

Ly α 輝線天体と 他波長観測天体との対応関係について

清水 一紘 (筑波大学)

共同研究者：梅村雅之 (筑波大学)

初代星・銀河形成研究会 in 神戸 (9/8 ~ 9/10)

$\text{Ly}\alpha$ emitters (LAEs) の大規模構造

LAEs ($z=3.1$)

LAEs ($z=5.7$)

LAEsは高赤方偏移においてmajor population

LAEs ($z=4.8$)

LAEsを理解する事は、銀河進化を理解するうえで重要である。

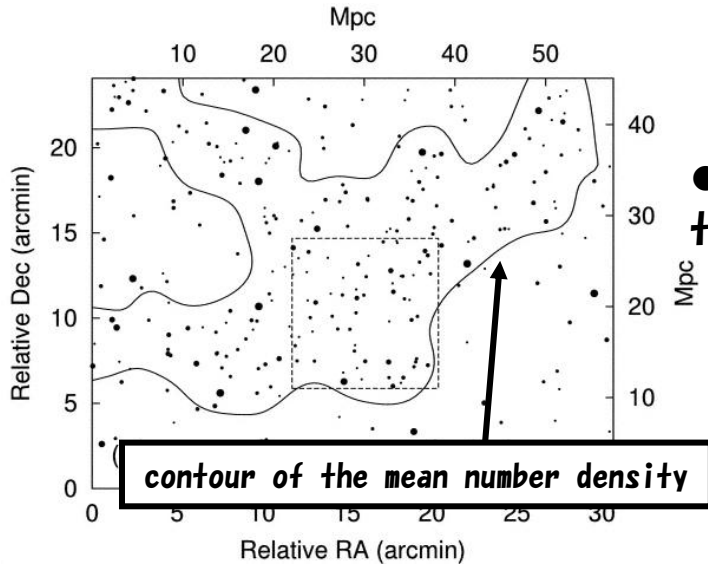
Hayashin

Ouchi et al. 2006

Shimasaku et al. 2004

Relative RA (arcmin)

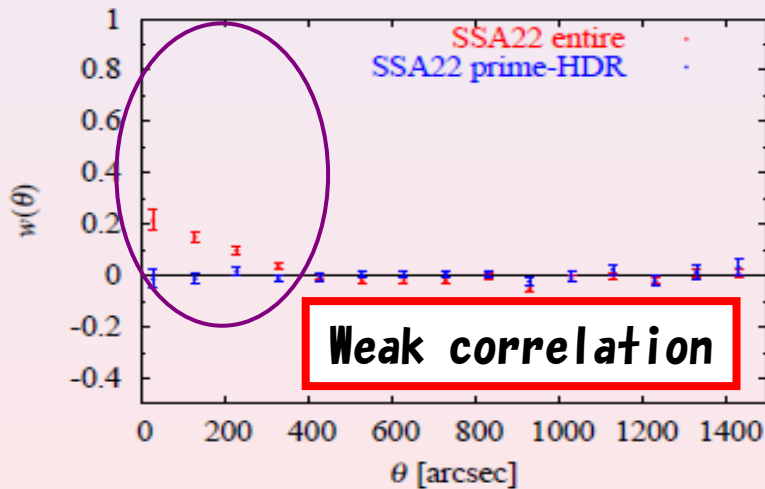
LAEs in SSAZZ region at $z=3.1$



contour of the mean number density

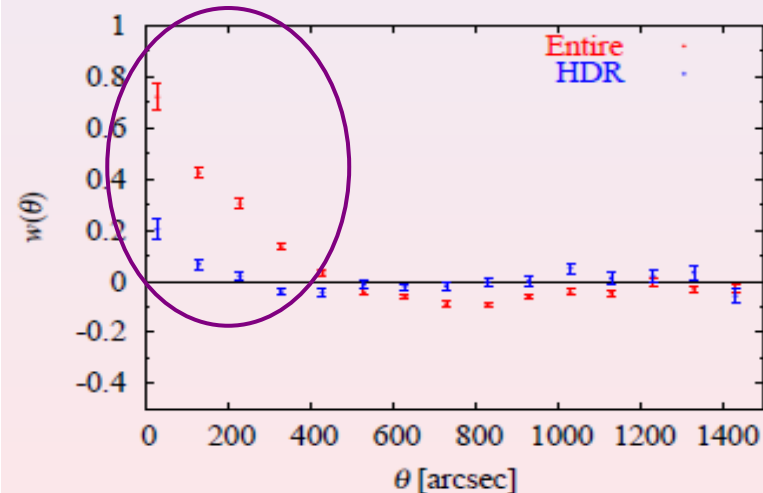
observation

- The correlation of observation is weaker than theoretical expectation
- Spatial distribution of LAEs is difficult to reproduce with standard biased galaxy formation



