

JWST's TEMPLATES for Star Formation: The First Resolved Gas-Phase Metallicity Maps of Dust-Obscured Star-Forming Galaxies at $z \sim 4$

JACK E. BIRKIN¹, TAYLOR A. HUTCHISON², BRIAN WELCH^{3,4,5}, JUSTIN S. SPILKER¹, MANUEL ARAVENA⁶, MATTHEW B. BAYLISS⁷, JARED CATHEY⁸, SCOTT C. CHAPMAN^{9,10,11}, ANTHONY H. GONZALEZ⁸, GAYATHRI GURURAJAN^{12,13}, CHRISTOPHER C. HAYWARD¹⁴, GOURAV KHULLAR¹⁵, KEUNHO J. KIM⁷, GUILLAUME MAHLER^{16,17}, MATTHEW A. MALKAN¹⁸, DESIKA NARAYANAN^{8,19}, GRACE M. OLIVIER¹, KEDAR A. PHADKE^{20,21}, CASSIE REUTER²⁰, JANE R. RIGBY², MANUEL SOLIMANO²², NIKOLAUS SULZENAUER²³, JOAQUIN D. VIEIRA^{20,21,24}, DAVID VIZGAN^{25,26,20} AND AXEL WEISS²³

Abstract

- NIRspec IFU/JWSTで、2天体のdust-obscured star-forming galaxies@ $z \sim 4$ のgas metallicity mapを作った
- Supersolar metallicityの領域がどちらの天体からも見つかった
- AGNやshockの可能性もあるが、非常に活発な星形成によるmetallicity enrichmentを示唆
- ALMAデータとの比較から、metallicityとgas/dustの反相関が見られた

