

論文審査の結果の要旨

氏名 平松 正顕

本論文は5章からなり、主要な研究結果は第3章と第4章で述べられている。それぞれ、ミリ波サブミリ波帯における分子輝線および連続波について、南米チリ・アタカマに設置されているASTE望遠鏡を用いて観測を行い、カメレオン座分子雲の星形成の空間・時間構造についての新しい結果が述べられている。

第1章では、星形成研究の現状が概観されている。特に、小質量星形成について、本論文の主要テーマである、分子雲でのフラグメンテーション、およびその結果形成される、原始星の母体となる分子雲高密度コアの重要性について述べられている。

第2章では、今回の観測対象であるカメレオン座分子雲が概観されている。この分子雲は大きく3つの分子雲 (Cha I, II, III) に分かれており、これらの3領域は星形成効率、年齢等が異なる。星形成の起因として考えられている、分子雲間衝突、近傍のOBアソシエーションによるトリガー、乱流などの重要性が述べられている。

第3章では、ASTEによる345 GHz帯の分子輝線: CO (J=3-2)、 ^{13}CO (J=3-2)、 HCO^+ (J=4-3)、 H^{13}CO^+ (J=4-3) の観測とその結果が述べられている。まず、CO輝線の観測からCha Iの2領域 (Ced110とCed112) およびCha IIの1領域 (DC303) で新たに分子アウトフローを検出した。さらに、Ced110領域で発見されたアウトフローは隣接する高密度コアに衝突していることを発見した。これらは、星形成直後の様々な活動性を明確に示したと言える。また、DC303内の原始星周囲での高密度ガスがアウトフローと逆の速度勾配を持っていることを発見した。これは、Class0からClass1への進化に際して円盤状エンベロープがアウトフローによってはぎ取られていく様子を初めて検出したことを意味する。一方、高密度コアをトレースする HCO^+ 輝線は、2領域では検出されたものの、Cha I - Ced112領域では検出されなかった。下で述べる連続波観測の分布とも合わせて考えると、同じCha I領域内でも、Ced110に比べてCed112の方が星形成が進んでおり、星形成が北から南へ空間的に移動していることを明らかに示す。

第4章では、ASTEによる270 GHz帯連続波の高感度無バイアスサーベイ観測とその結果が述べられている。この連続波は低温の星間ダストから放出されると考えられ、この詳細

な強度分布は高密度コアの分布を示す。観測領域は Cha I と Cha II 全体をカバーし、0.1 太陽質量までの分子雲コアを検出することが可能な感度を持つ。つまり、これほどの高感度かつ広領域のミリ波連続波観測は初めてである。その結果、Cha I で 81 個（計 32 太陽質量）、Cha II で 25 個（計 27 太陽質量）のコアを検出した。この結果を $C^{18}O$ 輝線での結果と比べると、同じ天体を検出しているにもかかわらず、それらから求められる質量の相関は必ずしも良くない。これは、両者の観測手法にそれぞれ特徴があり、つまり、 $C^{18}O$ 輝線では拡がった成分を検出しやすいのに対して、連続波では分子のダスト表面への吸着の影響を受けず、分子雲コアの中心部を検出しやすい。このことから、連続波観測は中心集中度の高い天体、つまり内部に原始星を含むかまたは原始星形成直前のコアを選択的に検出していると考えられ、今後の詳細な研究のための大変良いサンプルを提供する。検出された天体の内、すでに星が形成されている天体を除いた 66 個 (Cha I) と 19 個 (Cha II) について、コアの質量関数を調べた。その結果、0.2 から 3 太陽質量の範囲内で、質量関数 $dN/dM \propto M^{-\gamma}$ において、 $\gamma=2.1$ (Cha I)、 1.8 (Cha II) が得られた。これらの値はペルセウス座分子雲やへびつかい座分子雲に対して報告されている値と良い一致を示す。さらに、これらのコア質量関数の指数は標準的な星の初期質量関数の指数 (cf. 2.35; Salpeter) と矛盾しない値であり、このことは、この分子雲での小質量星形成の初期質量関数が、分子雲コアの段階でほぼ決められており、分子雲コアが星の直接の形成母体であることを示唆する。

第 5 章では、本論文の結論と問題点および今後の展望がまとめられている。

以上のように本論文は、ALMA における今後の星形成の研究において重要な役割を果たすカメレオン座分子雲を対象として、ミリ波サブミリ波の分子輝線および連続波を用いた高感度・広領域の観測によって、アウトフローや高密度コアを多数検出し、この分子雲全体における星形成の諸現象、空間・時間的構造の詳細、星形成効率および分子雲コアの質量関数を明らかにしたものである。これらの結果は、星形成の観測的研究において、高く評価できる。なお、本論文は、早川貴敬、立松健一、亀谷和久、大西利和、水野亮、山口伸行、長谷川哲夫 (第 3 章) および川辺良平他 (第 4 章) 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、議論を行ったもので、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と認める。