

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	銀河合体系列に沿った近傍高光度赤外線銀河の分子ガスと星形成
Title(English)	Molecular Gas and Star Formation along the Merger Sequence in Local Luminous Infrared Galaxies
著者(和文)	山下拓時
Author(English)	Takuji Yamashita
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9706号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種類:課程博士, 審査員:松原 英雄,河合 誠之,宗宮 健太郎,堂谷 忠靖,野村 英子, 久野 成夫
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9706号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	基礎物理学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 Academic Degree Requested Doctor of	(理学)
学生氏名： Student's Name	山下拓時		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)	松原英雄
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)	河合誠之

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、近傍高光度赤外線銀河 (LIRGs) における分子ガスと星形成の銀河合体系列に沿った進化を調査したものである。

第一章「Introduction」では、近傍 LIRGs 及び銀河合体に関する先行研究のレビューと本研究の位置づけが記述されている。LIRGs は赤外線光度が 10^{11} 太陽光度以上ある銀河を言い、さらに明るい超高光度赤外線銀河 (ULIRGs) は 10^{12} 太陽光度以上の赤外線光度を持つ銀河を言う。ほとんどの近傍 LIRGs は爆発的星形成を行っており、かつ銀河同士の重力相互作用・合体を引き起こしているため、銀河相互作用・合体が近傍 LIRGs の星形成における重要なプロセスであると考えられている。しかしながら、銀河合体に誘発された爆発的星形成の直接的な引き金とその進化については、理論的な説明がいくつかなされているものの、観測的には解明されていない。この課題を解決するためには、偏りのない様な LIRG サンプルに対する、分子ガス情報が必要である。銀河の分子ガス情報は、一般に一酸化炭素 ^{12}CO の第一回転励起状態からの輝線 ($J=1-0$) を観測することで得られる。

第二章「CO ($J=1-0$) Observation」では、近傍 LIRGs の CO 輝線観測についてその手法と観測結果がまとめられている。本研究では、62 個の近傍 LIRGs にある 79 個の銀河に対して CO 輝線のサーベイ観測が野辺山 45 m 単一電波望遠鏡を用いて行われた。観測は赤外線でも明るい中心数キロパーセク以内の領域に対して行われ、このサーベイ観測により現在までに世界最大の近傍 LIRGs の CO データセットを構築することに成功した。

第三章「Merger-driven Gas Inflow」では、合体中の LIRGs における銀河合体に誘発されたガスの落ち込みについて、観測結果の解析と議論がなされている。まず、銀河内の CO 分子ガスの空間的広がりを推定するために、2 つの単一望遠鏡による観測結果を組み合わせる手法を新たに構築した。本手法によって推定された CO 分子ガスの広がりは、合体銀河の前期段階から後期段階にかけて減少している可能性があることが発見された。さらに、銀河の中心数キロパーセク領域内の分子ガス質量は銀河合体系列に沿って一定であった。これらの結果は、銀河合体中の LIRGs において銀河中心へのガスの落ち込みが共通な現象であるという理論的に予測されたシナリオを支持するものである。このガスの落ち込みは銀河の円盤外縁部由来で、銀河規模のものであろう。ガスの落ち込む速度はおおよそ年間 10 太陽質量のオーダーと見積もられる。

第四章「Star Formation along the Merger Sequence」では、銀河合体の系列に沿った LIRGs の進化について、分子ガスと星形成の観点からデータ解析と議論をしている。合体中の LIRGs における分子ガス質量と星形成率は、銀河合体系列に沿ってほとんど一定であることが分かった。星形成の効率、すなわちガス消費タイムスケールも一定であり、その効率はスターバースト系列の銀河と同等に高いことが分かった。これらの結果と LIRGs のガス消費タイムスケールが数千万年から数億年と短いことから、合体中の LIRGs は銀河合体系列上での短い高光度スターバースト期にある銀河であると解釈できる。さらにこのスターバースト期では、ガスから星への変換が、銀河合体の段階によらず一つの変換関係によって支配されていることを示唆している。合体後期段階では、LIRGs と ULIRGs とが共存している。これらの LIRGs は ULIRGs よりも低い星形成率と低い分子ガス質量を示す一方で、星形成の効率に ULIRGs との違いは見えない。これは、合体後期の LIRGs は短い ULIRG 期へ進化する直前と直後にあたる銀河であるところを示唆している。Kennicutt-Schmidt 関係上で、合体中の LIRGs は普通の渦巻き銀河と ULIRGs の間に位置している。これらの観測結果から、ガスが豊富な 2 つの渦巻き銀河が合体し、星形成率が LIRG 規模で短期間のスターバースト期を繰り返しながら ULIRGs へ進化し、再び LIRGs に戻るといった銀河合体進化シナリオを提案した。

最後に、本論文の要約と今後の展望は第五章「Summary and Conclusion」に記述されている。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	基礎物理学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 (理学) Doctor of
学生氏名 : Student's Name	山下拓時		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	松原英雄
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	河合誠之

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

Molecular gas and star formation in local Luminous Infrared Galaxies (LIRGs) are studied along the stage of a galaxy merger sequence. Most local LIRGs are starbursting and are involved with galaxy-galaxy interactions or mergers. The direct trigger and the evolution of the merger-driven starburst are not clear observationally, although there are several theoretical explanations. In order to reveal these issues, information of the molecular gas, which is traced by carbon monoxide emission ($^{12}\text{CO } J=1-0$), of an unbiased LIRG sample is required. To this end, a survey of CO emission from 79 galaxies in 62 LIRG systems were conducted with the Nobeyama 45 m telescope, resulting in the largest CO dataset to date.

A new method is presented to estimate the extent of CO gas in galaxies using combinations of single aperture telescopes. The CO extent is found to possibly decrease from the early stage to the late stage of the merger. The molecular gas mass in the central several kiloparsecs is constant throughout the merger sequence. This statistically supports a theoretically predicted scenario where global gas inflow towards the galaxy center is common in merging LIRGs. The inflowing gas may come from the outer disk.

Along the merger sequence, the molecular gas mass and the star formation rate (SFR) of the merging LIRGs are found to be nearly constant. From the estimation that the gas depletion timescale of LIRGs is as short as 10^{7-8} yr, the merging LIRGs are short-lived luminous starburst phases on the merger sequence. At the late stage, LIRGs are coexistent with ULIRGs and have lower SFR than ULIRGs. This suggests that the LIRGs at the late stage are galaxies prior to or immediately after the short ULIRG phase. Merging LIRGs are located between normal spirals and ULIRGs on the Kennicutt-Schmidt relation. I propose an evolutionary sequence from the gas-rich spirals, LIRGs to ULIRGs and again back to LIRGs. The efficiencies of the star formation are found to be constant and as high as the starburst sequence throughout all merger stages, suggesting that the conversion from gas to stars is driven by a common relation regardless of merger stage.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).