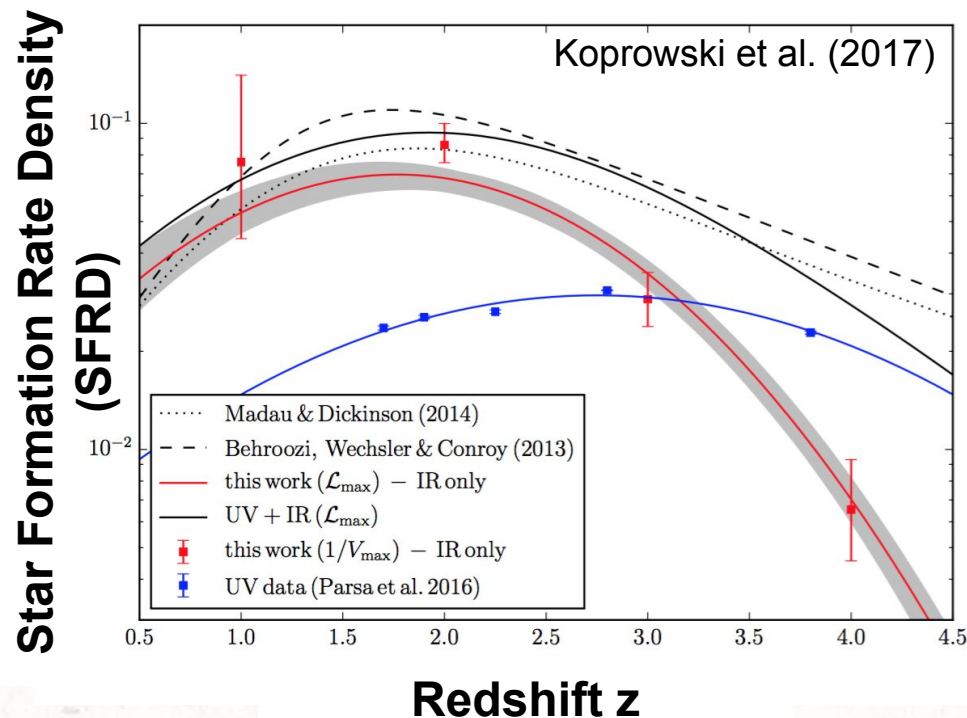


[CII]輝線 と [OIII]輝線 で探る 遠方星形成史

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**

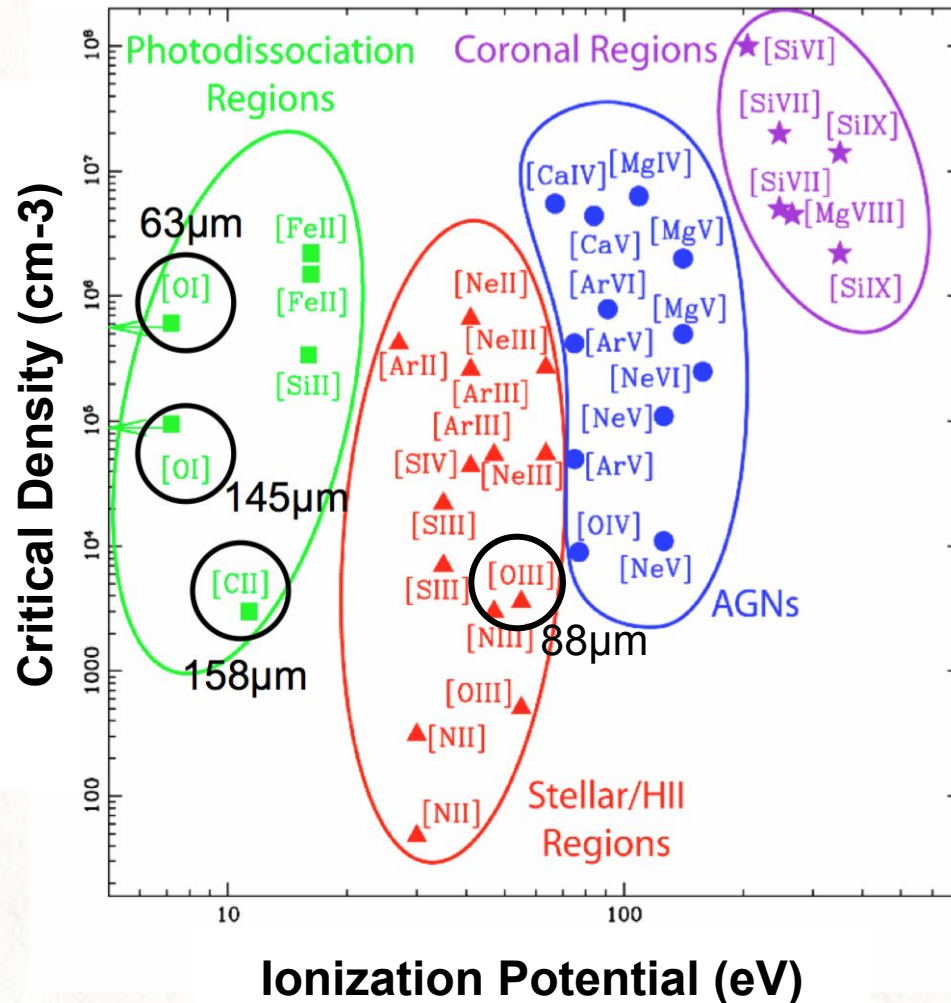
HISTORICAL TRANSITION OF STAR FORMATION



