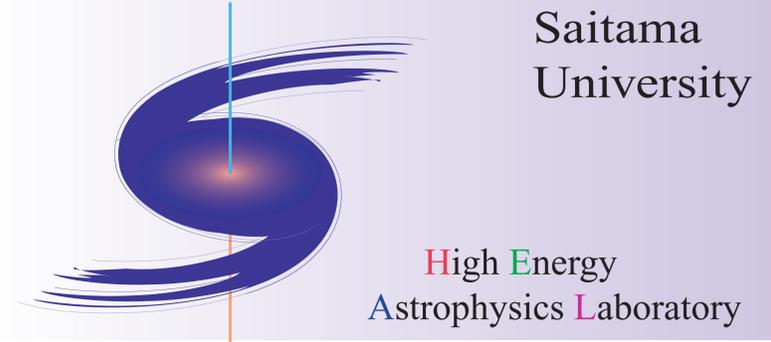
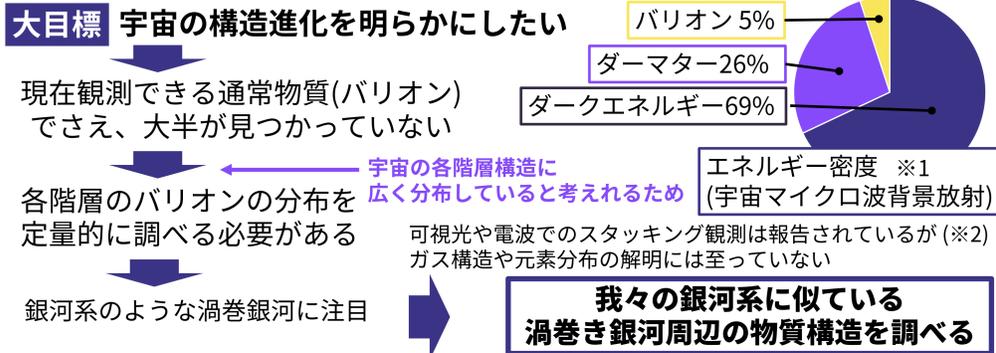


宇宙論的シミュレーションデータベース Illustris-TNGを用いた銀河周辺物質の速度 と元素分布構造の解明

宇宙物理実験研究室 20RP021 西濱大将



1. 背景



2. 手法

宇宙論的シミュレーション
Illustris-TNG 上の銀河を解析 ※4

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

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**

R_{200} : Virial Radius (ピリアル半径)のこと。銀河の大きさを表す。

銀河A $R_{200}: 223.0 \text{ kpc}$

ガスのみ **face-on表示** (濃淡はMassをlog表示)

ガスのみ **edge-on表示** (濃淡はMassをlog表示)

