

Ly α Blobs, サブミリ銀河の近 赤外線多天体分光観測から探る、 大質量早期型銀河の形成初期

2014/6/5 第一回銀河進化研究会

久保 真理子(東京大学ICRR)

山田亨, 市川隆(東北大学), 鍛冶澤 賢 (愛媛大学), 松田有一、田中壺 (国立天文台)

ABSTRACT

- ・ 大質量銀河は階層的銀河合体によって形成されることがCDMの宇宙論的数値シミュレーションから予測されている。
- ・ 近赤外線の高い撮像データから、 $z > 2$ SMGs, LABs等の多くが複数の星成分を持つことが明らかになっている。我々は $z=3.1$ LABs, SMGsの近赤外線分光観測から、確かに重力的にバウンドされた複数の星成分を持つことを示した。
- ・ 特に顕著な系、LAB01, SMGの総星質量は $2 \times 10^{11} M_{\text{sun}}$ を超えていて、mergerが星質量増大に大きくきくと考えられる。それらの星成分は活発な星形成を行っている一方で、既にmassive quiescent になりつつある星成分もある。

CONTENTS

1. Introduction

**2. Selection of the Multiple merging galaxies
and spectroscopic follow up**

3. Results

4. Discussion ... LAB01, AzTEC 14 in detail

1. Contribution of mergers

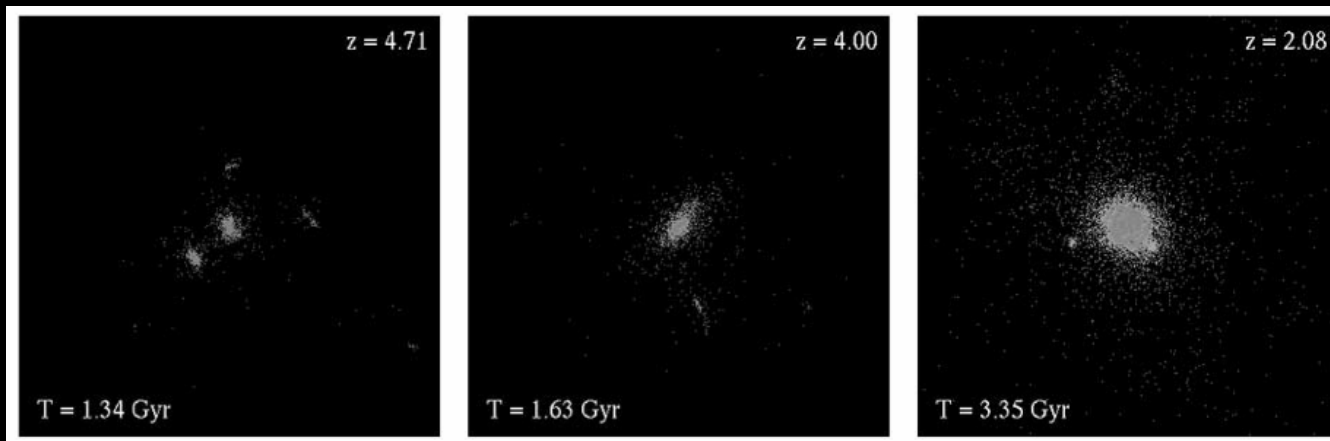
2. Stellar population of the counterparts

