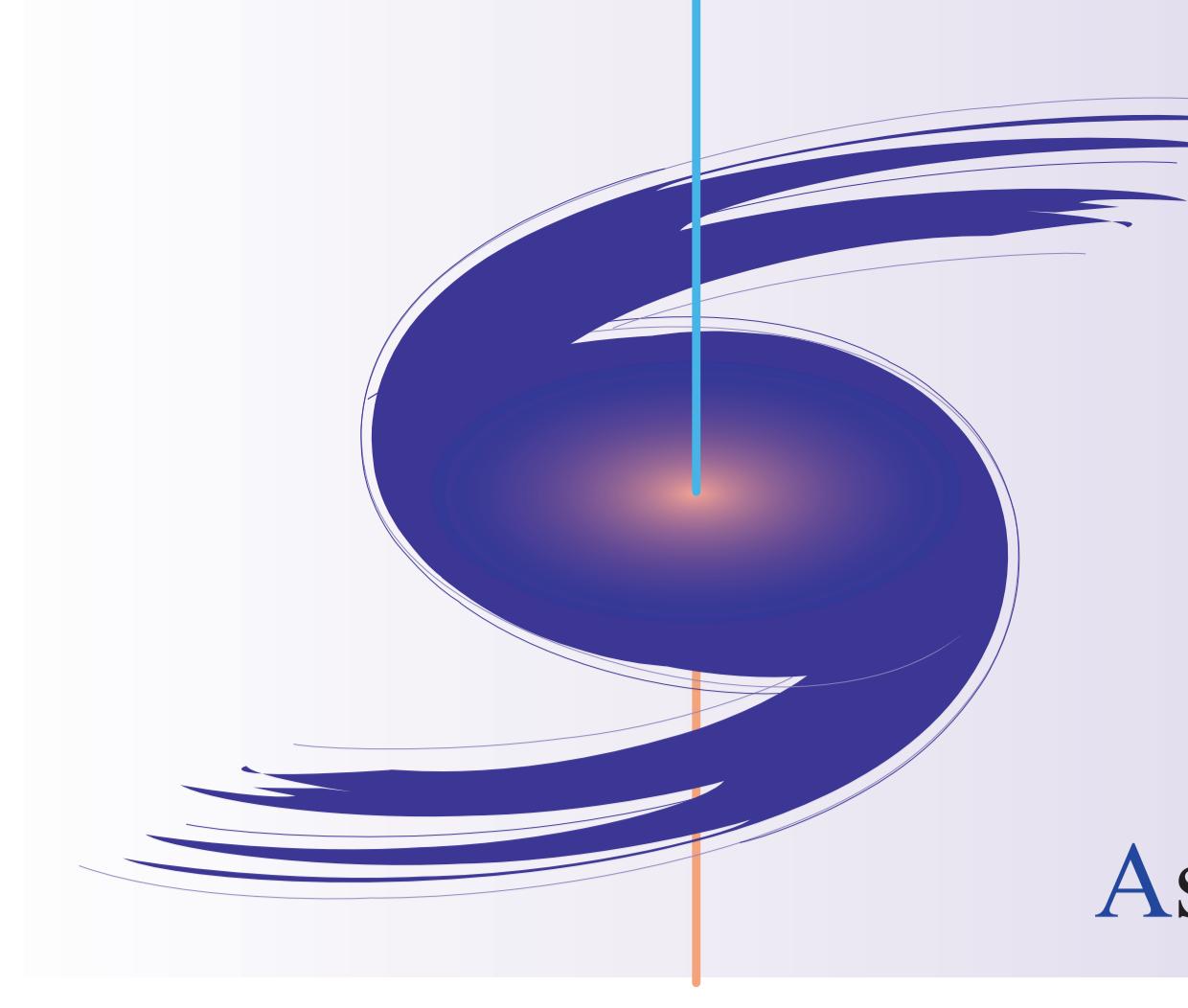


# 宇宙論的シミュレーションデータベース Illustris-TNGを用いた銀河周辺物質の速度 と元素分布構造の解明

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。

