

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。

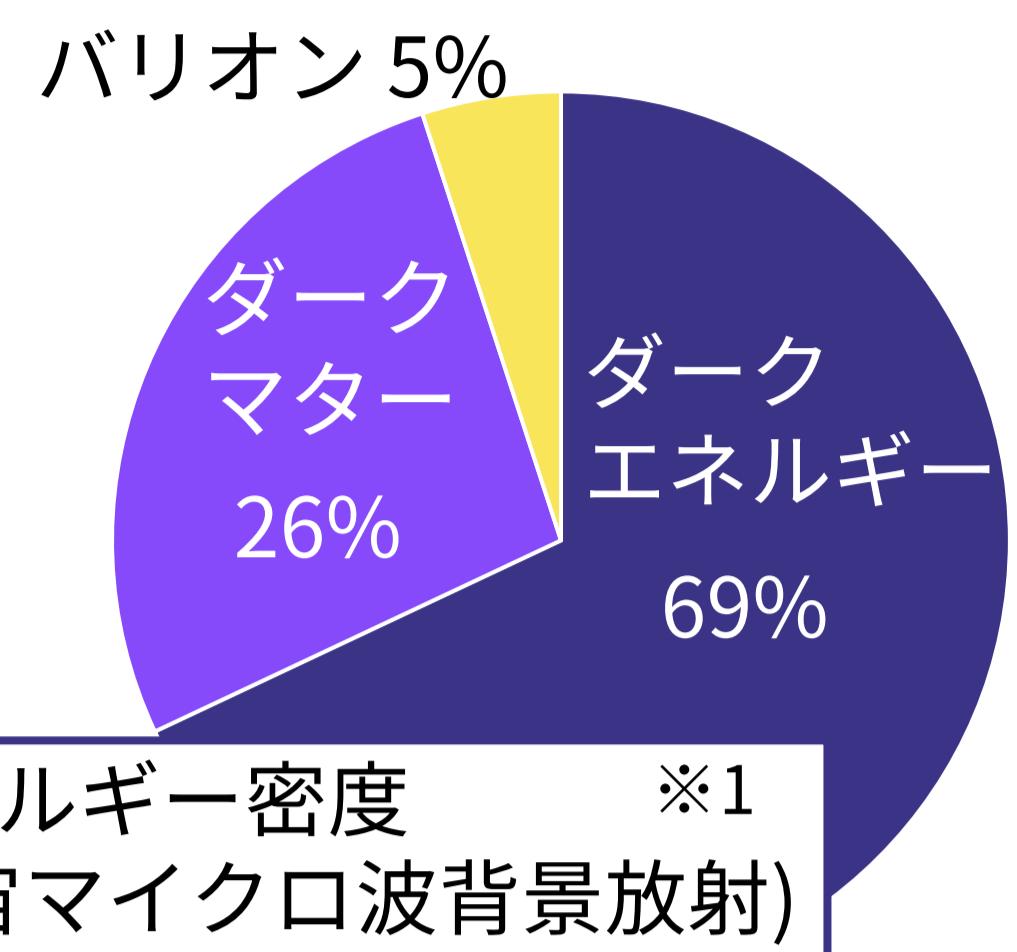
ダークマターに制限を与える

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



エネルギー密度^{※1}
(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。



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。 $\lambda_0 < \lambda_1 < \lambda_2$ とする。
face-on
 - 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

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

$z = 0$ のとき次の式で与えられる:

