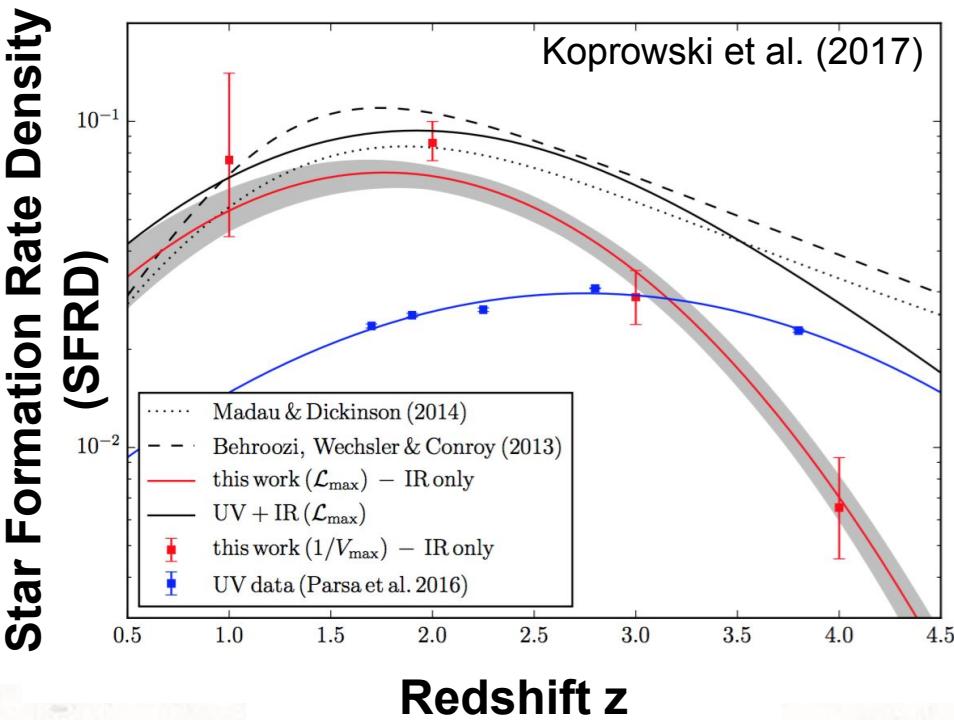


# [CII]輝線と[OIII]輝線 で探る遠方星形成史

*Hayatsu et al. (2017), PASJ in press, (arXiv:1702.07512)*

東京大学 宇宙理論研究室  
博士3年 早津夏己

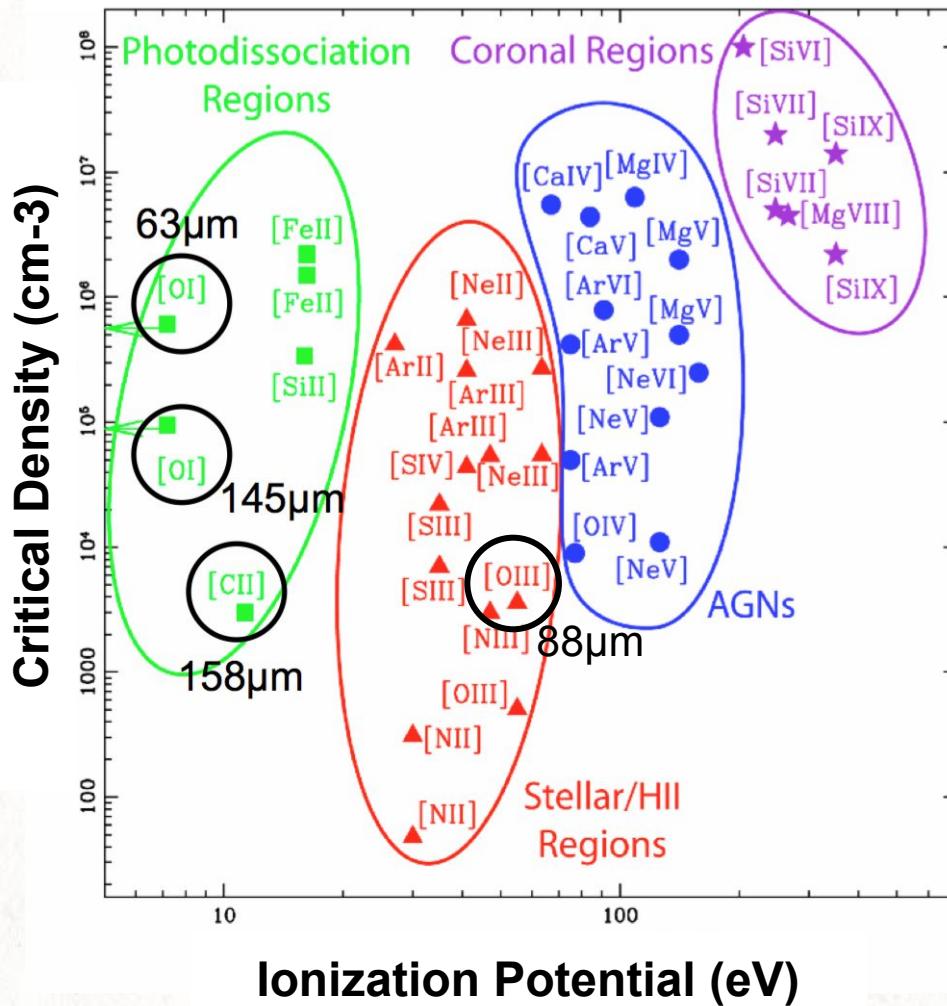
# HISTORICAL TRANSITION OF STAR FORMATION



