

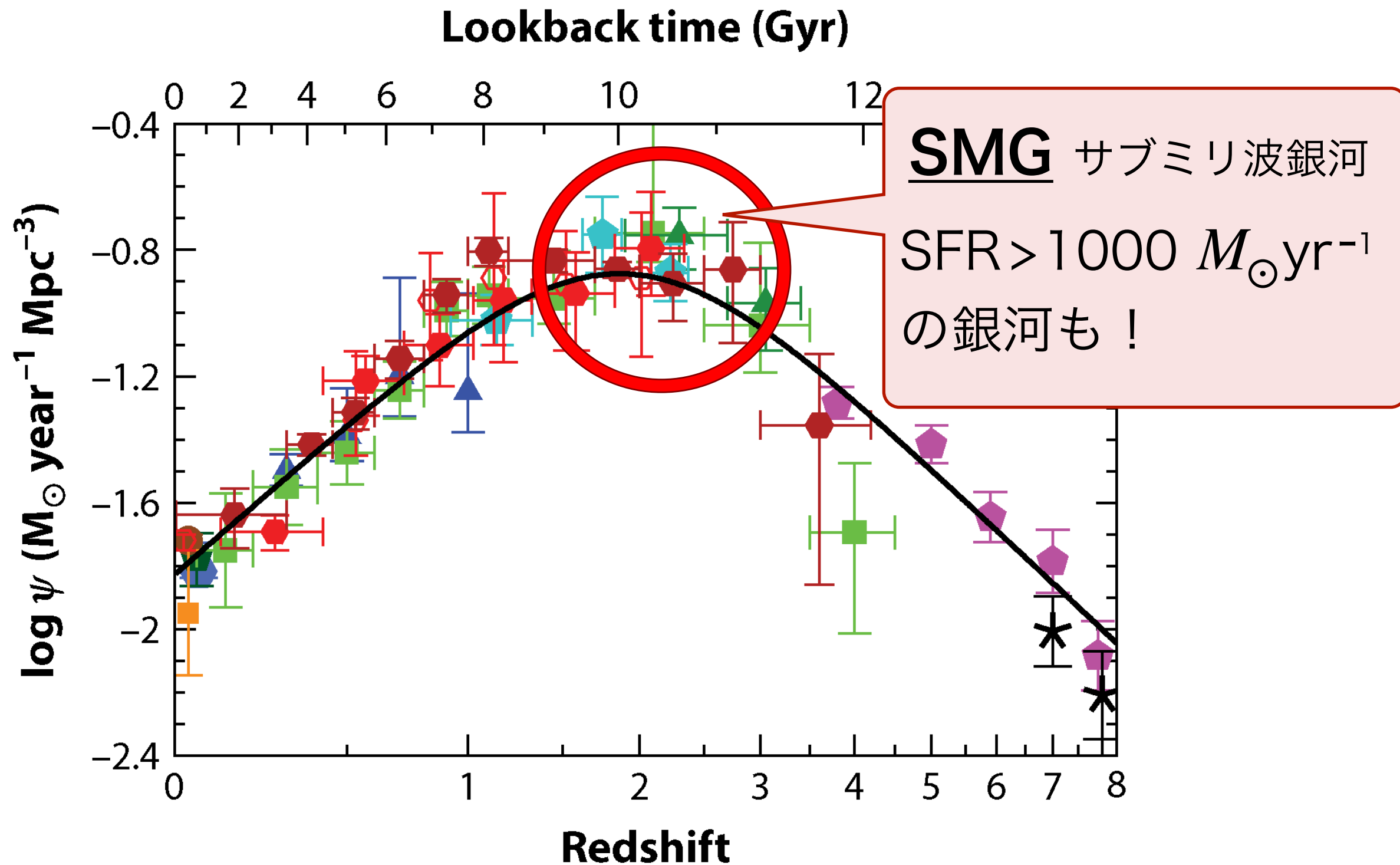
ALMAを用いた $z = 3.2$ サブミリ波銀河の 高解像度イメージング

天体形成研究会2019.10.18

新潟大学 M1 小山紗桜

伊王野大介, 但木謙一, 泉拓磨, 川邊良平, 松田有一, 中西康一郎, 植田準子, 道山知成, 安藤未彩希 (国立天文台), Yun M. S., Wilson G. W. (University of Massachusetts), Aretxaga I., Hughes D. (INAOE), 廿日出文洋, 河野孝太郎 (東京大学), 五十嵐創 (University of Groningen), 李民主 (MPE), 田村陽一 (名古屋大学), 齊藤俊貴 (MPIA), 梅畑豪紀 (理研)