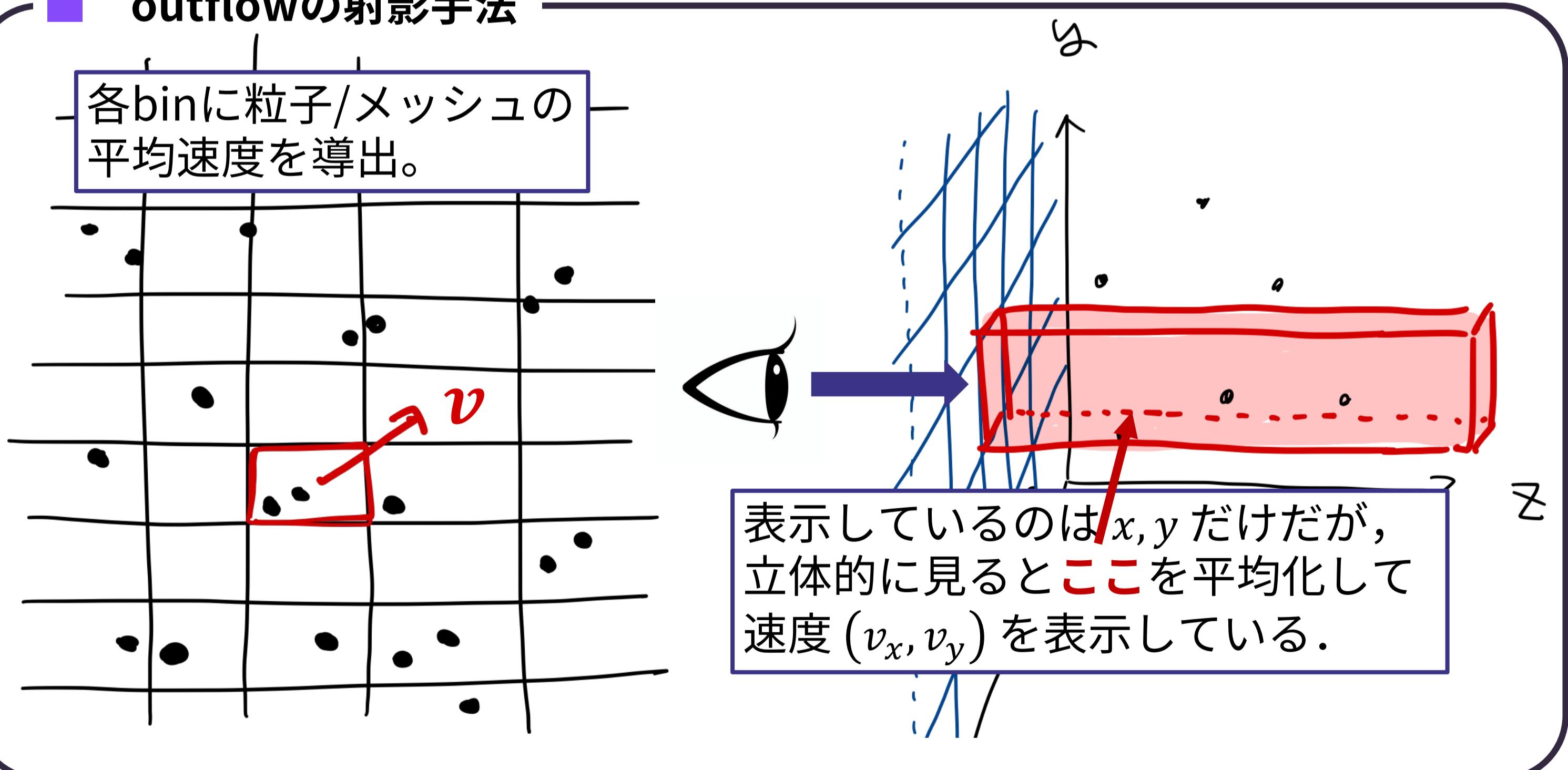
$$R_{200} \simeq 2.1 \left(\frac{M_{\text{vir}}}{10^{15} M_{\odot}} \right)^{1/3} \left(\frac{h}{0.7} \right)^{-2/3}$$

Subhalo 342447
Virial Radius 223.0 kpc

ガスのみ
edge-on表示
(濃淡はMassをlog表示)