- ▶ 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？

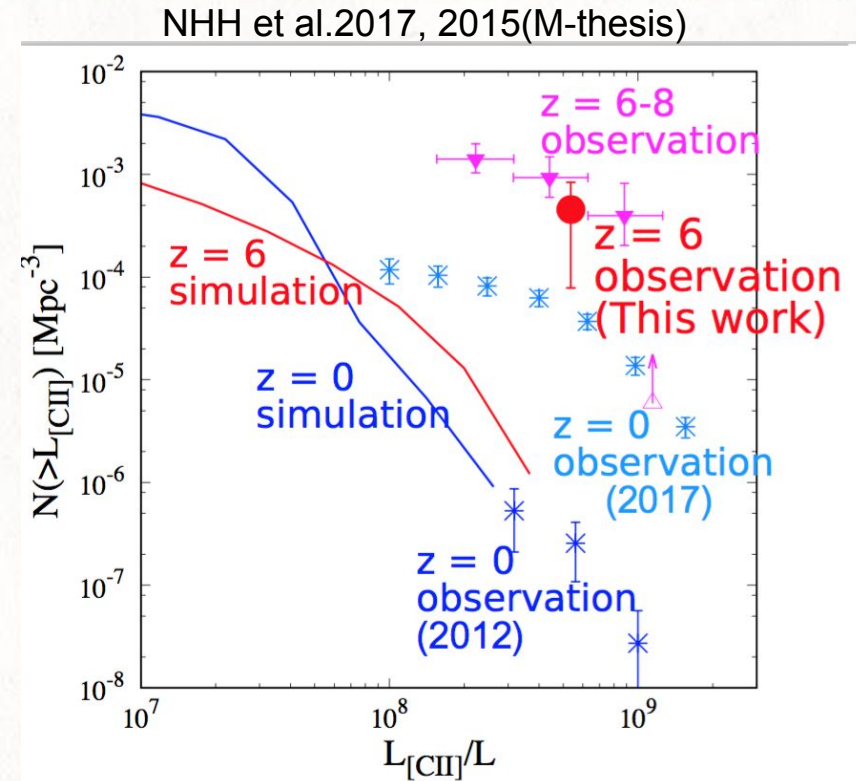
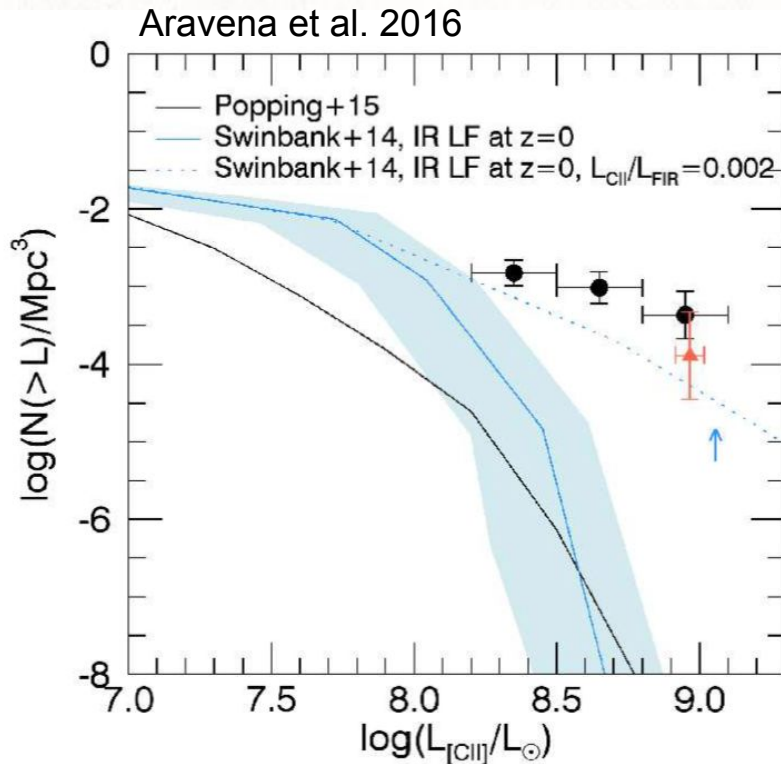
HIGH-REDSHIFT FAR-INFRARED LINE DETECTIONS WITH ALMA