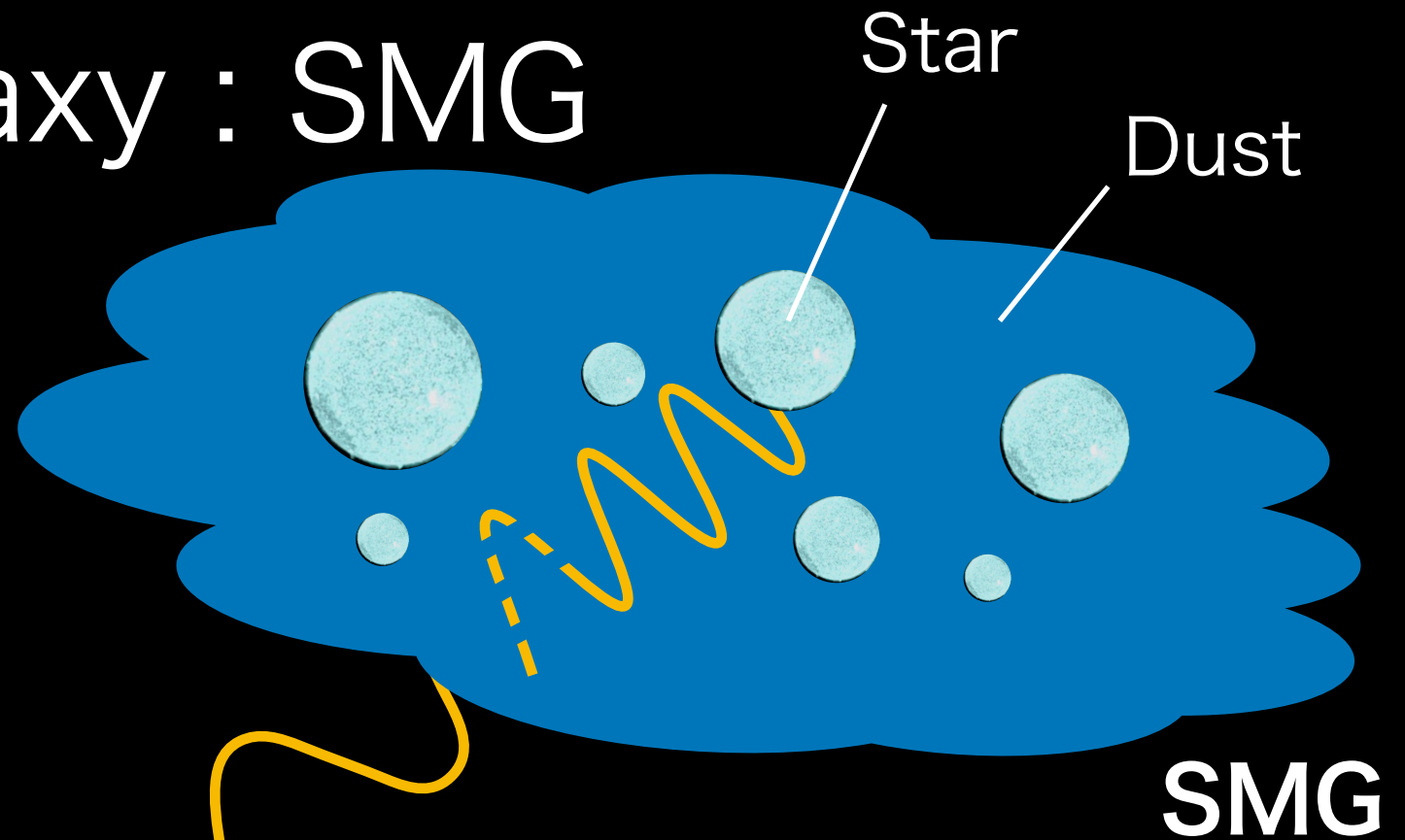
星形成の歴史



サブミリ波銀河

submillimeter galaxy : SMG

若いOB型星から出た光が
ダストによって遮られる

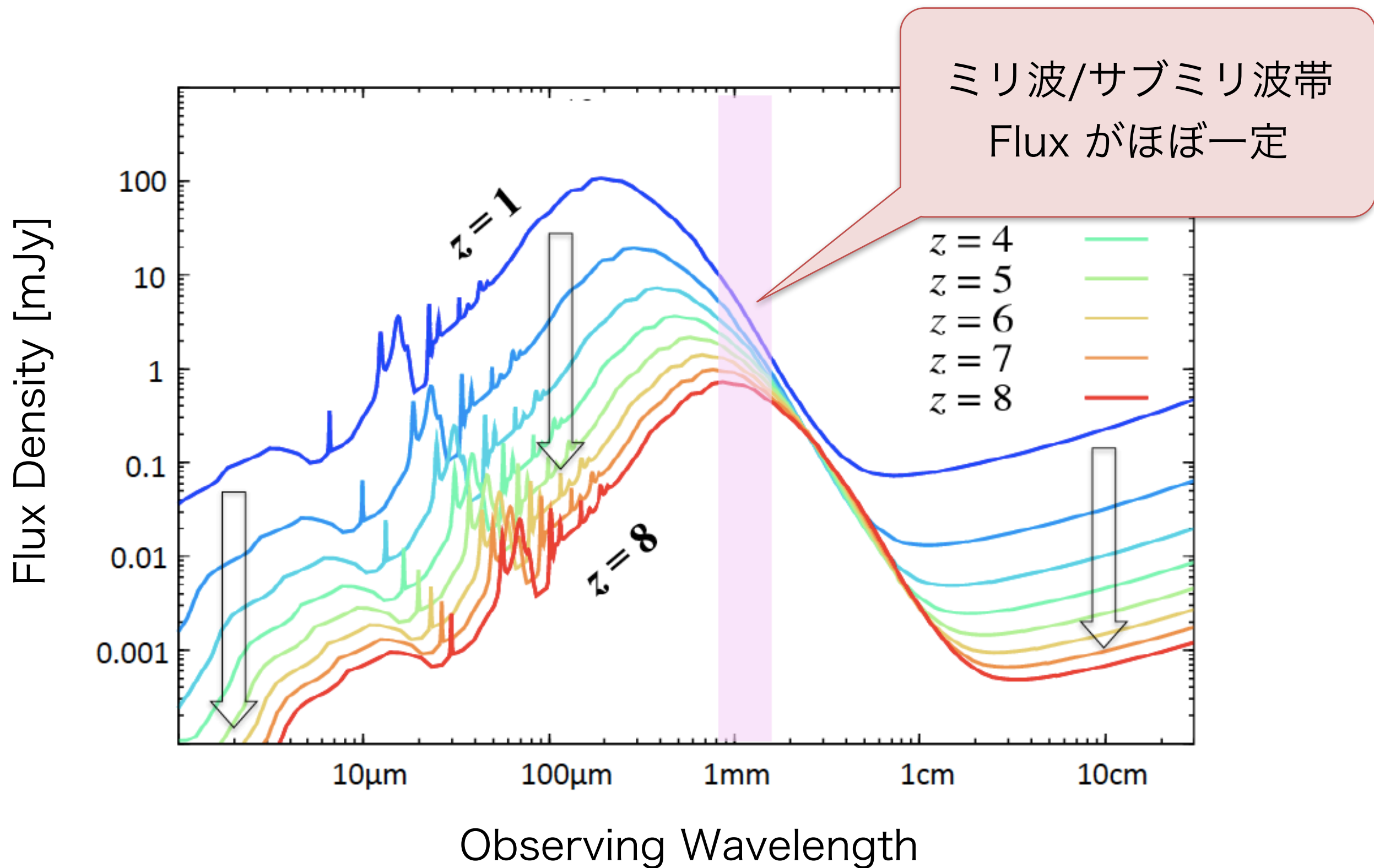


ダストが熱放射



波長が引き伸ばされ、
地上では
サブミリ波で観測

サブミリ波での観測



(Kohno, K.)