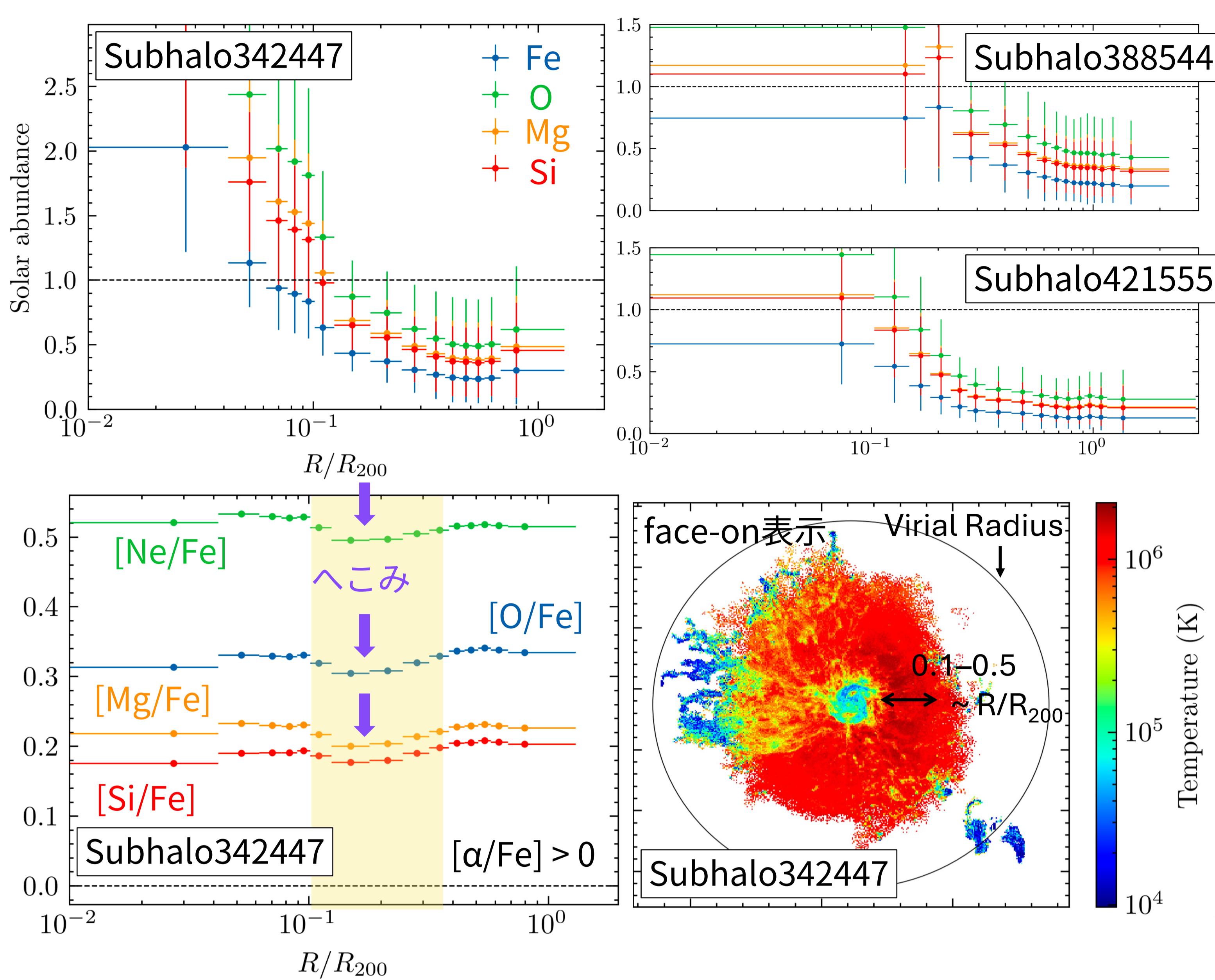