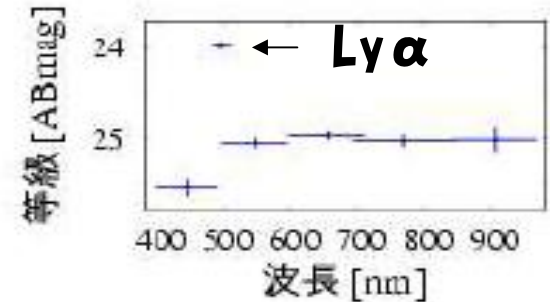
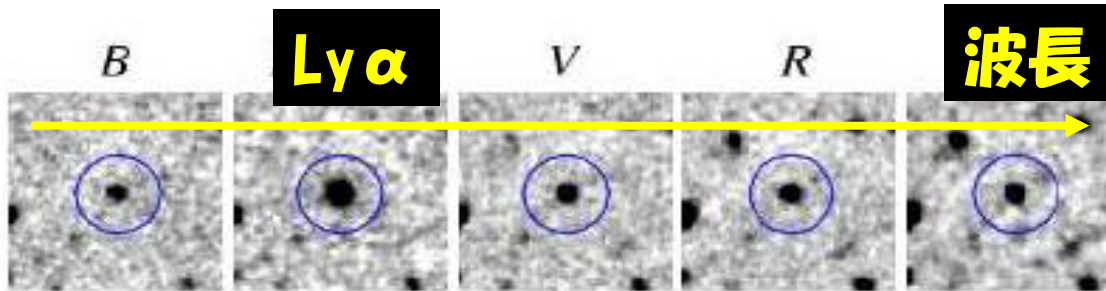
Hayashino et al., (2004)

Theoretical expectation ($b=3$)



Kauffmann et al., (1999)

LAEsの観測的特長



● $\text{Ly}\alpha$ 輝線が強い $\text{EW}_{\text{Ly}\alpha} > 20 [\text{\AA}]$

● 他の high- z galaxies よりも、

✓ サイズが小さい

✓ 星質量が少ない

~ several $\times 10^8 M_{\text{sun}}$ (e. g. LBGs $\sim 10^{10} M_{\text{sun}}$)

