

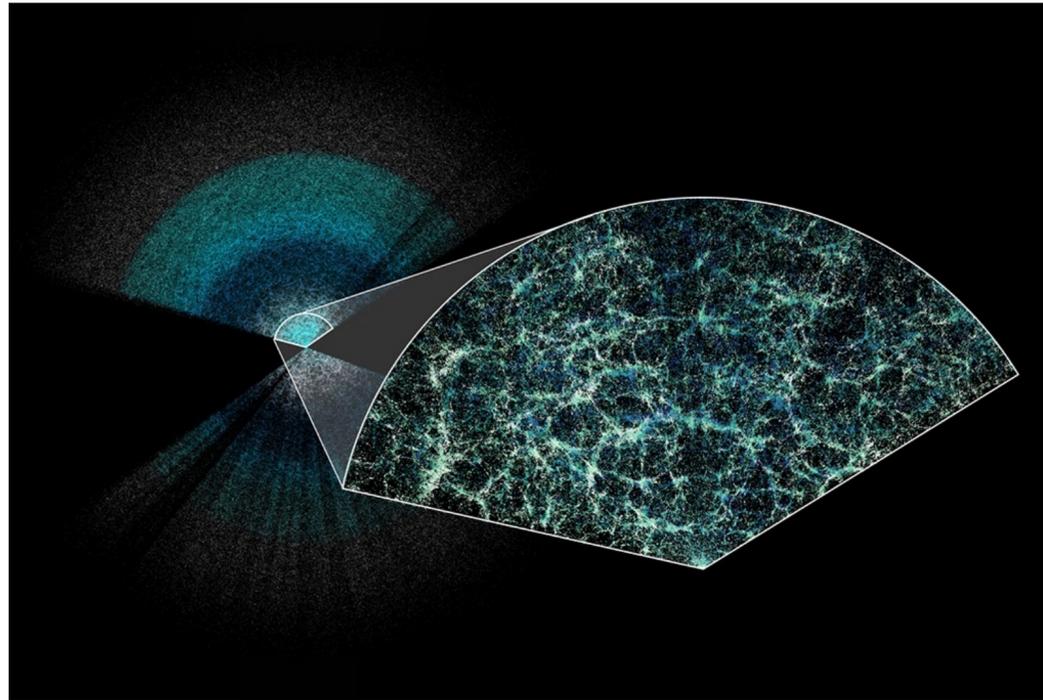
# すばる望遠鏡を用いた高赤方偏移宇宙論

宮武広直 (名古屋大学KMI)

