

論文審査の結果の要旨

氏名 三浦 理絵

本論文は、ミリ波サブミリ波観測と、可視光・赤外線のアrchiveデータに基づいて、近傍渦巻銀河 M33 の巨大分子雲における高密度分子ガスと大質量星形成の関係を研究したものである。これまでの系外銀河のサブミリ波の分子輝線観測は、銀河全体をカバーしていても巨大分子雲を分離して捉えるのに十分な空間分解能がない一方、高い空間分解能(10-100 pc)での観測は、特定の星形成領域を中心とした局所的な範囲のみであり、銀河全体をカバーするような観測はなかった。本研究では、高密度分子ガスをトレースする分子輝線である CO(J=3-2)を用いて巨大分子雲スケール(100pc)の空間分解能で銀河全体の広い範囲をカバーしている。これにより、局所的な星形成活動から銀河スケールの大局的な活動まで、定量的に精度よく考察することができている。

第1章では、巨大分子雲と大質量星形成の研究に関する現状が概観された後、銀河スケールの星形成率とガスの密度との間にべき乗則の相関があるという経験則（ケニカット・シュミット則：星形成則）についての説明が行われている。次に、巨大分子雲スケールでの星形成の母体となる高密度ガスと大質量星形成に関わる研究の未解決問題として、巨大分子雲の進化過程と、銀河スケールの経験的な星形成則を星形成物理過程として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、これら未解決問題を解明すること、具体的にはミリ波サブミリ波の高感度、高空間分解能観測を通して、巨大分子雲スケールでの高密度分子ガスの分布、運動、物理量を銀河全体にわたって明らかにすることが示されている。そして、これを若い星団や電離水素領域（活発な大質量星形成領域）の分布、星形成の活発度と定量的に比較研究をすすめることで、新しい知見を得ることが述べられる。この研究の対象として、渦巻ディスクを正面から見ている渦巻銀河としては我々から最も近傍に位置する M33 が選定されている。

第2章では、まず、ASTE 望遠鏡を用いたサブミリ波観測とデータ処理について述べられている。これは M33 のディスク全域に対して行われた初めての CO(J=3-2)輝線での大規模サーベイ観測である。巨大分子雲スケールでの CO(J=3-2)から導かれる分子ガス質量と星形成率との関係（星形成則）はよい相関（べき指数 1.04 ± 0.04 ）を示し、これまで銀河スケールで他の銀河で求まっているべき指数（ ~ 1 ）と同様の値を持つことを示している。

第3章では、第2章の結果をもとにディスク内の4つの異なる領域で星形成則の比較を行

い、巨大電離水素領域において星形成率が、他の領域と比較して約一桁高いことを明らかにしている。

第4章では、ASTE 望遠鏡の $\text{CO}(J=3-2)$ のデータから 71 個の巨大分子雲を同定、カタログ化している。また、可視光のアーカイブデータを用いて、星の数密度分布の超過から 75 個の星団を新たに同定、さらに星の進化モデルをもとにこれらの星団の年齢も推定しカタログ化している。これら巨大分子雲、星団、電離水素領域の空間分布の比較から、M33 の巨大分子雲を 5 つのタイプに分類している。そして、これらタイプの違いは、巨大分子雲の進化段階の違いであると解釈し、星団の年齢と各タイプの個数の統計的な比較から巨大分子雲の形成と散逸が 1 千万年程度のタイムスケールで起きていると推定した。1 つの渦巻銀河において巨大分子雲を進化段階ごとに分類し、その進化のタイムスケールを定量的に考察したのは、本研究が初めてである。

第5章では、まず野辺山 45m 望遠鏡を使った $^{13}\text{CO}(J=1-0)$ の観測と結果が示される。これを 2 章、4 章で議論された $\text{CO}(J=1-0)$ 、 $\text{CO}(J=3-2)$ の観測データとあわせて解析し、M33 の 46 個の巨大分子雲の物理量（温度、密度）を導出している。

第6章では、野辺山ミリ波干渉計を用いた M33 で最も巨大な電離水素領域である NGC604 領域の高分解能観測と結果が示されている。

第7章では、第4章で分類した巨大分子雲の進化段階ごとに星形成則を求めている。すでに大規模な大質量星形成が起きている巨大分子雲が従来の経験則である銀河スケールでの星形成則と同様の相関（ベキ指数 ~ 1 ）を示すのに対し、大規模な大質量星形成の兆候が見られない巨大分子雲は、ずれた相関を示すことを明らかにしている。これは、巨大分子雲の星形成活動度や進化段階の違いが、銀河スケールで測定された星形成則にみられる分散を説明できる可能性を初めて示唆したものである。

以上の結果は、M33 という近傍の渦巻銀河において初めて、巨大分子雲のスケールで星形成の直接の母体である高密度ガスの全容を明らかにし、その物理的特性とその中で起こる大質量星形成のプロセスを詳細に考察したものである。特に、これまで銀河スケールで導かれていた経験的な星形成則を局所的な星形成活動をもとに定量的に精度よく考察した点で、これまでにない知見を与えるものである。なお、本論文中の ASTE 望遠鏡、野辺山ミリ波干渉計を用いた研究（第2、3、4、5、6章）は、論文提出者を主研究者とし、奥村幸子他との共同研究として推進されたものであるが、論文提出者が中心となって観測、解析、考察を行ったものであり、そ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。