(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



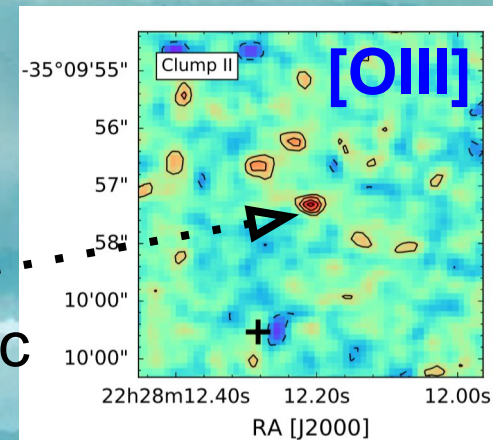
- ▶ [CII]ブラインド探査 (Aravena+16, NHH+17): high- z の高密度は、シミュレーションでは予測できなかった
- ▶ 対応天体なし = 紫外線・赤外線で見えない星形成領域の存在

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

LBG over-dense region at $z = 7.1$

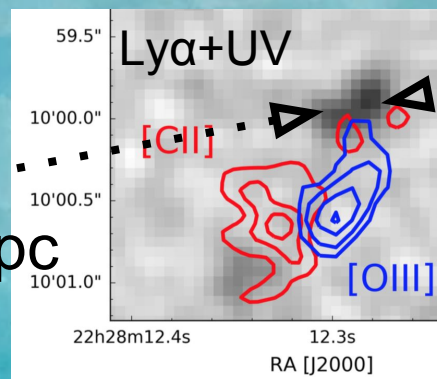
Carniani et al. (2017)