✓ ダスト量が少ない

● Continuum成分が LBGs よりも弱い

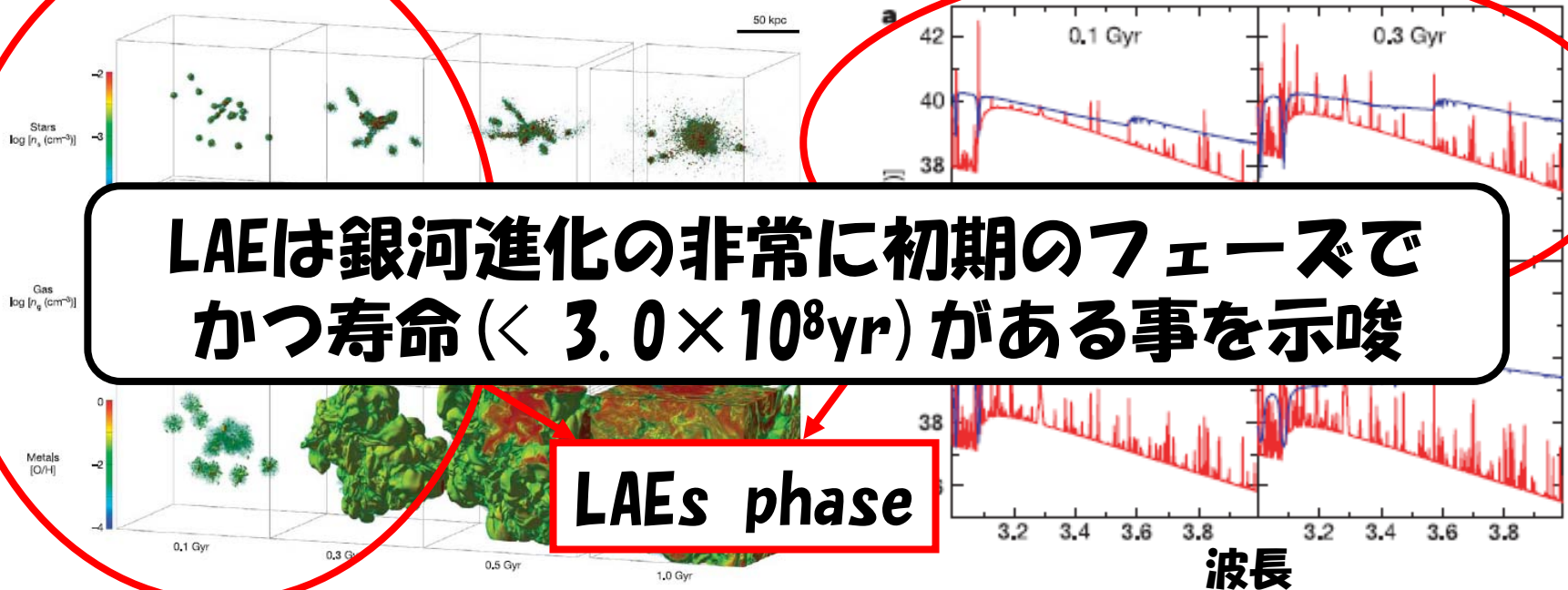


LAEsは LBGs より小さい銀河で、非常に若い天体である

Theoretical approach for LAEs

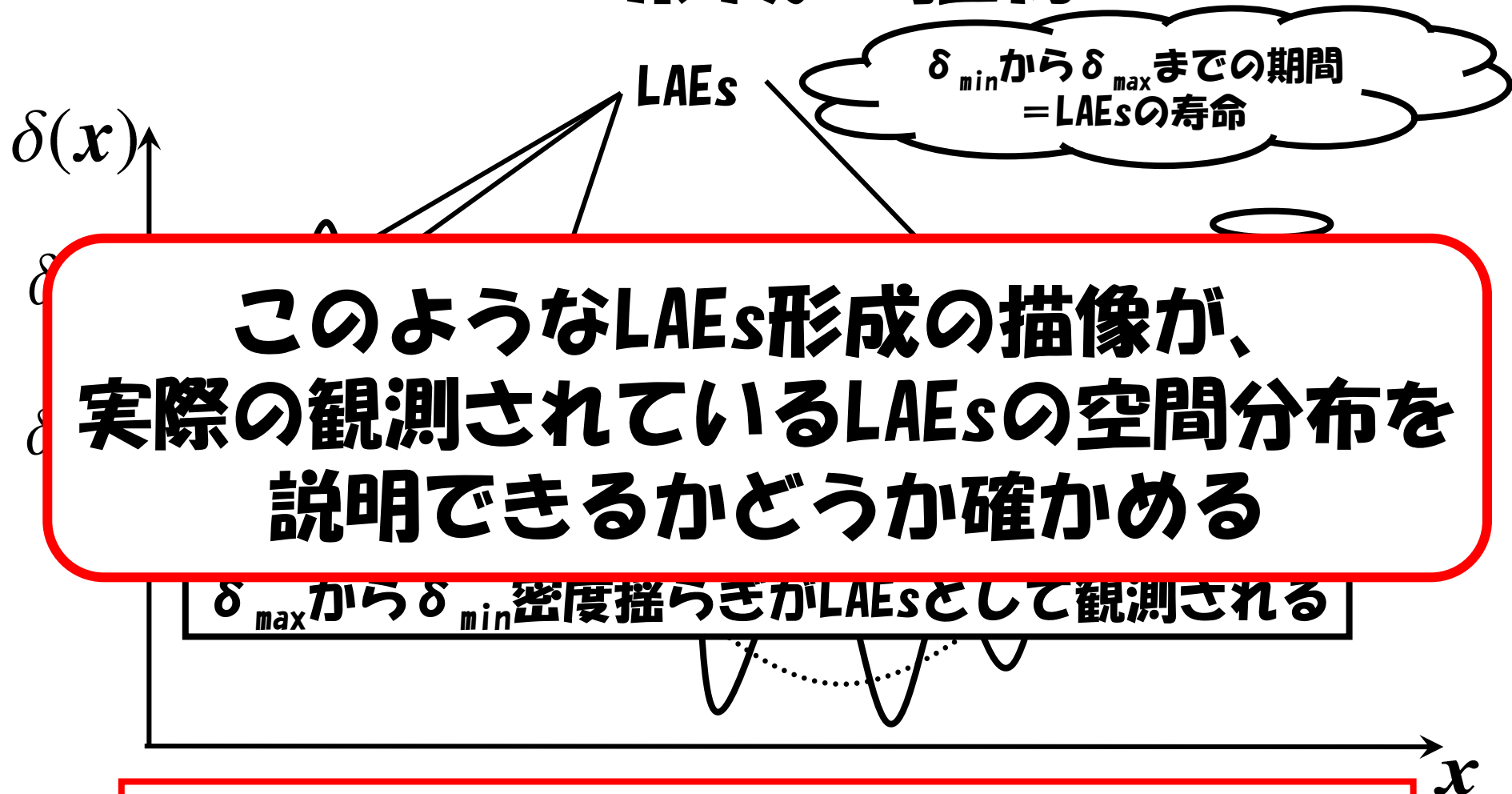
Mori & Umemura., (2006a, b)

SNフィードバックを考慮した高精度の流体シミュレーション



- SN起源の高密度シェルの放射冷却により、 $< 3.0 \times 10^8 \text{ yr}$ で LAEsの観測と同程度のLy α が出ていることを示した。
- LAEs \rightarrow LBGsのように進化する事を示唆。

