

近赤外分光による  $z \sim 2.2$  Lyman Alpha Emitter  
(LAE) での nebular emission lines の検出  
— Inter Stellar Medium (ISM) の運動に対する制限

東京大学大学院 天文学専攻  
岡村・嶋作研究室 M2

橋本 拓也

# Contents

1 : Introduction

2 : Observation & Data

3 : Results

4 : Discussion

# Contents

1 : Introduction

2 : Observation & Data

3 : Results

4 : Discussion

## 1.Introduction

### ・遠方銀河におけるISMの運動の研究の現状

□ISMの運動の様子が分かると、銀河の内部情報を得られる。

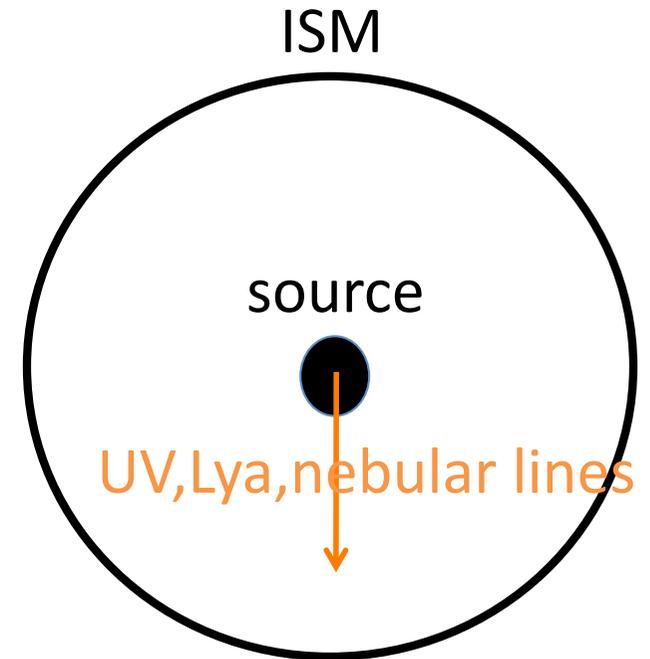
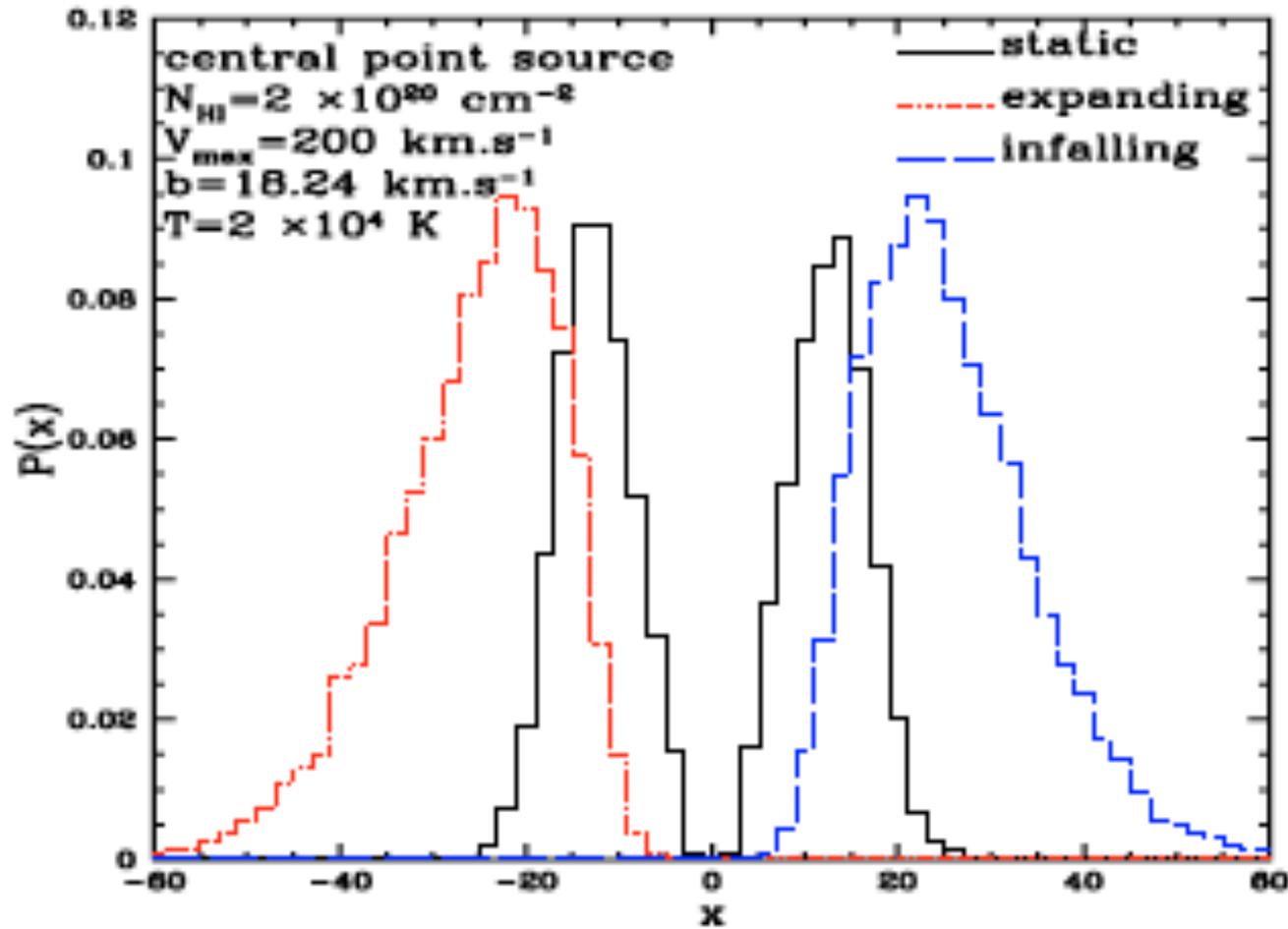
e.g. Super Nova