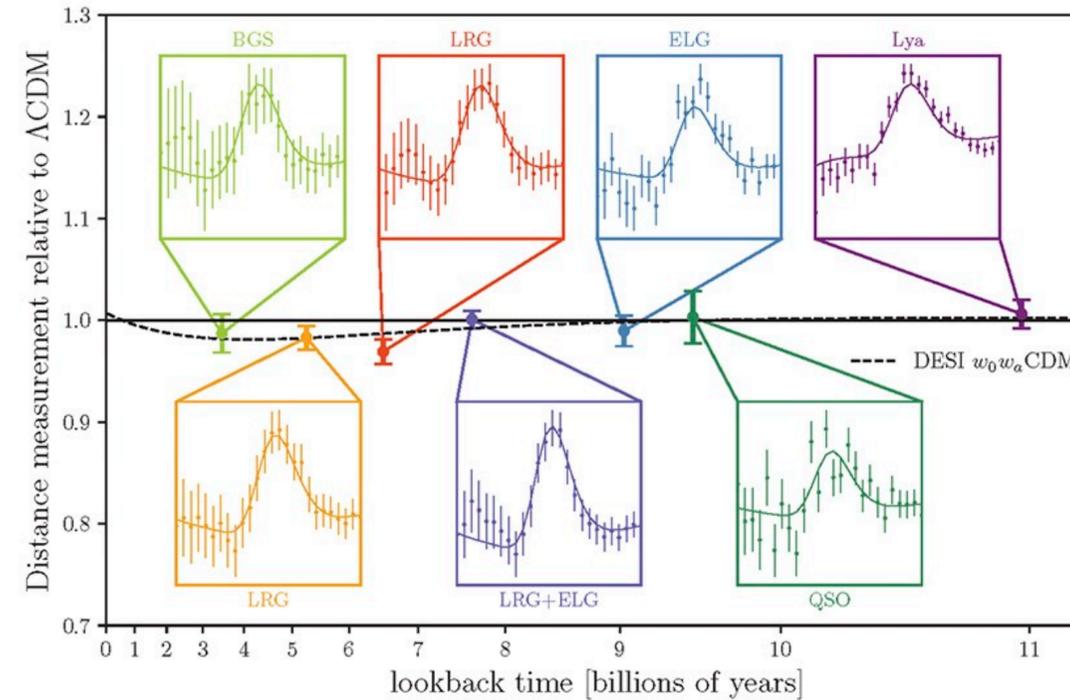
2025年度 光赤天連シンポジウム

2025年11月6日、キャンパスプラザ京都

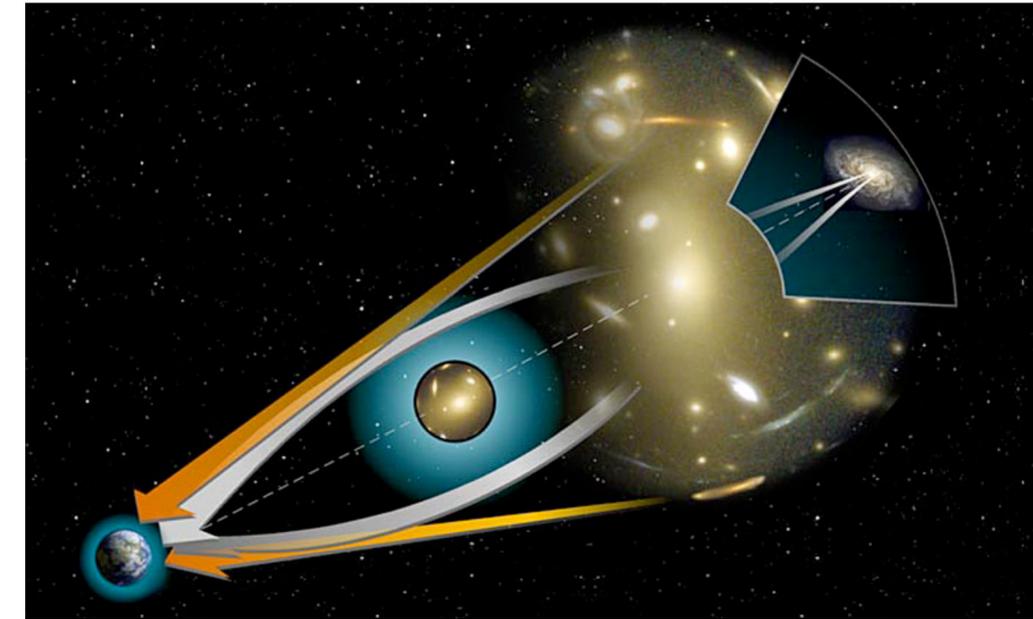
# 宇宙の大規模構造を用いた宇宙論



Credit: Claire Lamman/DESI collaboration



Credit: Arnaud de Mattia/DESI collaboration



- 宇宙の大規模構造の進化は宇宙論パラメータに敏感  
例) 暗黒エネルギーの量が多くなると構造が成長しづらい
- 宇宙の初期条件はわからない→統計量(2点相関など)を用いる。例) バリオン音響振動
- 宇宙の暗黒物質分布は直接観測できない→重力レンズ効果を用いる

# 宇宙の大規模構造を用いた宇宙論

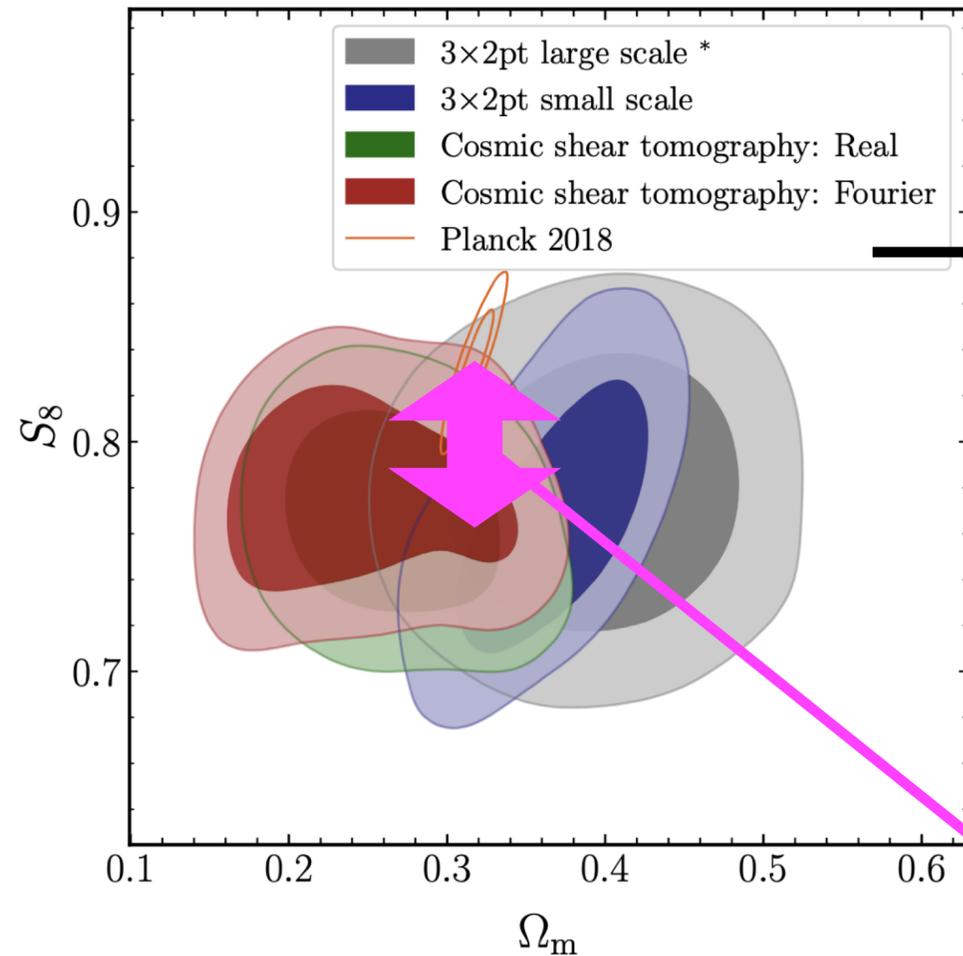
2020

2025

2030

2035

HSC SSP



HSC 3年目の結果: 重力レンズ

Planck: CMB Planck Collaboration (2018)

Dalal et al. (2025)

Li et al. (2025)

Miyatake et al. (2025)

Sugiyama et al. (2025)

$\sigma_8$ : 現在の宇宙構造の凸凹度合い

$\Omega_m$ : 物質のエネルギー密度

$$S_8 \equiv \sigma_8 \sqrt{\Omega_m / 0.3}$$

$S_8$ テンション: 標準宇宙論の破れ?