5. Summary

1. INTRODUCTION

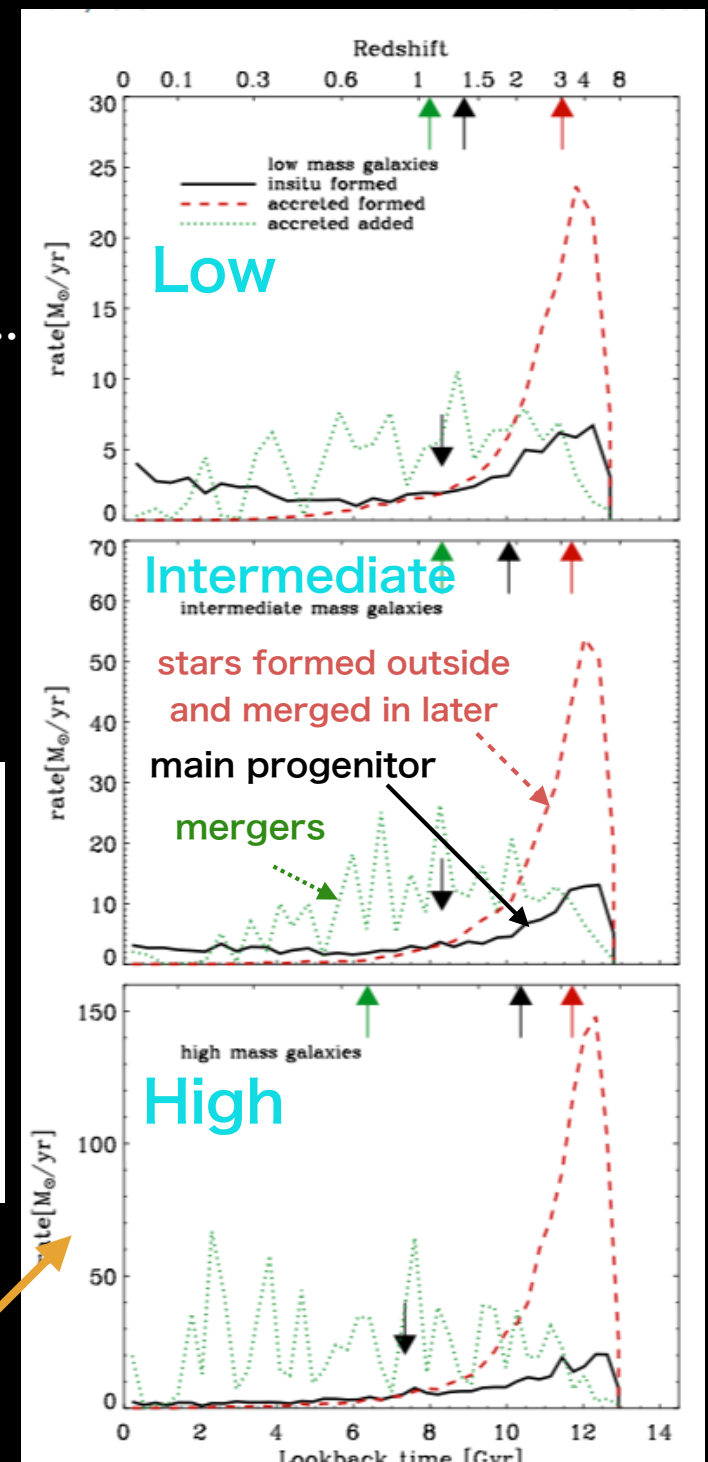
大質量銀河の形成

- ★ cosmological numerical simulations in CDM universe……
 - in situ star formation in halo (@ $z > \sim 2$)
 - hierarchical multiple mergers (to $z=0$)
- ★ 観測的には (深い近赤外線撮像が必要) ……
 - Multiple stellar components in LABs and SMGs at $z > 2$ (e.g., Prescott+12; Uchimoto+12; Umehata+14)



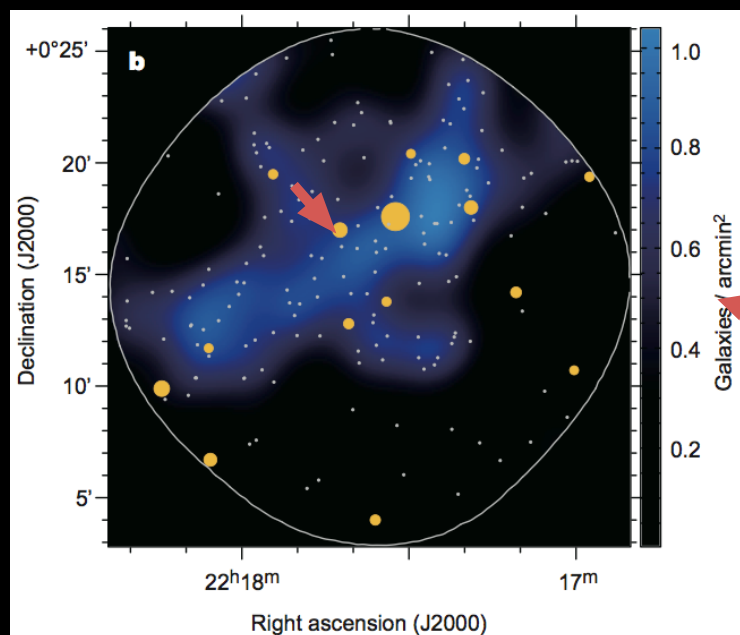
大質量銀河形成の様子。サイズは 40×40 kpc (Meza+03)

大質量銀河ほど main progenitor の
形成時期が早い、mergerの寄与大

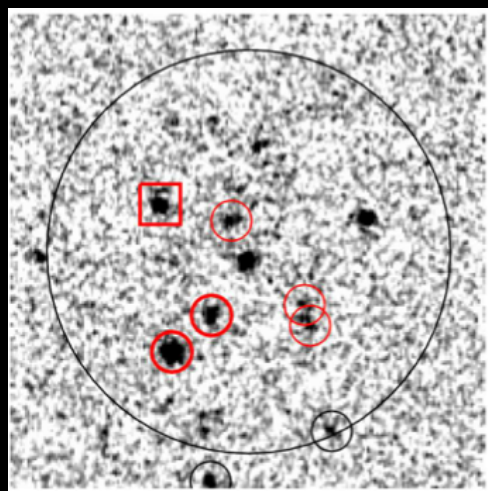
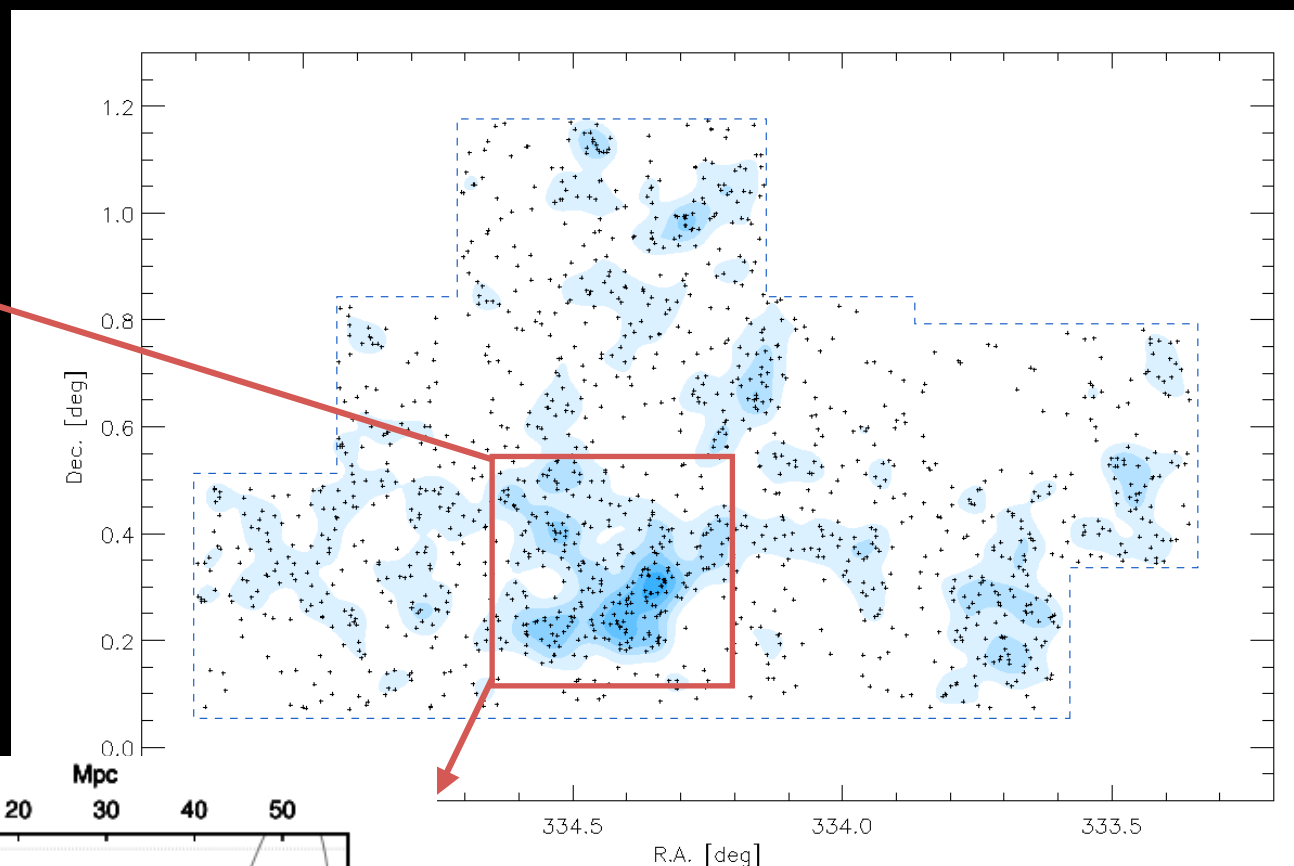


