

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

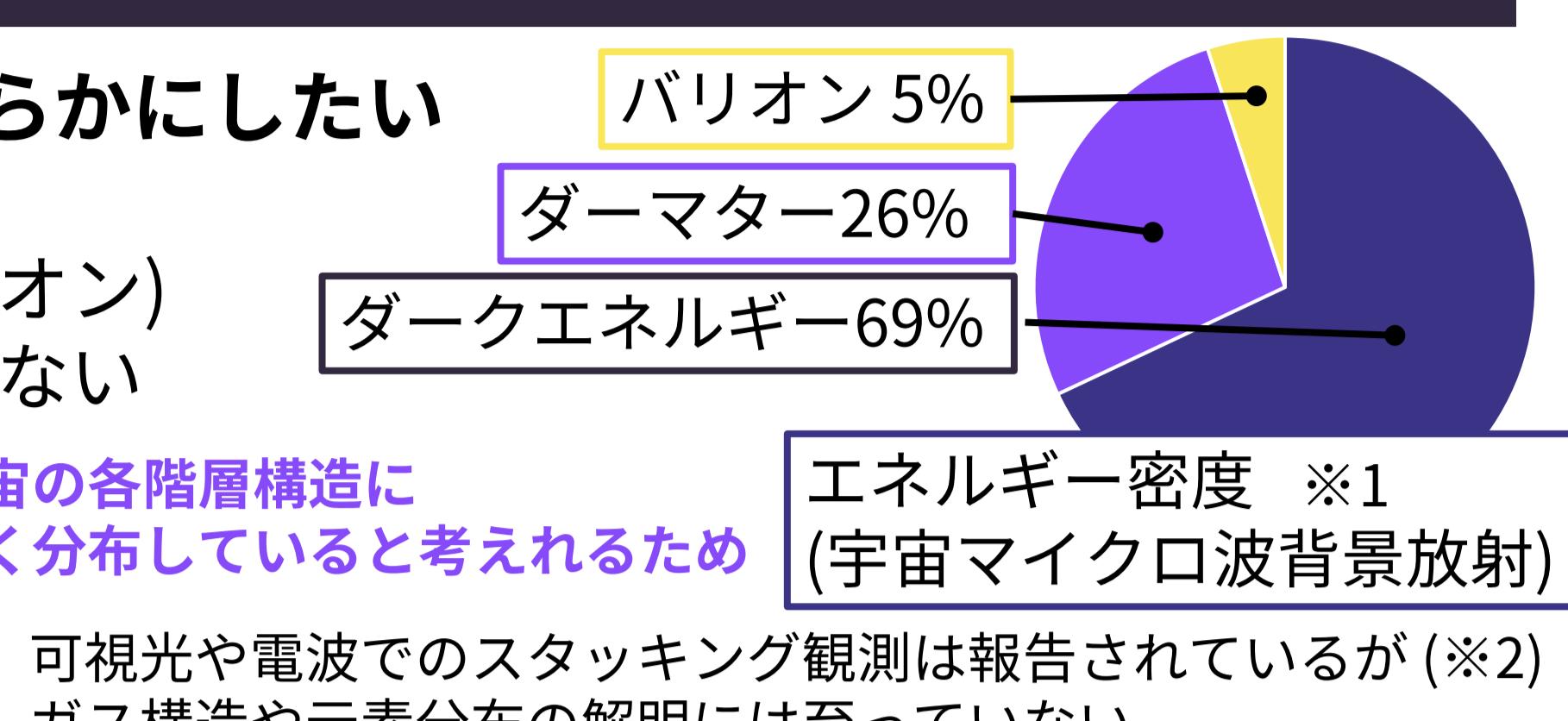
大目標 宇宙の構造進化を明らかにしたい

現在観測できる通常物質(バリオン)
でさえ、大半が見つかっていない

各階層のバリオンの分布を
定量的に調べる必要がある

銀河系のような渦巻銀河に注目

宇宙の各階層構造に
広く分布していると考えられるため



エネルギー密度 ≈ 1
(宇宙マイクロ波背景放射)