□遠方銀河におけるISMの運動の様子は、重い星形成銀河 Lyman Break Galaxy(LBG)など明るい種族では分かってきた。

Steidel+10

□ISMの運動が、static、outflow、infallのどれなのかに制限を付けるには、ISMの運動に影響を受けるLy $\alpha$ とnebular linesがあれば良い。

# 1.Introduction



- 中心に点源
- 一様球対称
- 等温

低周波数  
長波長

$$x = \frac{v - v_0}{\Delta v_D}$$

高周波数  
短波長

## 1.Introduction

### ・LAEにおけるISMの運動

□LAEは暗いために、これまでnebular linesが検出された例はわずか4天体で、ISMの運動について十分な理解が得られていない。

McLinden+10 , Finkelstein+10

# Contents

1 : Introduction

2 : Observation & Data

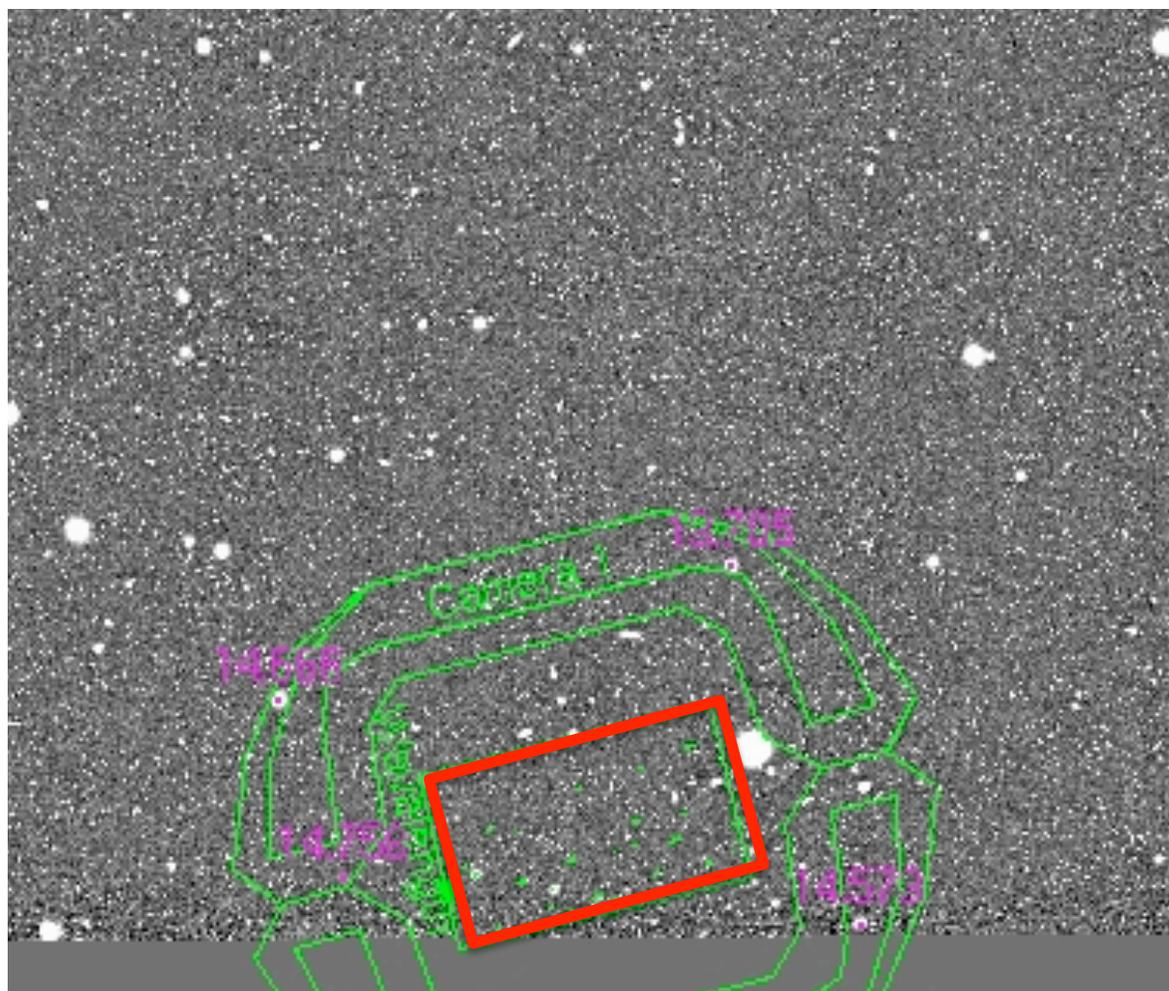
3 : Results

4 : Discussion

## 2.Observation & Data

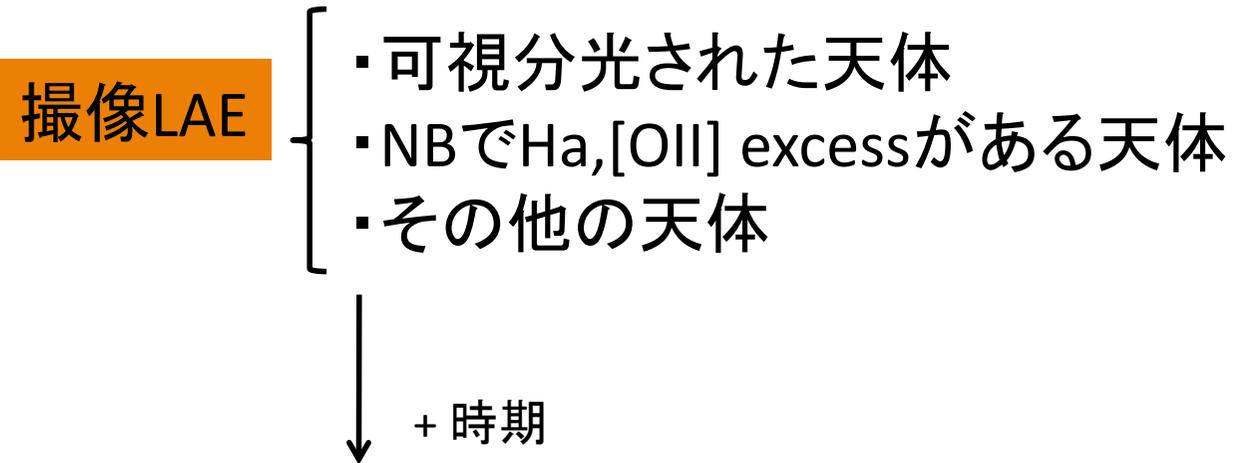
### 2.1. MMIRS

Magellan望遠鏡(6.5 m)の多天体近赤外分光装置  
-視野 : 6.9' × 4.0'



## 2.Observation & Data

### 2.2. Sample Selection



Field	Date	Object #
SSA22	20-21 October 2010	26
CDFS	21 October 2010	24
SXDS	19-20 October 2010	21