Recycling gas, outflow

イメージ図 ※3

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

outflowを確認

銀河A edge-on表示

Disk部分

67 kpc

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

銀河B edge-on表示

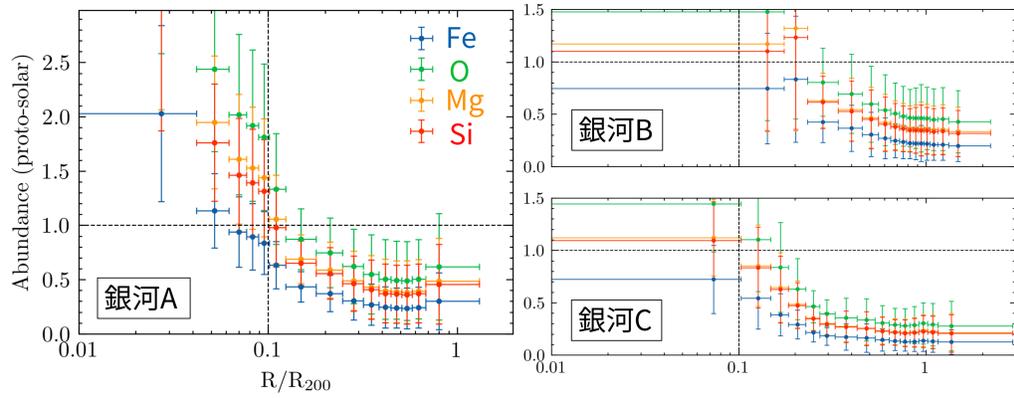
outflowが確認できず

銀河C edge-on表示

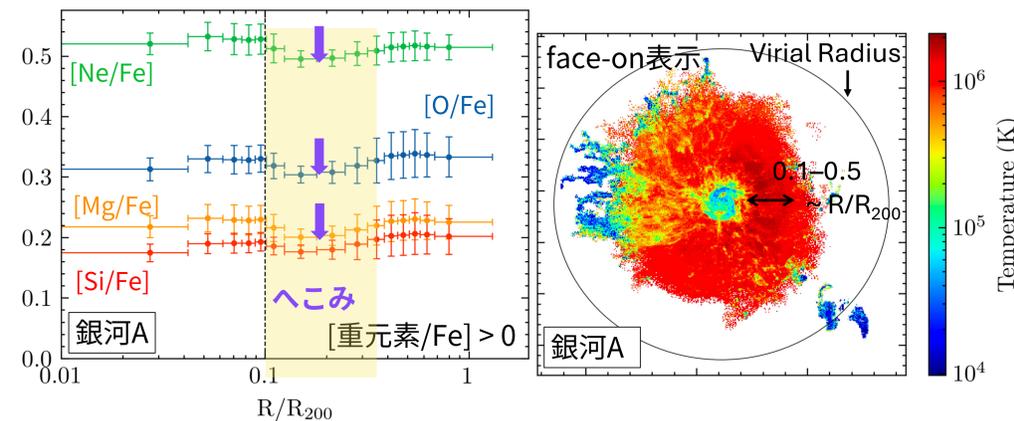
片方のみoutflowを確認

Disk部分

67 kpc

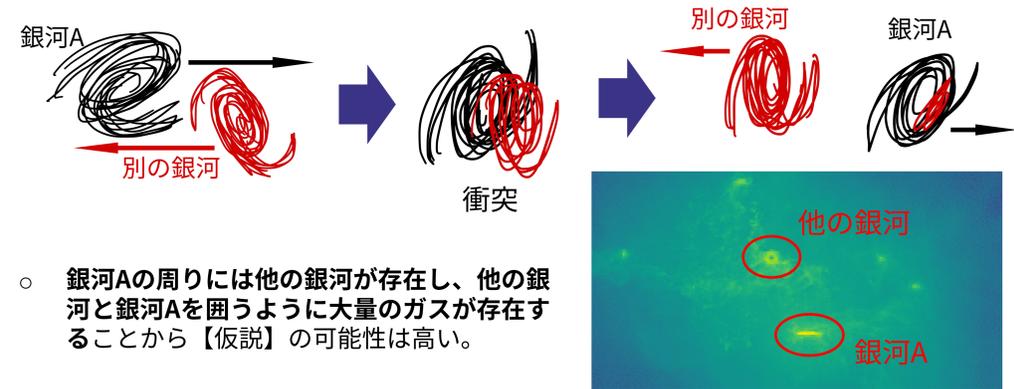


太陽組成に対して何倍のFe, O, Mg, Siが含まれているかを表している。ピリアル半径 R_{200} で規格化しているので1より小さいところはピリアル半径より内側。銀河Aは $R/R_{200} < 1$ のとき太陽組成比の2倍以上ある。銀河BとCは太陽組成程度。



4. 議論

- 銀河Aはoutflowが観測されたが、銀河B・Cではoutflowが観測されなかった/もしくは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。
- 重元素とFeの太陽組成比を比較すると、重元素の方が多くことから銀河Aのガスは重力崩壊型超新星爆発(以下、超新星)に由来していると考えられる。 ※5
 - 超新星は核の質量がチャンドラセカール限界を超えて、電子の縮退圧だけでは重力に打ち勝つことができなくなり、激しい爆縮が発生する。爆縮は中性子縮退によって止まり、反動で外向きの爆発が起こり、高い温度と圧力によって鉄より重い元素が生成されるため。
- 高温箇所 ($\geq 10^6 \text{ K}$) と [重元素/Fe] のへこみの位置がほぼ一致する。
 - 高温箇所は他の銀河などと衝突し、他の銀河の組成を取り入れ、非対称性を作り出している可能性がある (= 【仮説】)。



5. 展望

- XRISM衛星で銀河Aを観測すると左図のようなスペクトルが得られると計算できる。
- 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。
- 銀河A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。
 - これにより物質構造から形成過程の推定に寄与できるだろう。

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 Illustris Collaboration
- ※5 Anjali et al. 2023