可視光や電波でのスタッキング観測は報告されているが(※2)
ガス構造や元素分布の解明には至っていない

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

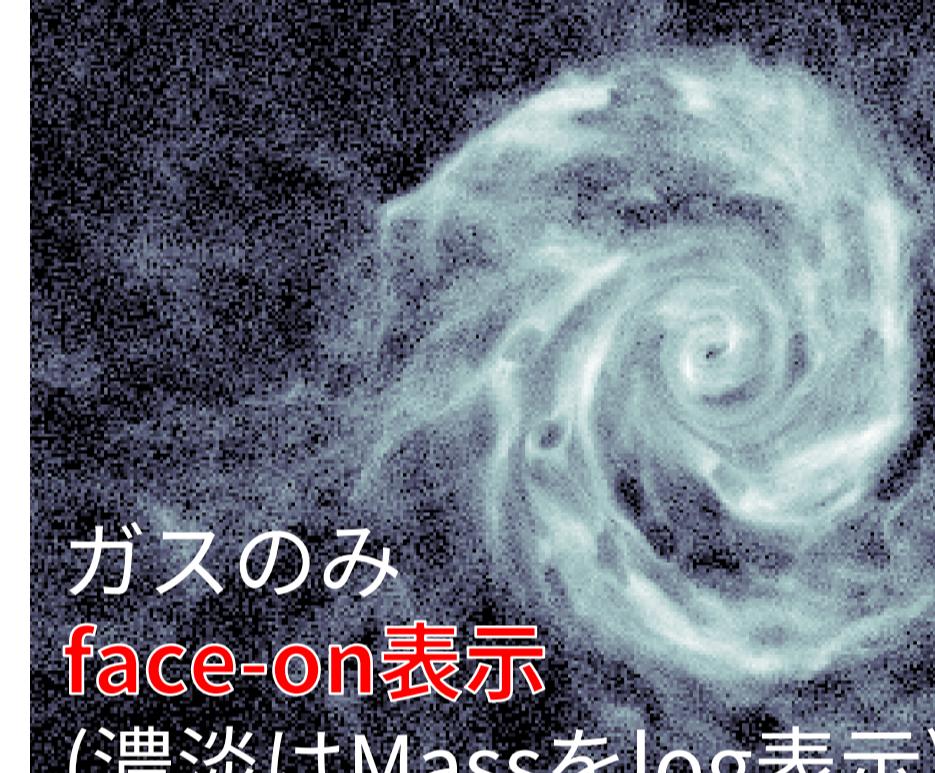
2. 手法

宇宙論的シミュレーション
Illustris-TNG 上の銀河を解析



ビッグバン直後から現在までの
広い範囲の模擬宇宙を作って
シミュレーションしたプロジェクト

銀河A

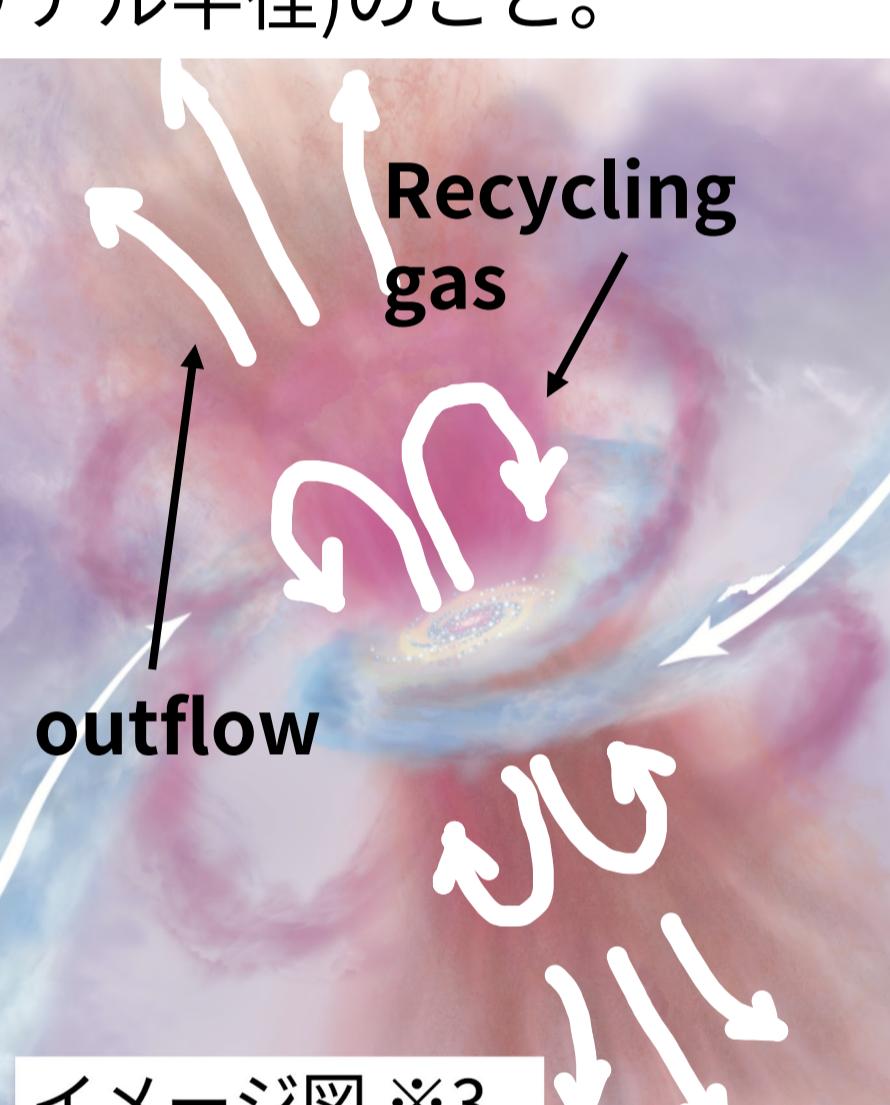


ガスのみ
face-on表示
(濃淡はMassをlog表示)