- ▶ 紫外光の放射が優勢な星形成から、ダストで覆われた星形成への遷移が見えてきた。
- ▶ 我々は主要な成分を考慮できているのか？
- ▶ より詳細な描像を知るにはどうすればいいか？

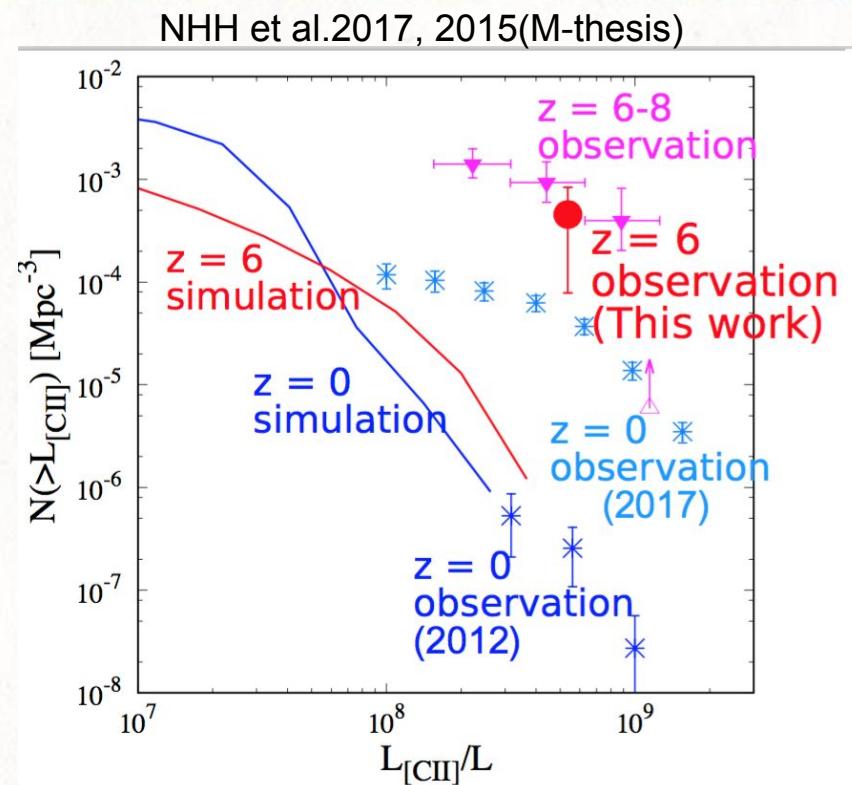
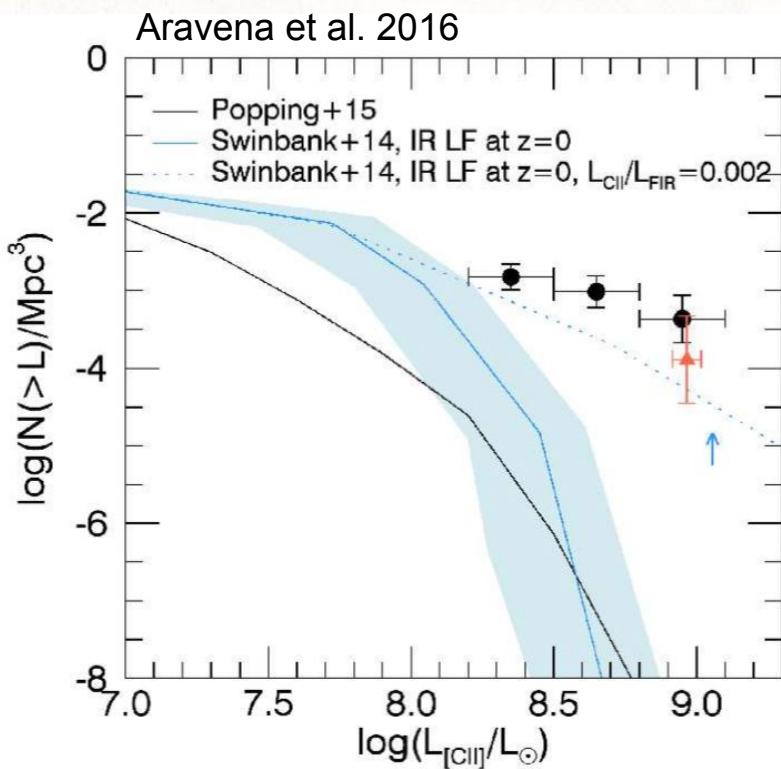
# HIGH-REDSHIFT FAR-INFRARED LINE DETECTIONS WITH ALMA

