

銀河形成研究の最前線：自称若手研究者のビジョン

(2008年2月13日)

赤外線で見える $z \sim 1$ の 宇宙の星形成活動

東京大学天文学教室

小山佑世

児玉忠恭 (国立天文台)

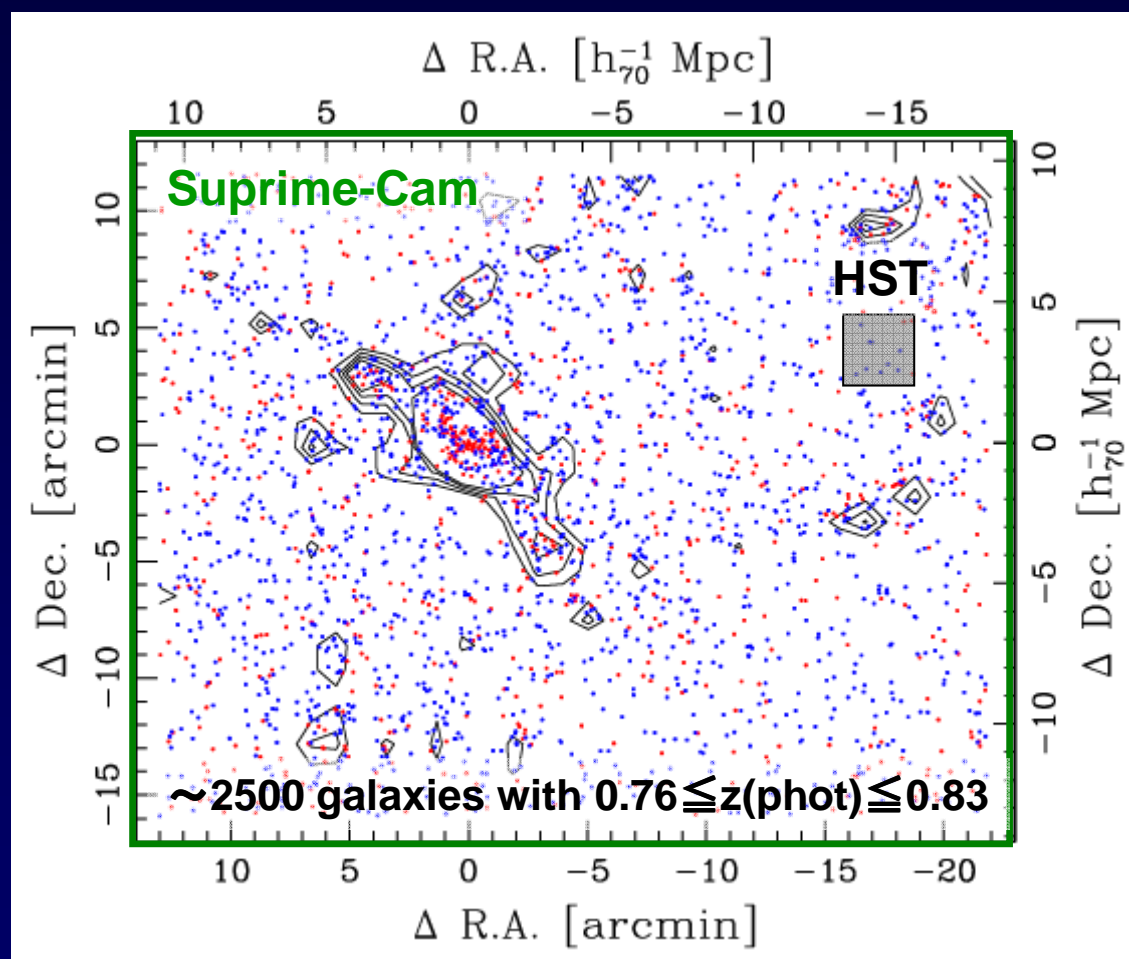
嶋作一大 (東京大学)

岡村定矩 (東京大学)

田中賢幸 (ESO)

遠方銀河団の広視野観測の必要性

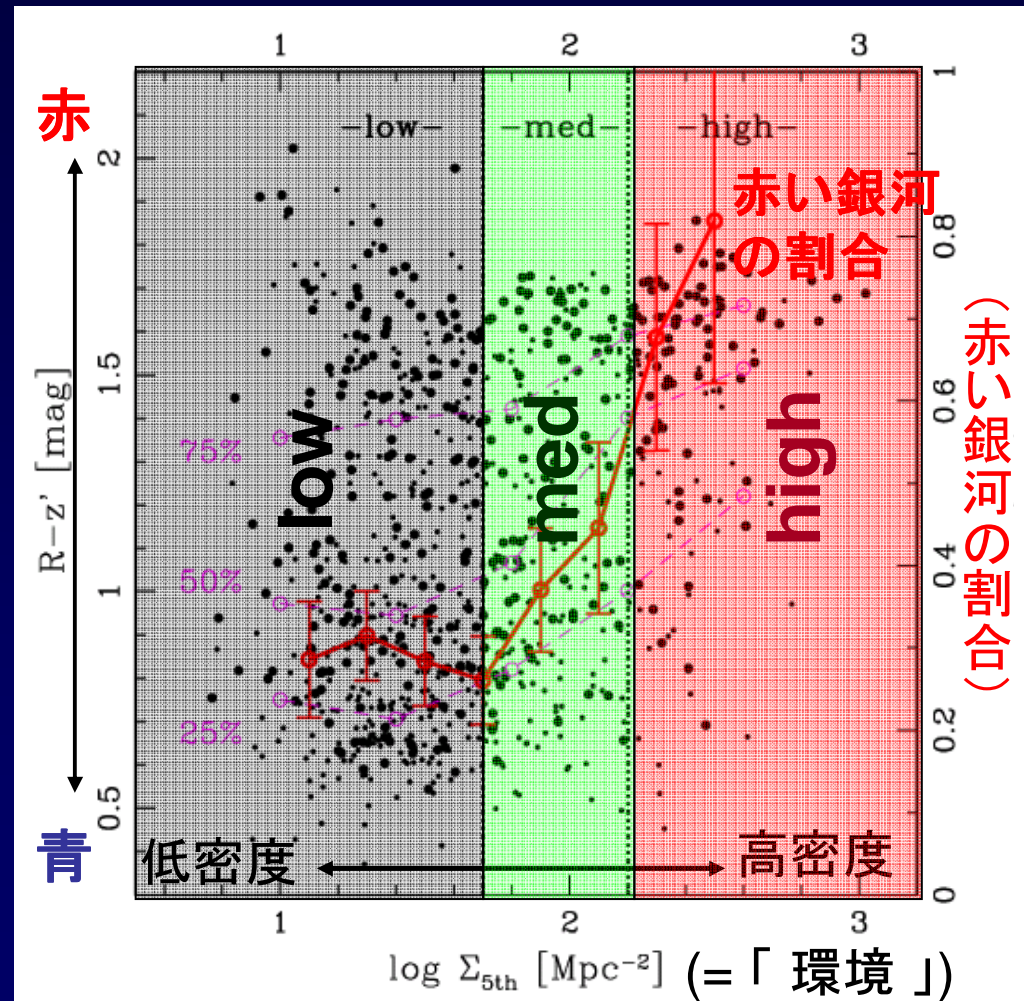
過去の宇宙のさまざまな環境を一度に調べることが可能に。



RXJ1716銀河団 ($z=0.81$) 周辺の大構造 (Koyama et al. 2007)

銀河の「色」と「環境」の関係

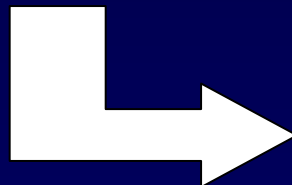
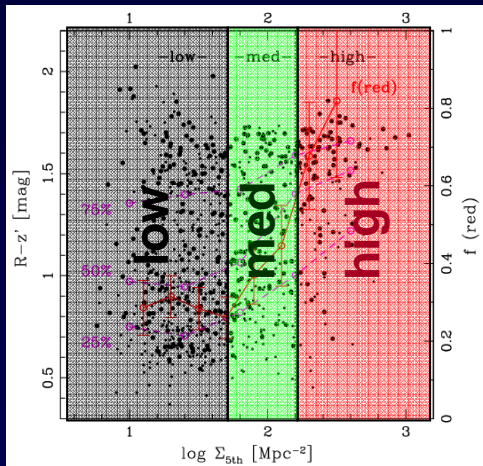
銀河の色は中間的な環境で急激に変化する