Formation & Assembly (Oser+10)

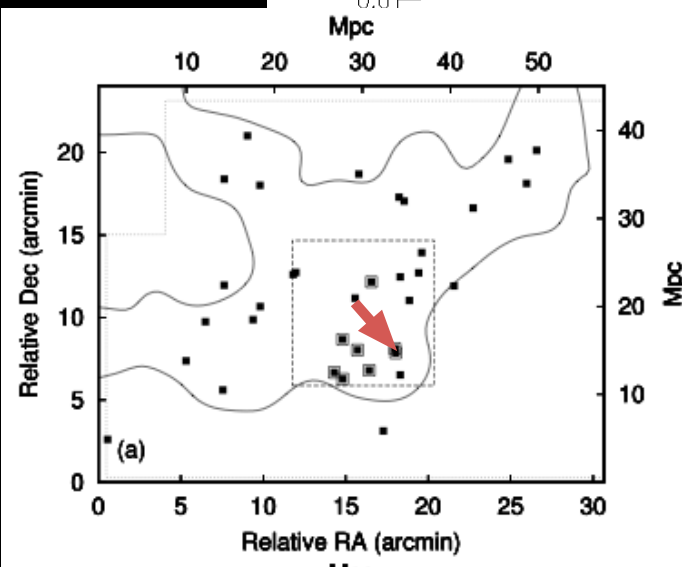
Multiple mergers in the SSA22 protocluster at $z=3.09$



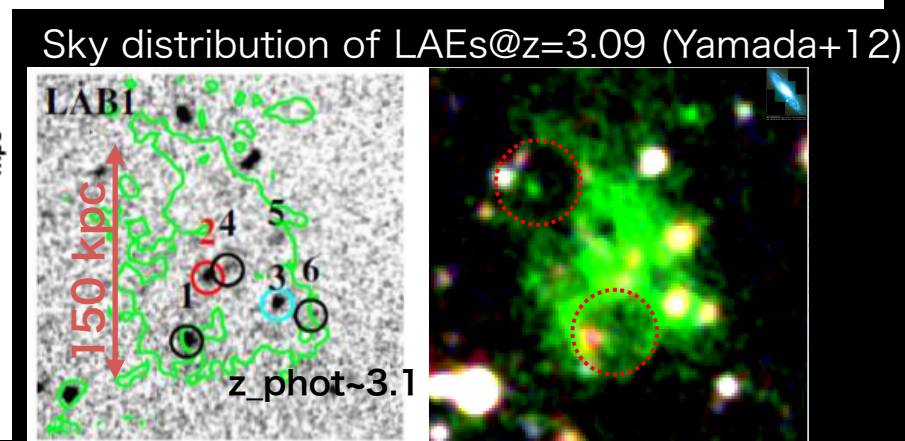
Sky distribution of **AzTEC**
1.1 mm sources (Tamura+09)



AzTEC 14 (Uchimoto+12)



Sky distribution of **LABs** (based on Matsuda+05), K-band images (Uchimoto+12)