(referred from Thomas R Grave's slide)



- ▶ ミリ・サブミリ波帯:  
遷移エネルギーの小さい  
微細構造線輝線や  
分子輝線が観測される。
- ▶ 微細構造線輝線:  
それぞれのガス相の星形成  
の状態を反映し放射する。
- ▶ ALMAの高感度・高分解能の  
観測を以てすれば、  
特に明るい輝線なら  
 $z > 6$  の遠方でも観測可能。

# BLIND SEARCH FOR [CII] EMITTERS IN EARLY UNIVERSE



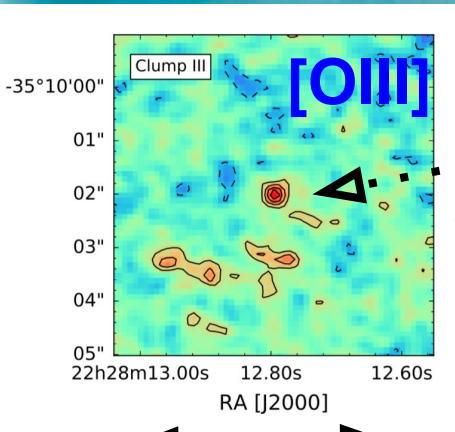
- ▶ [CII]-blind search (Aravena+16, NHH+17): high-zの高密度は、シミュレーションでは予測できなかった
- ▶ 対応天体なし = 紫外線・赤外線で見えない星形成領域の存在

# STAR FORMATION TRACED BY [CII]/[OIII] LINE EMISSIONS

LBG over-dense region at  $z = 7.1$

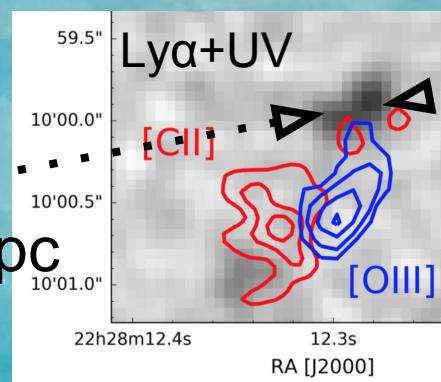
Carniani et al. (2017)

