

天文・天体物理若手夏の学校 銀河・銀河団分科会

大規模構造と銀河形成

と研究生活

百瀬莉恵子 (Carnegie Observatories)



CARNEGIE
SCIENCE

The Carnegie Observatories



JSPS

本日のおしながき



めっちゃうまメキシカン

8:45 大規模構造と銀河進化の話

9:15 ライフワークバランスの話

9:25 海外での研究生生活の話

9:35 Q&A

大規模構造と銀河形成

Two Main Processes For Star Formation Quenching

Internal / Mass Quenching

質量成長に伴う物理プロセス

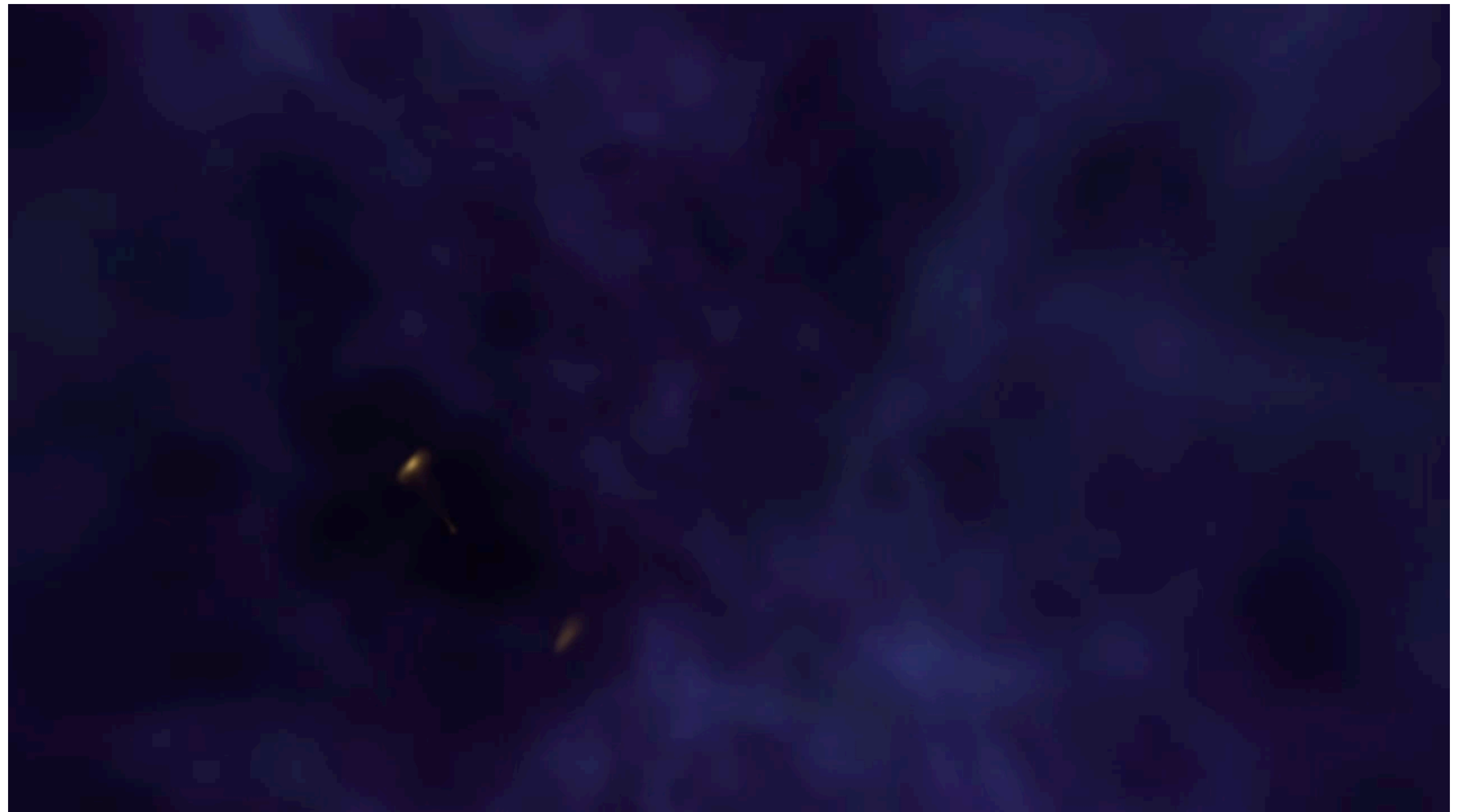
e.g., Stellar wind, AGN or SN feedback



External / Environmental Quenching

周囲の物質との相互作用に伴う物理プロセス

e.g., Galaxy mergers, Ram pressure stripping



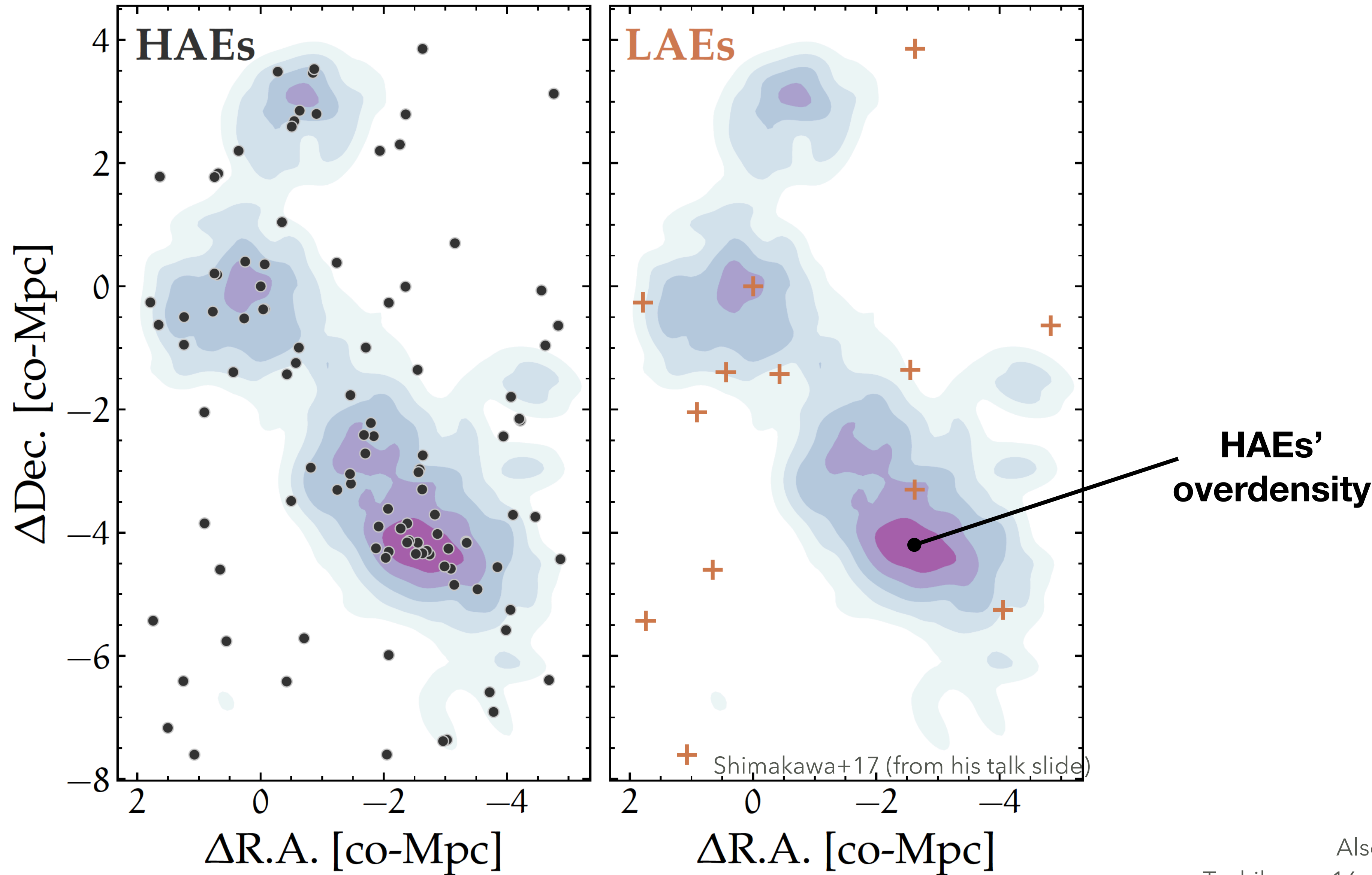
Galaxies As A Probe Of The Cosmic Web

Gas Density

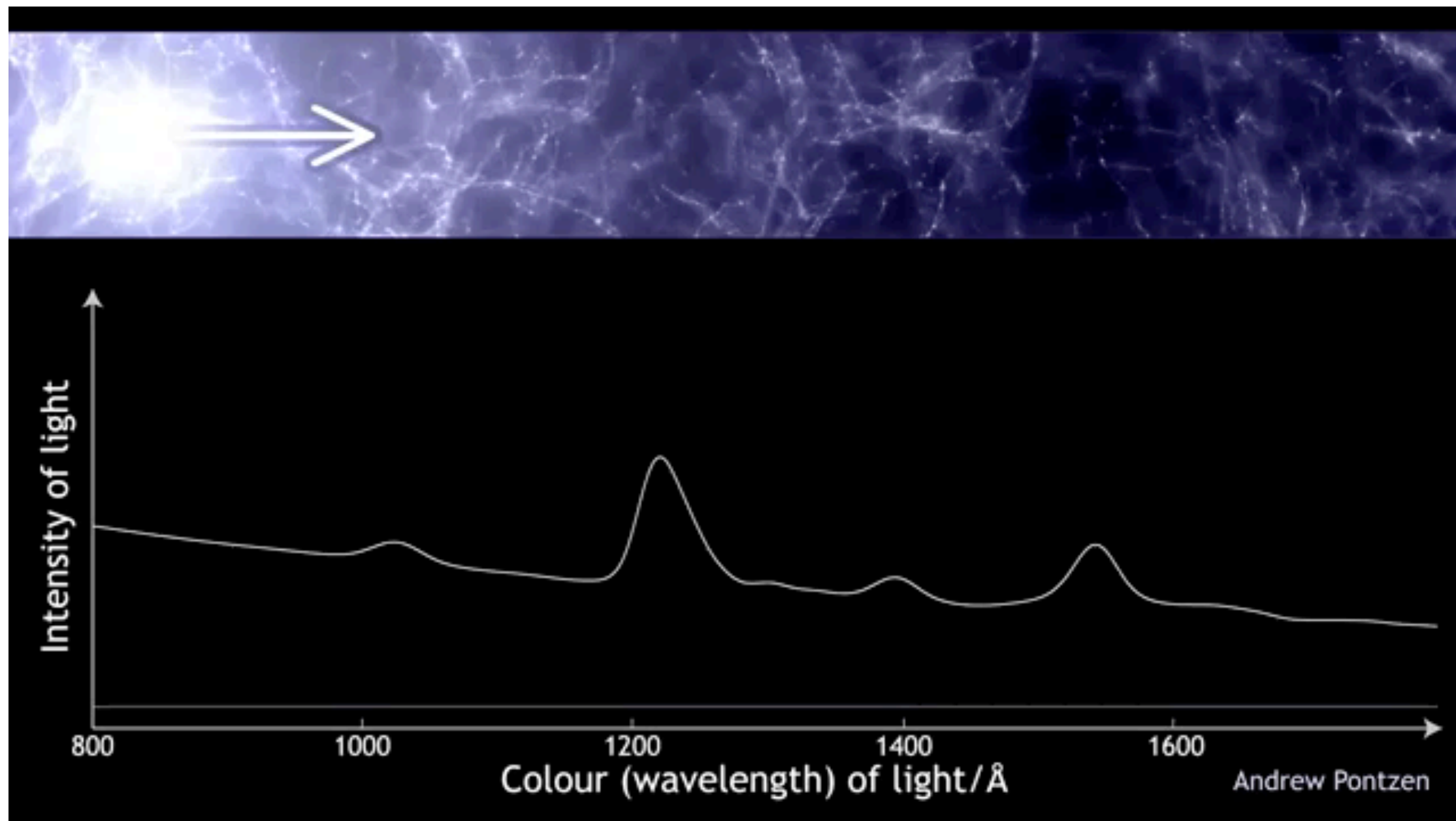
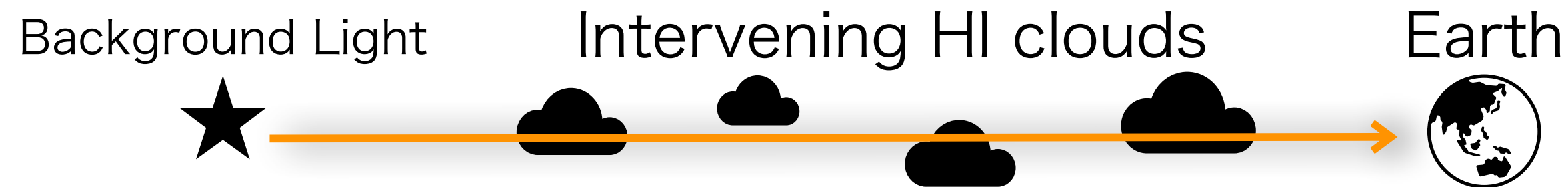
Matter Density