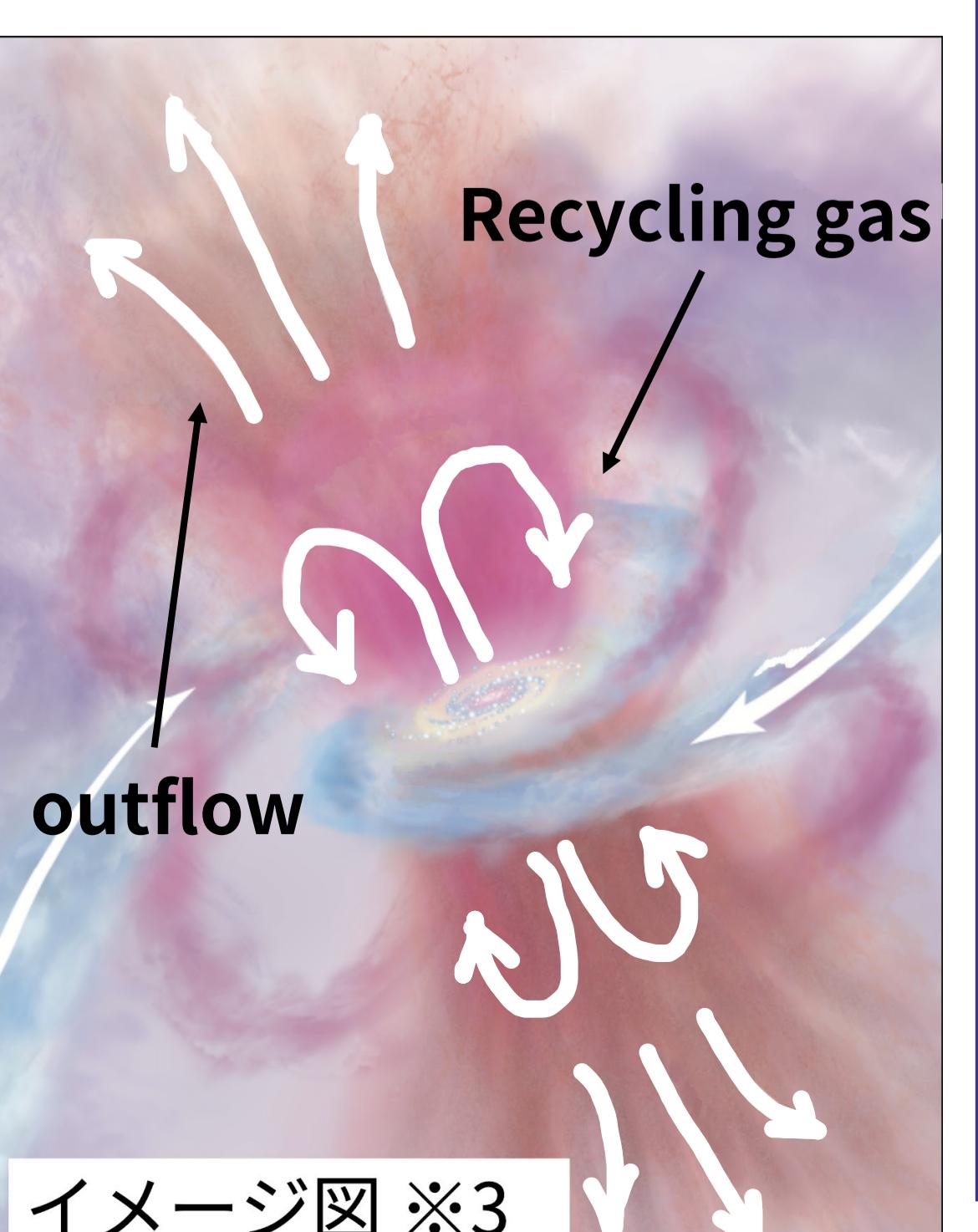