銀河の色変化が起こる場所

銀河の色変化は 銀河群 / フィラメントで起こる

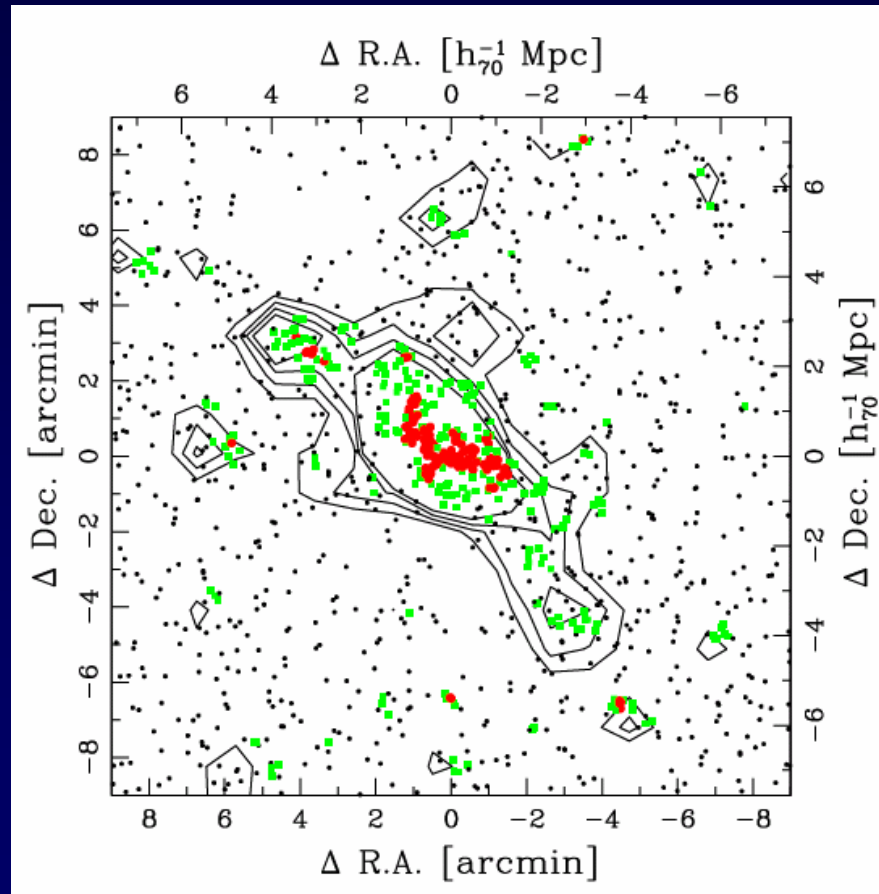
(可視光データから得られる重要な結果)



high ~ 銀河団コア

med ~ 銀河群 / フィラメント

low ~ フィールド

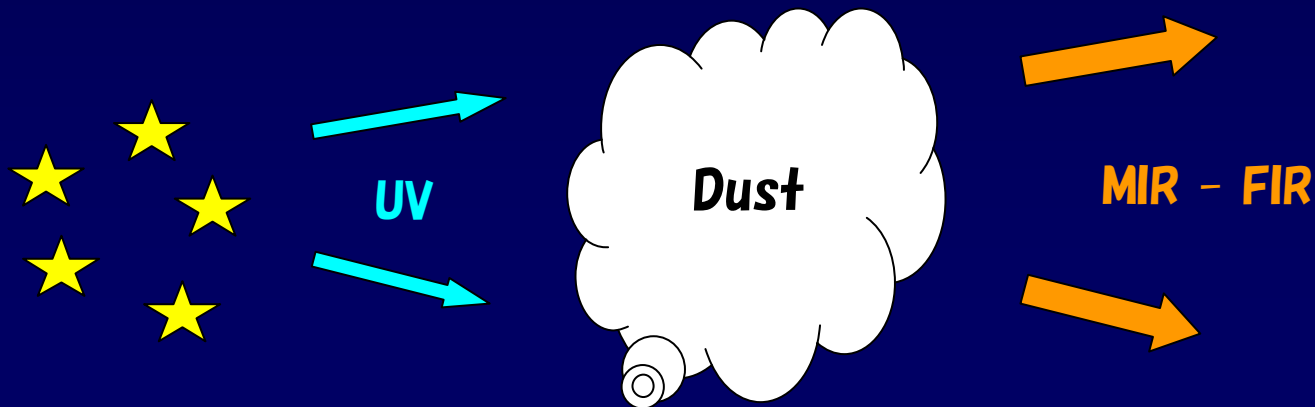


(cf. Kodama+01, Tanaka+05)

赤外線観測の必要性

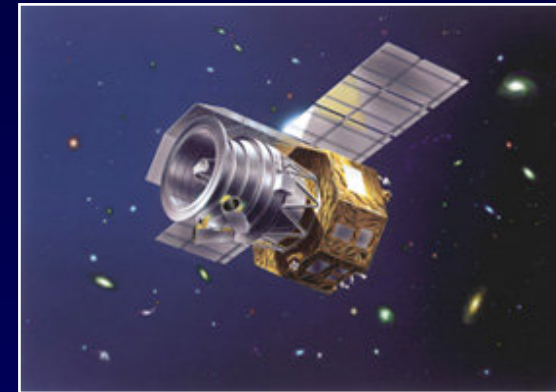
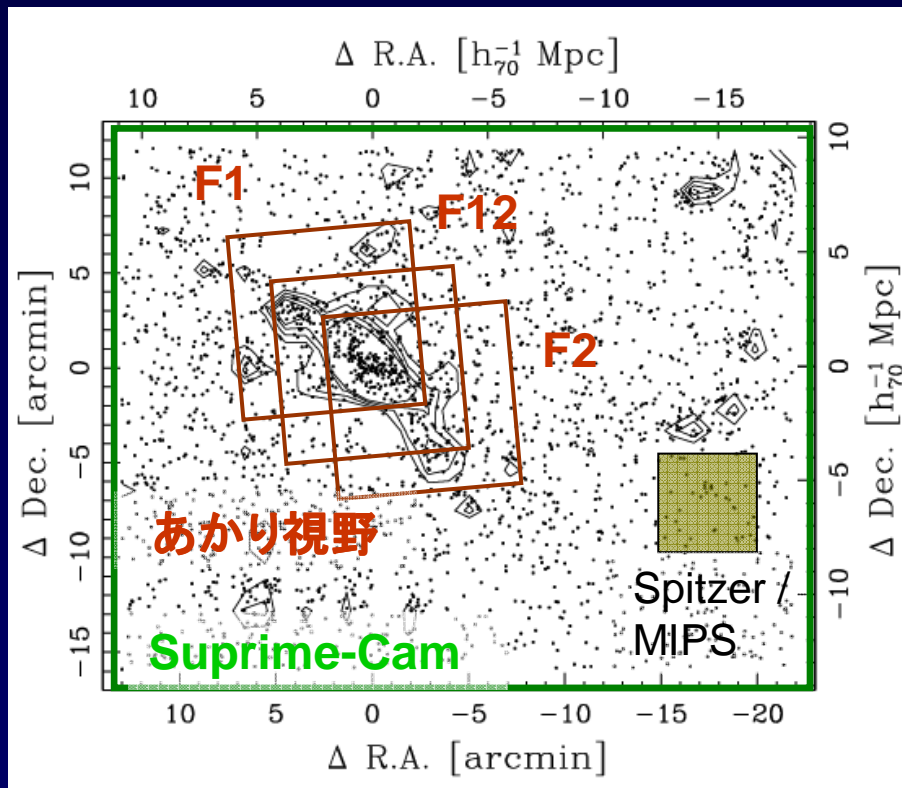
- ・ 可視光による遠方銀河の観測はダストの影響を受ける
- ・ 銀河の隠された星形成活動を赤外線で見たい
- ・ 過去の宇宙には赤外線で見える銀河が多いという事実