Stars (Galaxies)

Discordances of Overdensities Between LAEs and Other Galaxy Populations

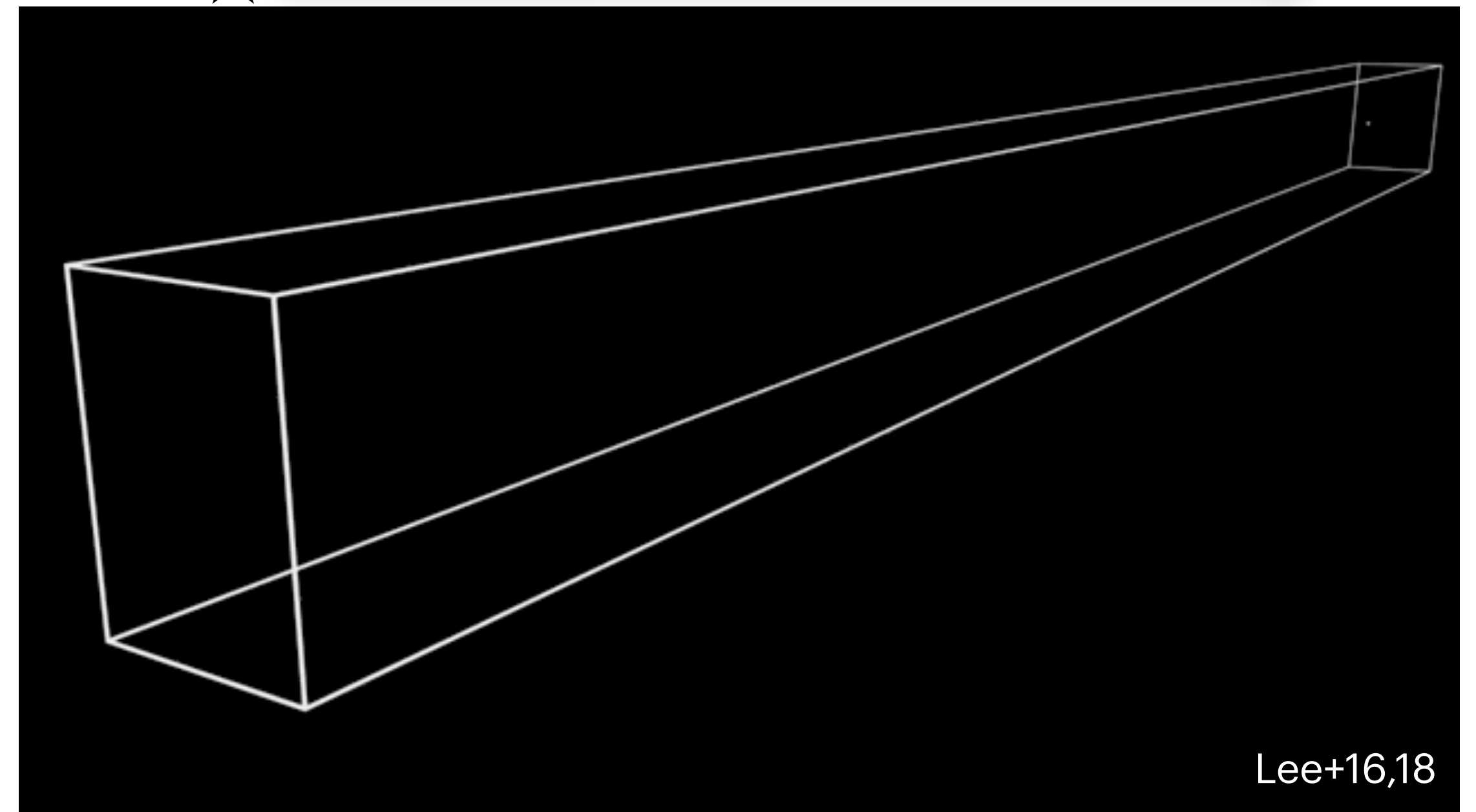


Neutral Hydrogen Gas By Ly α Tomography



Ly α forest absorption

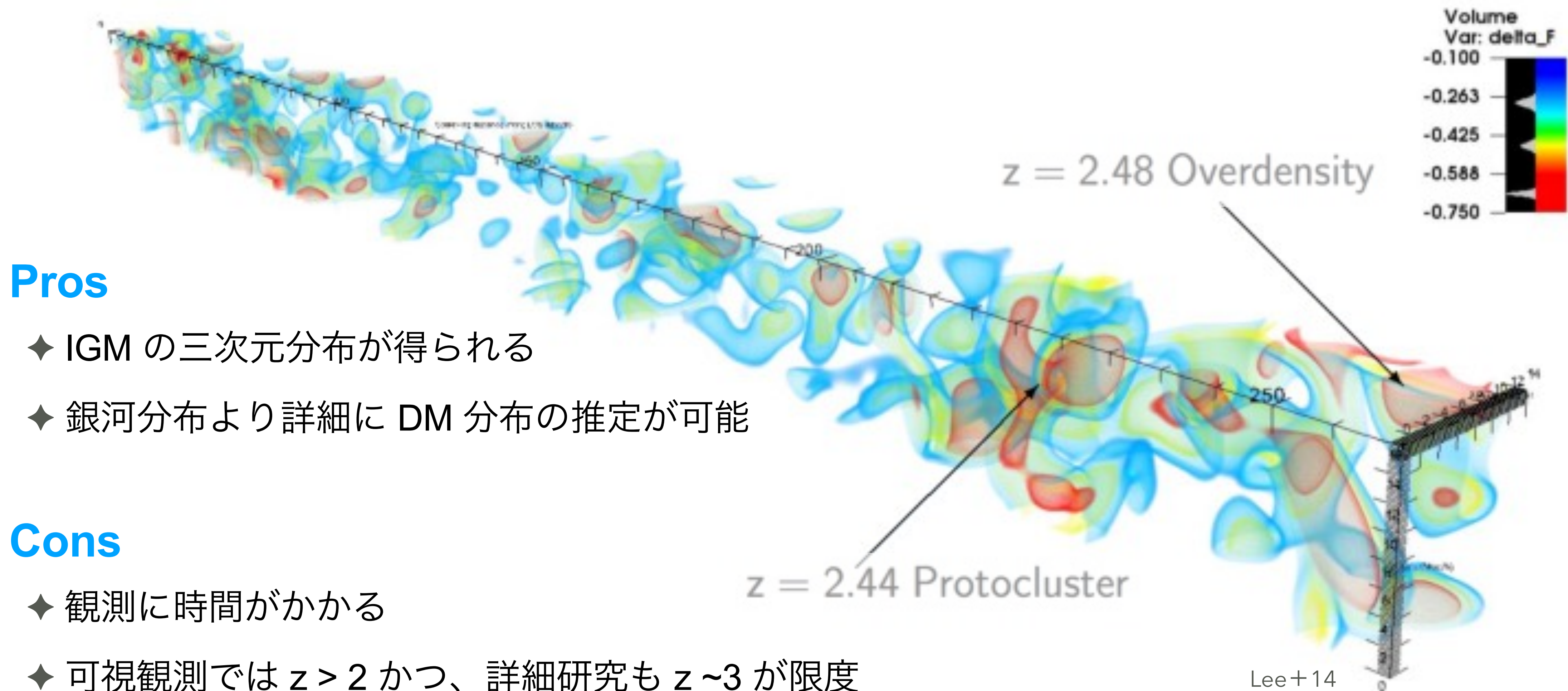
- ◆ IGM 中の HI 雲連によって生じる吸収線
※ IGM = intergalactic medium
- ◆ IGM の観測指標
- ◆ 基本得られるのは一視線の情報



