

# ダークマター大規模構造と銀河分布

## ---銀河の暗黒面---

浜名崇

国立天文台

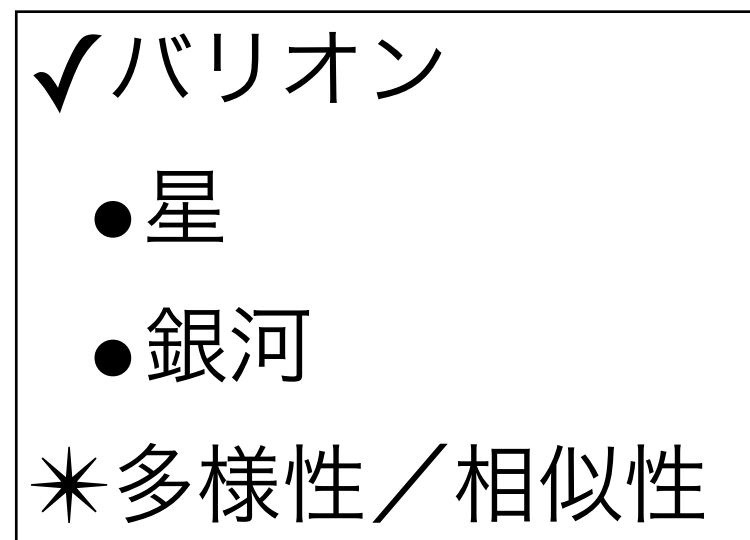
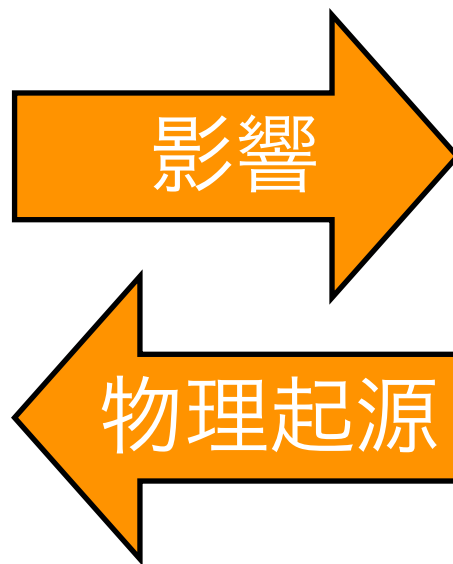
銀河形成研究の最前線：『自称』若手研究者のビジョン