銀河A R₂₀₀: 223.0 kpc



ガスのみ
edge-on表示
(濃淡はMassをlog表示)



イメージ図 ※3

■

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 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.
- 3) 回転行列 $R = [\chi_0, \chi_1, \chi_2]$ を作用.
- 4) x 軸を~90°回転

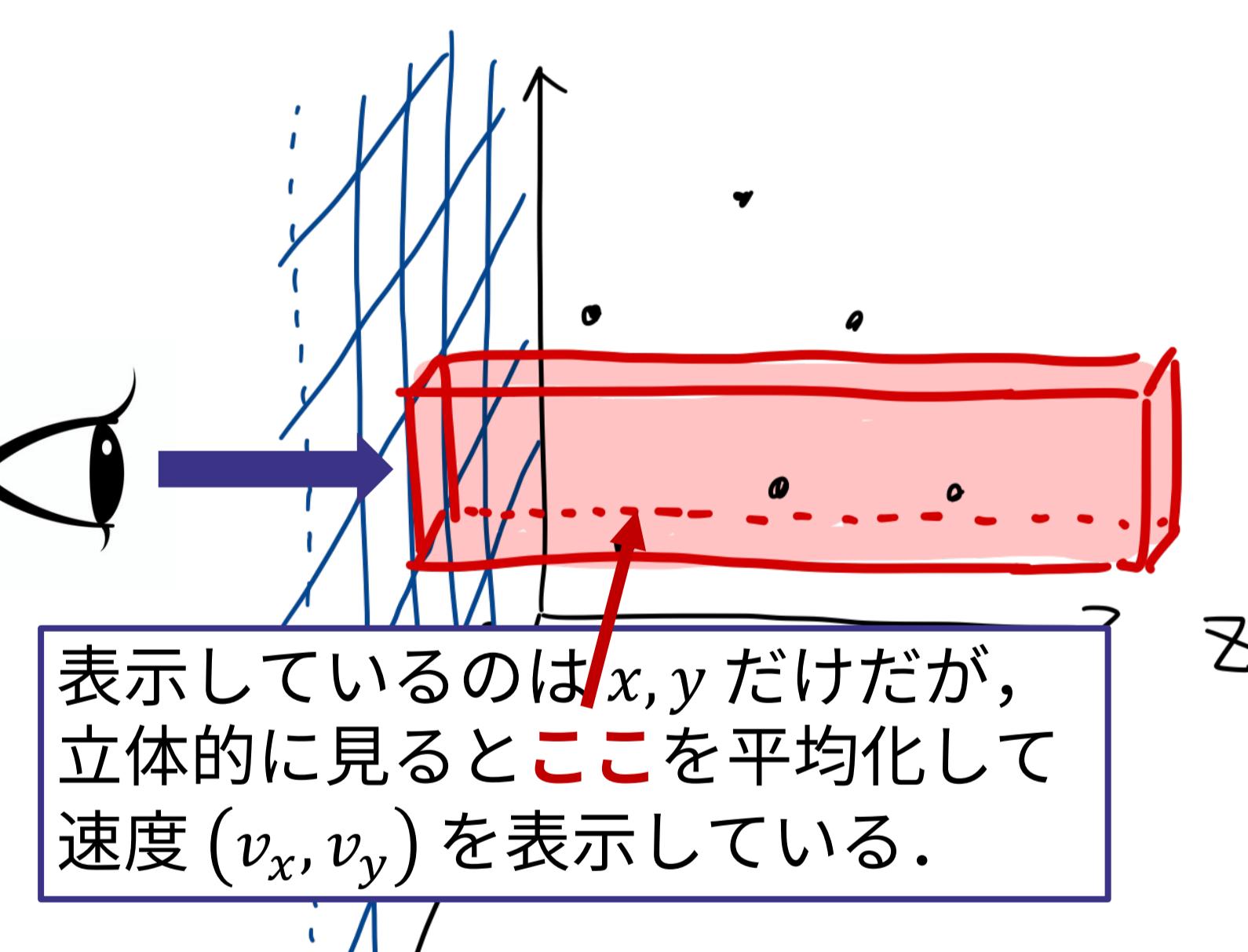
R₂₀₀ : Virial Radius (ビリアル半径)のこと。
銀河の大きさを表す。

