

広域探査による赤方偏移2における 星形成銀河のクラスタリング解析

総合研究大学院大学
石川 将吾

introduction

ダークハロー質量の進化により銀河進化を追う

銀河間のクラスタリングの様子から質量を推定

赤方偏移 2 において高い精度でダークハロー質量の測定は行われていない

広域にわたるNIRでの撮像が必要不可欠なため

赤方偏移 2 における大規模サンプルから正確なダークハロー質量を評価し、銀河種族間の進化を明らかにする

method

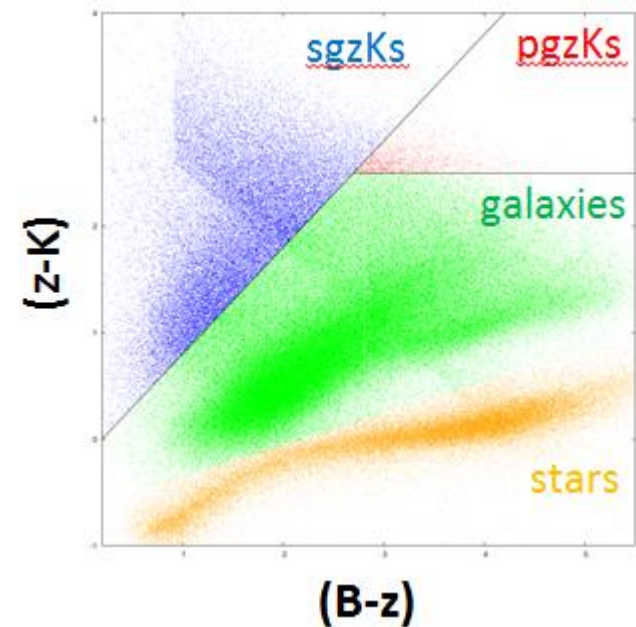
“BzK selection”により赤方偏移 2 の銀河を選択

data

g-band : CFHT, MegaCam
 $g < 26.0$ (3σ , AB)

z_B /z-band : Subaru, Suprime-Cam
 $z_B < 25.3$ 、 $z < 25.3$ (3σ , AB)

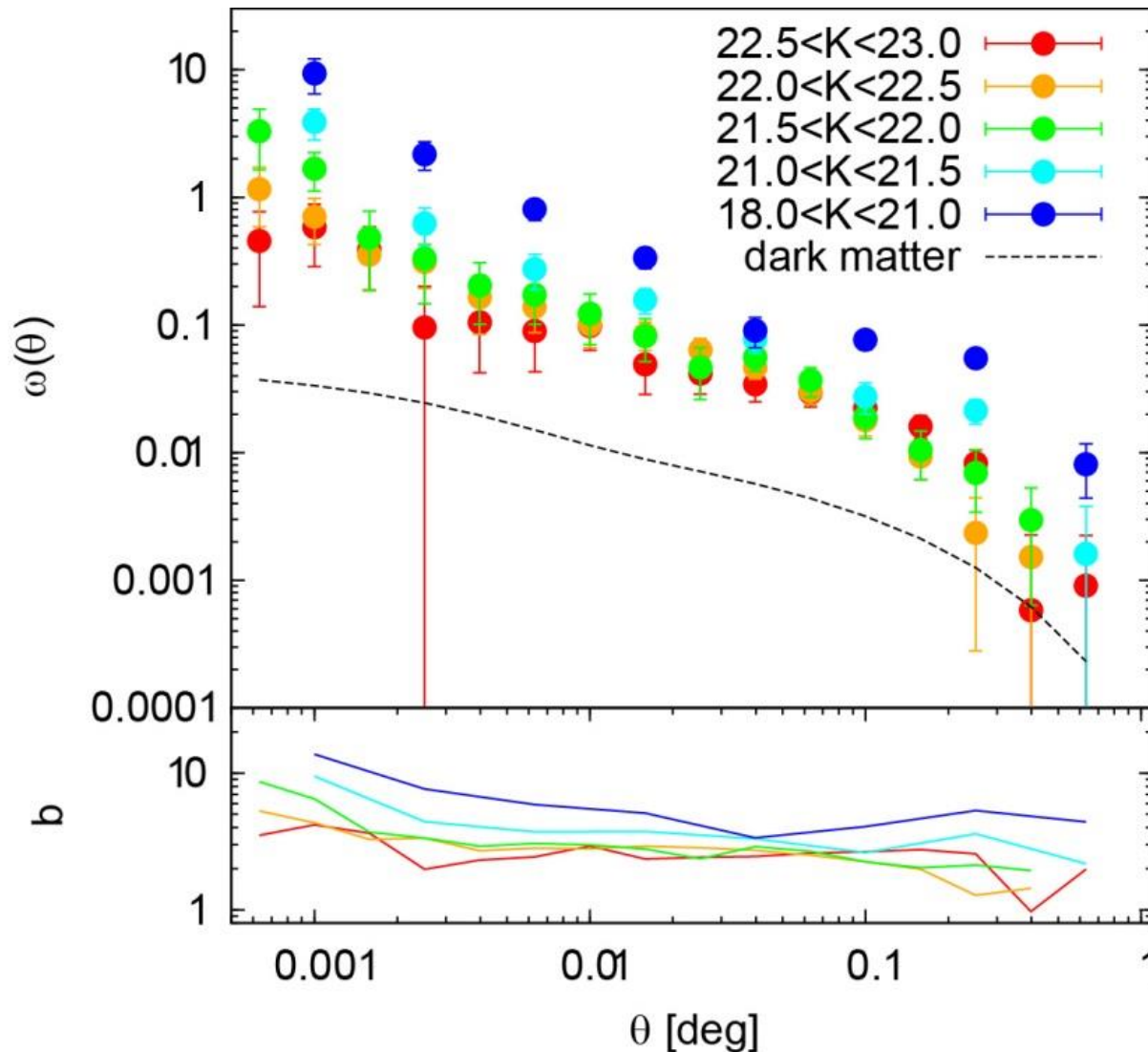
K-band : UKIRT, WFCAM
 $K < 23.0$ (5σ , AB)