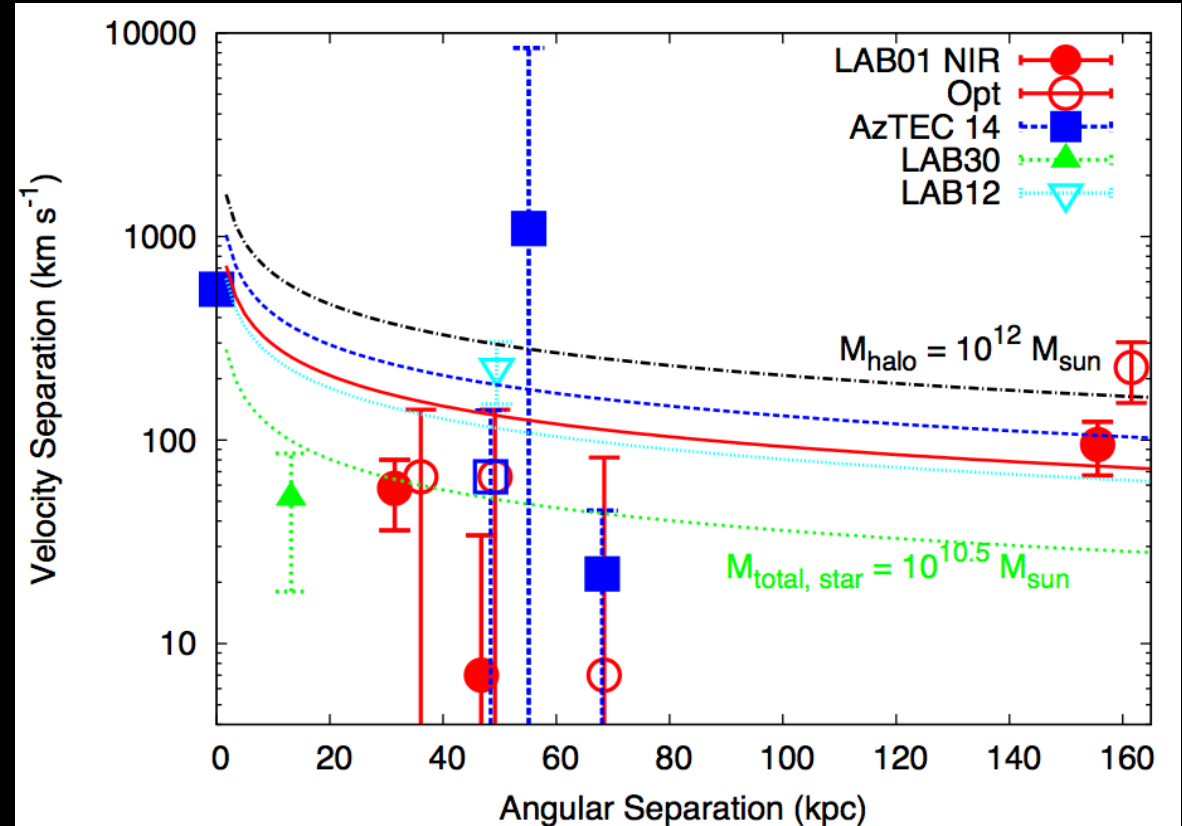
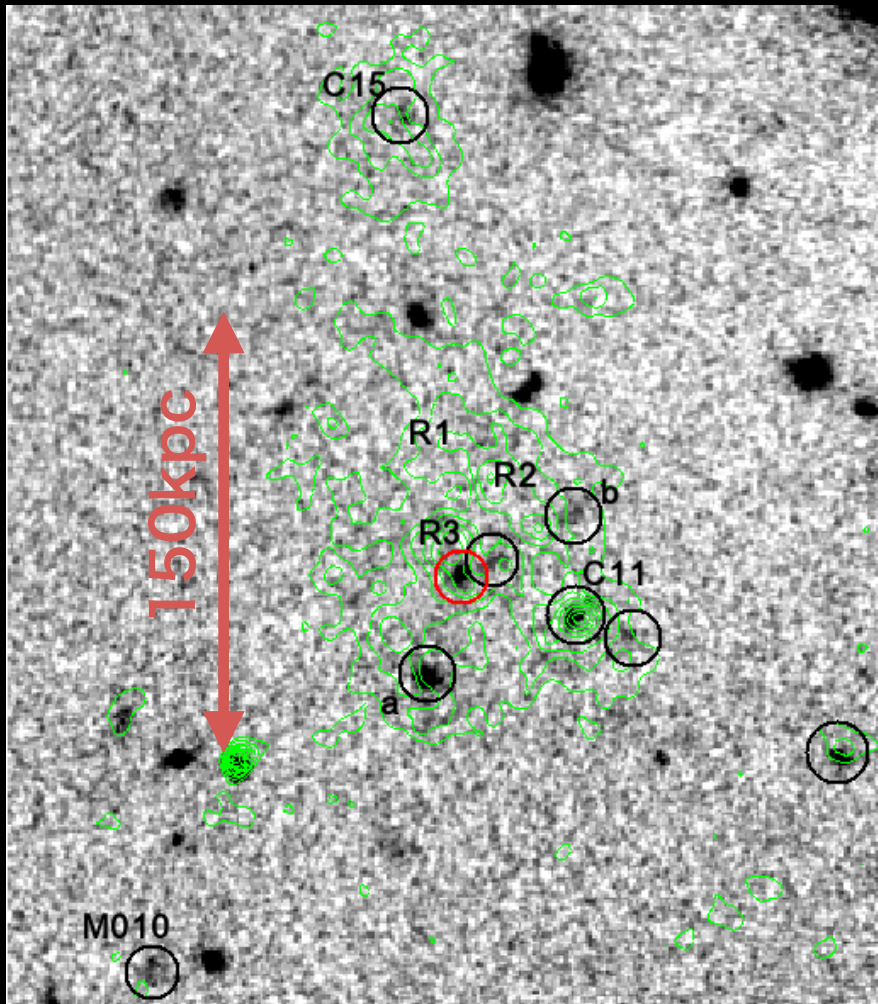
Sky distribution of **LABs** (based on Matsuda+05), K-band images (Uchimoto+12)

2. Selection of the MMGs and spectroscopic follow up

- ★ MOIRCS撮像データ ($K_{AB} < 24$ at 5σ) で天体を検出、uBVRi'z'JHK+ Spitzer IRACデータを使ったSEDフィットに基づく photometric redshift から $z_{phot} \sim 3.1$ の LABs, SMG対応天体候補を選択
- ★ 赤方偏移を決定し, 対応天体の membership を確かめるために MOIRCS 分光観測を行った (Kubo+ to be submitted soon).
 - ・ 主に [OIII] λ 5007 輝線を検出して赤方偏移を同定
 - ・ VPH-K (R $\sim$ 1700) grism
 - ・ 積分時間 2.7-4.2 h, PSF sizes = 0".6-0".8
 - ・ 全体では 39/67 天体の赤方偏移を同定
 - ・ 5 LABs, 3 SMGs の対応天体を観測し、7 天体に $z_{spec} = 3.09$ の 1 つ以上の対応天体を同定した。