■

outflowの射影手法(確認の仕方)

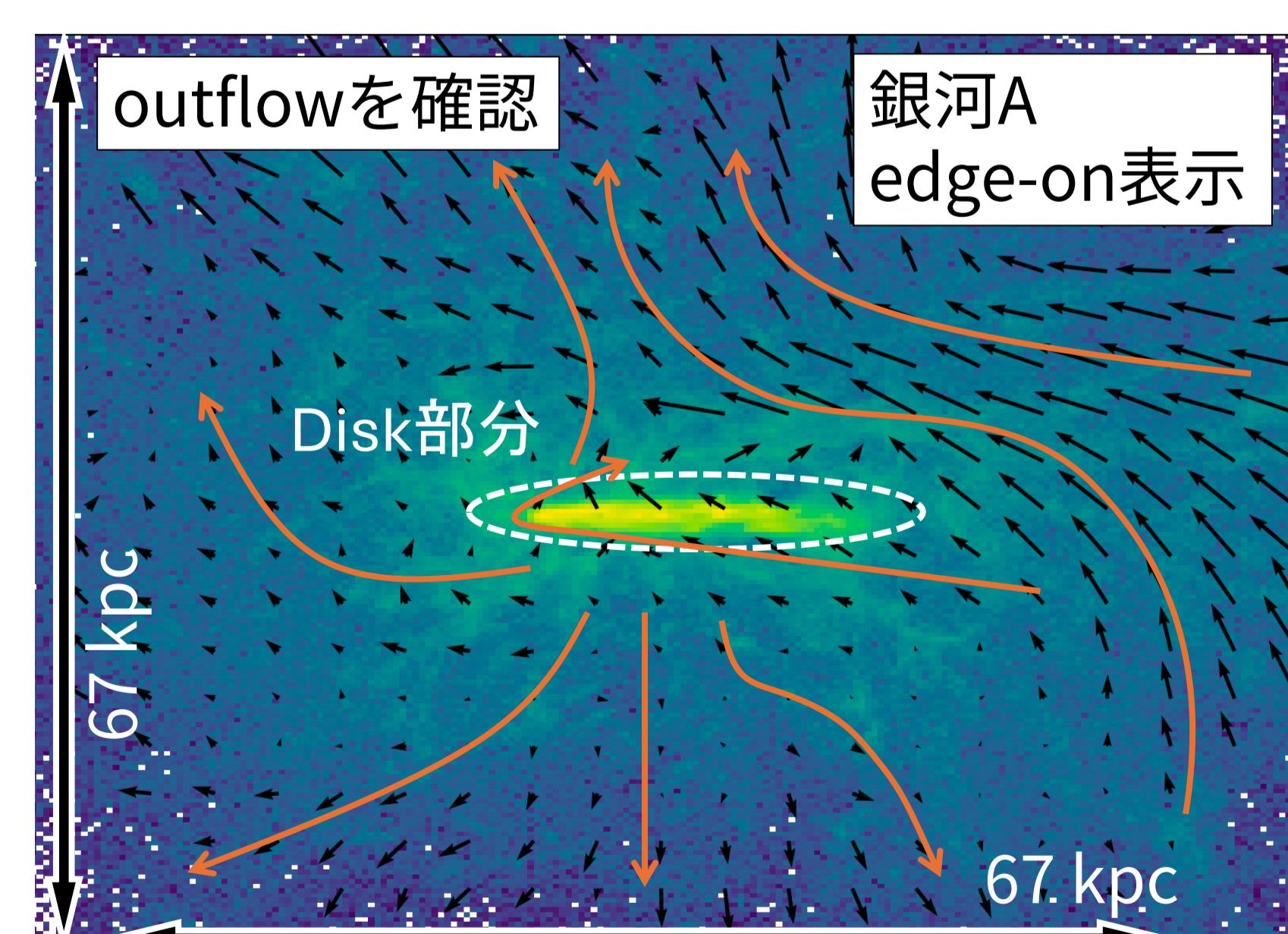
bin分けをしてbinごとの粒子/