SMG の理解

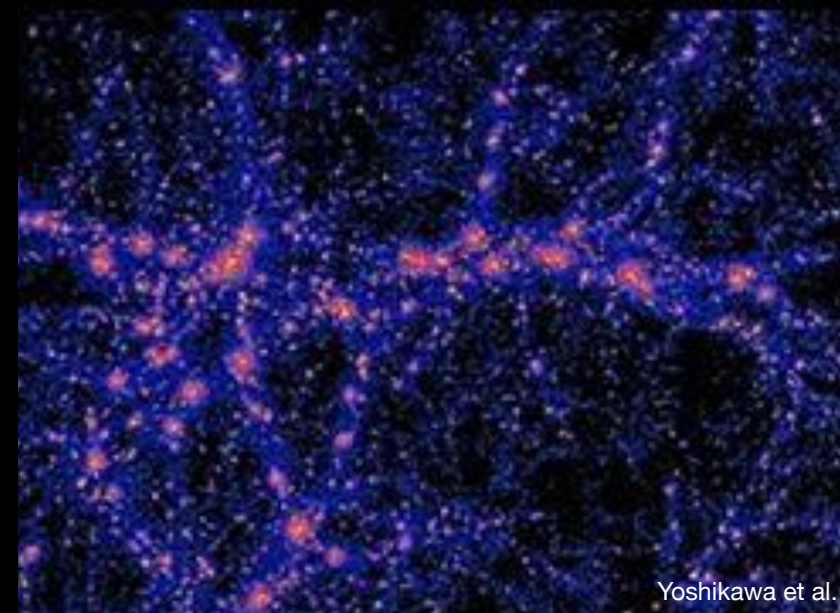
銀河の形成/進化を理解する上で重要！

衝突合体

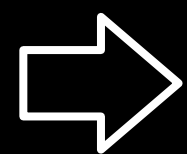


→ 質量獲得 → 成長？

大規模構造



→ 質量獲得 → 成長？



SMG を**高分解能**で観測

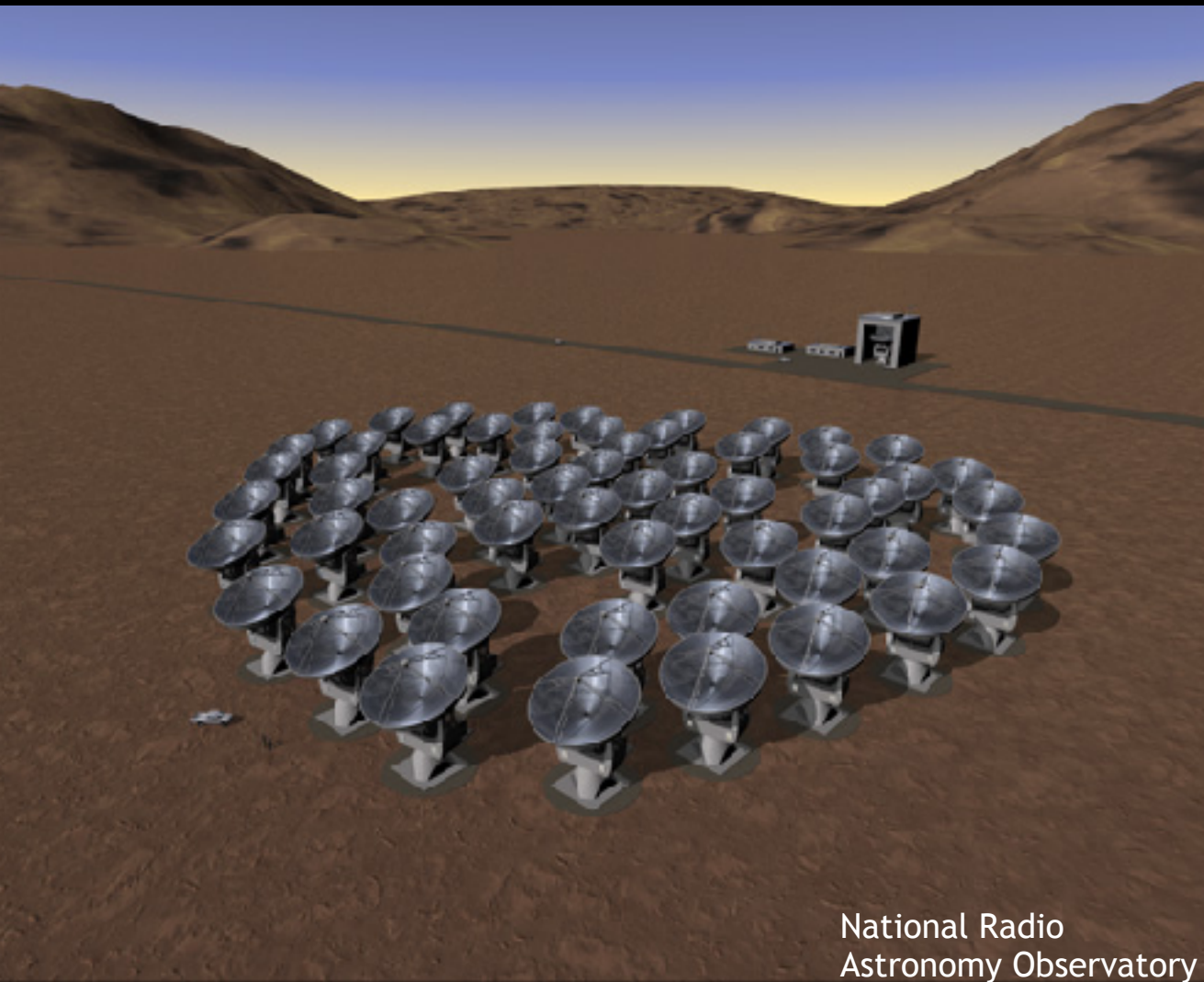
SMGのどこで？ どのようなプロセスで星形成？

ALMA

干渉計：ALMA

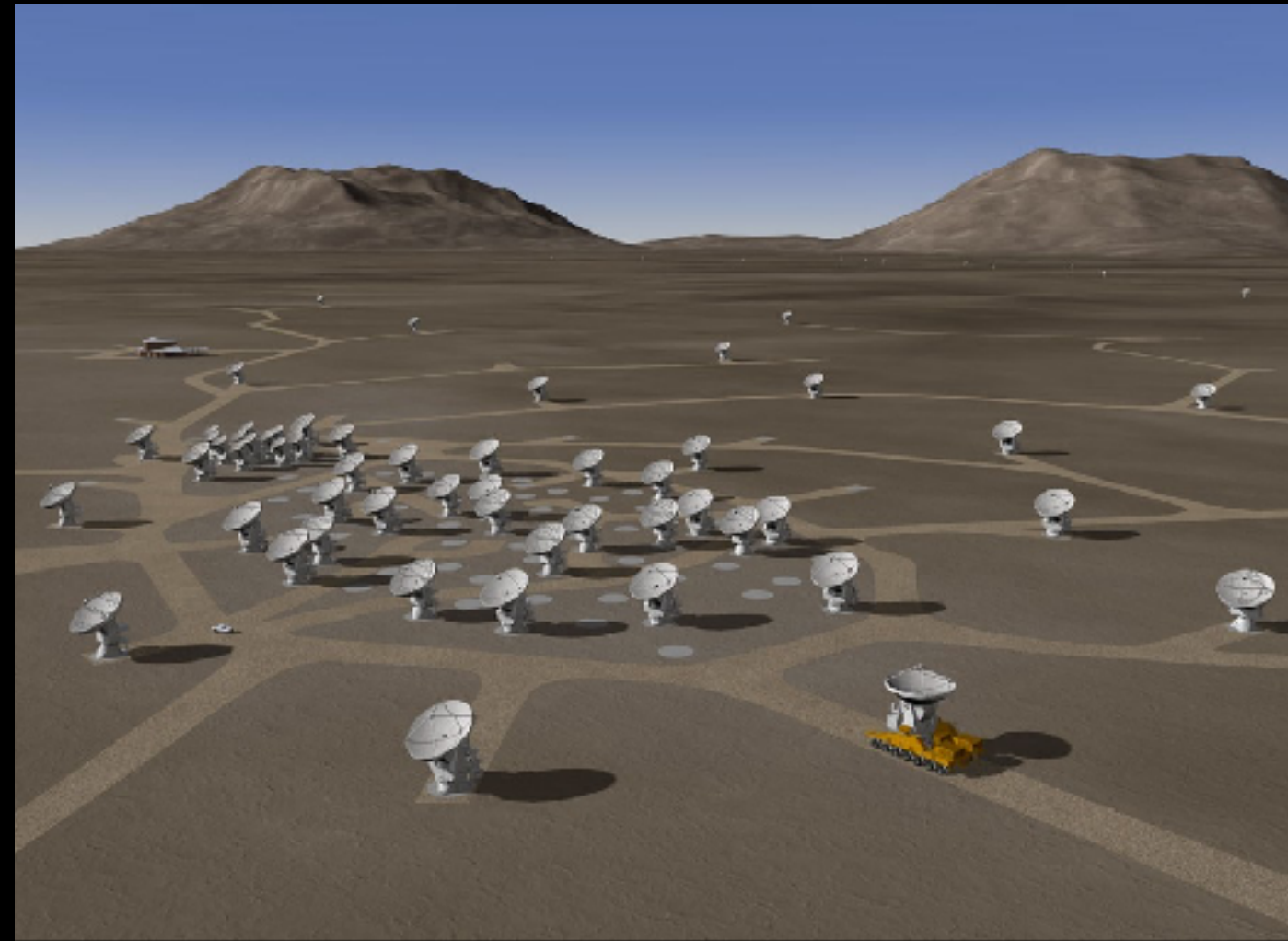
直径最大16 km

Atacama **L**arge **M**illimeter/submillimeter **A**rray



Compact configuration :
干渉させる望遠鏡間の距離が短い

⇒ 銀河の広がった構造



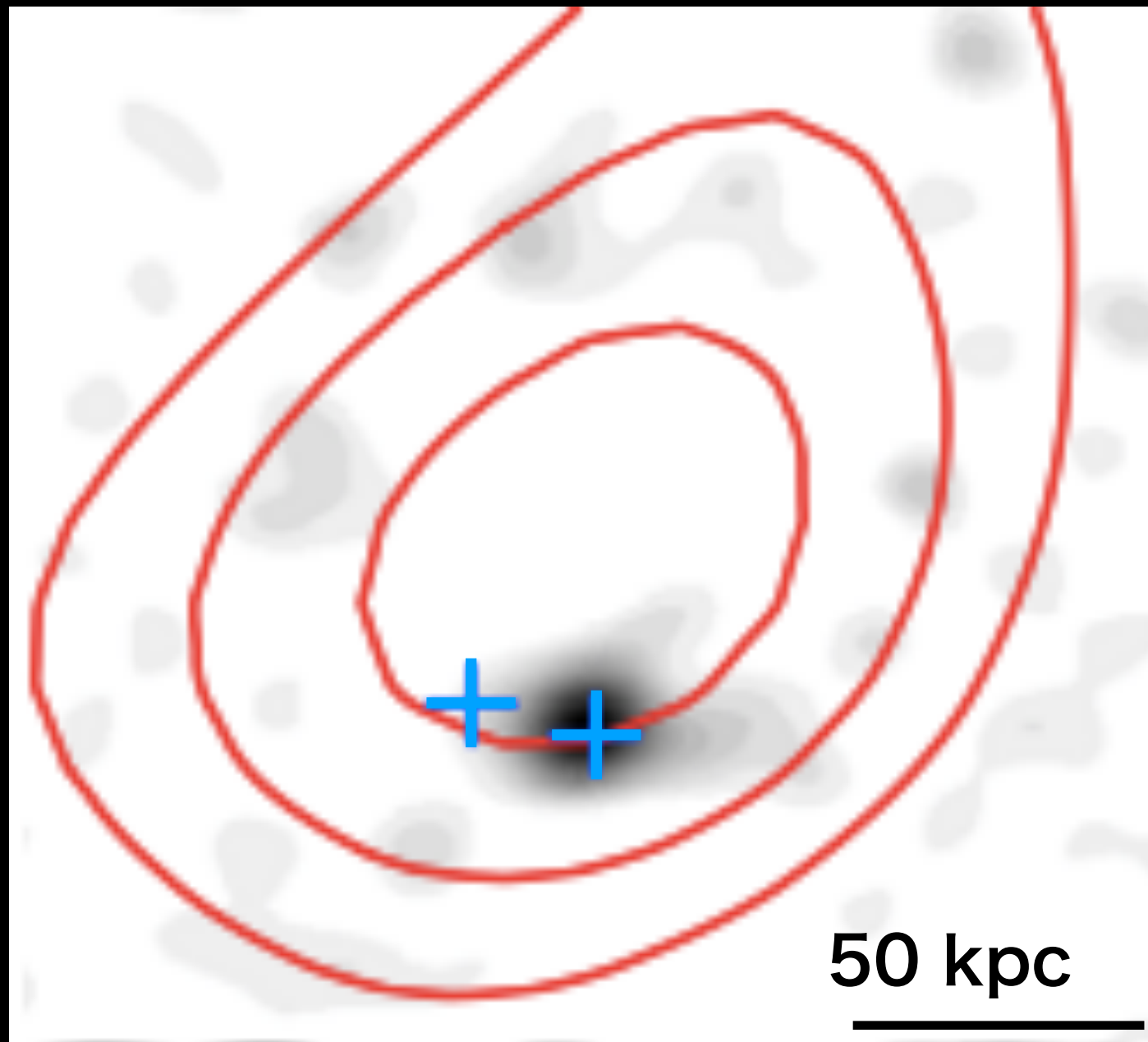
Extended configuration :
干渉させる望遠鏡間の距離が長い