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



$\sim 2 \text{ kpc}$

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

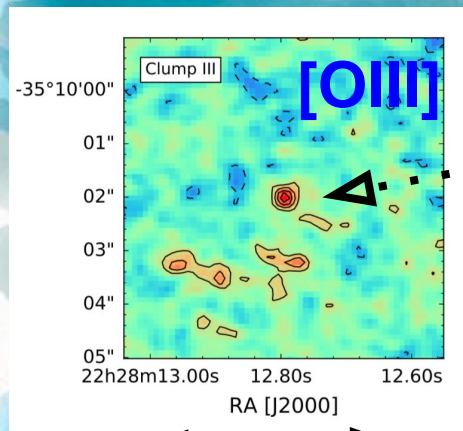


$\sim 8 \text{ kpc}$

32.5 kpc

12.5 kpc

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



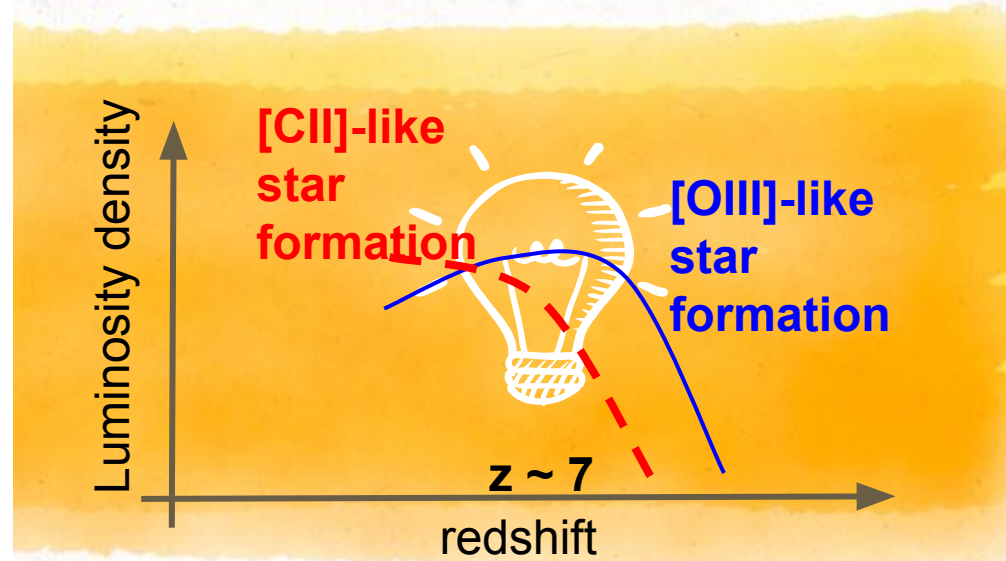
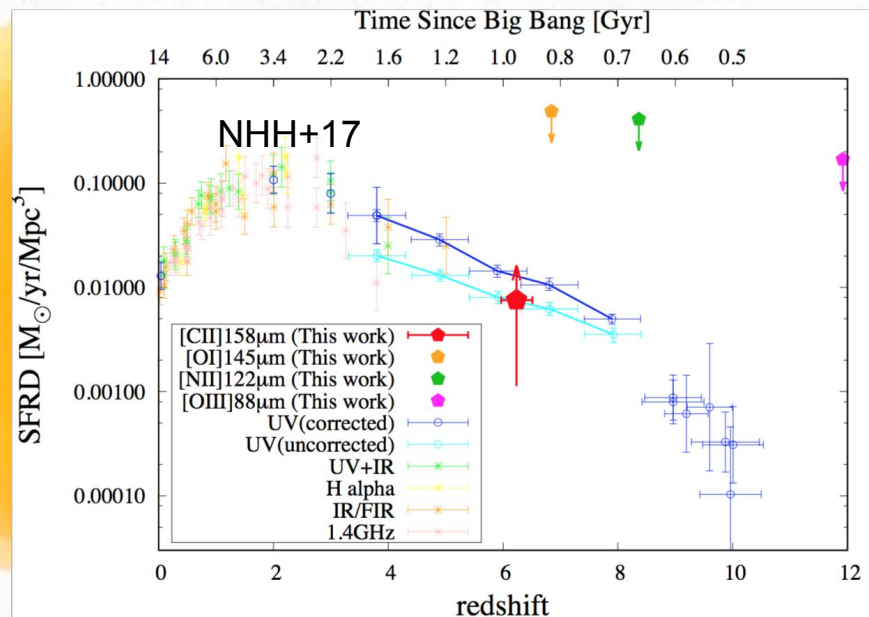
$\sim 2 \text{ kpc}$

- ▶ [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

\Rightarrow [CII]/[OIII]比を調べれば, 何が起きているかを探れそう

NEXT STAGE IS...

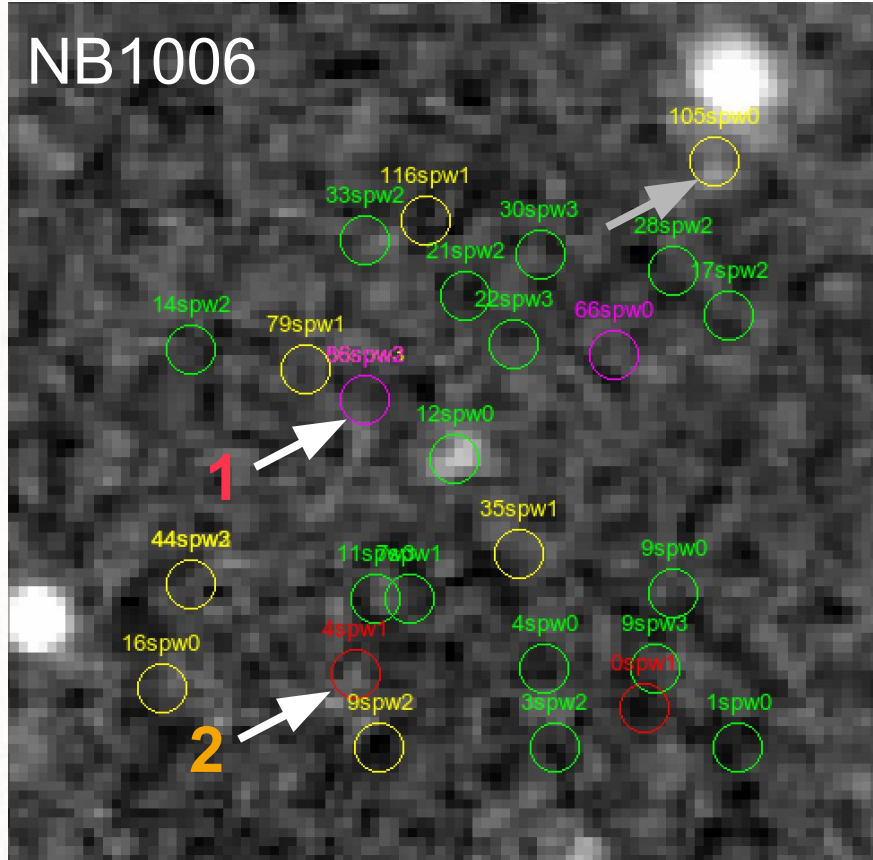
=> TRANSITION OF [CII]/[OIII] LUMINOSITY DENSITY RATIO