LAEs形成の描像



バイアス銀河形成モデルと違い、
選択的に高密度ピークはLAEsから除外される。

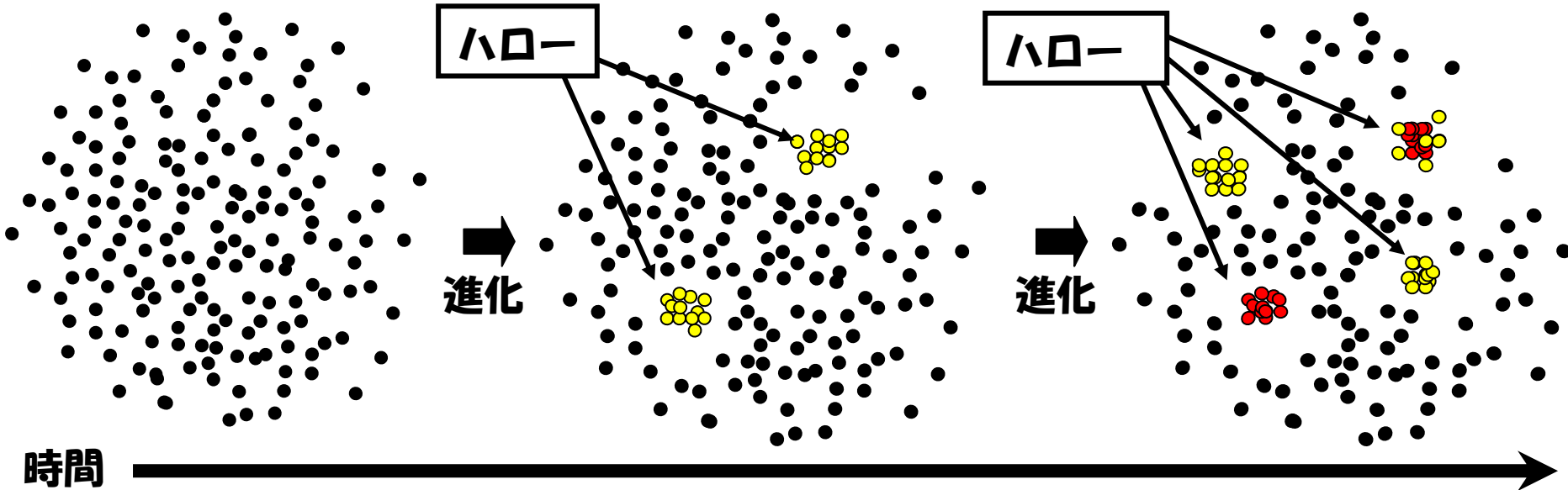
モデルと仮定

- バリオン粒子の運動はダークマター粒子に従うとする
→ 今回はダークマターの運動のみ計算
- ダークマター粒子はハローに取り込まれた時点で星形成を始めると仮定。
- ハローに取り込まれた粒子の星の化学進化は、個々に”PEGASE”を用いて計算する
- バリオンの1割を最終的に星に転換する
- Star formation history (SFH) は $\exp(-\tau)$ を仮定 ($\tau=10^8\text{yr}$)
- ダストによるLy α の吸収を考慮

$L_{\text{Ly}\alpha, \text{obs}}$: 観測されるLy α 光度
 $L_{\text{Ly}\alpha, \text{int}}$: intrinsic Ly α 光度
 N : 各ハローにおける重元素の柱密度

$$L_{\text{Ly}\alpha, \text{obs}} = f_{\text{esc}} L_{\text{Ly}\alpha, \text{int}}$$
$$f_{\text{esc}} = \exp(-aN)$$