# 宇宙の大規模構造を用いた宇宙論

2020

2025

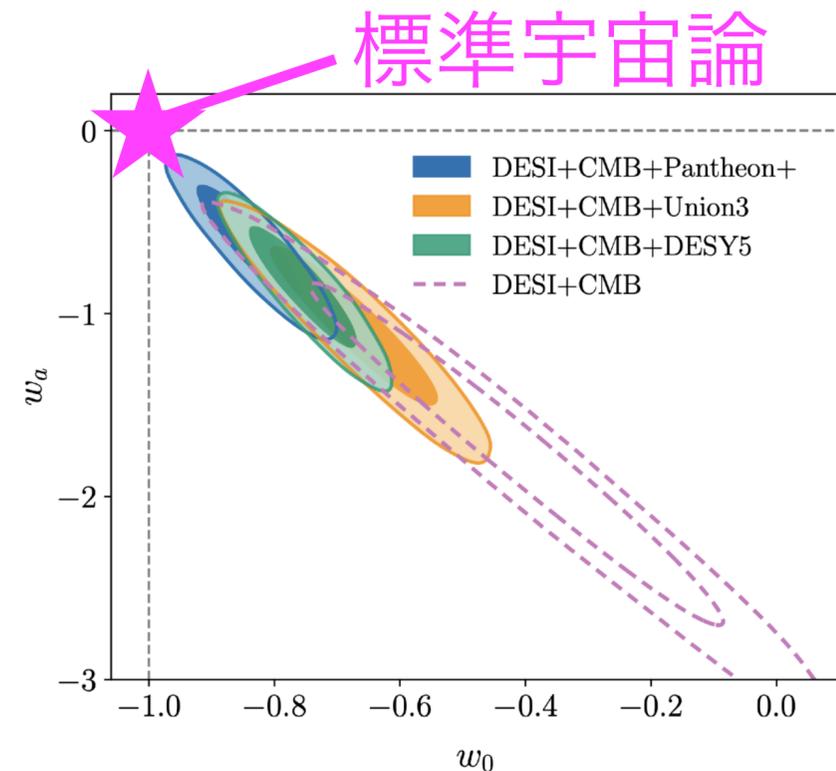
2030

2035

HSC SSP

DESI (0.1 < z < 1.6)

Broad-band Imaging  
Spectroscopic  
BB Imaging + Spec



DESI collaboration (2025)