2008/2/13 @ 国立天文台三鷹

# イントロ: 研究目的

銀河進化における環境(主因)としての

ダークマターハロー

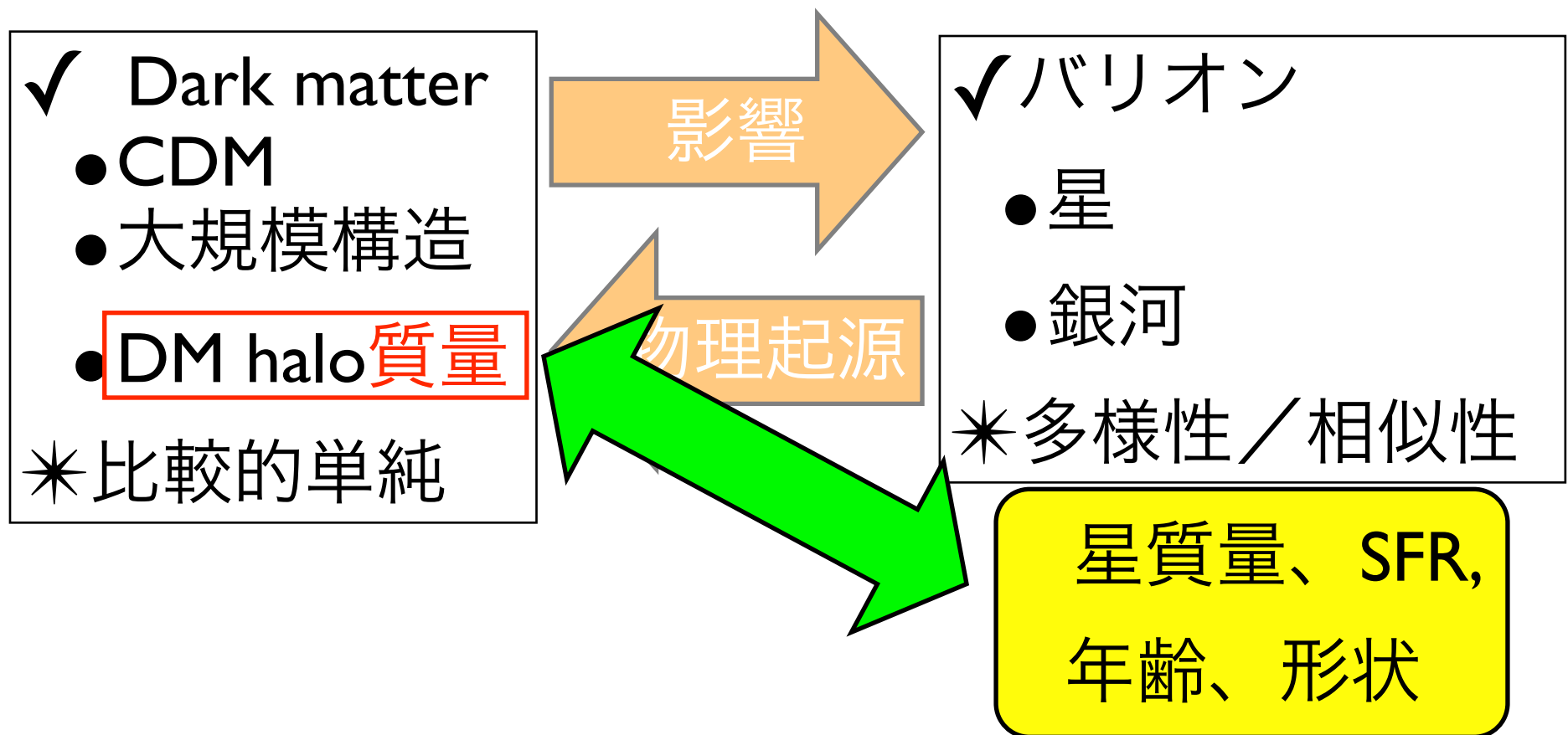


# 問題設定

銀河の空間分布の相関の強さから

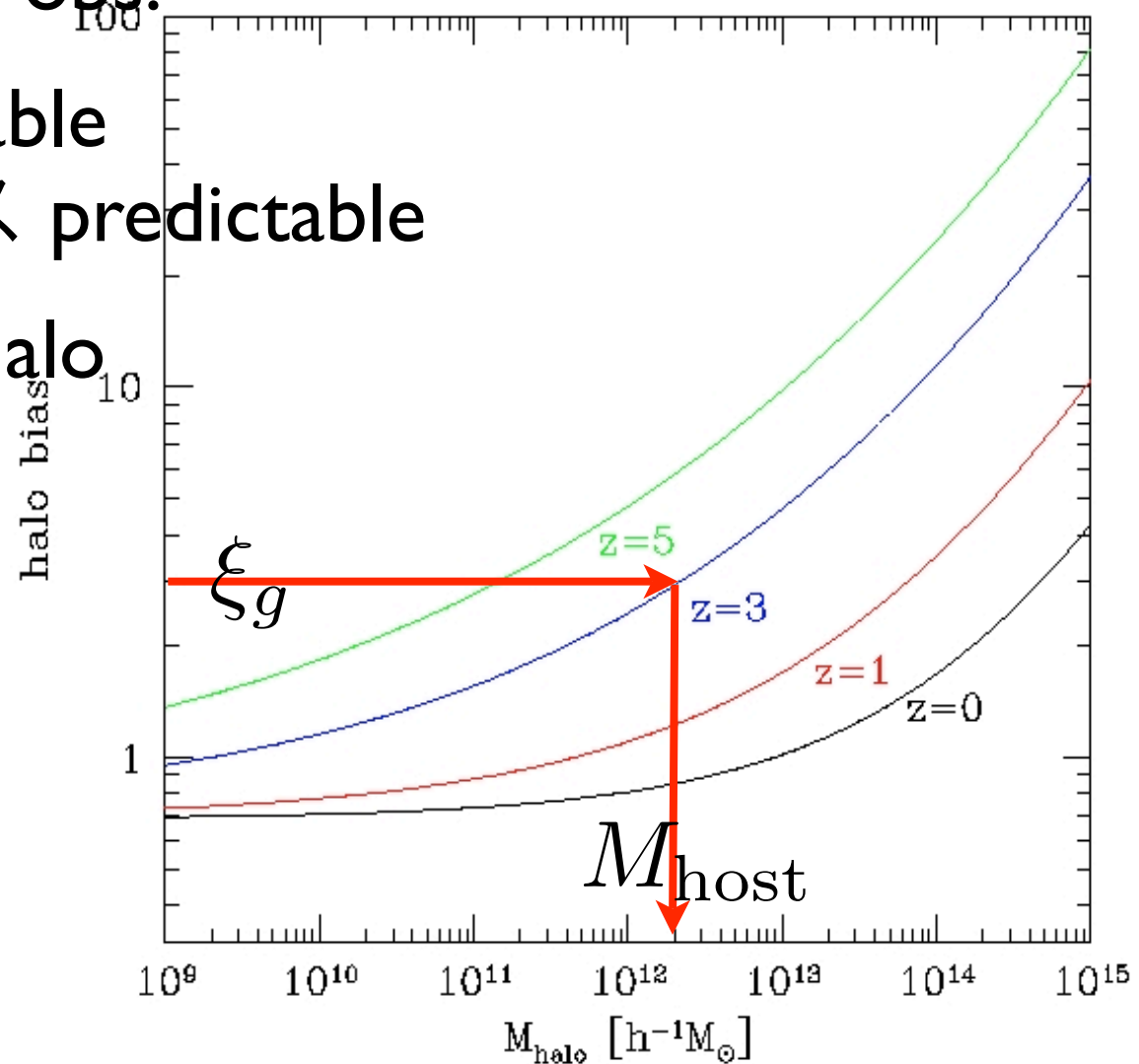
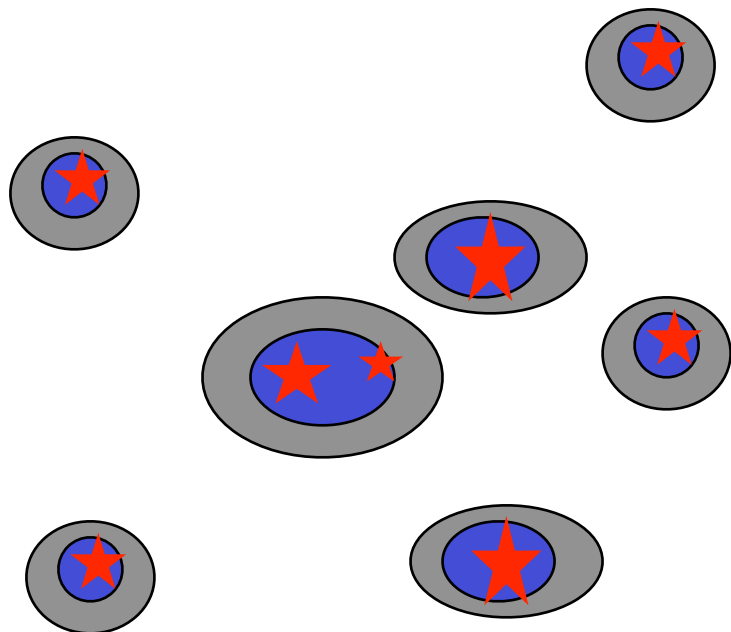
ホストハローの質量を求め

銀河の性質をハロー質量の関数として評価する。

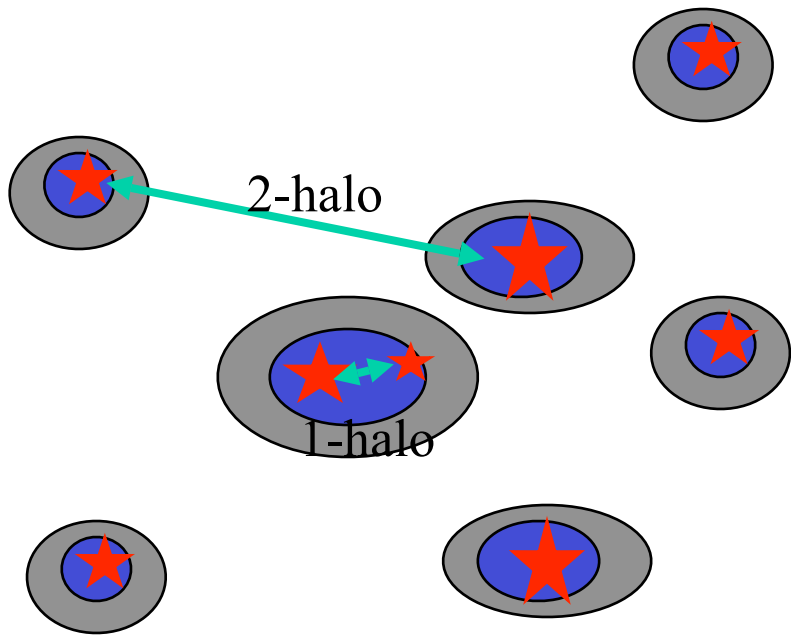


# 道具立て: (I) host halo mass

1. CDM model 確立
2. 銀河のバイアス from obs.
3. DM clustering predictable
4. DMハローのバイアス predictable
5. 銀河バイアス  $\Rightarrow M_{\text{halo}}$