# Contents

1 : Introduction

2 : Observation & Data

3 : Results

4 : Discussion

### 3.Results

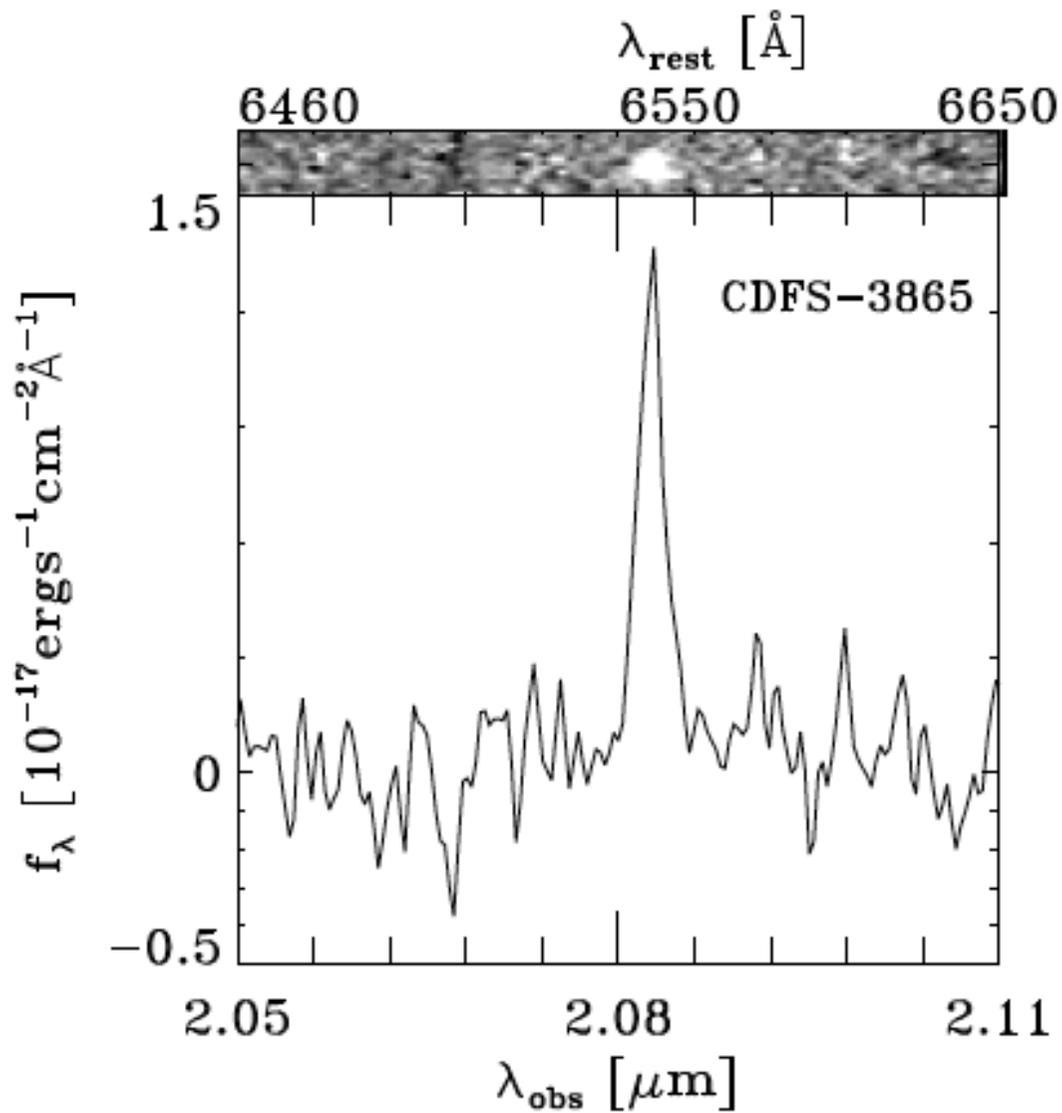
・3天体でnebular lines検出に成功

Object	[OII]	Hb	[OIII] λ4959	[OIII] λ5007	Ha	[NII]
CDFS_3865	X	△	○	○	○	X
CDFS_6482	X	X	○	○	○	X
SSA22_8043	X	X	X	X	○	X

○:yes  
X:no

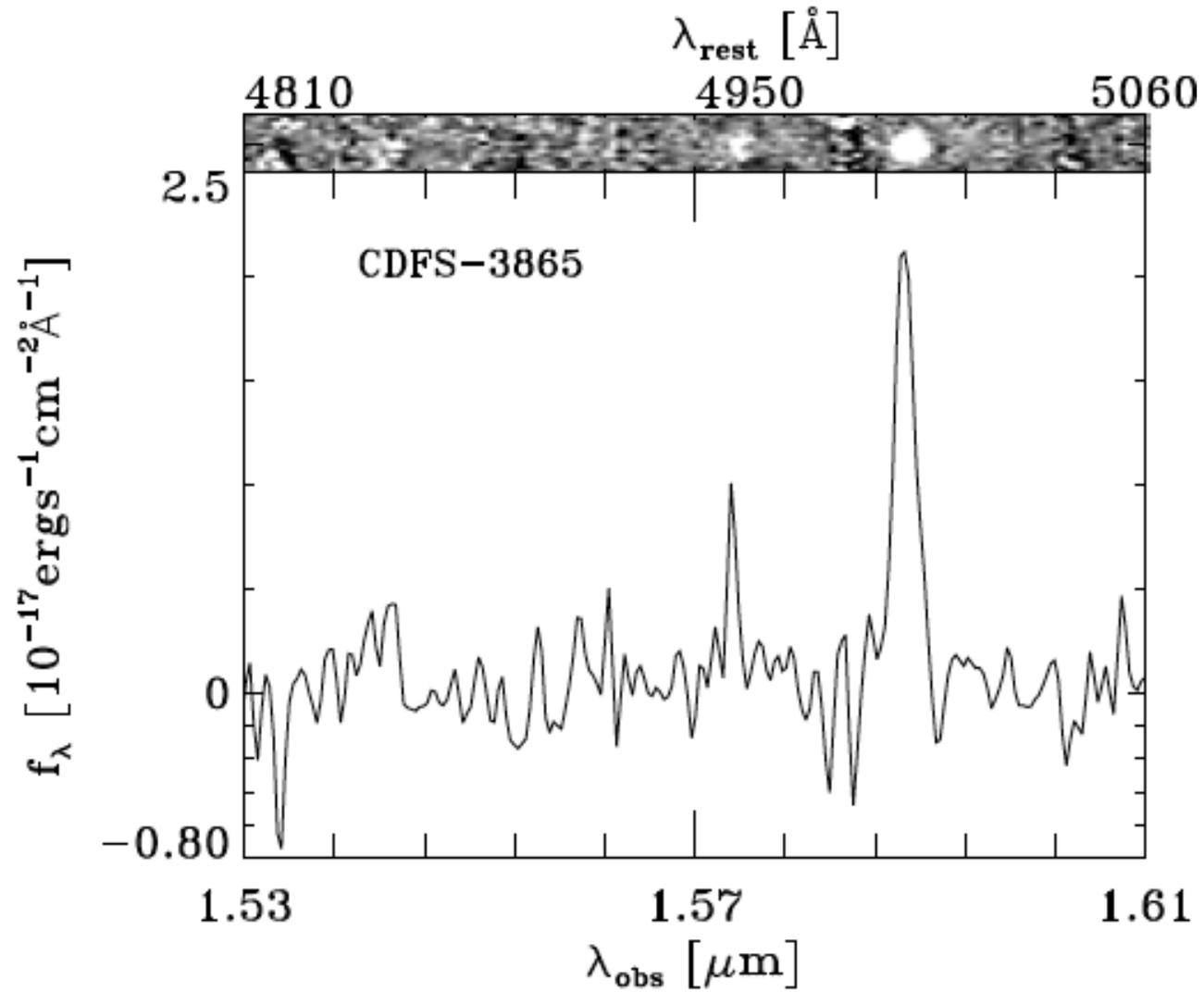
Nebular emission linesを検出したLAE数をおよそ倍増させた

### 3.Results



Line	Flux e-16[erg/s/cm2/Å]	redshift
Ha	3.85±0.239	2.17323±0.00036
[NII]	<0.239	-

### 3.Results



Line	Flux e-16[erg/s/cm2/Å]	redshift
Hb	1.26±0.407	-
[OIII]λ4959	1.90±0.407	-
[OIII]λ5007	5.36±0.407	2.172826±0.000266

