

Passive Spirals in COSMOS

塩谷泰広、福場一樹、谷口義明 (愛媛大学) & COSMOS team

ABSTRACT

銀河の星生成活動と形態には関連があり、円盤銀河では星生成が活発であるのに対して、楕円銀河では星生成が不活発である。ところが、1990年代後半、ハッブル宇宙望遠鏡による高空間分解能撮像観測によって、中間赤方偏移の銀河団中に、円盤銀河の形態を示しながらスペクトルでは星生成活動が不活発な銀河が発見された。それが passive spiral galaxies (受動的な進化をしている渦巻き銀河)である。Passive spirals は銀河団環境で発見されたが、その形成機構が真に銀河団環境と関係しているのか否かは、銀河団に限らないさまざまな環境で passive spirals を探査し、実際に銀河団環境を好んで存在しているのか否かを明らかにする必要がある。z=0 においては、SDSS のデータを用いた解析があり、passive spirals が銀河団周辺部に相当する密度の領域を好んで存在していることが明らかにされている。しかしながら、宇宙の歴史の中で銀河進化を考えた場合、この種の銀河が、どの時代のどのような環境に多く存在しているのかは、まだ明らかにされていない。そこで我々は COSMOS プロジェクトの測光赤方偏移カタログを用いて、測光赤方偏移 z_{ph} が 0.2 から 1.0 の間の passive disk galaxies を選び出した。円盤銀河の条件として、光度の集中度の指標であるジニ係数 G が $\log G < -0.35$ であることを採用し、また、受動進化の条件は、星間塵による積みを補正した静止系での $(NUV-R)_{AB}$ が > 3.5 であるとした。そのようにして選んだ銀河が、どのような環境に存在しているのかを調べると、 $0.2 < z_{ph} < 1.0$ の間ではどの赤方偏移でも、形態 - 密度関係で円盤銀河と楕円銀河の割合の逆転が起こる、高密度の環境でその割合が高いことが分かった。このことから、少なくとも $z < 1$ においては、passive disk galaxies の形成が銀河団環境と関係していることが示唆される。

Introduction: Passive Spiral Galaxies とは

- Passive spiral galaxies とは ... 形態は渦状銀河でありながら、そのスペクトルには星生成の兆候(輝線)が見られない銀河。
- 中間赤方偏移銀河団で発見され、フィールドの渦巻き銀河が銀河団環境に落ち込んできて、星生成が停止し、まだ形態的には渦巻き銀河のままの銀河。
- 銀河団環境で、星生成が停止し、かつ早期型銀河に形態進化するとすると考えられるが、星生成が停止するタイムスケールの方が、景帝進化するタイムスケールよりも短いことを示唆していると考えられる。

- 星生成が不活発な原因は何か
 - 銀河同士の重力相互作用
 - 爆発的星生成によるガスの消費
 - 銀河が銀河団の高温ガス中を高速で運動したとに受けるラム圧によるガスの剥ぎ取り
 - その他
- Passive spiral はどのような環境に存在するか
 - 形成機構を考察する手がかり

