

STRUCTURES OF LOCAL GALAXIES COMPARED TO HIGH-REDSHIFT STAR-FORMING GALAXIES

SARA M. PETTY et al. , AJ, 138, 362-375, 2009
arXiv:0904.4433

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻

修士1年 篠木新吾

2010/8/3 夏の学校

内容

概要
対象

Artificial Redshifting

定量的な形態指標

指標の相関

まとめ

概要

- 動機

遠方の銀河(若い頃の銀河)は活発な星形成や重力相互作用を経ている。しかし、星形成のプロセスが近傍の銀河(現在の銀河)とどう違うのかはよく分かっていない。星形成の要因を知りたい。



- 手法

近傍の銀河(starburst銀河など)を人為的にredshiftさせて形態を比較。表面輝度分布を定量化して形態の指標を3つ作る。

3つの指標(Gini係数 G · fluxの2次モーメント M_{20} · Sérsic指数 n)の相関関係を見て、観測される遠方銀河と類似した近傍銀河を探す。



- 結果

遠方の活発な星形成銀河と似た構造の近傍銀河が3つあった。

対象

本研究で対象としている天体をまとめる。

近傍銀河

- ・ GALEX 衛星で撮影 (波長 : FUV)
相互作用銀河、starburst銀河 : 8個
 - Arp 269, M 82, NGC 3079 : interacting
 - Mrk 8, NGC 3310, NGC 7673 : starburst
 - NGC 520, NGC 1068 : 先行研究との比較
 - 形態と特性が多様・適切なFUVデータ

遠方銀河

- ・ HST の ACS で撮影 (GOODS)
 - $z \sim 1.5$ の銀河 : 54個 (波長 : B band)
 - $z \sim 4$ の銀河 : 46個 (波長 : V+i band)

Artificial Redshifting

近傍銀河のデータを人為的にredshiftさせる方法

元画像：GALEX/FUV

目 標：GOODS/ACS B_{435} (または $V_{555}+i_{775}$)

$z \sim 0$ と $z \sim 1.5$ (または4)での違い(以下の5点)を考慮すればよい

- ① みかけの大きさ(角度)
- ② ピクセルスケール
- ③ sky
- ④ 時代による銀河の典型的な大きさ
- ⑤ 時代による銀河の典型的な明るさ

定量的な形態指標

銀河の形態を定量的に比較するために本研究で用いる3つの指標について説明する。

表面輝度の中心集中度を示す指標を2つ、表面輝度分布のprofileの形を示す指標を1つ導入する。

定量的な形態指標①

G (Gini係数)

輝度の中心集中度を示す指標

- 右図で横軸を割合とすると、黄色と赤色で囲まれた面積の2倍がG
- 一様な場合は $G=0$
- 一点集中の場合は $G=1$

noise-freeな場合の値

exponential disk : $G=0.473$

bulge : $G=0.6$

先行研究(Lotz et al. 2004)から

典型的なGの値 :