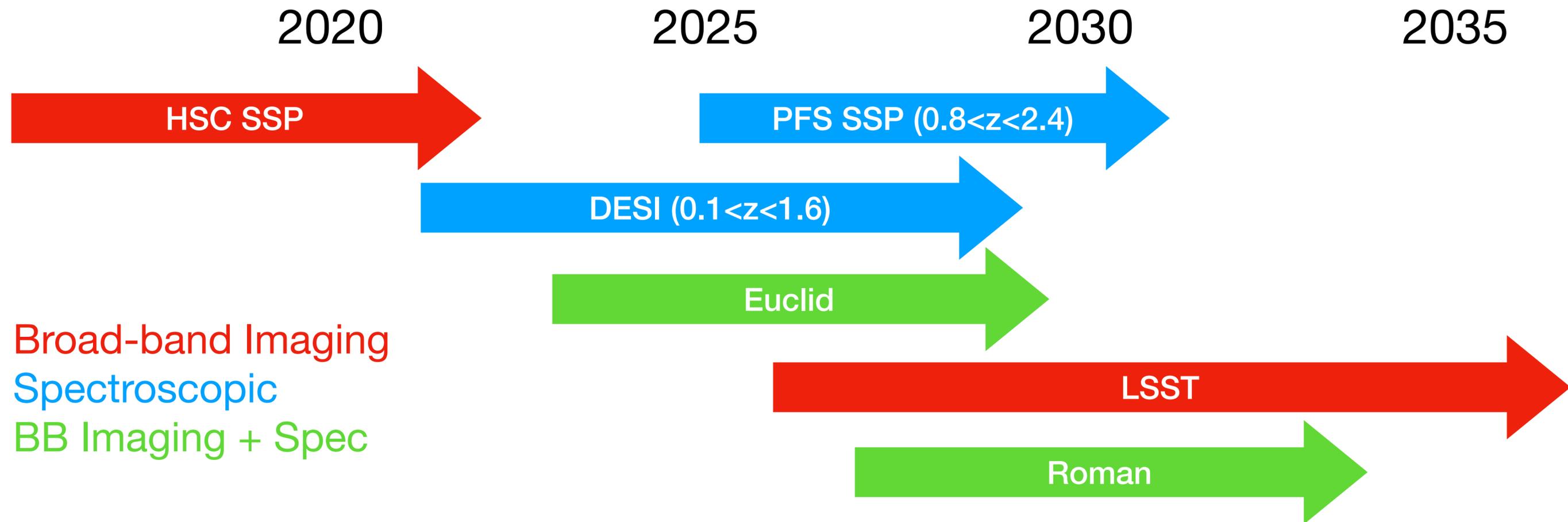
暗黒エネルギーの状態方程式

$$w(a) = w_0 + (1 - a)w_a$$

定数

時間依存

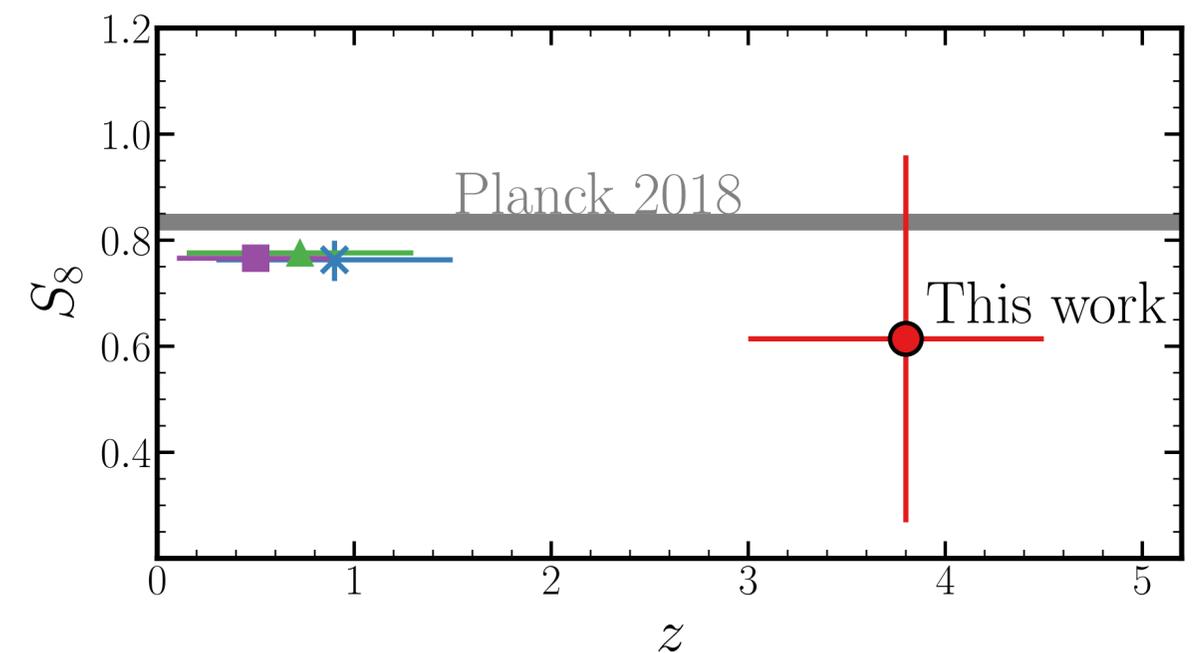
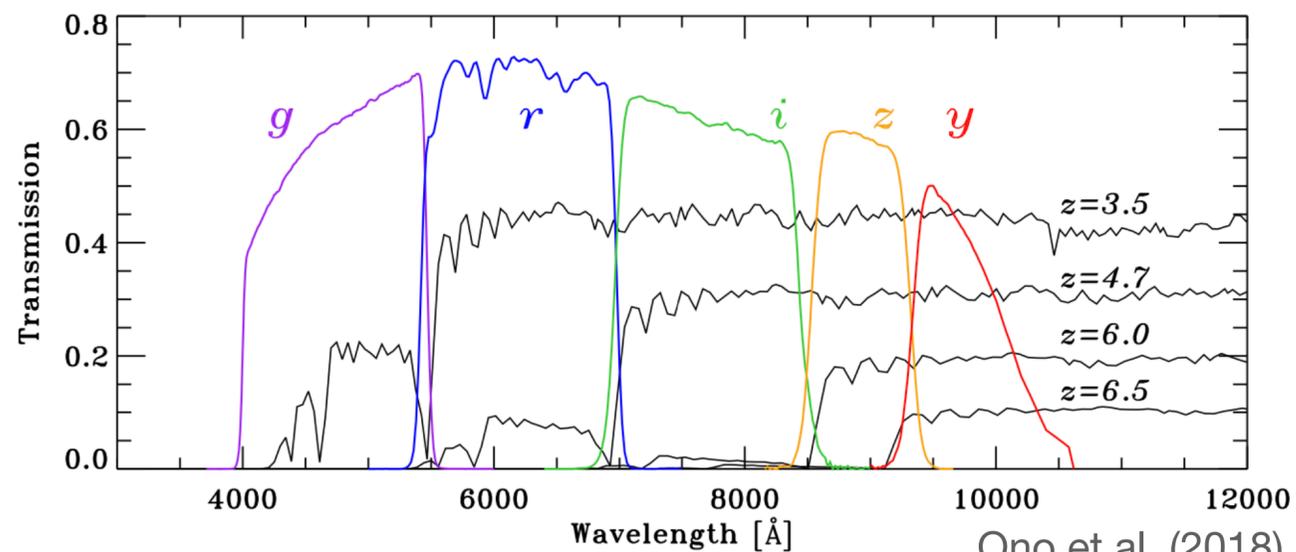
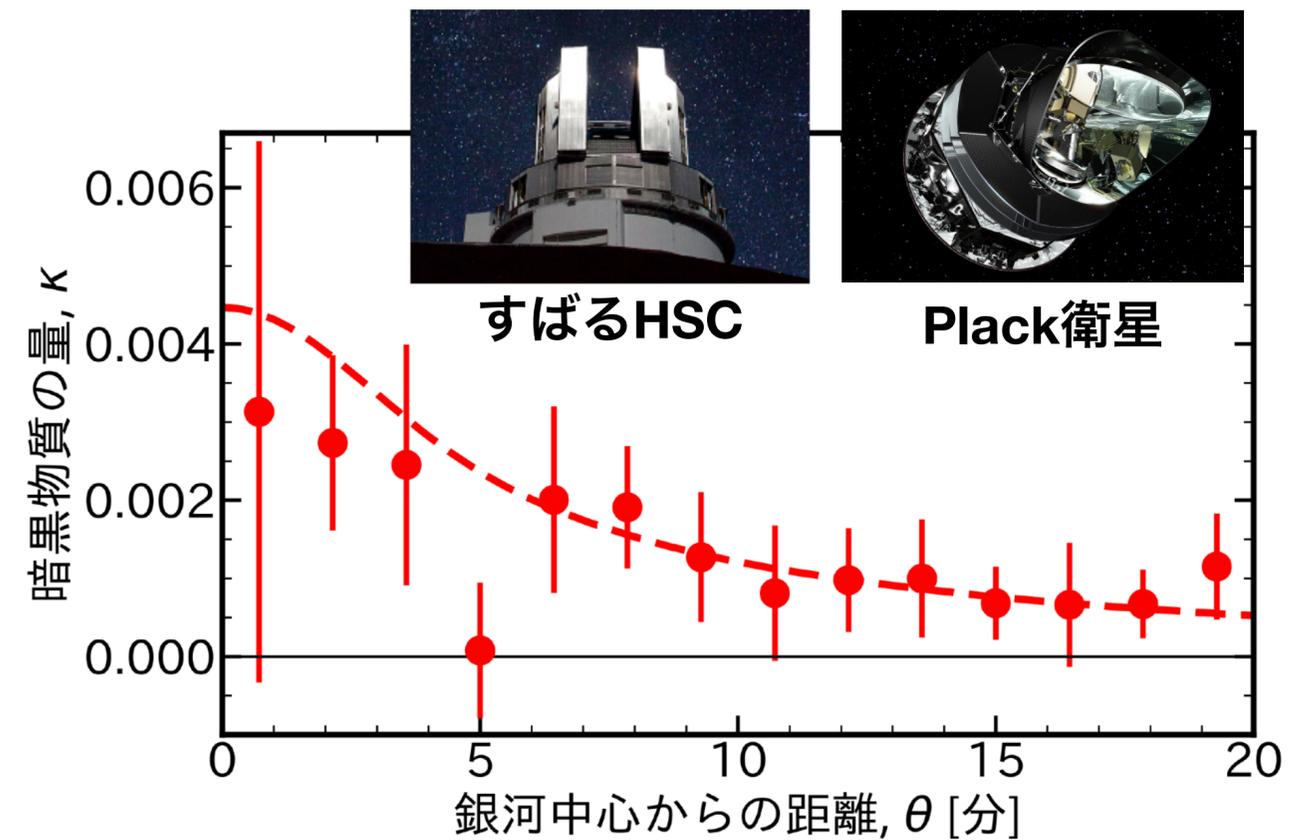
# 宇宙の大規模構造を用いた宇宙論