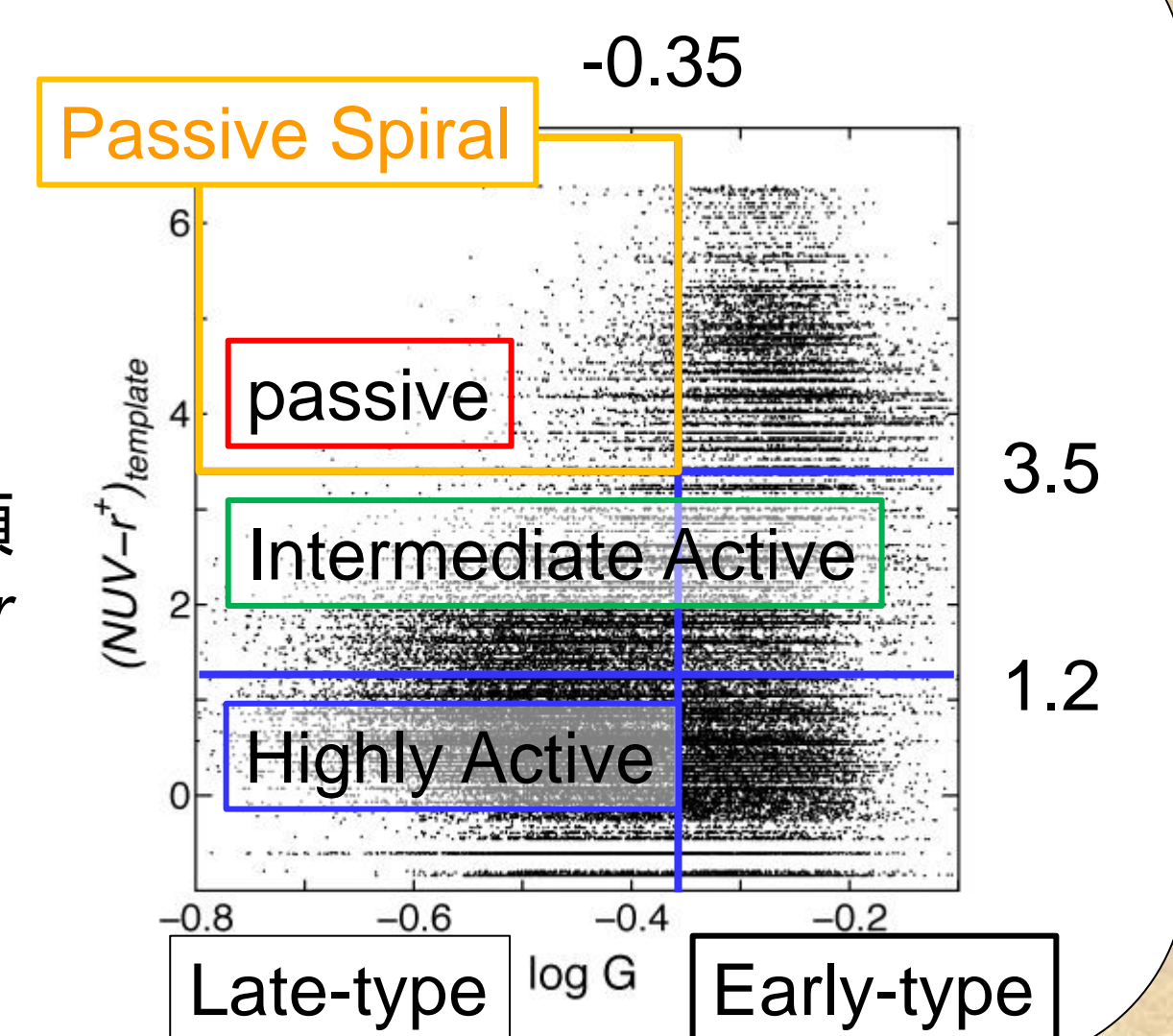


Data

- 使用したカタログ: COSMOS official photometric catalog (Ilbert et al. 2009, ApJ, 690, 1236; 2010, ApJ, 709, 644)
- 同カタログには、photo-z, photo-z の評価 (SED fitting) に用いた測光データに加えて、静止系の M_U , M_V 、等、静止系での各バンドの絶対等級、reddening を補正した $NUV-r$ 等のデータがある。→ Passive or Active
- 同カタログには、Abraham et al. (2005) の morphological catalog の Gini 係数のデータがコンパイルされている。→ Early or Late