Ly α forest tomography

- ◆ 複数視線から三次元的に Ly α forest absorption の分布を再現する手法
- ◆ LBG のような明るい銀河も背景視線として使用

Neutral Hydrogen Gas By Ly α Tomography



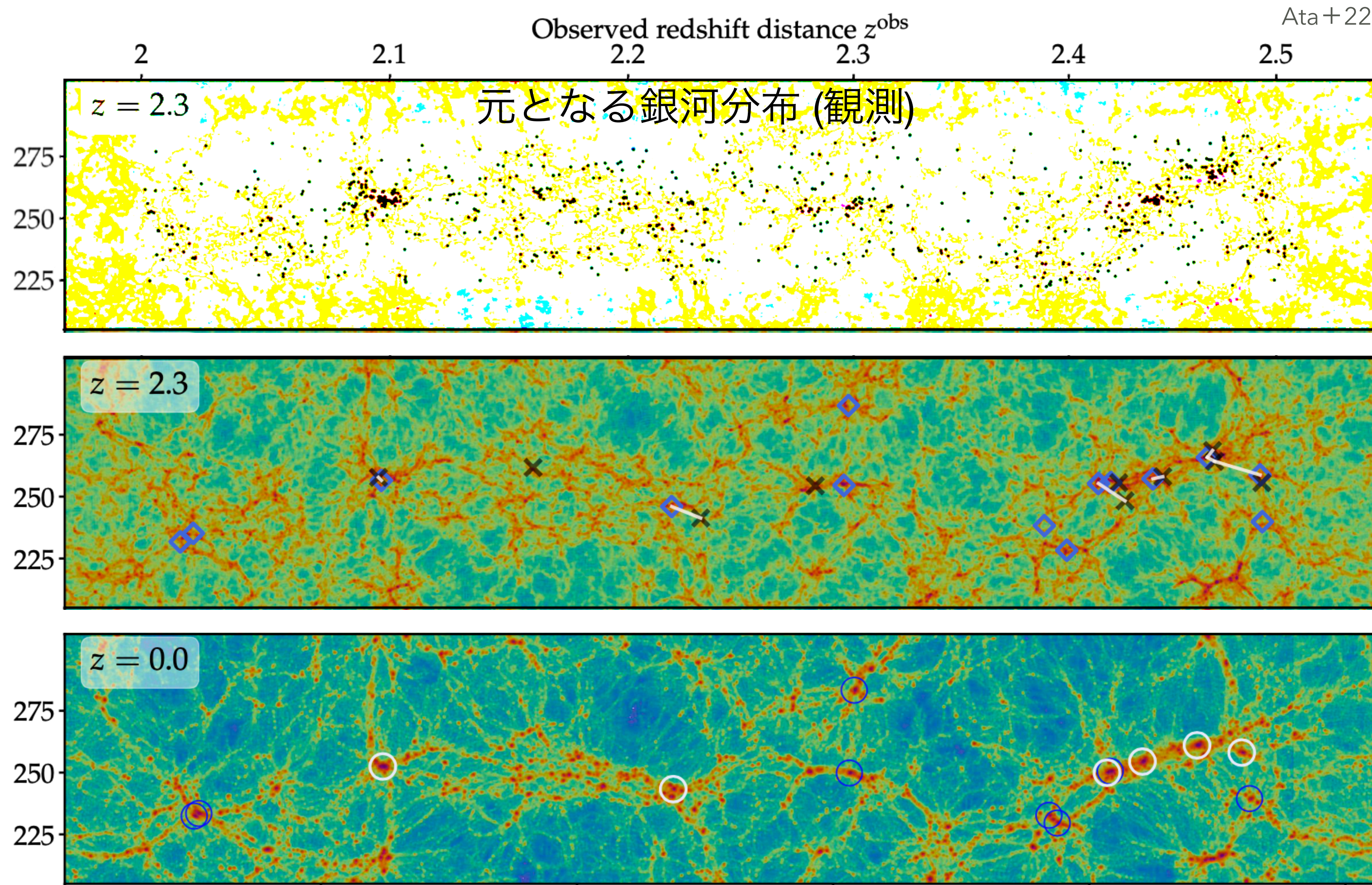
Pros

- ◆ IGM の三次元分布が得られる
- ◆ 銀河分布より詳細に DM 分布の推定が可能

Cons

- ◆ 観測に時間がかかる
- ◆ 可視観測では $z > 2$ かつ、詳細研究も $z \sim 3$ が限度

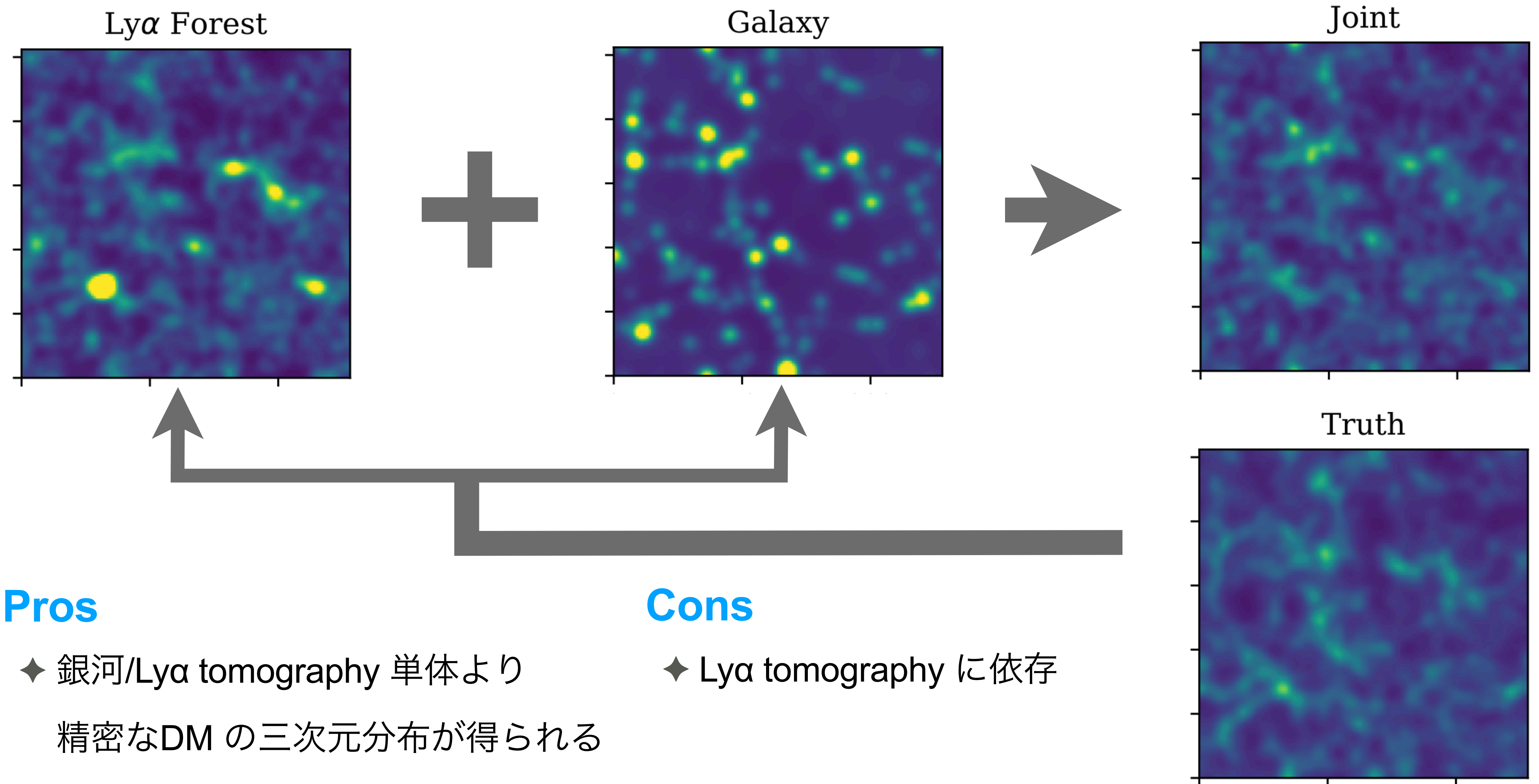
Matter Density Map From Obs. Through Numerical Technique



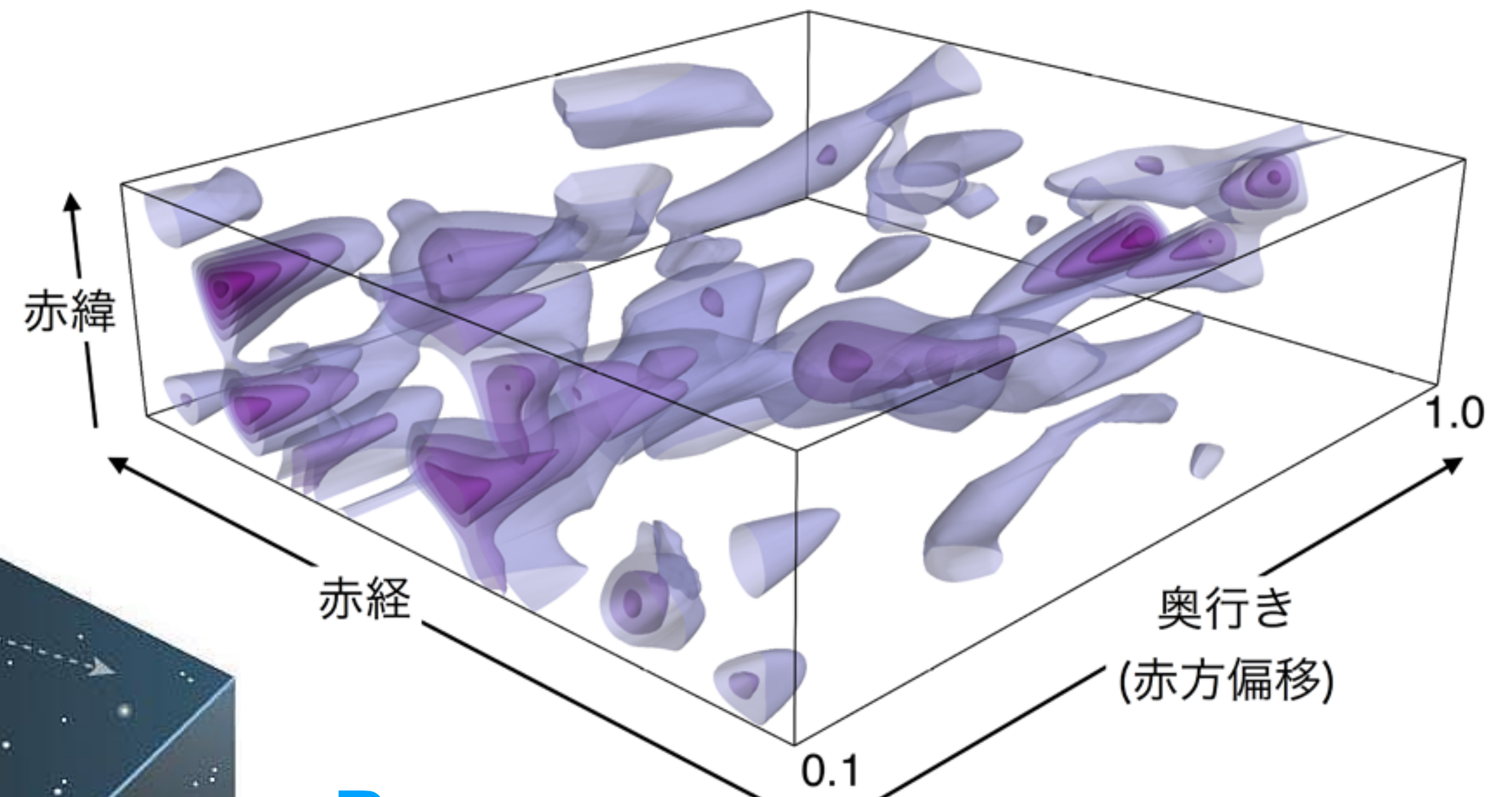
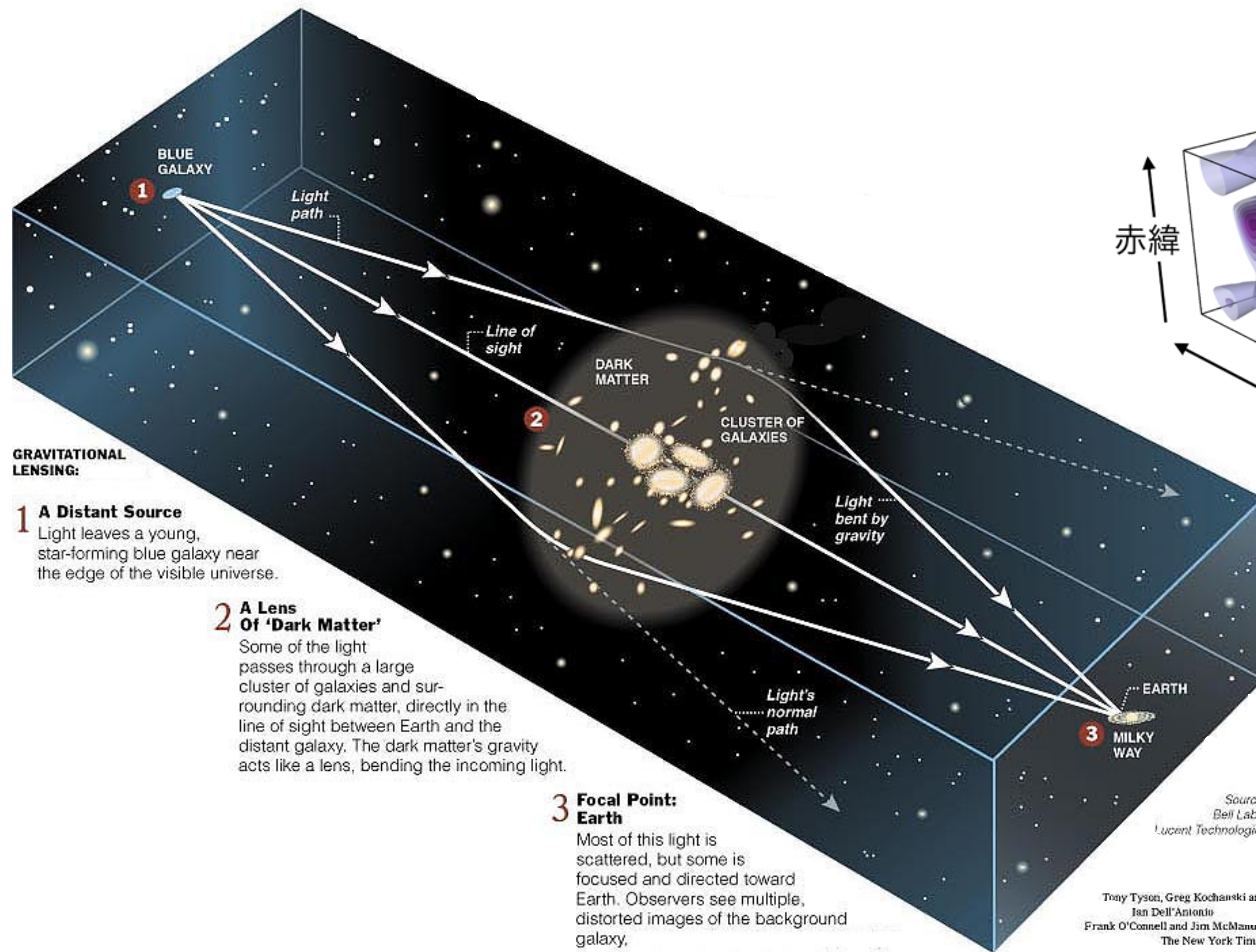
観測と一致する
Matter density を推定し
大規模構造を再現