およそ5平方度にわたる領域にBzK selectionを適用
42,000個ものsgzK銀河サンプルを選択

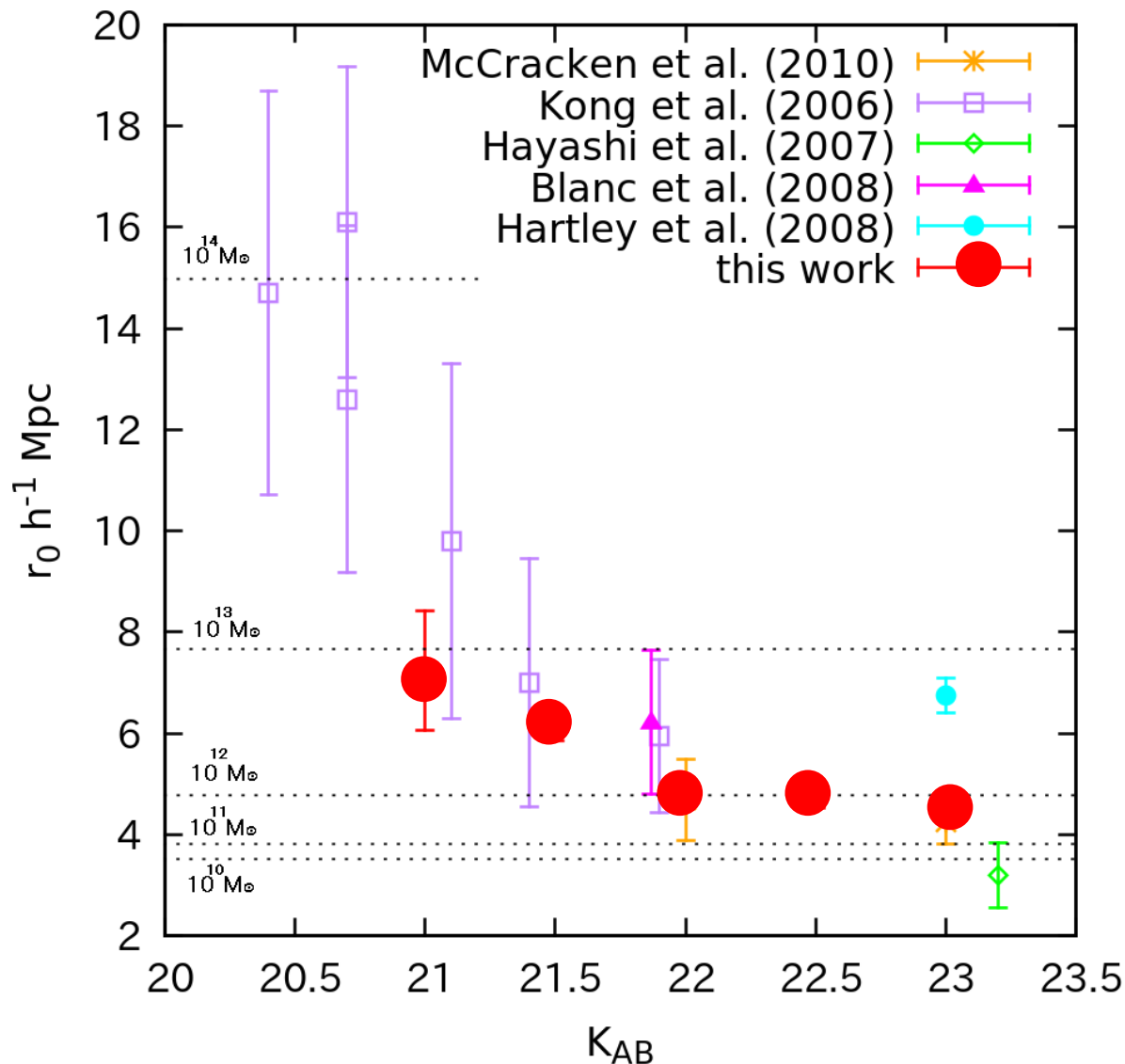
cf. McCracken et al. (2010): 2平方度、22,000個

angular correlation function



$22.5 < K < 23.0$: 11,954
 $22.0 < K < 22.5$: 13,911
 $21.5 < K < 22.0$: 9,006
 $21.0 < K < 21.5$: 4,157
 $18.0 < K < 21.0$: 2,086

comparison with previous studies



先行研究との比較のためcumulativeにサンプル分け

どの明るさでも非常にS/Nよく r_0 を評価

correlation lengthは
先行研究とconsistent

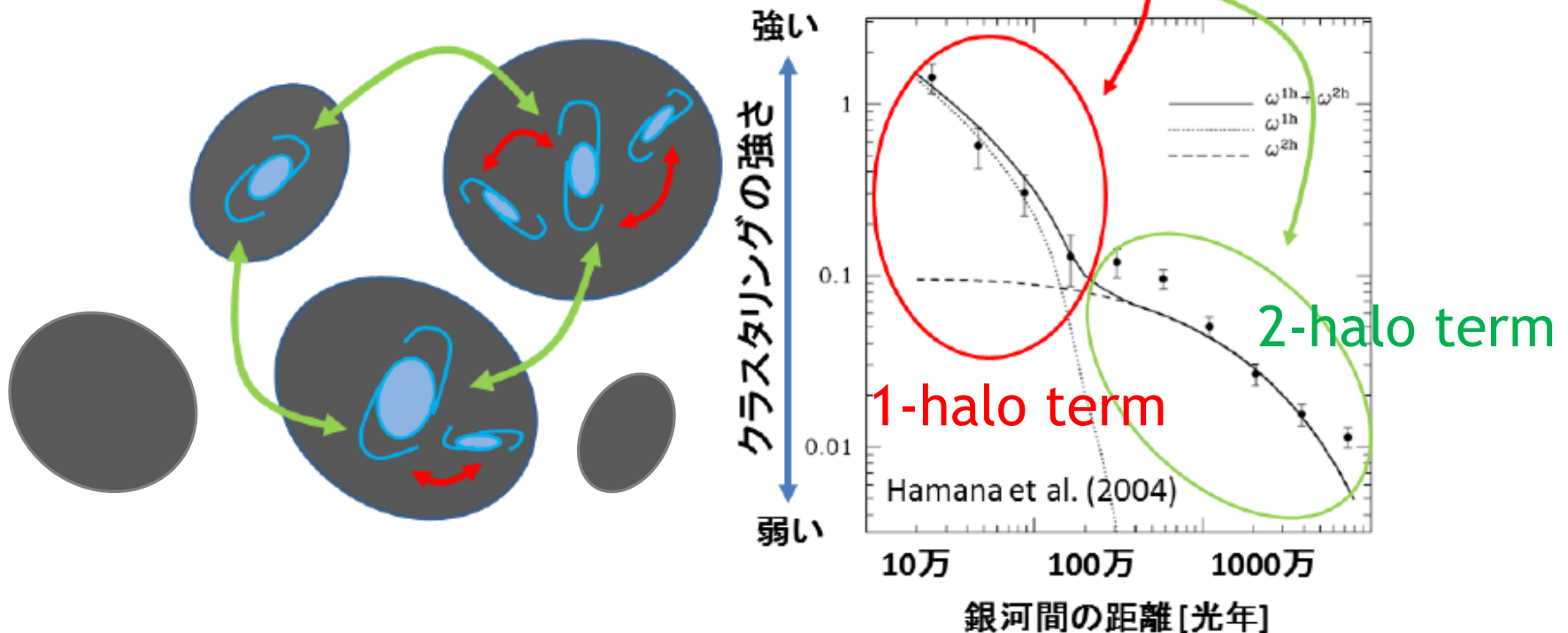
HOD analysis (overview)

Halo Occupation Distribution (HOD)

小スケールにおけるACFの超過はHODモデルにより説明される

■ 同一ハロー内に存在する銀河間のクラスタリング

■ 他ハローに存在する中心銀河間のクラスタリング



HOD analysis (overview)

Halo Occupation Distribution (HOD)

ハロー内の銀河数をハロー質量の関数として定式化

質量 M のダークハロー内における銀河数：

$$n_g(M) = \begin{cases} (M / \underline{M_1})^\alpha & (M > \underline{M_{\min}}) \\ 0 & (M < \underline{M_{\min}}) \end{cases}$$