Sample Selection

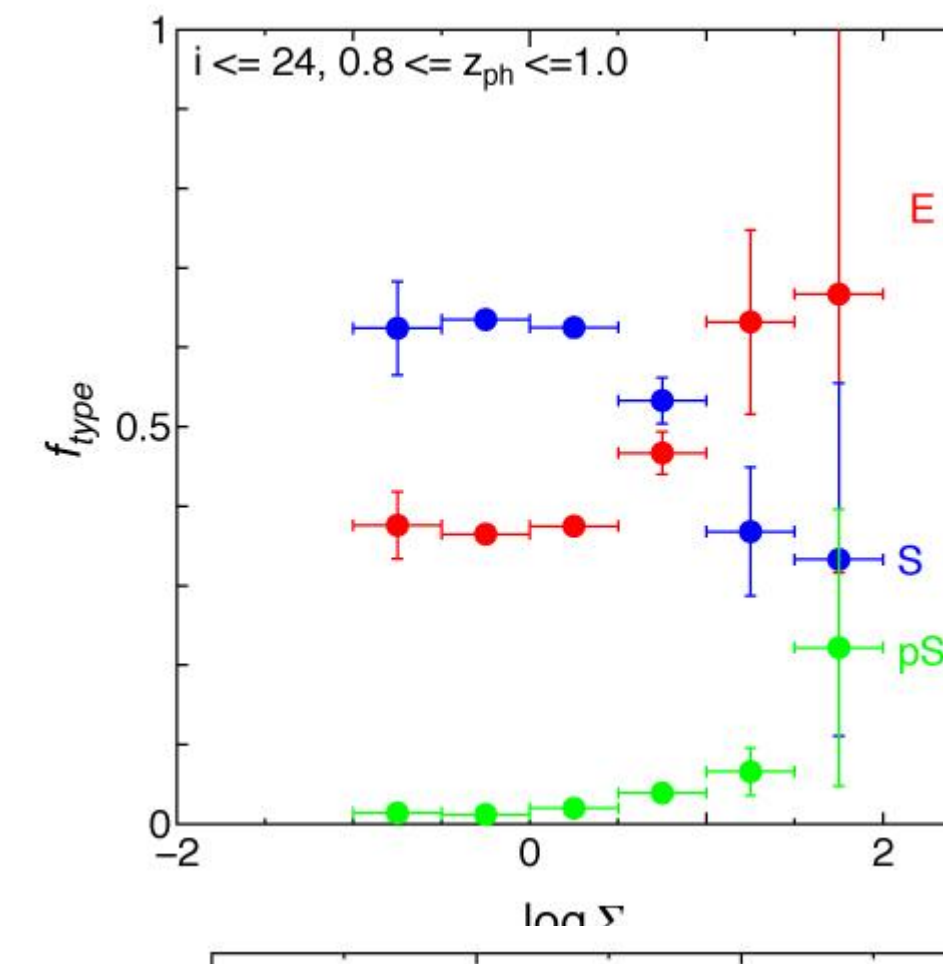
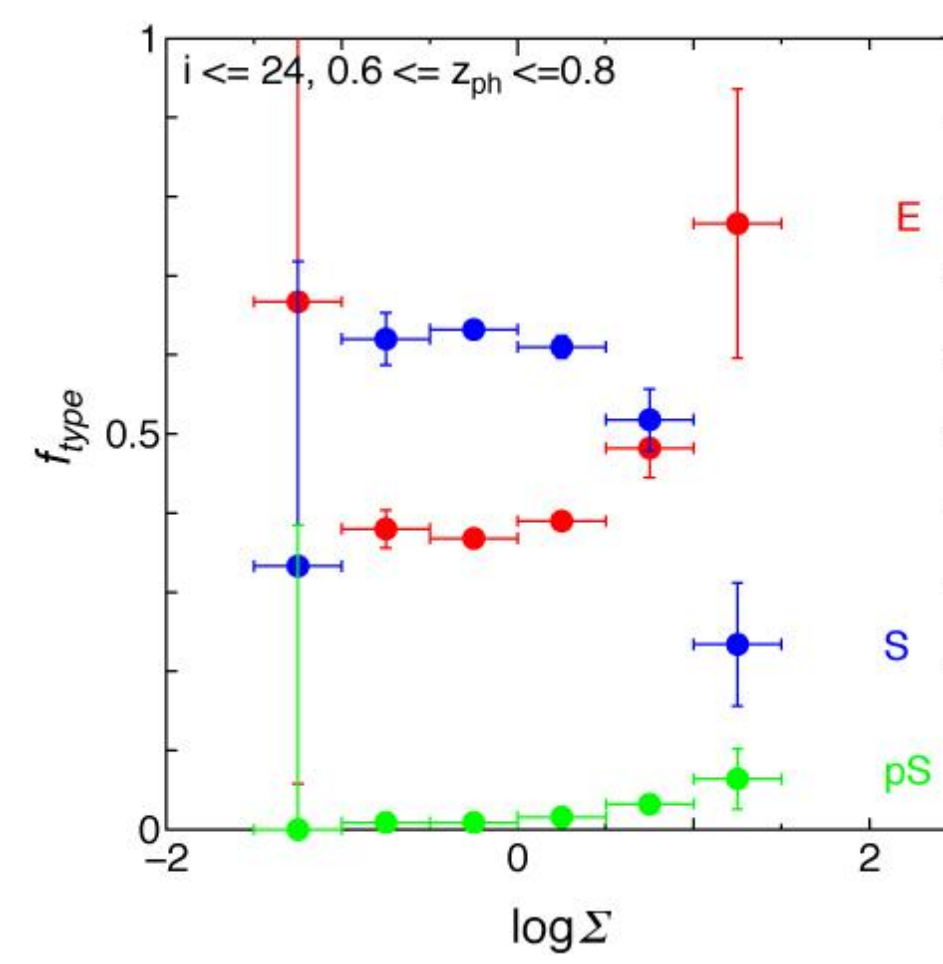