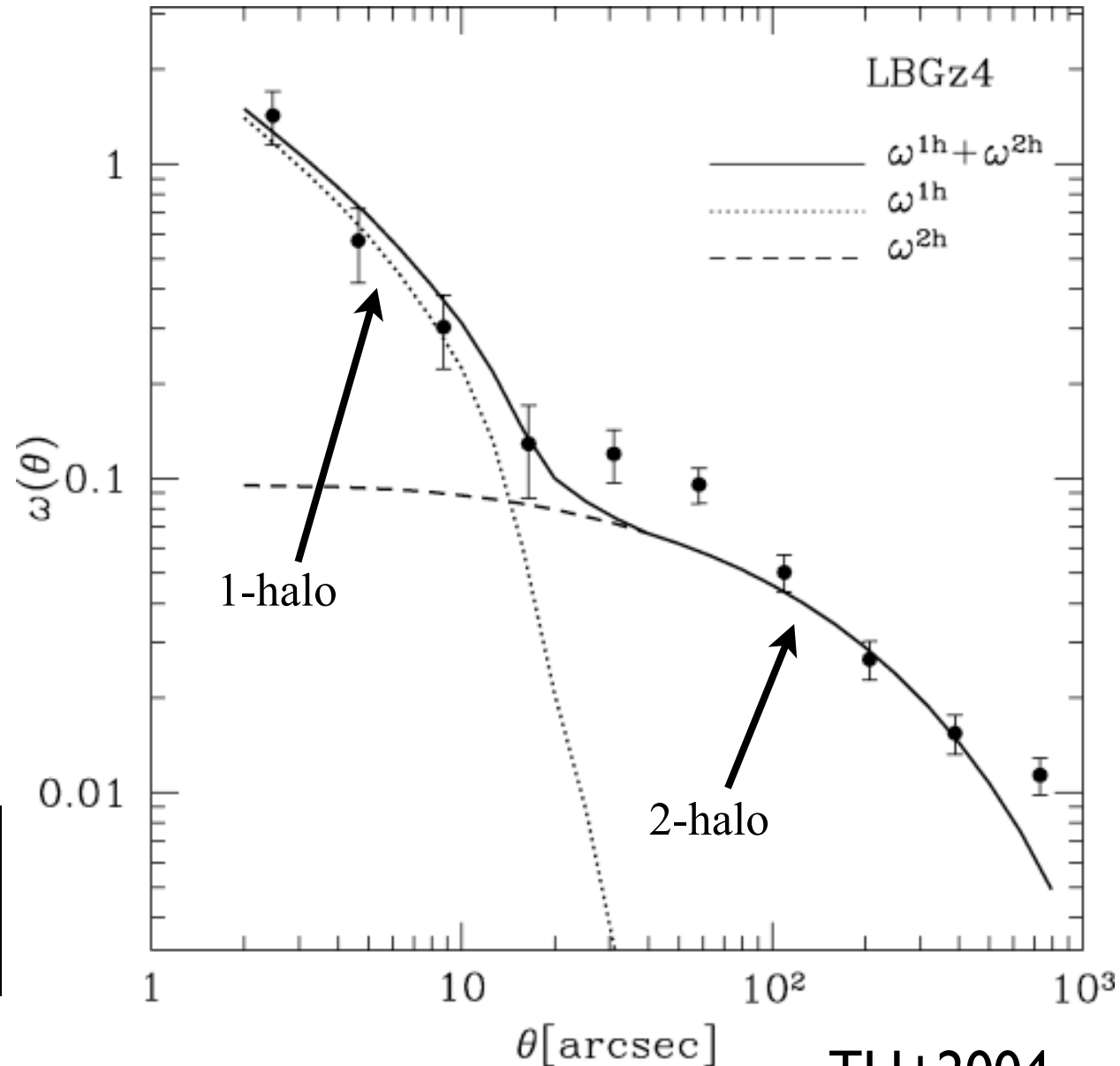
# 道具立て: (2) Halo occupation model



$$N_g = (M/M_1)^\alpha$$

for  $M > M_{min}$

2-halo =>  $M_{halo}$   
1-halo =>  $N_g$

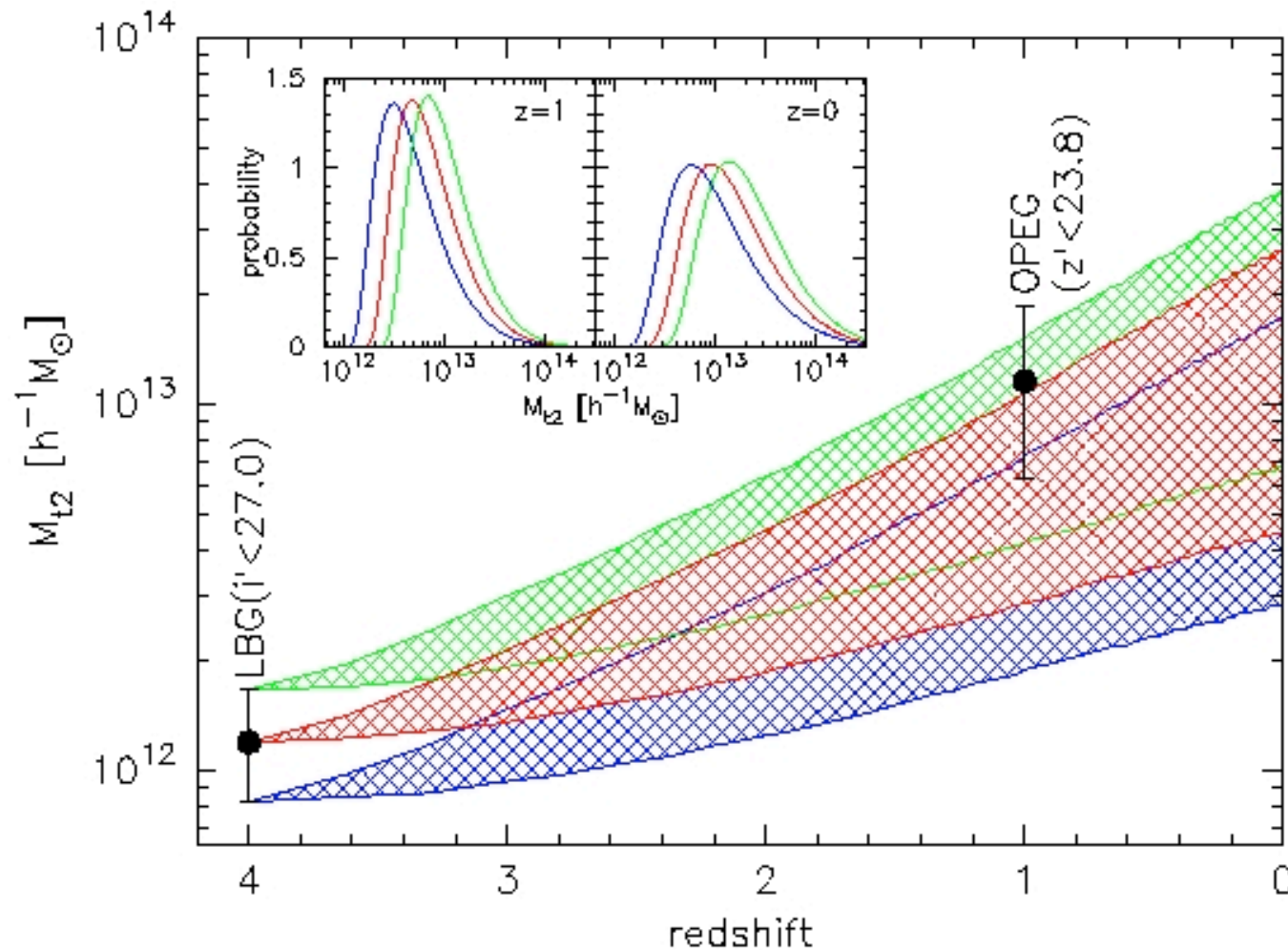


TH+2004

# 道具立て: (3) Halo進化

$z_1$ で $M_1 \Rightarrow z_2$ で $M_2$ の $P(M_2)$ を予想するモデル

Extended Press-Schechter model

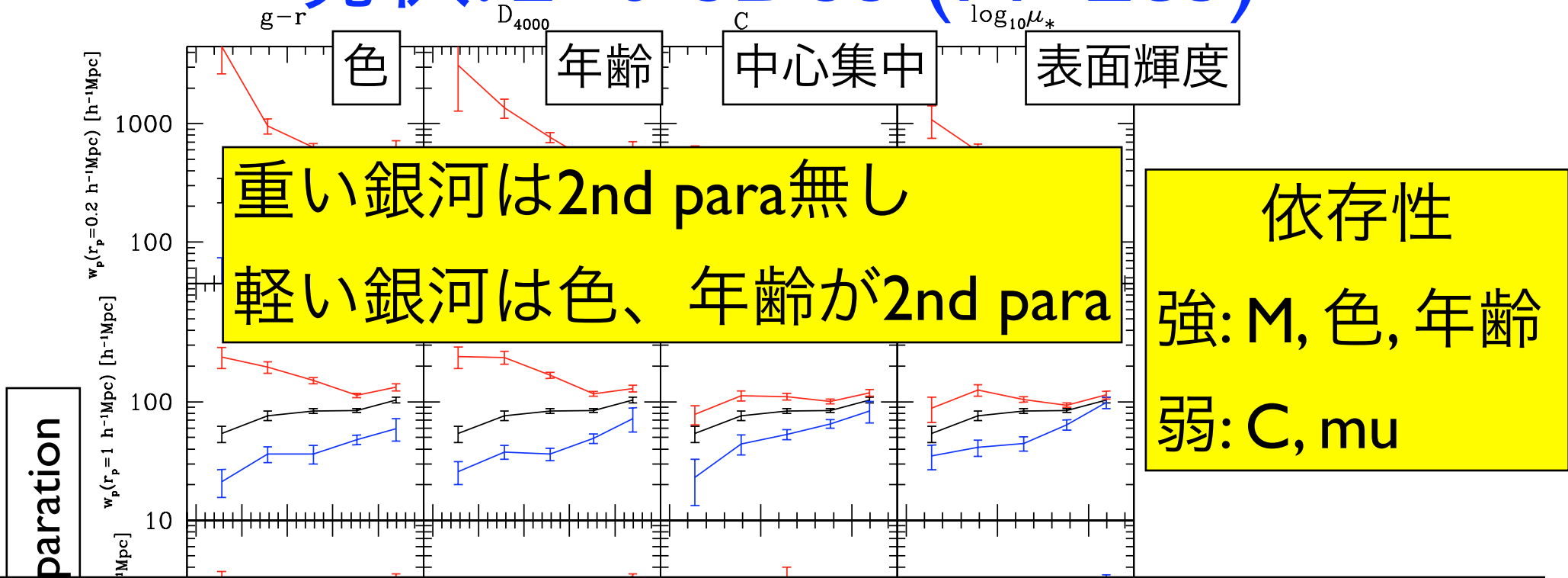


TH+2006

# 現状

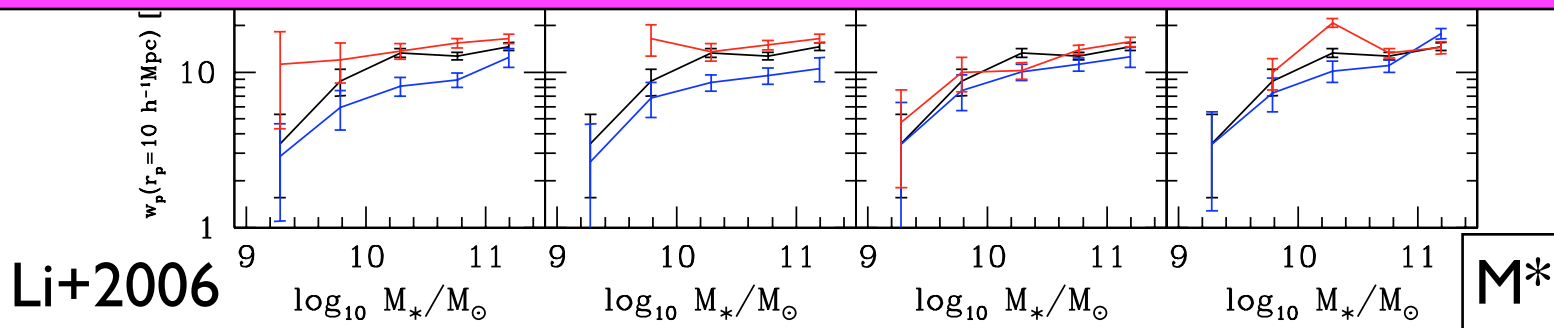
- $z \sim 0$ : SDSS galaxies (Li+2006)