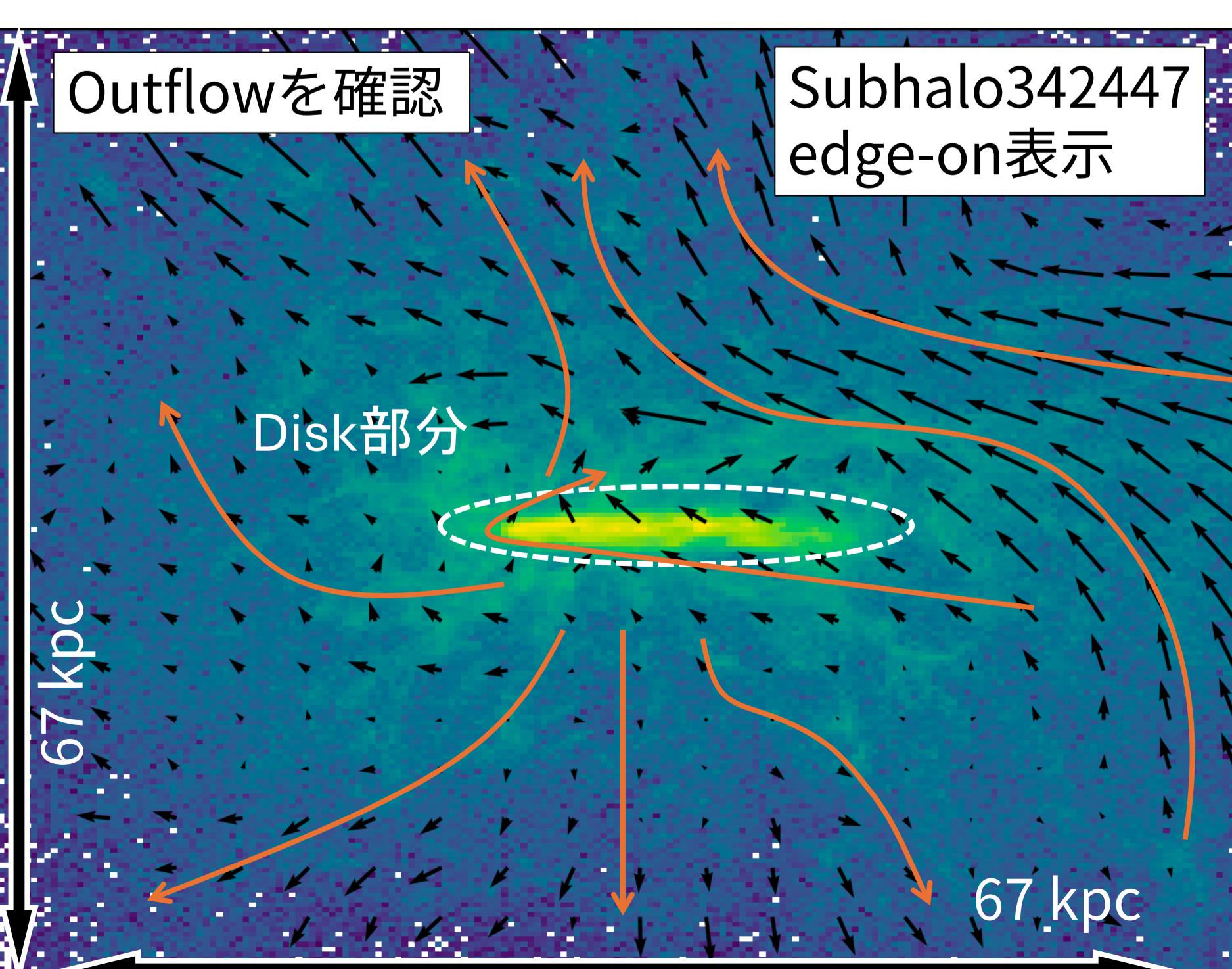
■ outflowの射影手法