メッシュの平均速度を導出。

■



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。

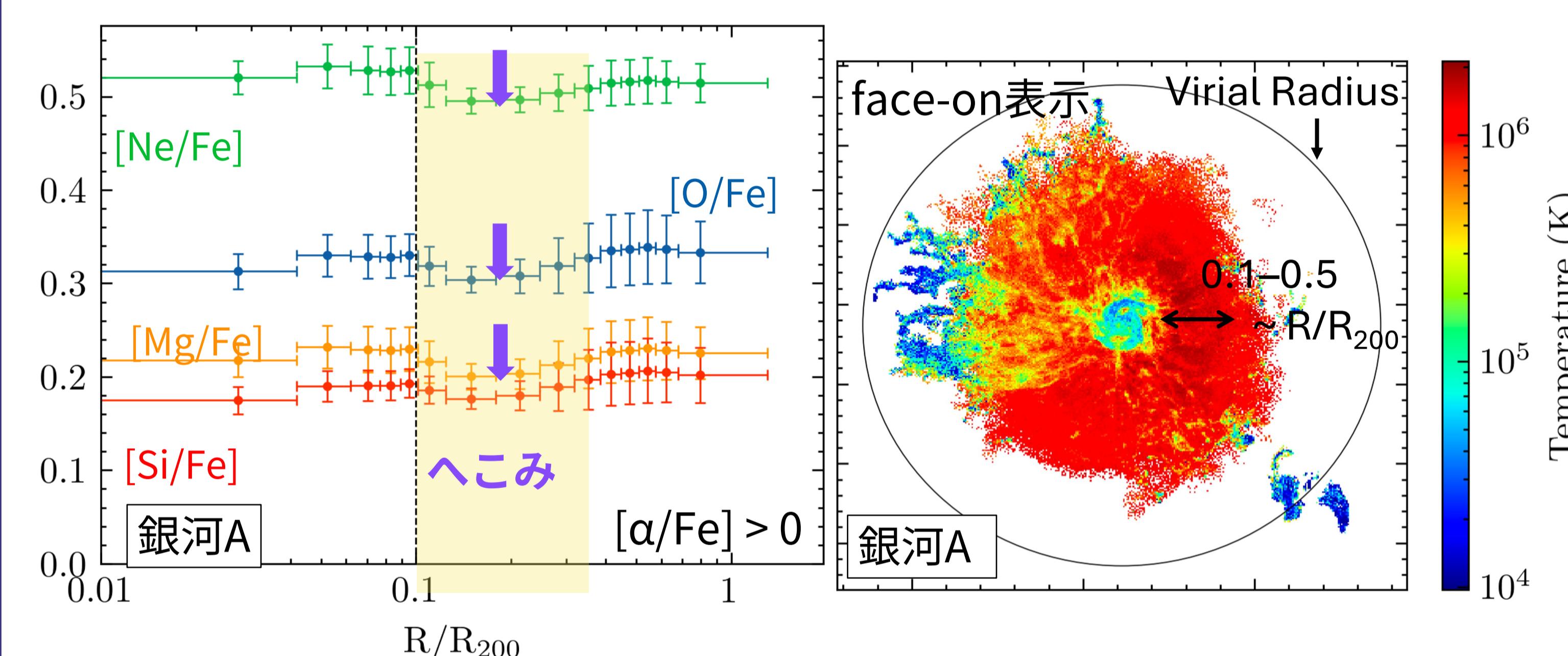
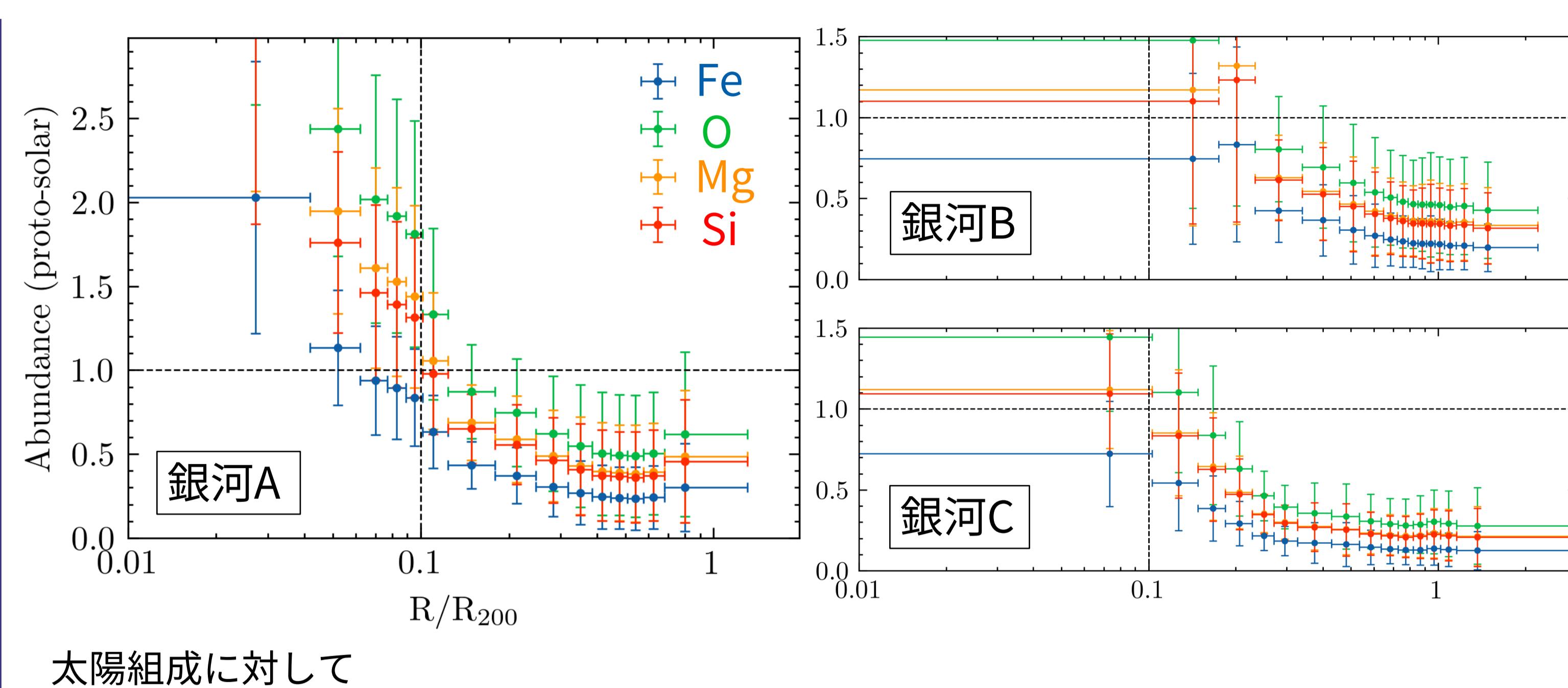