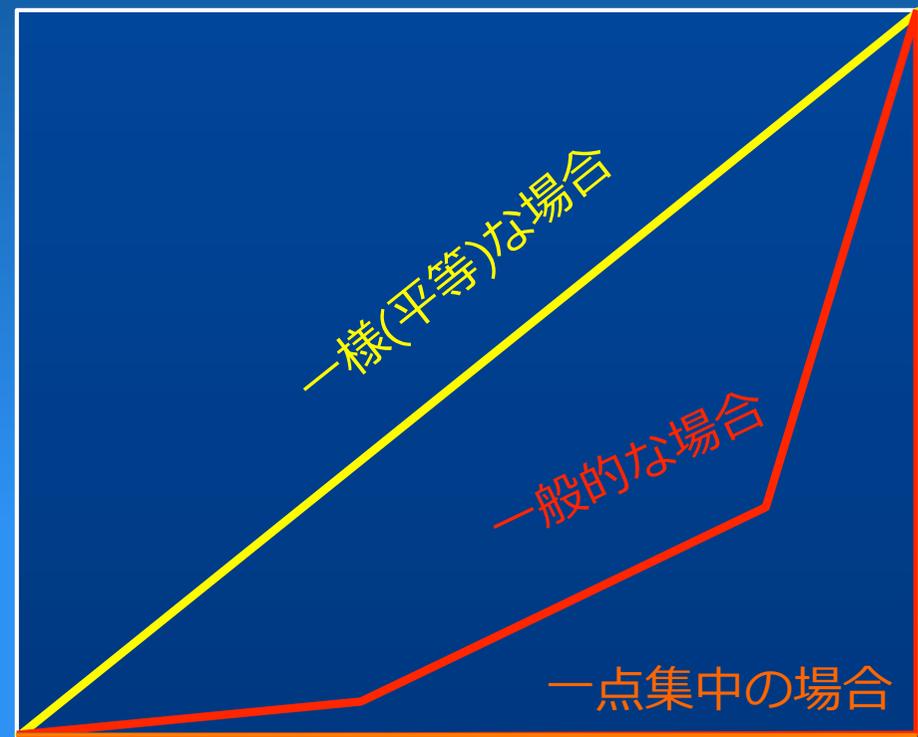
merger、disk-like

→ $G \sim 0.35 - 0.55$

bulge-dominated

→ $G \sim 0.55 - 0.65$

全輝度に対する割合



値を昇べきの順にした時の累積ピクセル数
(の割合)

定量的な形態指標②

M_{20} (fluxの2次モーメント)

輝度の中心集中度を示す指標

$$M_{20} \equiv \log_{10} \left(\frac{\sum_i M_i}{M_{\text{tot}}} \right) \quad \text{with} \quad \sum_i X_i < 0.2 X_{\text{tot}},$$

where M_i is given by

$$M_i = X_i [(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2].$$

X_i : 降べきの順に並べた時のfluxの値

- 一様に分布 → M_{20} は大きい
- 中心に集中 → M_{20} は小さい

noise-freeな場合の値

exponential disk → $M_{20} = -1.80$

bulge → $M_{20} = -2.47$

典型的な M_{20} の値:

merger like → $M_{20} \sim -0.8$ to -1.1

bulge-dominated → $M_{20} \sim -1.7$ to -2.2

定量的な形態指標③

n (Sérsic 指数)

profileの形を示す指標

Sérsic則

表面輝度を半径 r の関数として表す

$$I(r) = I_e \exp \left\{ -b \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{1/n} - 1 \right] \right\}$$

n : Sérsic 指数

$n=1$: exponential disks(円盤銀河のdisk)

$n=4$: spheroids(楕円銀河、バルジ)

先行研究から

spheroid : $2.5 < n$

exponential disks : $0.8 < n < 2.5$

mergers : $n < 0.8$

指標の相関関係

各銀河について3つの指標の値を求め、2つの指標の相関をグラフにする。

①Gと M_{20} の相関、② M_{20} とnの相関、③Gとnの相関関係をそれぞれグラフ化する。

①では緑色の三角形で示した3つの遠方銀河が $z \sim 1.5$ と $z \sim 4$ の両方でそれぞれ同じ近傍銀河と似た形態を持つことが分かる。(赤い丸で印が付けられているもの)