- : ダークマター粒子
- : ハローに取り込まれた若い粒子
- : ハローに取り込まれた古い粒子

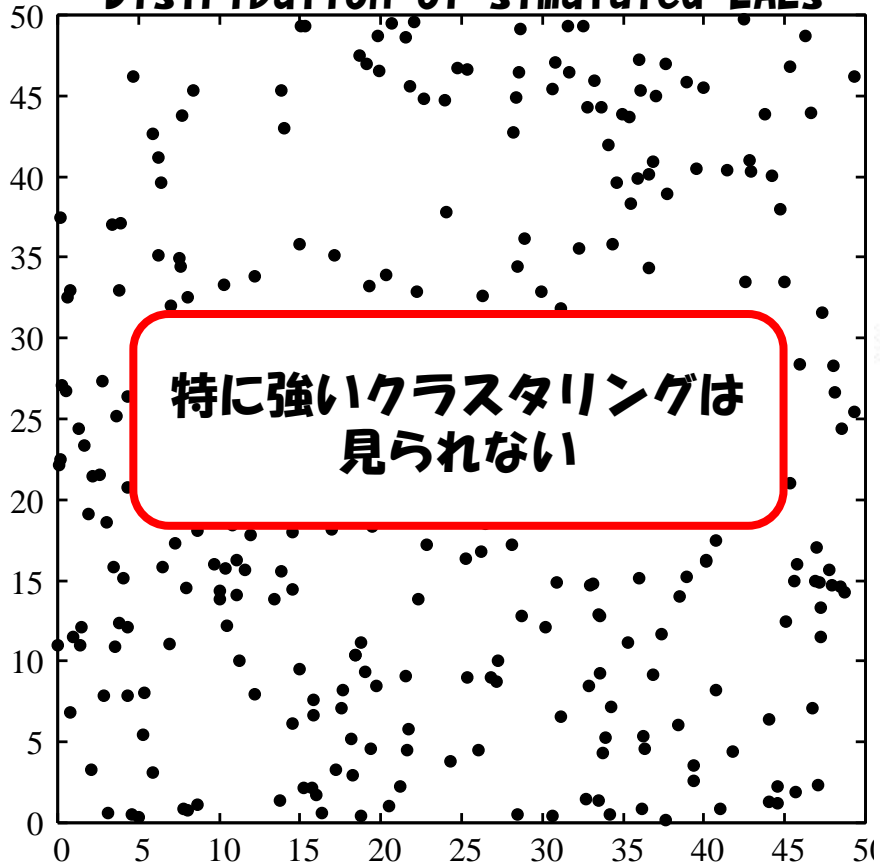


LAEsの空間分布と相関関数

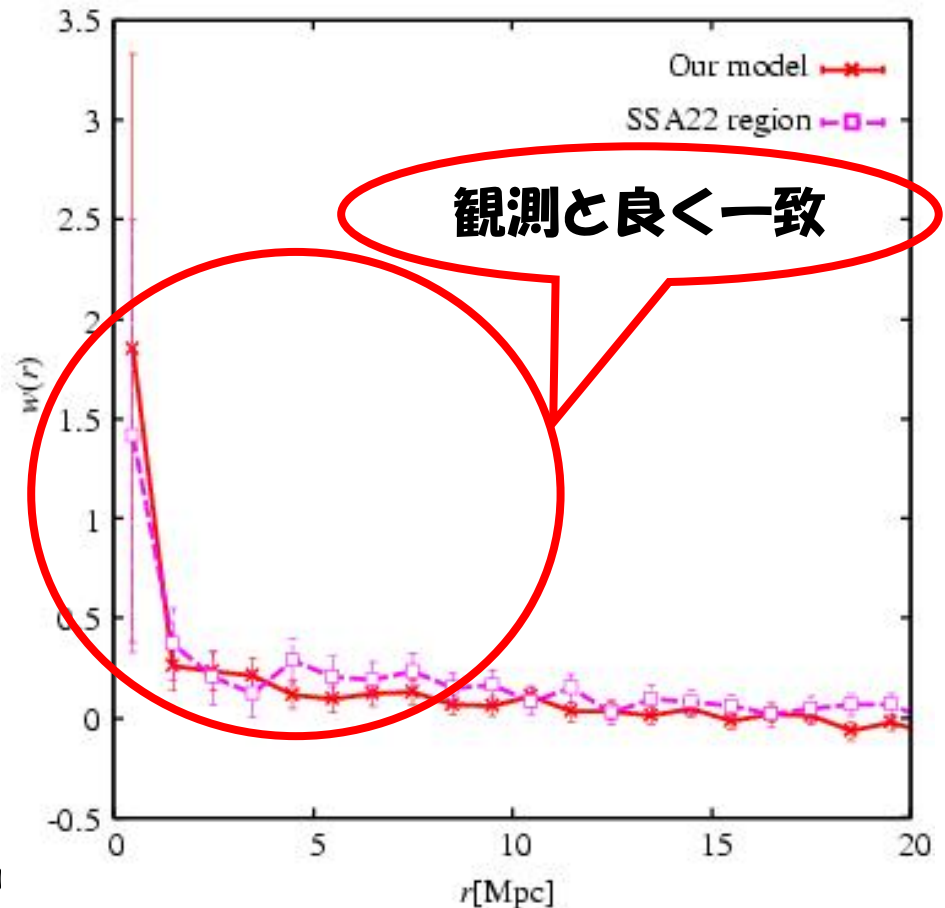
- Simulation box : $(50h_{70}^{-1}\text{Mpc})^3$
- particle number : $(256)^3$
 $\Rightarrow 1$ particle mass : $2.7 \times 10^8 M_{\text{sun}}$
- Initial z : $z=51$
- periodic boundary condition

- $L_{\text{Ly}\alpha} > 1.4 \times 10^{42} [\text{erg/s}]$
- $\text{EW}_{\text{Ly}\alpha} > 30 \text{ \AA}$ (Hayashino et al. 2004)

Distribution of simulated LAEs

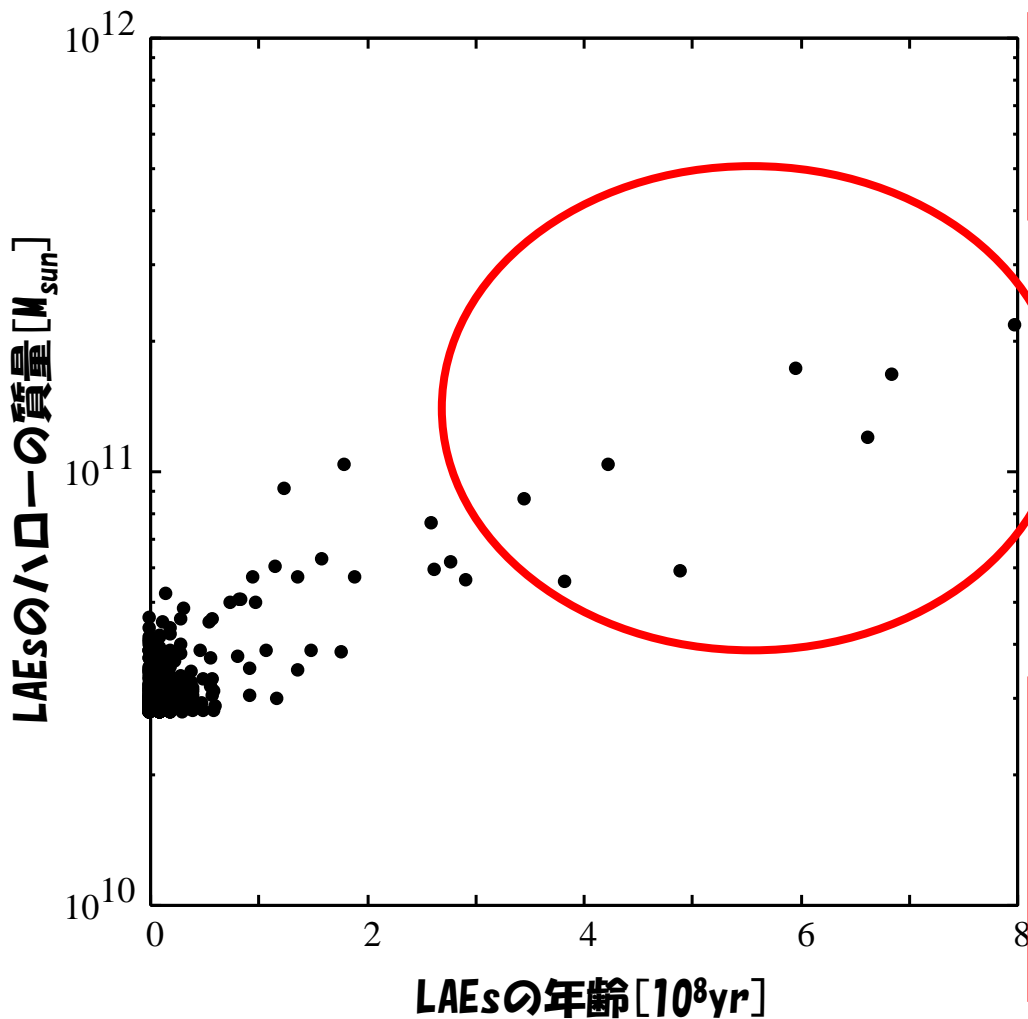


相関関数

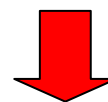


Simulated LAEsの年齢分布

各LAEsの質量と年齢



Mori & Umemura (2006) の予言した
LAEsの寿命 ($< 3 \times 10^8\text{yr}$) を超えたLAEs
が存在する！！