構造の
過去・現在・未来
が推定できる

Matter Density Map From Obs. Through Numerical Technique



Direct Mapping To Matter Density By Weak Lensing



Pros

- ◆ DM の直接推定が可能

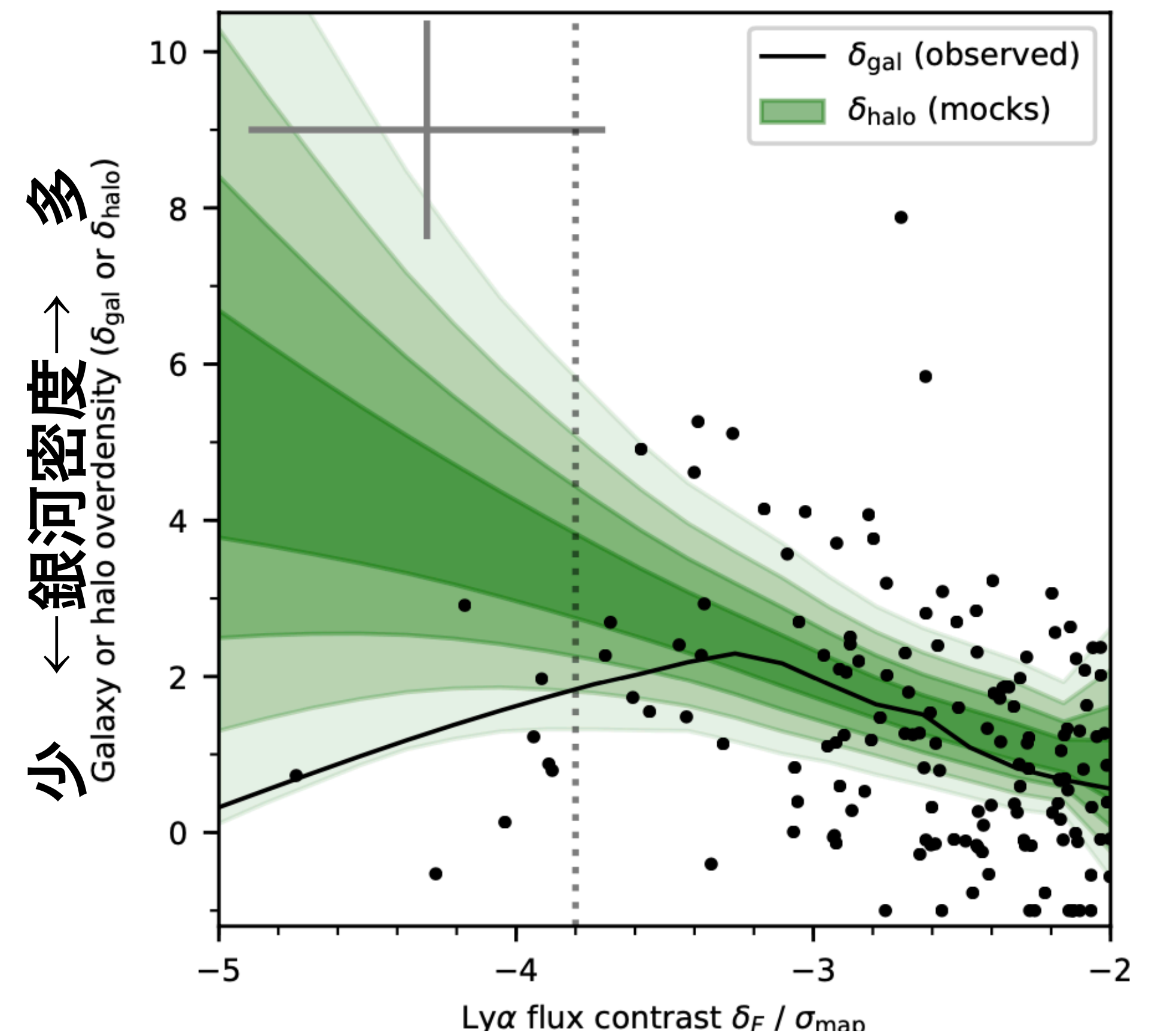
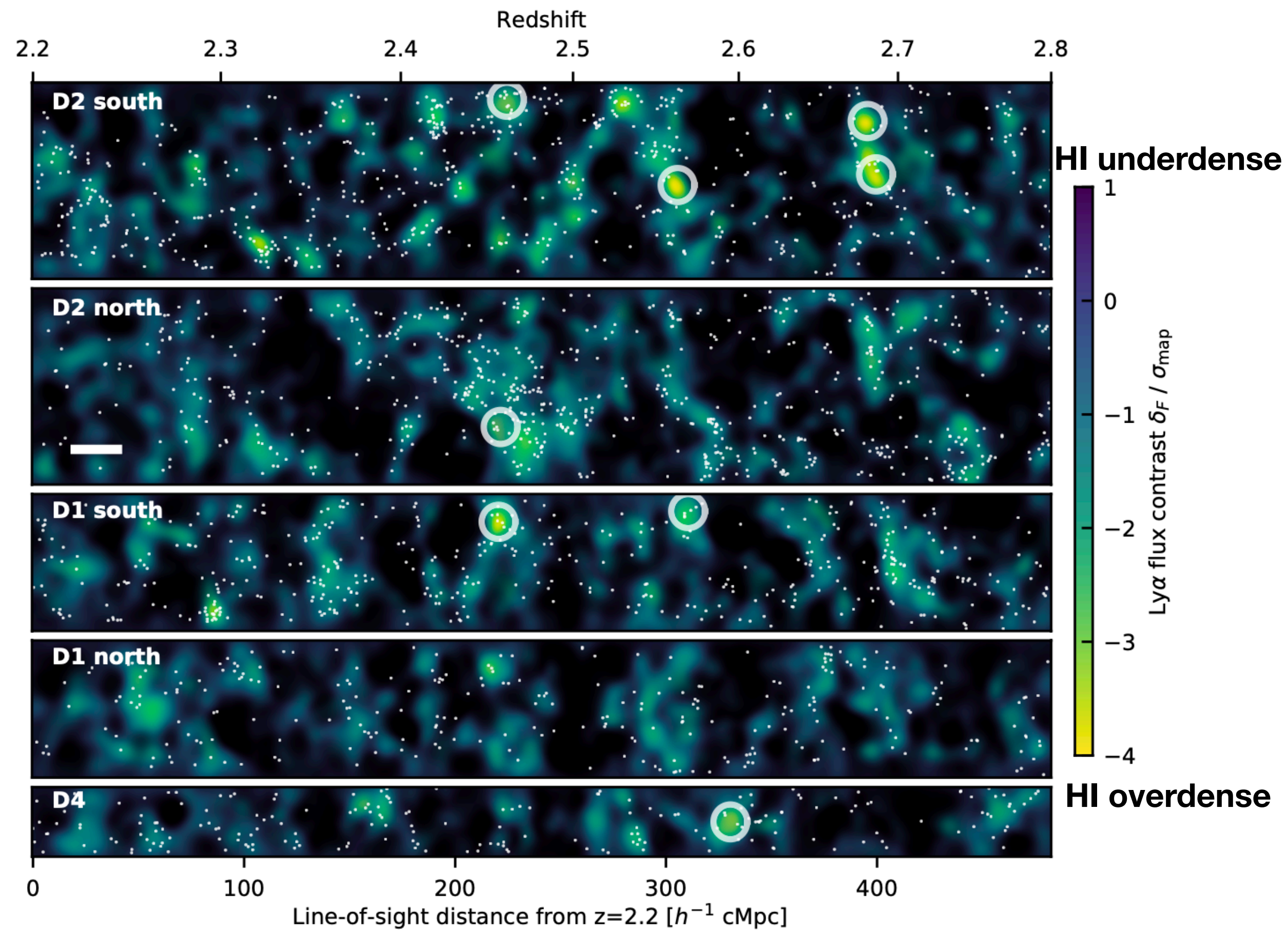
Cons

