

論文審査の結果の要旨

氏名 小野寺 幸子

本博士論文は5章からなる。第1章は、これまでの銀河系内外の巨大分子雲と大質量星形成についての先行研究の成果が簡潔にまとめられている。我々の銀河系内では、個々の巨大分子雲を0.1~10パーセクのスケールで空間分解して観測することで、分子雲内部の物理状態とそこで起こる星形成活動の関連が詳細に調べられてきた。一方、系外銀河の観測では、個々の巨大分子雲を空間的に分解することは難しいものの、500パーセク以上の大きなスケールで、巨大分子雲（の集合体）の量と大域的星形成活動を比較する研究が盛んに行われ、星形成率と分子ガス質量との間に一定の関係（シュミット則と呼ばれる）が存在することが広く知られている。本論文は、高い空間分解能で渦巻銀河の広域サーベイ観測を行い、大質量星が形成されている個々の巨大分子雲の物理状態と、渦巻銀河の腕などで起こる銀河全体に渡るグローバルな星形成活動との間の関係を観測的に明らかにすることを目的とし、局所銀河群内にあり、銀河面全体を俯瞰した観測が可能な渦巻銀河M33を観測対象とした背景が述べられている。

第2章では、まず、45m電波望遠鏡で実施された、一酸化炭素 ($J=1-0$) 輝線によるM33の銀河面領域の広域かつ高感度のサーベイ観測の詳細が記述されている。この観測は、25ビームのマルチビーム受信機とOn-The-Flyマッピング法を組み合わせ実施され、それにより、広い領域に渡って均質性の高い観測データを得ることに成功した。次に、このサーベイ観測の結果を基に、一酸化炭素 ($J=1-0$) 輝線で明るい28個の分子雲に対し、チリにあるASTE望遠鏡を用いて高励起の一酸化炭素 ($J=3-2$) 輝線の高感度観測を行った。

第3章では、45m鏡による一酸化炭素 ($J=1-0$) 輝線及びASTE望遠鏡の一酸化炭素 ($J=3-2$) 輝線の結果が各々まとめられている。一酸化炭素 ($J=1-0$) 輝線によるサーベイ観測の結果から、新たな17個を含む、87個の巨大分子雲が同定された。同定の空間分解能は80パーセク、最小検出質量は1万太陽質量であり、巨大分子雲を分解し、かつ、これまでにない深い最小検出質量を達成した結果、新たな分子雲を数多く発見することに成功した。これらの巨大分子雲のうち、ASTE望遠鏡で観測された28個については、遷移の異なる2つの一酸化炭素輝線の強度比が求められた。一酸化炭素 ($J=3-2$) 輝線の強度は一酸

化炭素($J=1-0$)の輝線強度に単純に比例せず、($J=3-2$) / ($J=1-0$)の強度比は、1程度から非常に小さい値まで大きくばらつく結果となった。

第4章では、第3章の結果をもとに以下の2つの解析と議論を行った。第一に、系外銀河における星形成率と分子ガス質量との間の比例関係であるシュミット則が、今回観測・同定された87個の分子雲に対しても成り立つかどうかを検証した。その結果、100パーセク以下のスケールを持つ巨大分子雲に対してはシュミット則が全く成り立たないことを初めて明らかにした。一方、同じ観測データを用いて、空間分解能を下げていくと、500パーセク以上の空間スケールでは、星形成率と分子ガス質量の間に、従来から提唱されているシュミット則が現れてくることが確認された。これは、個々の巨大分子雲を空間分解していくと、その中で起こっている星形成活動の違いにより、シュミット則が成立しなくなることを示唆した重要かつ新しい発見である。一方、大きなスケールでなぜシュミット則が回復成立するのかについては、物理的な解明が必要な新しい課題を提示している。

第二として、2つの一酸化炭素輝線の強度比には下限値が存在し、それが巨大分子雲の質量が増えるに従って増加するということが、また、同じ質量の分子雲を比較すると、強度比が高いものほど星形成率が高い傾向があるということを見出した。これらの結果から、強度比の下限付近にある巨大分子雲は星形成の初期段階にあり、星形成が活発になった結果、分子雲内のガスの密度・温度が上昇して、強度比も上がったと推定される。この描像は、本研究で初めて明らかになった研究成果であり、銀河円盤内での巨大分子雲の星形成史を解明していく上で新たな知見を与えるものとして評価できる。

第5章は、以上のまとめである。

本論文は、M33において、100パーセクのスケールで、銀河面における巨大分子雲の同定を行い、そこでの星形成活動についての研究を行ったもので、銀河面での巨大分子雲の星形成史を解明していく上で高い意義を有する研究であると評価できる。なお、本研究は、野辺山45mの観測グループとの共同研究であるが、論文提出者が主体となってほとんどのデータ解析及び較正を行ったもので、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ものと認める。