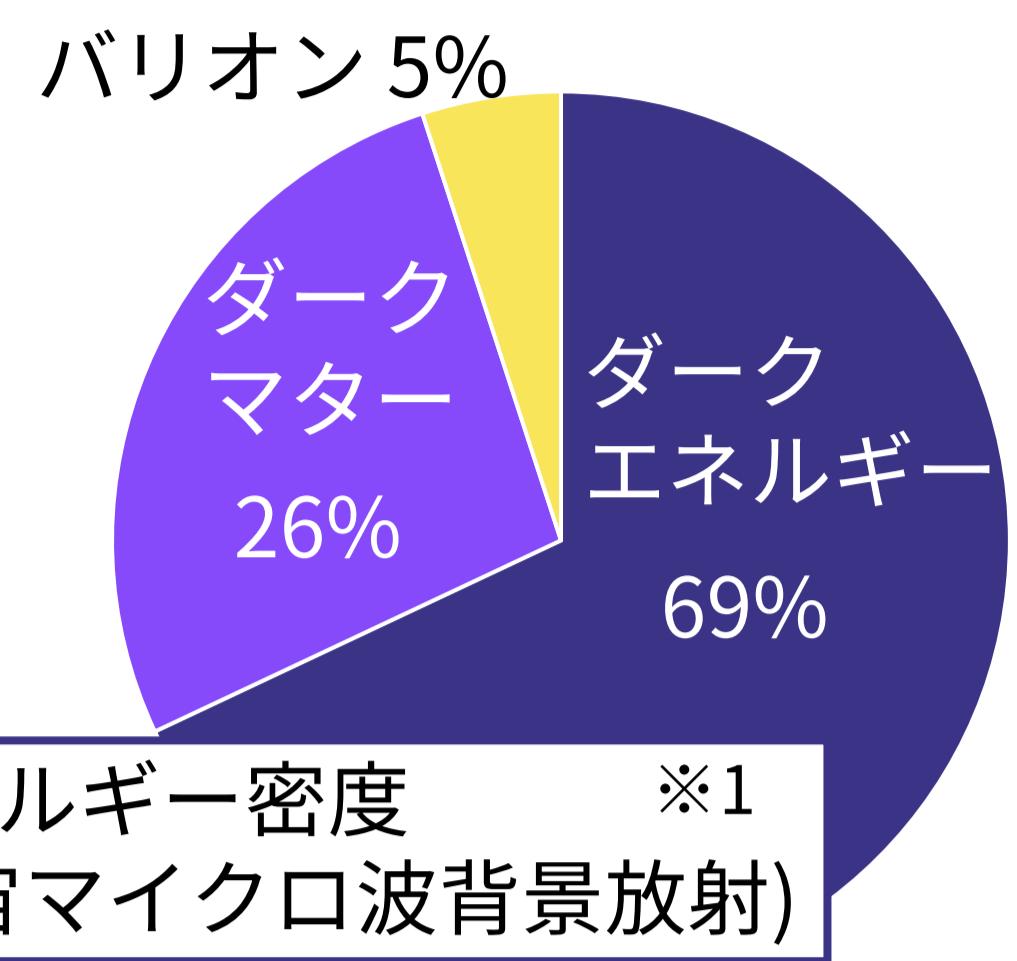
ダークマターに制限を与える

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<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