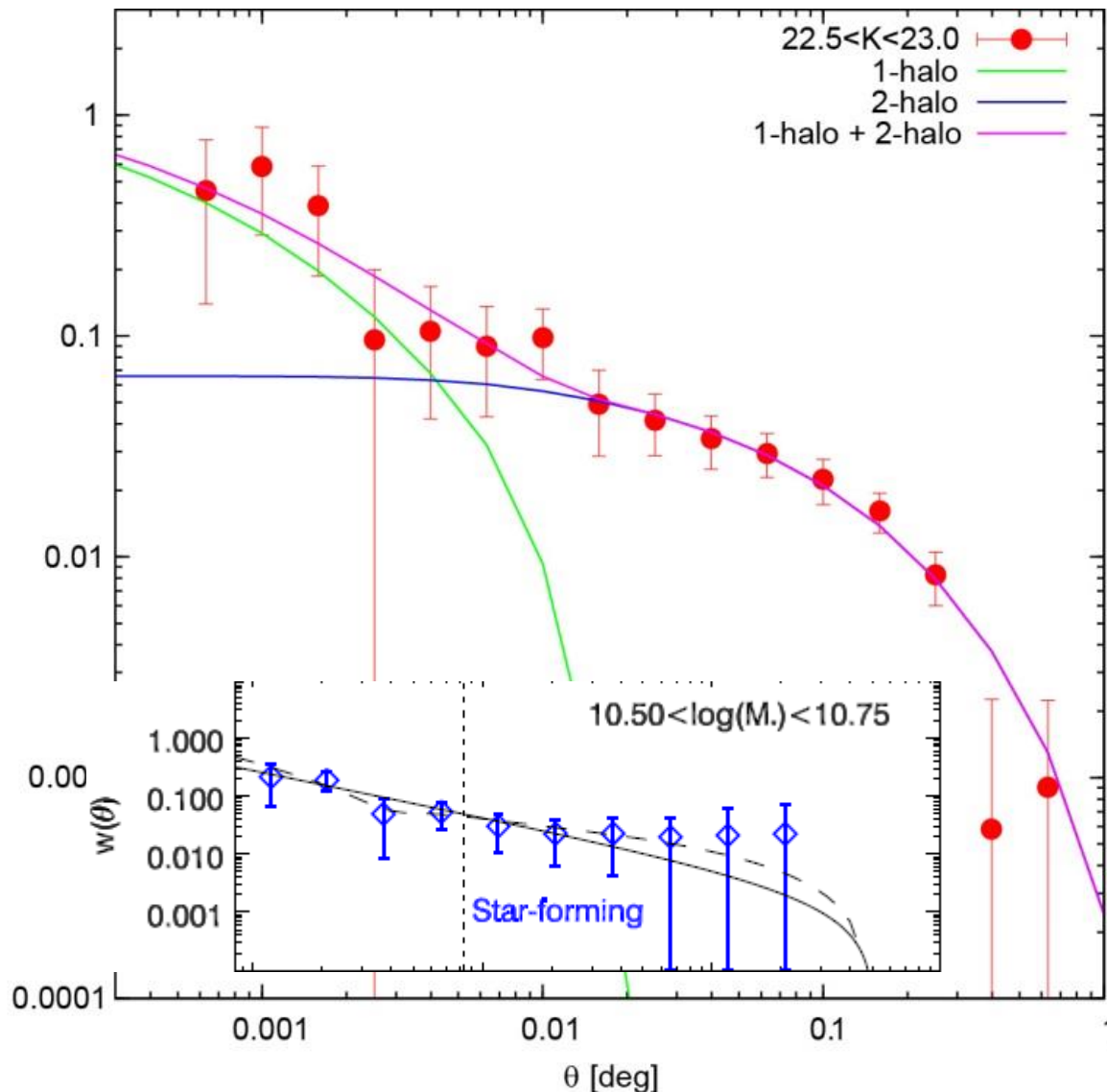
mass parameters

M_1 ：銀河を1つ有するハローの平均質量

M_{\min} ：ハロー内に銀河を有するための最低質量

α ：銀河形成効率を表すべき係数

HOD analysis (results)



$$M_1 = (2.40^{+4.52}_{-1.68}) \times 10^{14}$$

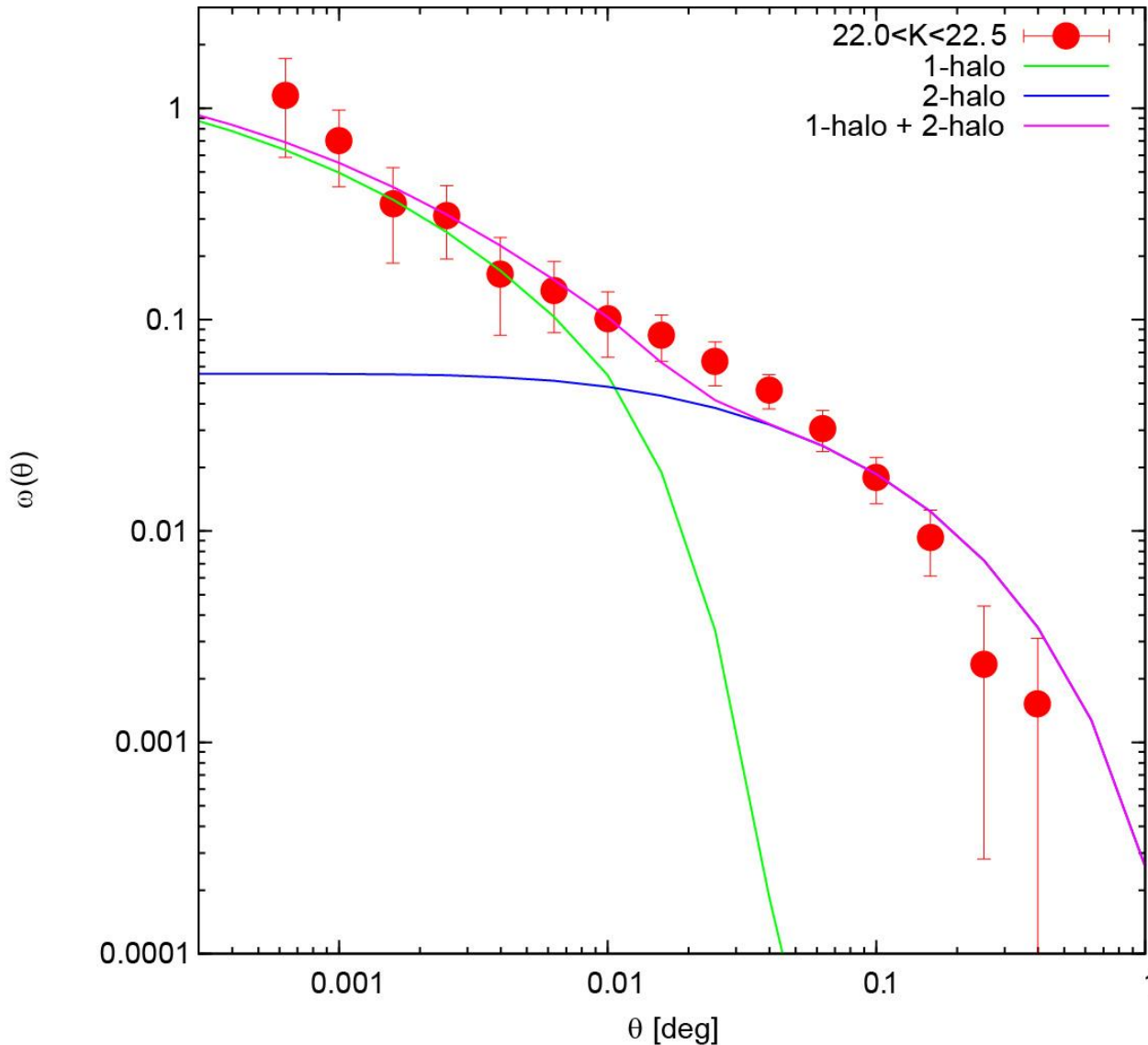
$$M_{\min} = (1.59^{+0.71}_{-0.98}) \times 10^{12}$$

