

論文審査の結果の要旨

氏名 村岡 和幸

本博士論文は5章からなる。第1章はイントロダクションであり本博士論文の研究の目的が述べられ、この分野の状況が手際良く概観されている。銀河における星生成は「シュミット則」と呼ばれる、星生成率の面密度が銀河中の分子ガスの面密度のベキ乗で表されることが良く知られている。しかし銀河中に分子ガスは様々な形で存在するので、分子ガスの面密度が意味する分子ガスの総量では、結局分子ガスの何が単位質量あたりの星生成率である星生成効率を実際にコントロールしているは明確ではなかった。最近、 $T(\text{HCN}1-0)/T(\text{CO}1-0)$ の比が星生成効率と良い相関があることを見いだされた。この相関は銀河中の分子ガスのうち高密度ガスの割合が星生成を実際にコントロールしていることを示唆している。ただし、この観測は渦巻銀河全体または銀河中心領域に限られた観測を基にしている。これを踏まえて、この論文の目的が、より高い分解能での観測により分子雲集合体のスケールではこの相関がどうなっているかを明らかにすること、また銀河の円盤部ではこの相関はどうなるかを明らかにすることであることが述べられている。この相関関係が銀河全体より小さいスケールで、かつ質量で大部分を占める円盤部でどうなっているかを明らかにすることは相関関係の検証の次のステップとして必須のことと判断する。また上記の検証が、近傍の棒渦巻き銀河 M83 のみを観測することで可能であることが示されている。

本論文第2章では M83 中心部を野辺山ミリ波干渉計を用いて $\text{HCN } J=1-0$ 、 $\text{CO } J=1-0$ 両輝線で観測し、分子ガス全体に対する高密度分子ガスの割合を示す $T(\text{HCN } J=1-0)/T(\text{CO } J=1-0)$ の比の分布を明らかにした。またスピッツァー衛星の 24 ミクロン MIPS 赤外線検出器のデータより減光を補正した星生成効率の分布を求めた。両者が良い相関にあることを確認するとともに両者ピーク位置の『わずかなズレ』を見だし、それを分子ガスの流れによって説明した。『わずかなズレ』は空間分解能の限界に近いので意見が分かれるが、高密度分子ガスの割合と星生成効率の分布を比べて空間分解した形で相関を表すことに初めて成功して、第1章で述べられた第1の目的が達成されている。これは重要な結果であると評価する。

本論文第3章ではサブミリ波望遠鏡 ASTE で M83 の全域に渡り CO J=3-2 輝線で撮像観測した。サブミリ波 CO J=3-2 輝線の観測は以前から存在したが中心部周辺に限られていた。この観測は銀河全体での CO J=3-2 輝線の分布を明らかにした画期的なものである。M83 など銀河の円盤部では HCN 輝線は弱く現在の電波望遠鏡では膨大な観測時間を必要として現実的ではないので、この CO J=3-2 輝線のデータを活用し、野辺山 45m 鏡による CO J=1-0 輝線の分布と合わせて M83 全体で $T(\text{CO J=3-2})/T(\text{CO J=1-0})$ の比から高密度分子ガスの割合の分布を明らかにした。円盤部の棒状構造、渦巻き腕等の構造でこの比による高密度分子ガスの割合と星生成効率の間の相関関係を確認した。しかし同時にこの比では温度分布とも相関してしまい $T(\text{HCN J=1-0})/T(\text{CO J=1-0})$ の比ほどは良い相関でないことも明らかになった。

本論文第4章では第3章で示した欠点を解消するため、CO J=1-0、CO J=3-2、 $^{13}\text{CO J=1-0}$ の3本の輝線のデータから、分子雲の輝線解析の標準モデルである LVG (Large Velocity Gradient) モデルにより分子雲の温度と密度の状態を解き、高密度分子ガスの割合に相当する平均分子密度を導出している。この平均分子密度が銀河全体に渡って星生成効率と良い相関があることを示し、銀河中心部でも円盤部でも星生成効率を実際にコントロールしているのが高密度分子ガスの割合であることを明らかにした。

本論文第5章は以上の章のまとめである。

この論文は渦巻き銀河中の星形成効率が銀河中心部でも円盤部でも分子雲における高密度分子ガスの割合でコントロールされていることを分子雲集合体のスケールで初めて明らかにしたものであり、天文学的に重要な成果であると評価する。

なお、第3章の一部分は Cortes 氏らとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析および検証を行な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。