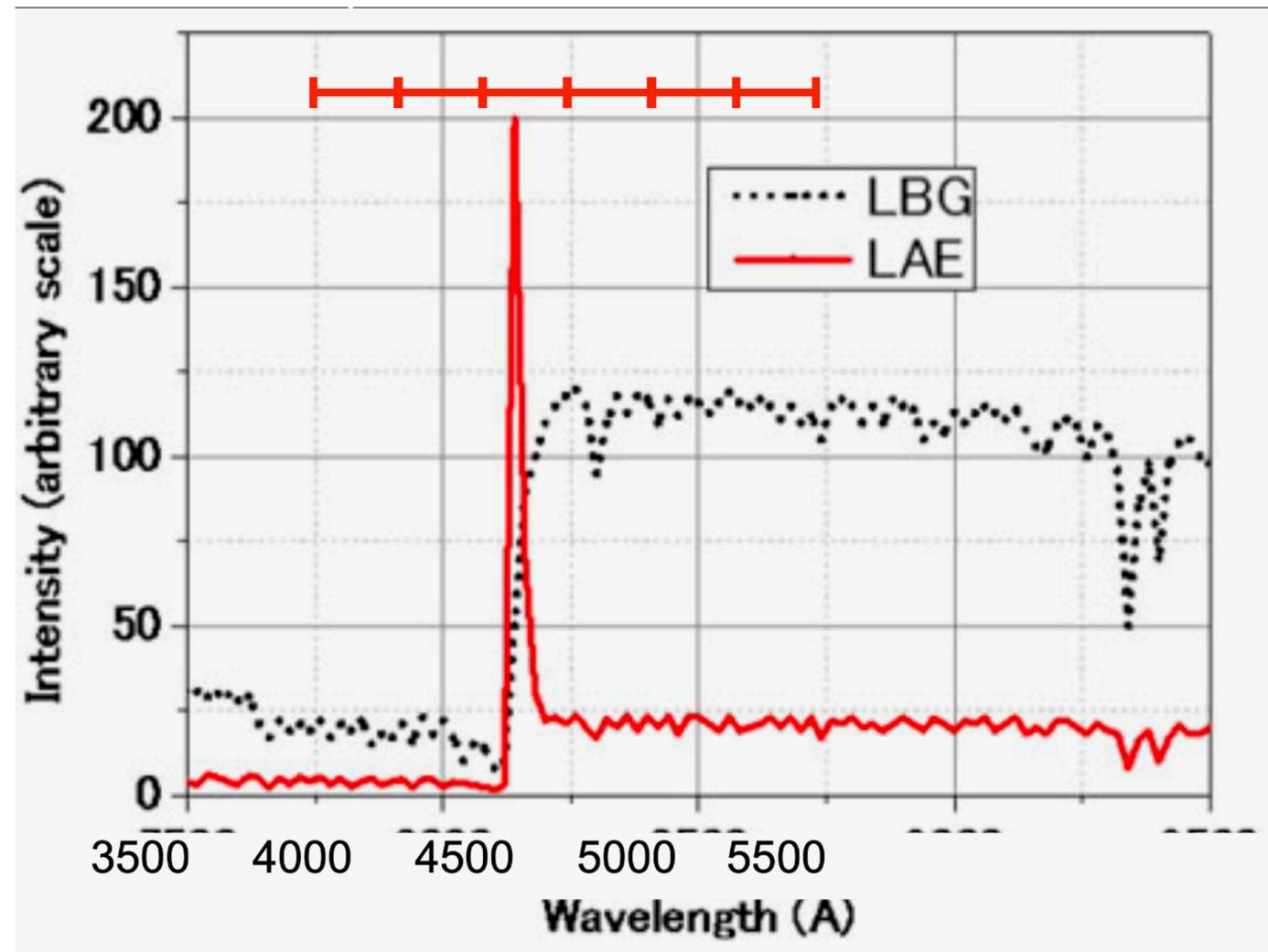
- Stage IVサーベイが探査する大規模構造は高々 $z=2.4$
- さらに高赤方偏移では標準宇宙論はどうなっているのか？
- 高赤方偏移に行くことのメリット: 線形領域が大きくなるので初期宇宙の物理の探索が可能。