$$\alpha = 0.40^{+0.60}_{-0.10}$$

$$\langle M \rangle = (5.06^{+2.88}_{-1.68}) \times 10^{12}$$

質量の単位は全て $h^{-1}M_{\odot}$

HOD analysis (results)



$$M1 = (8.71^{+7.14}_{-1.47}) \times 10^{13}$$

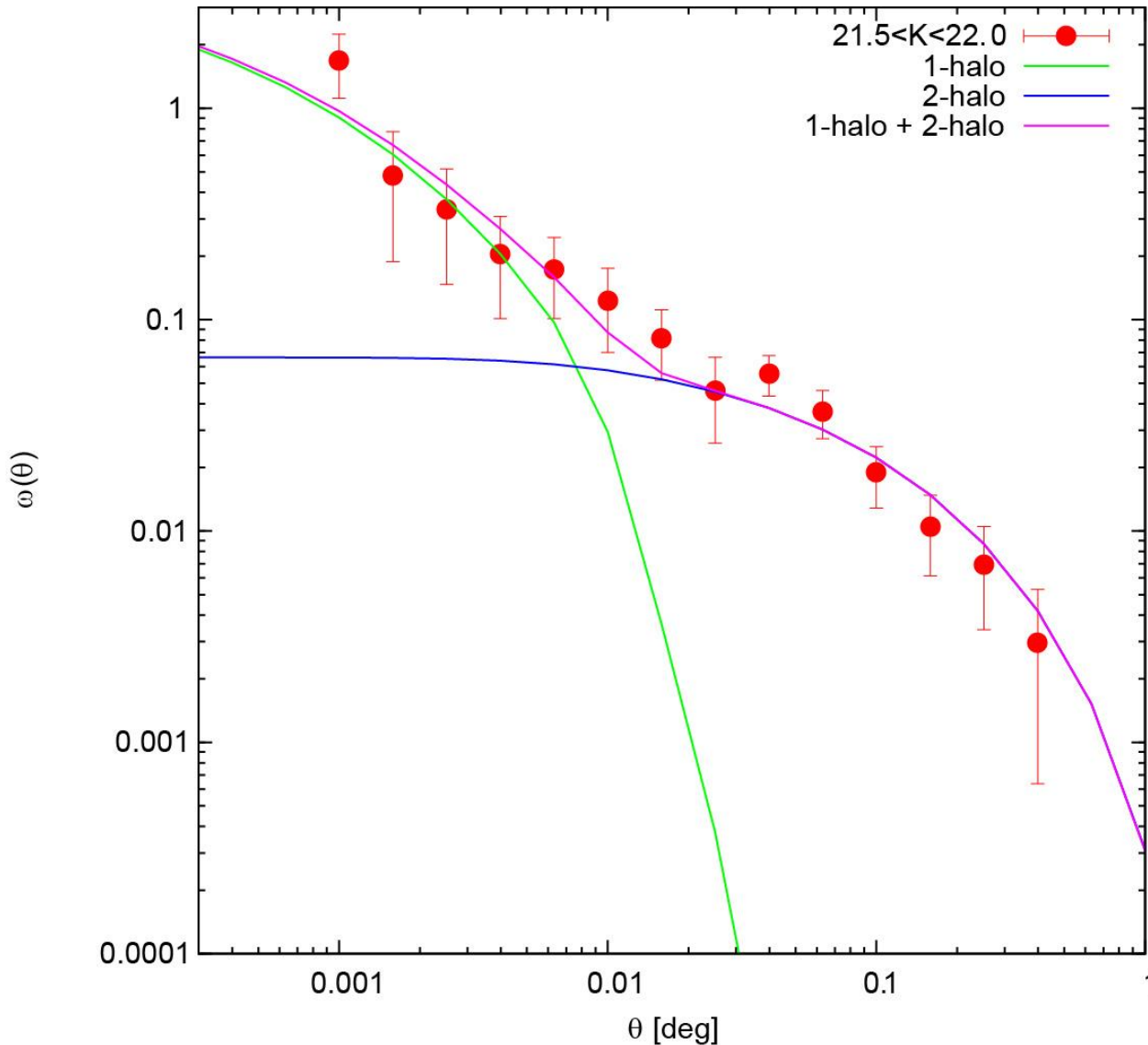
$$M_{\min} = (3.63^{+12.22}_{-0.61}) \times 10^{11}$$

$$\alpha = 1.00_{-0.60}$$

$$\langle M \rangle = (4.64^{+2.03}_{-0.85}) \times 10^{12}$$

質量の単位は全て $h^{-1}M_{\odot}$

HOD analysis (results)



$$M_1 = (8.32^{+67.54}) \times 10^{13}$$

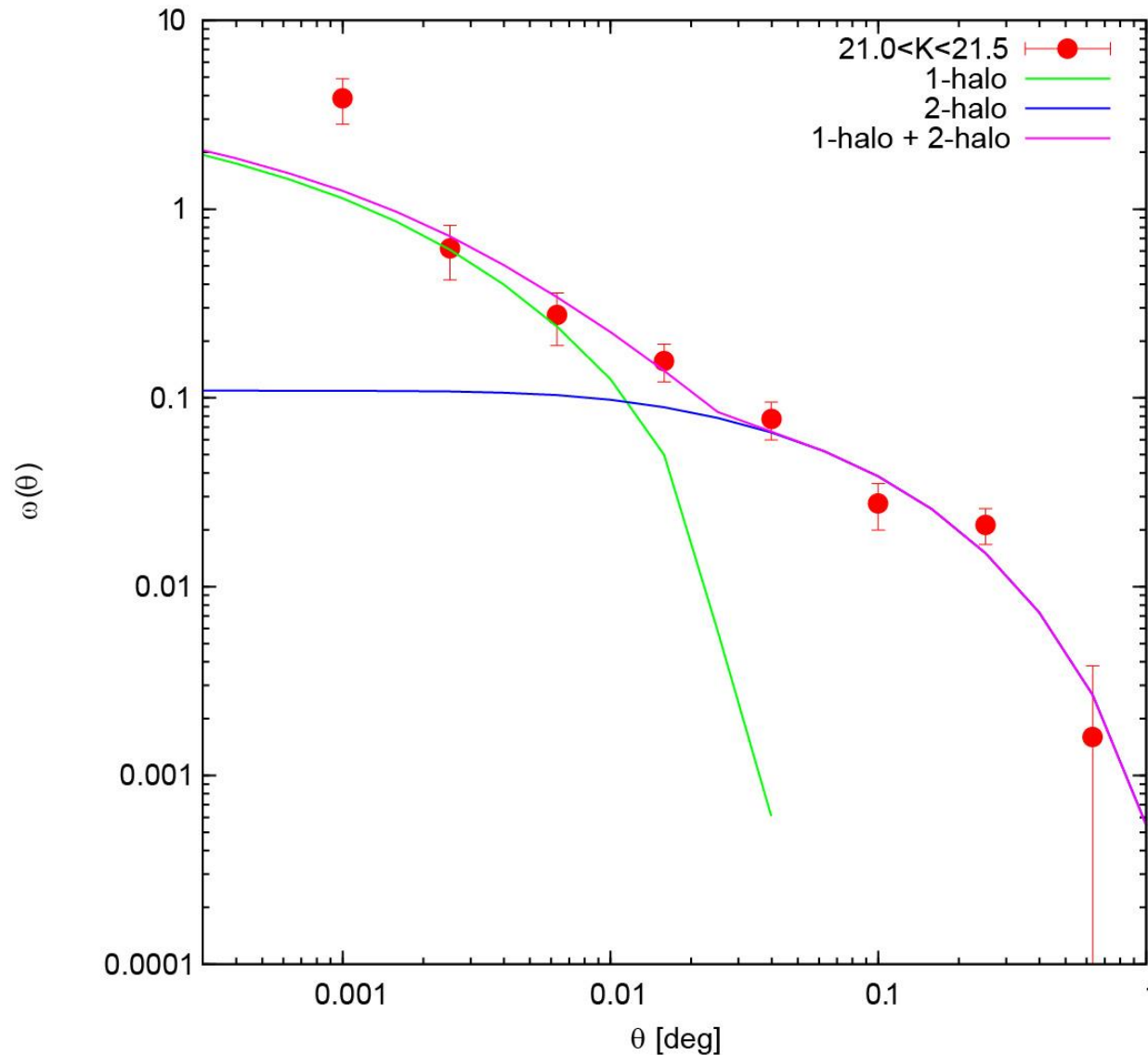
$$M_{\min} = (1.59^{+1.58}_{-0.75}) \times 10^{12}$$

