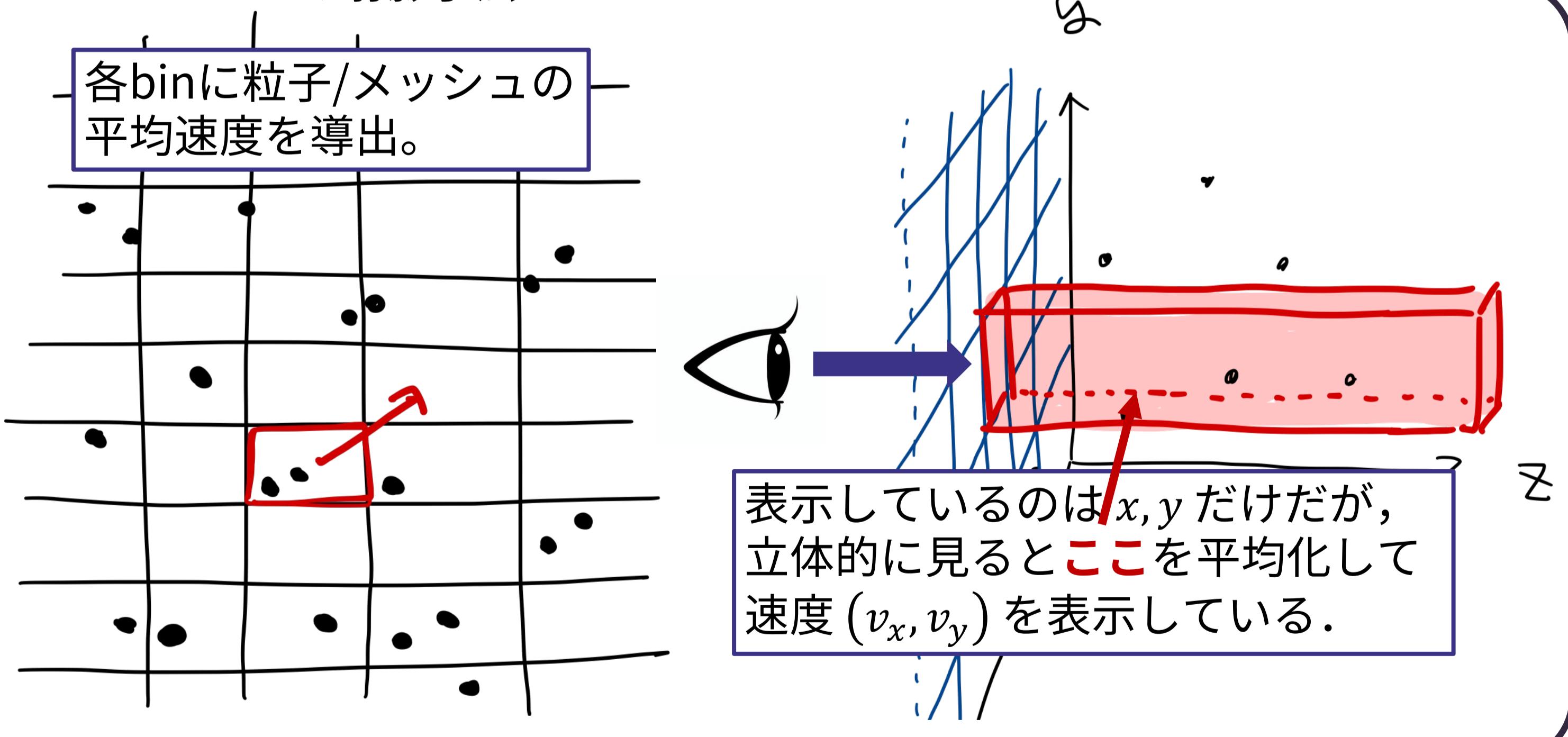
$$\simeq 2.1 \left(\frac{M_{\text{vir}}}{10^{15} M_{\odot}} \right)^{1/3} \left(\frac{\Delta_{\text{vir}}}{200} \right)^{-1/3} \left(\frac{h}{0.7} \right)^{-2/3} E^{-2/3}(z)$$