LAEsになりうる天体として2種類
あることを示唆している！！

● 銀河進化の非常に若いフェーズの
天体

● 一度LAEsの寿命を終えた天体に
ガスが降着してきて、それが星形成
を誘発しているような天体

Stellar mass of observed LAEs

SED フィッティングによるLAEsの年齢・星質量の見積もり

reference	z	stellar mass [M_{\odot}]	Age [Myr]
Gawiser2006, 2007	3.1	5×10^8	90
Lai2007b1	3.1	3×10^8	160
Nilsson2007	3.15	4.7×10^8	850
Lai2007b2	3.1	9×10^8	1600
Finkelstein2007	4.4	$(3.0 \sim 65) \times 10^8$	3 ~ 800
Pirzkal2007	5	$(0.07 \sim 18) \times 10^8$	1.0 ~ 20
Lai2007a	5.7	$(4.5 \sim 11) \times 10^9$	4.8 ~ 720

赤はrest optical/NIR bandsで観測できなかったLAEs、青は観測できたLAEs

rest optical/NIR bandsで観測できたLAEsは、観測できなかったLAEsに比べて年齢が古いだけでなく、星質量も全体的に大きい傾向がある

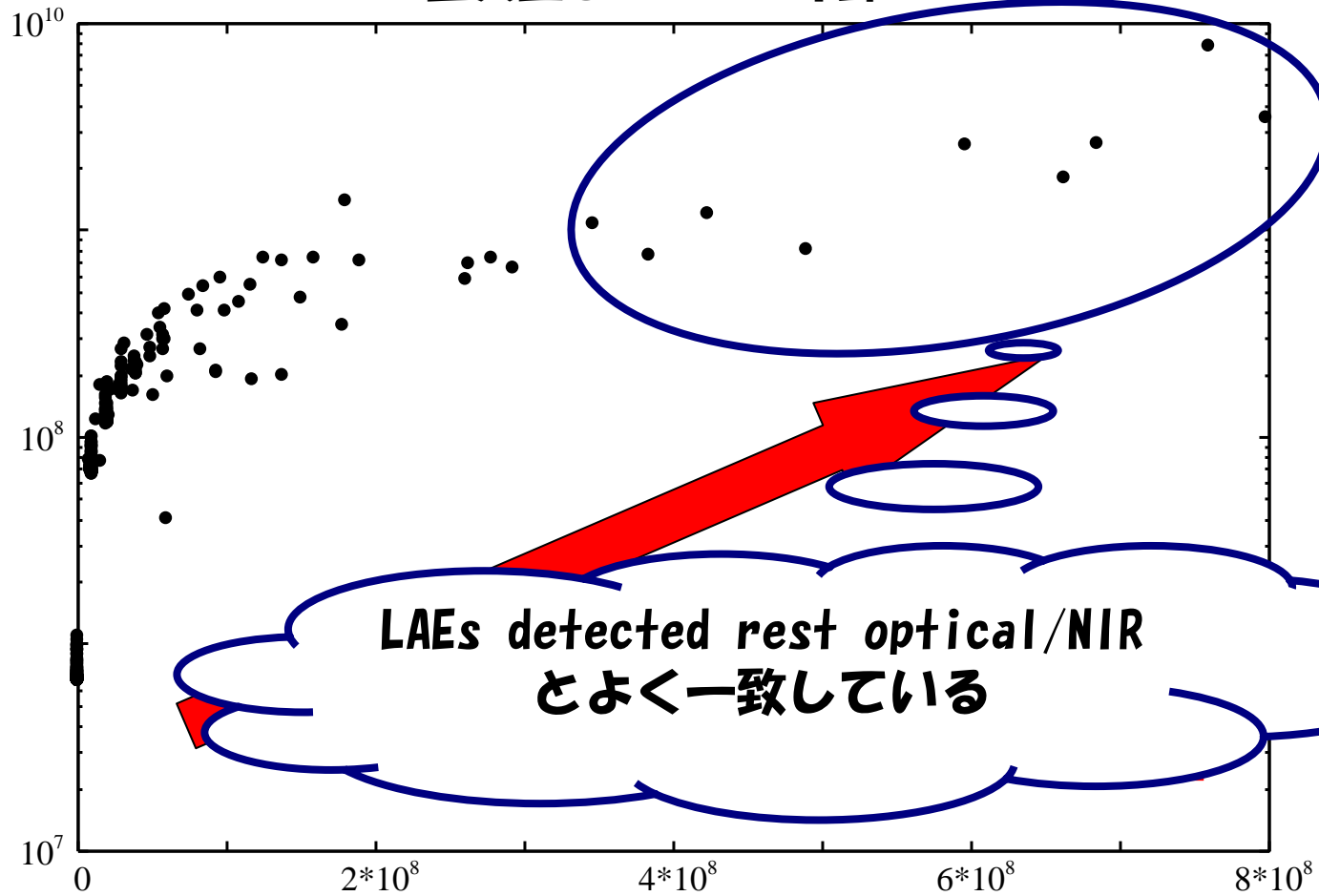


●rest optical/NIR bandsで観測できたLAEs

⇒ 一度LAEsとして寿命を終えた天体にガスが降着してもう一度LAEsとして光っている天体と一致するかも??