$$\alpha = 0.50^{+0.50}_{-0.20}$$

$$\langle M \rangle = (5.57^{+3.09}_{-1.91}) \times 10^{12}$$

質量の単位は全て $h^{-1}M_{\odot}$

HOD analysis (results)



$$M_1 = (2.00^{+5.95}_{-1.12}) \times 10^{14}$$

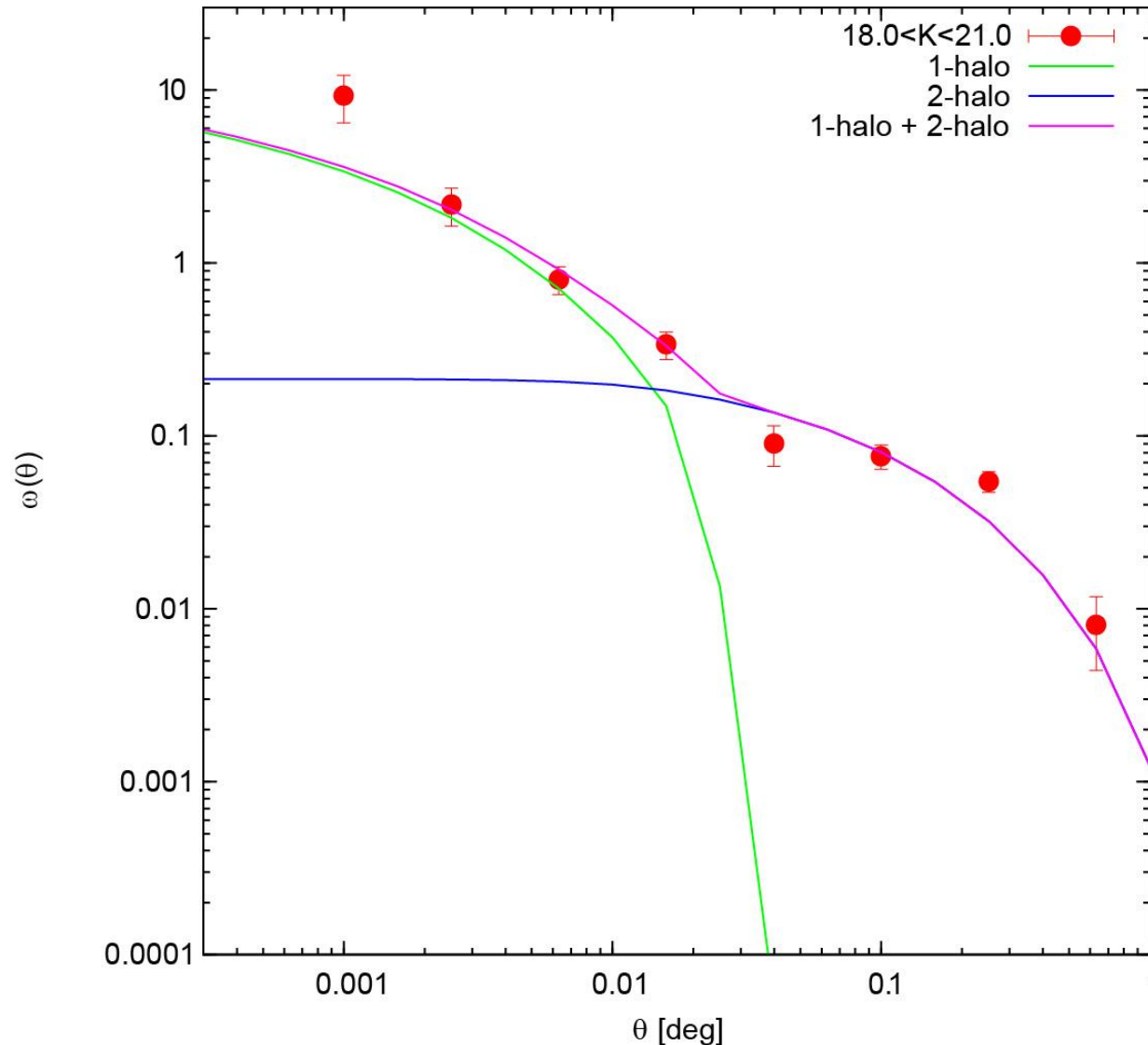
$$M_{\min} = (3.63^{+4.69}_{-2.31}) \times 10^{12}$$

$$\alpha = 0.90^{+0.10}_{-0.60}$$

$$\langle M \rangle = (1.56^{+0.60}_{-0.56}) \times 10^{13}$$

質量の単位は全て $h^{-1}M_{\odot}$

HOD analysis (results)