Introduction

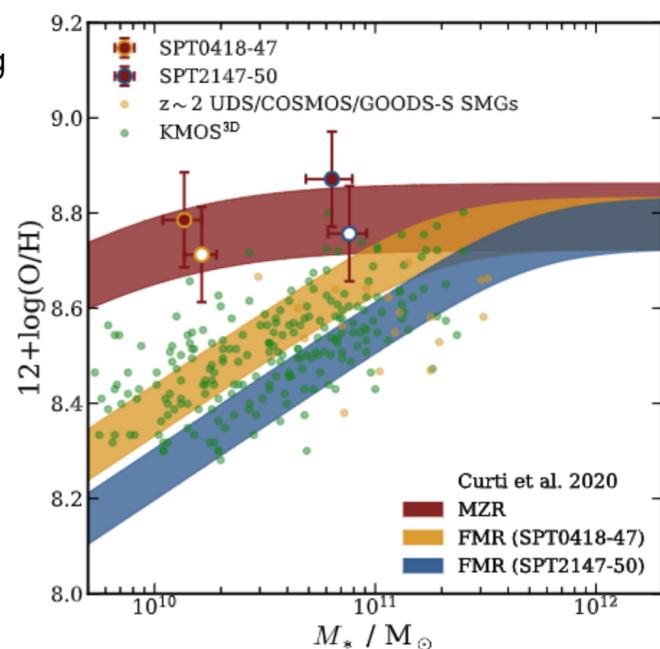
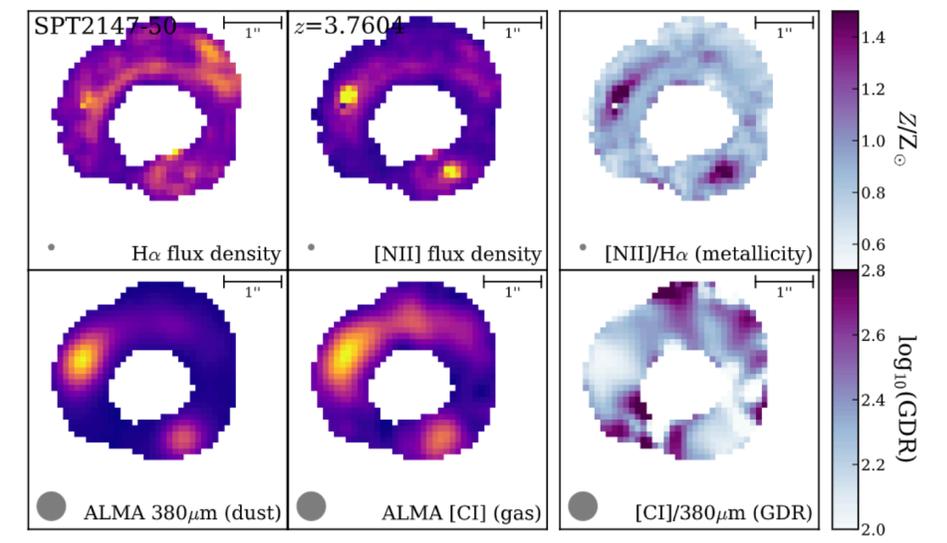
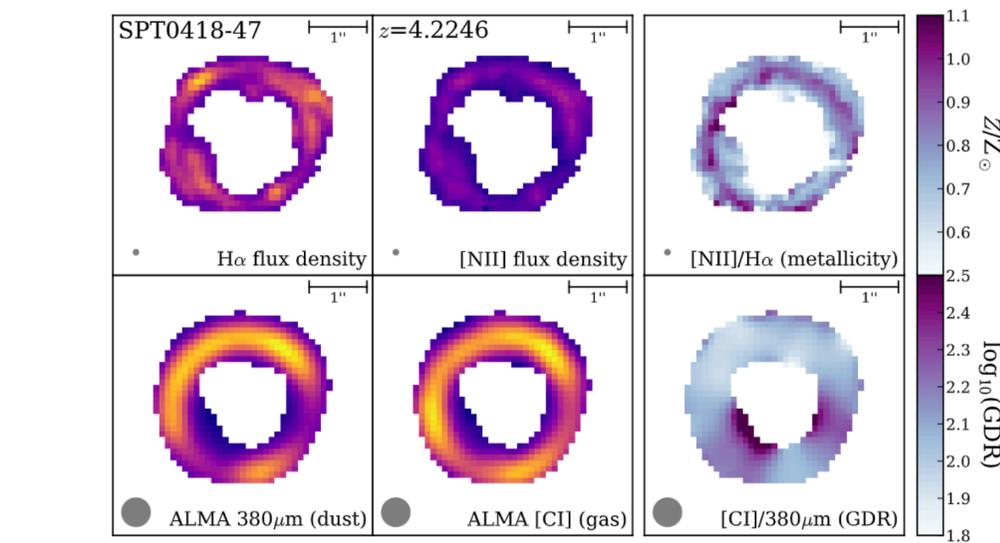
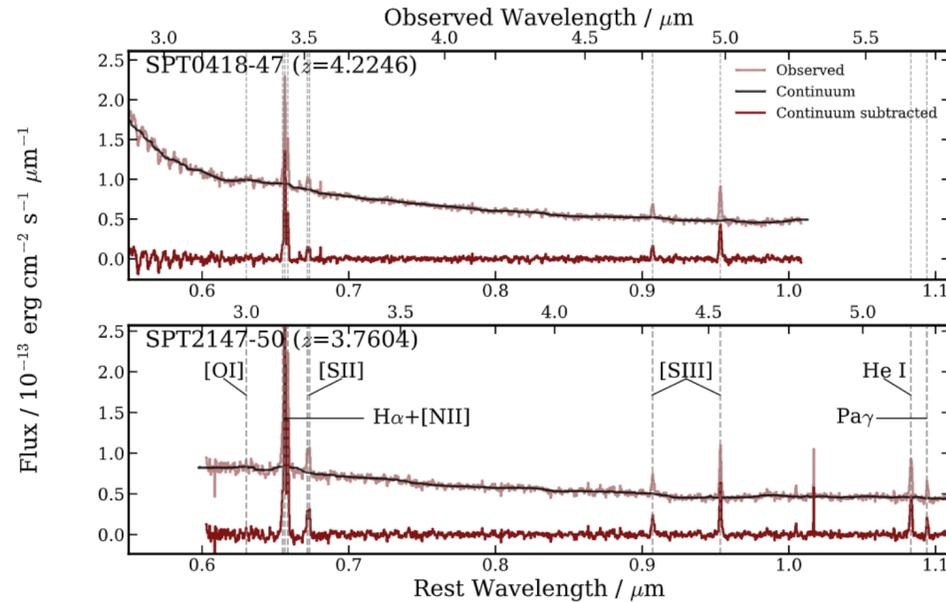
- Dust-obscured Star-Forming Galaxies (DSFG)
 - UV/opticalのほとんどはdustに吸収され、far-IRで再放射
 - massive, gas rich, high SFR (~ ULIRGs)
 - $z \sim 2$ で宇宙の星形成の多くを担う
- Gas-phase metallicity (map)
 - 過去の星形成やSN、windsなどを反映する
 - [NII]/Ha から推定できる
 - ただし、Ionisation parameterやN/O abundanceに強く影響されるので注意が必要