→ 遠方銀河団を赤外線で広視野観測するのが理想的



「あかり」によるRXJ1716銀河団の赤外線観測

- ・ NEP : あかりの観測に適した領域 → あかりの深いデータが得られる
- ・ 全180平方分 → $z \sim 1$ 銀河団の赤外線観測としては最大視野



・ あかり (IRC, 視野 $\sim 10' \times 10'$)

$$N3 (3\mu\text{m}) = 105 \text{ min}$$

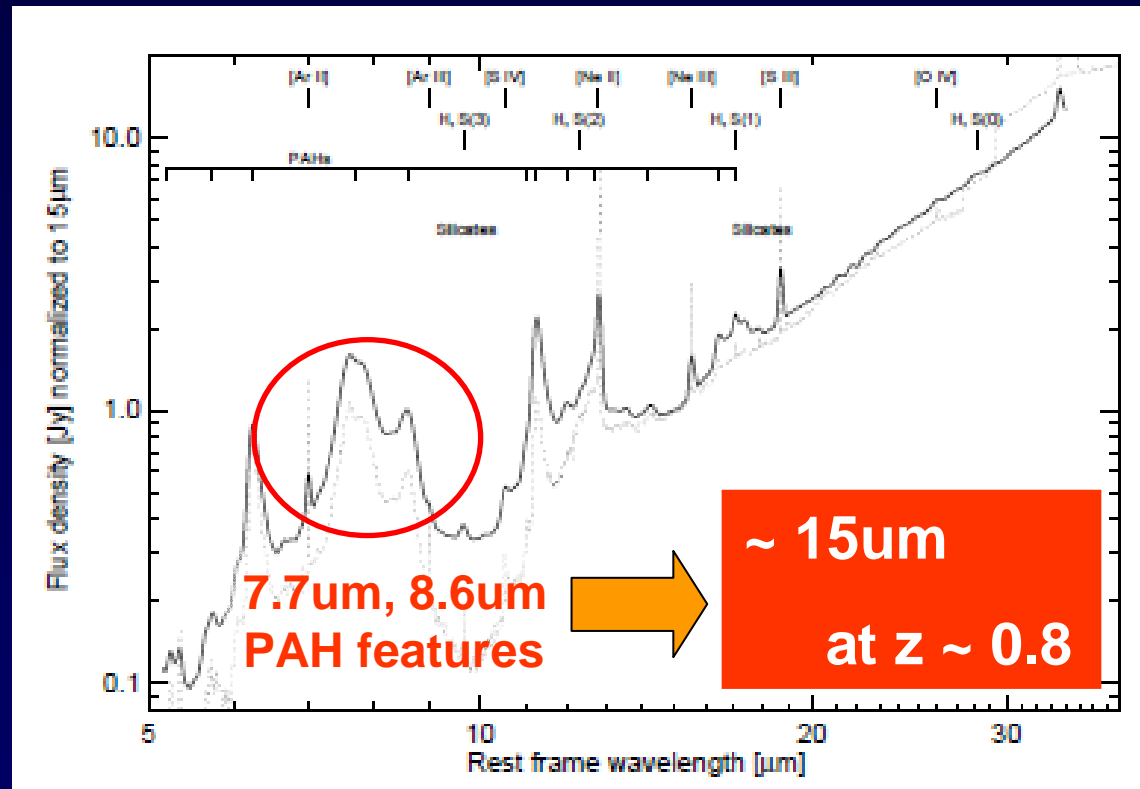
$$S7 (7\mu\text{m}) = 115 \text{ min}$$

$$L15 (15\mu\text{m}) = 120 \text{ min}$$

→ dusty な星形成活動を捉える

15um 観測の意義

15um の観測は $z \sim 0.8$ の dusty star forming activity を捉える



スターバースト銀河の典型的な中間赤外線スペクトル
(Brandl et al. 2006)

RXJ1716銀河団の15um画像

F1

F12

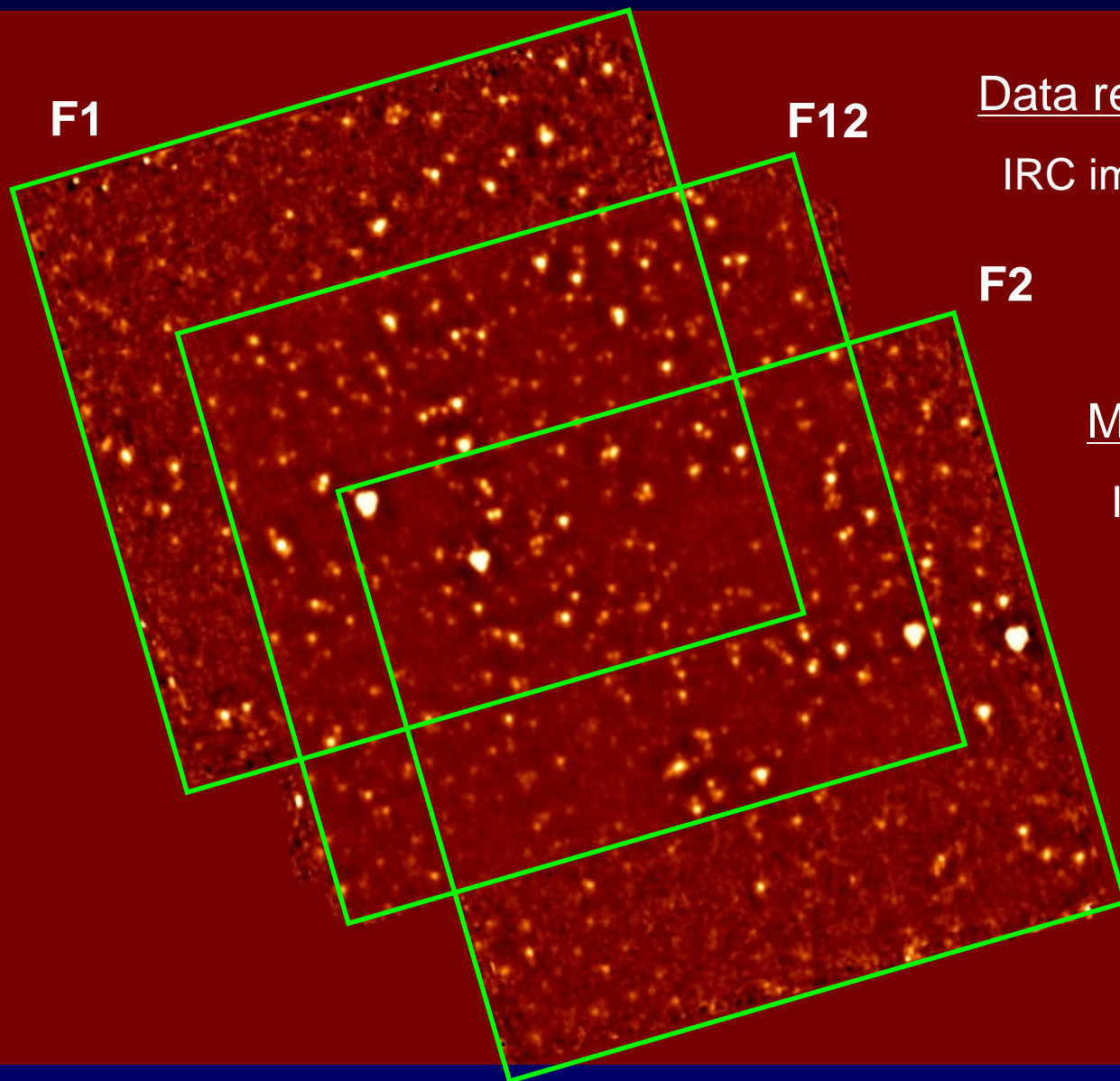
Data reduction :

IRC imaging pipeline v071017
(Y.Ita, T. Wada et al.)

F2

Mosaicing :

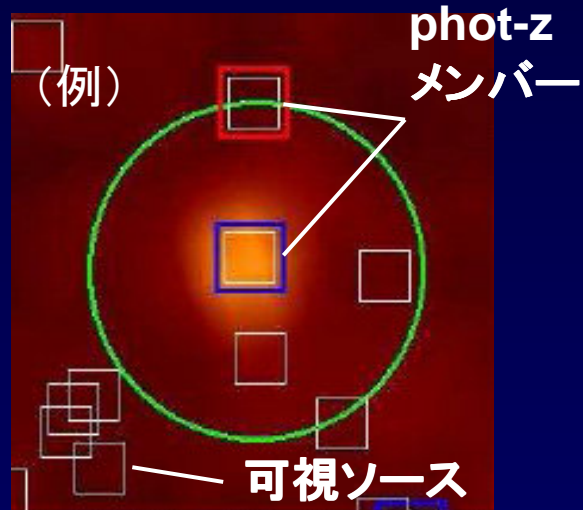
IRAF task *geomap* and
geotran was used.