$$M_1 = (9.55^{+4.25}_{-6.08}) \times 10^{14}$$

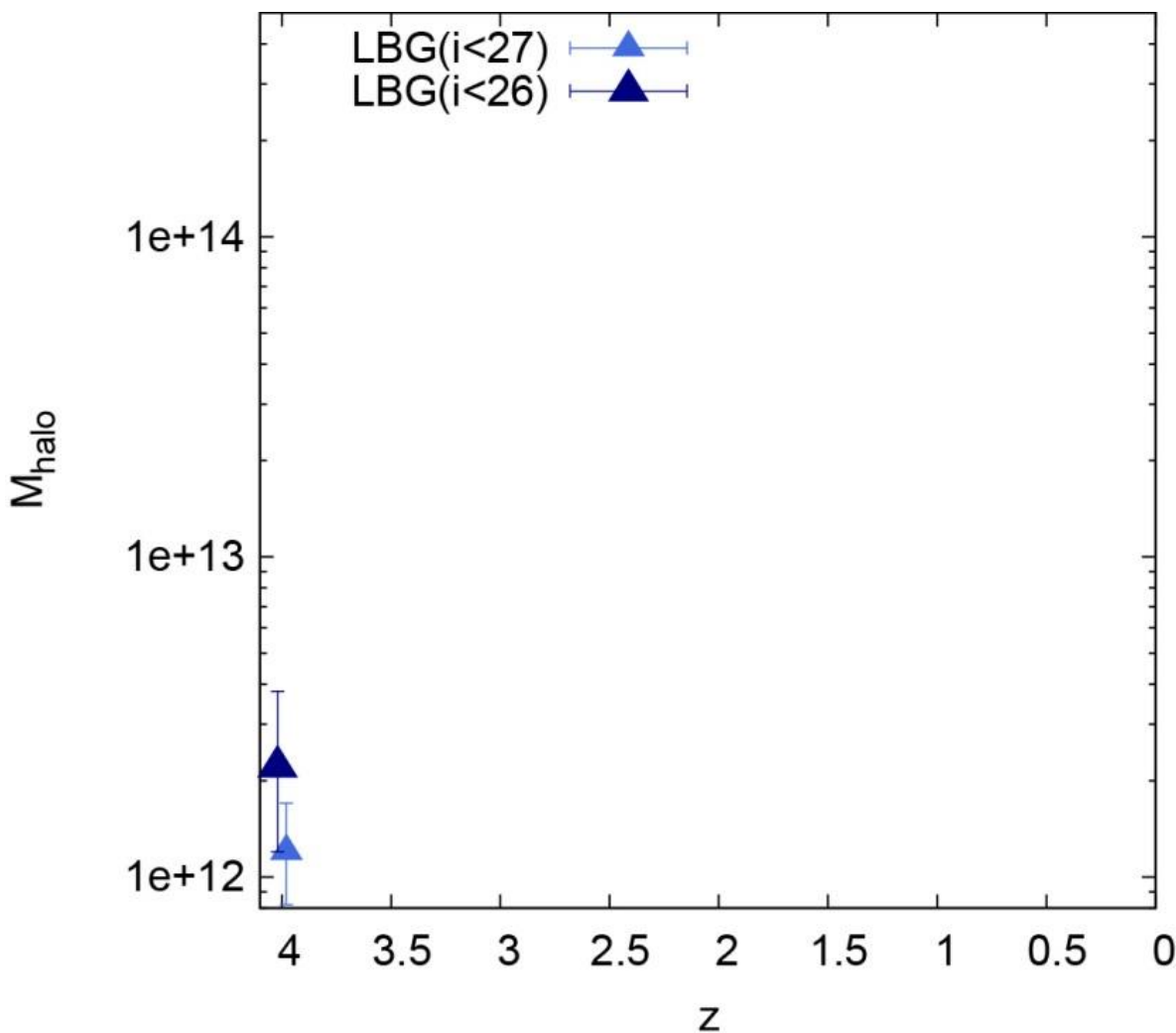
$$M_{\min} = (2.00^{+0.52}_{-0.85}) \times 10^{13}$$

$$\alpha = 0.50^{+0.50}_{-0.10}$$

$$\langle M \rangle = (4.10^{+0.84}_{-0.87}) \times 10^{13}$$

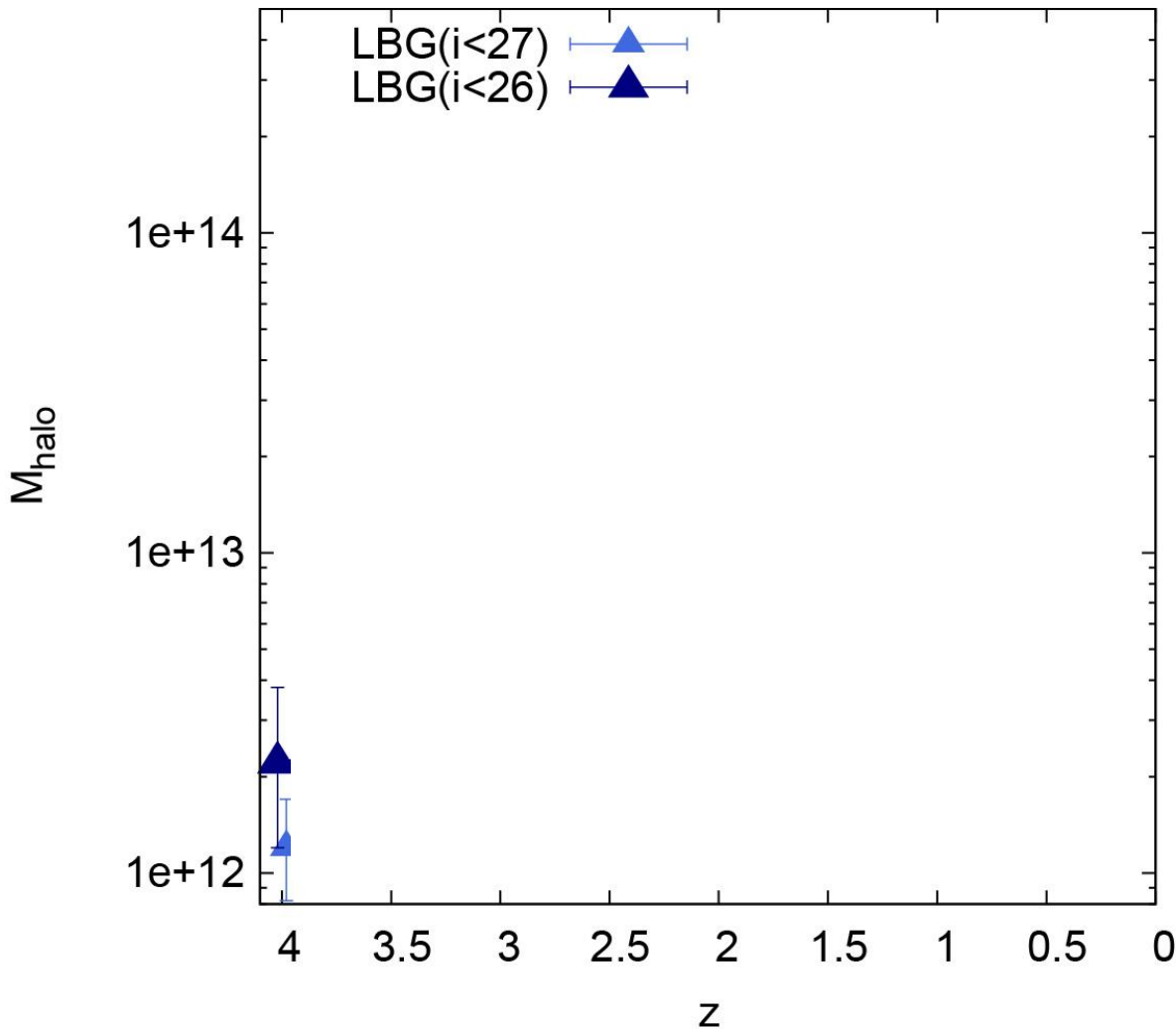
質量の単位は全て $h^{-1}M_{\odot}$

mass evolution of dark halo



average dark halo mass of
LBG@ $z \sim 4$ (Hamana et al. 2006)