$5.8 \times 10^8 L_{\odot}$



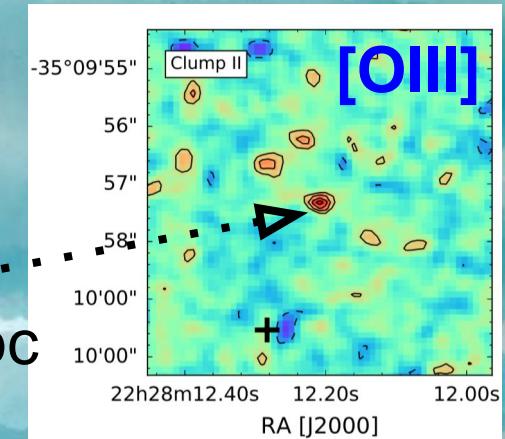
$\sim 2$  kpc

$1.8 \times 10^8 L_{\odot}$



$\sim 8$  kpc

$2.2 \times 10^8 L_{\odot}$

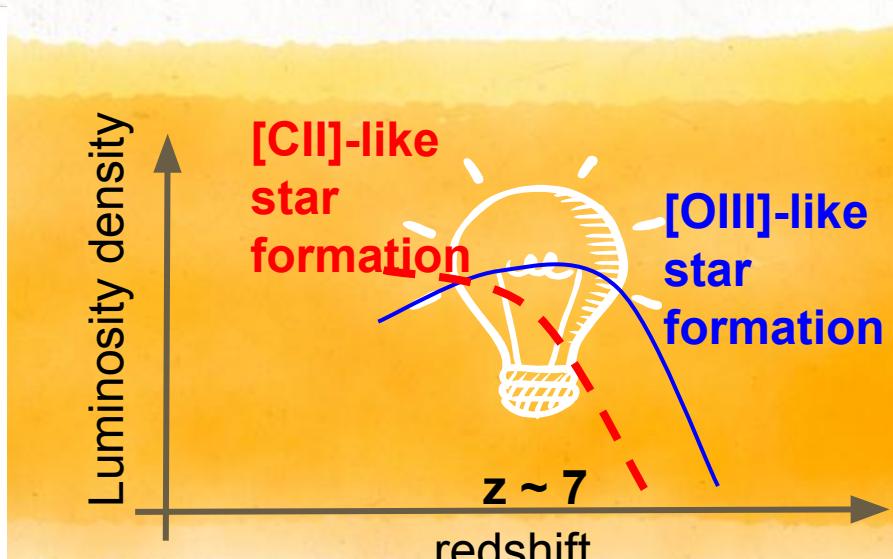
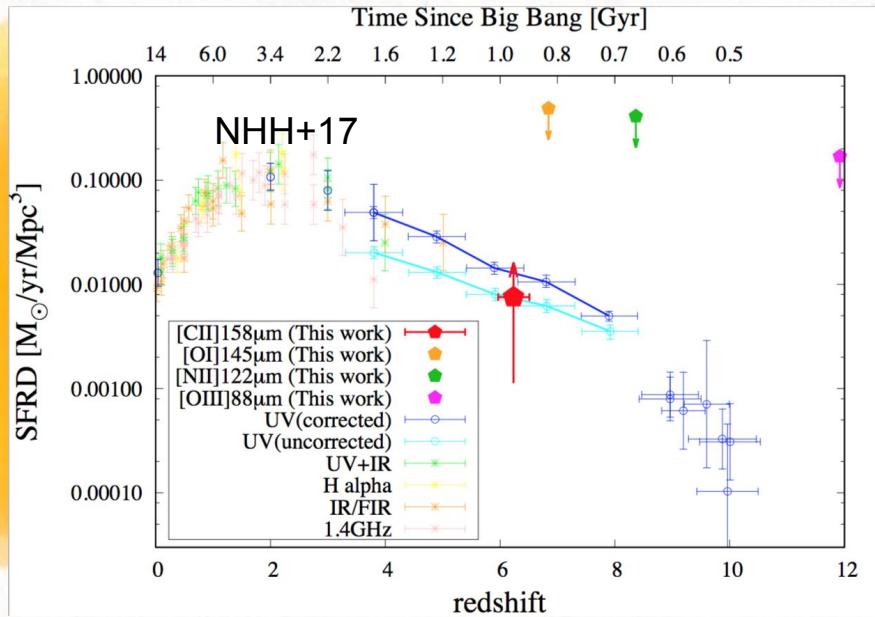


