

申請者: 小林 将人 (宇宙論研究室(C 研))

題目: The Evolutionary Description of Molecular Cloud Mass Functions  
and Star Formation in Multiphase Interstellar Medium  
(多相星間媒質中における分子雲質量関数の発展と星形成の理論的考察)

## 博士論文の要約

膨張宇宙の基本的構成要素である銀河の時間進化を理解することは、現代宇宙物理学の最重要課題の一つとなっている。銀河は、星・星間媒質・暗黒物質の集合体である。銀河の進化においては、星間媒質と星との間の物質循環、また、それに伴う環境の変化が与える影響は大きなものがあると考えられてきた。例えば、分子雲の中でも1万太陽質量以上の重量がある巨大分子雲の質量分布(質量関数)は、銀河内部の環境に依存した多様性を持つことが示唆されている。また天の川銀河内部の観測から、分子雲同士の衝突現象が大質量星形成に重要な過程であるという示唆も得られている。

これまで、星間媒質を材料に星が形成される詳細な物理過程は、銀河全体から見ると局所的なスケールでの計算によってのみ調べられてきた。銀河円盤全体と個別な星形成領域は、空間スケールにして6桁以上も乖離しており、最新の計算機資源を用いても同時に計算することが困難だからである。そこで申請者は、本論文において、星の材料である分子雲の時間進化と星形成を整合的に与えるモデル構築を行い、星間媒質・星から銀河円盤全体までを整合的に理解することで、過去10億年程度にわたる銀河進化を解明することを試みた。

具体的に、申請者はまず、巨大分子雲の質量関数が銀河内部の環境にどのように依存するかを調べるため、分子雲集団の形成、進化、破壊、そして衝突・合体を取り入れた半解析モデルを定式化した。このモデルにより、分子雲の時間発展を数値計算した結果、観測される質量関数の多様性が、銀河内部の各領域における衝撃波圧縮の頻度依存性を持っていること、巨大分子雲形成の典型的なタイムスケールが観測的に制限可能であることを明らかにした。

次に申請者は、大質量星によって分子雲が破壊された際に生成される水素原子ガスが、巨大分子雲の再生に消費される割合を与える時間発展方程式を導出した。これにより、準定常的な星形成を行っている領域では、分子雲の質量関数の観測からこの再生率についても制限可能であることを示した。

さらに申請者は、分子雲衝突現象に伴って大質量星が活発に形成される過程を与える時間発展方程式を導出した。方程式を数値的に解いた結果、銀河円盤中での星形成に寄与する分子雲衝突には30万太陽質量以上の重量を持つ巨大分子雲が必要であることを明らかにし、一方で、今後の観測で見えられうる分子雲衝突候補天体のほとんどは、30万太陽質量以下である、という予想を得た。

最後に申請者は、多相流体シミュレーションを実行して多相星間媒質中における衝撃波の伝搬を追跡した。このことにより、多相星間媒質の実効的な状態方程式を求めた。この実効的な状態方程式を用いることで、申請者の半解析的理論を銀河円盤全体に接続することが可能となる。