各binに粒子/メッシュの
平均速度を導出。



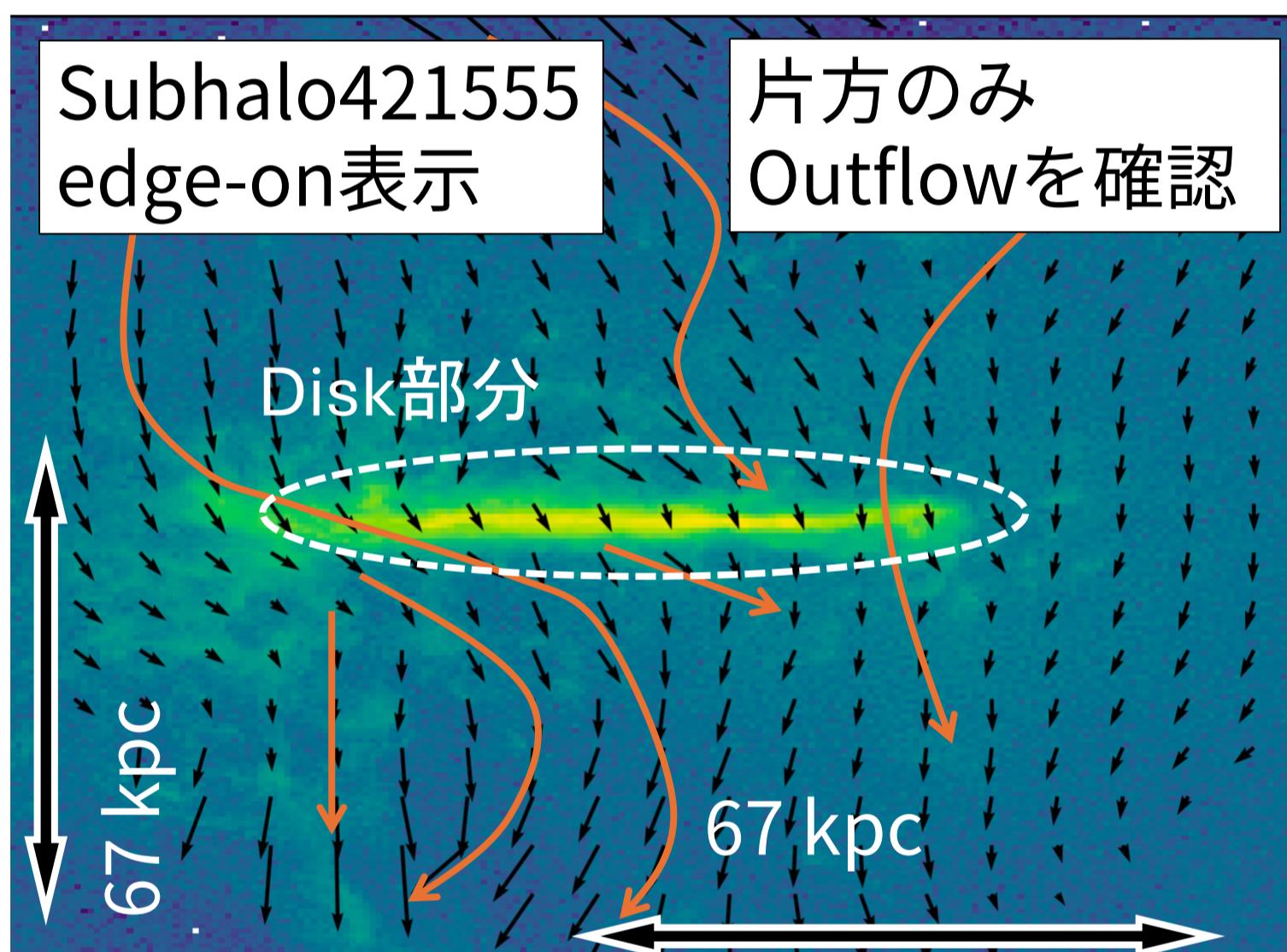
