

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

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

< 査読なし論文 (国際会議集録) >

Y. Aikawa, "Chemistry in low-mass star forming regions: ALMA's contribution", ApSS, 2007, in press

< 国際会議 >

Y. Aikawa, "Molecular evolution in star-forming cores and protoplanetary disks", Nobel Symposium 133, Jun 10-15, 2006 Sudertuna Sweden (invited)

Y. Aikawa, "Chemistry in low-mass star forming regions: ALMA's contribution", Science with ALMA: a new era for Astrophysics, Nov. 13-17, 2006, Madrid Spain (invited)

Y. Aikawa, "Astrochemistry in low-mass star forming regions (review)", The 2nd Japan-Taiwan ALMA Science Meeting, Jul 27-28, 2006, Mitaka, Tokyo (口頭発表)

< 国内研究会 >

相川祐理 「Chemical evolution from prestellar cores to low-mass hot cores」 星間物質ワークショップ 2006、低温科学研究所 北海道大学、2006年7月31日 - 8月2日 (ポスター)

相川祐理 「星形成コアにおける分子組成進化：低質量原始星コアの有機分子」 COE シンポジウム：Cross Talk between Chemistry and Planetary Sciences, 神戸大学、2006年10月26日 - 27日 (口頭)

相川祐理 「星形成コアでの分子組成進化：星なしコアから低質量星ホットコアへ」 星形成ミニワークショップ、国立天文台(三鷹)、2006年11月20日 - 21日 (invited)

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

J. di Francesco, N.J. II. Evans, P. Caselli, P.C. Myers, Y. Shirley, Y. Aikawa, M. Tafalla, "An Observational Perspective of Low-Mass Dense Cores I: Internal Physical and Chemical Properties", Protostars and Planets V, 17-32, 2007

成果の概要

ジメチルエーテルや蟻酸などの大型有機分子は従来大質量星形成領域の高温・高密度コア(ホットコア)で観測されていた。しかし近年、低質量原始星においてもこれらの大型有機分子が検出され注目を集めている。これら分子の生成には気相反応だけでなくダスト表面反応も重要な役割を担うと考えられている。一方、AKARIやSpitzer Space Telescopeでは現在、ダスト表面に凍結した氷(分子)の詳細な観測が進められている。

そこで本研究では、気相およびダスト表面の化学反応、特にメタノールをはじめとする大型有機分子の生成を含む化学反応ネットワークモデルを数値的に解くことによって、星

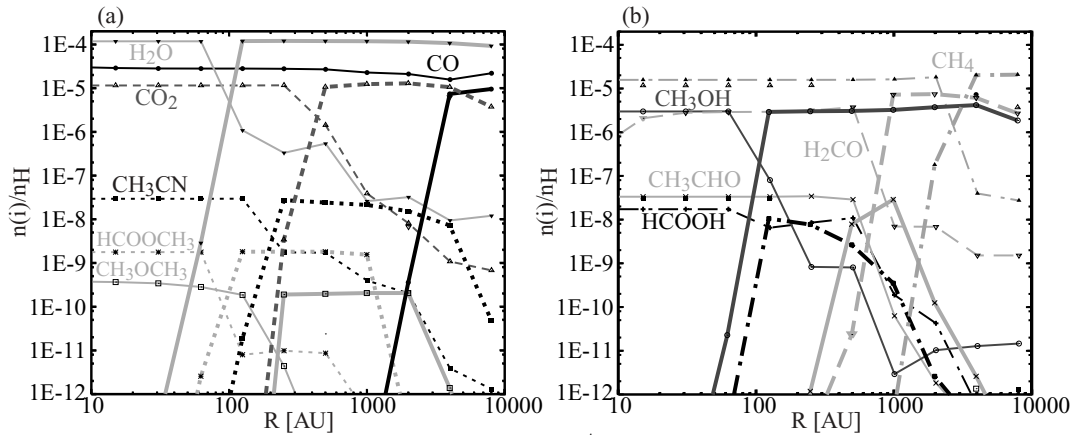


図 1: 原始星コアでのガスおよび氷分子の分布。太線が氷、細線が気相成分。

形成領域におけるこれら分子の気相およびダスト表面（氷マントル）での存在度変化を調べた。分子雲コアの物理モデルとしては、星なしコアから原始星コアまでの進化を 1 次元輻射輸送計算によって求めた Masunaga & Inutsuka(2000) を再解析して用いた。コア内の複数の流体素片について温度・密度・紫外線減光の時間変化を求め、この変化に沿って化学反応ネットワークを解いた。

低温な星なしコアの段階では CO などの重元素分子はダスト表面に吸着して氷となる。収縮加熱によってコアの温度が上昇すると氷が昇華し始める。中心にファーストコアが形成される頃には CO 昇華領域は半径 10 AU 程度にまで達する。質量降着の進行とともにさらにコアの温度が上昇し、原始星が生まれる段階では CO 昇華領域は 100 AU 程度に達する。

分子組成進化、特に大型有機分子の生成を考える上では、流体素片が温度 10 K ~ 100 K の領域を通過する時間が重要である。Masunaga & Inutsuka (2000) のモデルでは、中心に向かって落下する流体素片はこの領域を数 10^4 年で通過する。さらに流体素片は 100 K 以上の高温領域に入ってから 100 年程度で原始星に落下してしまう。これらの時間スケールは大質量星形成領域での値よりも桁で小さい。本研究では、このような短い時間スケールにも関わらず、蟻酸やジメチルエーテルなどの大型有機分子が生成された。大型有機分子は主に 20 K ~ 40 K 程度の領域でダスト表面反応によって生成され、その後流体素片の温度が各分子の昇華温度に達すると気相に放出された。

複数の流体素片について上記のような組成進化を計算し、原始星コア段階でのガスおよび氷組成の空間分布を得た（図 1）。蟻酸など大型有機分子の氷は半径 100 AU ~ 1000 AU 程度で最も多くなることが分かった。これよりも内側では、各分子の昇華温度に従って気相の大型有機分子が多くなる。外側ではメタノールやメタンなどダスト表面での水素付加反応で生成される分子の氷が多い。また、コアが分子雲に埋もれている場合と孤立している場合では、紫外線による光化学反応のために大型有機分子の存在量が大きく異なることが分かった。

以上の結果は、一部国際会議で発表し、現在学術論文としてまとめている。