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

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

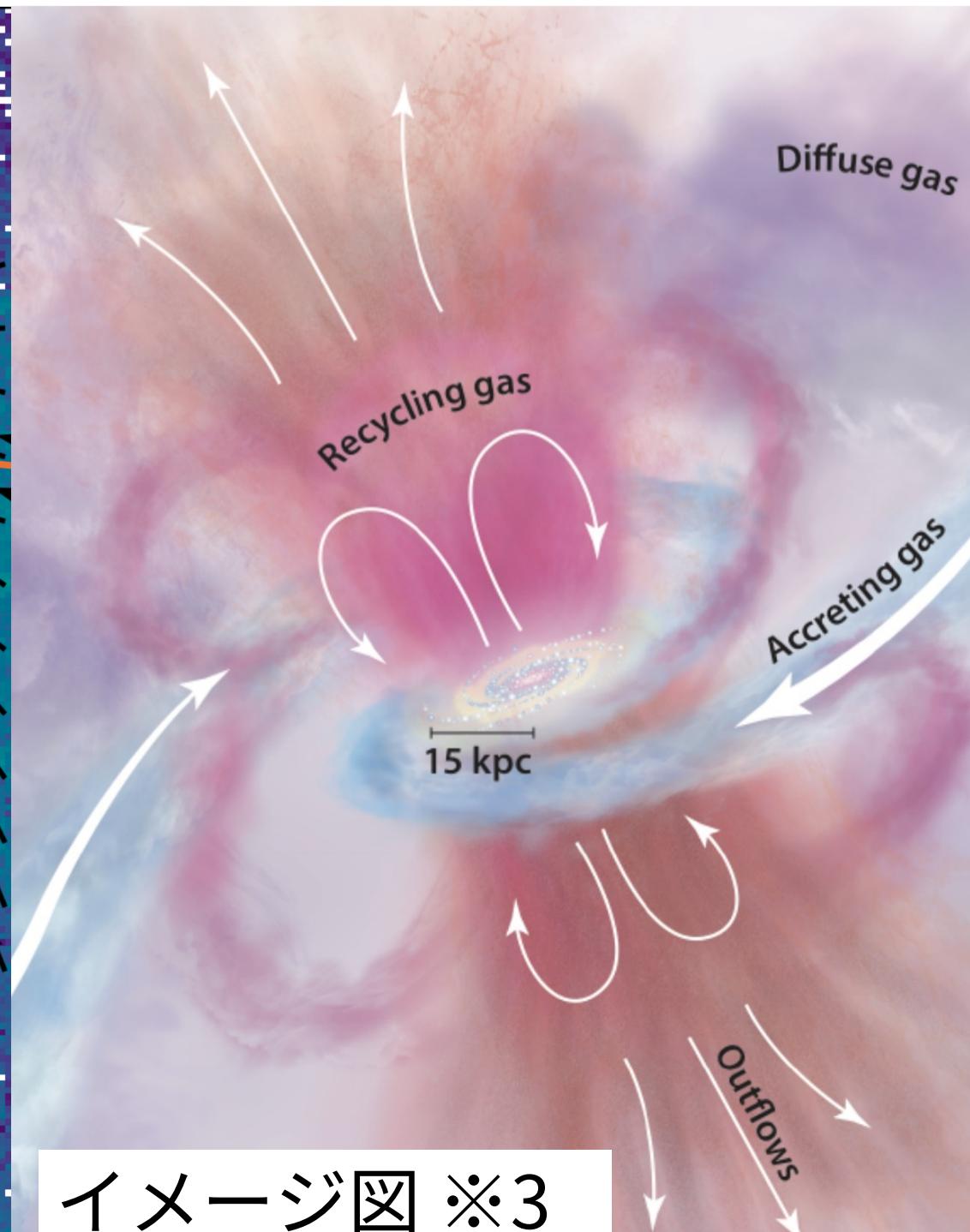
観測される銀河/銀河団の大きさはビリアル半径で近似的に再現する

outflowの射影手法