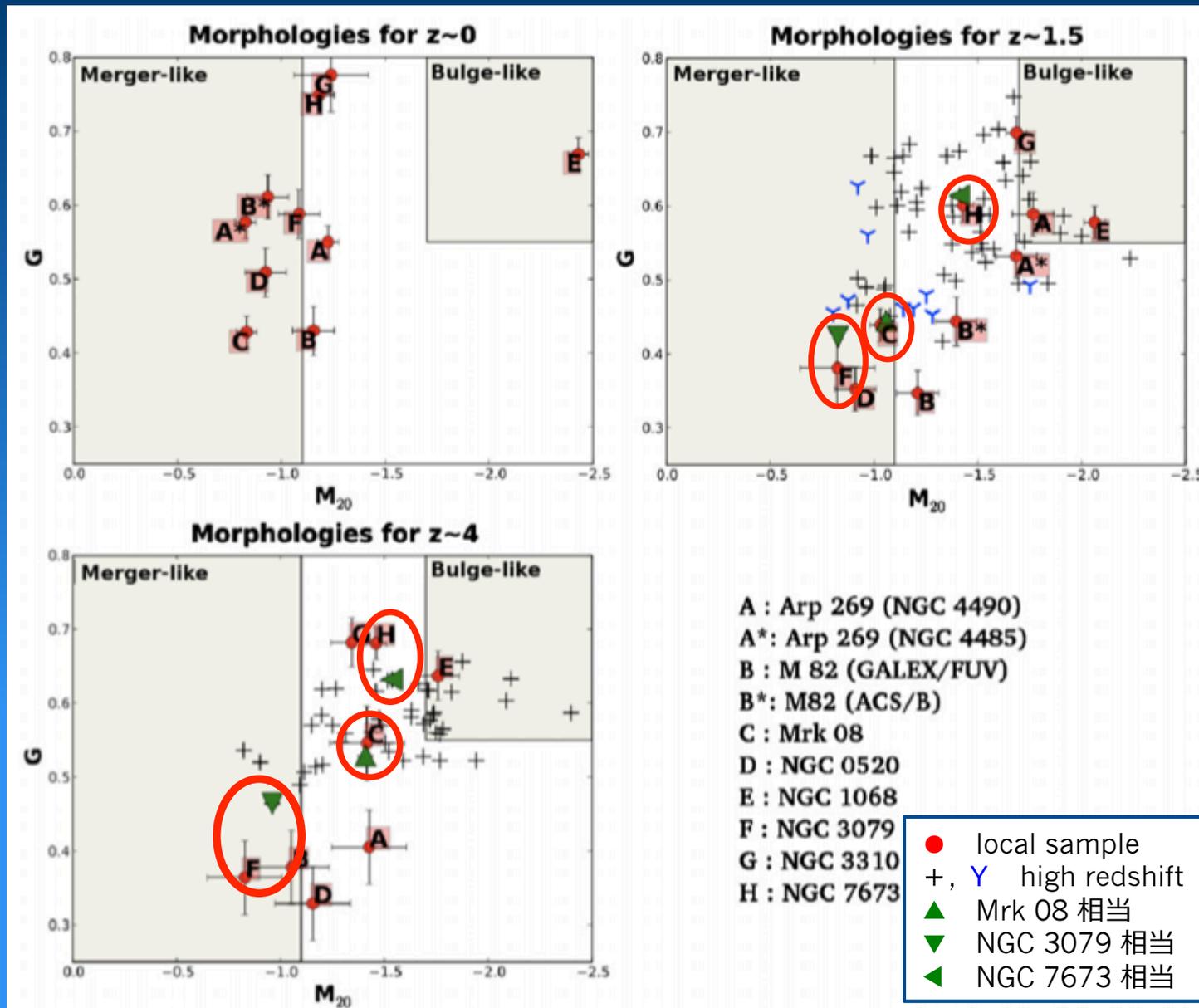
②や③では似た形態を示す関係は見当たらなかった。



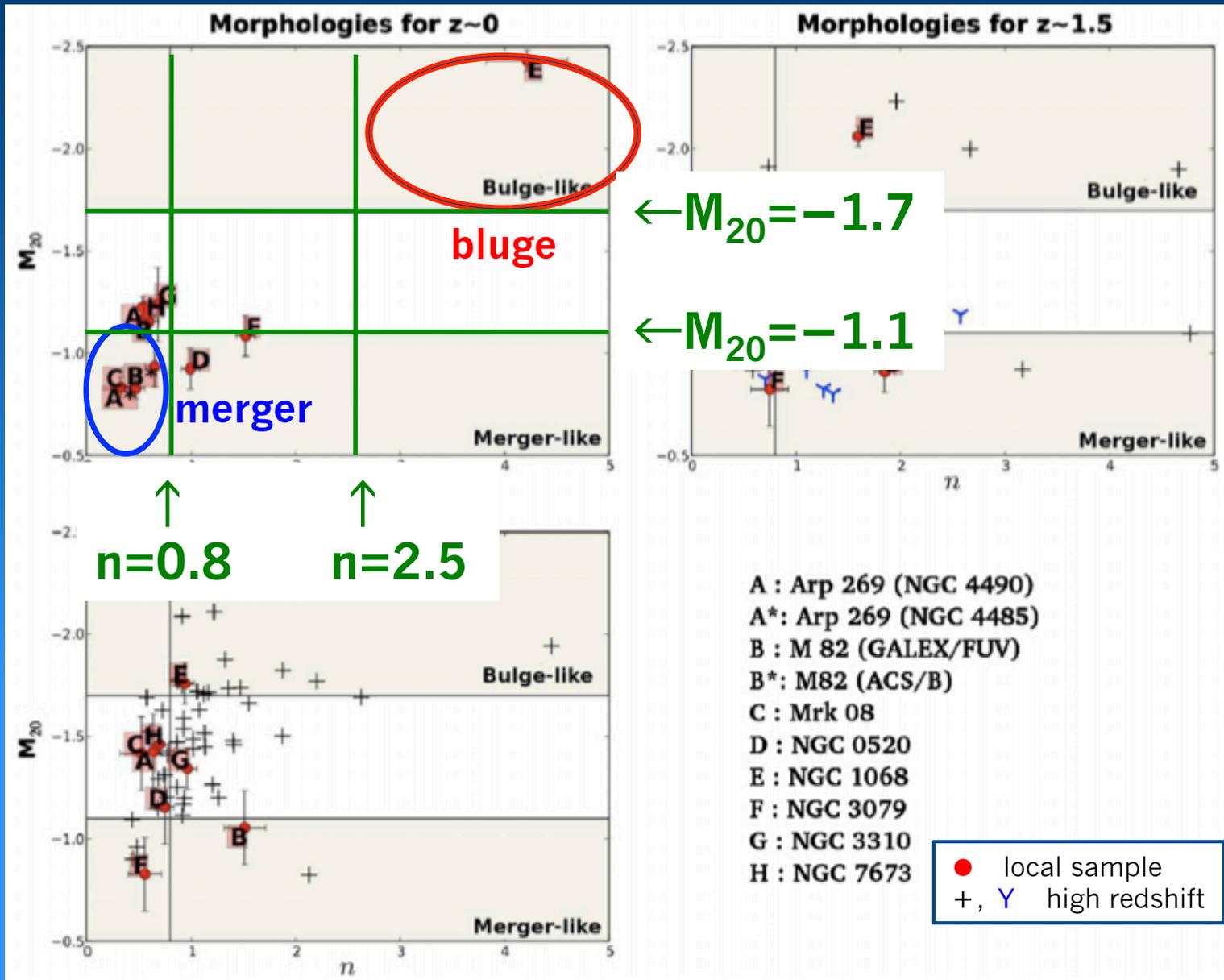
①のGと M_{20} の相関関係を見ることで、遠方銀河の形態を推測できずかもしれない。

- ・ ①'図の赤で囲まれた領域にある銀河はbulge-likeな形態。
- ・ ①'図の青で囲まれた領域にある銀河はmerger-likeな形態。

① G と M_{20} の相関



①' M_{20} と n の相関



まとめ

- $z \sim 1.5 - 4$ で相互作用していてclumpのある星形成銀河と構造の似た近傍銀河を3つ見つけた。
 - Mrk 8, NGC 3079, NGC 7673
 - 遠方銀河の構造を知るためにこれらと似た近傍銀河をより詳細に研究する価値がある。
- 遠方銀河での活発な星形成の要因を特定するのはまだ難しい。
 - さらに多くのFUVでの観測が必要である。
 - 他の波長での観測もしたい。