- $z \sim 1$ : OPEGs (TH+2006)
- $1 < z < 3$ : NIR galaxies (Ichikawa+2007)
- $z \sim 3$ : LBGs (Yoshida+2008)
- $4 < z < 6$ : LBGs (Ouchi+2005)

# 現状: $z \sim 0$ SDSS ( $N \sim 2e5$ )



( $z \sim 0$  & optical info では)  $M^*$ がprimary para.

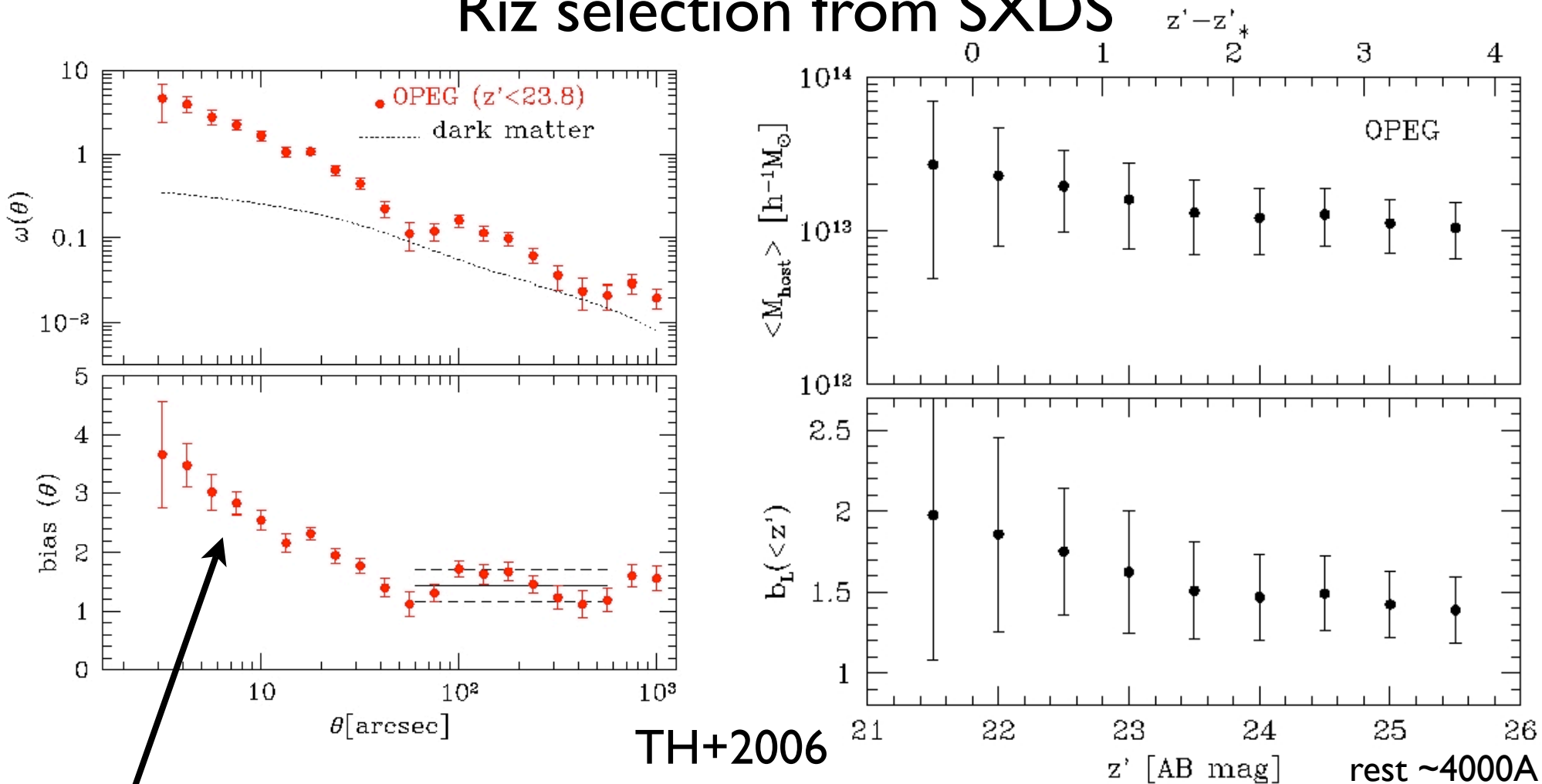
小銀河では2nd para(SFR, age, 形状)あり





# 現状: $z \sim 1$ OPEGs ( $N \sim 4e3$ )

## Riz selection from SXDS



TH+2006

一つのハロー  
に複数の銀河

• 可視光度 ( $\sim M^*$ ) と  $M_{\text{halo}}$  が相関  
( $z \sim 0$  銀河と同様)