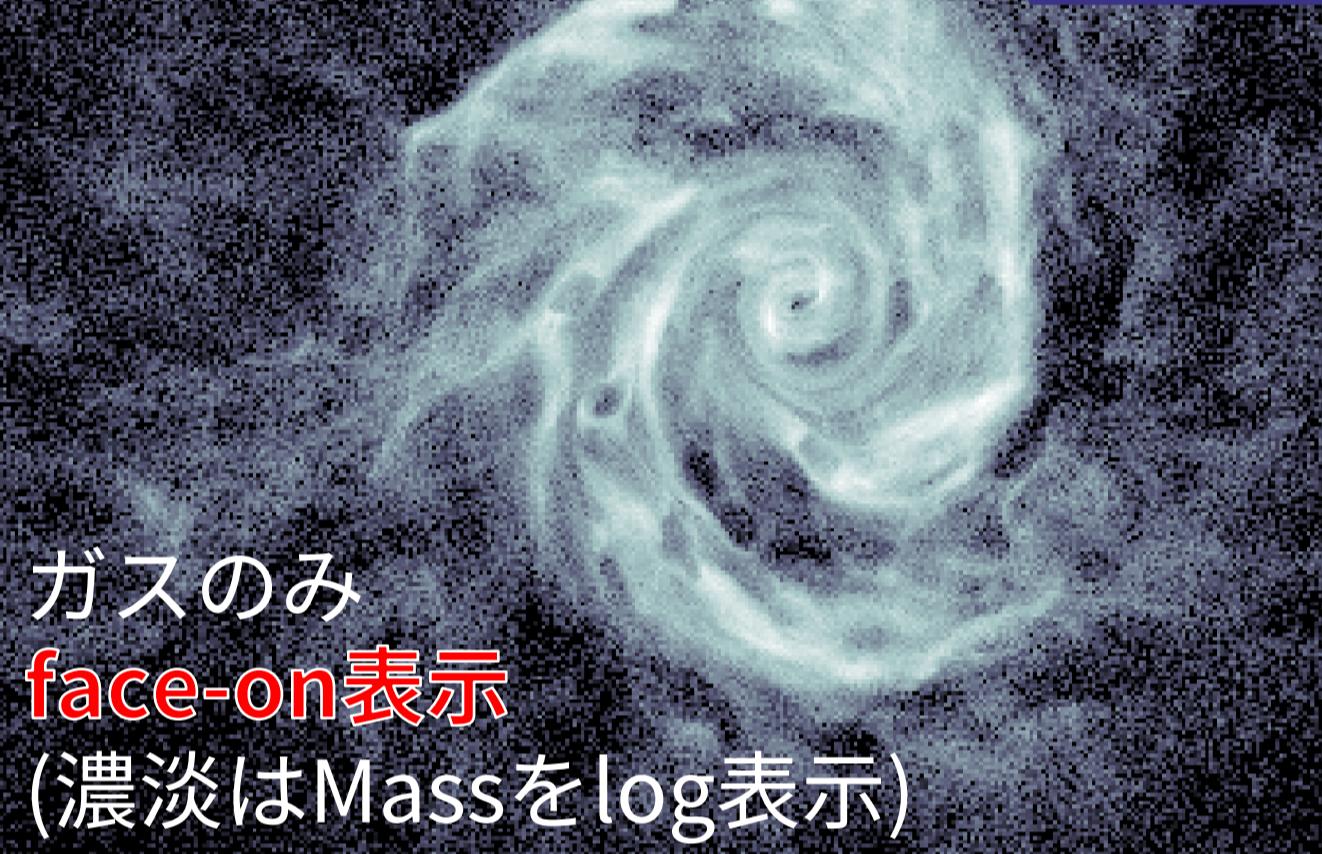


エネルギー密度<sup>※1</sup>  
(宇宙マイクロ波背景放射)

## 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。



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

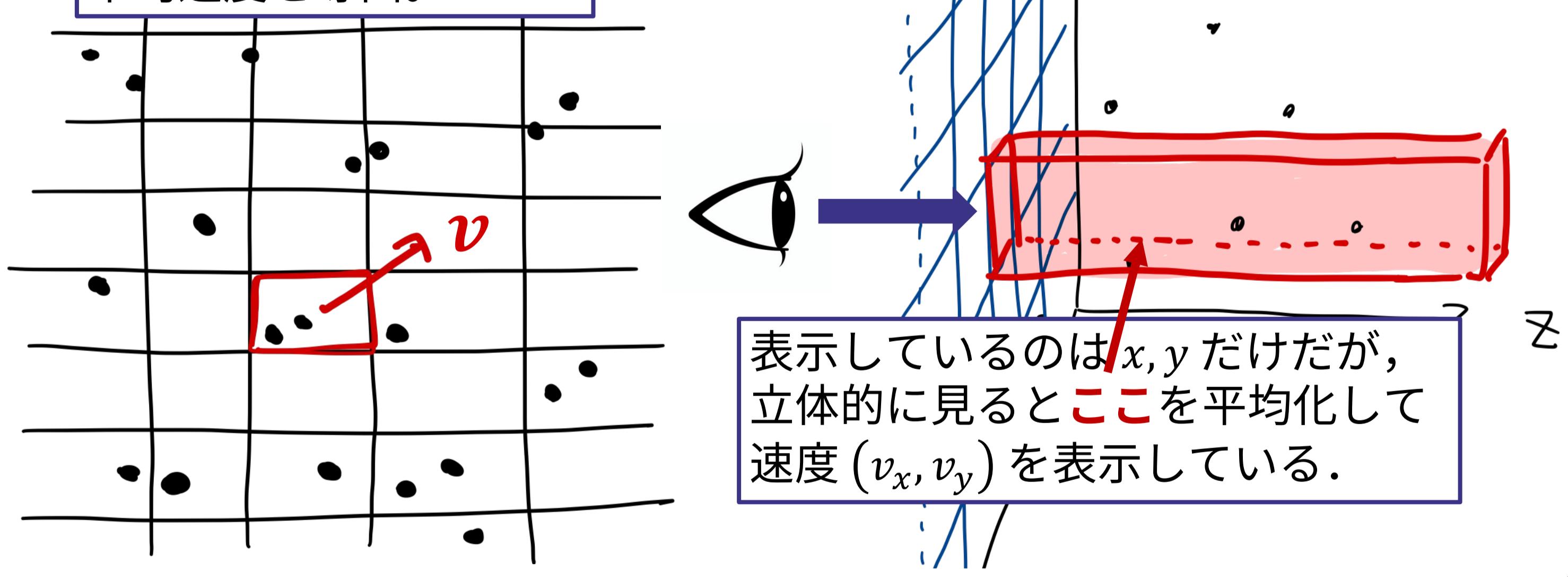
$$R_{200} \simeq 2.1 \left( \frac{M_{\text{vir}}}{10^{15} M_{\odot}} \right)^{1/3} \left( \frac{h}{0.7} \right)^{-2/3}$$

