

A massive core for a cluster of galaxies at a redshift of 4.3

T. B. Miller^{1,2}, S. C. Chapman^{1,3,4}, M. Aravena⁵, M. L. N. Ashby⁶, C. C. Hayward^{6,7}, J. D. Vieira⁸, A. Weiß⁹, A. Babul¹⁰, M. Béthermin¹¹, C. M. Bradford^{12,13}, M. Brodwin¹⁴, J. E. Carlstrom^{15,16,17,18}, Chian-Chou Chen¹⁹, D. J. M. Cunningham^{1,20}, C. De Breuck¹⁹, A. H. Gonzalez²¹, T. R. Greve²², J. Harnett²³, Y. Hezaveh²⁴, K. Lacaille^{1,25}, K. C. Litke²⁶, J. Ma²¹, M. Malkan²⁷, D. P. Marrone²⁶, W. Morningstar²⁴, E. J. Murphy²⁸, D. Narayanan²¹, E. Pass^{1,29}, R. Perry¹, K. A. Phadke⁸, D. Rennehan¹⁰, K. M. Rotermund¹, J. Simpson^{30,31}, J. S. Spilker²⁶, J. Sreevani⁸, A. A. Stark⁶, M. L. Strandet^{9,32} & A. L. Strom³³

Protocluster

- これまで報告されているものはシミュレーションでcluster coreを作っているものに比べると大した星形成をしてないし、広がりすぎている
- SPT source
 - 0.04個/deg² (>20mJy) over 2500deg²
 - 90%はz~4天体の重力レンズ
 - 10%レンズされていない
- SPT2349-56
 - S_{1.4mm}=23.3mJy
 - LABOCAでは二つの870um (77mJy+33mJy) sourceに分解
 - ALMA z-surveyでも二つの3mm sourceに分解

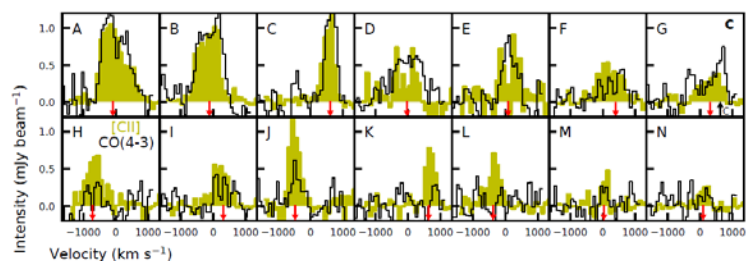
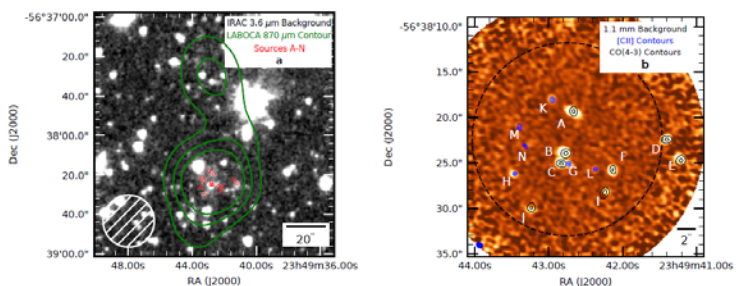


Table 1: Derived physical properties of SPT2349-56 protocluster members.

Source	Δv [†] [km s ⁻¹]	SFR [M _⊙ yr ⁻¹]	M_{gas} [10 ¹⁰ M _⊙]
A	-90 ± 35	1170 ± 390	12.0 ± 2.1
B	-124 ± 31	1227 ± 409	11.2 ± 2.0
C	603 ± 12	907 ± 302	6.7 ± 1.2
D	-33 ± 40	530 ± 182	8.4 ± 1.5
E	84 ± 21	497 ± 179	4.8 ± 0.9
F	395 ± 82	505 ± 169	3.4 ± 0.7
G	308 ± 42	409 ± 137	2.9 ± 1.3 [‡]
H	-719 ± 28	310 ± 105	4.4 ± 2.0 [‡]
I	310 ± 78	268 ± 91	2.2 ± 0.5
J	-481 ± 35	243 ± 85	2.2 ± 0.5
K	631 ± 12	208 ± 71	3.1 ± 1.4 [‡]
L	-379 ± 18	122 ± 43	3.3 ± 1.5 [‡]
M	34 ± 21	75 ± 34	1.2 ± 0.6 [‡]
N	90 ± 25	64 ± 29	1.0 ± 0.5 [‡]

南側 LABOCA source の ALMA CO(4-3) + [CII]158um 観測

- Z=4.31 : 宇宙年齢14億年
- 14 [CII]emitters
 - SFR=64-1170M_{sun}/yr (total 6000M_{sun}/yr)
 - M_{gas}=1-12e10M_{sun} (total 6e11M_{sun})
 - 12天体は1.1um continuumでも検出 (0.2-5mJy)
 - 残り2天体はIRAC counterpartあり
 - 8天体でCO(4-3)検出
- LABOCA870umから推定される全星形成率はこの2倍(12000M_{sun}/yr)
- 北側 : Z_{phot}=4.3で、南と合わせると16500M_{sun}/yr

Clusterとしての性質

- 130kpcに集中, Sigma~410km/s => M_{cluster}=1e13M_{sun}
- Z=0 で>1e15M_{sun}の銀河団(Comaクラス)に進化すると考えられる
- 中心130kpcでの数密度は
N(>0.5mJy@1.1mm)=2e4/deg²
: field に比べて1000倍以上のvolume density
- ほかのprotoclusterとの比較
 - Growth curveはこれまで見つかったものより遥かに大きい
 - 全フラックスは同じくらいとしても、中心集中度が3桁くらい高い
 - モデルで全然再現できない
 - モデルでは入っていない何らかの環境効果がこのような極端な星形成の原因? それとも解像度の問題?
- 今回検出された銀河の大部分はこの後合体してcD銀河になる?
- 理論予想では、z>4ではprotoclusterは>5Mpc(~1deg)に広がっている。
 - 北のコンポーネントはおそらくその一部
 - ほかにもSPIREソースが18cMpc四方にある
- このような天体は全天でせいぜい16個くらい?

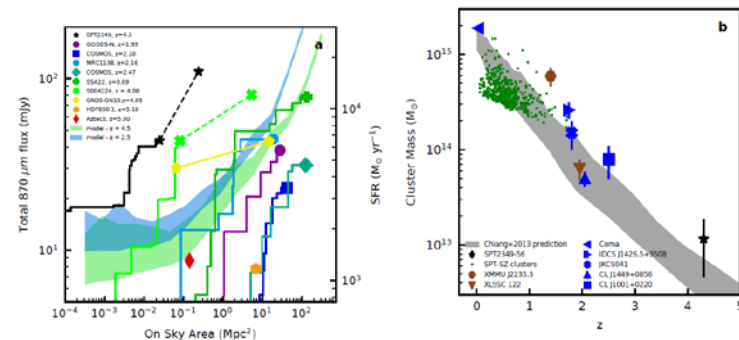


Figure 2: Comparison of SPT2349-56 to other cluster and proto-cluster systems. (a) The