⇒ 銀河の細かい構造

SMG AzTEC-8

COSMOS領域に存在
R.A. (J2000) : 9:59:59.34
Decl. (J2000) : +2:34:41.0

Younger+09,10; Smolcic+12; Toft+14



Redshift	3.179
Beam size	0."86 × 0."55
$F_{890\mu\text{m}}$	$17.7 \pm 2.3 \text{ mJy}$
L_{IR}	$2.8 \times 10^{13} L_{\odot}$
SFR	$2818 \pm 66 M_{\odot}\text{yr}^{-1}$
Stellar Mass	$3.2 \times 10^{11} M_{\odot}$
Dust Mass	$5.0 \times 10^9 M_{\odot}$

890 μm image of SMA

Red contours : JCMT (3,4,5) $\times 1 \sigma$

Blue crosses : radio sources

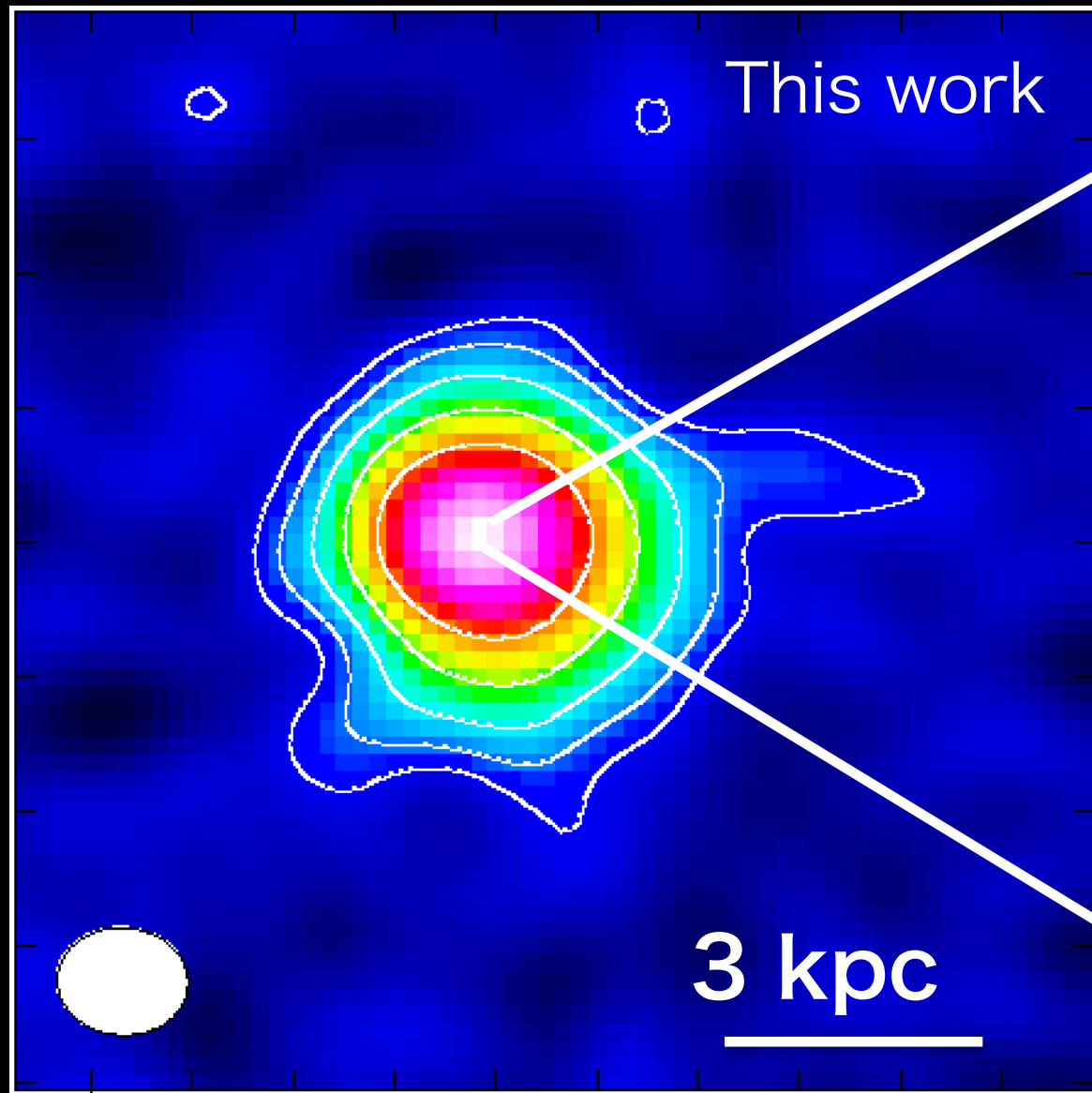
→ 高分解能で観測

ALMA観測

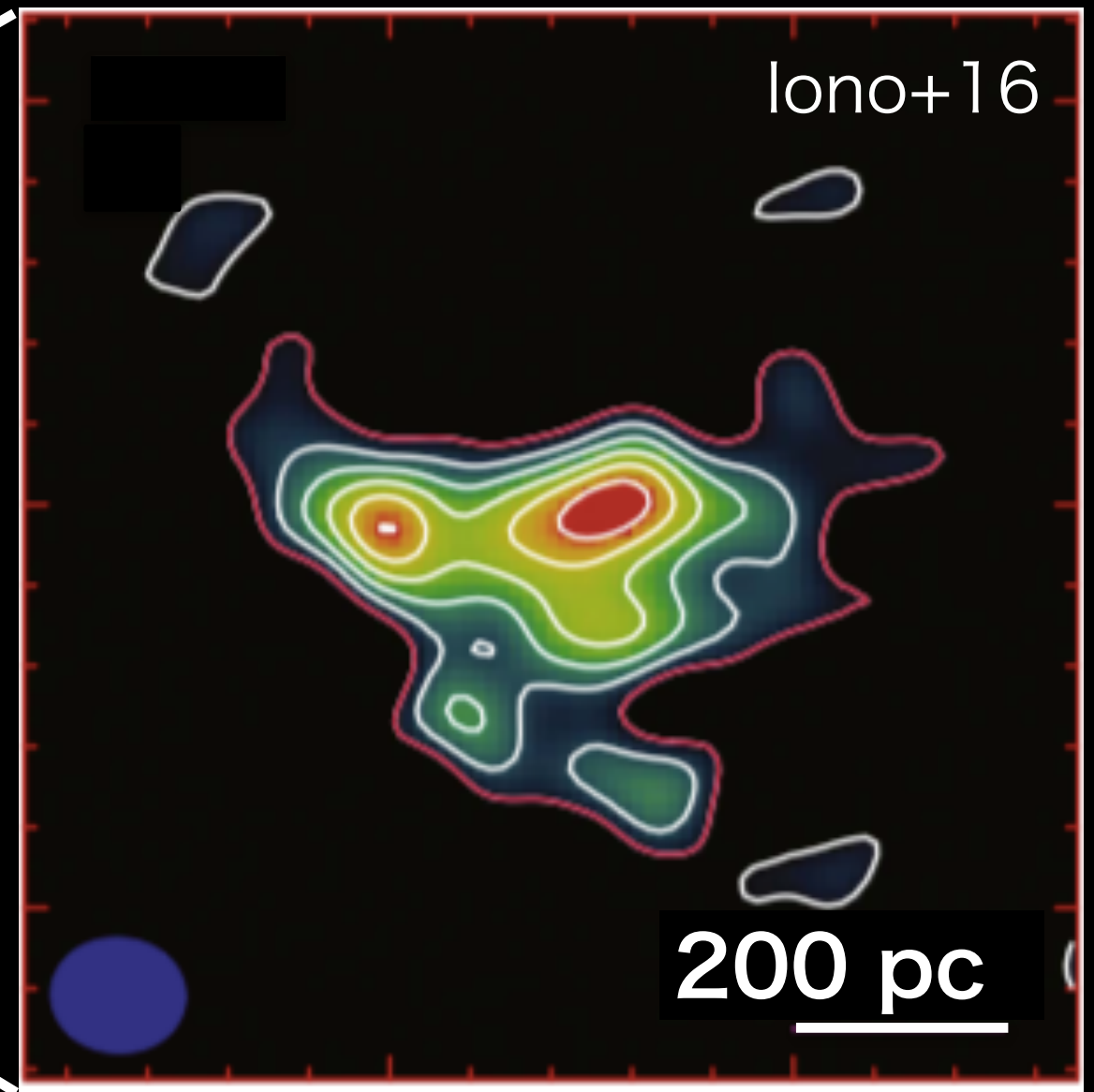
観測対象	観測周波数帯	観測周波数	分解能
ダスト連続波	Band 6	211 - 275 GHz	0."025 (193 pc)
	Band 7	275 - 370 GHz	0."015 - 0."17 (116 - 1309 pc)