Subhalo 342447  
Virial Radius 223.0 kpc

ガスのみ  
**edge-on表示**  
(濃淡はMassをlog表示)

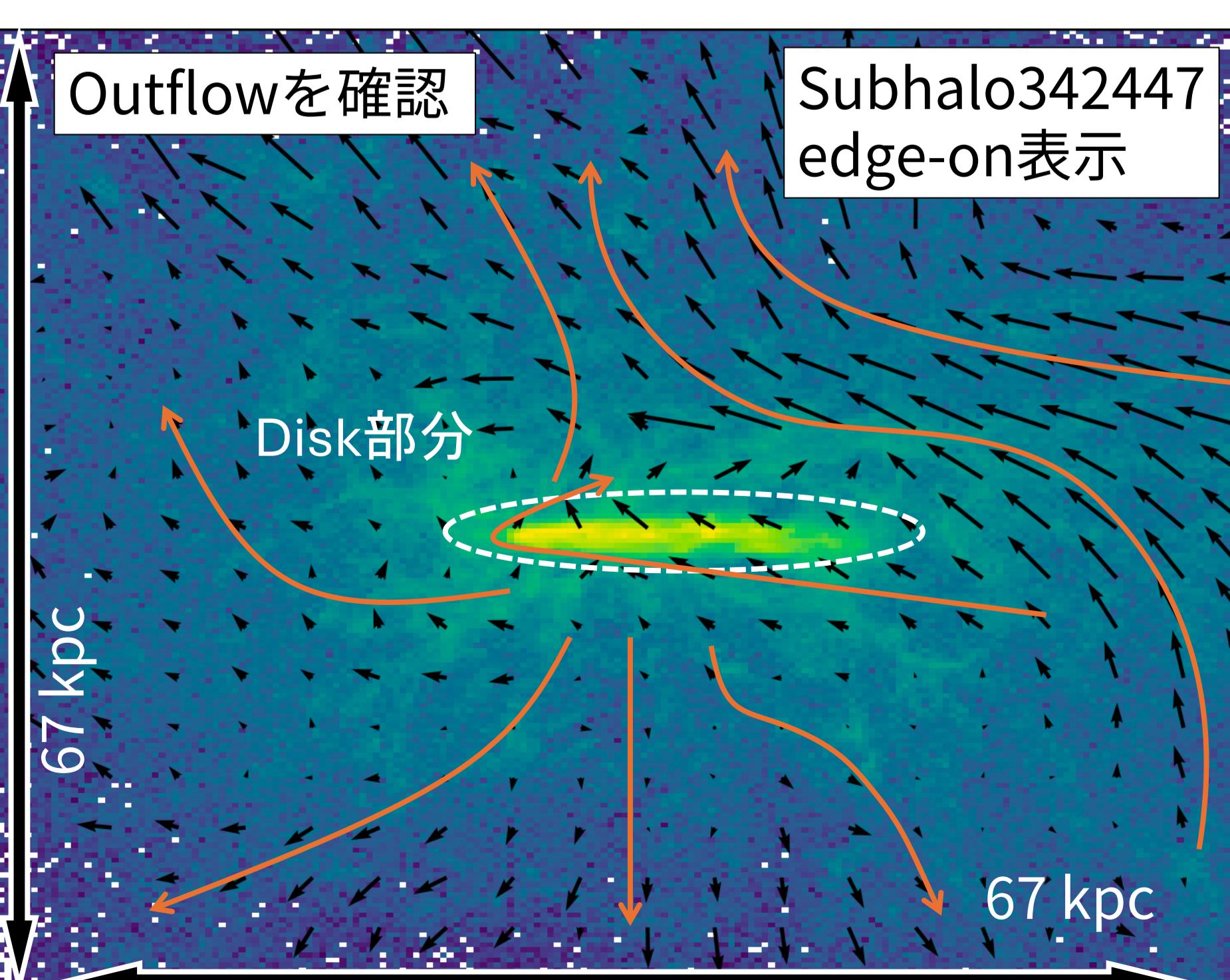
### outflowの射影手法

各binに粒子/メッシュの  
平均速度を導出。