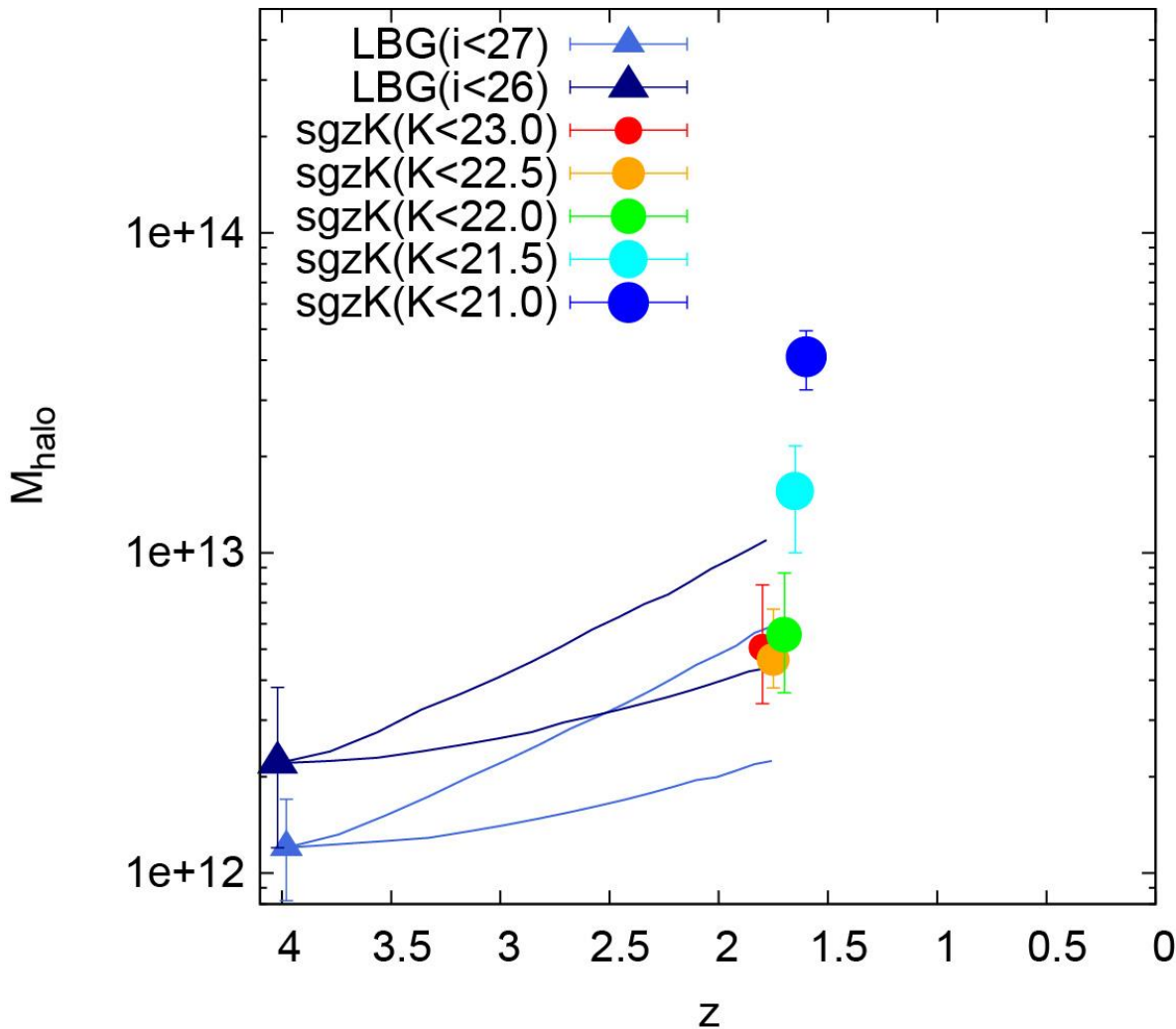
mass evolution of dark halo



average dark halo mass of
LBG@ $z \sim 4$ (Hamana et al. 2006)

halo mass evolution of
LBGs by EPS model

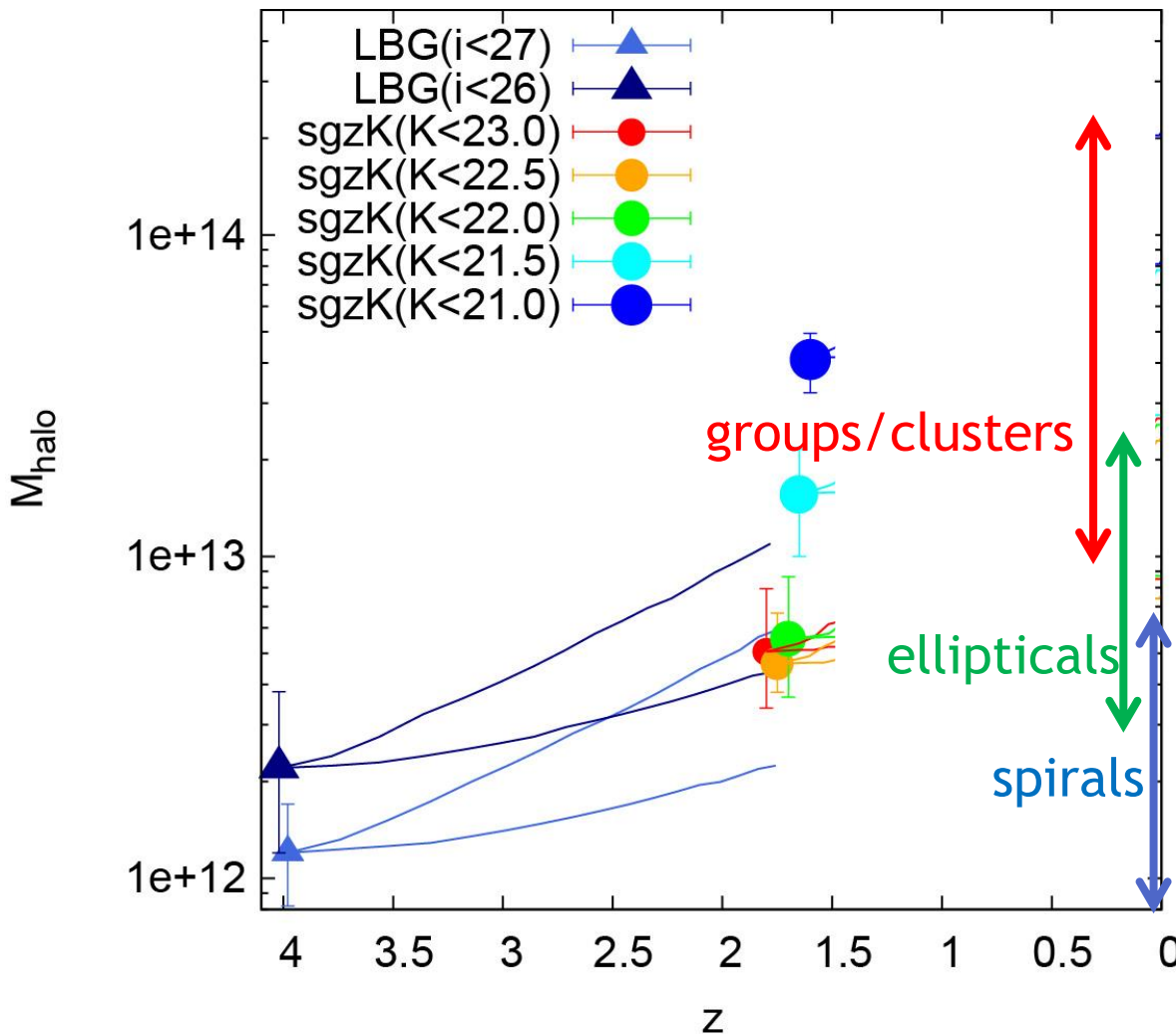
mass evolution of dark halo



average dark halo mass of
LBG@ $z \sim 4$ (Hamana et al. 2006)

halo mass evolution of
LBGs by EPS model

mass evolution of dark halo



average dark halo mass of
LBG@ $z \sim 4$ (Hamana et al. 2006)