Compact configuration



Extended configuration

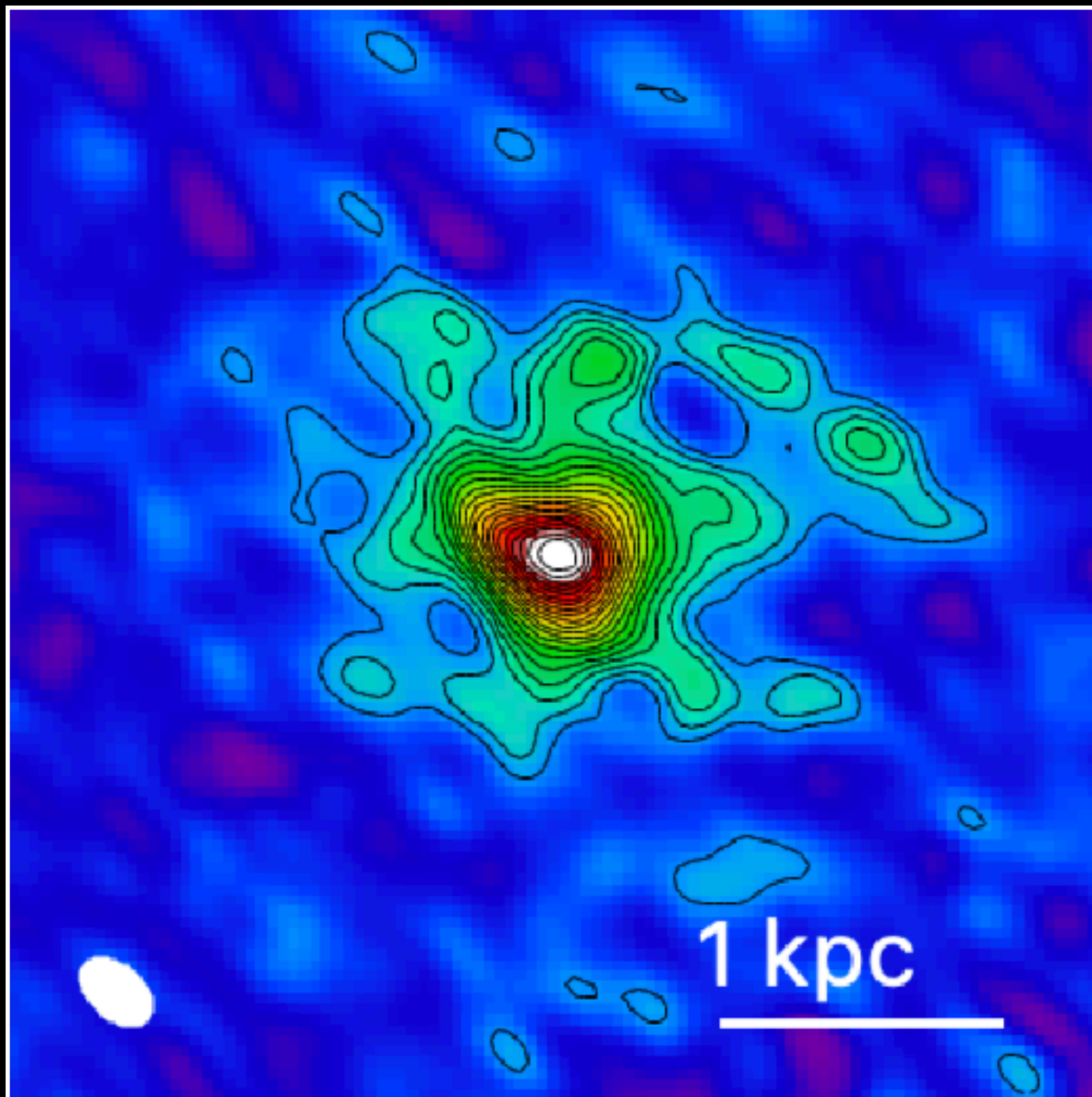


Flux (1"×1"の円) : 13.3 ± 0.7 mJy
Beam size : 0."19 × 0."16

Flux ($\geq 3\sigma$) : 1.63 ± 0.16 mJy
Beam size : 0."017 × 0."014

AzTEC-8 (Band 7)

