

論文審査の結果の要旨

氏名 植田 準子

本論文は、非常に高い感度と分解能を備えたミリ波サブミリ波干渉計の特徴を生かし、サンプルに偏りのない方法で近傍にある衝突末期の銀河の大規模探査を行い、その分子ガスの特性を調べ、銀河衝突による円盤銀河の形成過程について新たな知見を獲得したものである。

本論文は5章および補遺からなる。第1章は序論であり、まず、銀河の分類がその形態や星形成活動に基づくことが示される。次に、衝突銀河研究の現状が概観され、衝突銀河の分類、進化を説明している。大規模構造形成シミュレーションによる理論的考察からは、宇宙史における銀河形成・進化には、衝突銀河が重要な役割を果たすことが予測される。特に銀河衝突・合体の結果として楕円銀河のような早期型銀河に進化するのか、それとも円盤銀河に代表される晩期型銀河へ進化するのかは現在も未解決の課題であり、衝突末期段階の銀河のガス分布や運動を理解することの重要性が指摘される。その後、本研究の目的としてこの未解決問題を解明すること、具体的には、様々な衝突末期段階の銀河の干渉計による高感度、高空間分解能観測を通して、分子ガスの分布、運動、サイズ、質量を明らかにすることが示されている。

第2章では、観測対象として選ばれた37の衝突末期段階にある銀河の選定条件および天体の特徴を説明し、ミリ波のCO分子輝線イメージングについて、その観測とデータ処理の詳細を観測結果とともに示している。27天体のデータは、ALMA, SMA, CARMAの各干渉計による観測であり、残り10天体はALMA, SMA, PdBIの各干渉計で取得されたアーカイブデータである。また、10天体について、野辺山45m電波望遠鏡によるCO輝線スペクトルも新たに取得している。合計37天体中30天体でCO分子ガスを検出し、このうち24天体については分子ガスの速度場をモデル・フィッティングすることで円運動的であることを見いだしている。これだけ多くの衝突末期段階にある銀河で、分子ガス円盤成分の存在を観測的に捉えたのは本論文が初めてである。

第3章では、CO分子輝線データの解析の結果、分子ガスのサイズ、質量といった物理量が導出されている。そして、銀河の大局的な特徴を明らかにするため、分子ガス円盤成分の広がりを星の楕円体成分と比較している。約半数の衝突末期段階の銀河で広がった分子ガス円盤成分を検出したものの、その広がりの星成分に対する比率が晩期型の円盤銀河と比較し

て統計的に有意に小さいことを導き出した。また、星形成活動や活動銀河核との関係を考察するため、遠赤外線データとの比較を行っている。遠赤外線光度が明るいほど、銀河サイズにおける分子ガス円盤成分の占める比率が増える様子を捉えたが、その関係は複雑であり、衝突母銀河の環境や進化段階の違いがこのような多様性に富む結果をもたらしたと解釈している。また、本章では、補遺とあわせて観測した天体に関する先行研究と今回の観測結果から得られる形態上および力学的特徴について、天体毎に個別に詳述している。

第4章では、第3章で導出した分子ガス円盤成分の特性をもとに、ガスの円盤成分と星の楕円体成分のサイズ比と質量比の相関を検証している。また、過去に出版されている他の銀河種族（早期型銀河および晩期型の円盤銀河）のカタログデータとの比較、分子ガス検出の有無、ガス円盤成分の有無とあわせて、今回観測した衝突末期段階にある銀河37天体を、6つのタイプに分類している。その結果、約65%の銀河は早期型銀河、約5%は晩期型の円盤銀河、約14%は早期型或いは晩期型のいずれかへ進化すると推定し、残り16%は分類不能だった。

第5章は結論であり、また補遺として各天体のCO分子輝線強度の速度チャンネル図、位置-速度図を示すとともに、ガス円盤成分のモデルフィッティング方法やコルモゴロフ・スミルノフ検定、本論文で使用する観測量、物理量について説明している。

本論文は、サンプルに偏りのない方法で衝突末期の銀河を初めて大規模にサーベイしたものである。特に、多くの銀河で分子ガス円盤成分の存在を観測的に捉えたことは新たな知見であり、銀河形態の多様性の起源に迫る結果として、高い学術的価値を持つ。また、統計的な議論から衝突銀河の今後の形態進化を観測的に予測する独創的な方法論を提唱した点も高く評価できる。

なお、本論文の第2、3、4章は、伊王野大介、廿日出文洋、田村陽一、川邊良平との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析、および論証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する。したがって、博士（理学）の学位を授与できるものと認める。