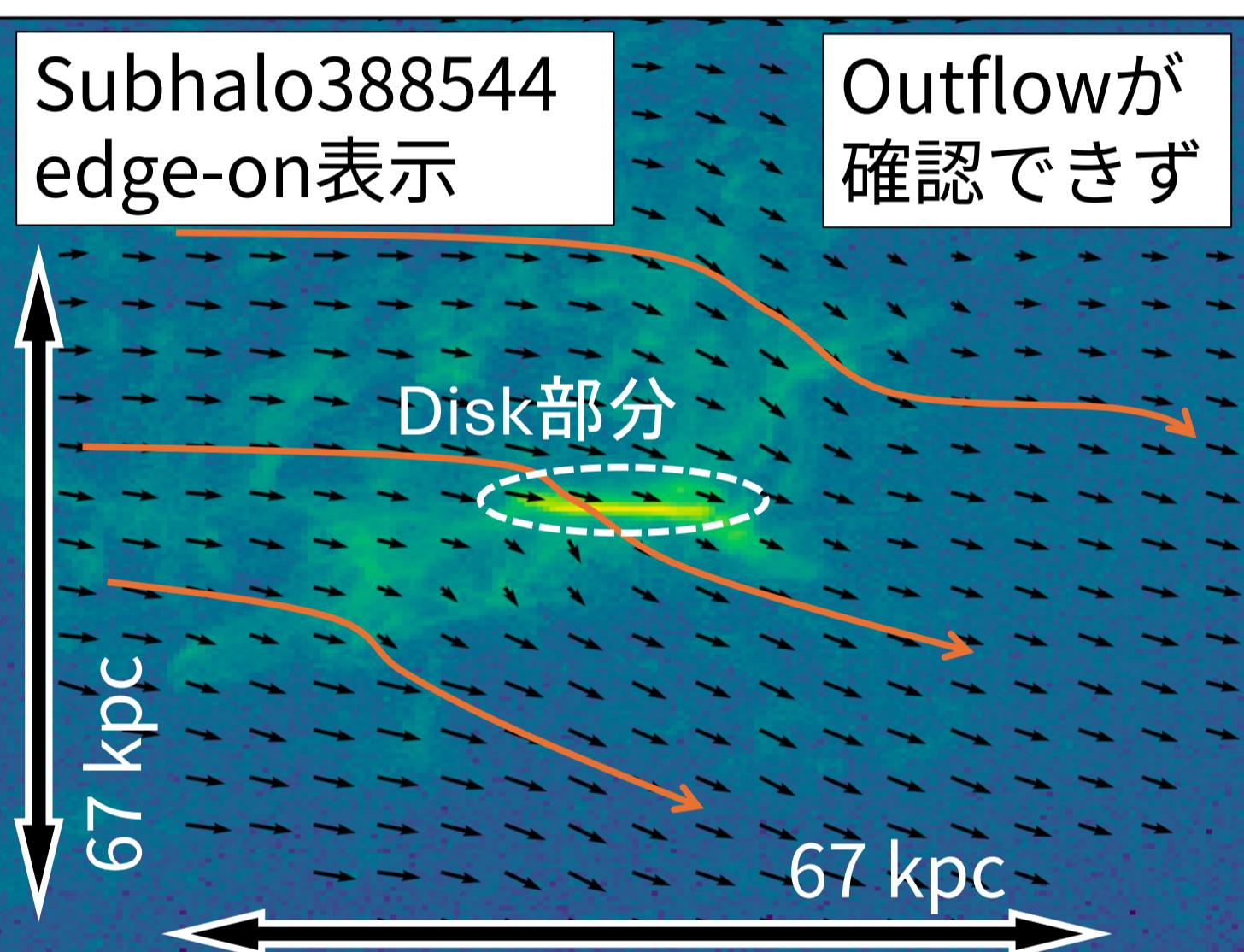
表示しているのは x, y だけだが、
立体的に見るとここを平均化して
速度 (v_x, v_y) を表示している。