870 μ m ダスト連続波



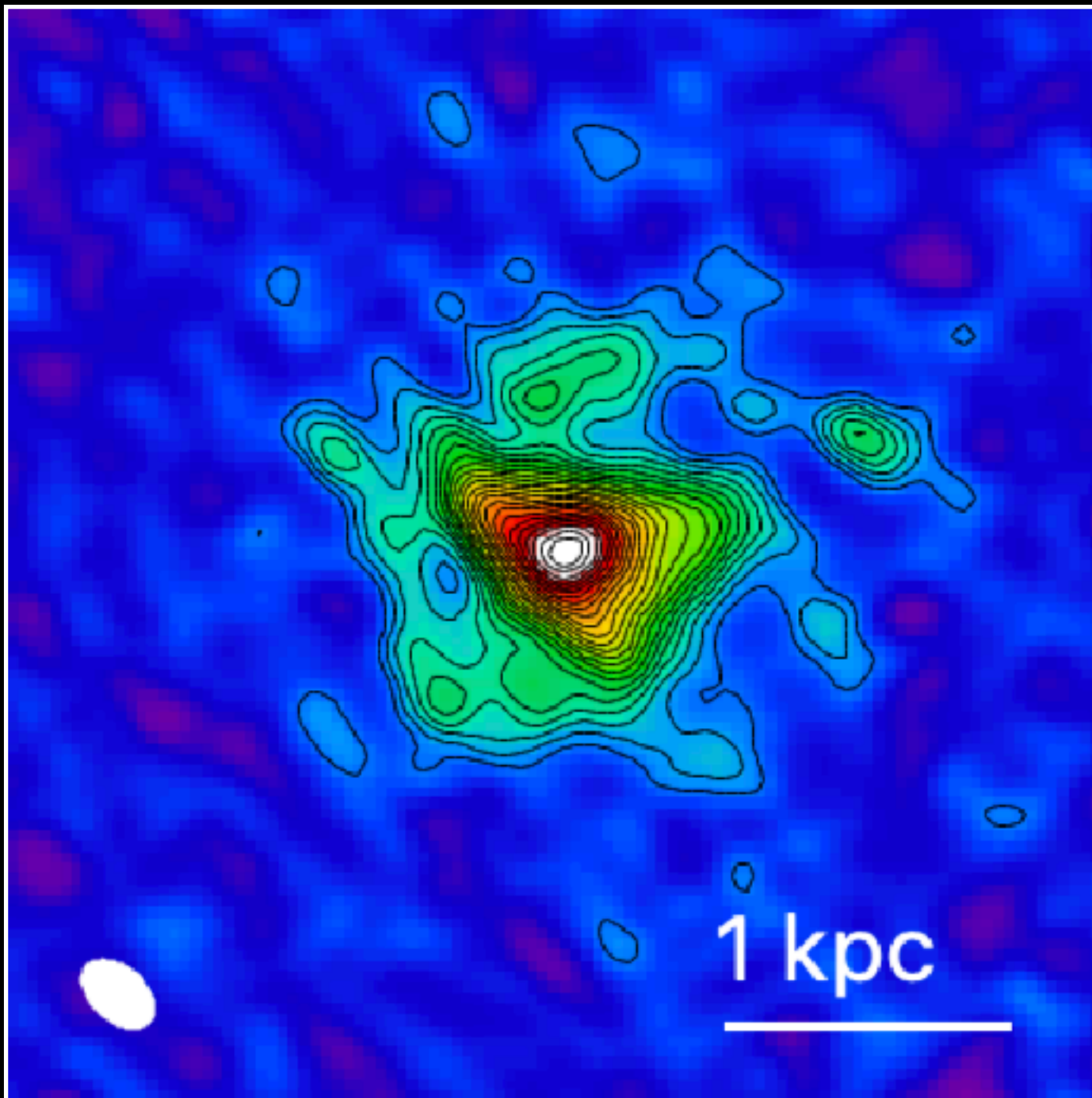
contours :
3 σ から1 σ ずつステップ

EXT : COM = 1 : 0.2
outer taper = 0."02

$F_{870\mu\text{m}}$ (0."3 \times 0."3 circle)	8.10 mJy
$F_{870\mu\text{m}}$ (1" \times 1" circle)	11.9 mJy
Rms	33.7 μ Jy
Beam size	0."040 \times 0."027

AzTEC-8 (Band 6)

1.31 mm ダスト連続波



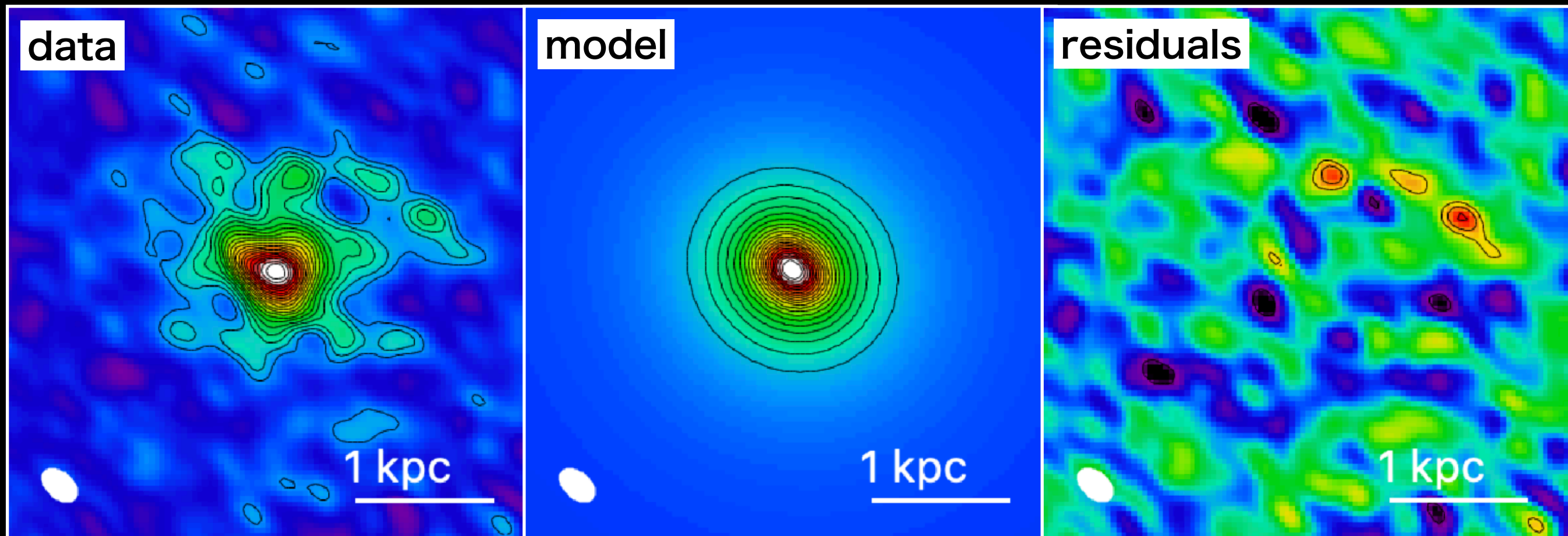
contours :
3 σ から1 σ ずつステップ

EXT のみ

outer taper = 0."02

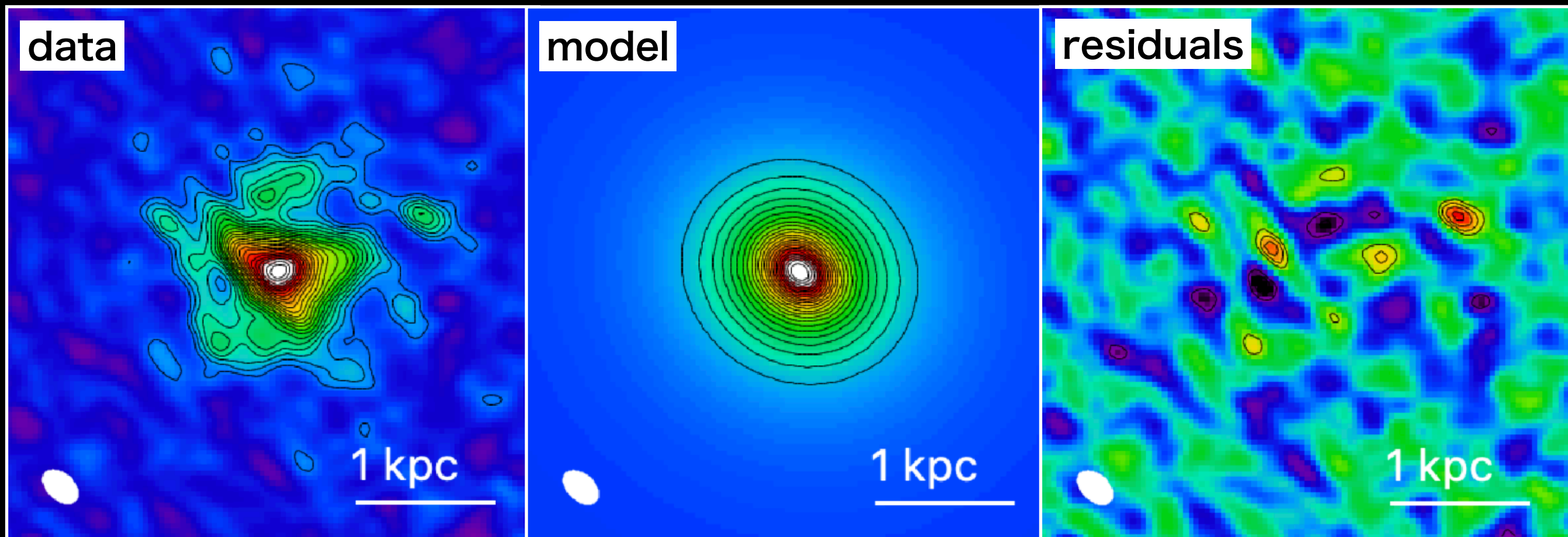
F _{1.31mm} (0."3×0."3 circle)	2.48 mJy
F _{1.31mm} (1"×1" circle)	3.76 mJy
Rms	8.95 μ Jy
Beam size	0."040×0."027

GALFIT modeling (Band 7)