3. Results

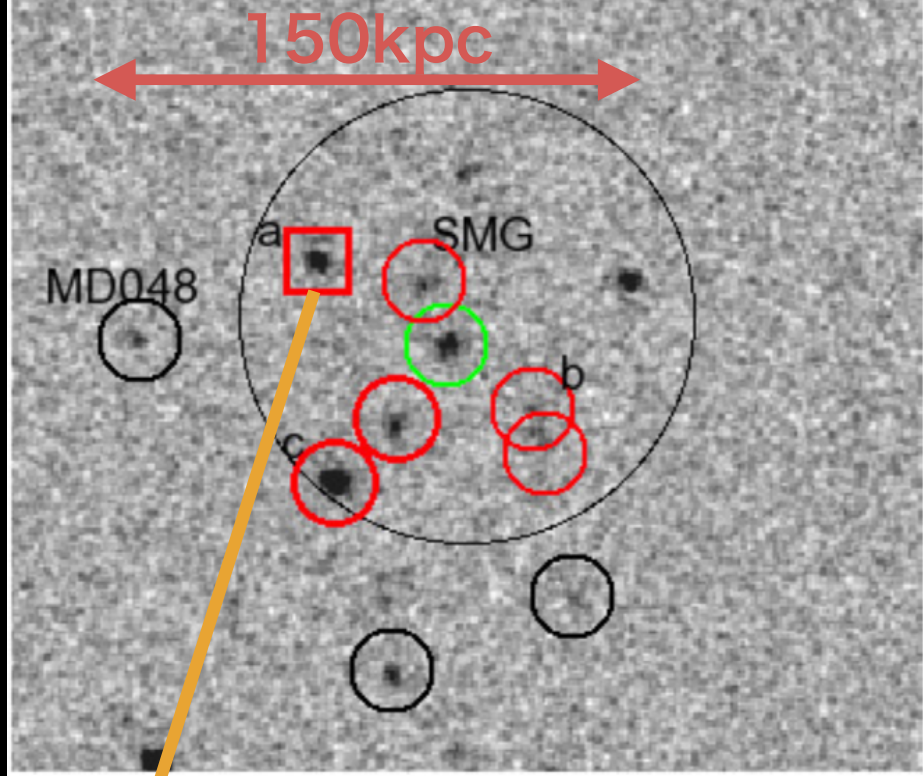
→5LABs, 2SMGsに1~3の
星成分@ $z=3.09$ を同定
速度差<脱出速度



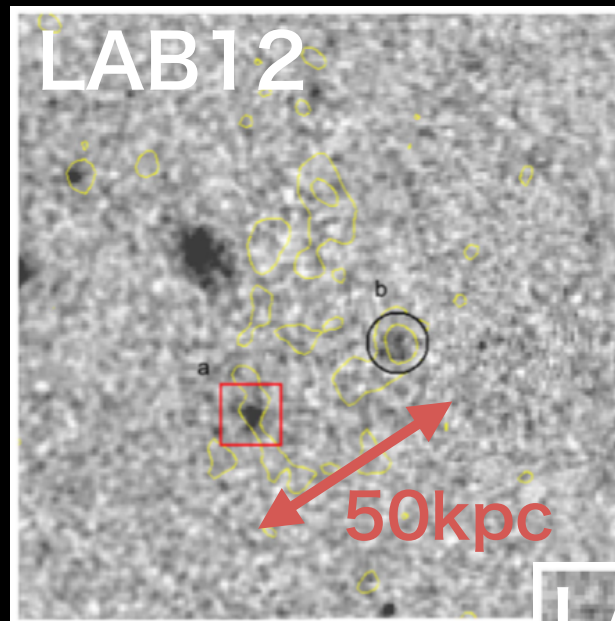
最も重いメンバーからの面距離とLOS速度差。
(脱出速度は系の全質量=星質量として計算)

←a, b(ours), C11, C15 (McLinden+13) は
[OIII] λ 5007から、R1-R3 (Weijmans+10),
M010 (Steidel+03) は $\text{Ly } \alpha$ から分光同定