- ◆ 頑張って $z < 1.5$ くらいまでか
- ◆ Resolution は粗い

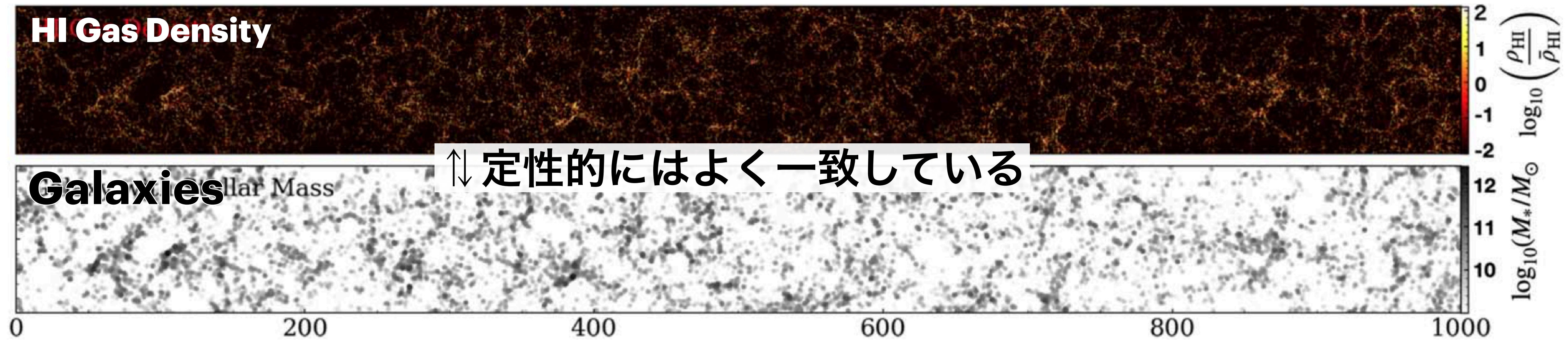
異なる観測指標による 大規模構造と銀河形成

1: Overdensities Found In Ly α Tomography

IGM 密度 map



2: Comparison of The Large-scale Structure by Tracers

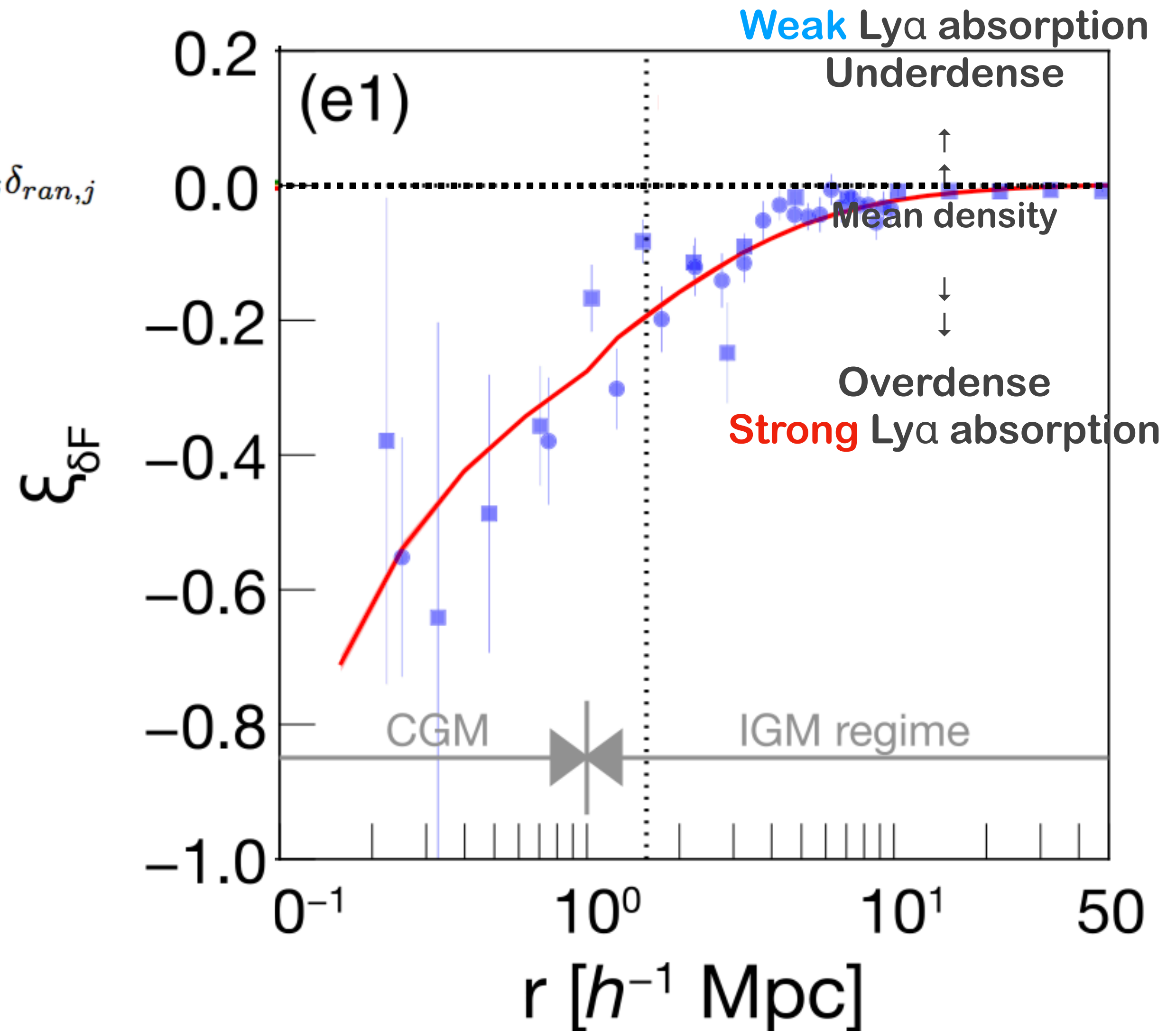
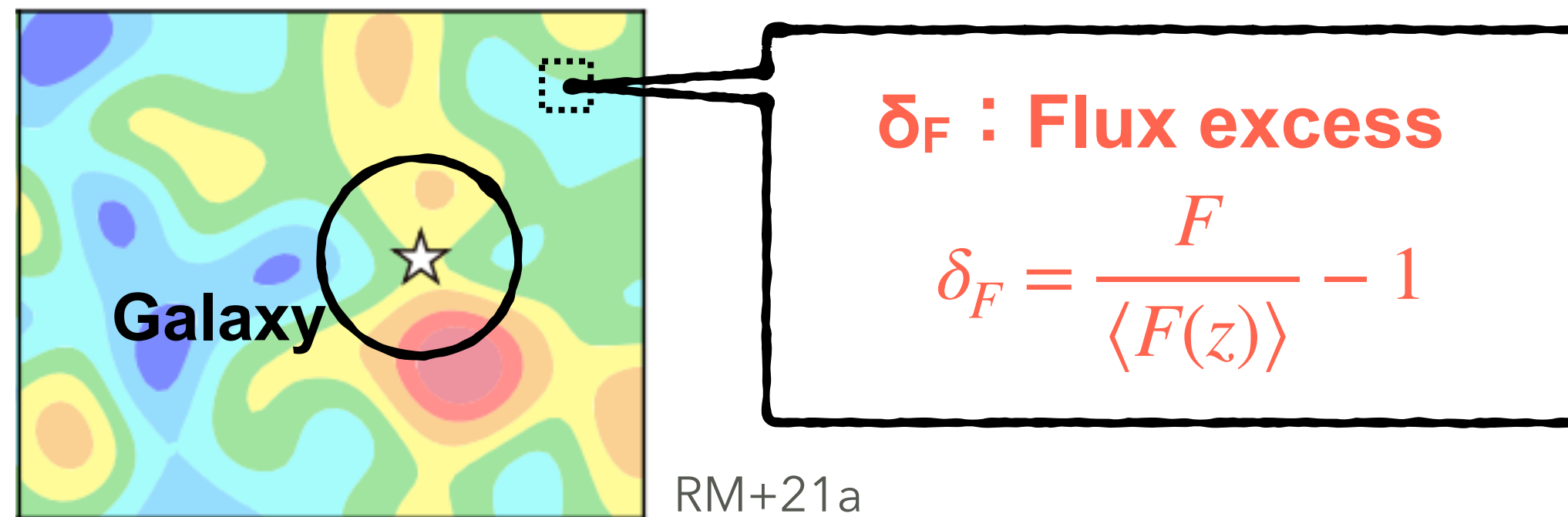


2: Cross-Correlation Between Ly α Forest and Galaxies

【Cross-correlation in Our Study】

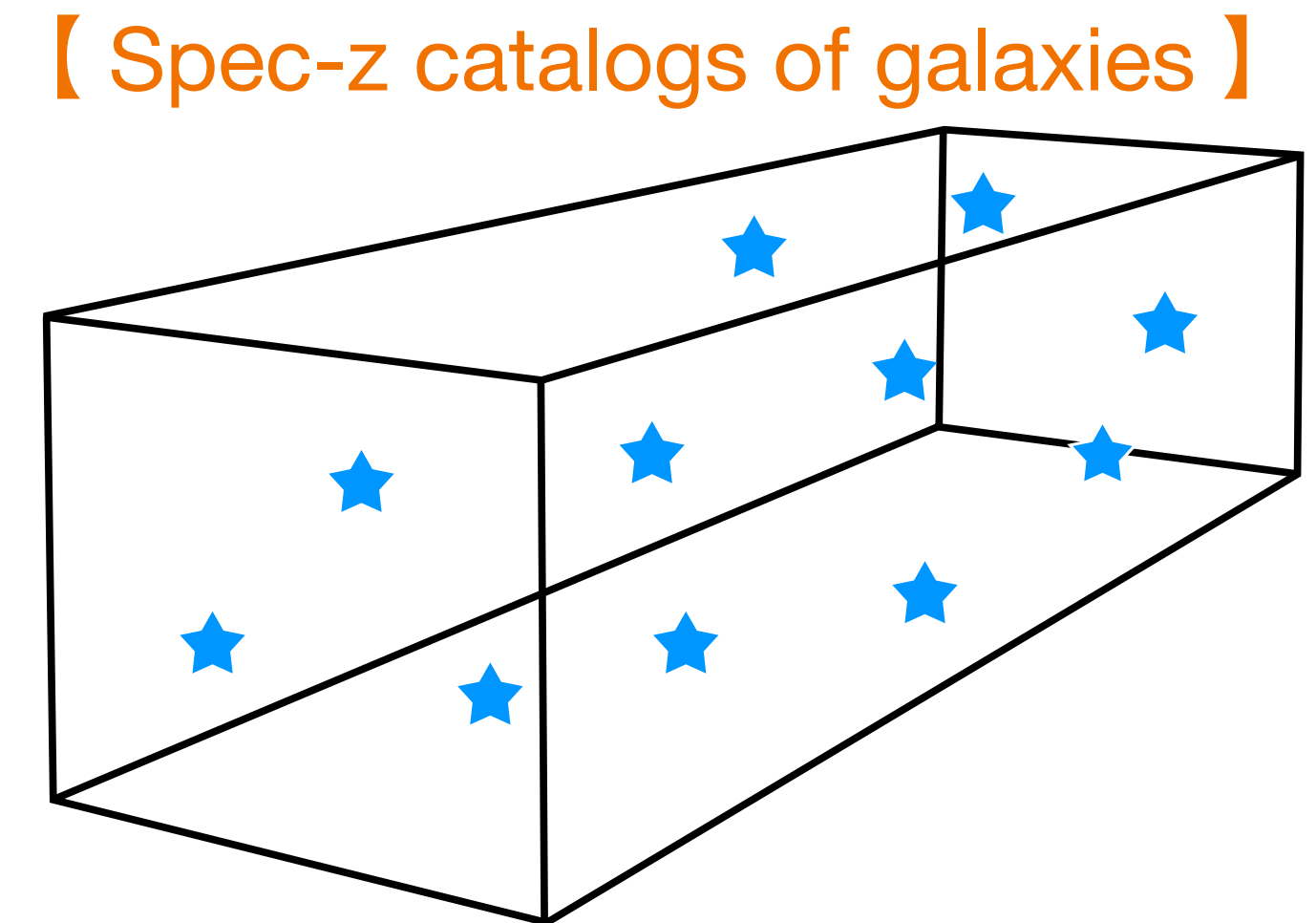
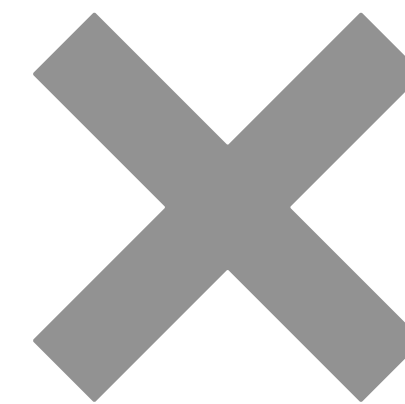
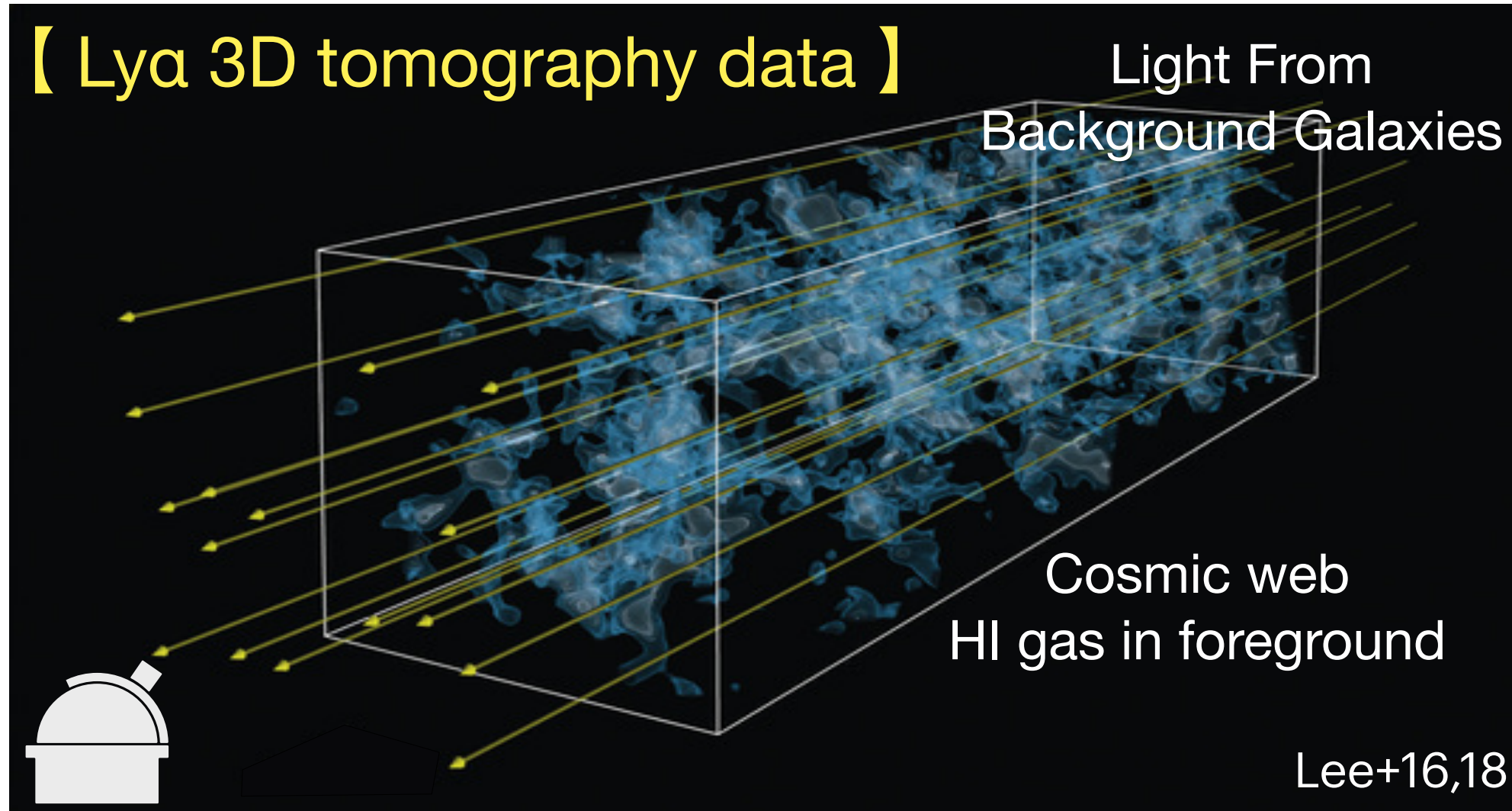
$$\xi_{\delta F}(r) = \frac{1}{\sum_{i=1}^{N(r)} \omega_{g,i}} \sum_{i=1}^{N(r)} \omega_{g,i} \delta_{g,i} - \frac{1}{\sum_{j=1}^{M(r)} \omega_{ran,j}} \sum_{j=1}^{M(r)} \omega_{ran,j} \delta_{ran,j}$$