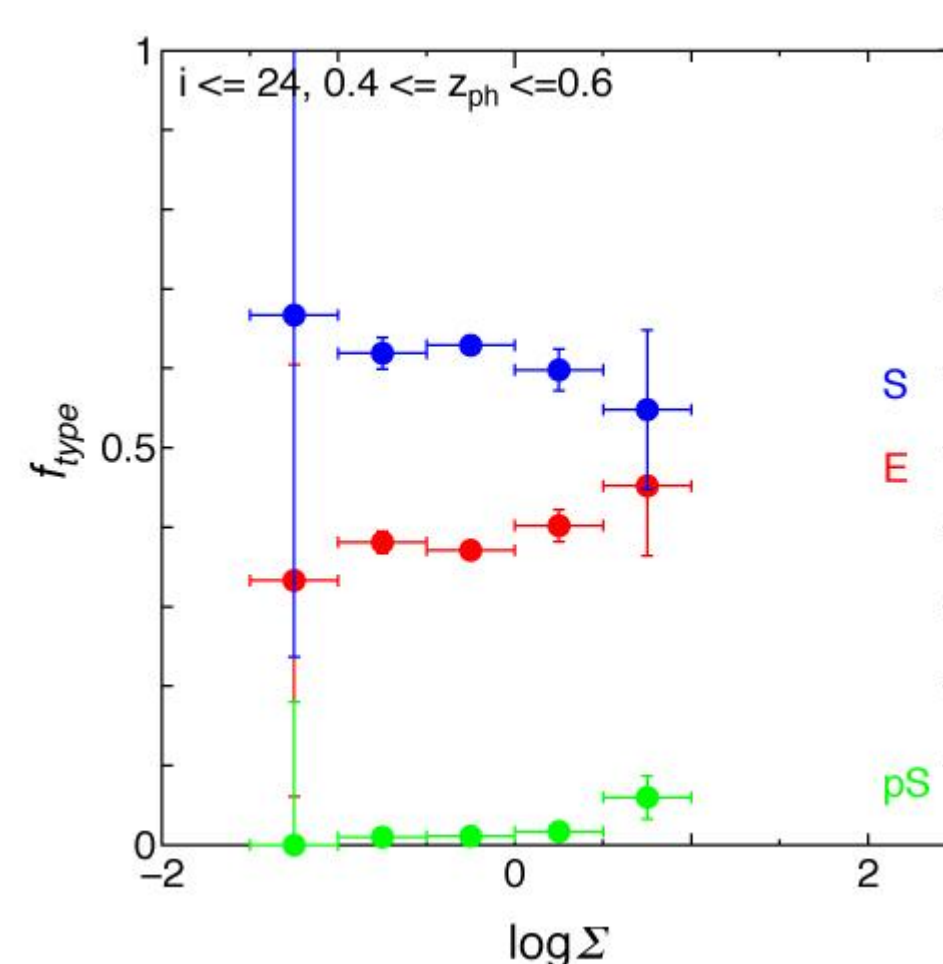
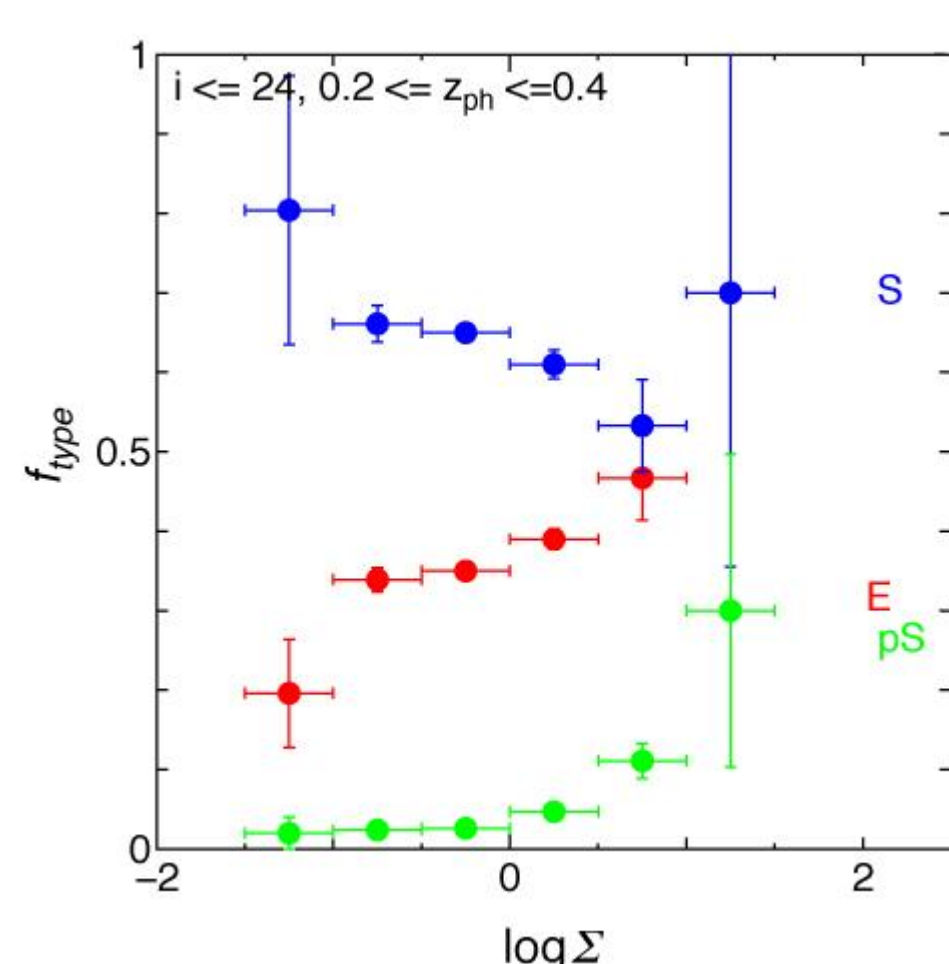
- 形態分類には Gini 係数を使用。
- $\log G < -0.35$ (Capak et al. 2007)
- Passive galaxies と active galaxies の分類には reddening を補正した静止系の $NUV-r$ を使用。
- $(NUV-r) > 3.5$ (Ilbert et al. 2010)



