

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書 (平成16年度)

提出期限：平成17年3月14日(月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） B

システム（いずれかを選択） VPP

プロジェクト ID: rya25b

研究代表者（現在のユーザ ID : aikawayr）

氏名	相川祐理	
所属機関名	神戸大学理学部	
連絡先住所	〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1 - 1	
電話番号	078-803-5747	
E-mail	aikawa@kobe-u.ac.jp	
職または学年	助手	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名		

研究課題名

(和文)	星形成コアにおける分子組成進化
(英文)	Molecular Evolution in Star-Forming Cores

研究分担者

[illegible]

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

“Molecular Evolution in Collapsing Cores III: Contraction of A Bonnor-Ebert Sphere”
Aikawa, Y., Herbst, E., Roberts, H., & Caselli, P. 2005, The Astrophysical Journal, 620, 330-346

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

成果の概要

星の生まれる高密度コアについて近年、サブミリのダスト連続波による密度分布の観測、分子輝線による速度場の観測、連続波と分子輝線の比較による分子組成分布の推定が行われている。本研究では重力収縮する高密度コアの密度・速度構造と分子組成分布を数値計算によって調べ、これを観測結果と比較している。今年度は特にダスト表面反応について最新の modified rate 法を採用して氷の組成を詳細に調べた。また近年観測の進んでいる多重重水素化分子の気相および氷中での存在度も求め観測と比較した。

コア内の密度分布は Bonner-Ebert 球に似ていることが観測から分かっている。そこでモデルではまず中心密度が約 10^4 cm^{-3} の Bonner-Ebert 球をつくり、密度をわずかに (1.1 倍) 増やした状態から収縮を開始する。このモデルは観測されている高密度コアの密度・速度分布をよく再現する。収縮コア内の複数の流体素片において化学反応ネットワークを解くことにより分子組成の空間分布を各進化段階で求めた。化学反応ネットワークには気相反応だけでなくダスト表面への吸着・昇華、ダスト表面反応も含まれている。ダスト表面反応については、平均場近似の rate equation をそのまま用いると水素付加反応等を実際より過剰に進めてしまうという問題がある。本研究ではこの点を改善した最新の modified rate 法を用いた。さらに反応ネットワークは多重重水素を含む分子にまで拡張されている。よって本研究ではコアの各進化段階において気相およびダスト上の分子組成分布と重水素比分布が得られる。

中心密度が $3 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$ の段階における気相およびダスト表面の分子組成分布を図 1 に示す。気相分子組成については L1517B 等で観測されている特徴—中心部で CO, CS 等の顕著な減少、 $\text{NH}_3/\text{N}_2\text{H}^+$ 比の増加—が再現されている。ダスト上では表面反応によって水やメタノールなどが生成されている。図 1 の結果は分子雲の静かな領域で観測されている氷の組成と比較して CH_3OH が多く CO_2 が少ない。ただしモデルの氷組成は温度に強く依存する。図 1 では 10 K を仮定しているが、温度を 15 K にしたモデルでは CO_2 が CH_3OH よりも多くなる。これは活性化エネルギーをもつ CH_3OH 生成反応の速度や水素原子の昇華率が 10 K と 15 K では大きく異なるためである。実際の分子雲中では 8K から 30K 程度まで温度にバラつきがあると考えられるので比較は単純ではない。

中心密度が $3 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$ の段階における気相およびダスト上の重水素化分子の分布を図 2 に示す。低温度での交換反応と気相 CO 分子の減少により、特に中心部で分子の重水

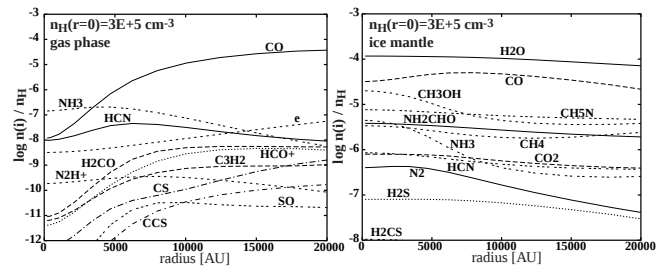


図 1: 中心密度が $3 \times 10^5 \text{ cm}^{-3}$ のコアにおける気相およびダスト表面の分子組成分布

素 / 水素比が元素存在比 ($D/H \sim 10^{-5}$) よりも著しく高くなっている。気相での重水素原子 / 水素原子の存在比が高くなるとこれらが吸着したダスト表面において CH_3OH などの重水素比も高くなる。これらダスト上の重水素化分子は原始星形成後に昇華し気相分子として観測される。 ND_3/NH_3 比の観測値は 10^{-3} 程度であり、本モデルで再現されている。しかし H_2CO , CH_3OH の重水素比は観測値よりも 1 桁程度低い。重水素比が低く見積られたのは、重水素原子 / 水素原子比が低い収縮初期段階でこれらの分子がすでになんかなり生成されてしまうためである。本モデルではダスト上の原子・分子はすべて表面反応を起しうると仮定している。しかし最近の室内実験では、ごく表層に存在する原子・分子しか反応に関らない可能性が指摘されている。この現象を取り入れればコア収縮初期の水分子生成量を減らし、より観測値に近い重水素 / 水素比が得られるかもしれない。

以上の結果は論文としてまとめ、The Astrophysical Journal 誌に掲載された (Aikawa et al. 2005)。

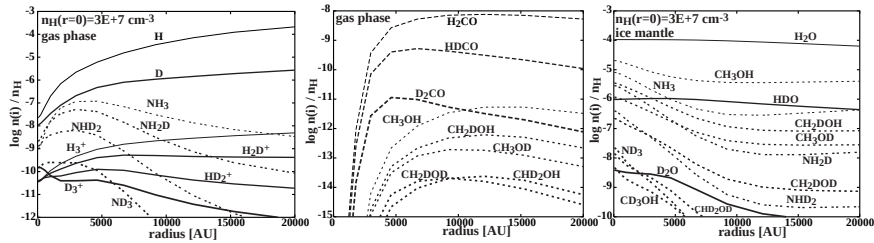


図 2: 中心密度が $3 \times 10^7 \text{ cm}^{-3}$ のコアにおける気相およびダスト表面の分子組成分布