「15um メンバー」の同定

“**resolved** 15um member”

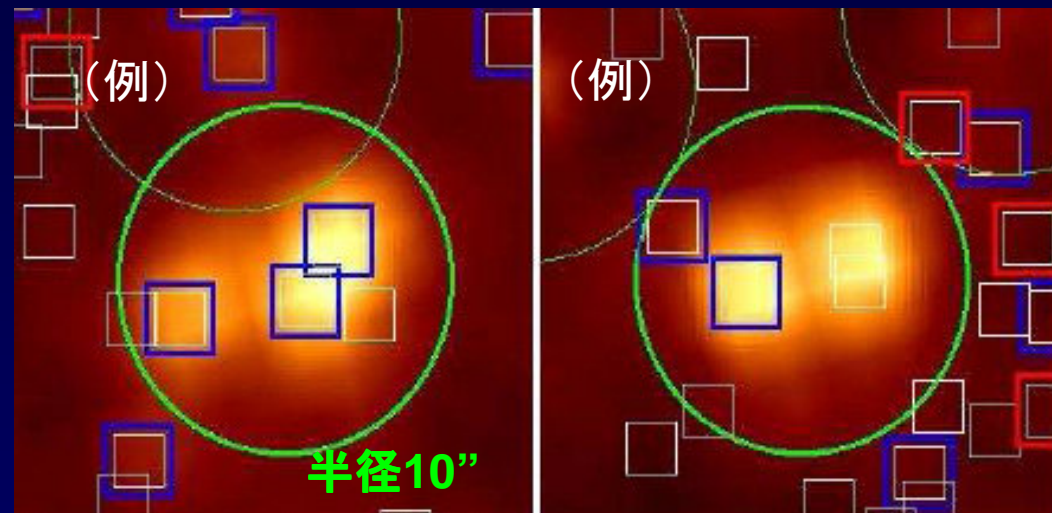
(75 個)



以後、**○** で表す。

“**unresolved** 15um member”

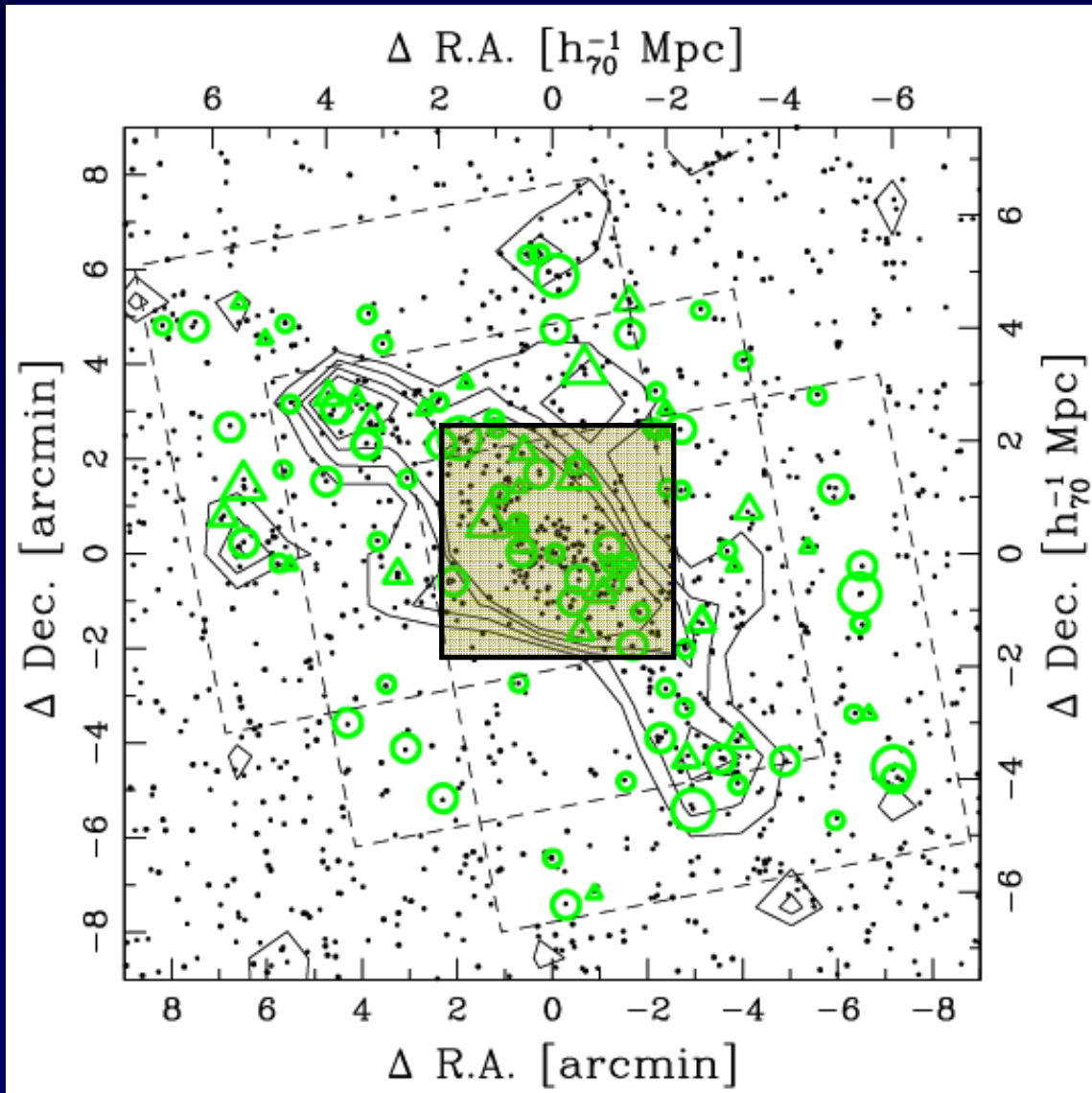
(43 個)



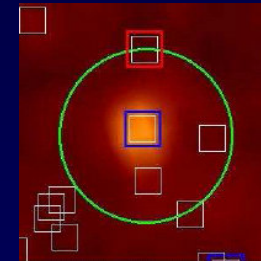
以後、**△** で表す。

- 注) ・ unresolved member は15um のフラックスが測れない
・ PSF の FWHMは可視 $\sim 0''.7$, 15umは $\sim 5''.5$