$\sim 2$  kpc

- ▶ [CII]/[OIII] 光度比 for normal galaxy  $> 1 \rightarrow < 1$  at  $z = 0 \rightarrow 7$
- ▶ 紫外線・赤外線で見えない星形成領域の存在  
=> [CII]/[OIII] 比を調べれば、何が起こっているかを探れそう

# NEXT STAGE IS...

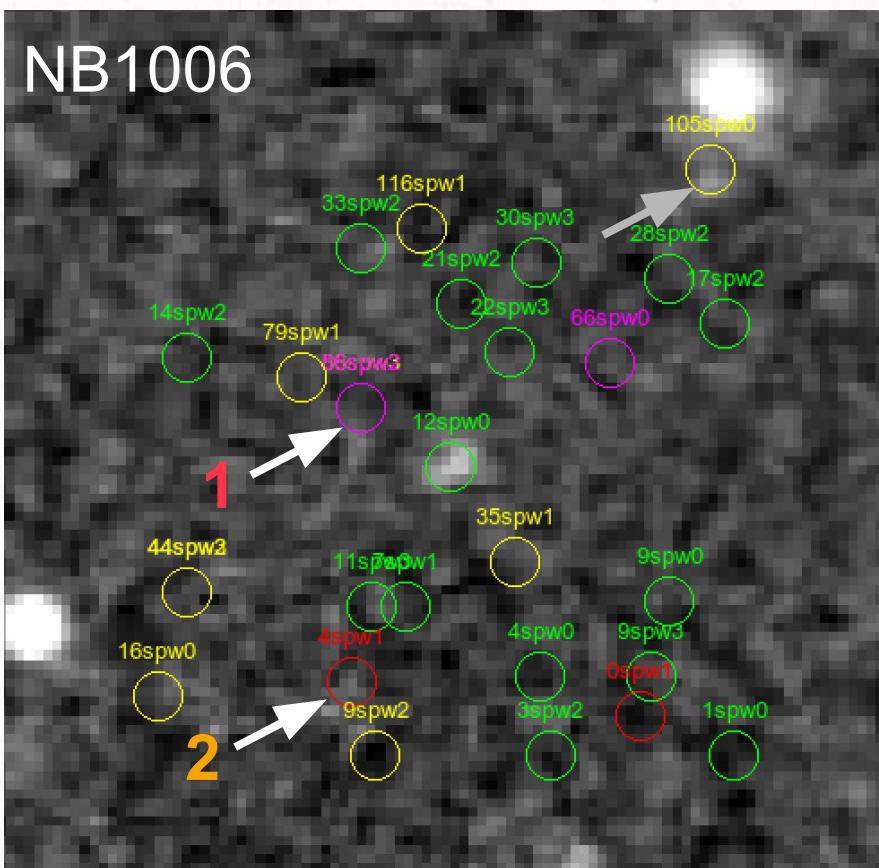
## => TRANSITION OF [CII]/[OIII] LUMINOSITY DENSITY RATIO



- ▶ [CII] SFRD at  $z = 6$ : 下限値で、すでに UV SFRD と 同程度の値
- ▶  $z > 6$  では [OIII] SFRD の方が total SFRD に近い値となるかも
- ▶ 輝線を2本狙いにいくことで赤方偏移の不定性を解消できる
- ▶ JWSTで狙いにいく輝線 (e.g., CIII] 1909 Å) の手がかりに