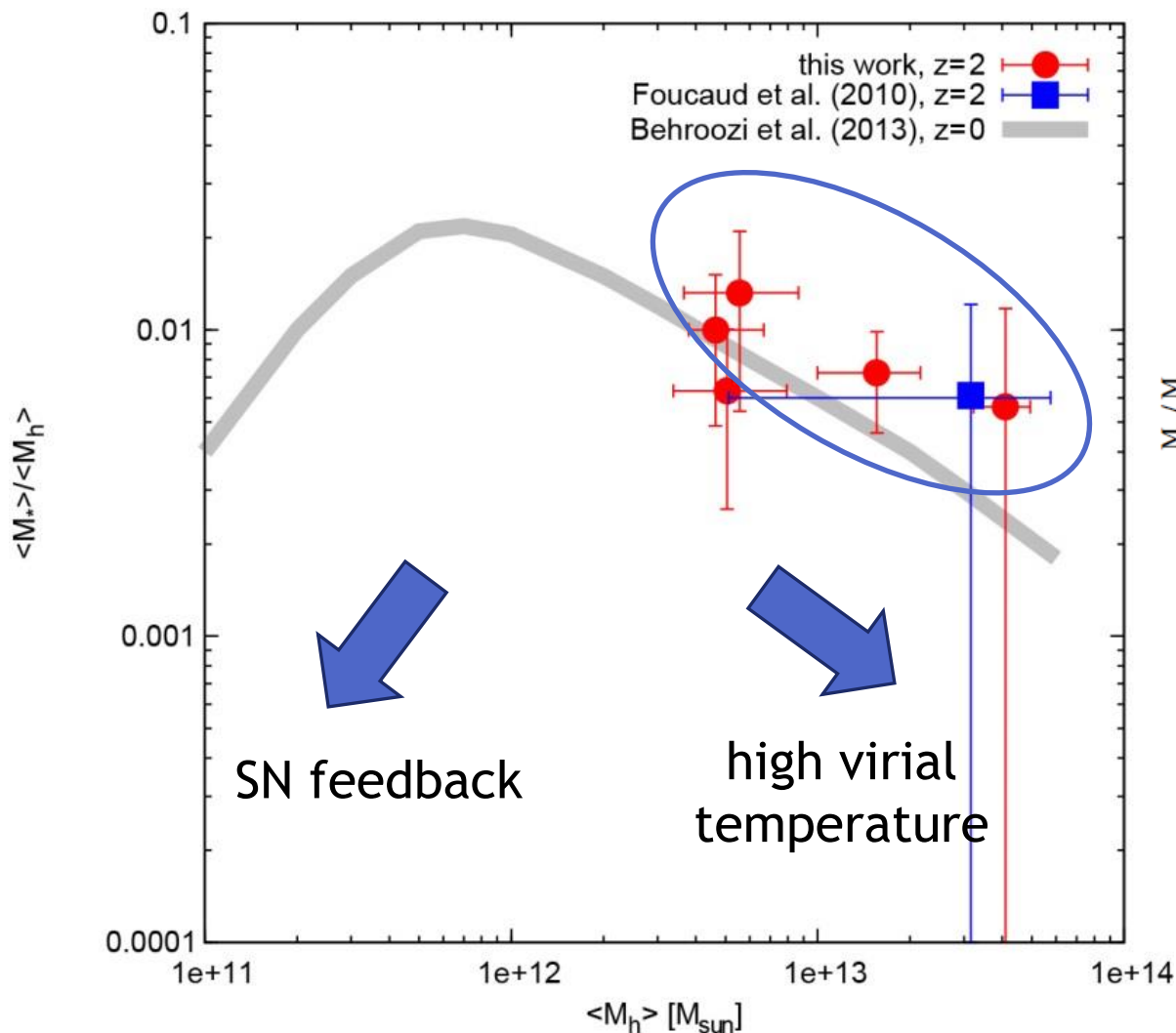
halo mass evolution of
sgzKs by EPS model

$z \sim 2$ で暗いsgzK銀河は
近傍では楕円銀河に進化

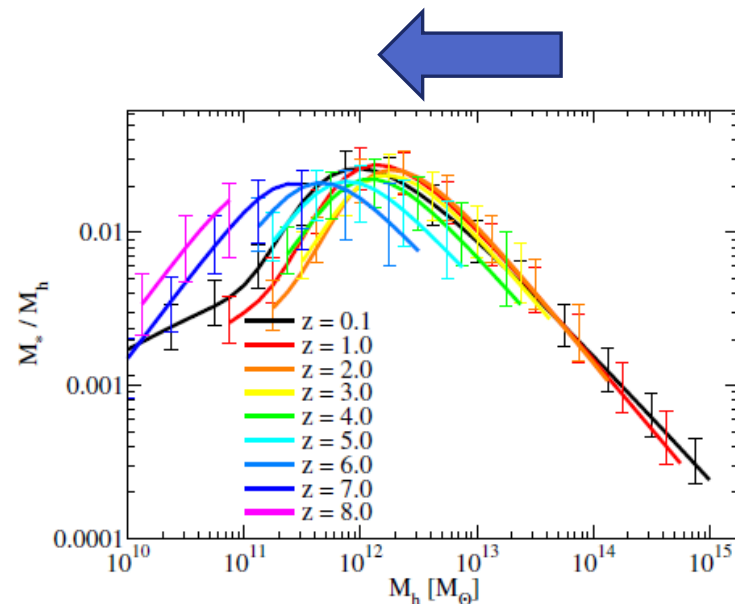
$z \sim 2$ で明るいsgzK銀河は
近傍では中心銀河団銀河
に進化

stellar to halo mass ratio

stellar massの評価は(z-K)のカラーとK等級で評価 (Koyama et al. 2013)



z=2~0で左にシフト



Behroozi et al. (2013)

z=2の結果がz=0に対し
系統的に右にシフトし
ている

summary

- ✓ 過去最大の領域にgzK/BzKセレクションを適用し、およそ42,000個にも渡る大規模な星形成銀河サンプルを構築した。これにより、非常に高いS/N比でクラスタリング解析を行うことが可能となった。
- ✓ 赤方偏移2の銀河に対してHOD解析を適用し、これまでで最も精度よくダークハロー質量を評価した。
- ✓ ダークハロー質量進化の観点から、遠方や近傍の銀河種族とsgzK銀河との関連性を調べた。その結果、暗いsgzK銀河は近傍では楕円銀河に成長し、一方で明るいsgzK銀河は銀河団の中心銀河など非常に大質量な系へと成長することが分かった。
- ✓ 赤方偏移2において大質量なダークハロー内での星形成効率が現在よりも高いことが確認された。
- ✓ HSCでは非常に大規模なgzKサーベイが可能となる（~17平方度、sgzKが~200,000個）ため、多色のデータも合わせて用いることでgzK銀河の詳細な物理的性質を解き明かすことが可能となる。