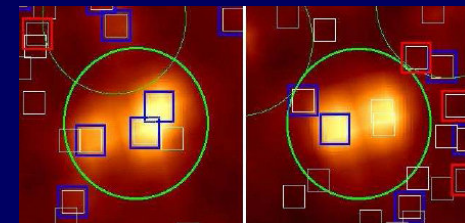
15um メンバーの空間分布



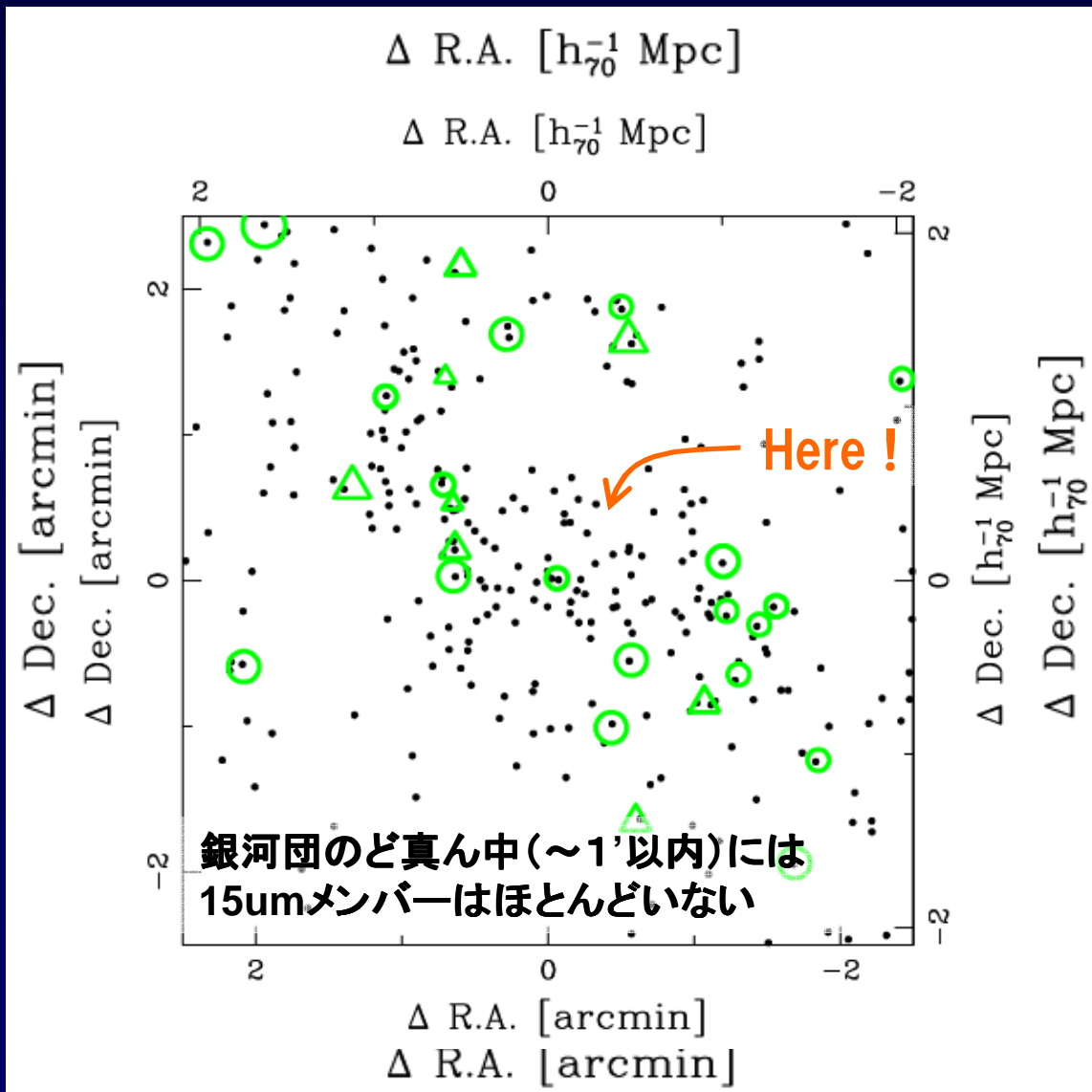
○ : "resolved"
members



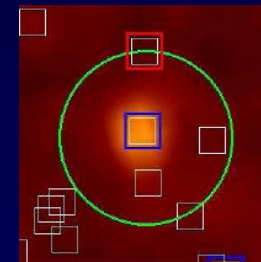
△ : "unresolved"
members



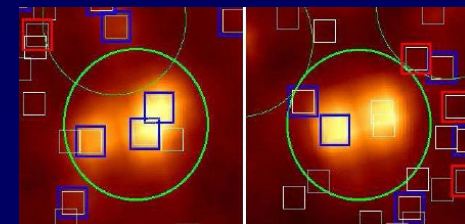
15um メンバーの空間分布



○: "resolved"
members

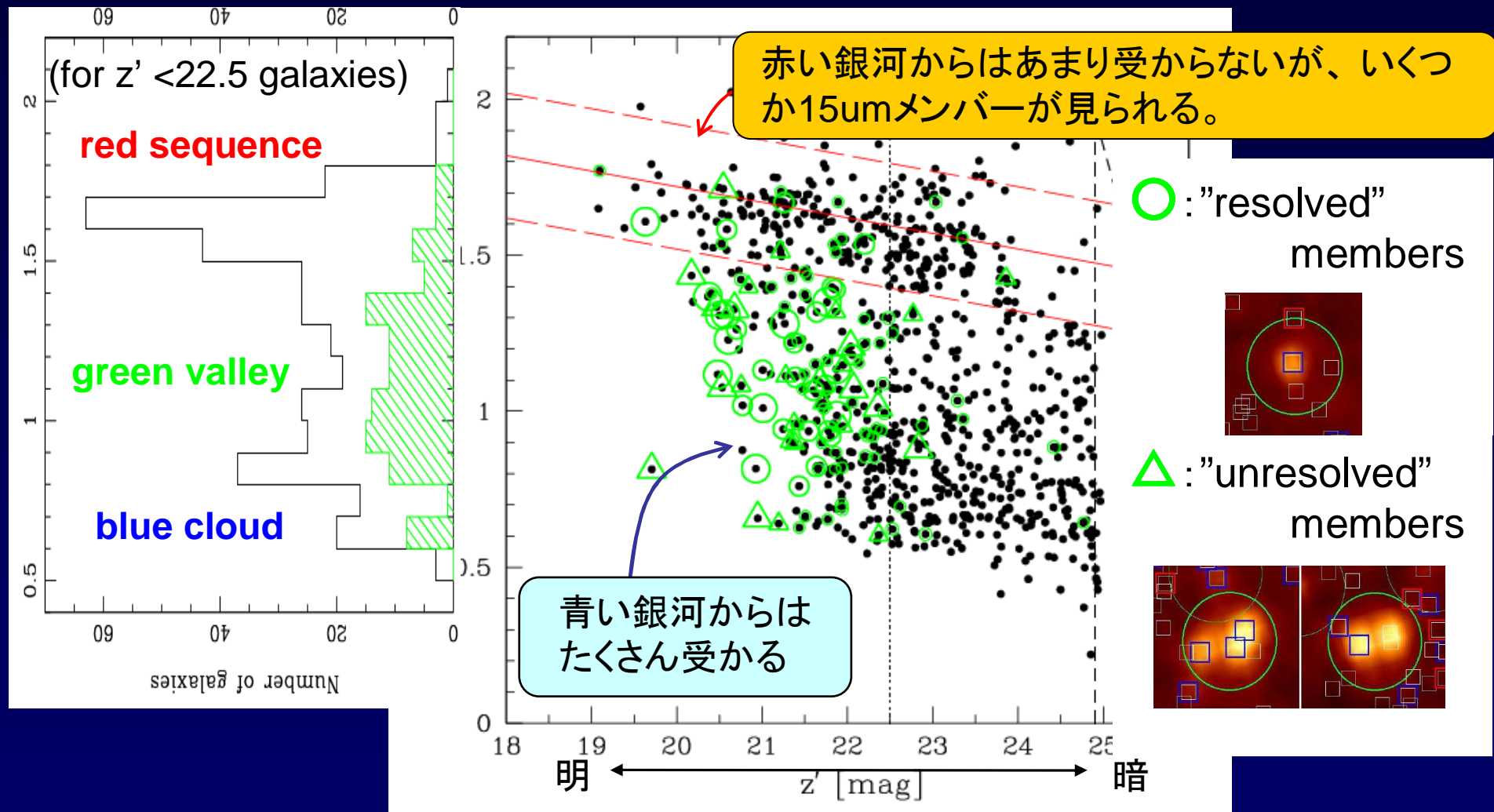


△: "unresolved"
members



15umメンバーの可視光での性質

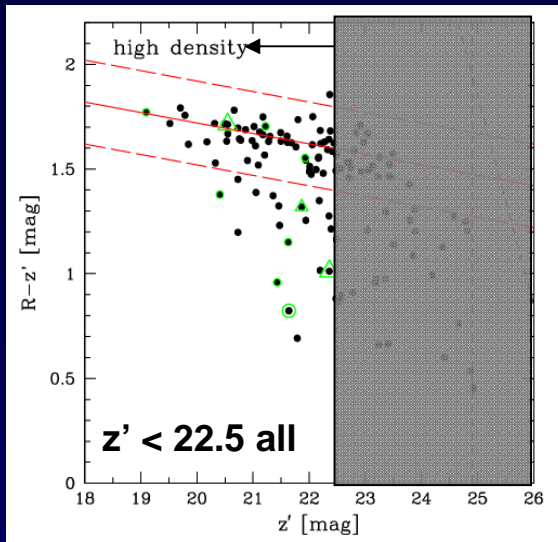
色等級図上での 15um ソースの位置を見る



15umソースが見つかる環境

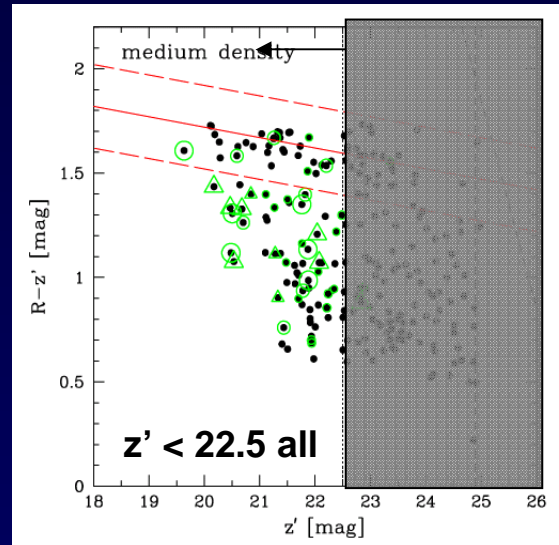
銀河団メンバーのうち、15umで受かる割合を調べる (○ △ 含む)

high density



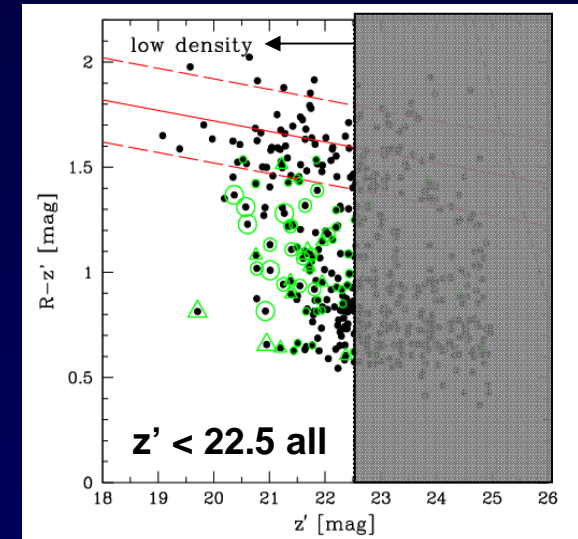
$$10 / 78 = \underline{13 \%}$$