# HOW CAN WE MAKE IT ???

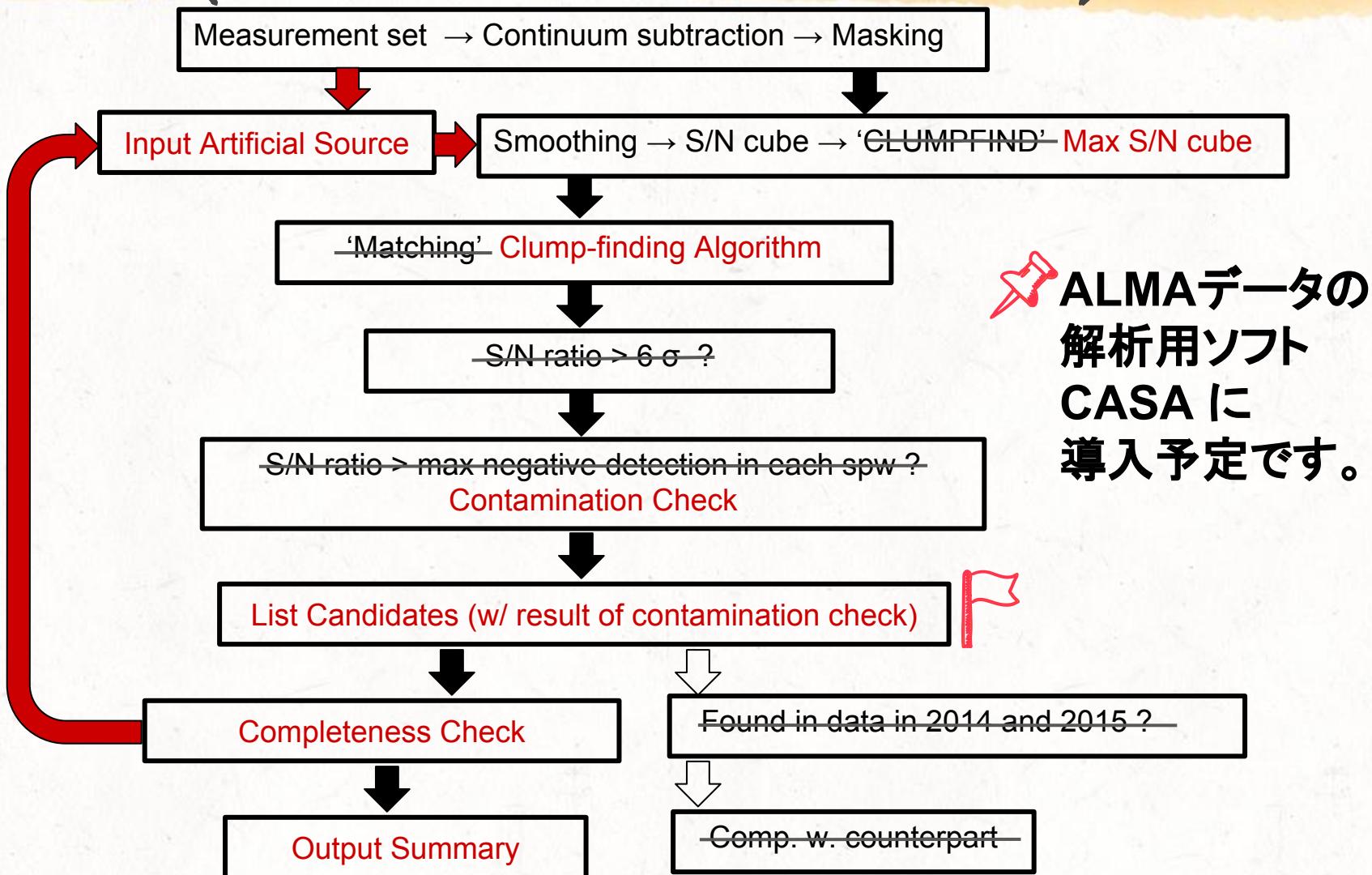
## -CASE STUDY-



(今回は2輝線検出でき、NB1006で正のシグナルが見えたもの(白矢印)のみ採用。灰矢印は1輝線のみなので今回は棄却。)