# 現状: $1 < z < 4$ NIR gal ( $N \sim 2e3$ )

## K\_AB < 25 selection in GOODS-N

z	Criteria	N	(z)	log( $M_*$ ) ( $M_\odot$ )	$\gamma = 1.8$		(b)*	log(n) ( $\text{Mpc}^{-3}$ )	
					$A_w$ arcsec <sup>0.8</sup>	$r_0$ ( $h^{-1}$ Mpc)			
K-mag ( $\sim M_*$ )	K flux								
	$1 < z < 2$	$K < 23$	170	1.3	10.4	$2.2 \pm 1.4$	$5.3^{+1.5}_{-2.2}$	$2.4 \pm 0.5$	$-2.6 \pm 0.03$
	$1 < z < 2$	$K < 24$	335	1.3	10.1	$1.3 \pm 0.6$	$4.0^{+0.8}_{-1.0}$	$1.9 \pm 0.2$	$-2.3 \pm 0.02$
	$1 < z < 2$	$K < 25$	525	1.3	10.0	$0.6 \pm 0.3$	$2.7^{+0.6}_{-0.8}$	$1.4 \pm 0.3$	$-1.9 \pm 0.03$
	$2 < z < 4$	$K < 23$	54	2.6	10.8	$1.5 \pm 1.9$	$4.8^{+2.4}_{-4.8}$	$4.1 \pm 2.0$	$-3.5 \pm 0.06$
	$2 < z < 4$	$K < 24$	201	2.7	10.4	$0.9 \pm 0.8$	$4.1^{+1.6}_{-2.6}$	$1.4 \pm 2.0$	$-2.9 \pm 0.03$
$2 < z < 4$	$K < 25$	470	2.7	10.1	$0.5 \pm 0.5$	$3.0^{+1.3}_{-2.2}$	$2.3 \pm 0.7$	$-2.4 \pm 0.02$	

z	Criteria	N	(z)	log( $M_*$ ) ( $M_\odot$ )	$\gamma = 1.8$		(b)*	log(n) ( $\text{Mpc}^{-3}$ )
					$A_w$ arcsec <sup>0.8</sup>	$r_0$ ( $h^{-1}$ Mpc)		
J-K (rest)	J-K							
	$2 < z < 4$	DRG ( $J - K \geq 1.3$ )	83	2.9	10.6	$3.7 \pm 1.8$	$9.2^{+2.1}_{-2.8}$	$7.2 \pm 1.3$
$2 < z < 4$	$0.5 < J - K < 1.3$	287	2.8	10.0	$0.9 \pm 0.6$	$4.1^{+1.3}_{-1.0}$	$2.6 \pm 0.4$	$-2.6 \pm 0.03$

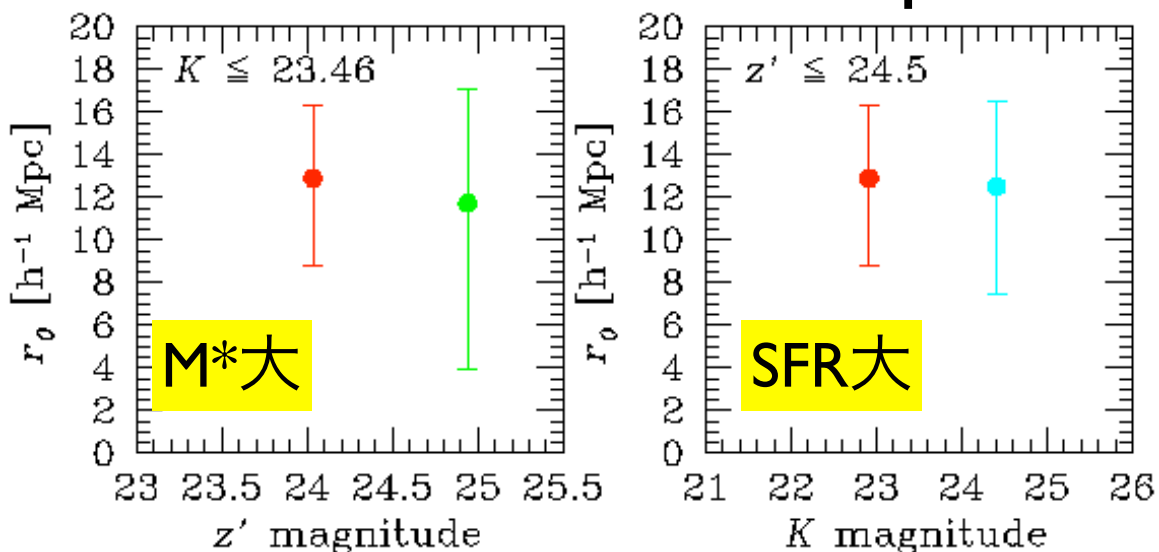
- $M_*$ 大はSFR(rest U-V)に関わらず Mhalo大
- $M_*$ 小はSFR大の場合 Mhalo大

z	Criteria	N	(z)	log( $M_*$ ) ( $M_\odot$ )	$A_w$ arcsec <sup>0.8</sup>	$r_0$ ( $h^{-1}$ Mpc)	(b)*	log(n) ( $\text{Mpc}^{-3}$ )
$1 < z < 2$	$10^{10} M_\odot$	202	1.4	9.5	$0.4 \pm 0.4$	$2.1^{+1.8}_{-1.8}$	$1.5 \pm 0.6$	$-2.5 \pm 0.05$
$2 < z < 4$	$> 10^{10} M_\odot$	124	2.8	10.6	$0.9 \pm 0.6$	$4.3^{+1.3}_{-1.9}$	$3.5 \pm 0.5$	$-3.1 \pm 0.04$
$2 < z < 4$	$10^{9-10} M_\odot$	320	2.7	9.6	$0.3 \pm 0.4$	$2.4^{+1.1}_{-1.9}$	$2.1 \pm 0.6$	$-2.5 \pm 0.03$

z	Criteria	N	(z)	log( $M_*$ ) ( $M_\odot$ )	$\gamma = 1.8$		(b)*	log(n) ( $\text{Mpc}^{-3}$ )	
					$A_w$ arcsec <sup>0.8</sup>	$r_0$ ( $h^{-1}$ Mpc)			
rest U-V ( $\sim$ SFR)	rest frame U-V								
	$> 10^{10} M_\odot$								
	$1 < z < 2$	$U - V \geq 0.7$	40	2.8	10.7	$3.4 \pm 1.1$	$4.4^{+1.8}_{-2.9}$	$1.8 \pm 0.4$	$-2.9 \pm 0.04$
	$1 < z < 2$	$U - V < 0.7$	—	—	—	—	—	—	$-4.2 \pm 0.21$
	$2 < z < 4$	$U - V \geq 0.7$	87	2.8	10.7	$3.4 \pm 1.1$	$8.7^{+1.4}_{-1.7}$	$5.8 \pm 1.2$	$-3.3 \pm 0.05$
	$2 < z < 4$	$U - V < 0.7$	40	3.0	10.4	$2.4 \pm 4.3$	$6.7^{+4.2}_{-1.6}$	$3.0 \pm 1.2$	$-3.6 \pm 0.07$
$10^{9-10} M_\odot$	$10^{9-10} M_\odot$								
	$1 < z < 2$	$U - V \geq 0.7$	40	2.8	10.7	$3.4 \pm 1.1$	$4.4^{+1.8}_{-2.9}$	$1.8 \pm 0.4$	$-2.9 \pm 0.04$
	$1 < z < 2$	$U - V < 0.7$	—	—	—	—	—	—	$-2.7 \pm 0.04$
	$2 < z < 4$	$U - V \geq 0.7$	87	2.8	10.7	$3.4 \pm 1.1$	$8.7^{+1.4}_{-1.7}$	$5.8 \pm 1.2$	$-3.1 \pm 0.06$
	$2 < z < 4$	$U - V < 0.7$	40	3.0	10.4	$2.4 \pm 4.3$	$6.7^{+4.2}_{-1.6}$	$3.0 \pm 1.2$	$-2.6 \pm 0.03$
	$2 < z < 4$	$U - V < 0.7$	250	2.8	9.6	$0.7 \pm 0.6$	$3.6^{+1.4}_{-2.2}$	$2.8 \pm 0.7$	$-2.6 \pm 0.03$

