

論文審査の結果の要旨

氏名 鎌崎 剛

低質量星の星形成は中心に原始星が形成される進化段階に達すると分子双極流などの活動現象を示すようになることから、注目を集めて盛んに研究がなされて、多くの知見が得られてきた。しかし、原始星が形成される前の進化段階にあり原始星形成の初期条件についての情報を有すると考えられる前原始星コアについては、観測データが少ないために統一的な理解には達しておらず、実証的研究はまだ始まったばかりとあってよい。

本論文の目的は、このような背景のもとで、そのもっとも有力な候補である“へびつかい座”星形成領域の前原始星コアについて、野辺山宇宙電波観測所のミリ波干渉計（NMA）を用いた高空間分解能の連続波の観測により、前原始星コアの内部構造を明らかにすることにある。ミリ波帯の連続波は固体微粒子からの熱放射であり、光学的に薄く化学反応の影響を受けにくいことから、天体の密度・温度構造の良い指標と考えられているが、これまでの干渉計では、前原始星コアの連続波の観測を行うには感度が十分ではなかった。こういった状況の下で最近のNMAの受信機等の改良によって感度が向上したのをうけて、論文提出者は世界に先駆けて観測的研究を行った。

本論文は全4章から構成されており、まず第1章では、高密度コアから前主系列星に至る低質量星形成の研究についてレビューし、中心にまだ原始星の形成されていない高密度コア（前原始星コア）の基本的理解の欠如を指摘して、その観測的研究の重要性を述べている。その上で、最も近い活発な星形成領域である“へびつかい座”領域のこれまでの観測的研究をレビューし、高密度で星形成活動が見られず、かつ連続波が強いという条件を満たした“へびつかい座A”領域の高密度コアであるSM1, SM1Nをターゲットとして選択している。

第2章では、本論文の最も重要な3mmと2mmの連続波による観測により明らかにされた詳細構造とその解釈が述べられている。これまでの観測では2つの高密度コアからなると考えられていた対象天体を、6つ以上の小さなコアに分解することに成功している。これらの小さなコアは1000天文単位程度のサイズと0.1太陽質量程度の質量を持ち、それぞれが、ほぼ自己重力による拘束状態にある事を示した。また、同領域の $^{12}\text{C O}$ 輝線の高感度の観測も行い、新たな分子双極流を発見しているが、これらは今回着目している小さなコアには付随していない。これに過去の観測結果を加えて、6つのうち1つを除く5つの小さなコアが前原始星コアの進化段階にあることを示している。この上で、これまでの観測から推定

されるもっともらしい速度構造を仮定した考察により、これらの小さなコアのそれぞれが星に進化する可能性と共に、これらの小さなコアが合体して星形成を起こす可能性を指摘している。

第3章では、連続波の観測では得られない速度情報を得るために行った分子輝線観測の結果とそれに基づいた考察を述べている。 $C^{17}O$ と $H^{13}CO^+$ 輝線データからは10以上の小さなコアを同定し、そのデータをもとにこれらの小さなコアも自己重力による拘束状態にあると推定している。しかし、そのピークの位置などの2次元分布は連続波のそれと必ずしも相関が良いとは言えない。論文提出者は、詳細な検討の後、この原因として、いくつかの可能性の中から、ガス相の分子が低温高密度の環境で固体微粒子に固着する説をもっともらしいものと結論している。また、小さなコアの相対運動は領域全体にわたる系統的なものではなく、ランダムに近いもので、その速度も含めて前章での推論と矛盾しない。

第4章では、前原始星コアがこれまで思われていたよりも小さなコアに分解した今回の結果にもとづき星形成の理論的研究との整合性のあるシナリオを提唱し、今回の結果の普遍性の検証のために、今後、同種の観測の必要性を述べている。

以上のように、本論文は、野辺山干渉計の連続波観測により、星形成の過程のもっとも初期にあたる前原始星コアをさらに小さなスケールの構造により構成されていることを初めて明確に示し、星形成の起こる前の状態を明らかにしたものである。これにより、星形成における小さなコアの合体による成長の可能性、また、クラスター形成、多重星形成の手がかりになることが期待され、本論文の成果は博士（理学）を与えるに十分な内容であると認められる。なお、本論文は齊藤正雄氏、平野尚美氏、梅本智文氏、川辺良平氏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・考察を行ったものであり、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）を授与できると認める。