【Projected Ly α Tomography Map】



2: Observational Data

The cross-correlation between Ly α 3D tomography map and galaxies

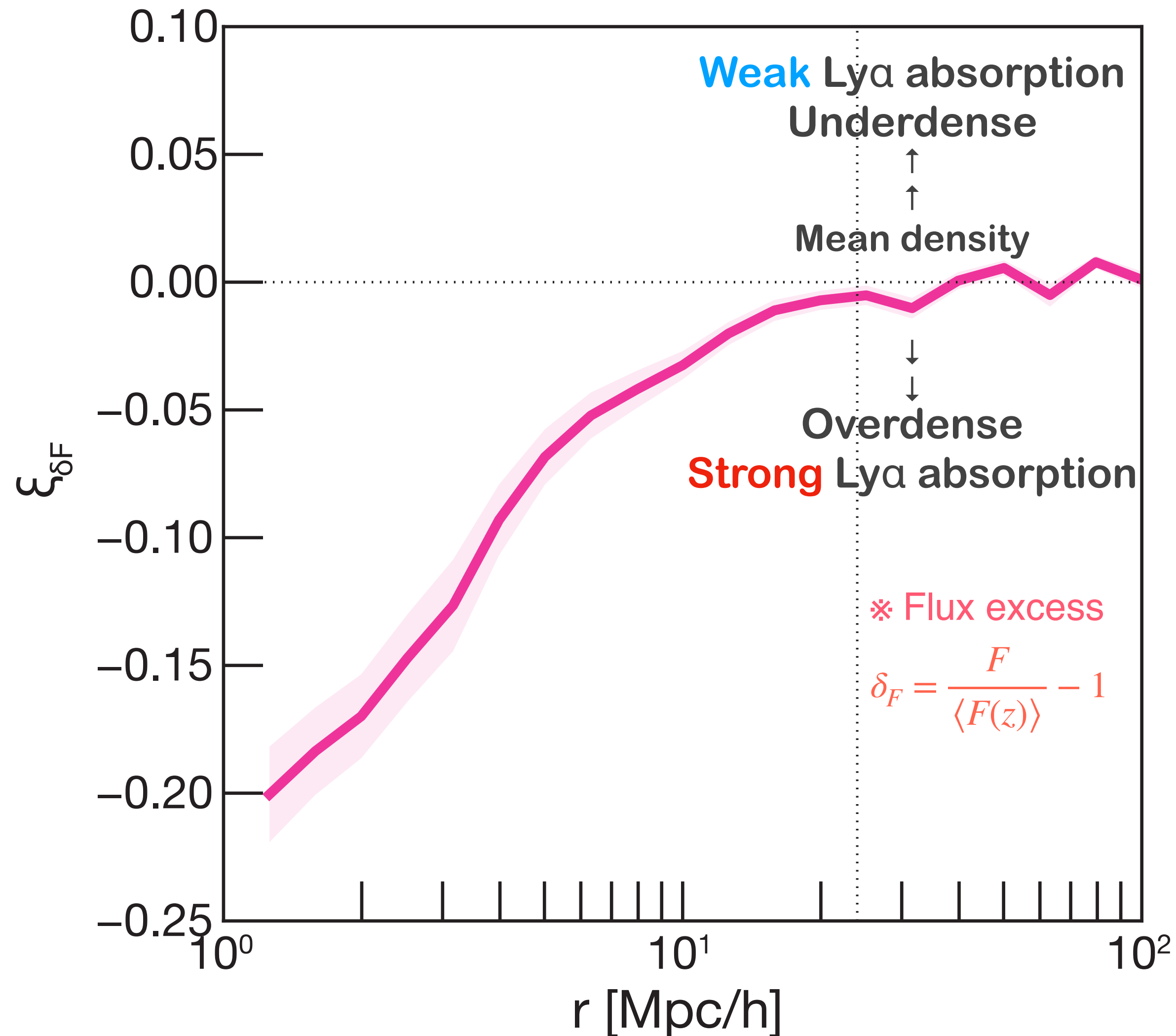


CLAMATO (Lee+16, 18)

- ◆ Footprint: 0.157 deg² in the COSMOS field
- ◆ Volume : $3.15 \times 10^5 \text{ h}^{-3} \text{ Mpc}^3$
- ◆ Redshift : $2.05 < z < 2.55$

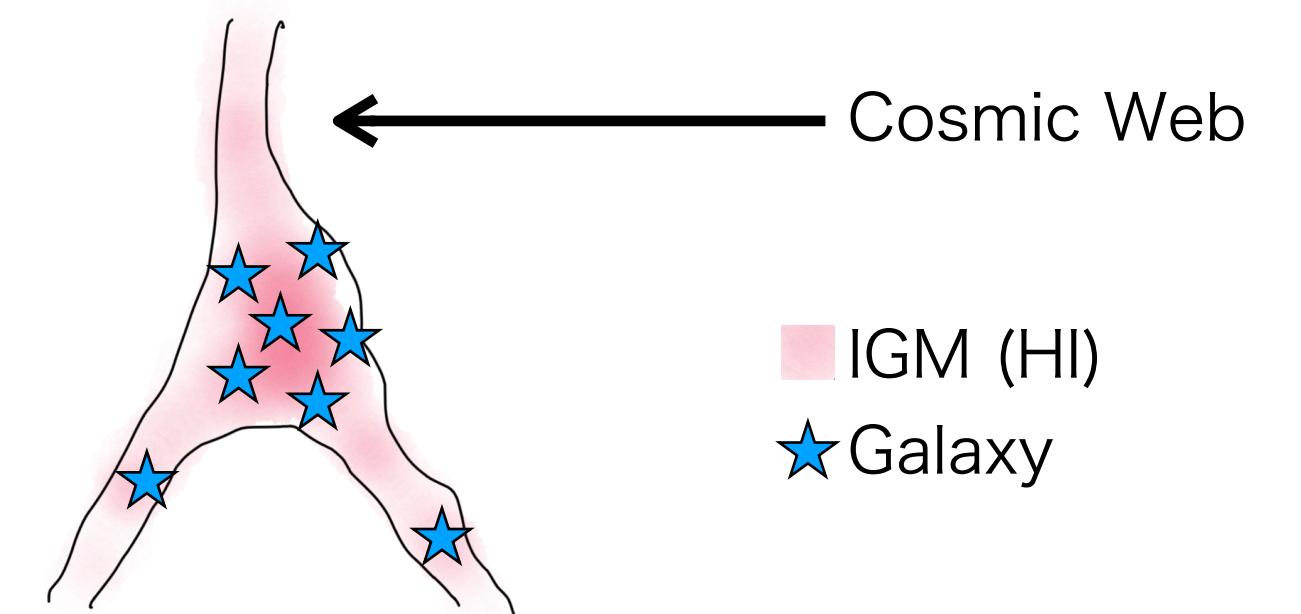
Population • Catalog	O3E	LAE	AGN
Number	85	19	21