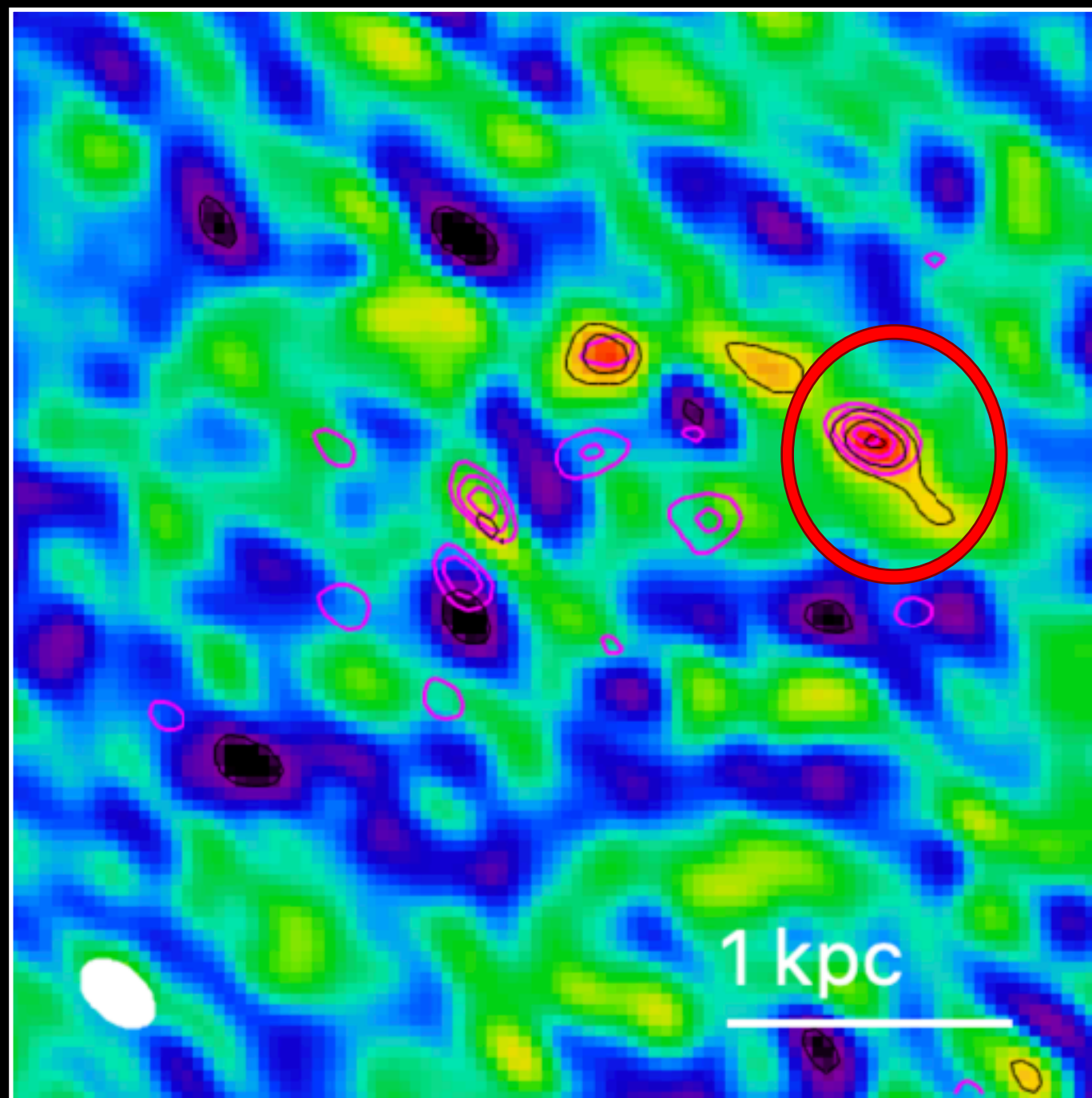
有効半径	$1284 \pm 49 \text{ pc}$
Sersic 指数	2.62 ± 0.07
Flux	$16.6 \pm 0.5 \text{ mJy}$
Beam size	$0.''040 \times 0.''027 (48^\circ)$
SFR	$2643 \pm 353 M_\odot \text{ yr}^{-1}$

GALFIT modeling (Band 6)



有効半径	$936 \pm 19 \text{ pc}$
Sersic 指数	1.97 ± 0.03
Flux	$4.17 \pm 0.08 \text{ mJy}$
Beam size	$0.''040 \times 0.''027 (48^\circ)$

クランプの評価

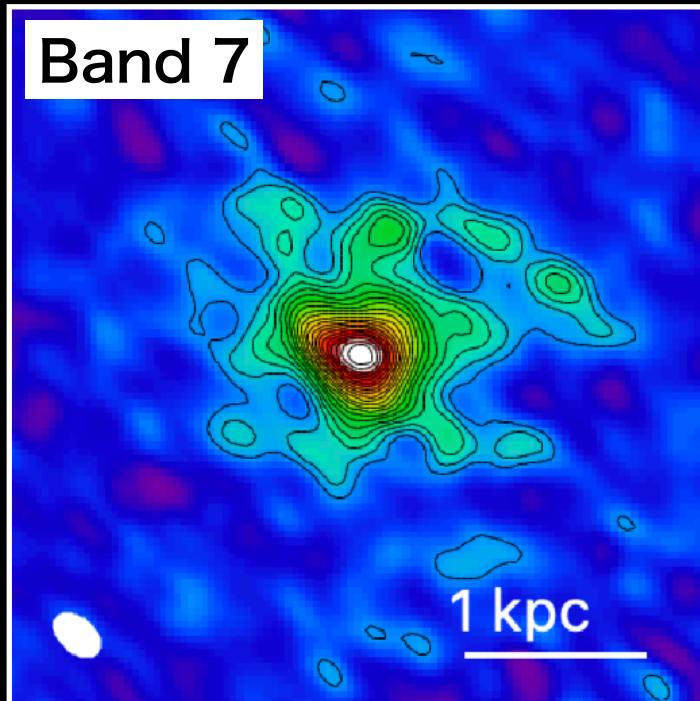
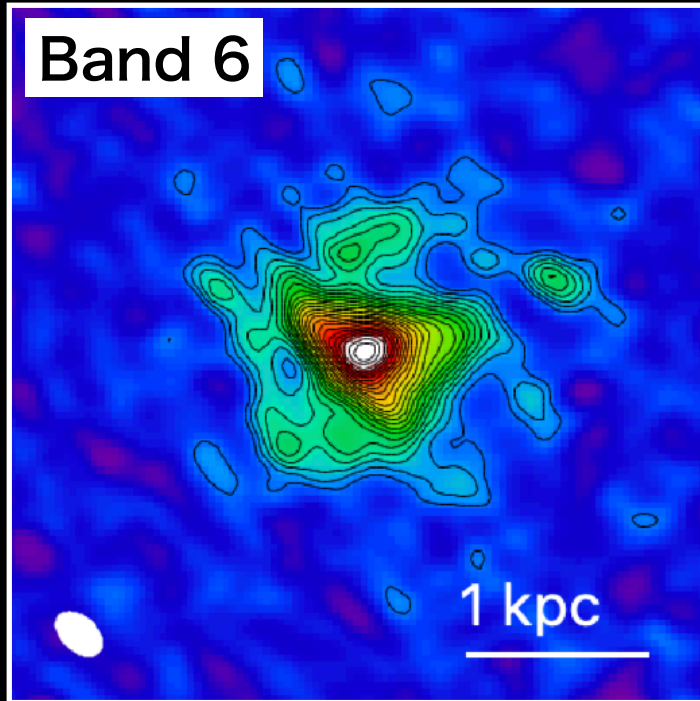


red contours : band 6
 black contours : band 7
 $(-4, -3, 3, 4, 5, 6) \times 1 \sigma$

F_{band6} ($\geq 4 \sigma$)	$1.2 \mu\text{Jy}$
Total flux の	
F_{band6} ($\geq 4 \sigma$)	Band 6 : 0.573 %
F_{band7} ($\geq 4 \sigma$)	Band 7 : 0.372 %