# CMB重力レンズを用いた遠方宇宙の大規模構造の測定

- HSCで発見された $z \sim 4$ のライマンブレイク銀河(LBG; 150万個; Harikane+, 2022)周りの暗黒物質分布をCMBから来る光が重力場で歪められる効果(CMBレンズ)を用いて世界で初めて測定。
- 歴代のPRLでトップ0.1%の注目度
- 課題
  - まだまだ統計が必要。
  - 広帯域フィルターによるLBG選択における低赤方偏移銀河の混入。

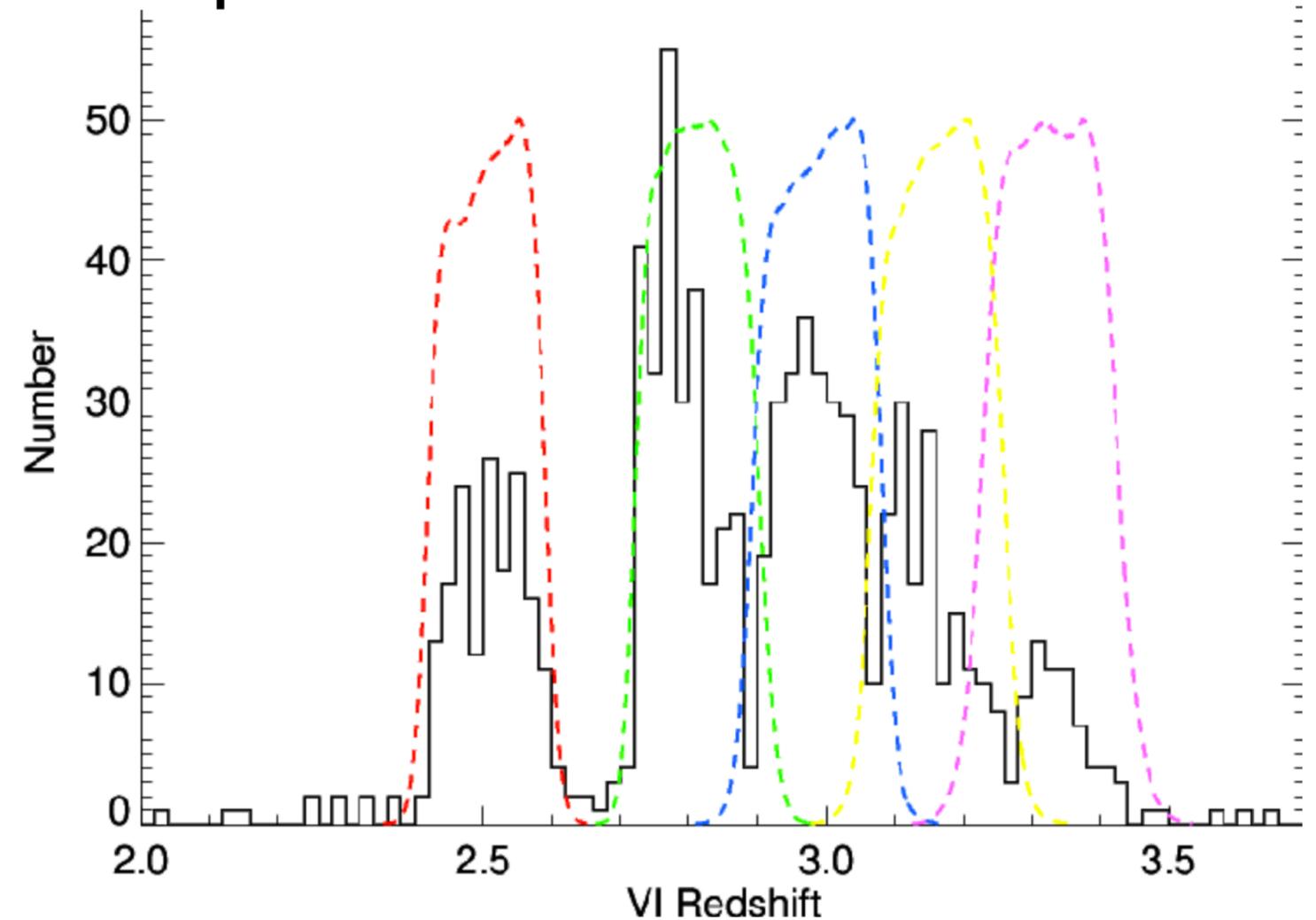


# 中間帯域フィルターによる遠方銀河の検出



Dunlop (2012)