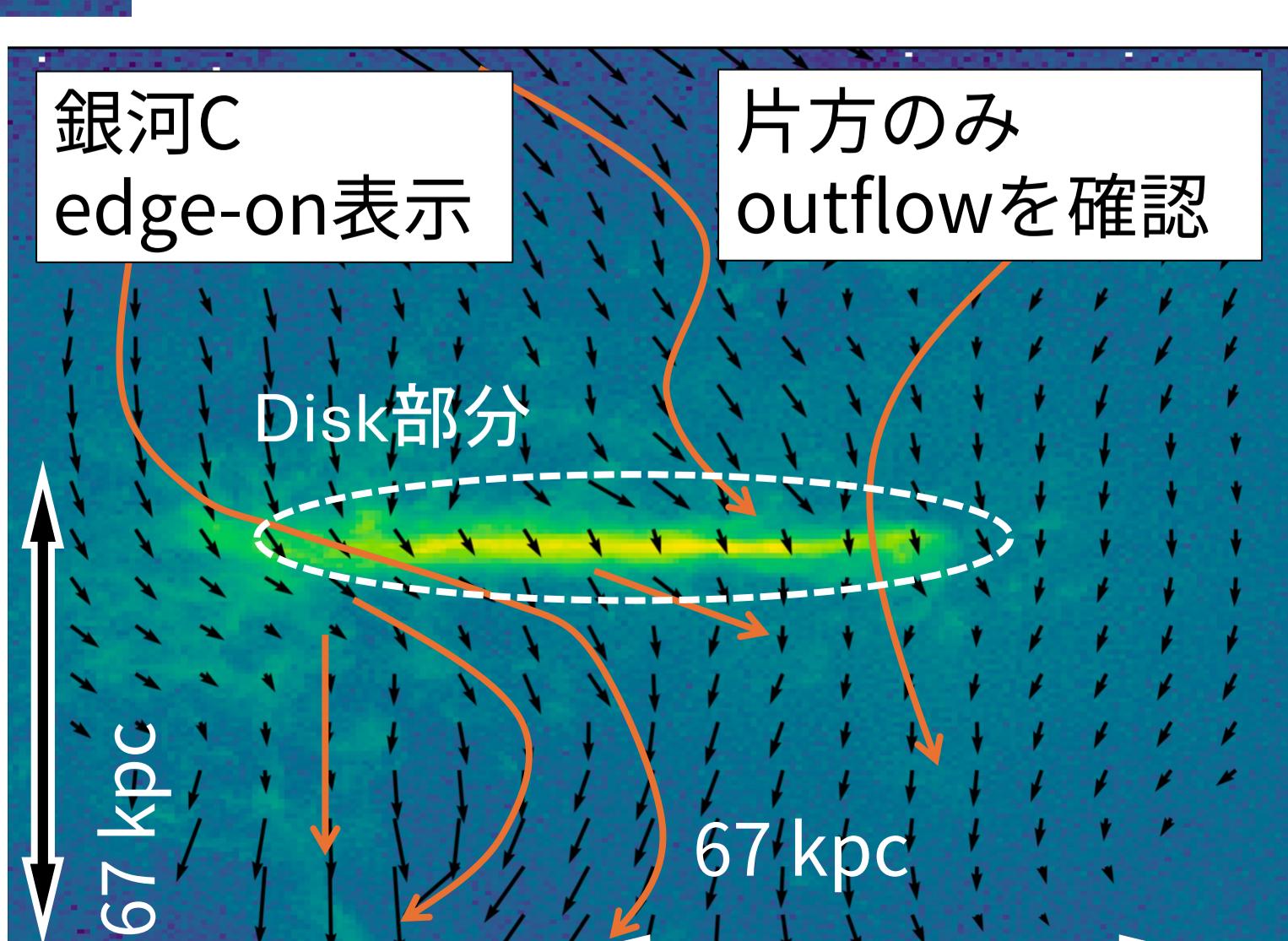
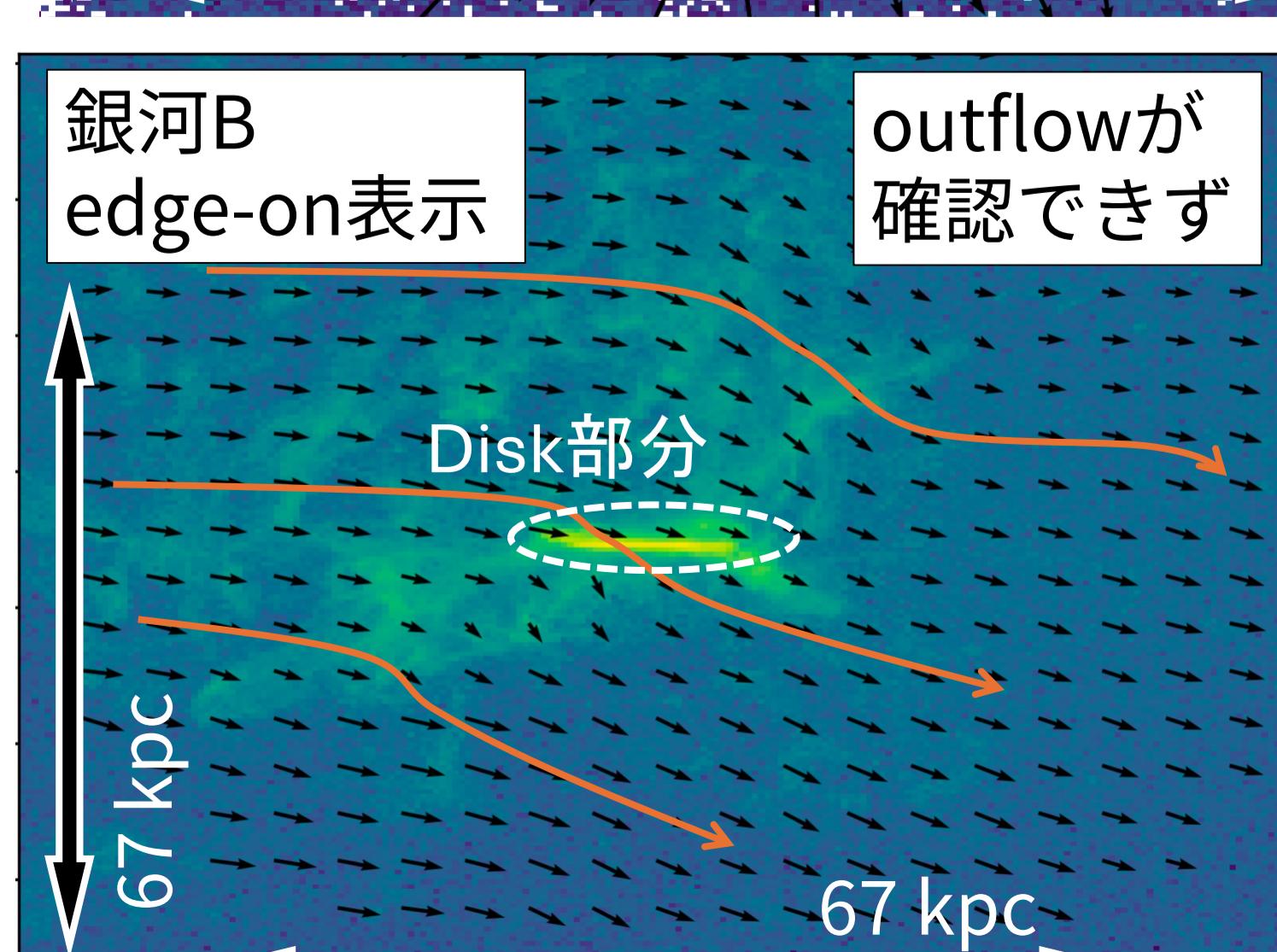
3. 結果