重カレンズ DSFGs+NIRspec/JWSTでhigh-zのgas metallicity mapping

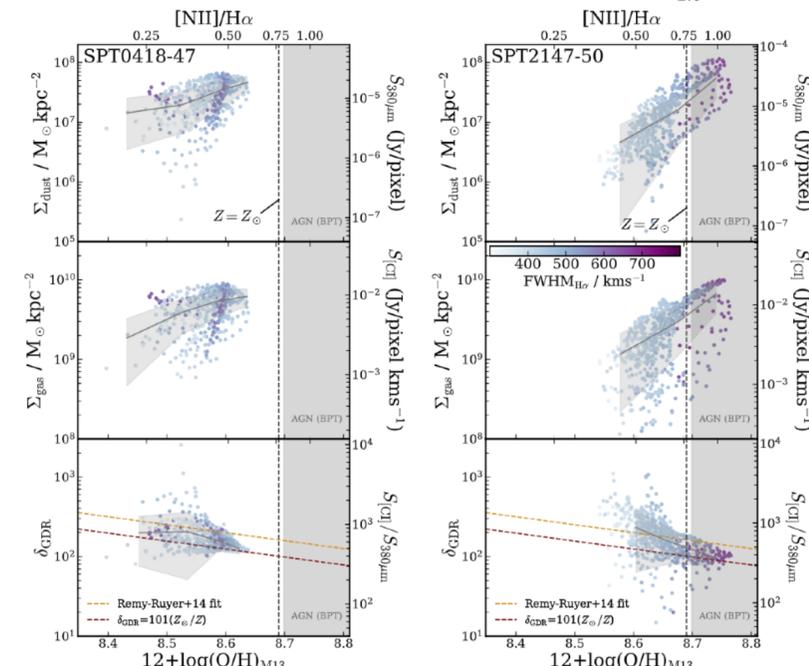
Data

- NIRspec
 - 0.5" resolution
- ALMA
 - rest 380um continuum
 - [CI](2-1) line
 - 0.5" resolution

	SPT0418-47	SPT2147-50
R.A.	04:18:39.67	21:47:19.05
Dec	-47:51:52.5	-50:35:53.5
μ	29.5 ± 1.2	6.6 ± 0.4
$\mu \text{SFR} / M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$	3770 ± 545	4630 ± 230
$\mu M_{*} / M_{\odot}$	$(4.5 \pm 0.9) \times 10^{11}$	$(4.2 \pm 1.0) \times 10^{11}$
A_V	3.8 ± 0.1	2.5 ± 0.1
z	4.2246	3.7604
Whole source		
[NII]/Ha	0.42 ± 0.02	0.61 ± 0.04
$12 + \log(\text{O}/\text{H})$	8.8 ± 0.1	8.9 ± 0.1
Z / Z_{\odot}	1.2 ± 0.3	1.5 ± 0.4
Masking [NII]/Ha > 0.5		
[NII]/Ha	0.35 ± 0.02	0.40 ± 0.02
$12 + \log(\text{O}/\text{H})$	8.7 ± 0.1	8.8 ± 0.1
Z / Z_{\odot}	1.1 ± 0.2	1.2 ± 0.3



- local FMRと比べて非常にmetal rich -> localとは異なる経路でenrichmentが起きている (e.g. merger) or line calibrationが $z \sim 4$ で適用不可
- Σ dust, gasとmetallicityに正の相関
- SPT2147-50はAGN相当の[NII]/Ha, かつHa FWHMも大きい領域がある -> AGNの兆候
- GDRとmetallicityは負の相関 localのmodelとconsistentであり、定性的にはlocal galaxiesと似た性質



- [NII]/Ha calibration (Curti+2020) でmetallicityに変換
 - 適用範囲: $0.006 < [\text{NII}]/\text{Ha} < 0.5$
 - 4次の多項式fittingなので外挿は危険
 - 0.5を超えるspaxelについてはMarino+2013を適用
- 2天体とも[NII]/Ha > 0.8の領域がある
 - AGNの可能性もあるが、これだけでは判断できない
 - Lower limitとして、>0.5をmaskしたintegrated metallicityも計算した
- Z/Z_{sun} without mask (with mask)
 - SPT0418-47: 1.2 ± 0.3 (1.1 ± 0.2)
 - SPT2147-50: 1.5 ± 0.4 (1.2 ± 0.3)
 - どちらもsupersolar -> 星形成によるenrichment (?)