## SuprimeCam MB filter selection



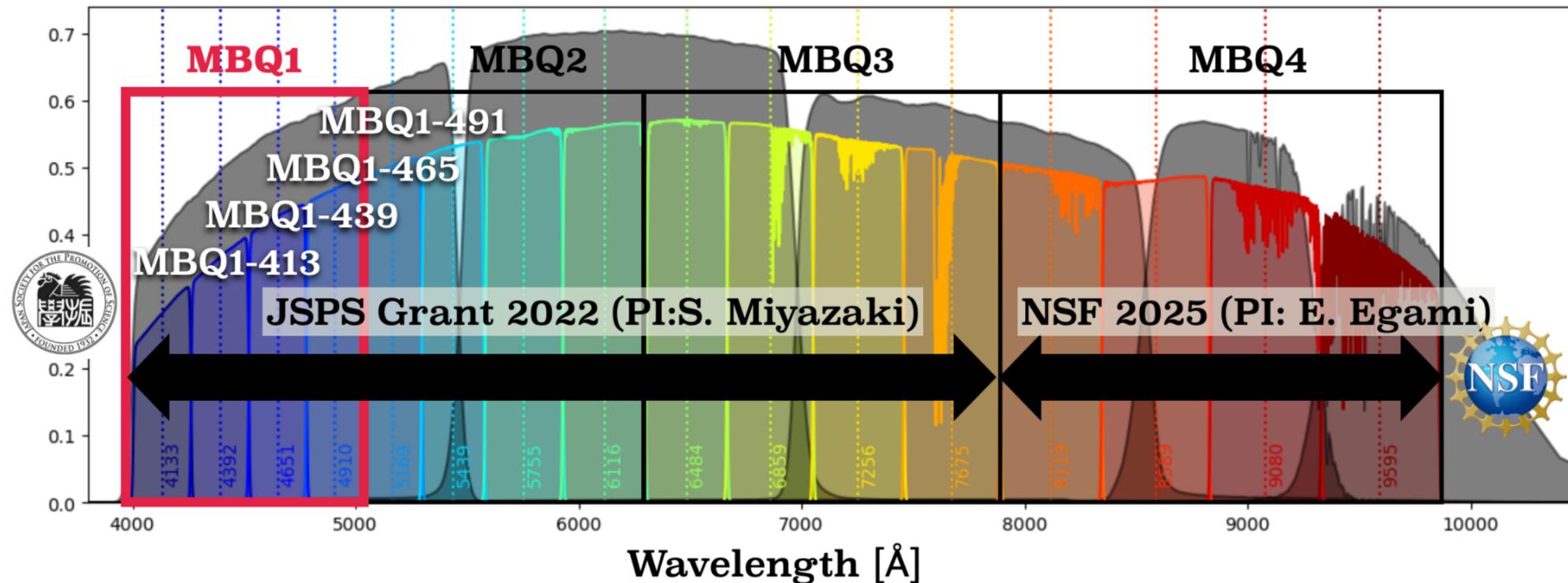
Credit: A. Dey

ライマン $\alpha$ 輝線銀河(LAE)を用いる！

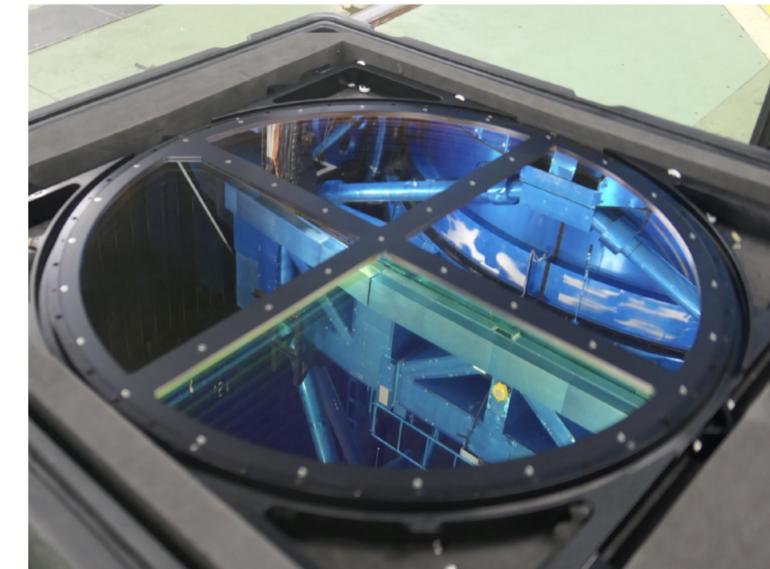
# HSC中間帯域フィルター(MB)



西澤淳



MBQ1



- 青側12フィルターは国際先導研究(PI:宮崎聡)、赤側4フィルターはNSF(PI:江上英一)で制作予算を確保済み。
- MBQ1は7月に納品済み。Opne Useでも使用可能。
- 大規模LAEサンプルを作成し、Simons Observatoryのデータと組み合わせてCMBレンズを測定、 $2.5 < z < 3.2$ において $\sigma_8$ を7%の精度で測定。