3. 結果



4. 議論

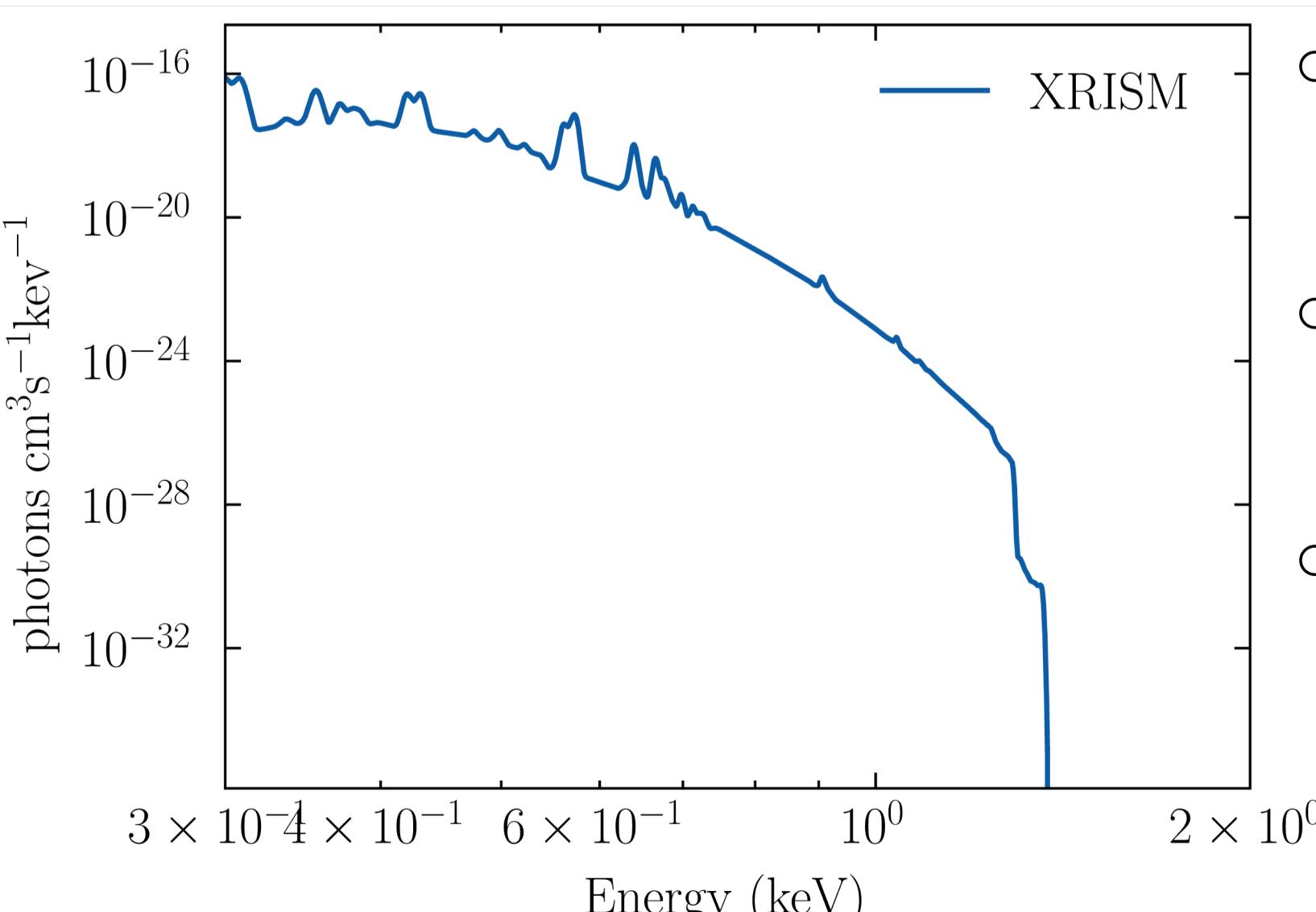
- $R/R_{200} < 0.1$ においてSubhalo342447のMetallicityは、他のSubhaloに比べ大きく、他のSubhaloは太陽組成程度。
- Subhalo342447はOutflowが観測されたが、他のSubhaloではOutflowが観測されなかった/片方のみであることからMetallicityと因果関係がある可能性がある。



- 全体的に $[a/Fe] > 0$ であることから銀河風と呼ばれる大量の重力崩壊型超新星爆発により銀河内のガスが銀河間空間に放出したことに由来して形成したと考えられる。^{※4}
- 高温箇所 ($\geq 10^6$ K) と $[a/Fe]$ のへこみの位置がほぼ一致する。高温箇所は他のSubhaloなどと衝突し、他のSubhaloの組成を組み込み、非対称性を作り出している可能性がある。



5. 展望



- XRISM衛星でSubhalo342447を観測すると左図のようなスペクトルが得られる。
- 観測に必要な分解能や観測時間を今後、導出することができればよい。
- Subhalo342447の左右非対称についてシミュレーション上で形成時まで遡り、どのような形成過程を歩んできたのかを調べたい。

参考文献

- ※1 (Planck Collaboration, 2020) のデータより算出。
※2 Tanimura et al. 2019 タッキング観測
※3 Jason et al. 2017 のイメージ図を一部改変。
※4 Anjali et al. 2023 (eROSITA bubble from Suzaku)