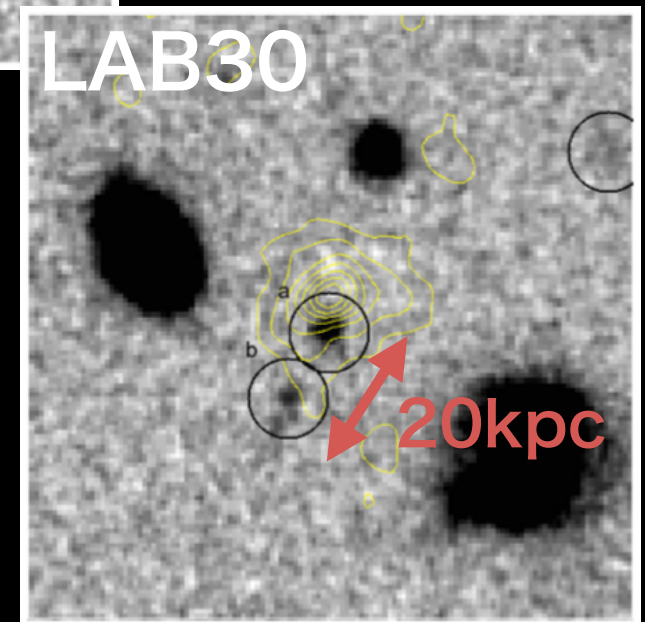
AzTEC14



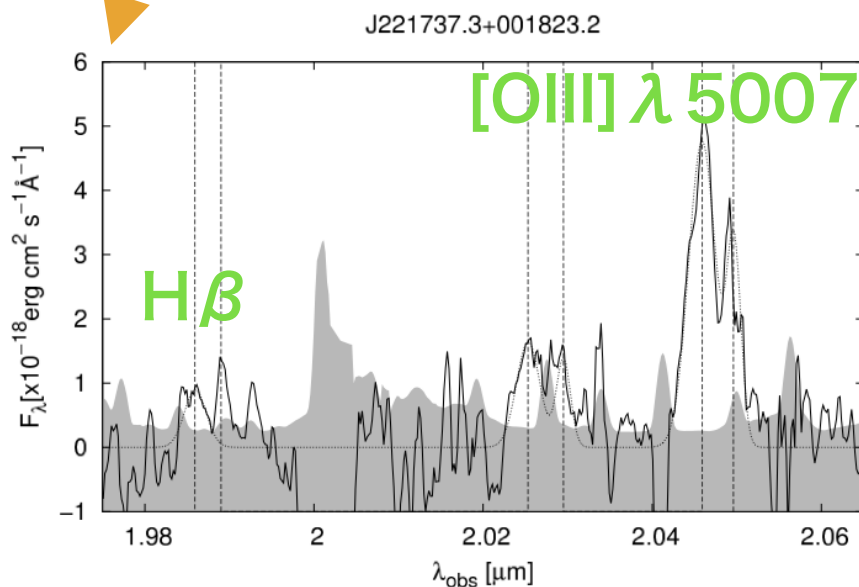
LAB12



LAB30

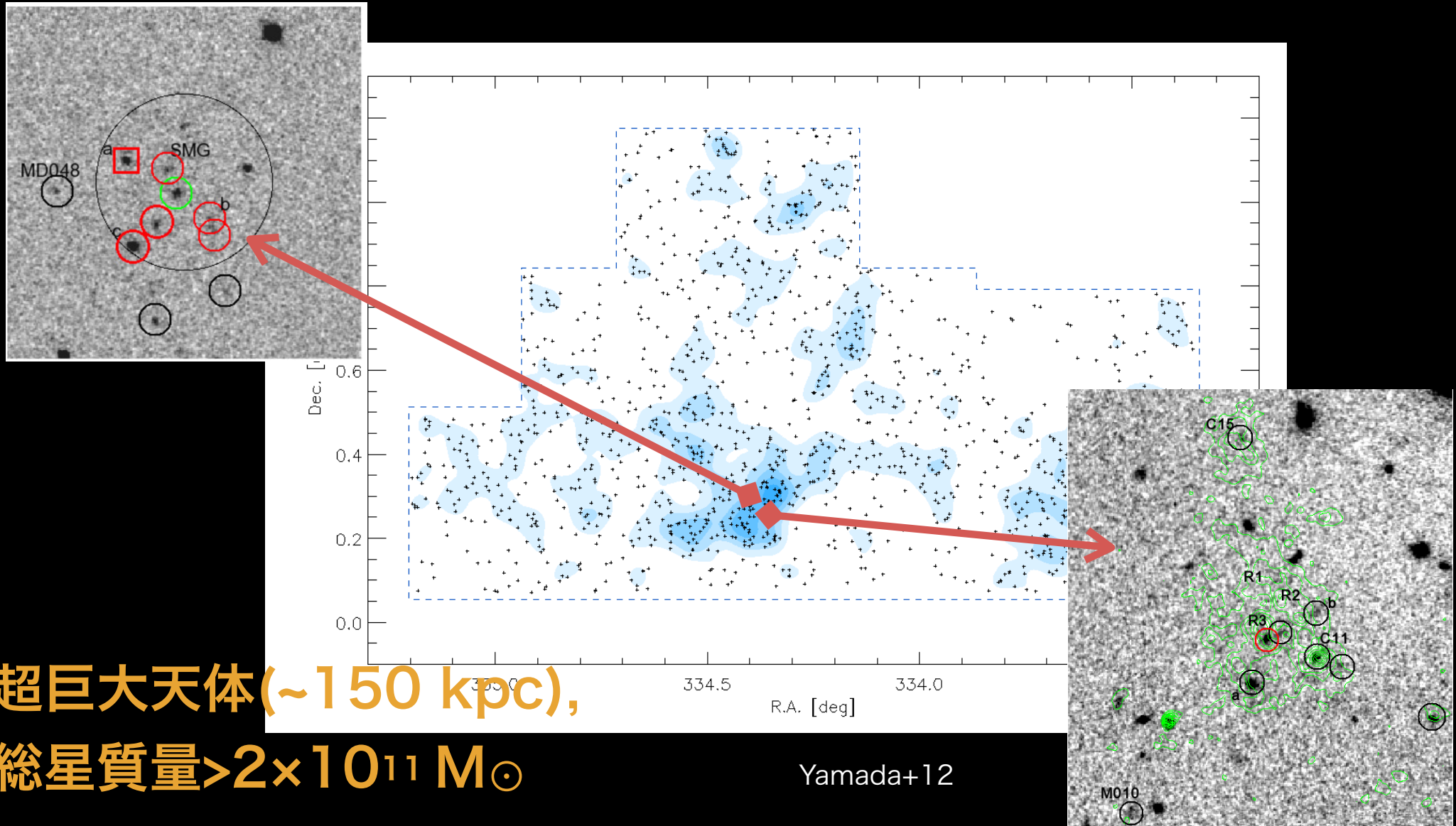


AzTEC 14 (a(double peaks),b,c),
LAB12 (a), LAB30(a,b)を
 $z_{\text{spec}}=3.09$ に同定



