

若い星周円盤中の高温分子の分布

Distributions of hot molecules in young circumstellar disks

野村 英子 [1]; 相川 祐理 [2]; 中川 義次 [3]; Millar Tom J.[1]

Hideko Nomura[1]; Yuri Aikawa[2]; Yoshitsugu Nakagawa[3]; Tom J. Millar[1]

[1] キーヴズ大学ベルファスト; [2] 神戸大・理・地球惑星科学; [3] 神戸大・理・地球惑星

[1] Queen's Univ. Belfast; [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Kobe Univ.; [3] Dept. Earth & Planetary Sci., Kobe Univ.

近年の天体観測技術の向上により、原始惑星系円盤より様々な分子輝線が検出されている。また、近い将来建設予定の巨大サブミリ波干渉計 (ALMA) は、惑星形成領域からの分子輝線の観測を可能にしつつある。即ち、観測と理論モデル計算の比較による、惑星形成領域の物理・化学構造の解明が可能になりつつある。

さて原始惑星系円盤赤道面付近の化学構造には、ダスト・ガス間の相互作用が強い影響を及ぼす。円盤外縁部の低温・高密度領域では、気相分子がダスト表面に凍結し、ダスト表面で化学反応が進む。ダストが高温領域へ移動すると、ダスト表面の氷マントルから分子が蒸発、さらに気相において化学反応を起こし、より複雑な分子を生成する。

本研究ではこの性質に着目し、円盤内ガス降着流が円盤内縁部の赤道面付近の化学構造に及ぼす影響を調べた。具体的にはまず、局所輻射平衡及び円盤鉛直方向の静水圧平衡の仮定の下、原始惑星系円盤内の温度・密度分布を求めた。次にこの温度・密度分布を用い、ダスト表面分子の気相への蒸発を初期条件とした、円盤内縁部の高温ガス降着流中における非平衡・時間発展の気相化学反応計算を行った。ここで、ダスト表面からの親分子の蒸発の時間尺度は1年未満であるのに対し、親分子の気相反応により娘分子が生成される時間尺度は1万-10万年である。この生成時間の違いは、降着流に沿った円盤半径方向の親分子と娘分子の化学組成分布の違いとして現れた。本研究ではさらにガス降着速度の違いが、娘分子と親分子の組成比の違いとして現れることを確認した。例えばガス降着速度が速い場合には、親分子である CH_3OH は蒸発半径内で一様に組成比が高いのに対し、娘分子である CH_3OCH_3 は円盤内縁部に進むにつれ、より組成比が高くなる傾向が示された。一方でガス降着速度が遅い場合には、 CH_3OH 、 CH_3OCH_3 共にガスが降着流により十分に移動するより先に気相反応により壊されてしまう為、蒸発半径付近の非常に薄いリング上でのみ高い組成比を示すことがわかった。

さらに、得られた物理・化学構造をもとに円盤からの分子輝線の計算も行った。その結果、円盤内縁部からの分子輝線の半径分布が ALMA により観測可能であることを示した。ガス降着流は、原始惑星系円盤内ガスの散逸、ひいては固体惑星の軌道進化及びガス惑星形成に関わる重要な過程である。本研究により、この惑星形成領域におけるガス降着過程が、ALMA による観測と理論モデル計算との比較により検証できる可能性が示唆された。