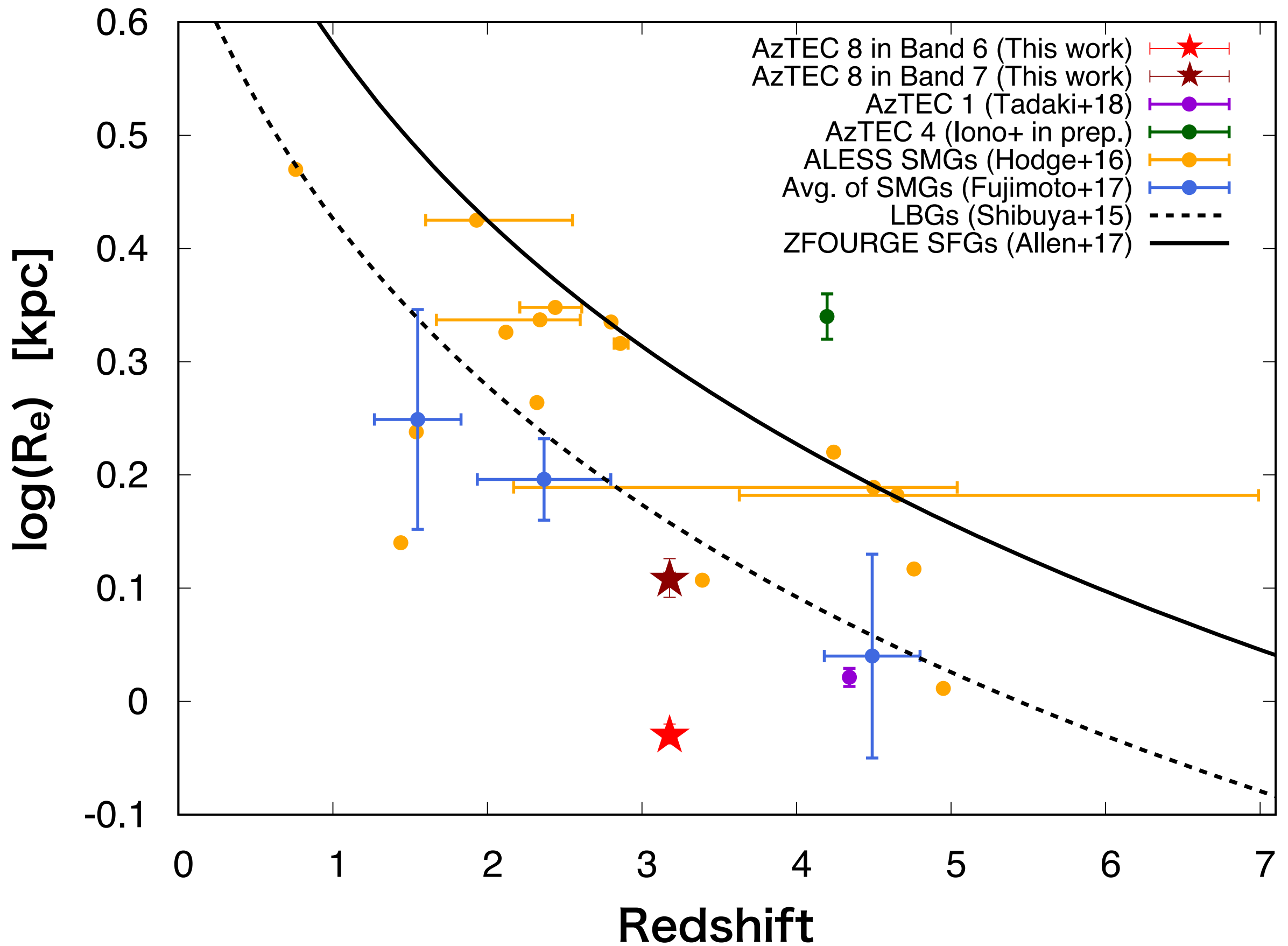
SFR	9.38 ± 1.31 $M_{\odot} \text{yr}^{-1}$
Σ_{SFR} ($\geq 4 \sigma$)	316 ± 44 $M_{\odot} \text{yr}^{-1} \text{kpc}^{-2}$

まとめ



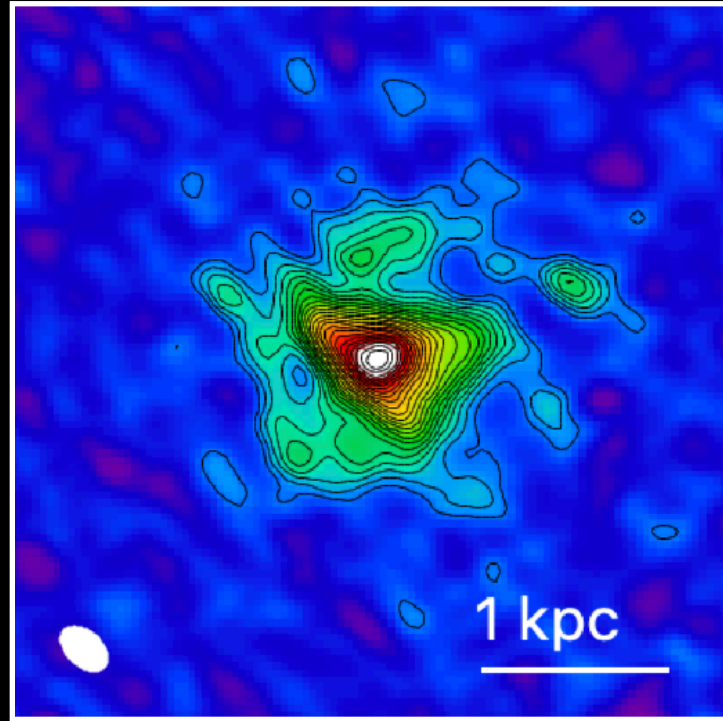
	Band 6	Band 7
Total flux	4.17 ± 0.08 mJy	16.6 ± 0.5 mJy
有効半径	936 ± 19 pc	1284 ± 49 pc
Sersic 指数	1.97 ± 0.03	2.62 ± 0.07
SFR	—	2643 ± 353 $M_{\odot}\text{yr}^{-1}$
$\Sigma_{\text{SFR}} (\geq 4\sigma)$	—	696 ± 97 $M_{\odot}\text{yr}^{-1}\text{kpc}^{-2}$
Molecular mass	$2.4 \times 10^{11} M_{\odot}$	$2.0 \times 10^{11} M_{\odot}$

R_e - Redshift ㄨ



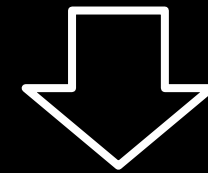
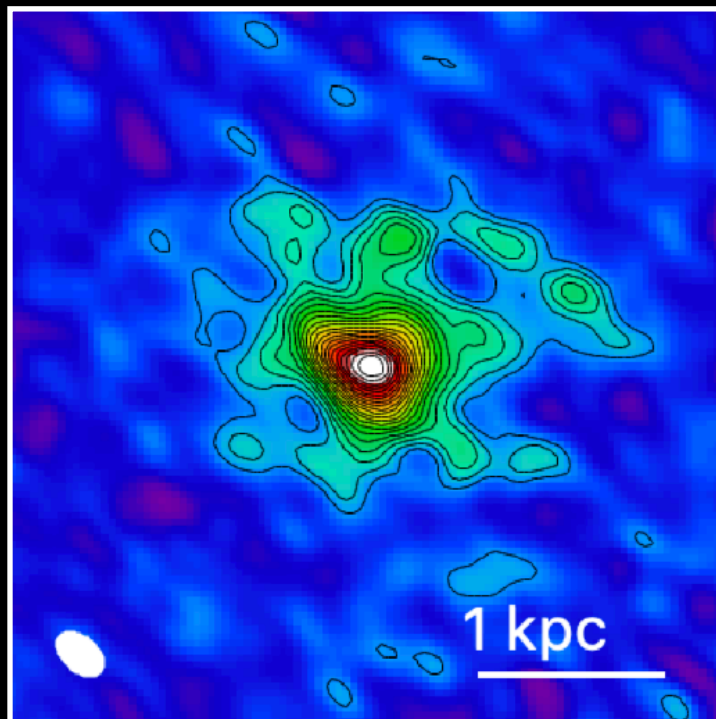
結論

AzTEC-8 Band 6



- ✓ clump が存在する
- ✓ $\text{SFR}_{\text{Band7}} = 2643 \pm 353 M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ と非常に活発に星形成を行なっている
- ✓ 大質量 ($\sim 10^{11} M_{\odot}$) でコンパクト ($\sim 1 \text{kpc}$)

AzTEC-8 Band 7



今後 . . .

COの観測を行い、運動情報を調査