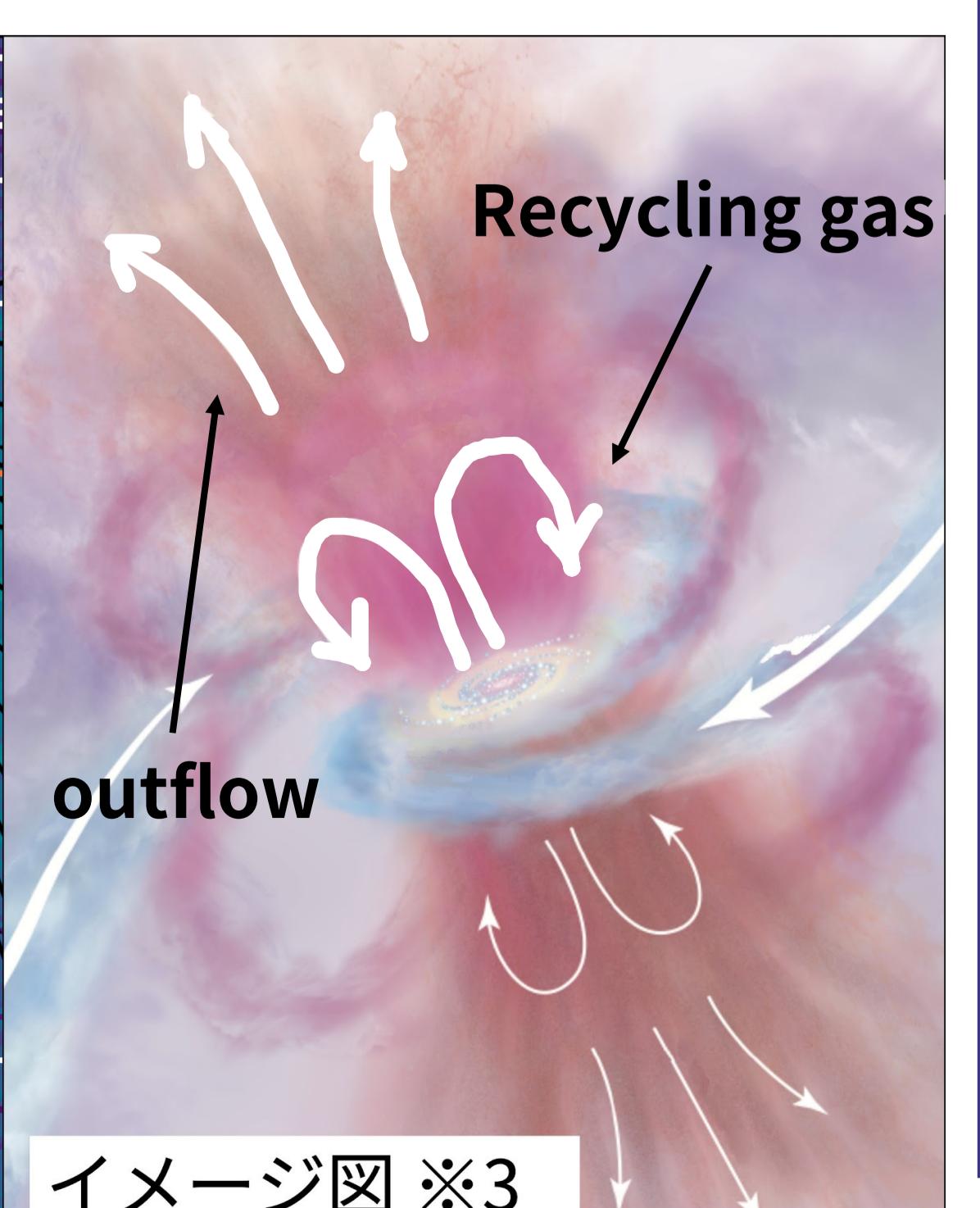


表示しているのは  $x, y$  だけだが、  
立体的に見ると **ここ**を平均化して  
速度 ( $v_x, v_y$ ) を表示している。

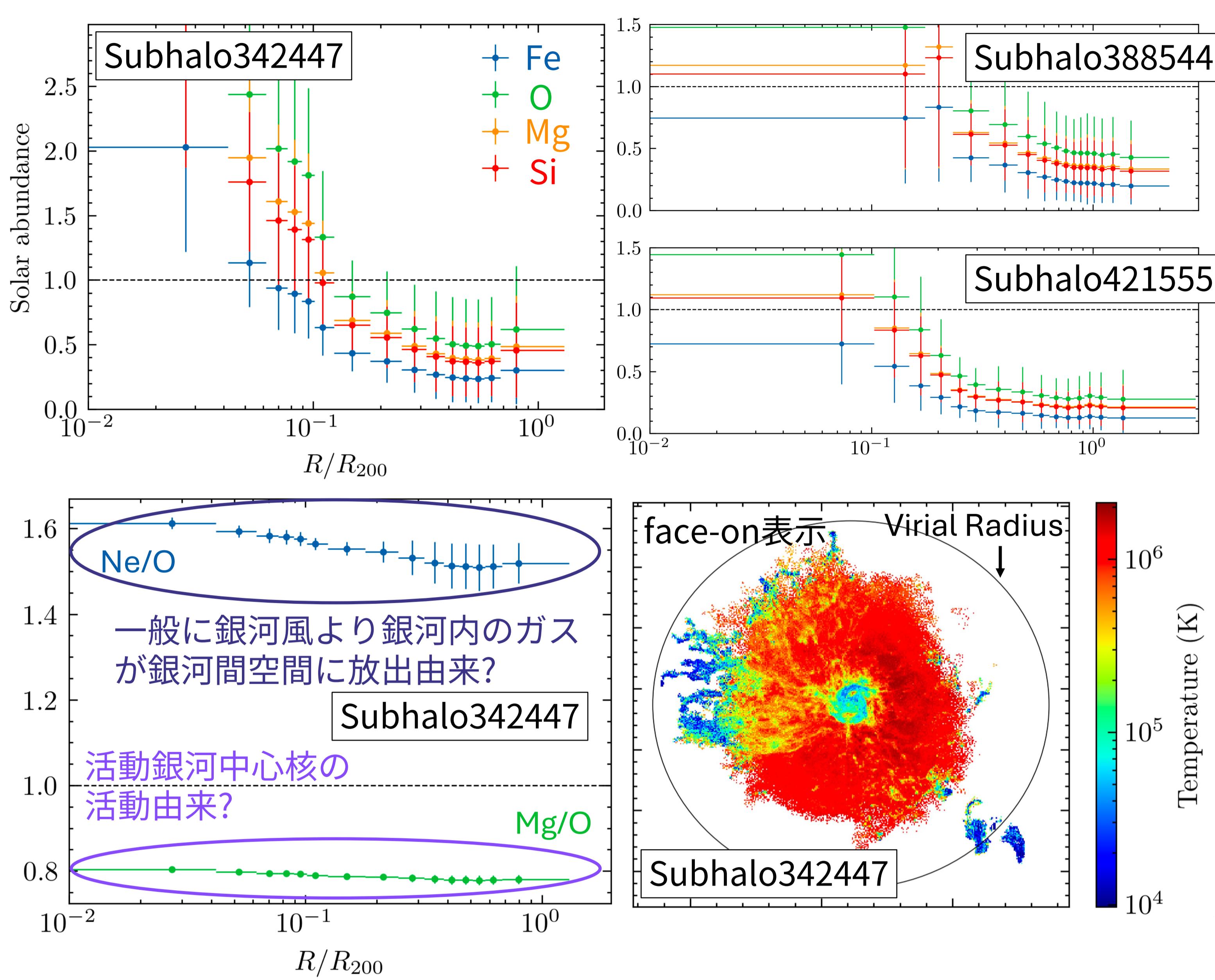
## 3. 結果



Outflowを確認  