### 3.Results

- 3天体でnebular lines検出に成功

Object	[OII]	Hb	[OIII] λ4959	[OIII] λ5007	Ha	[NII]
CDFS_3865	X	△	○	○	○	X
CDFS_6482	X	X	○	○	○	X
SSA22_8043	X	X	X	X	○	X

○:yes  
X:no

- CDFSの2天体は既に可視分光されている。
- SSA22の1天体は可視分光されていない。

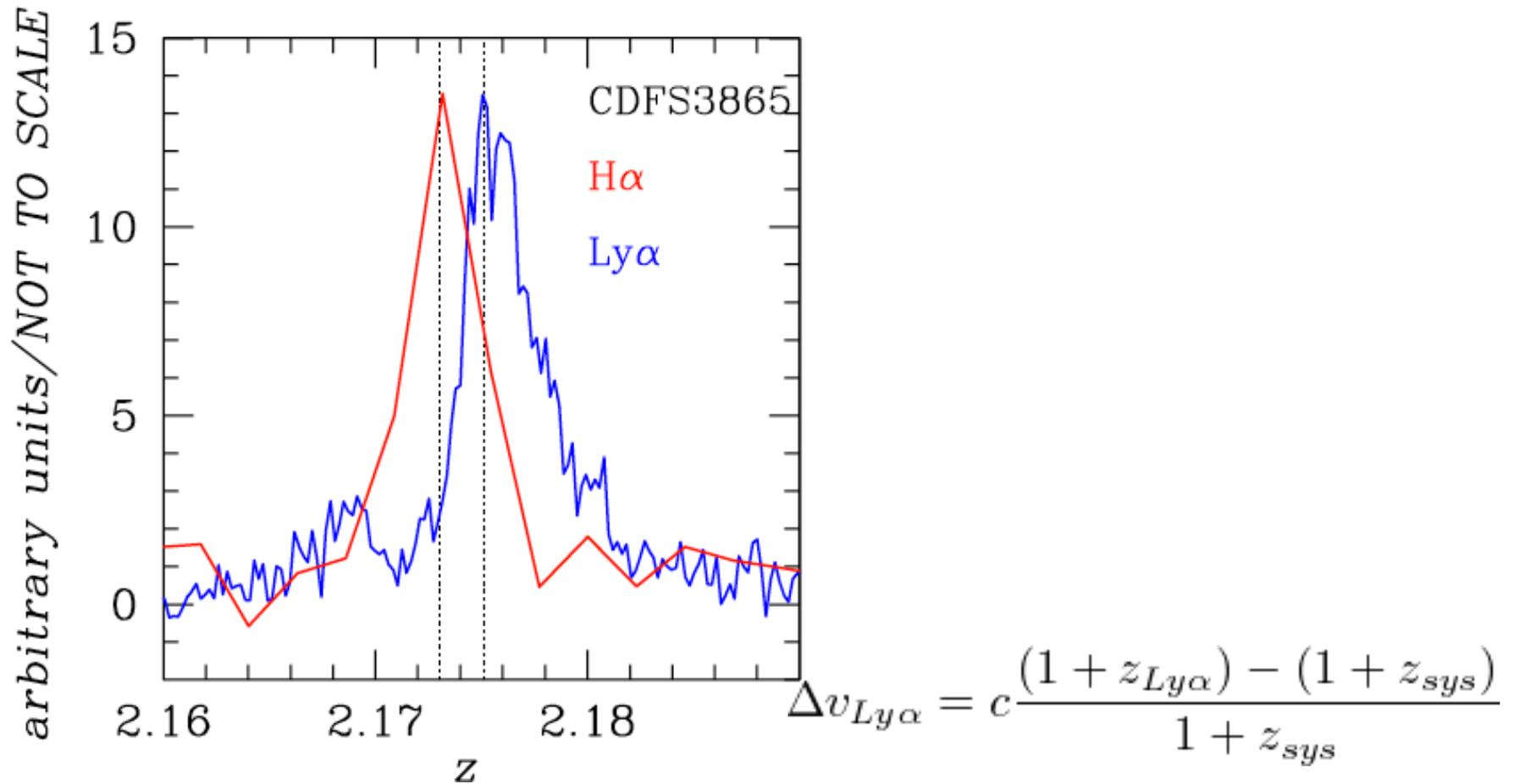


CDFSの2天体を用いて、ISMの運動について議論する。

### 3.Results

## CDFS\_3865

Line	redshift
Ly $\alpha$	2.17513 $\pm$ 0.000058
Nebular lins (weighted meaned)	2.17303 $\pm$ 0.00022(systemic redshift)