medium density



$$38 / 93 = \underline{41 \%}$$

low density

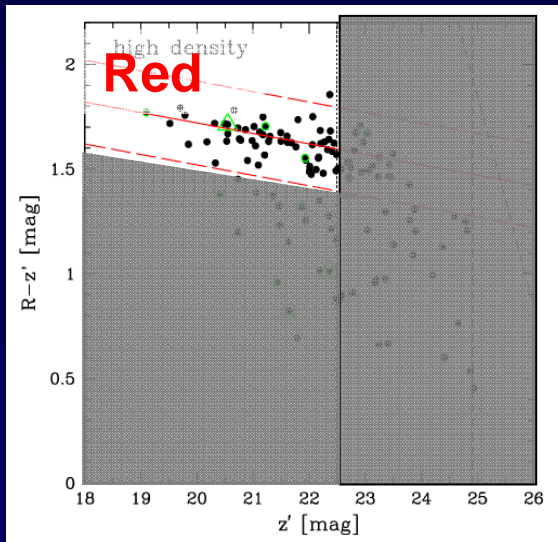


$$56 / 183 = \underline{31 \%}$$

15umソースが見つかる環境

銀河団メンバーのうち、15umで受かる割合を調べる (○ △ 含む)

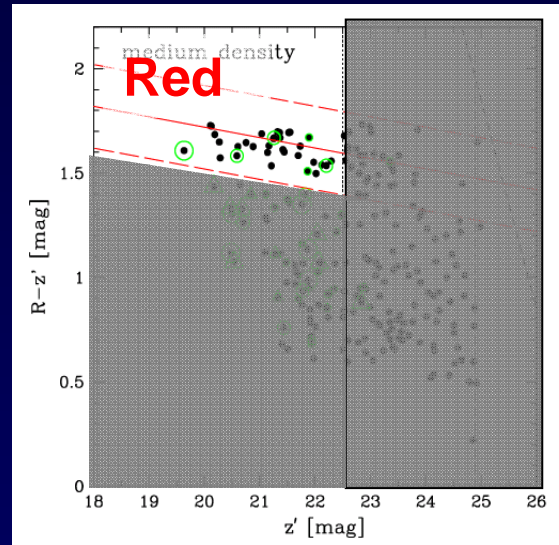
high density



$$10 / 78 = \underline{13\%}$$

$$4 / 58 = \underline{7\%}$$

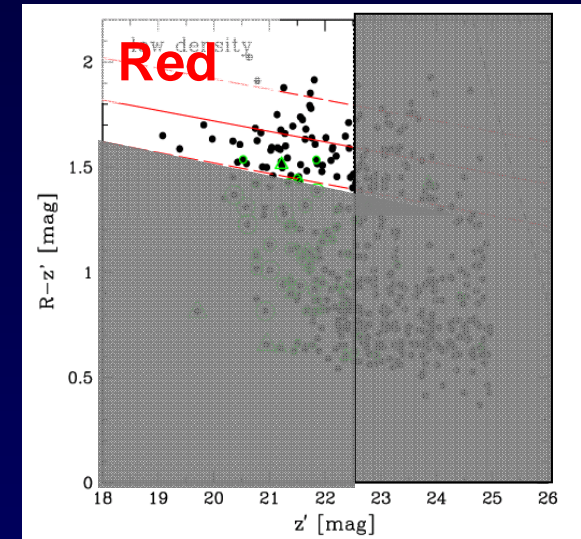
medium density



$$38 / 93 = \underline{41\%}$$

$$6 / 32 = \underline{19\%}$$

low density



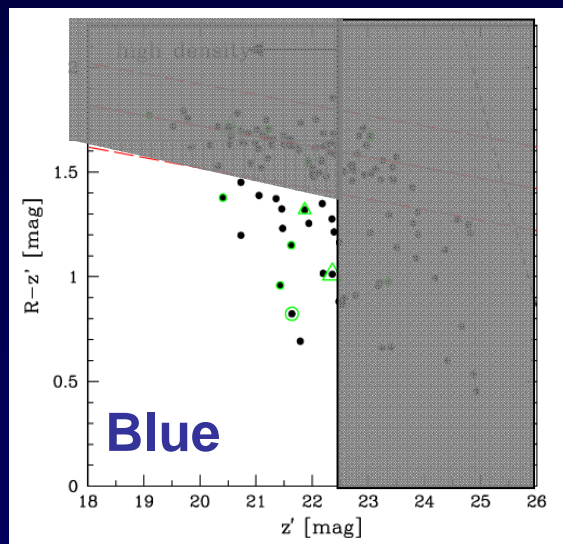
$$56 / 183 = \underline{31\%}$$

$$3 / 57 = \underline{5\%}$$

15umソースが見つかる環境

銀河団メンバーのうち、15umで受かる割合 (○ △ 含む)