2: Dependence on Galaxy Types: O3Es As A Typical SFGs

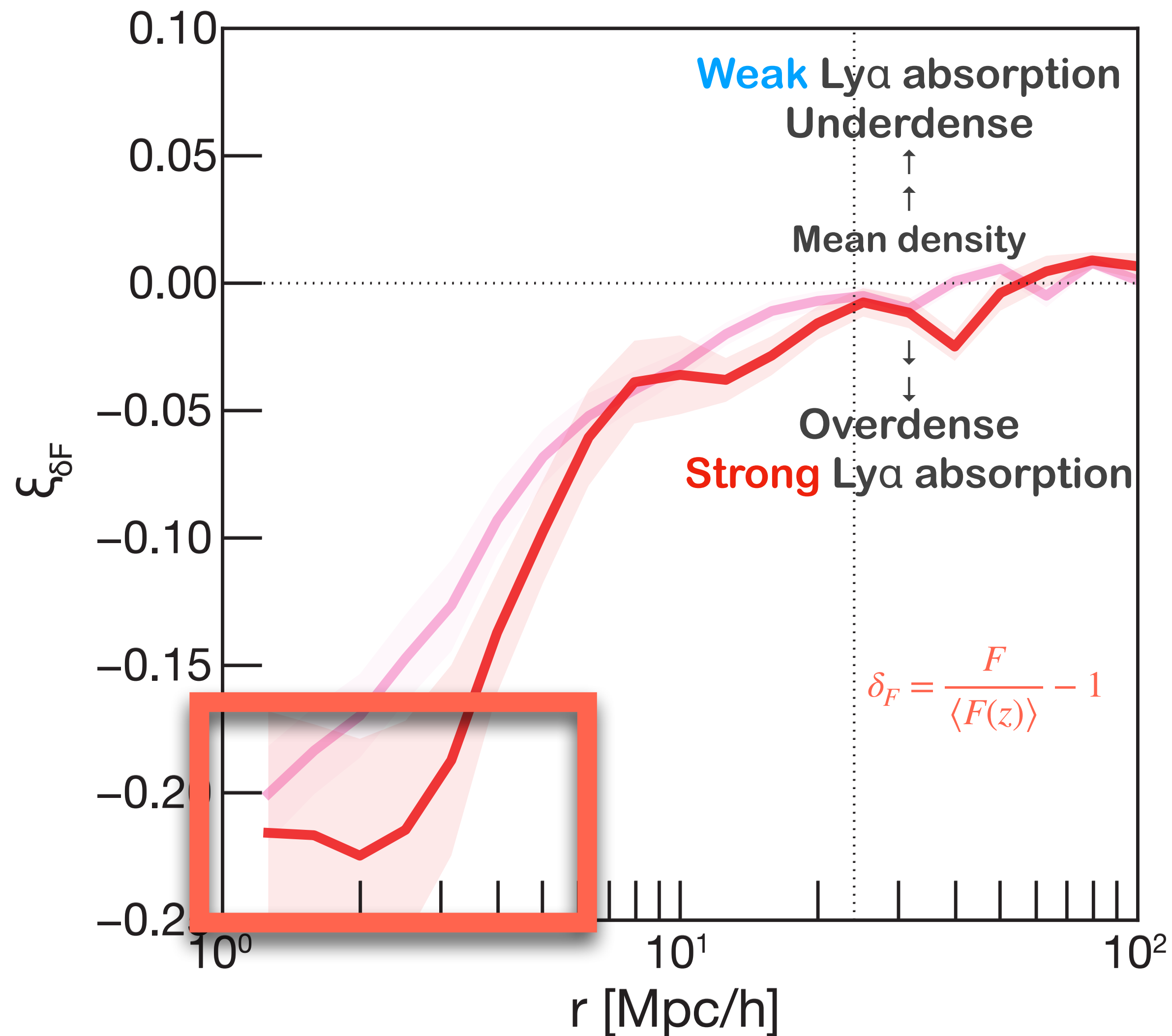


[OIII] emitters ($M_{\text{DH}} = 10^{11} - 10^{12} M_{\odot}$)

- ✦ Ly α absorptions は単調減少
- ✦ 銀河の分布は IGM 分布とよく一致

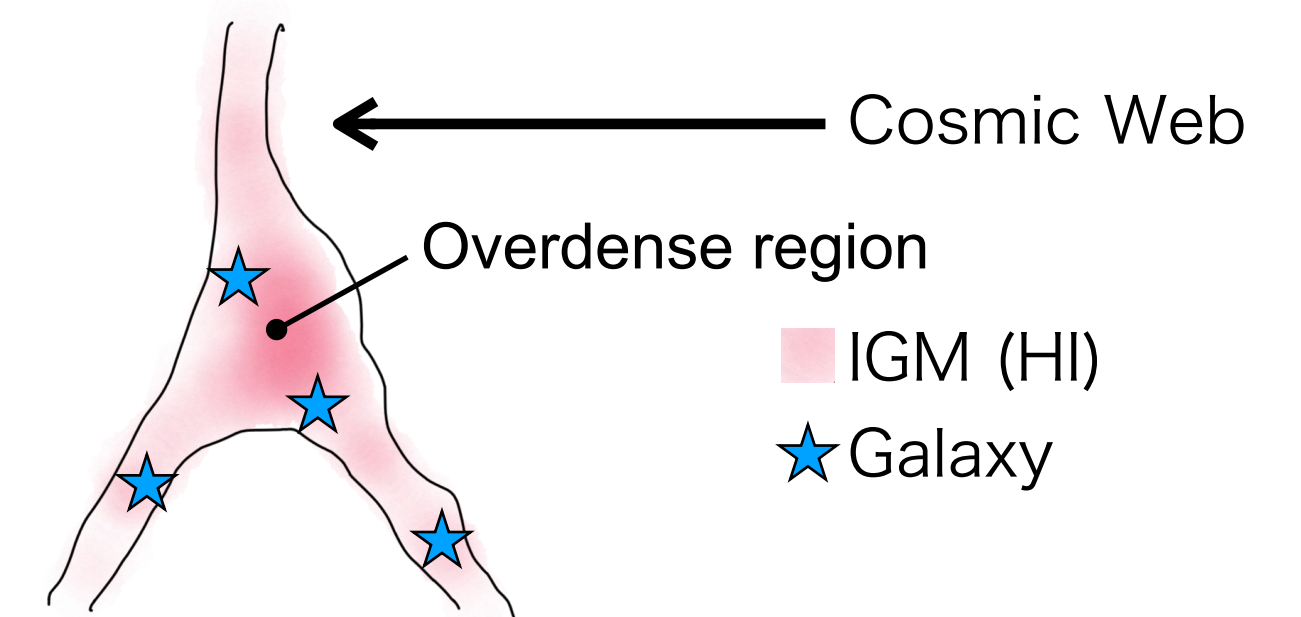


2: Dependence on Galaxy Types: LAEs

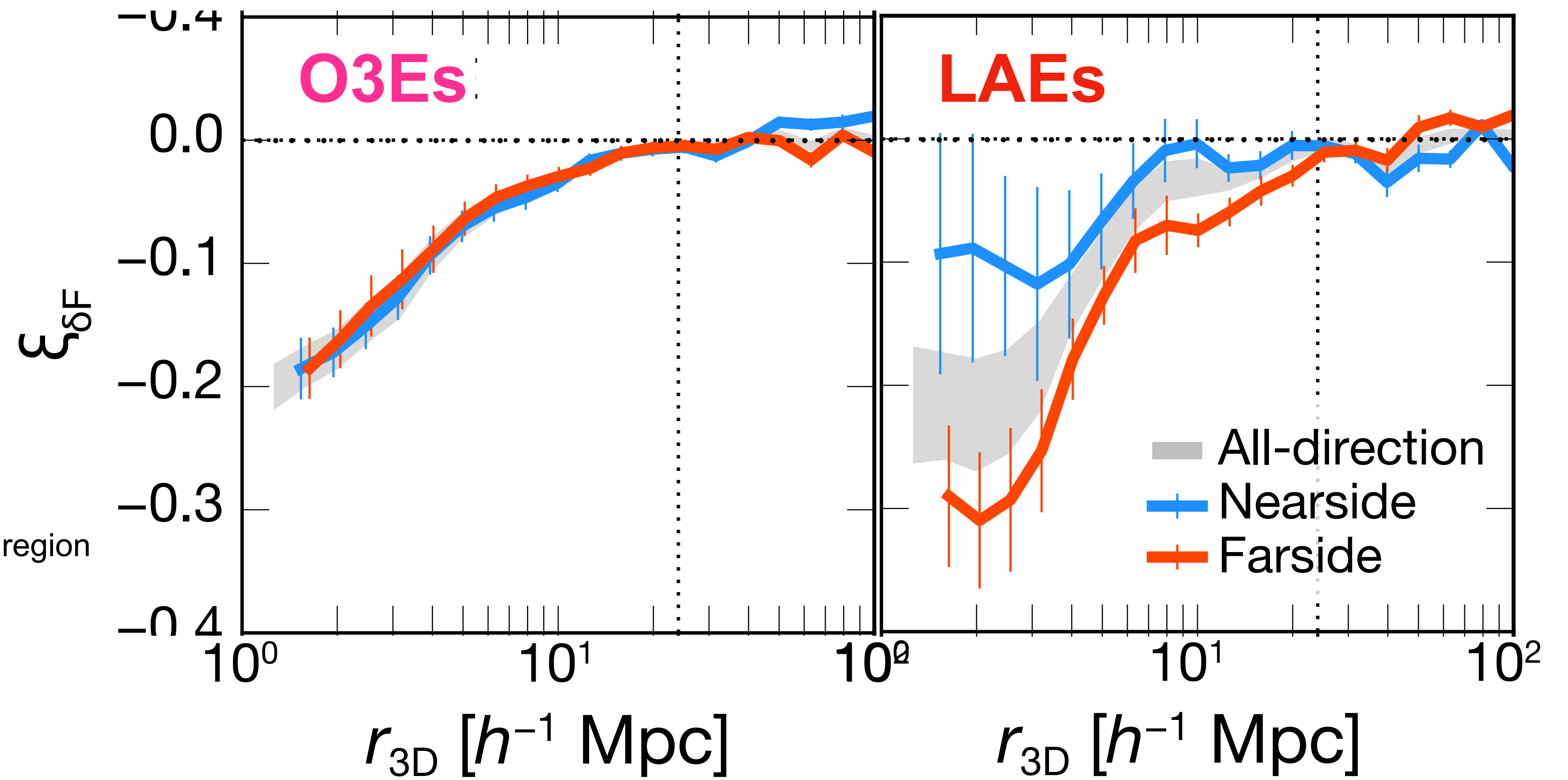
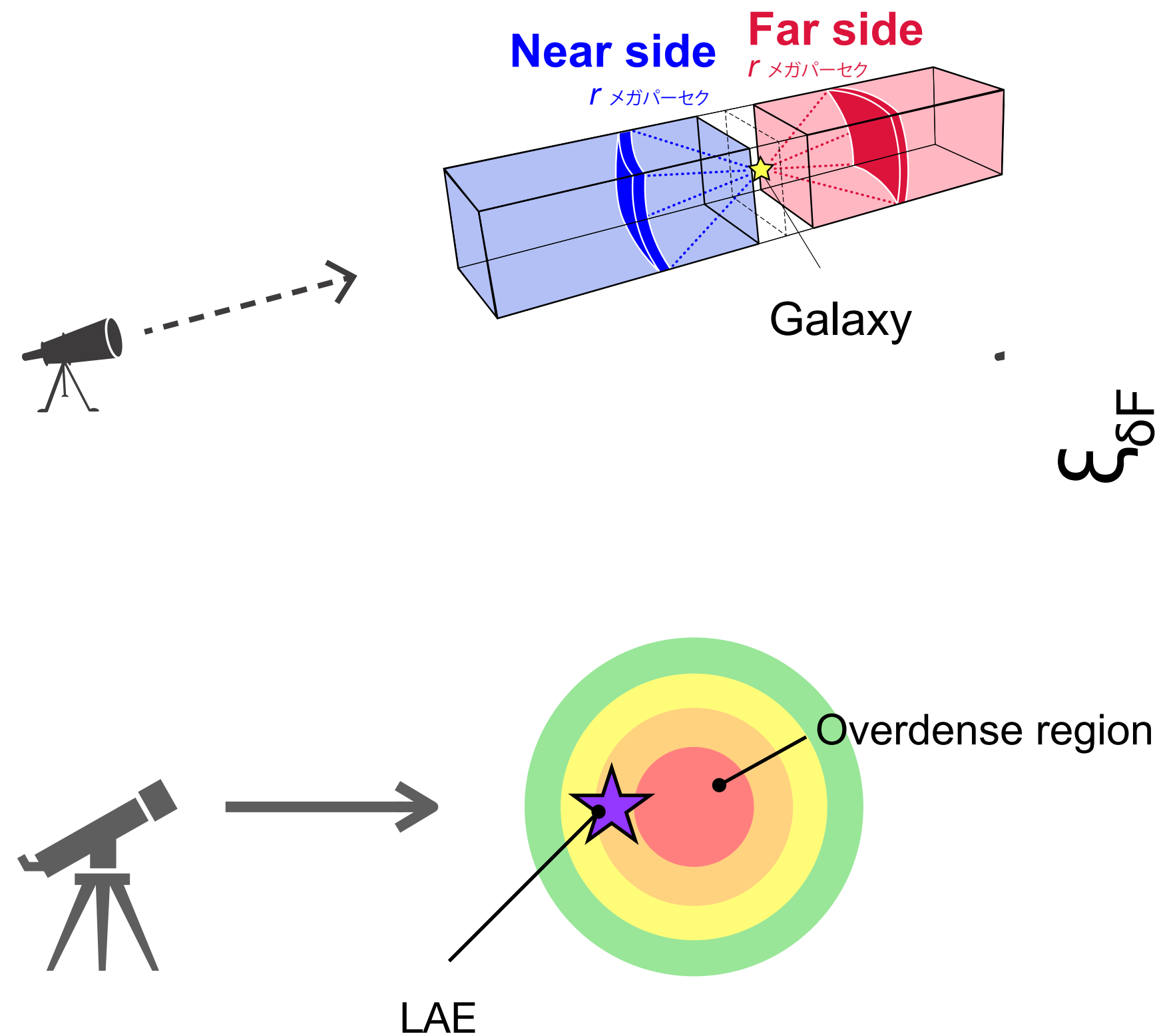