4. Discussion

: LAB01 and AzTEC 14 in detail



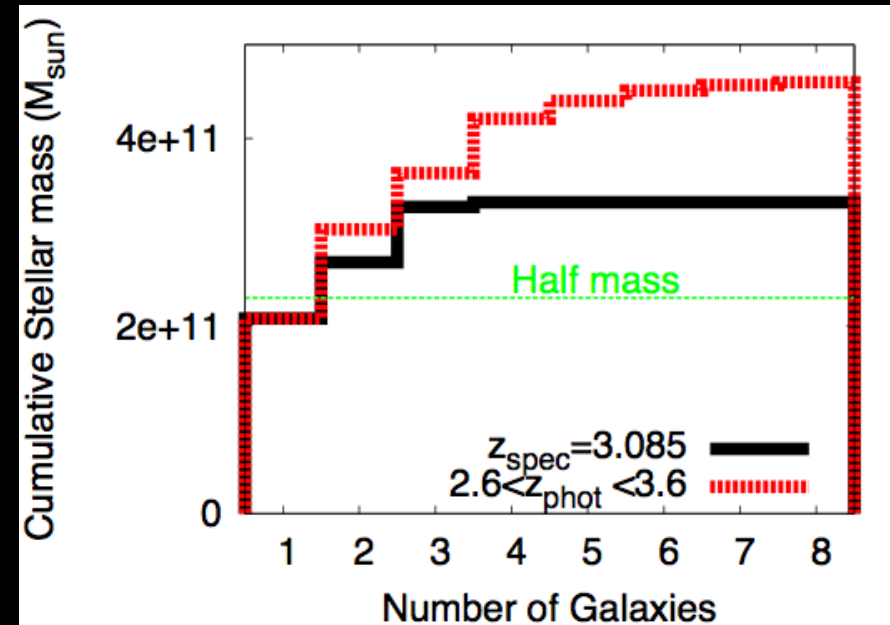
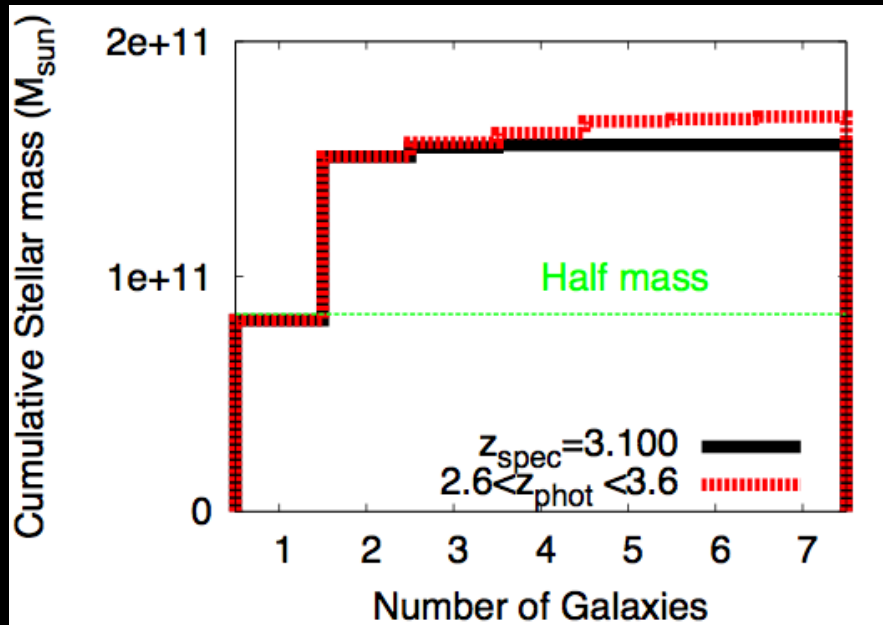
超巨大天体(~ 150 kpc),

総星質量 $> 2 \times 10^{11} M_{\odot}$

… 銀河団の最も重い銀河の祖先？

Yamada+12

4. 1. Contribution of mergers



LAB01 (左), AzTEC14 (右)の、星質量の重い順に合算した系の星質量

最も重いメンバーの星質量：総星質量

$= 2.1 \times 10^{11} : 4.6 \times 10^{11} M_{\odot}$ for AzTEC 14

$= 8.2 \times 10^{10} : 1.7 \times 10^{11} M_{\odot}$ for LAB01

.....mergerによる星質量増大 $> \sim 2$ 倍

4. 2. Stellar population

AzTEC 14のメンバー天体

a: X線源 (specific AGN activity ~近傍大質量銀河くらい)