# コミュニティワークショップ



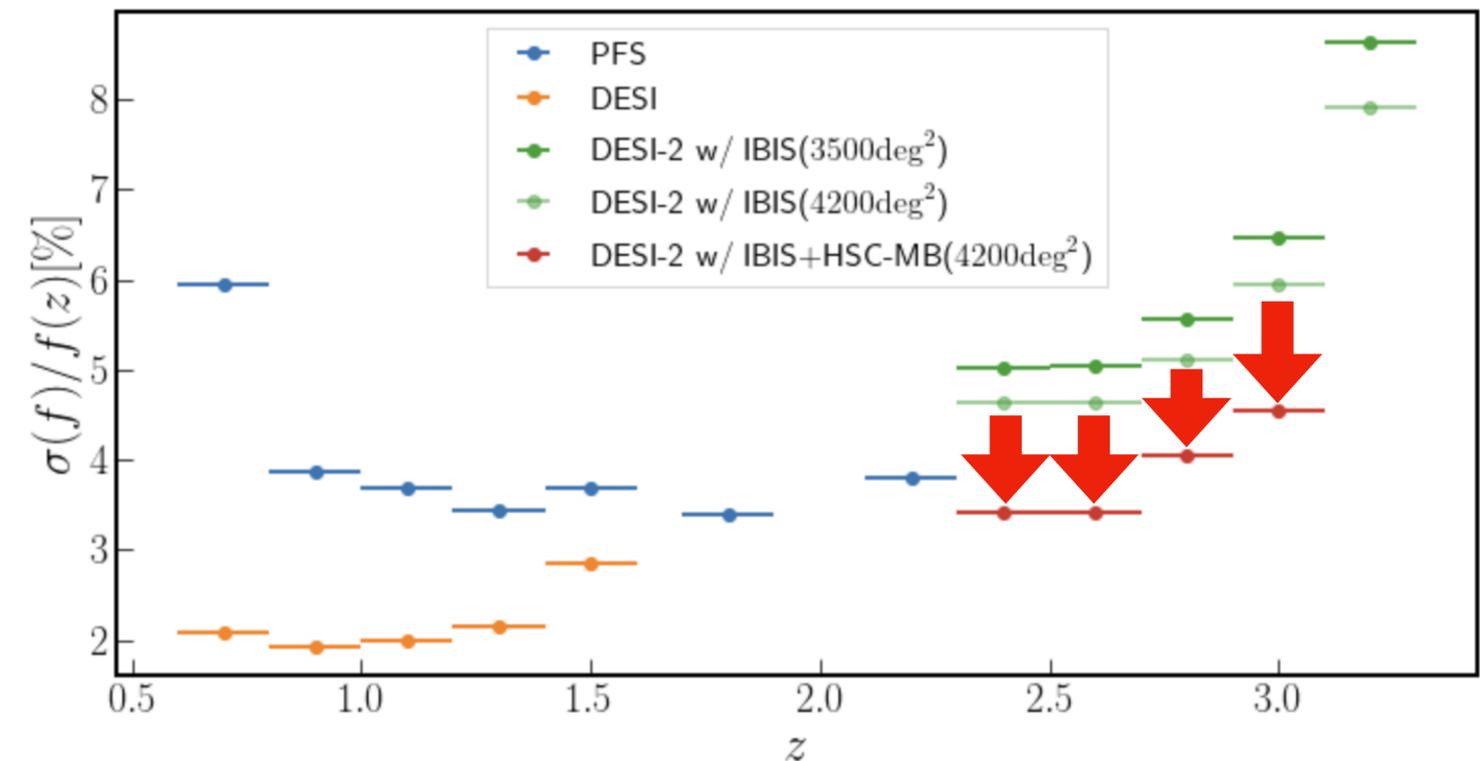
宇宙論以外のサイエンス  
原始銀河団、AGN、銀河考古学など  
も議論

# DESI-2との協働

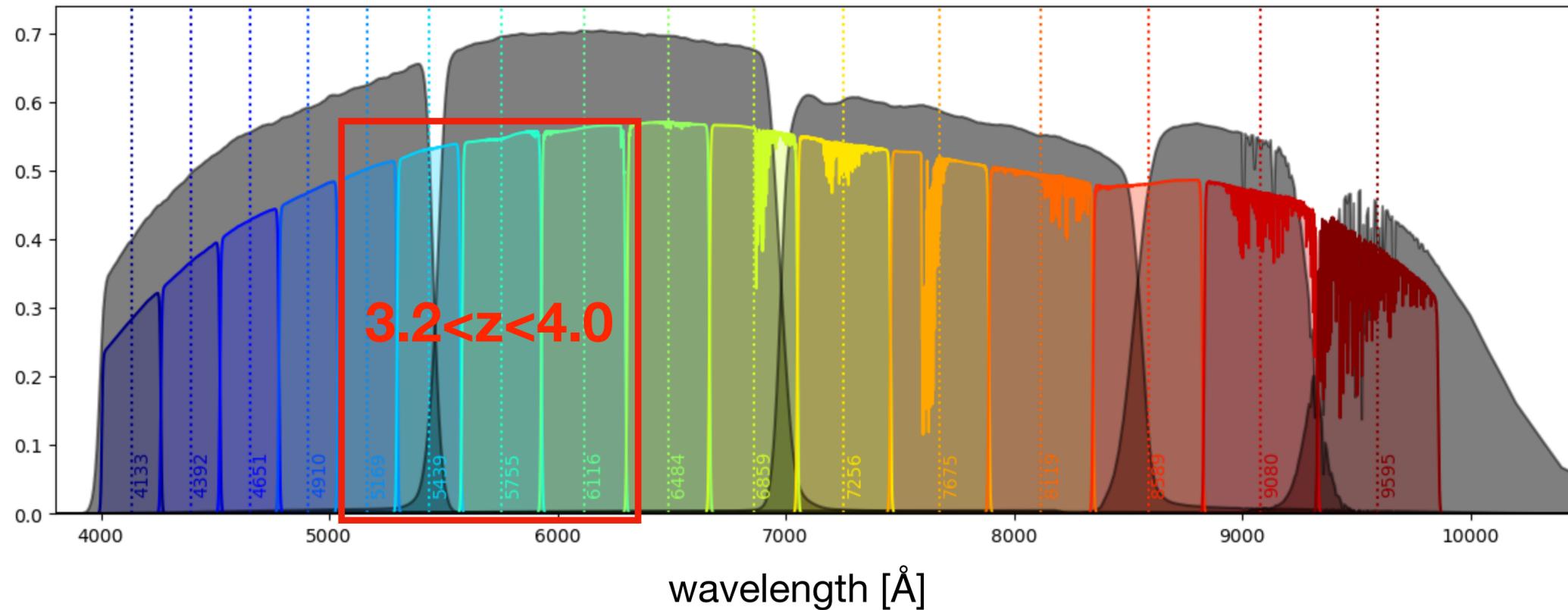


D. Schlegel (LBNL)

- 米国LBNLを中心としたBlanco望遠鏡DECamを用いたMB観測が進んでいる。
- HSC-MBQ1で作成したLAEサンプル ( $2.5 < z < 3.2$ )をDESI-2(2029-)の分光ターゲット天体として提供する。
- 線形成長率の測定精度を40%改善。



# HSC MBQ-2+PFS-2サーベイ



- より遠方の $3.2 < z < 4.0$ の大規模構造を測定する。
- PFS-SSPが終わった直後の観測開始を目指す(2031頃-)。
- DECam(4m)、DESI-2(4m)より主鏡が大きいHSC-MB・PFSだからこそ可能。
- 新たな装置開発の必要が無い → すばる3初期の目玉になり得る。