# 現状: $z \sim 3$ LGBs ( $N \sim 1e3$ )

## U-drops in SXDS-S

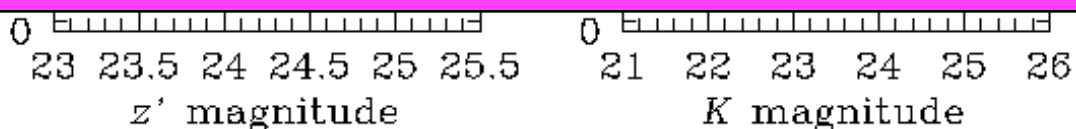


- Mhost大は、M\*大  
か/かつ SFR大
- Mhost小は、M\*小  
かつ SFR小

@ $z \sim 3$

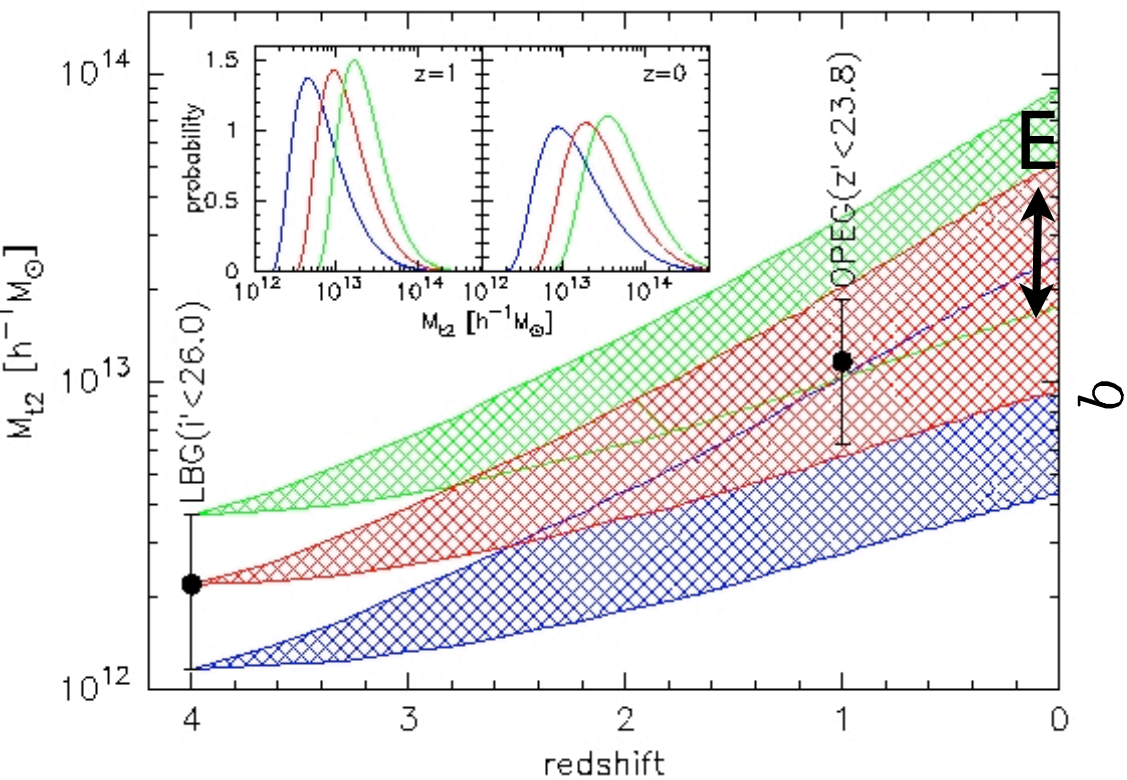
U-drop LBGs も NIR galaxies も同じ傾向

=> small Mhaloにいる銀河はM\*小かつSFR小