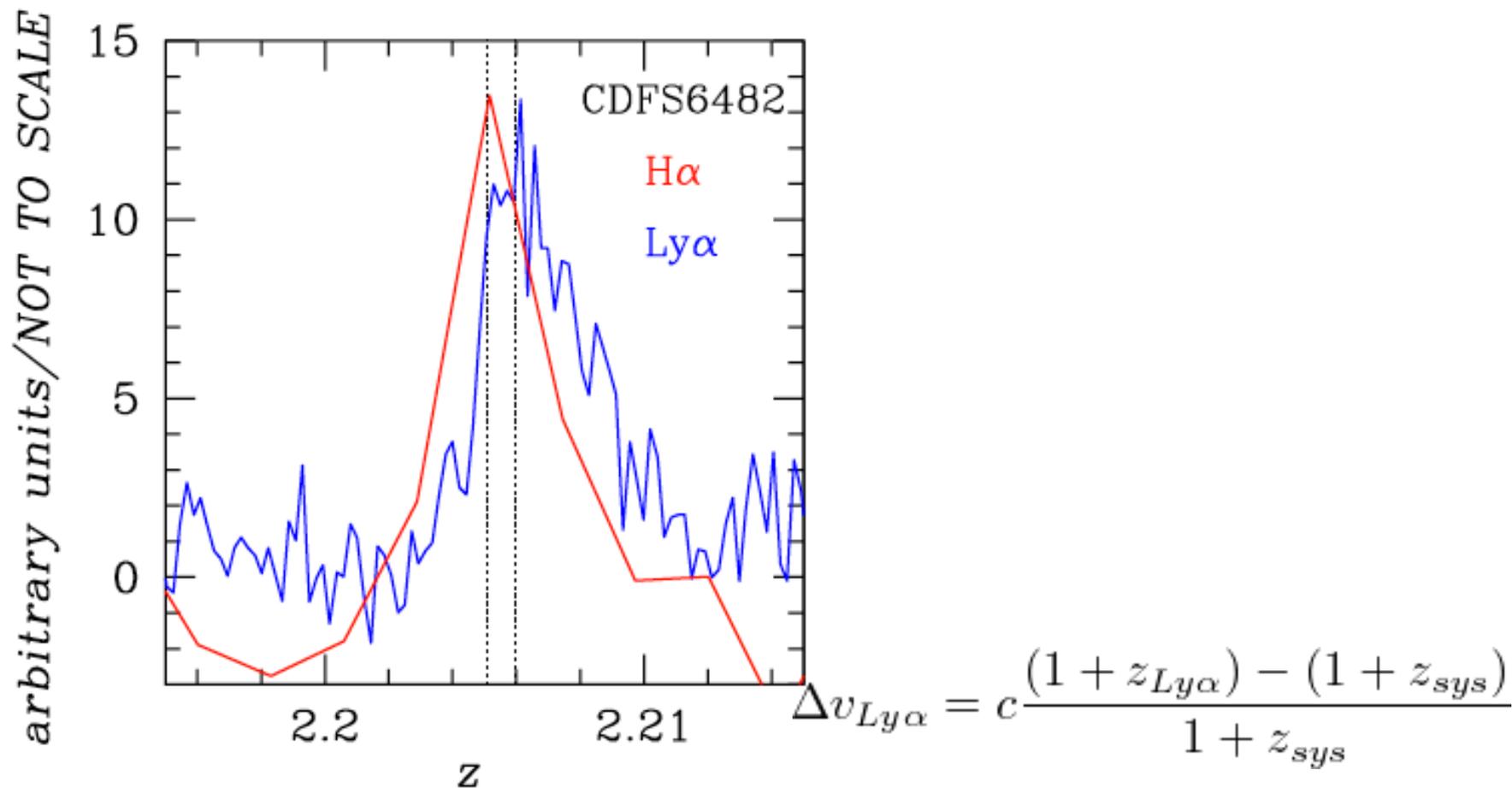


$$\Delta v_{Ly\alpha} = 198 \pm 22 \text{ [km/s]}$$

### 3.Results

## CDFS\_6482

Line	redshift
Ly $\alpha$	2.20594 $\pm$ 0.000066
Nebular lins (weighted meaned)	2.20511 $\pm$ 0.00028(systemic redshift)



$$\Delta v_{Ly\alpha} = 78 \pm 27 [\text{km/s}]$$

# Contents

1 : Introduction

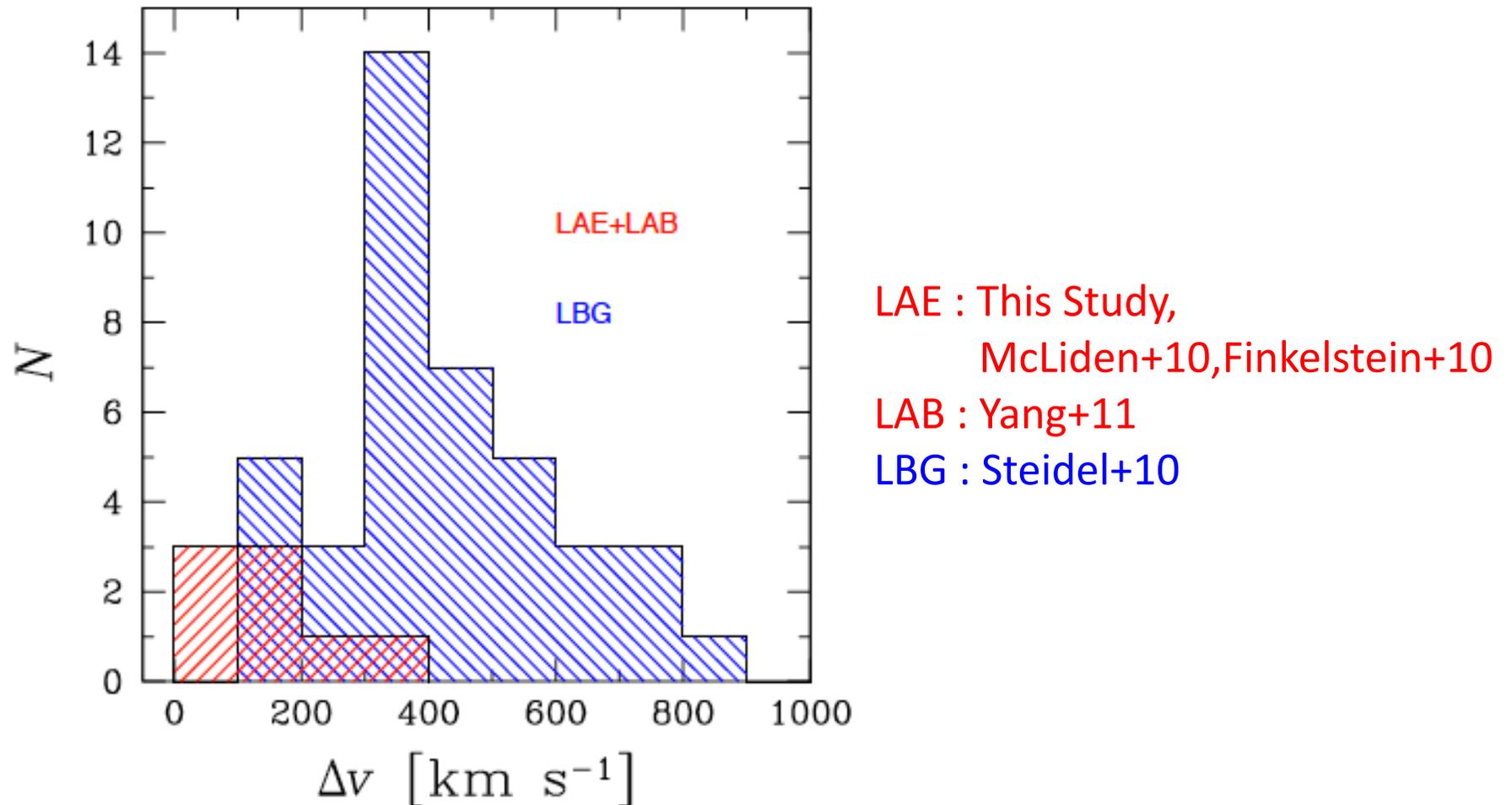
2 : Observation & Data

3 : Results

4 : Discussion

## 4. Discussion

### ・LAE+LABとLBGの $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ のヒストグラム



- ・LAEにおいてもoutflowしていることが予想される。
- ・LBGにおける  $\langle \Delta v_{\text{Ly}\alpha} \rangle \sim 445 \pm 27 \text{ km/s}$  (Steidel+10)と比較してLAEの $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ が小さい。

#### 4. Discussion

・得られた $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ と物理量との相関を見るために、

① Star Formation Rate (SFR)

