

論文審査の結果の要旨

氏名 西村優里

本論文は、金属量の少ない矮小銀河中の分子雲からの分子輝線光度を測定し、矮小銀河の中の分子雲の化学組成の共通の特徴を見出した。また、分子雲中で起こる星形成活動が化学組成に及ぼす影響は全体としては少ないこと、分子雲中の化学進化のタイムスケールが 10^5 年程度と非常に短いことを示した。

本論文は 6 章からなる。第 1 章はイントロダクションであり、宇宙の中の低金属環境や宇宙における化学化合物環境、その研究の意義、本論文の方向性などがまとめられている。第 2 章は、本論文で用いられた電波望遠鏡の原理や各望遠鏡の特徴などが記述されている。第 3 章は、本研究に使われる矮小銀河の選定基準と選定、実際の観測詳細や結果がまとめられている。本論文では十分に明るい 3 つの矮小銀河、合計 12 の観測地点を選定し、分子輝線の多くみられる 3 mm 帯域での観測を行った。さらに、すべての地点から CCH, HCN, HCO⁺, CS など多くの輝線を有意に検出されたため、強度が測定された。その結果、矮小銀河中の分子雲では観測領域の星形成活動の大きさに関わらず、渦巻銀河中の分子雲に比べて HCN/HCO⁺比や HNC/HCO⁺比が小さいこと、CCH/HCO⁺比が大きいことを発見した。前者は矮小銀河のような低金属量の環境では特に N が少ないことが原因となっており、後者は金属量の少ない環境で photodissociation 領域(PDR)が分子雲内部まで広がるために CCH が多く作られていることが原因だと結論付けている。CH₃OH のような形成に時間のかかる分子も矮小銀河では少ないことを示し、やはり PDR が重要な役割を担っていることを示した。第 4 章では、比較対象として我々の銀河系内に存在する分子雲 W3(OH)の観測を行っている。これは、系外銀河では空間分解できないような分子雲内の構造がどのように観測に影響を与えるか調べるための対照観測である。その結果、分子雲中のコアからの放射は分子雲全体からの放射と大きく輝線構造が違うものの、分子雲全体の放射スペクトルを決めているのは薄く分子雲全体に広がった成分であることを突き止めた。これは、矮小銀河中の分子雲の輝線スペクトルが、星形成活動の大きさに関わらず非常に似通っている原因が、星形成活動の起こっている小さなコア領域ではなく薄く広がった成分が優勢であるためであることを示した結果である。第 5 章は、ここまでの観測結果を利用し、化学モデルシミュレーションとこれまでの観測結果を比較することで、分子雲のおかれている環境の物理パラメータを引き出す試みを行っている。いくつかの仮定をおいた分子雲モデルで、水素分子密度、ガス温度、可視光減光、進化タ

イムスケールなどを変数とし、シミュレーションされた分子輝線スペクトルと実際の観測スペクトルを比較した。その結果、特に減光が少なく紫外光が分子雲内部まで浸透できるときに観測されたスペクトルをよく再現し、分子雲の化学的進化タイムスケールは 10^5 年程度と短い可能性を示した。第 6 章は以上のまとめと今後の展望が述べられている。

化学進化の進んでいない環境の研究は、宇宙全体の化学進化の理解につながる重要な課題である。そのような中、論文提出者の成果は大きく分けて以下の 2 点である。まず、あまり調べられてこなかった、化学進化の進んでいない矮小銀河中の分子雲の高統計分子雲スペクトルを初めて系統的に探査し、内部の星形成活動の大きさに関わらず共通の特徴を持つことを示した点である。これは、星形成活動は宇宙の化学進化に大きな役割を果たすと考えられてきたのに対し、影響を及ぼすのは分子雲中心のコア領域だけであることを示している。また、共通のスペクトルの原因として、低金属であるがゆえに紫外光が入ってきやすく、その結果分子雲の化学進化が、 10^5 年という短いタイムスケールで常にリフレッシュされ続けるという新たな解釈を行った点である。最新電波望遠鏡の膨大なデータを活かした最先端の研究であり、将来の電波望遠鏡観測への示唆も含んでいる。

なお第 3 章および第 4 章は、下西隆、相川祐理、山本智、河村晶子、原田ななせ、渡邊祥正、坂井南美との共同研究であるが、ほとんどの観測で論文提出者は責任者として観測提案・観測・解析を行っており、論文提出者が主導して行った研究である。また、第 5 章は原田ななせとの共同研究で、モデル計算結果と観測データとの比較や解釈は論文提出者が主体的に行っており、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上により、博士（理学）の学位を授与できると認める。