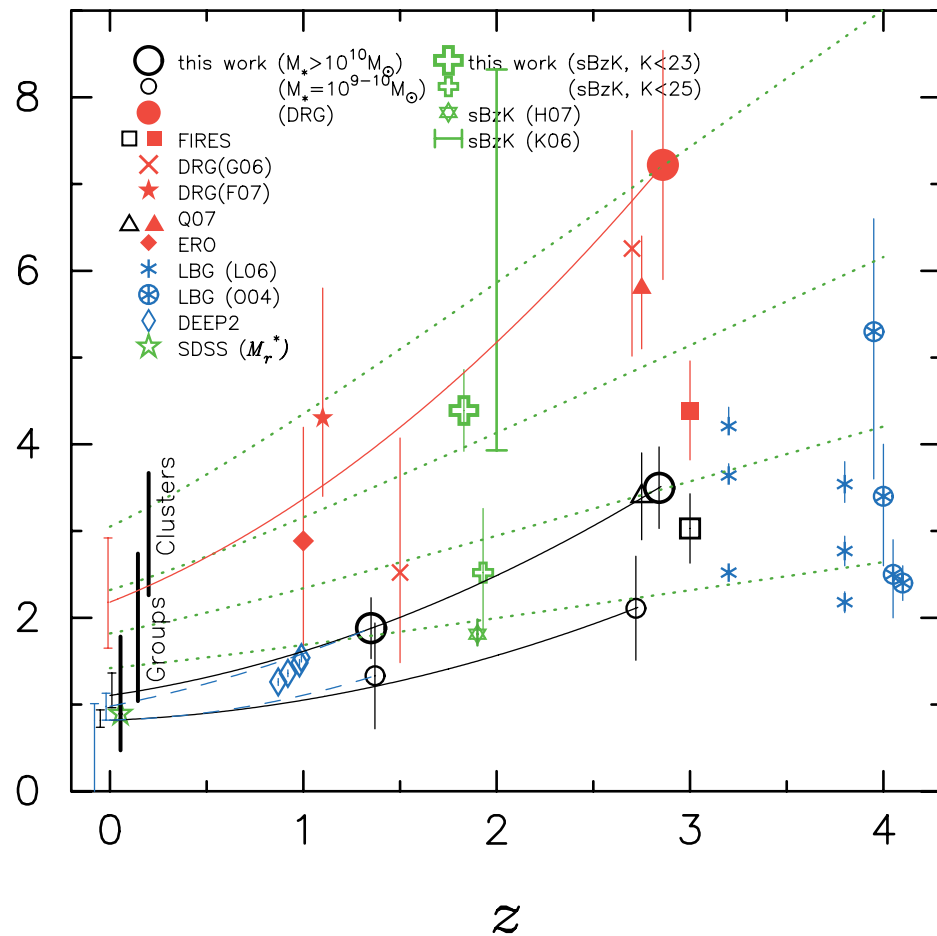


# 現状: link $0 < z < 4$

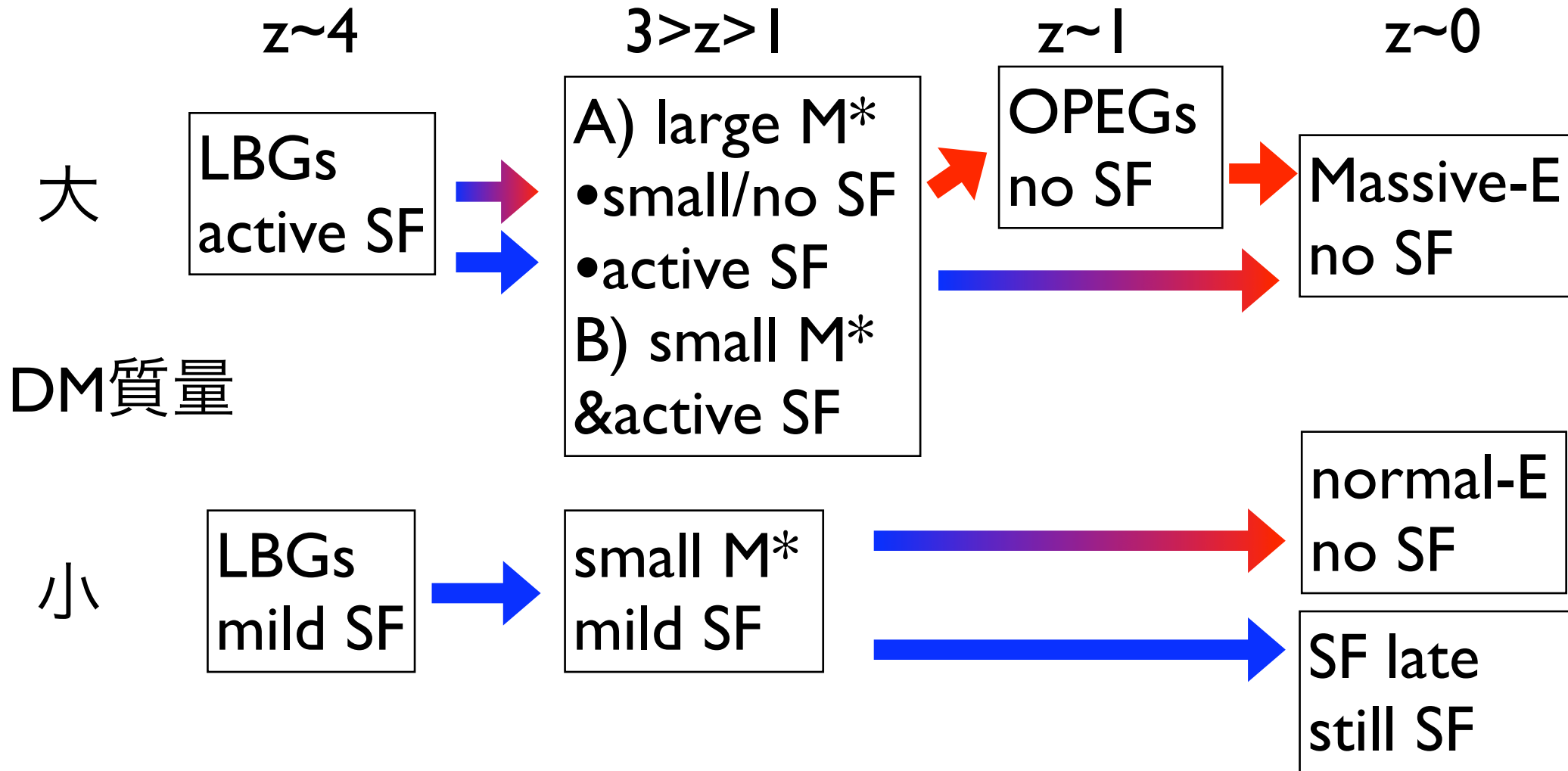
## TH+2006



## Ichikawa+2006



# 現状:“定性的”シナリオ



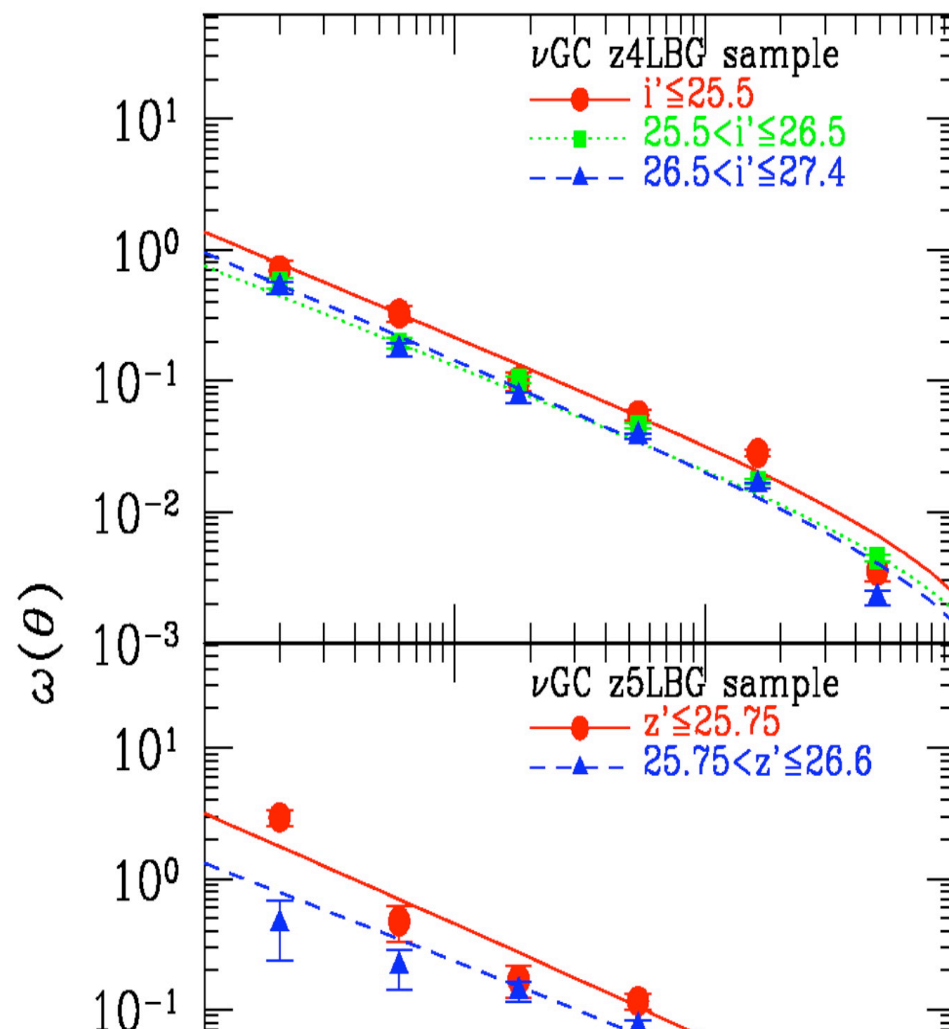
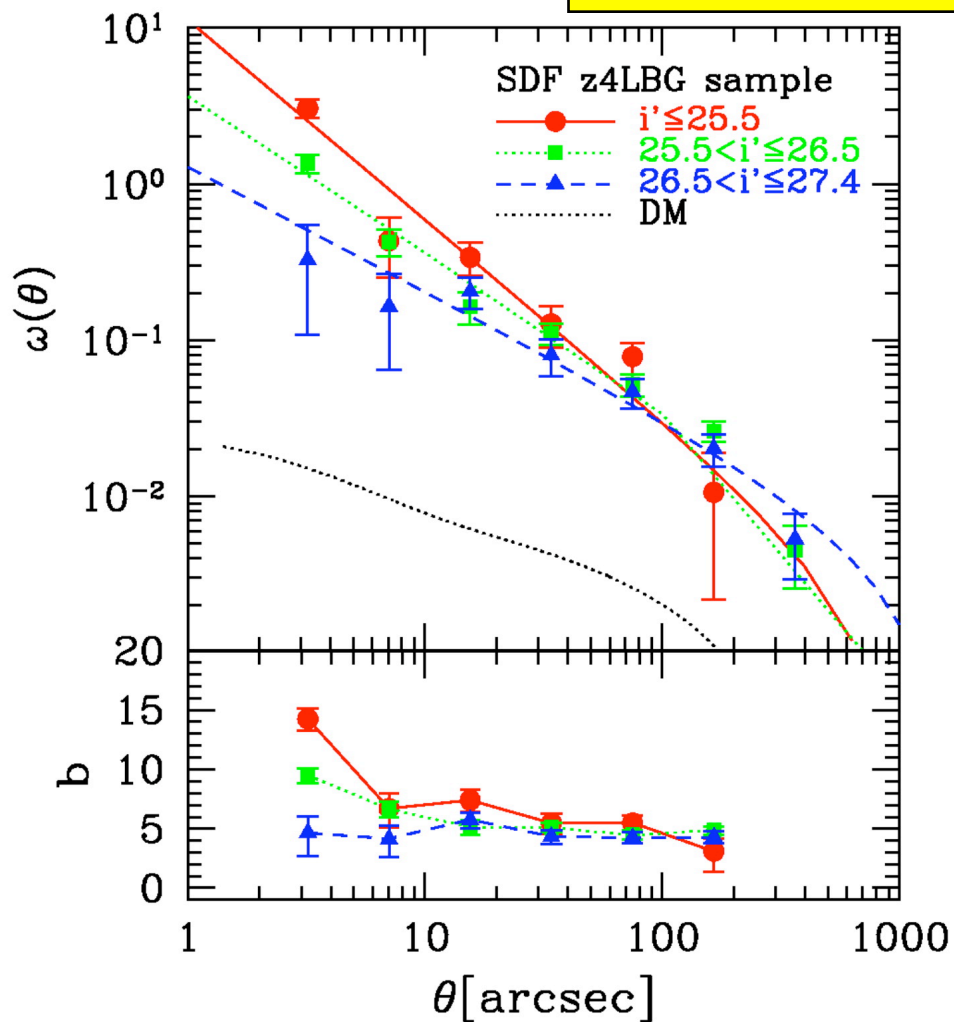
# 現状: まとめ