② Mass

③ specific Star Formation Rate (sSFR) = SFR/Mass

④ EW(Ly $\alpha$ )<sub>rest</sub>

の計算を行った。

① SFR

得られたHa fluxとKennicutt則から計算した。

$$\text{SFR}_{\text{H}\alpha} [M_{\odot} \text{yr}^{-1}] = 7.9 \times 10^{-42} L_{\text{H}\alpha} [\text{ergs s}^{-1}]$$

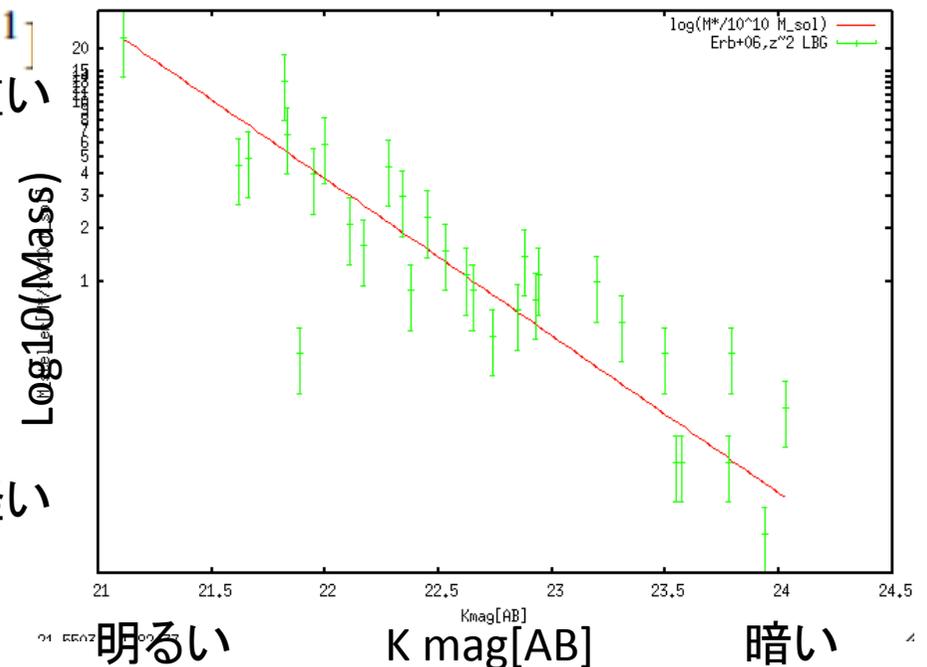
(Kennicutt+98)

重い

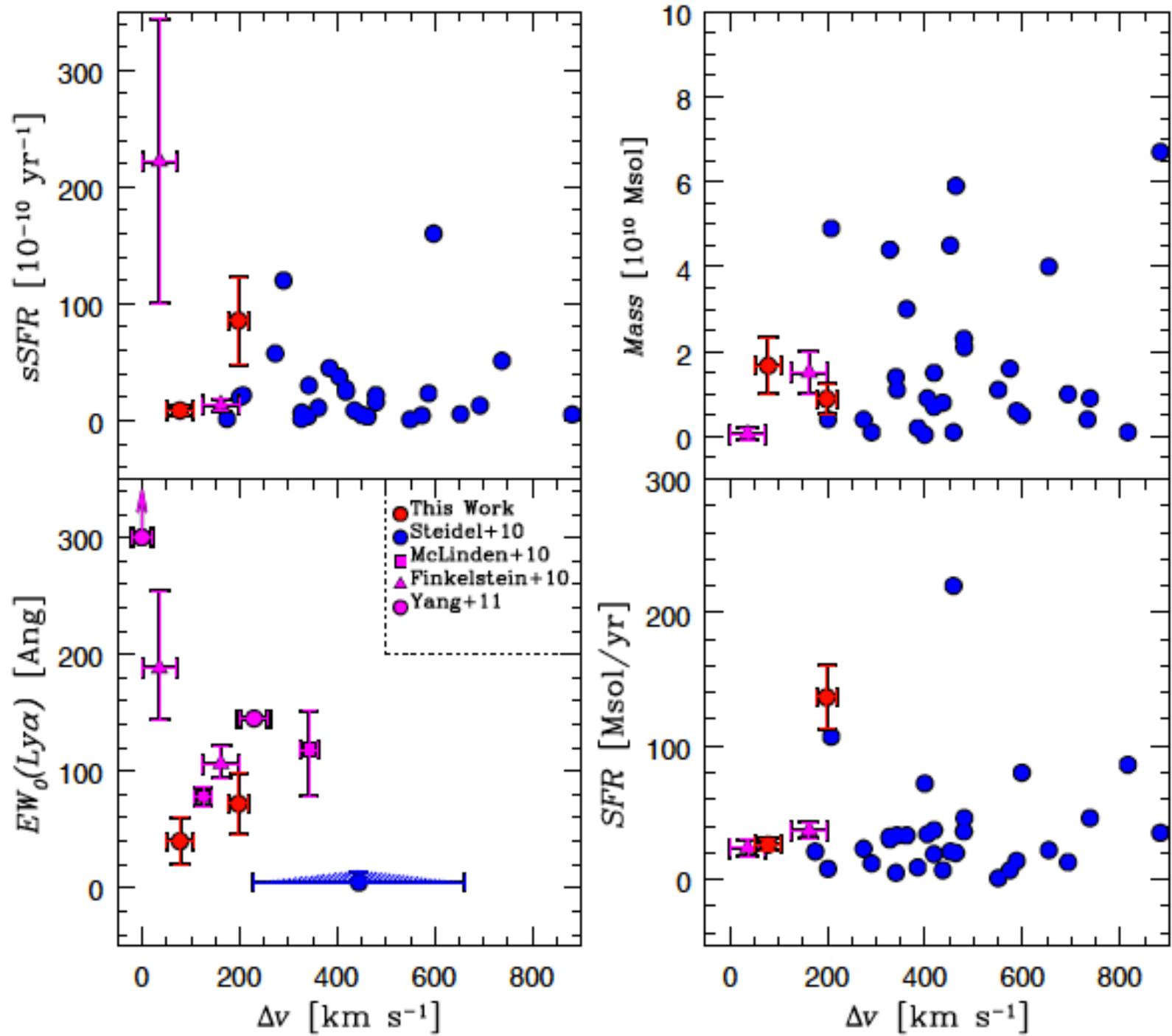
② Mass

SEDフィットではなく、Erb+06の $z \sim 2.2$  LBG  
データから得られた、  
K band等級 — Mass関係をLAEに当ては  
めることで計算した。