- ▶ [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 ???

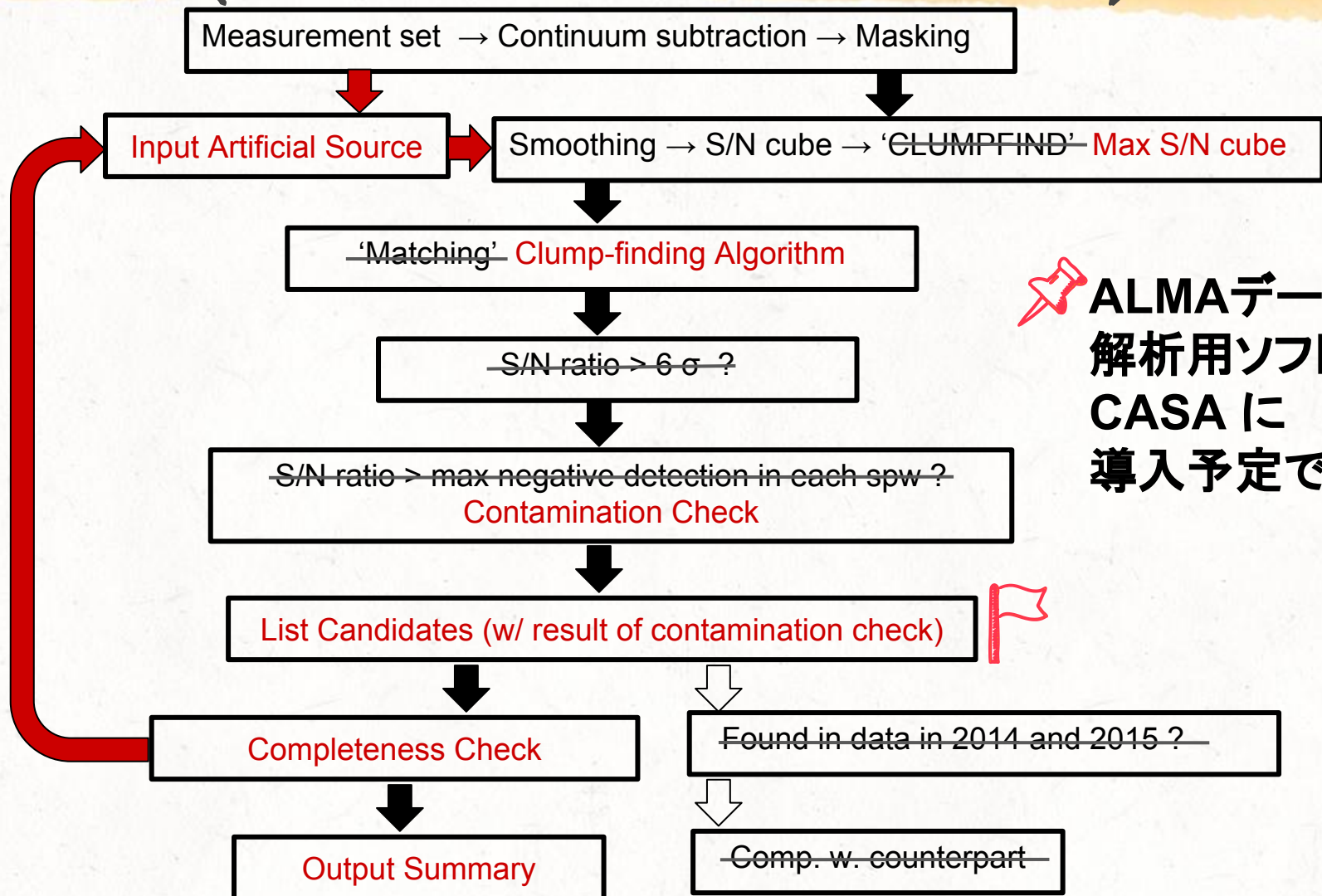
-CASE STUDY-




(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
- ▶ $\sim 20''$ の領域内の [CII]/[OIII] 探査 ($>4\sigma$)
- ▶ Peak SN ≥ 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

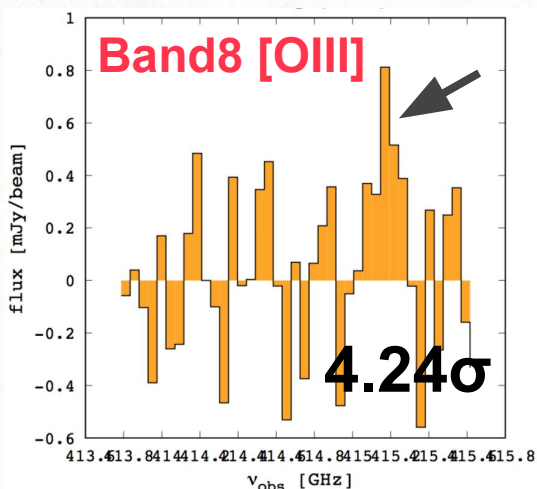