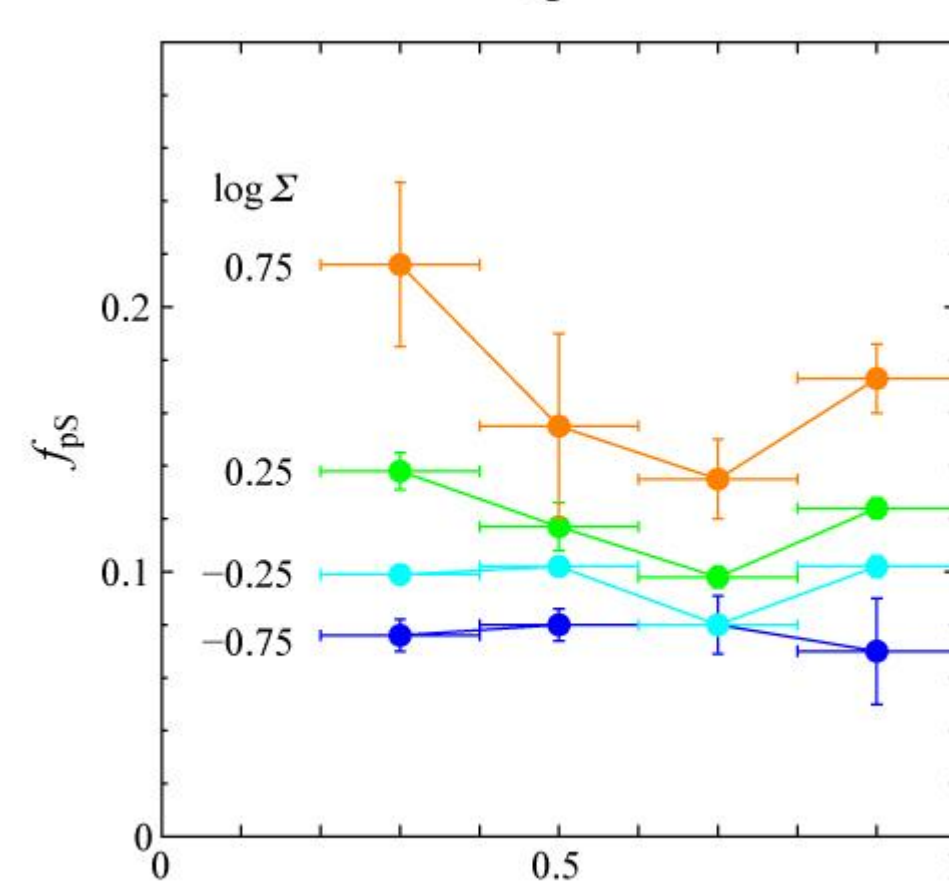
Results

環境の指標として、Nth neighbor projected density estimate を使用。

$$\Sigma = \frac{N}{\pi r^2}$$

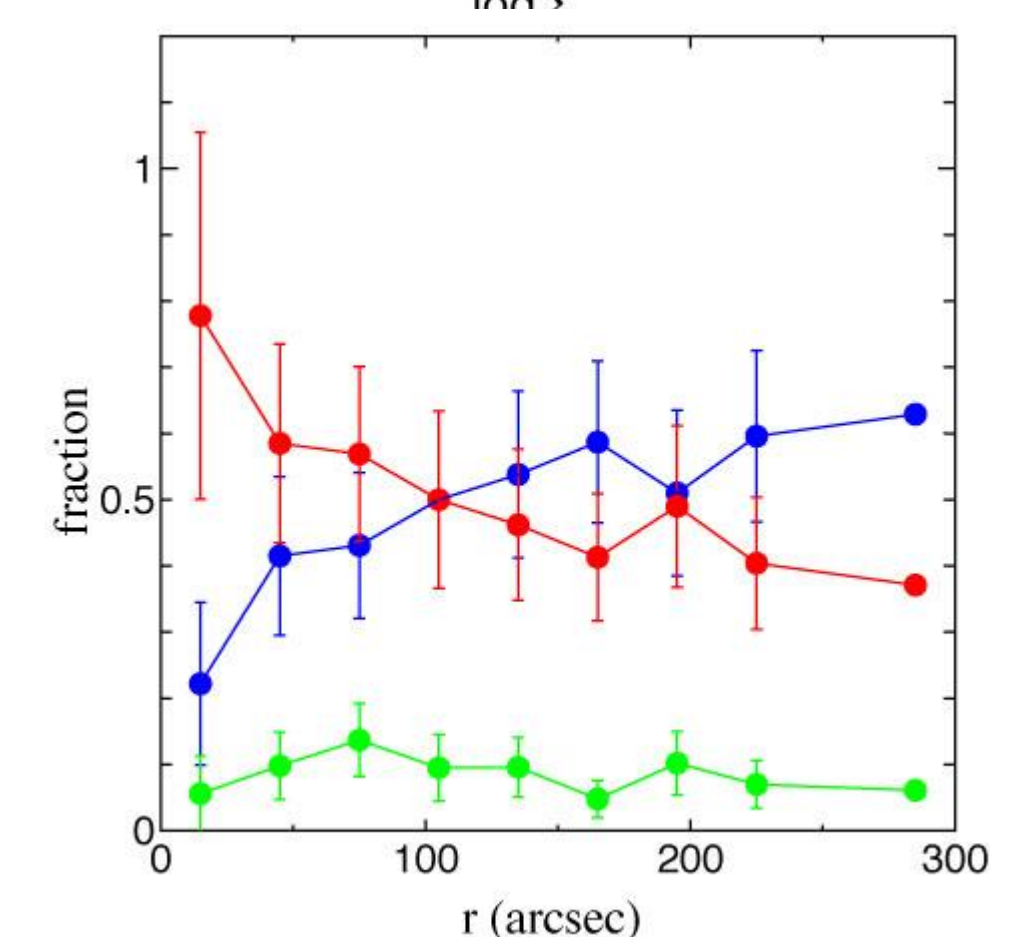


同じ面密度の場所における passive spirals の割合の進化。Log $\Sigma > 0$ では、 $z < 0.7$ で passive Spirals の割合が増えているが、Log $\Sigma < 0$ では、passive spirals の割合はほぼ一定である。



$z \sim 0.7$ の銀河団に対して、X-ray cluster の座標からの距離に対して、Early-type galaxy (●), late-type galaxy (●), および passive spirals (●) の割合を示した。Bin の幅は 30 arcsec。

Passive spirals の割合は、 $60 < r$ (arcsec) < 90 の bin で極大となり、平均のおよそ 2倍になっている。なお、 $z \sim 0.7$ では共同座標の 1 Mpc が 80 arcsec である。



Summary

結果のまとめ

Passive spiral galaxies の割合 (f_{pS}) の local density 依存性 (T- Σ relation) を調べた。 $0.2 < z < 1.0$ の範囲では z に依らず、 f_{pS} は $\log \Sigma > 0.5$ で高い。

同じ local density で passive spiral galaxies の割合の進化を調べた。 $\log \Sigma < 0$ ではほとんど進化が見られないが、 $\log \Sigma > 0$ では $z \sim 0.7$ で f_{pS} は極小になり、赤方偏移ほど f_{pS} が大きい。なお $z \sim 0.9$ でもわずかに f_{pS} は大きい。

これらの観測事実から、passive spirals の形成は、銀河団環境と関連していることが分かる。