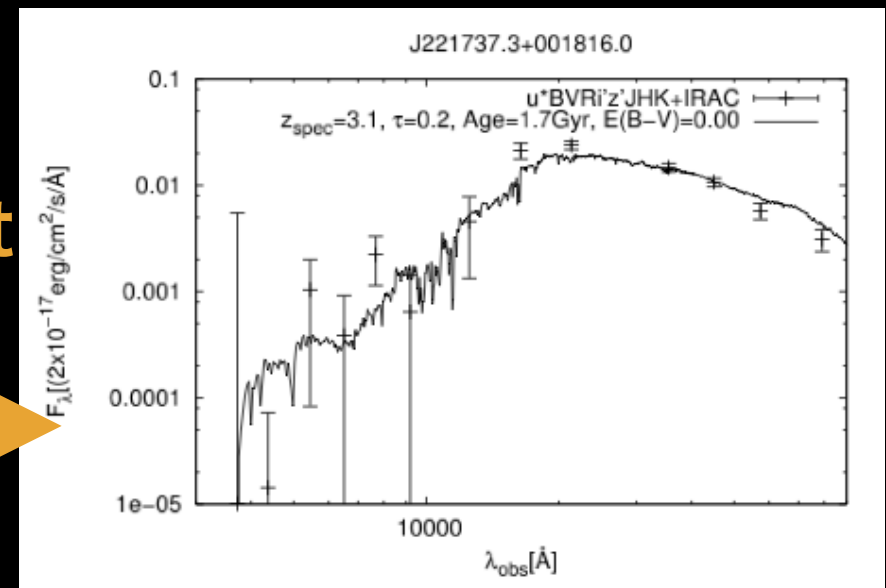
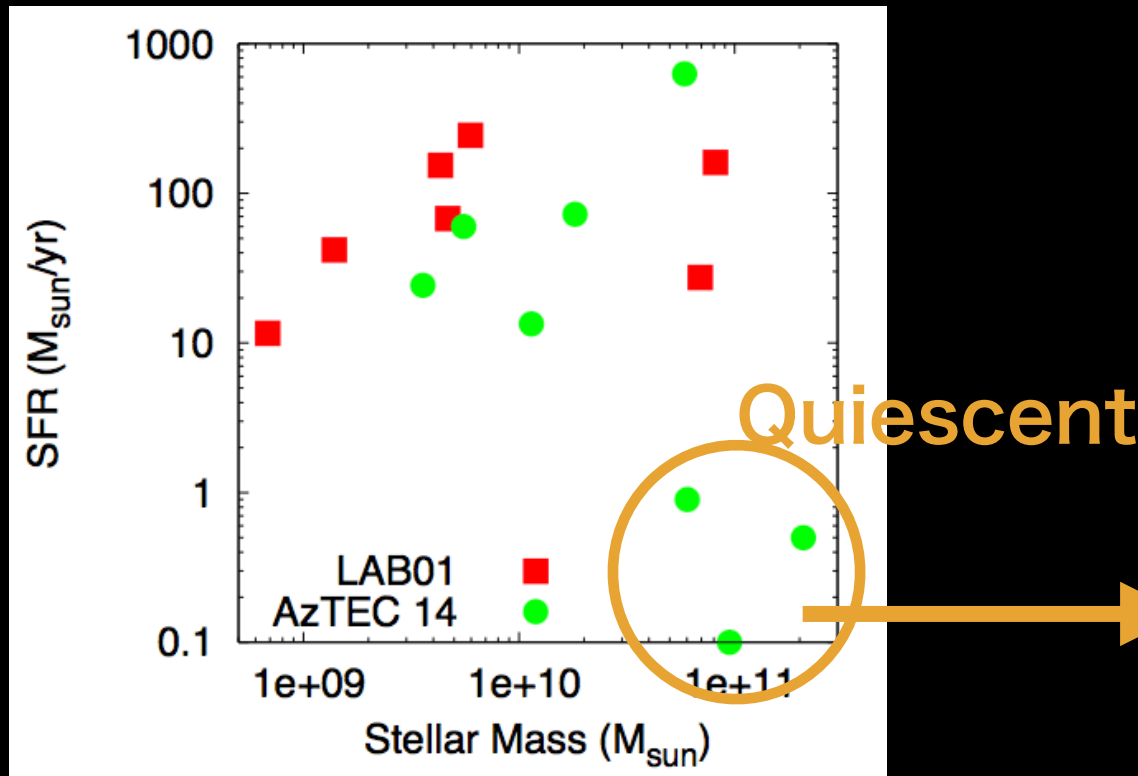
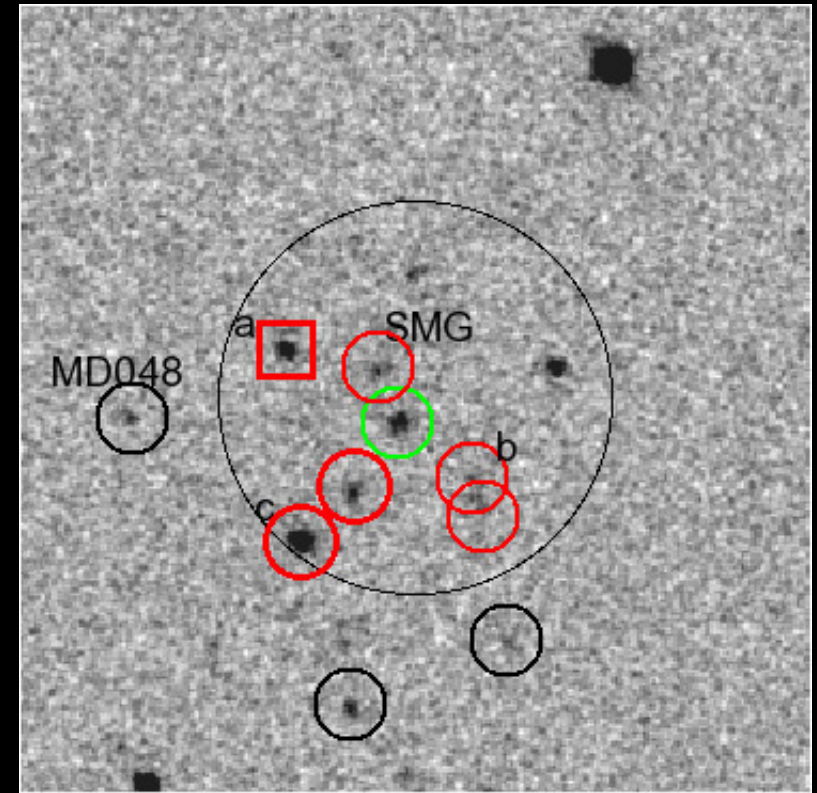
Burst like SED with age = 1 Gyr

c: Burst like SED with age = 1.7 Gyr

b: 若くダスティな星形成銀河,

MD048: 若い星形成銀河

(E: Sub-mm source (IRAM PdBI) with $z_{\text{phot}} \sim 3.1$)



SFR v.s. M_{star} of LAB01 & AzTEC 14

SED of object C in AzTEC 14

5. Summary

1. MMGs = 原始銀河団でよく起っているイベント

- ・ LABsの40%に $z_{\text{phot}} \sim 3.1$ の二つ以上の星成分(Uchimoto+12)。今回分光したのは一部だが、確かに重力的にバウンドされた星成分を同定した。

2. 大質量銀河形成におけるmergerの大きな寄与

- ・ LAB01, AzTEC 14では少なくとも半分以上の星質量がmergerによる。

3. massive quiescent galaxies との関連

- ・ AzTEC 14, LAB12 (LAB35)には既にmassive quiescent galaxies が存在する。 = high- z massive compact ellipticals は大質量早期型銀河形成のone-phase?

4. Futures of MMGs?

- ・ $z=3$ での総星質量 $> \sim 10^{11} M_{\text{sun}}$ =大質量銀河の祖先
- ・ time scale for merger $\cdots$ 近傍の同じような質量のcompact groups ~ 10 Gyr
- ・ (ただし、 $z=0$ までにmergerしない可能性も捨てきれない)

For 2020 $\cdots$ 階層的銀河形成を考えるなら、銀河単独でなく、そのハロー内で”multiple”に形成された天体も重要 (今のところLABsやSMGsのようなmassive haloにホストされている天体で、ぎりぎり)。研究をより詳細に、小質量の銀河まで拡張するには深い近赤外線が多波長広域撮像、深い分光観測が不可欠