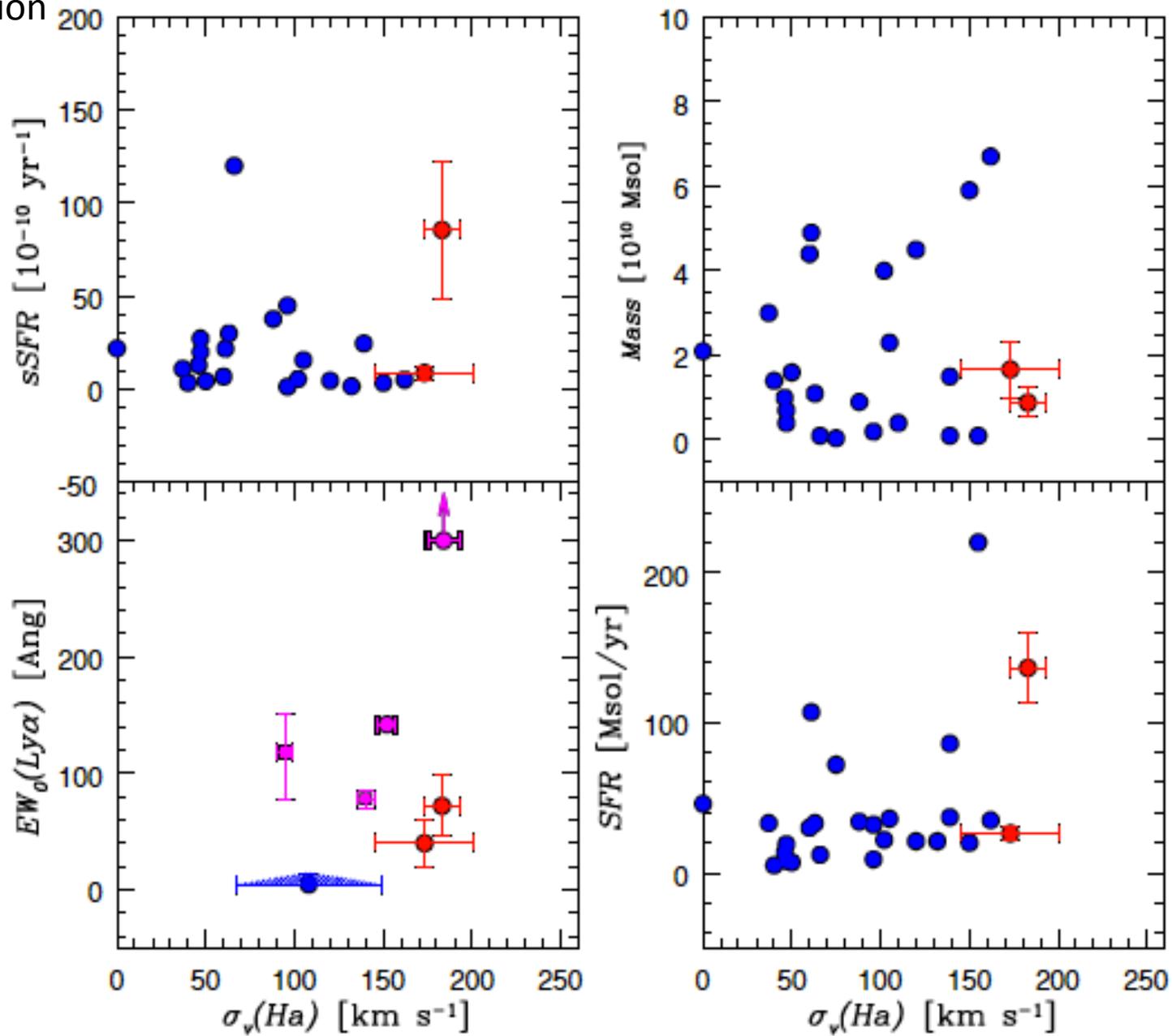
軽い



4. Disc



#### 4. Discussion



## 5. Summary

- これまでほとんど制限の付いていなかった、LAEのISMの運動について調べるために $z \sim 2.2$  LAEの近赤外分光を行った。  
その結果、3天体からnebular linesを検出し、これまで検出されていたLAE天体数(4)およそ倍増させた。
- ISMの運動について調べられる2天体で、Ly $\alpha$ とnebular linesのredshiftのズレをモデルと比較する事でISMはoutflowしているという結果を得た。  
これは、星形成活動によって引き起こされたと思われる。
- 得られた $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ と様々な物理量とを、LAE、LBGで比較することで、初めてLAEのISMに関して統計的な議論を行った。  
その結果、LAEの $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ はLBGに比べて小さいことが分かり、MassやSFRなどの物理量とは相関が無いが、EWと相関を持つという結果を得た。
- 今後は、2011 2月に取得したKeck/NIRSPECのデータも合わせることで、天体数をさらに増やす。LAEの $\Delta v_{\text{Ly}\alpha}$ が小さくなる傾向にある原因を探っていく。

参考：BPT diagram