Subhalo342447  
edge-on表示

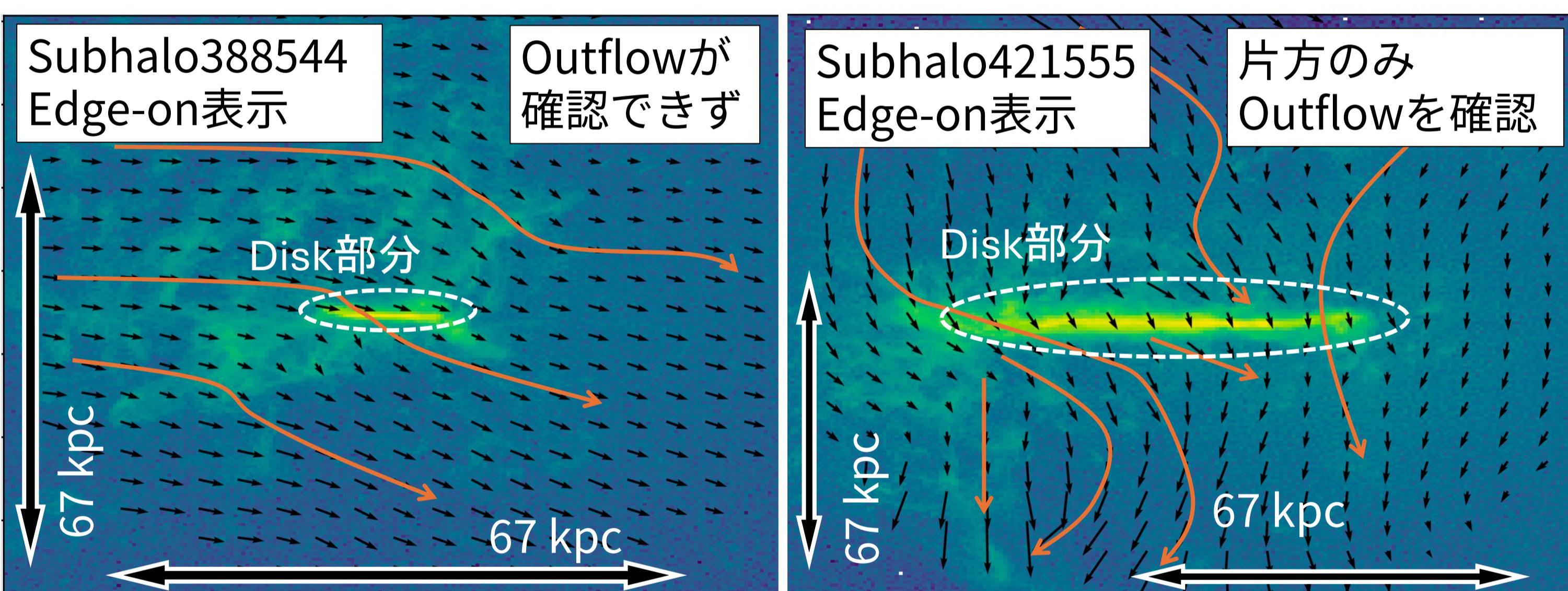


イメージ図 ※3

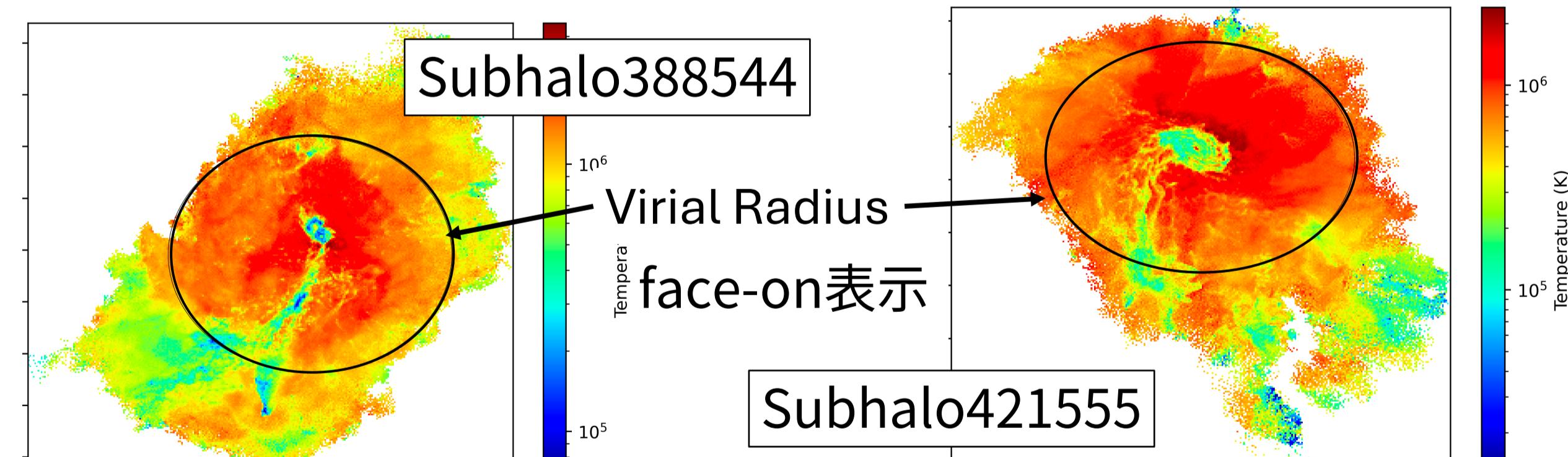


## 4. 議論

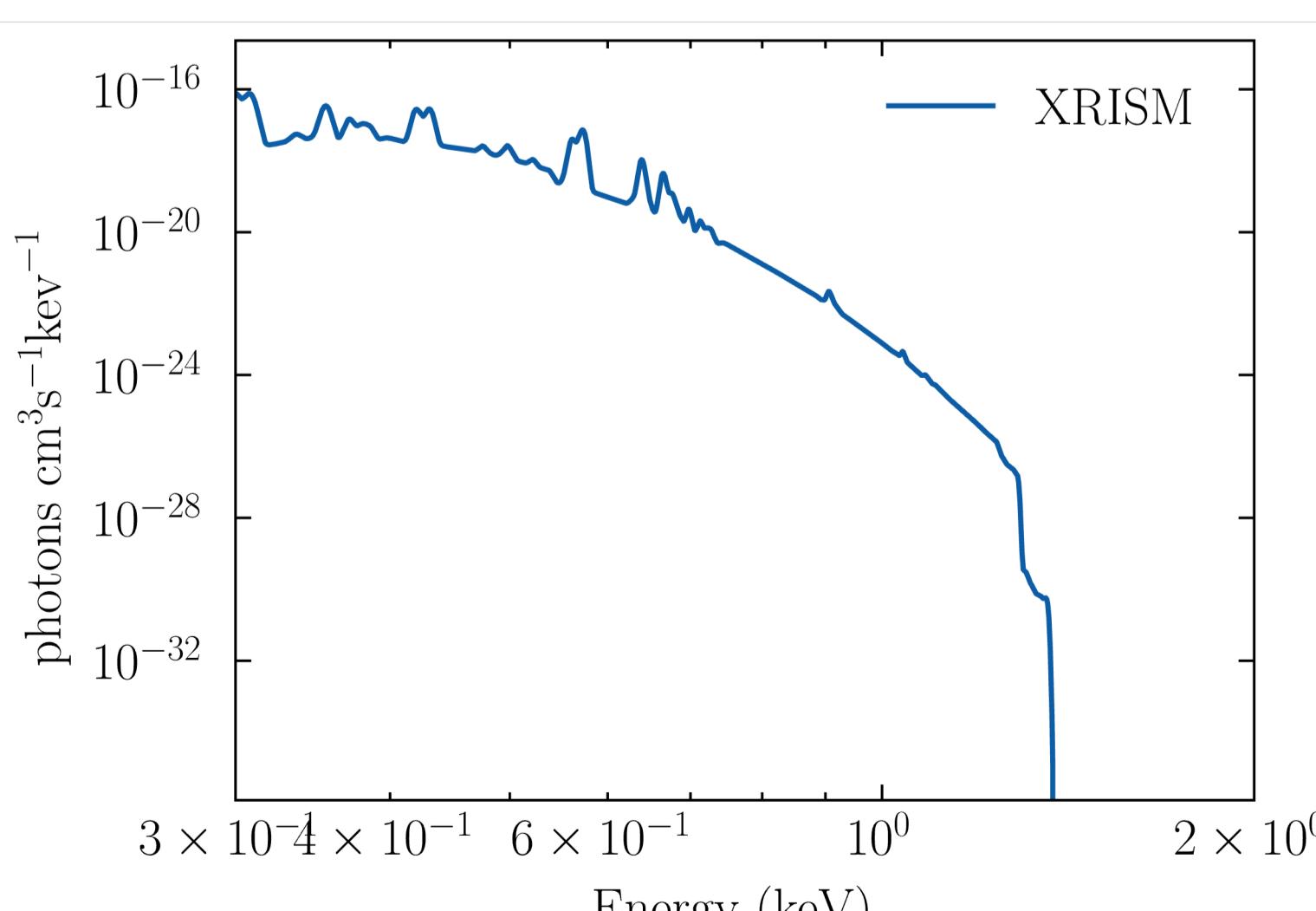
- Subhalo342447のMetallicityは  $R/R_{200} < 0.1$ において他のSubhaloに比べ大きく、他のSubhaloはそれ以外のsubhaloは太陽組成程度。Subhalo342447はOutflowが観測されたが、他のSubhaloではOutflowが観測されなかった/片方のみであることからMetallicityと因果関係がある可能性がある。



- 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。<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
- ※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)