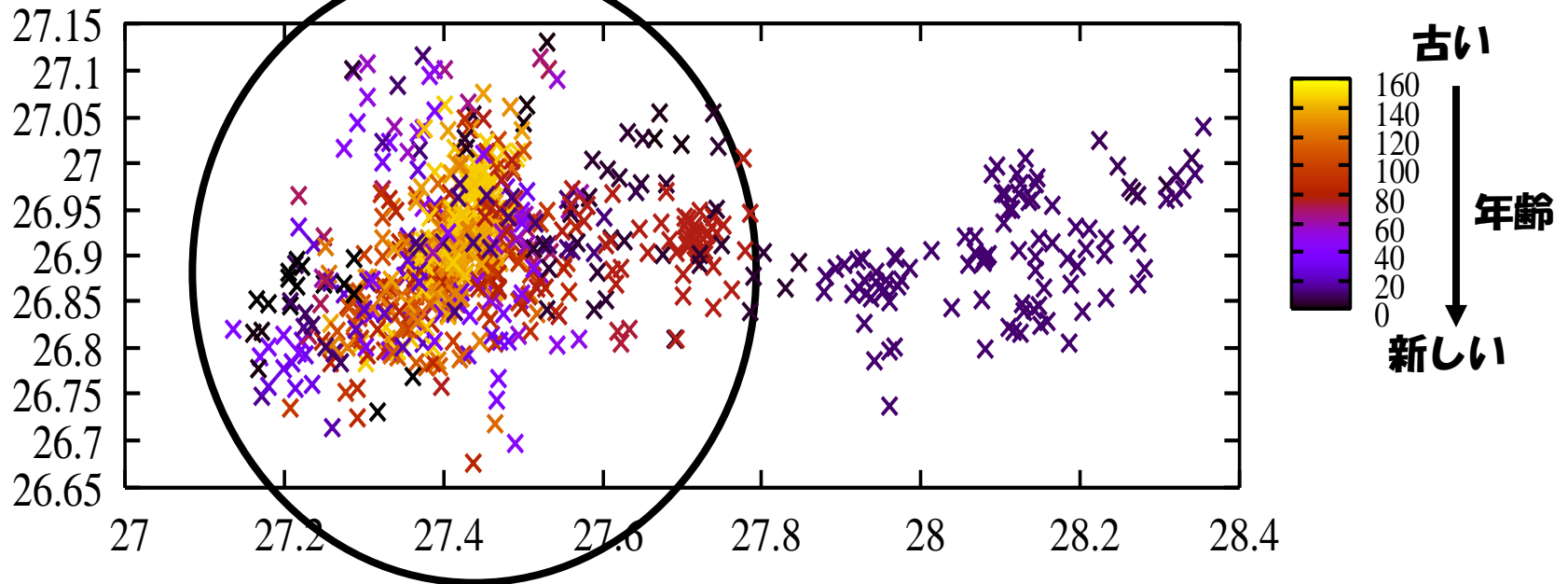
Stellar mass of simulated LAEs

星質量とハローの年齢

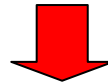


議論3

古いハローにガスが降着してLAEsとして光っている天体の粒子分布



古い粒子(星の質量が多い)粒子ほど中心部に密に集まり、若い粒子はその周りを覆っているようにハローを形成している



ガス降着型のLAEsは星質量の分布とLy α の輝度分布が空間的にずれている可能性がある。

まとめ

観測やMori&Umemura (2006) がより示唆されるLAEsの描像が、実際観測されるLAEsの空間分布を説明できるか宇宙論的N体計算+PEGASEを用いて調べた。