high density

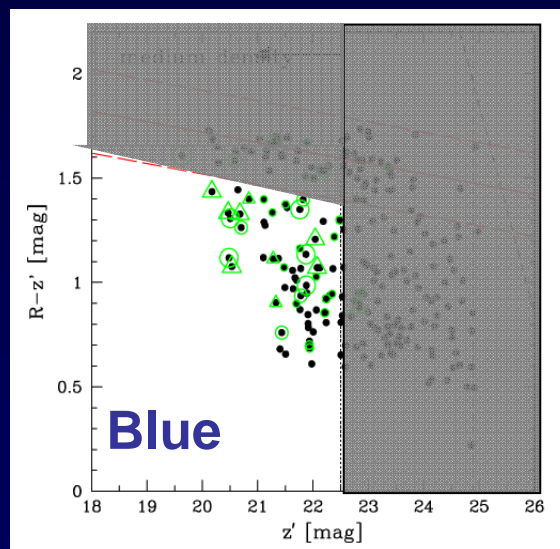


$$10 / 78 = \underline{13 \%}$$

$$4 / 58 = \underline{7 \%}$$

$$6 / 20 = \underline{30 \%}$$

medium density

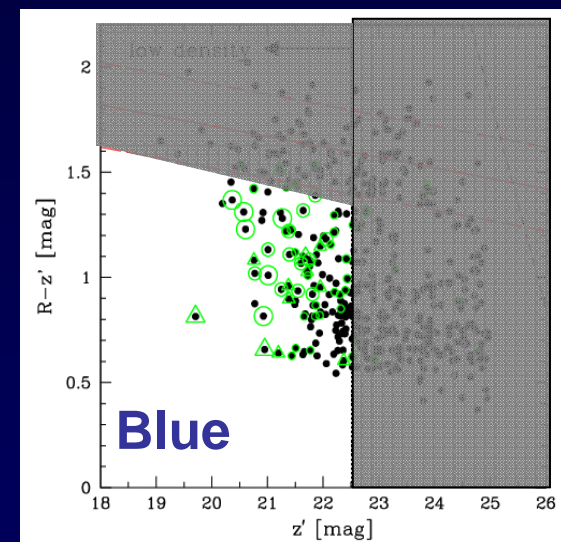


$$38 / 93 = \underline{41 \%}$$

$$6 / 32 = \underline{19 \%}$$

$$32 / 61 = \underline{53 \%}$$

low density



$$56 / 183 = \underline{31 \%}$$

$$3 / 57 = \underline{5 \%}$$

$$53 / 126 = \underline{42 \%}$$

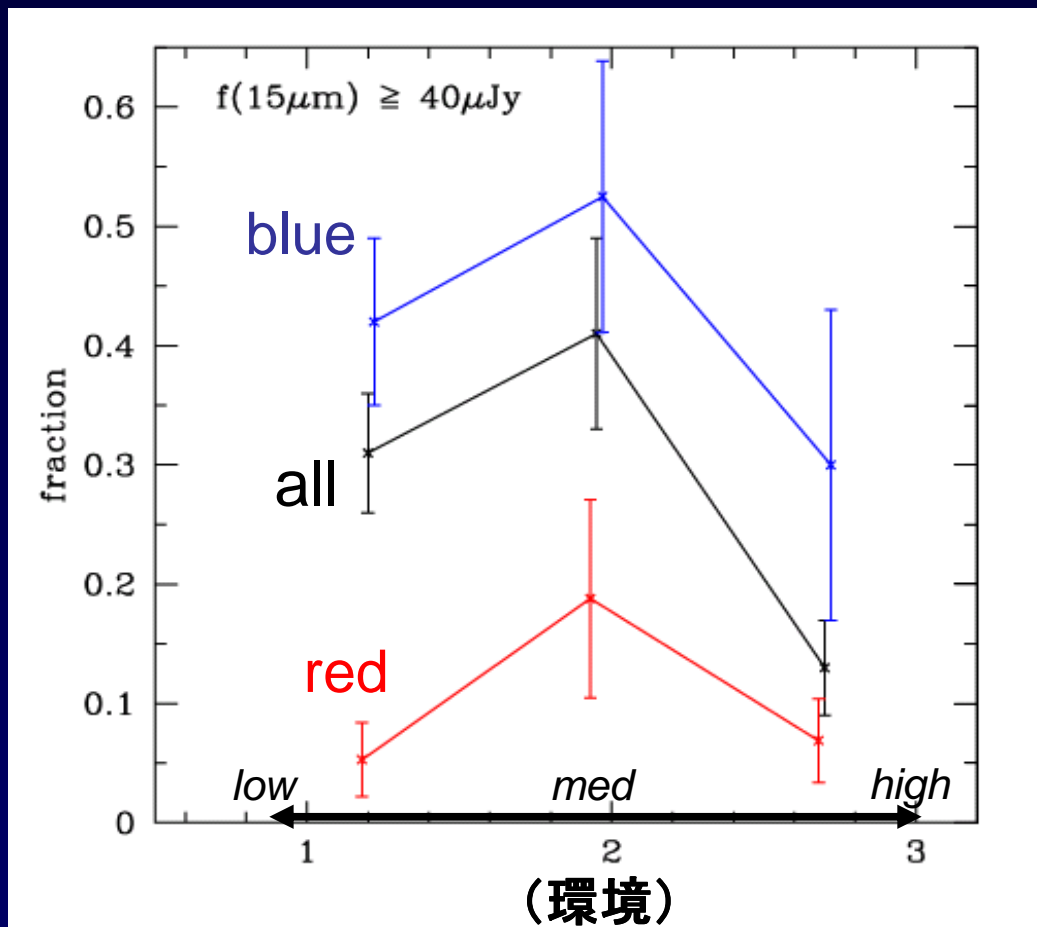
15umソースが見つかる環境

中間的な環境で15umメンバーの割合が多い

受かり
やすい

15umで
受かる割合

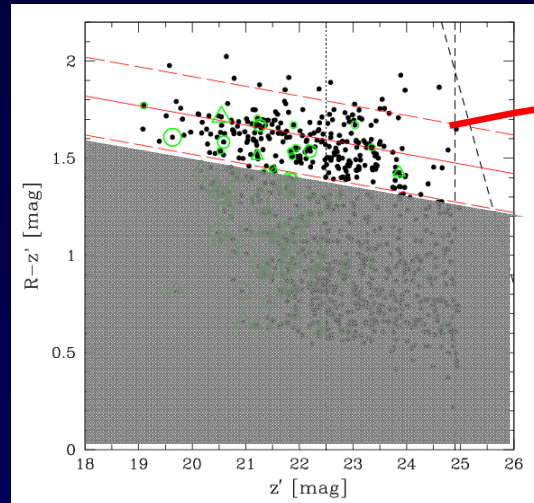
受かり
にくい



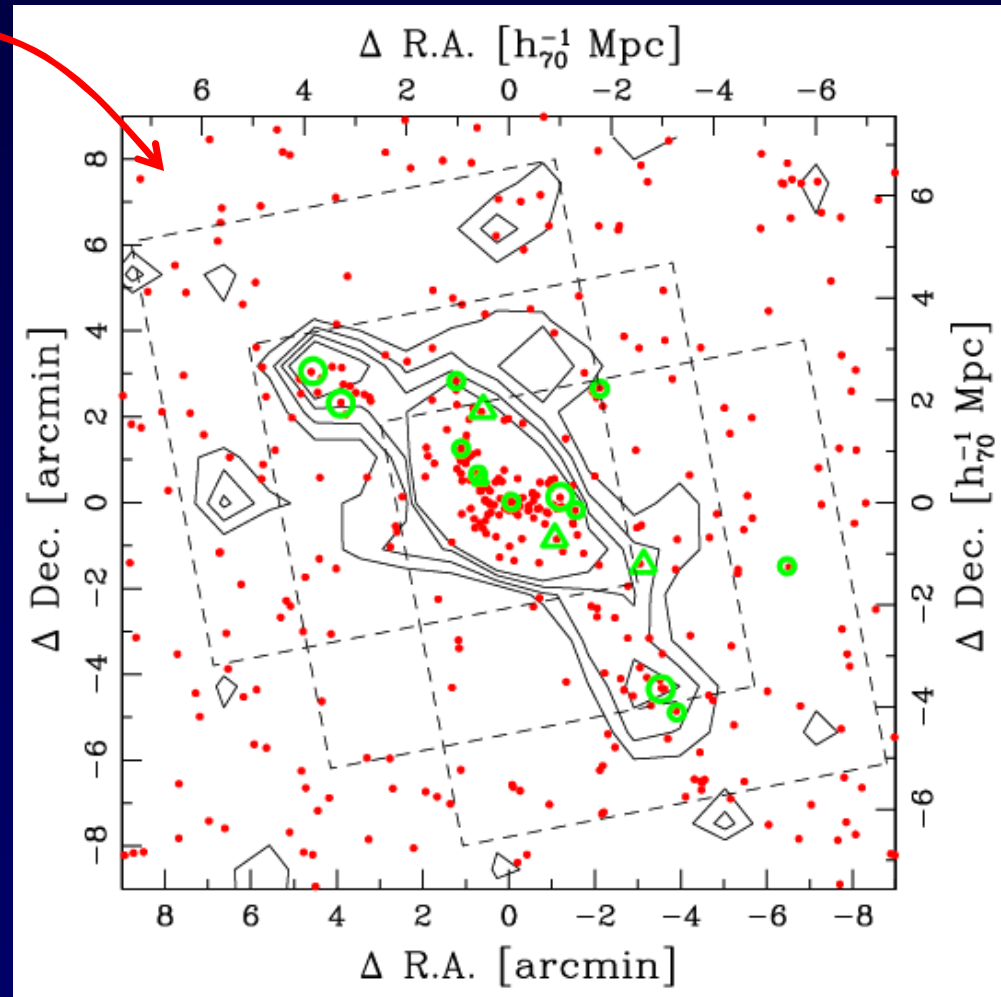
星形成率の大きな銀河が中間的な環境 (= group / filament) で多い

興味深い 銀河のタイプ1 「可視光で赤い」星形成銀河の分布

dusty SF 銀河はほぼすべてがフィラメント内に分布。
フィラメント内部でダスティな星形成が起こりやすい! ?



