

論文審査の結果の要旨

氏名 坂井南美

本論文は、星形成領域の中に、炭素鎖分子が豊富に検出される領域があることを明らかにし、それをもとに「暖かい炭素鎖化学」という新しい星間化学反応のスキームを提唱したものである。

本論文は8章から構成される。

まず、1章において、研究の背景が紹介されている。星形成領域においては、従来、大型の有機分子が検出されており、これを説明するために、これらの分子が星形成に伴う温度上昇のために星間塵表面から蒸発してきたとする「Hot Corino 化学」が提唱されてきたことが述べられている。

続く2章においては、本論文で用いたデータを取得するために、世界中の数多くの電波望遠鏡を用いて行った観測について述べられている。

続いて3-6章において観測結果が議論されている。

まず、3章では、L1527における炭素鎖分子の観測結果が議論されている。従来、炭素鎖分子は、星形成以前の若い分子雲コアにのみ豊富に存在し、星形成領域では少なくなると考えられていた。しかし、L1527においては、多種多様な炭素鎖分子が存在していることが、本研究で明らかになった。L1527では、若い分子雲コアの代表であるTMC-1とくらべても、短い炭素鎖分子 C_2H の存在量が極端に多い。このことから、L1527においては、原始星周辺で炭素鎖分子が生成されていることが示唆される。これを説明するメカニズムとして、本論文では「暖かい炭素鎖化学」を提唱している。これは、星間塵の氷層にふくまれている CH_4 が、原始星周辺の暖かい領域で一挙に蒸発し、この状態を基に、気相反応によって様々な炭素鎖分子が爆発的に生成されるというものである。

続く4章においては、L1527における負イオン分子の検出が議論されている。L1527では、まず C_6H^- が検出された。これは、星形成領域では初検出であり、星間分子雲でもTMC-1について2例めである。さらに、第2の負イオン分子 C_4H^- も検出された。これは星間分子雲において初めての検出である。これらの検出は、「暖かい炭素鎖化学」において、負イオンが重要な役割を担っていることを示唆している。

さらに5章においては、L1527において HCO_2^+ が検出されたことを報告している。これは、星形成領域での本イオン分子の初めての検出報告である。 HCO_2^+ は、気相中の CO_2 分子をトレースすると思われる。観測された HCO_2^+ の強度から示唆される CO_2 の存在量を説明するためには、 CO_2 が星間塵の表面で主に形成されるという従来の考え方では不十分であり、気相においても CO_2 が豊富に形成される必要がある。そのメカニズムの一つの候補としても、「暖かい炭素鎖化学」をあげている。

6章においては、「暖かい炭素鎖化学」がL1527だけの特異現象であるのか、他の天体にも起こりえることであるかを調べるための探査結果が報告されている。その結果、IRAS15398-3359において、C₄Hなどの炭素鎖分子輝線が非常に強く検出され、かつHCO₂⁺輝線も観測された。すなわち、「暖かい炭素鎖化学」は、L1527だけの特異現象ではなく、ある条件のもとでは他の天体にも起きていることが示された。

これらの観測結果を受け、7章において「暖かい炭素鎖化学」のおきる原因を考察している。本研究により、星生成領域の化学組成を特徴づける2つの極端なケースがあることがわかった。一つは、多くの星生成領域で大型の有機分子が観測されることを説明するために従来から提唱されてきた「Hot Corino 化学」であり、もう一つが、豊富な炭素鎖分子の存在を説明するために本論文で提唱した「暖かい炭素鎖化学」である。この違いを生んだ原因として、本論文では、星形成領域にける重力収縮のタイムスケールと化学反応のタイムスケールとの関係が重要なパラメータであるという描像を提案している。もし重力収縮のタイムスケールのほうが短いとすると、炭素はCO分子になる前に炭素原子のまま星間塵に吸着される。すると、星間塵の表面において水素化がおりCH₄になり、収縮後の原始星形成にともなう温度上昇により「暖かい炭素鎖化学」が卓越する状況になると考えられる。一方、化学反応のタイムスケールのほうが短いとすると、炭素はCO分子になってから星間塵に吸着されて、塵上での水素化を経て大型の有機分子が形成され、「Hot Corino 化学」が卓越すると考えられる。このように、星形成領域における化学組成の違いは、星形成過程の多様性を反映するものであることが示唆される。

最後に8章において、全体のまとめを行っている。

このように、本研究は、星生成領域において今までにない化学組成状態が存在することを観測的に明らかにし、それを説明するために「暖かい炭素鎖化学」という新しい考え方を導入したものであり、星間物理・化学研究に新たな道を開いたものとして、高い価値を持っている。

なお、本論文は多くの研究者との共同研究であるが、論文提出者が主体となって、観測の提案、観測の実行、データの解析を行ったもので、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（論文）の学位を授与できるものと認める。

理学