●LAEsには少なくとも2つの種類があることが分かった。

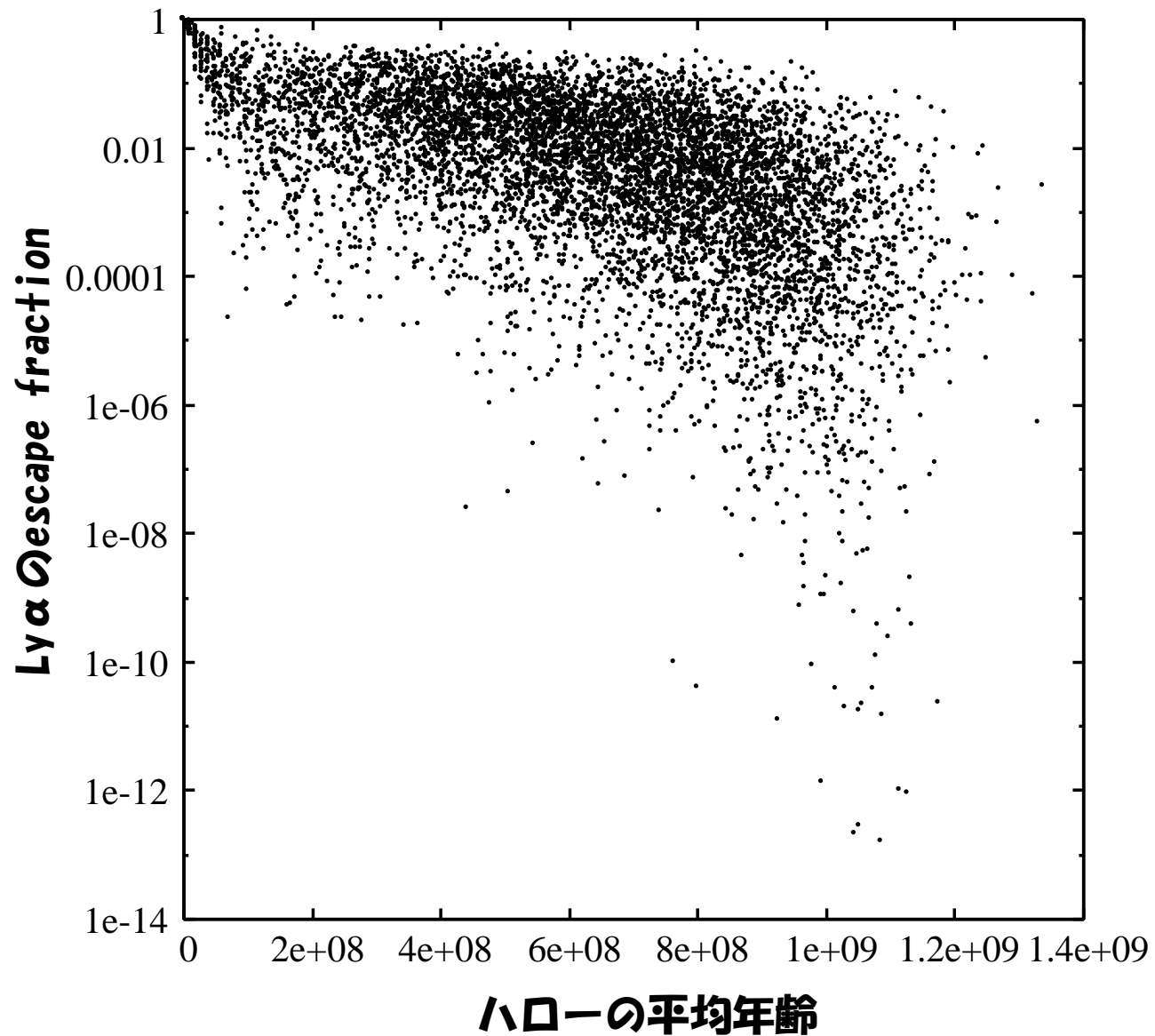
- I. 非常に若い銀河進化の初期のフェーズにある天体
- II. 一度LAEsとしての寿命を終えた天体にガスが降着して、それにより星形成が誘起されているような天体 ← LAEsの新しい描像

●後者のLAEsは、rest optical/NIR bandで観測されるLAEsと年齢・星質量がよく一致することが分かった

●後者のLAEsは星の分布とLy α 輝度分布がずれている可能性があることが分かった。

おまけ

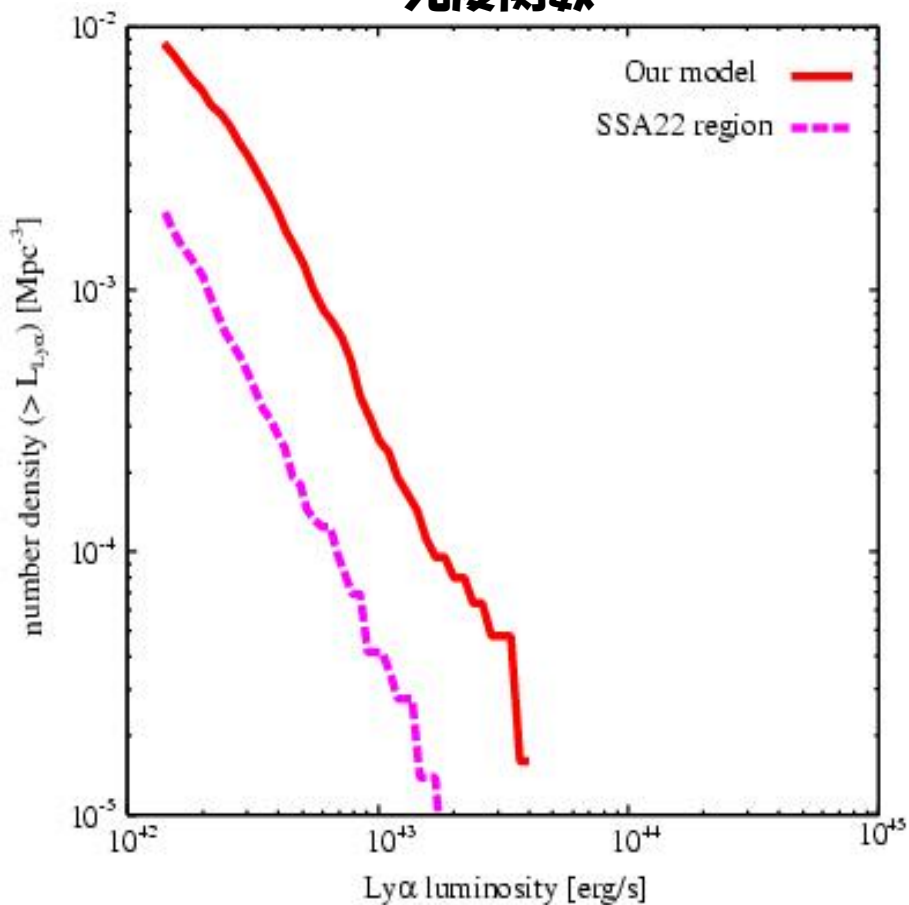
$\text{Ly}\alpha$ $\mathcal{Q}_{\text{escape}}$ fraction



LAEsのLy α 光度関数

ダスト吸収考慮なし

光度関数



ダスト吸収考慮あり

光度関数