- : 赤い銀河すべて
- △ : そのうち15 μ mで受かったもの
(= dusty SF 銀河)



興味深い
銀河のタイプ2

特に激しい星形成銀河の分布

激しい星形成銀河も medium density に多く存在している

$z' \sim$ 銀河の星質量 (Mstar)

L15 \sim 星形成率 (SFR)

$z' - L15$

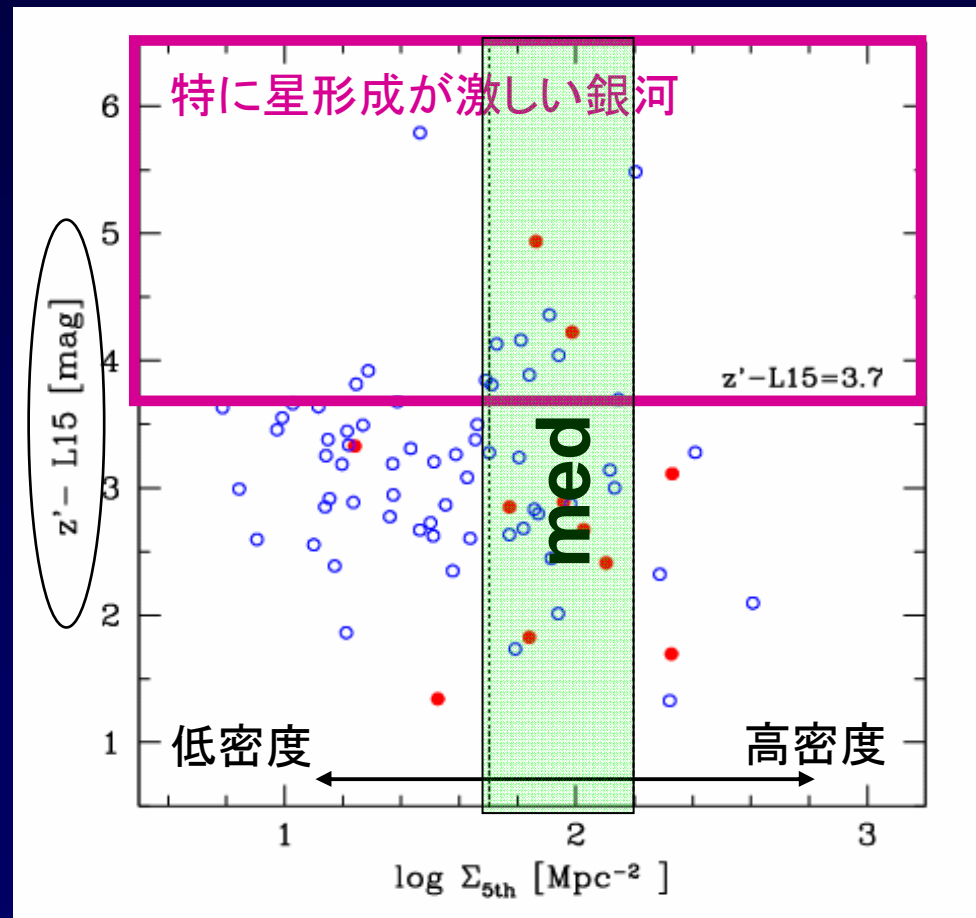
$$= -2.5 \log [f(z') / f(15)]$$

$$\sim \text{SFR} / M(\text{star})$$

“specific star formation rate”

$z' - L15$ の値が大

⇔ 星形成の効率が低い



注) “resolved member” ○ のみ

興味深い
銀河のタイプ2

特に激しい星形成銀河の分布

激しい星形成銀河も medium density に多く存在している

z' ~ 銀河の星質量 (Mstar)

L15 ~ 星形成率 (SFR)

$z' - L15$

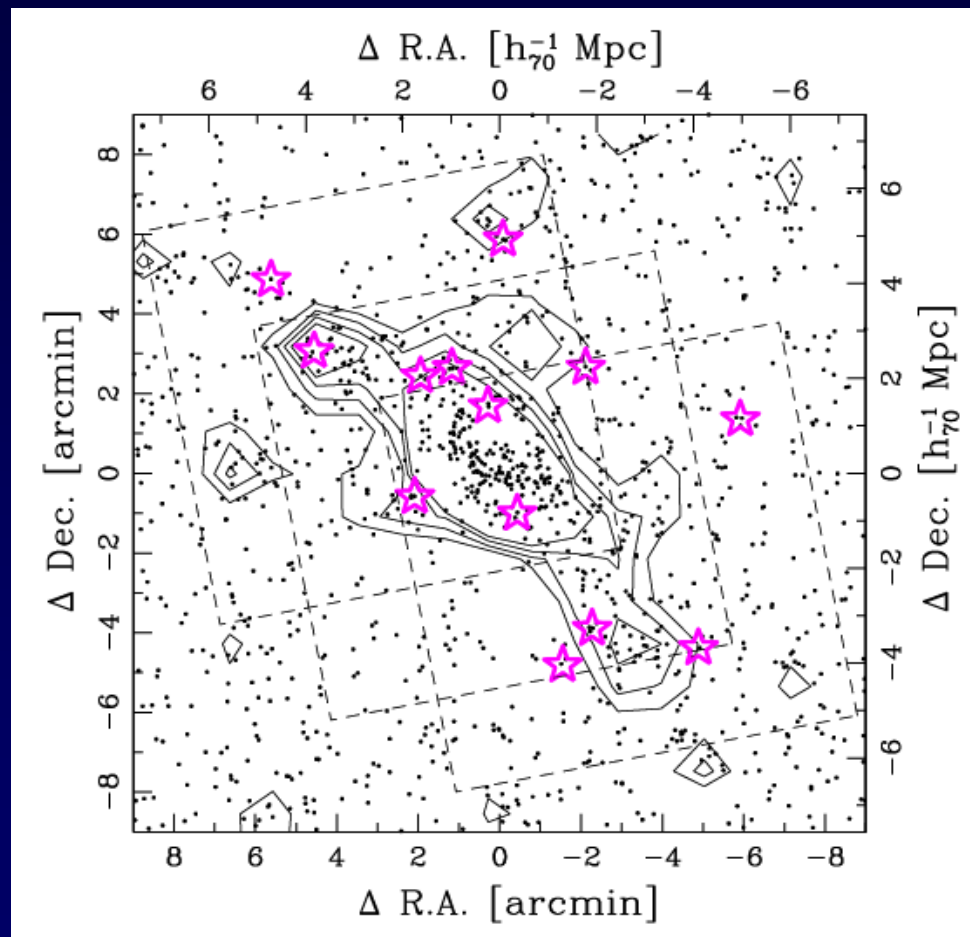
$$= -2.5 \log [f(z') / f(15)]$$

~ $\text{SFR} / M(\text{star})$

“specific star formation rate”

$z' - L15$ の値が大

⇔ 星形成の効率が低い



注) “resolved member” ○ のみ

まとめ

RXJ1716 銀河団 ($z=0.81$) を「すばる」と「あかり」で広視野観測

- 銀河の色分布は銀河群 / フィラメント環境で大きく変化。
- 銀河群 / フィラメント環境で星形成活動が活発。
- dusty / 激しい星形成銀河も銀河群 / フィラメントに多い。



赤外線で見ても、銀河群 / フィラメント がおもしろい