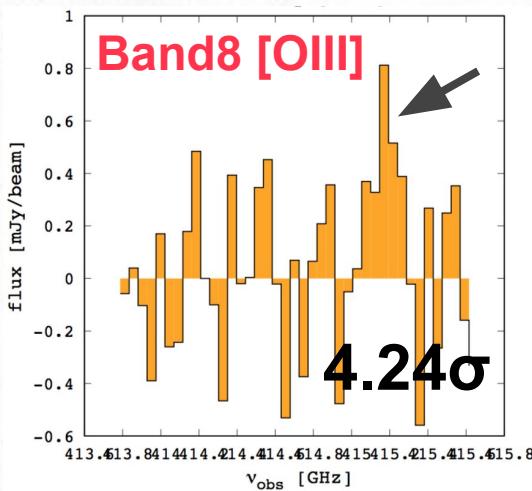
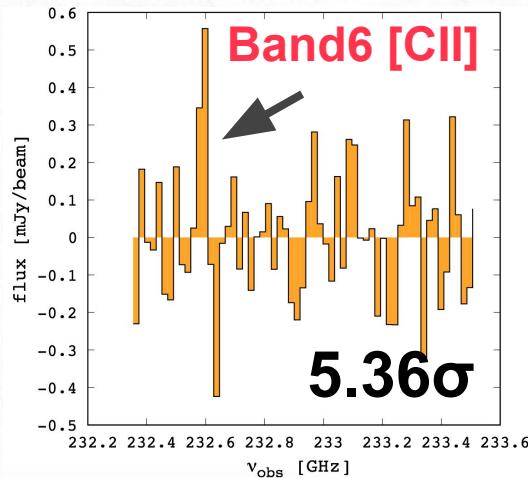
- ▶ SXDF-NB1006-2 at  $z = 7.2$   
(Inoue et al. 2016)
- ▶ Band6 and Band 8 data
- ▶ ~ 20" の領域内の [CII]/[OIII] 探査 ( $>4\sigma$ )
- ▶ Peak SN  $\geq 4.8$  sigma の候補天体を選んでくる
- ▶ 2輝線の検出があるか
- ▶ スタッキングしてみる
- ▶ 光度比を計算してみる

# LINE-SEARCH METHOD (IMPROVED FROM NHH+17)

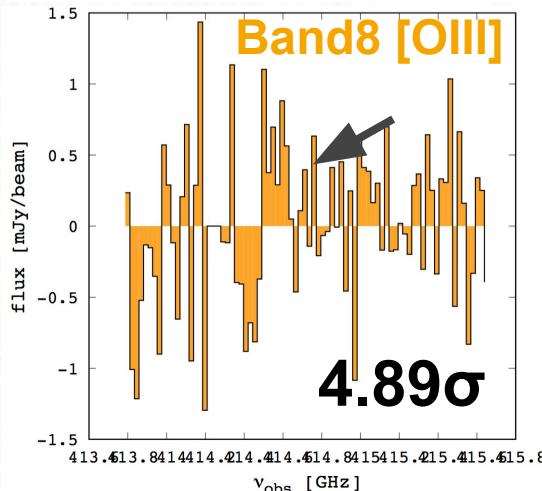
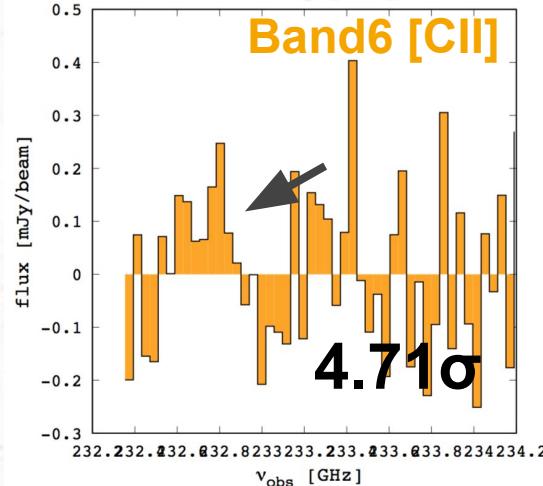


# PRELIMINARY RESULT

1.  $z = 7.2$



2.  $z = 7.2$



- ▶ 現状、ひとまず 2 set の 輝線天体候補を抽出できた。

# SUMMARY AND FUTURE PROSPECT

我々は星形成史の主要な成分を考慮できているか？

=> 赤外線連続光/紫外光でトレースできない成分があることが示唆されているが、その割合は不明。



星形成史のより詳細な描像を知るにはどうすればいいか？

=> [CII], [OIII] の光度比の赤方偏移進化を調べる。個々の銀河だけでなく、光度密度比を測りに行く。

今後は：

- より確からしいサブサンプルを抽出するために、スタッキングを試す
- 輝線探査メソッドの質的評価と公開、それを用いたpatchy survey
- 理論的示唆をシミュレーションを用いて与える