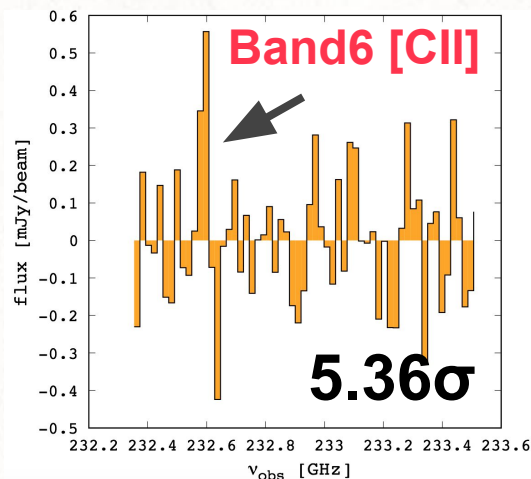
LINE-SEARCH METHOD (IMPROVED FROM NHH+17)



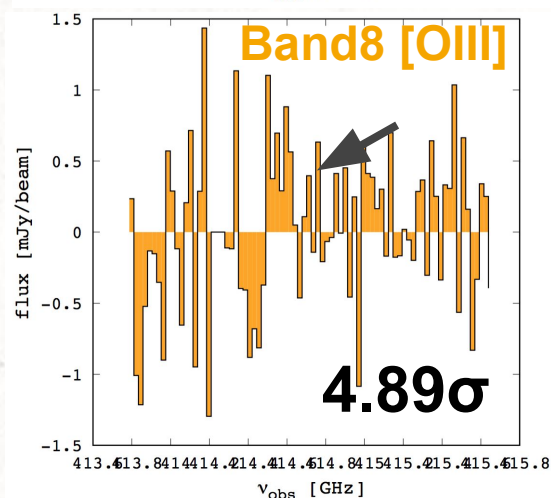
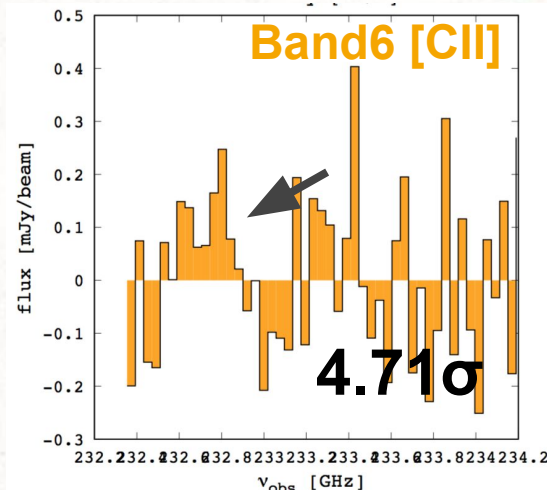
 ALMAデータの
解析用ソフト
CASA に
導入予定です。

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
- 輝線探索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