1.  $M^*$  と  $M_{\text{halo}}$  が正相関 (@  $z < 4$ )
2. small halo にいる銀河は (@  $1 < z < 3$ , NIR-gal, LBG)
  - a.  $M^*$  小 “かつ”
  - b. SFR 小
3. SSFR と  $M_{\text{halo}}$  に正相関? (@  $4 < z < 6$  LBG)

# 現状: まとめ

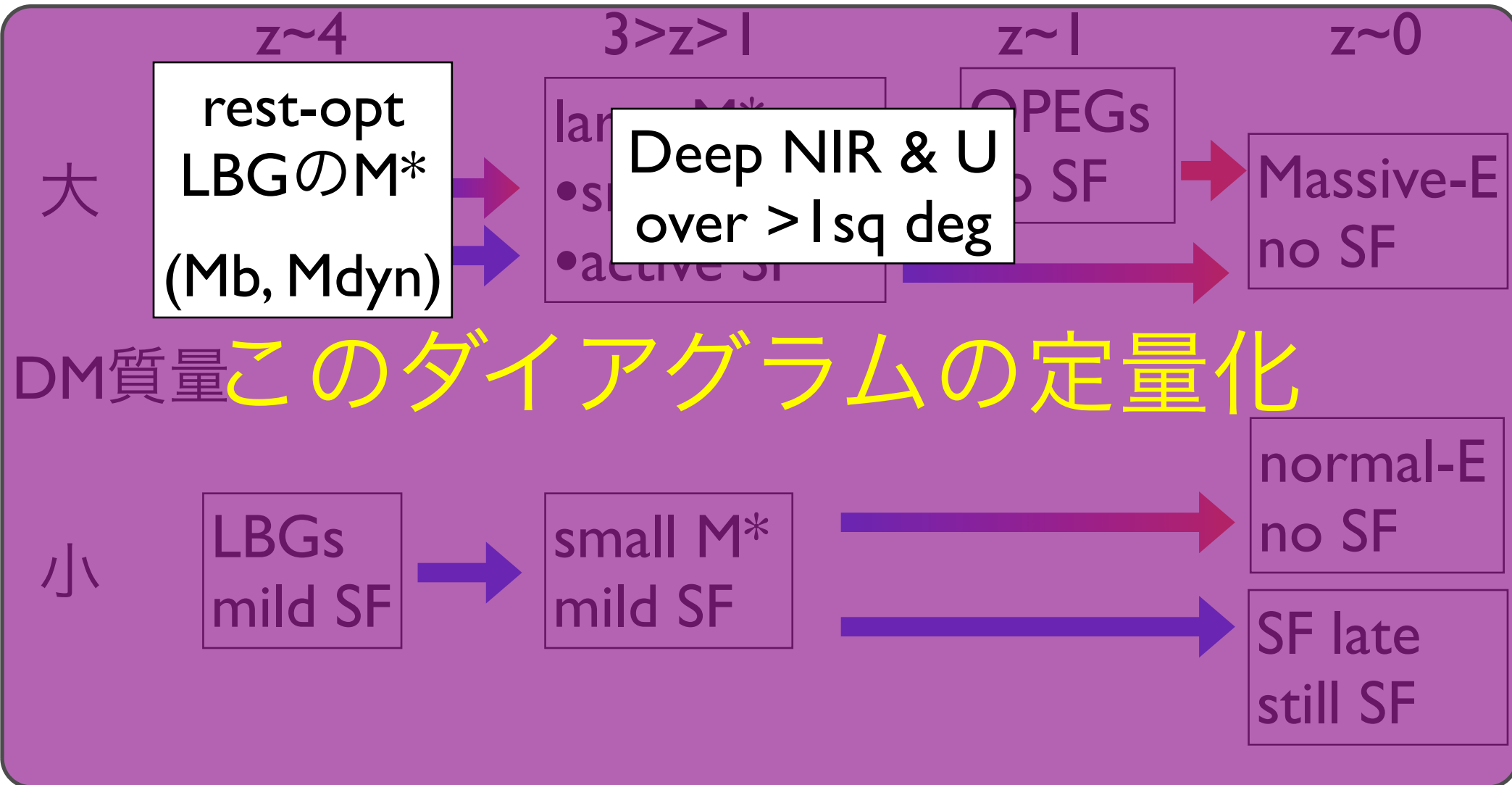
L\_UVとMhaloに正相関

Kashikawa+2006



CDM銀河形成モデルでは説明出来ていない

# 展望: 観測課題





# 展望: 理論課題

1.  $M^*$  と  $M_{\text{halo}}$  が正相関 (@  $z < 4$ )

2. small halo にいる銀河は (@  $1 < z < 4$ , NIR-gal, LBG)

a.  $M^*$  小 “かつ”

b. SFR 小

3. SSFR と  $M_{\text{halo}}$  に正相関? (@  $4 < z < 6$  LBG)

こいつの物理メカニズムの解明

# まとめ

- 銀河の空間相関を手がかりとして銀河進化とDM haloの関連を探る
  - ✓ 方法論は確立（細部の改良は必要だが）
  - ✓ wide-deep撮像観測計画によりデータは向上
  - ✓ 主要素解析みたいな手法の開発
- High-z star-forming銀河で SSFR-Mhalo正相関？
  - ✓ 物理起源？
  - ✓ 実は2次的相関（SSFR—何か—Mhalo）？
  - ✓ low-z SF銀河では？