解析した銀河の特徴一覧

Name	Virial Radius (kpc)	Mass ($10^{10} M_{\odot}$)
銀河A	223.0191	112.3758
銀河B	335.8409	470.6006
銀河C	321.3181	374.3274

※Massはダークマター込み

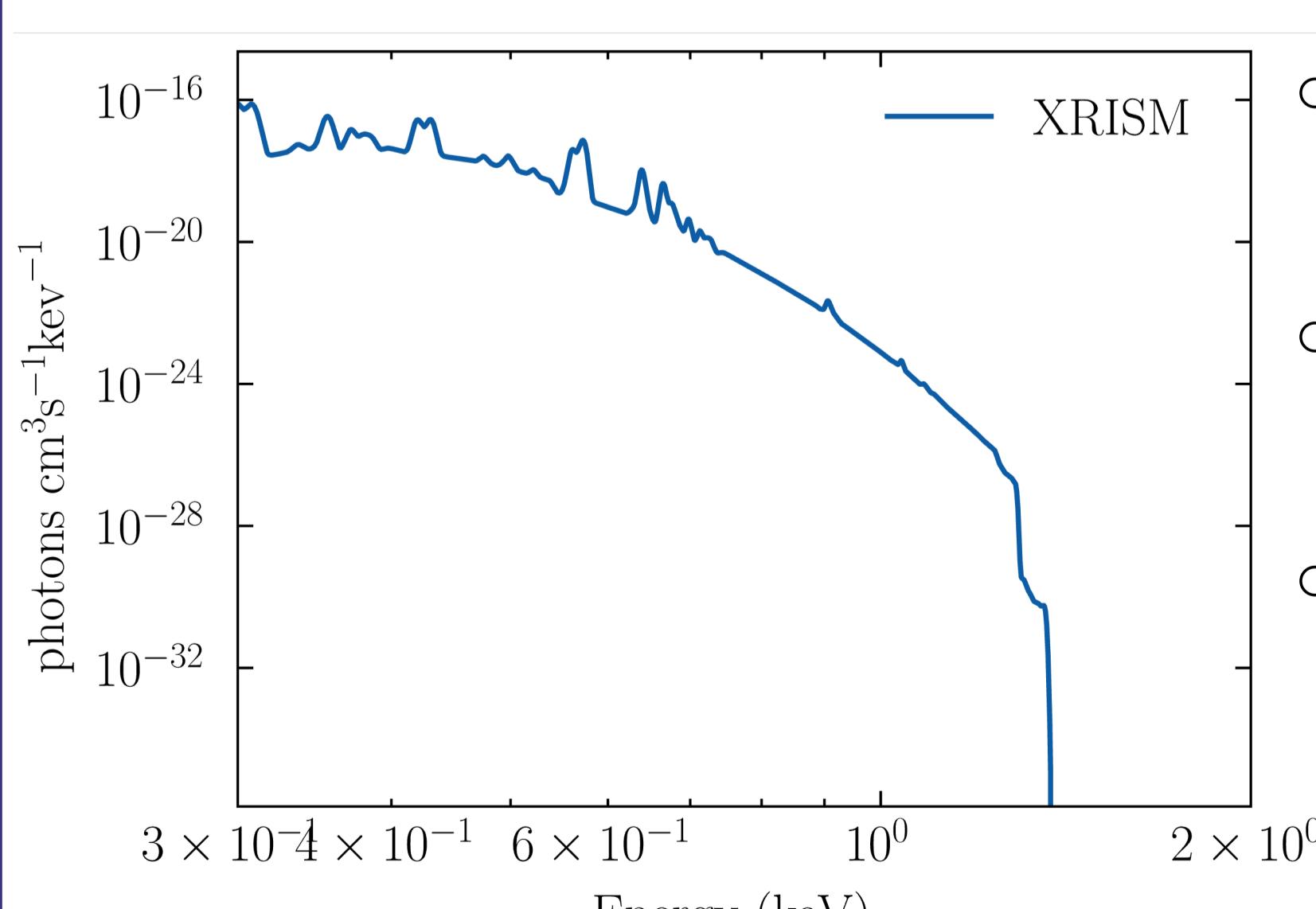


4. 議論

- $R/R_{200} < 0.1$ において、銀河AのMetallicityは他の銀河B・Cに比べ大きく、銀河B・Cは太陽組成程度。
- 銀河Aはoutflowが観測されたが、他のSubhaloではOutflowが観測されなかつ/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 $[α/Fe] > 0$ 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よ来して形成したと考えられる。※5
- 高温箇所 ($\gtrsim 10^6$ K) と $[α/Fe]$ 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 スタッキング観測
- ※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)
- ※5