

# 論文審査の結果の要旨

氏名 泉奈都子

銀河系の外縁部は、ガスの密度や金属量が太陽近傍と比較して10分の1程度と低く、宇宙初期での低金属量環境下にある星生成のメカニズムを理解する上で格好の実験室と考えられる。本論文は、この銀河系の外縁部に着目し、そこでの分子ガスおよび星生成の性質について新たな知見を獲得したものである。

本論文は7章および2つの補遺からなる。第1章は序論であり、銀河系外縁部における星生成研究の現状とその意義がまとめられている。銀河系外縁部では、既知の星生成領域の数は高々30個程度にとどまっており、重要な領域でありながら、統計的な研究が行われていないことが指摘されている。

第2章では、銀河系外縁部における星生成領域のケース・スタディとして、銀河系中心から最も遠い分子雲の一つ、Digel Cloud 1 (以下 Cloud 1) に着目し、国立天文台野辺山 45 m 電波望遠鏡による高解像度・高感度な一酸化炭素分子 (CO) 分光撮像観測およびすばる 8.2 m 望遠鏡による近赤外線深撮像観測を行った結果が詳しく記述されている。Cloud 1 の分子ガスのピークに付随する、2つの星団を発見した。K バンド (2.2  $\mu\text{m}$  帯) の光度関数や赤外超過を示す割合から、いずれも年齢が 1 Myr 以下の若い星の集団であること、さらに銀河中心から 19 kpc 以上離れた銀河系外縁部に位置することを明らかにした。また、波長 21 cm の中性水素ガス輝線のアーカイブ・データを利用し、巨大な中性水素ガス雲と銀河系ディスクとの衝突が Cloud 1 における星生成を誘発した可能性が高いことを示した。

第3章では、赤外線衛星 WISE の全天サーベイデータを活用して行われた、銀河系外縁部における星生成領域の系統的な探査の結果が詳述されている。まず、外縁部に位置する既存の星生成領域の WISE での等級および複数の波長間の比 (カラー) を詳細に調べ、WISE データのカラーを使って、星生成領域を高い確度で同定できることを示した。次に、この手法を用いて、ミリ波望遠鏡 FCRAO を使った銀河系外縁部での CO 輝線サーベイで同定された、466 個の分子雲に付随する若い星生成領域を探査した。その結果、252 個の分子雲に対して、新たに 778 個もの星生成領域候補を検出した。その一覧表および赤外・ミリ波画像の例が補遺 A および B に示されている。この成果により、外縁部における星生成領域の統計的研究が初めて可能となったと言える。

第4章では、得られた星生成領域の空間分布を論じている。既に知られている渦状腕に沿った分布に加え、その外側に新たな渦状腕が存在する可能性が示唆された。

第5章では、外縁部に存在する分子雲の物理的性質について統計的に考察を行っている。WISEで選択された星生成領域が付随する分子雲と付随しない分子雲とを比較したところ、分子雲の質量関数が顕著に異なっており、前者では質量関数の傾きがより平らであること、すなわち、より質量の大きな分子雲が多いことが分かった。さらにビリアル平衡を仮定して求めた質量 ( $M_{\text{vir}}$ ) と CO 輝線光度から変換係数を仮定して求めた分子ガス質量 ( $M_{\text{CO}}$ ) とを比較すると、星生成を伴う分子雲の多くは両者がほぼ一致すること、すなわち、分子雲が力学的平衡状態にあることが示唆される一方、星生成を伴わない分子雲は系統的に大きい  $M_{\text{vir}}/M_{\text{CO}}$  比を示し、自己重力系ではないことが示された。

第6章では、星生成の性質が、銀河系中心からの距離の関数としてどのように変化するかについて考察がなされている。分子ガスから星が生成される効率(星生成効率)は、銀河系中心からの距離が 13.5 kpc から 20 kpc の区間で、ほぼ一定であることが分かった。この区間では、原子ガスの柱密度や金属量が大きく変化するが、分子雲単位で見た星生成の性質は金属量などの環境パラメーターに依存していないことが示唆された。

第7章はまとめである。

以上、本論文は、赤外線およびミリ波での撮像・分光サーベイに基づき、銀河系外縁部における星生成領域の系統的な探査を行い、はじめて統計的な研究を可能とする大規模サンプルの構築に成功した。さらに、低水素原子ガス柱密度や低金属量環境下でありながら、分子雲の物理的性質および分子雲から星への生成過程は、太陽近傍など一般的な環境と顕著な差がないことを統計的に見いだしたことは、初期の宇宙における星生成を理解する上で重要な手がかりを与える成果であり、高く評価される。

なお、本論文は、小林尚人、安井千香子、Alan T. Tokunaga、齋藤正雄、濱野哲史との共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、解析及び論証を行ったもので、論文提出者の寄与が充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。