

審査の結果の要旨

氏名 齊藤 俊貴

本論文は、近傍にある 2 つの高光度赤外線銀河を高い空間分解能で観測し、分子ガスの物理状態を領域ごとに分けて研究した成果についてまとめている。

本論文は 6 章と補遺からなる。

第 1 章は序論であり、銀河の形成及び進化における(超)高光度赤外線銀河の位置づけやその研究の意義、銀河の相互作用がその高い赤外線光度の起源であること、(超)高光度赤外線銀河の多くは遠方にあり空間的に分解して観測することが困難であり、全体として観測される性質にどのような過程が寄与しているかを特定しづらい状況にあること、したがって近傍の高光度赤外線銀河を高空間分解能観測することが物理過程の理解のために重要であることを指摘している。また、2 つの代表的な近傍高光度赤外線銀河である NGC1614 と VV114 を本論文で取り扱うこととした理由や、これらの天体についての研究の現状についてまとめている。

第 2 章では、衝突合体の最終段階にあり爆発的星形成が赤外線光度を支配していると考えられている NGC1614 について、ALMA を用いて新たに観測データを取得するとともに、アーカイブデータを利用し、電波領域から遠赤外線領域にわたるスペクトルエネルギー分布を 1 秒角という高空間分解能で得ることに世界で初めて成功した。また、モデルを介してダスト熱放射とシンクロトロン放射と自由-自由放射という 3 つの放射機構の寄与の割合が領域ごとに変化することを見出した。

第 3 章では同様に NGC1614 について、ALMA を用いて新たに観測データを取得するとともに、アーカイブデータも利用し、CO の J=1-0、J=2-1、J=3-2、J=6-5 という 4 本の回転遷移線の強度比を 1 秒角という高空間分解能で得ることに成功した。高励起輝線である CO J=6-5 の強度分布は他に比べてコンパクトであり、爆発的星形成領域に集中していた。このことから、CO の高励起輝線は爆発的星形成領域のよい指標であると指摘している。

第 4 章では、衝突合体の中間段階にあると考えられている VV114 について、その活動銀河核と爆発的星形成領域、衝突領域という 3 つの異なる領域を ALMA を用いて CH₃OH 輝線で新たに同時観測し、衝突領域で CH₃OH の存在比が超過することと、活動銀河核と爆発的星形成領域ではそのような超過は見られないことを見出した。これは、銀河衝突の影響で CH₃OH の存在比が超過することを示した初めての例である。

第 5 章では、同じく VV114 について、HCN と HCO⁺ という高密度分子ガスのトレーサーのそれぞれについて、J=1-0、J=3-2、J=4-3 という 3 本の回転遷移線を観測し、分子ガスの密度と星形成率の表面密度分布との相関を調べた。この結果から、分子ガスの密度がある閾値を超えた場合に星形成が起きるというような単純なモデルでは説明ができず、星形成活動が乱流の励起を通じて高密度分子ガスの性質を支配することを見出した。

最終章である第 6 章では、これら 2 つの近傍の高光度赤外線銀河を空間的にいくつかの領域に分離することで明らかになった各領域の物理状態の違いについてまとめるとともに、今後の研究の方向性について具体的に展望している。

補遺では、NGC1614 の CO の 4 つの回転遷移線でのビームサイズを合わせた強度分布を各速度成分に対して示した(第 3 章関連)ほか、VV114 の 3 領域における分子種の予備的な同定結果を示し(第 4 章関連)、さらには VV114 の観測視野内に偶然発見された $z \sim 2.5$ の 2 つのサブミリ波銀河の性質をまとめている。

本論文に記述された近傍の高光度赤外線銀河の高空間分解能観測による研究成果は、活動銀河核、爆発的星形成領域、衝突領域といった異なる領域の物理状態を個別に分離して扱った、世界でも類を見ないものであり、それだけでも重要な成果であるばかりでなく、遠方にある(超)高光度赤外線銀河の観測結果を適切に解釈するための基盤を与えろという観点でも高く評価できる。

本論文の主要部分は第 2 章から第 5 章までに記述されているが、それぞれの章の内容は、論文提出者を筆頭著者とする国際的な原著論文として出版される(3 編出版済み、1 編投稿準備中)。これらは指導教員である川邊良平氏に加えて、安藤未彩希氏、伊王野大介氏、今西昌俊氏、植田準子氏、大橋聡史氏、金子紘之氏、菅井肇氏、高野秀路氏、中西康一郎氏、萩原喜昭氏、道山知成氏、本原顕太郎氏、山下拓時氏、李民主氏、Aalto, Susanne 氏、Espada, Daniel 氏、Hibbard, John E. 氏、Konig, Sabine 氏、Sliwa, Kazimierz 氏、Xu, Cong K. 氏、Yun, Min S. 氏との共同研究の成果をまとめたものであるが、論文提出者が 4 件の ALMA を用いた観測計画を筆頭研究者として提案し採択につなげるなど、論文提出者が主体となって研究計画の立案、データ解析および考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断した。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。

最終試験の結果の要旨

氏名 齊藤 俊貴

成績 合格

本委員会は、論文提出者に対し平成 29 年 1 月 24 日、学位論文の内容および関連事項について、口述試験を行った。

その結果、論文提出者は、天文学特に電波天文学について博士(理学)の学位を受けるにふさわしい十分な学識を持つものと認め、審査委員全員により合格と判定した。