

THE ROLE OF MAJOR GAS-RICH MERGERS ON THE EVOLUTION OF GALAXIES FROM THE BLUE CLOUD TO THE RED SEQUENCE

Rui Guo^{1,2*}, Cai-Na Hao³, X. Y. Xia³, Shude Mao^{4,2,5}, Yong Shi^{6,7}

ABSTRACT

With the aim of exploring the fast evolutionary path from the blue cloud of star-forming galaxies to the red sequence of quiescent galaxies in the local universe, we select a local advanced merging infrared luminous and ultraluminous galaxy (adv-merger (U)LIRGs) sample and perform careful dust extinction corrections to investigate their positions in the SFR- M_* , $u-r$ and $NUV-r$ color-mass diagrams. The sample consists of 89 (U)LIRGs at the late merger stage, obtained from cross-correlating the IRAS Point Source Catalog Redshift Survey and 1 Jy ULIRGs samples with the Sloan Digital Sky Survey DR7 database. Our results show that 74% \pm 5% of adv-merger (U)LIRGs are localized above the 1 σ line of the local star-forming galaxy main sequence. We also find that all adv-merger (U)LIRGs are more massive than and as blue as the blue cloud galaxies after corrections of Galactic and internal dust extinctions, with 95% \pm 2% and 81% \pm 4% of them outside the blue cloud on the $u-r$ and $NUV-r$ color-mass diagrams, respectively. These results, combined with the short timescale for exhausting the molecular gas reservoir in adv-merger (U)LIRGs (3×10^7 to 3×10^8 years), imply that the adv-merger (U)LIRGs are likely at the starting point of the fast evolutionary track previously proposed by several groups. While the number density of adv-merger (U)LIRGs is only \sim 0.1% of the blue cloud star-forming galaxies in the local universe, this evolutionary track may play a more important role at high redshift.

Result & Discussion

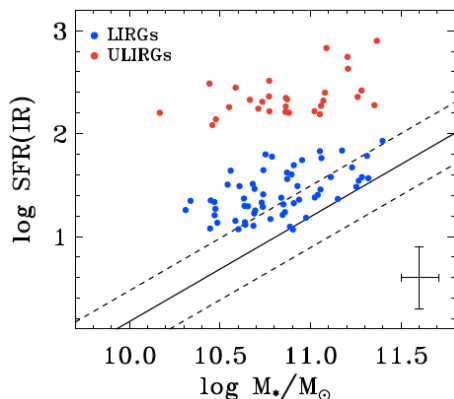


Fig. 3. SFR-mass diagram

- (U)LIRGの約74%がmain sequenceの1 σ lineよりも上に位置している

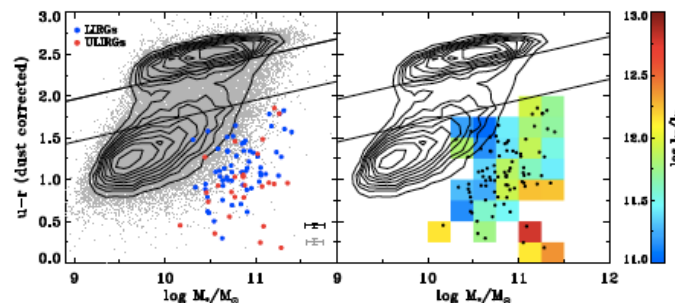


Fig. 4. color-mass diagram ($u-r$)

- (U)LIRGは青く、大質量の領域に位置している
 - IR光度が大きいほど右側
 - blue cloud、red sequenceのどちらも異なるpopulation
- adv-merger (U)LIRGのCO観測結果(Liu+15)から計算されるガス消費のタイムスケールは $3 \times 10^{7-8}$ yr程度と短く、starburst銀河の観測と一致
- Yesuf+14の診断手法によれば、今回の(U)LIRGのうち12個(\sim 14%)がstarburstとpost-starburstの過渡期にあると考えられる
 - 最後のstarburstから400-500Myr
 - 予測される割合とconsistent (Hopkins+06)
- ガス消費の短いタイムスケールと、過渡期にある銀河の割合の理論との一致から、adv-merger (U)LIRGはfast trackに従って進化しており、 \sim 1Gyでred sequence銀河になると考えられる

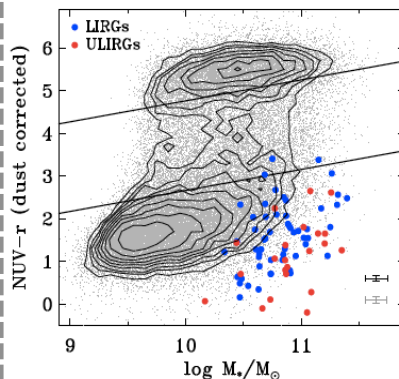


Fig. 6. color-mass diagram (NUV-r)

Conclusions

- 銀河のcolor-mass diagramにはbimodalityがみられるが、近傍のadv-merger (U)LIRGの多くはblue cloud、red sequenceのどちらも異なる領域に位置する
- こられはSFR-mass diagram上でMSよりも上に位置し、CO観測から計算されるガス消費のタイムスケールが短いことから、starburst銀河であると考えられる
- サンプルの14%程度がpost-starburstへの過渡期にあると考えられ、理論予測と一致
- これらはfast trackで進化している銀河であり、近傍ではlate-typeのうちの0.1%以下
- gas-rich mergerによる進化はhigh-zでより重要になると考えられる

Introduction

- color-mass diagramにはbimodalityがみられる
- blue cloudからred sequenceへの進化経路としてfast trackとslow trackが考えられている
 - fast: gas-rich mergerにより引き起こされるstarburst
 - slow: 普通の星形成の後dry merger
- 近傍の(U)LIRGのほとんどはgas-richな銀河の相互作用を経験していることが知られている
- それらがSFR-mass、color-mass diagramsでどのような位置を占めるかを調べ、fast trackについての知見を得る

Sample

- mergerのlate stageにある(U)LIRG 89天体(adv-merger)
 - SDSS DR7とIRAS PSCz and 1 Jy ULIRGsのcross correlation
 - $z < 0.1$ (LIRG)、 $0.1 < z < 0.25$ (ULIRG)
 - $14.5 < r < 15.9$
- control sampleとしてSDSS DR7の星形成銀河とOSSY catalogの銀河

Parameter estimation

- 減光量の計算にはOSSY catalog (Oh et al. 2011)を使用
- Schawinski et al. (2014)に従ってダスト減光を補正
 - 減光則はCalzetti et al. (2000) ($u-r$)、Cardelli et al. (1989) (NUV)
- 星質量はMPA/JHU stellar mass catalog (Kauffmann et al. 2003b)
- $SFR(IR)/(M_{\odot} \text{yr}^{-1}) = 4.5 \times 10^{-44} L_{IR}(\text{ergs s}^{-1})$ (Kennicutt 1988)