Ly α emitters ($M_{\text{DH}} = 10^{10} - 10^{11} M_{\odot}$)

- ◆ 全体的には O3E の CCF と似ている
- ◆ 中心 4 Mpc にわたる強い Ly α 吸収の検出
- ◆ LAEs は IGM の高密度領域から数 Mpc 離れて分布



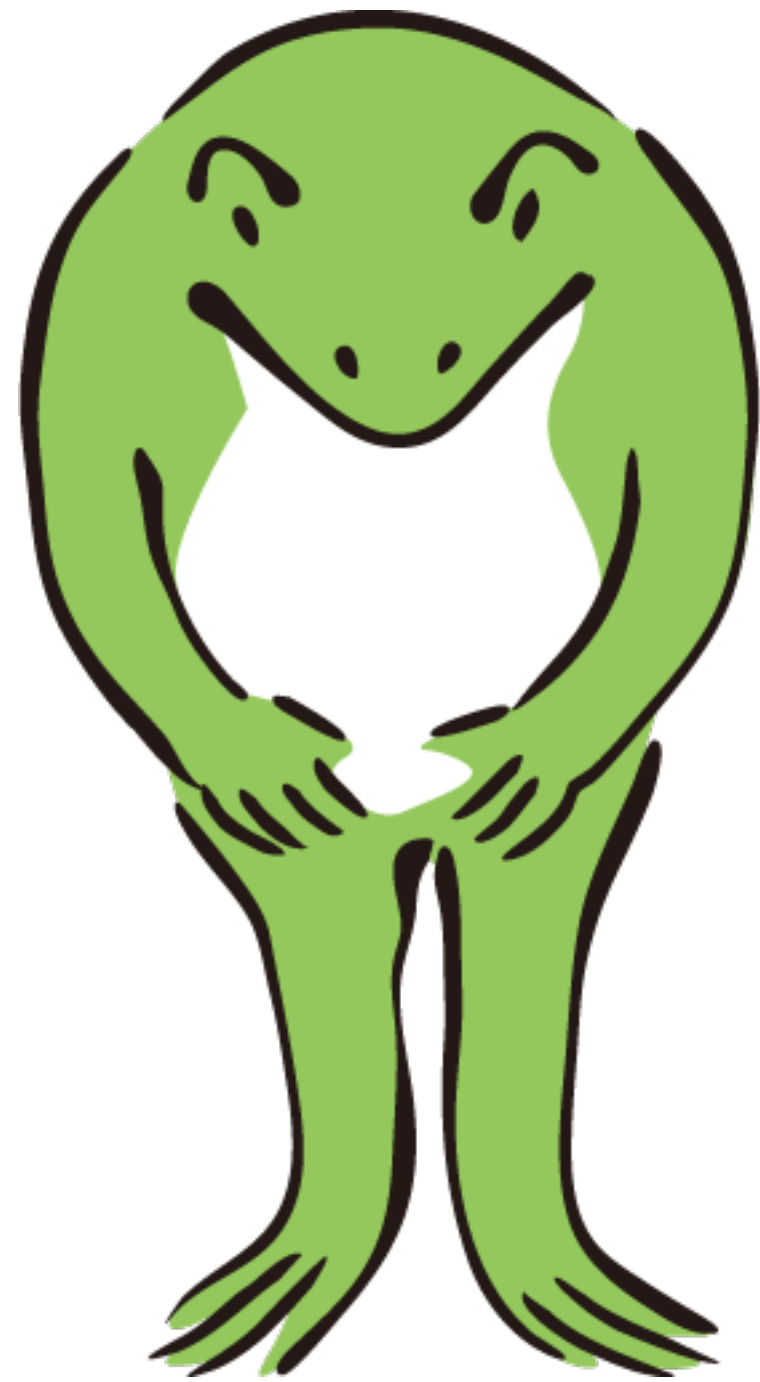
2: Results of LoS Directions



➡ LAEs は高密度領域の手前に分布している傾向

- ◆ **O3E**: Near side と far sides で CCF に違いはない
- ◆ **LAE**: Near side の signal が far side より弱い

3: Galactic Properties On The Cosmic Web At $Z = 2$



こちらの結果は
まだ公開できません。
ご了承ください。

Summary

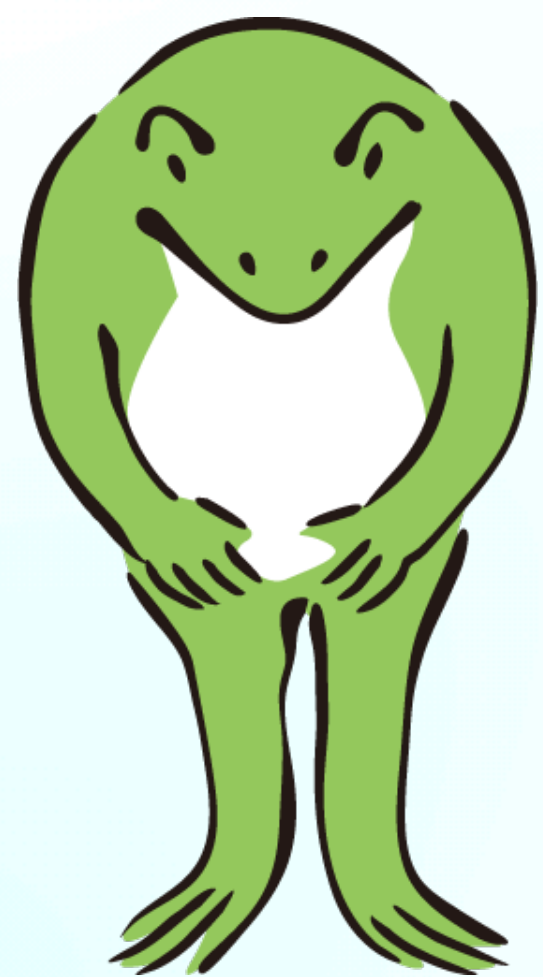
大規模構造を観測的に推定するには？

- ◆ 銀河の分布を用いるのが主流だが、LAE のように他の銀河種族の分布と異なる場合も
- ◆ 銀河以外にも、Ly α tomography による中性水素ガス分布、simulation を組み合わせた DM map、Weak lensing による DM direct map などある

銀河以外を指標とした大規模構造の研究から何がわかりつつあるか？

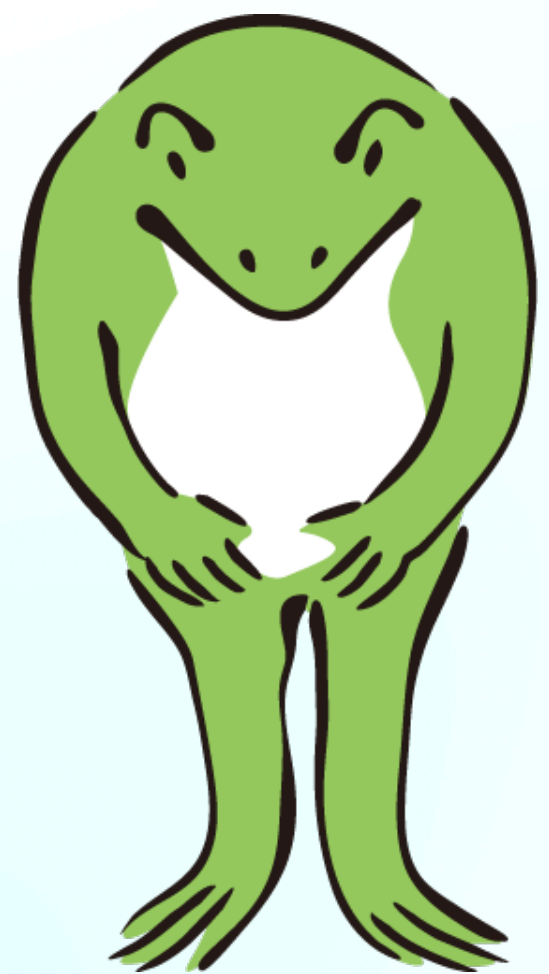
- ◆ Ly α tomography : UV で明るい銀河が少ない IGM overdense region の発見
- ◆ 観測指標に依存し、overdense region の手前側にバイアスされた銀河分布
- ◆ $z = 2$ における major な銀河形成の driver は mass だが、high-mass かつ high-dense は environment も効く (overconsumption を示唆か)

ライフワークバランス



こちら講演時のみの
公開とさせていただきます。
ご了承ください。

海外での研究生生活



こちら講演時のみの
公開とさせていただきます。
ご了承ください。

まとめ

大規模構造と銀河形成

- ◆ 銀河以外のトレーサーも注目されている → Ly α tomography, Reconstructed map
- ◆ 銀河以外の視点で大規模構造を見ると、銀河形成に関する新たな知見が得られる

ライフワークバランス

- ◆ 家族の事情に合わせて協力する

海外での研究生生活

- ◆ 必須ではないが得るものはたくさんある

自分の体は何より大切
困ったことがあったら
信頼できる人に相談しよう
無理せず楽しく研究しよう

個人の見解だよ！

