

氏名(本籍)	宮本祐介(熊本県)		
学位の種類	博士(理学)		
学位記番号	博甲第5264号		
学位授与年月日	平成22年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	数理物質科学研究科		
学位論文題目	<b>Kinematics and Distribution of Molecular Gas in the Spiral Galaxy M51</b> (渦巻銀河 M51 の分子ガスの運動と分布)		
主査	筑波大学教授	理学博士	梅村雅之
副査	筑波大学教授	理学博士	中井直正
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	森正夫
副査	上越教育大学准教授	博士(理学)	濤崎智佳

### 論文の内容の要旨

星は星間ガスとくに比較的密度の高いガスから成る分子雲(星間空間中で雲のようなかたまりになっているので分子雲と呼ばれる)から生まれる。したがって星がどのようにして生まれたかを知るためには分子雲の観測が必要不可欠である。また銀河の中で星形成が銀河の渦状腕などの構造とどのように関わっているかという大局的星形成を調べるには銀河全体における分子雲の観測が必要である。分子雲の大部分は水素分子で構成されるが、典型的な温度が10K程度である冷たい分子雲中の水素分子の観測は困難である。そこで多くの場合、次に存在量の多い一酸化炭素分子COの観測によってなされる。

本論文は、典型的な渦巻銀河であるM51の全面の一酸化炭素分子COを観測し、その運動と分子雲の形成進化を研究したものである。M51は距離9.6Mpc(1pc=3.26光年)と比較的近傍にあって銀河面上から見た銀河であるため、本研究には適している。また、きれいな2本の渦状腕を持つ典型的な渦巻銀河であるので、分子雲の性質や運動と渦状腕との関係を調べるには最も適した銀河である。

観測は国立天文台の野辺山45m電波望遠鏡を用いて2004年から2007年にかけて行われた。周波数115.2712GHzで放射される一酸化炭素分子COの $J=1-0$ 輝線を25マルチビーム受信機(BEARS)を用いて銀河面上の25点を同時観測することによって実施された。角分解能は $16''$ (銀河において745pc)であり、 $10''$ 間隔に観測点が取られた。M51のそばにいる伴銀河NGC5195を含めて $9' \times 10'$ の領域にある全部で2760点が観測された。

各点で観測されたCOの視線速度から銀河面上での分子ガスの絶対的な速度ベクトル(速度の大きさと方向)が久野・中井(1995)の方法を採用して求められた。まず銀河の方位角方向に渦状腕の位相が定義され、次に、ある半径の範囲内で各位相の速度ベクトルを異なる視線方向から見ることによって各位相毎に速度ベクトルが決定された。またそれらの速度ベクトルを連結することによって分子ガスが銀河内を回転する軌道が決定された。速度ベクトルは渦状腕の重力ポテンシャルによって密度波理論や銀河衝撃波理論によって予言されているような変化を示し、軌道は楕円に近いような軌跡を描いていた。また銀河中心からの距離によっても軌道は少し変化していた。さらに、伴銀河NGC5195との潮汐相互作用によって外側の速度ベクトルと

回転軌道がゆがめられていることも明らかになった。

さらに軌道の各点の速度ベクトルから、1個の分子雲におけるシェアー運動を計算し、シェアーの効果が小さい領域（分子ガスの渦状腕）では巨大分子雲複合体（GMA; サイズが大きい）が存在し、シェアー効果が大きい領域（分子ガスの渦状腕の下流側）ではGMAはあまり存在せず、より小さな巨大分子雲（GMC）が存在していることを明らかにした。これは、GMAがシェアー運動によって分裂し、GMCになったことを示している。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文では、1個の銀河面全体のCOの観測データから分子ガスの速度ベクトルと回転軌道を求め、シェアー運動から巨大分子雲（GMA）や巨大分子雲複合体（GMA）の形成や分裂の紀元を論じている。一般に系外銀河では観測的にはドップラー効果により視線方向の速度のみが計測され、速度の絶対的な大きさと方向（速度ベクトル）は求まらない。本論文では久野・中井（1995）が考案した方法を用いたとはいえ、その巧みな手法によって1個の銀河の全体にわたって速度ベクトルと回転軌道を求めたことは銀河研究において極めて重要である。さらにその結果から、本論文独自の考案により、1個の分子雲（複合体）におけるシェアー運動を求め、GMAがシェアー運動によって分裂し、GMCになったことを世界で初めて示した。これらの結果は銀河研究と分子雲の形成進化の研究において大きな貢献であり、高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。