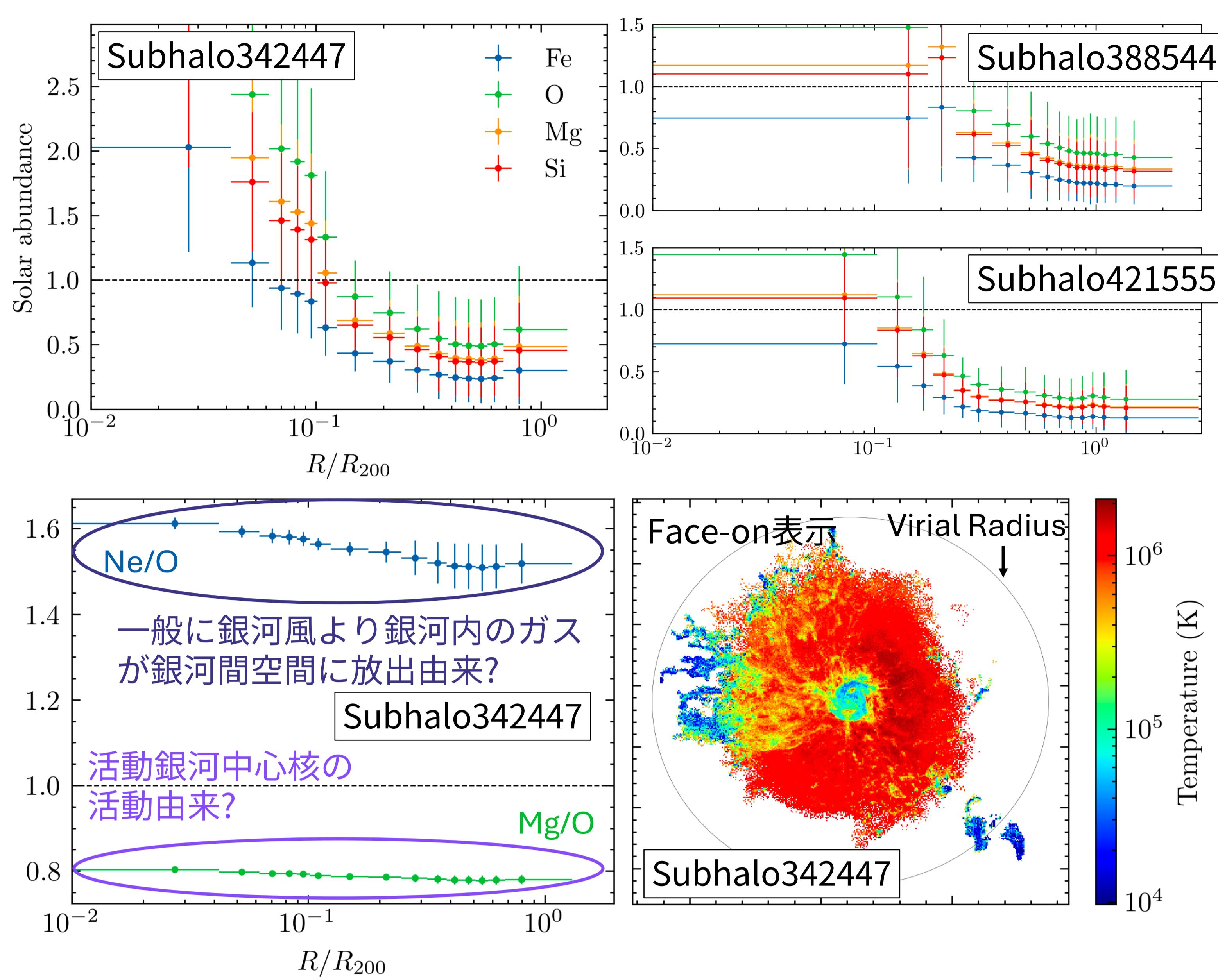


3. 結果

Outflowを確認
Subhalo342447
edge-on表示

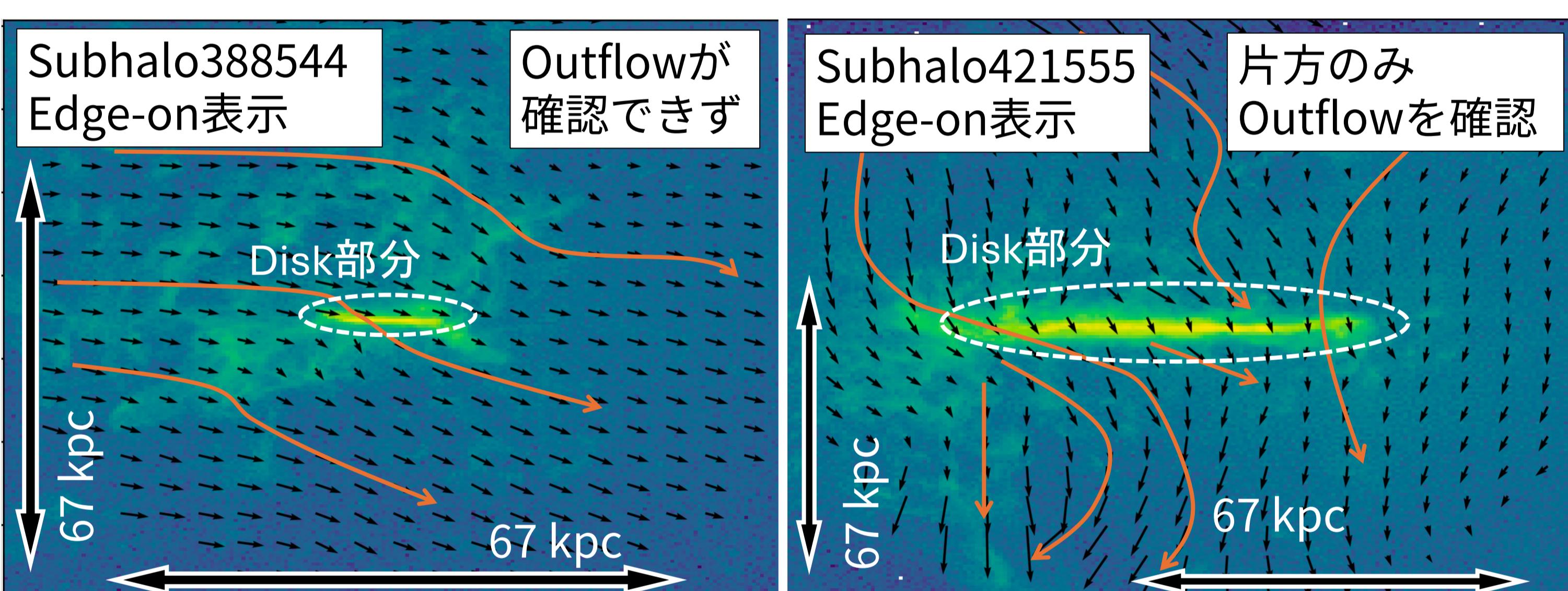


イメージ図 ※3

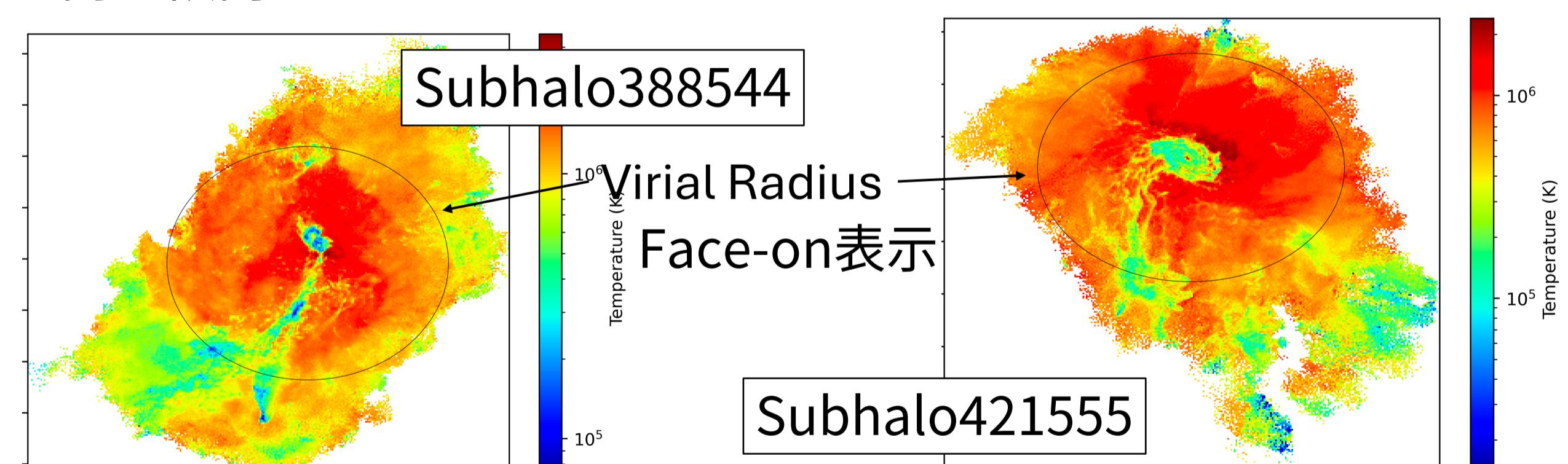


4. 議論

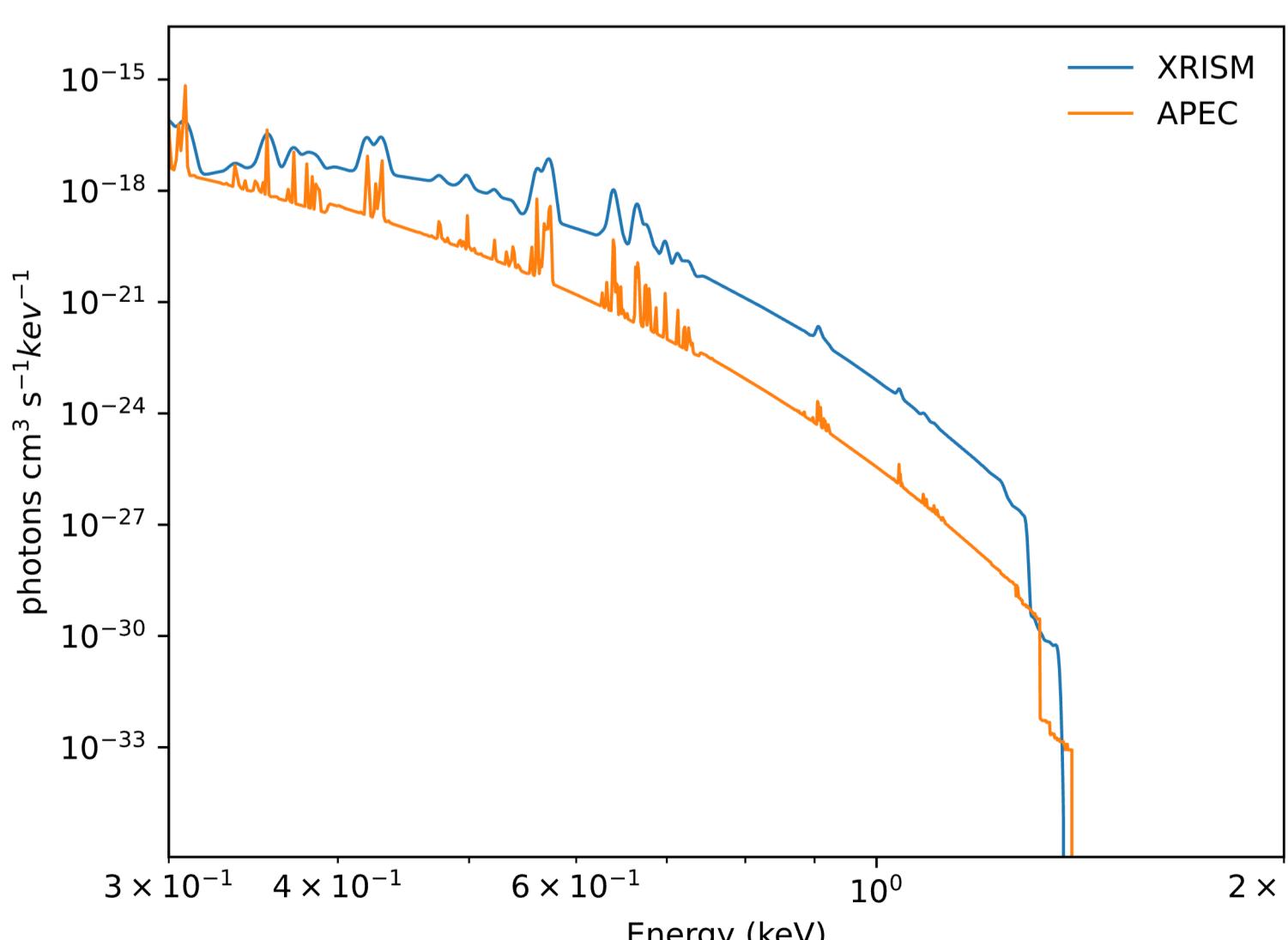
- Subhalo342447のMetallicityは $R/R_{200} < 0.1$ において他のSubhaloに比べ大きく、他のSubhaloはそれ以外のsubhaloは太陽組成程度。Subhalo342447はOutflowが観測されたが、他のSubhaloではOutflowが観測されなかった/片方のみであることからMetallicityと因果関係がある可能性がある。



- 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。^{※4}
- 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)の将来衛星で観測ができると予想される。

参考文献

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