

論文審査の結果の要旨

氏名 依田 崇弘

この論文は国立天文台野辺山宇宙電波観測所内に設置された空間分解能 9' の 60cm ミリ波望遠鏡（あまのがわ望遠鏡）による北半球から観測可能な銀河面に存在する分子雲の CO ($J=2-1$) 輝線およびその同位体を含む ^{13}CO ($J=2-1$) 輝線を用いたサーベイ観測と、そのデータをもとにした研究をまとめたものであり、7章からなる。

第1章ではイントロダクションとして水素原子輝線やミリ波分子輝線を使った銀河面サーベイ観測の現状、そして本論文の銀河面分子雲のサーベイ観測の背景がまとめられている。これまでこの種の観測は観測が容易な CO ($J=1-0$) 輝線に限られてきたが、CO ($J=2-1$) 輝線および ^{13}CO ($J=2-1$) 輝線のデータを加えることによって分子雲の物理状態を探ることを提案している。

第2章はこのサーベイ観測に用いた 60cm ミリ波望遠鏡についてのものである。この望遠鏡自体は 1980 年代に製作されたものであるが、改良により大幅な性能向上があった。特に論文提出者が中心となり、本論文の解析に重要であるアンテナ性能の測定法とデータ較正法の開発の結果が詳述されている。

第3章はサーベイ観測のデータについての章である。CO ($J=2-1$) 輝線および ^{13}CO ($J=2-1$) 輝線の積分強度、速度チャンネル図、および銀経-速度図が示されている。加えて、銀河面における輝線強度比 (CO ($J=2-1$) / CO ($J=1-0$)) と (^{13}CO ($J=2-1$) / CO ($J=2-1$)) はそれぞれ典型的値として 0.6 と 0.2 になった。

第4章にはサーベイ観測をもとにした銀河系スケールでの分子雲の物理状態の統計的解析の結果が記述されている。銀河面全体の CO ($J=2-1$) と CO ($J=1-0$) の輝線強度には比例関係があること、CO ($J=1-0$) 輝線の励起温度が 19K に対して CO ($J=2-1$) 輝線の励起温度が 13K と局所熱平衡状態ではないこと、また分子雲の水素分子密度が 100 個/cm³ であることがわかった。これらの結果はより狭い領域の観測で示されていたものではあるが、今回の結果で銀河面全体の共通の性質であることを確かめた。

第5章は CO 輝線強度比の銀河系の動径方向の変化についてのものである。分子雲の輝線強度比 (CO ($J=2-1$) / CO ($J=1-0$)) が銀河系中心から 4kpc 付近でピークになり両側で減少していることがわかった。これも過去のより狭い範囲の観測で指摘されていたものではあるが銀河面全体の性質であることを確かめた。また渦状腕部の分子雲とそれ以外での性質の違いを明らかにして、渦状腕部の分子雲は比較的均質で密度が高いことがわかった。

第6章では観測データから銀河面分子雲の水素分子密度の確率密度関数を導出した。これが対数正規分布で記述されることを発見した。この結果は銀河系内の分子雲の密度分布が自己重力や衝撃波ではなく乱流に支配されているというモデルを支持する。次にこの手

法を系外銀河の野辺山 CO サーベイに適用して 2/3 の割合の銀河でも対数正規分布で記述できることを発見した。第 7 章はこれまでの内容のまとめである。

この論文は自ら改良した専用の電波望遠鏡により、これまでにない広い範囲の銀河面の CO ($J=2-1$) 輝線および ^{13}CO ($J=2-1$) 輝線のサーベイデータを取得して、データ解析を実行したものである。それをういて行った研究により、先行研究では断片的にしかわからなかった性質の多くを銀河面の共通のものとして確かめたことは高く評価できる。また、このデータは分子雲の基礎データとしても天文学的価値がある。さらに銀河系の分子雲の統計的性質を明らかにするだけでなく、その解析手法を系外銀河の分子雲に適用して研究を発展させた。この手法は初めての試みであり高く評価できる。

第 4 章は半田利弘、河野孝太郎、中島拓、海田正大、米倉覚則、小川英夫、森野潤一、土橋一仁との、そしてまた第 6.1 章は半田利弘、河野孝太郎、和田桂一、小川英夫、木村公洋、中島拓、森野潤一、奥村幸子との共同研究であるが、論文提出者が主体的になって解析を行ったもので、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と認める。