

原始惑星系円盤における複数の重水素濃縮経路

Multiple Paths of Deuterium Fractionation in Protoplanetary Disks

*相川 祐理¹、古家 健次²*Yuri Aikawa¹, Kenji Furuya²

1. 東京大学大学院理学系研究科天文学専攻、2. 筑波大学計算科学研究センター

1. Department of Astronomy, Graduate School of Science, University of Tokyo, 2. Center for Computational Sciences, University of Tsukuba

低温下における化学反応では分子の重水素比(XD/XH)は元素のD/H比よりも高くなる。この重水素濃縮はいくつかの発熱交換反応に起因する。近年、ALMAで重水素化分子の円盤内での高空間分解能観測が行われており、分子種によって空間分布が異なることが示された。例えばTW HyaではDCN輝線は中心集中しているのに対して、 DCO^+ はリング状の輝度分布を示す。空間分布は各分子の重水素化を引き起こす反応に依存すると考えられる。つまり、HCNの重水素化は HCO^+ と比べて、より高温でも効く発熱の大きな交換反応に起因することになる。しかし、DCNと DCO^+ が似たような分布を示す円盤もある。そこで本研究では、詳細な気相-固相反応ネットワークを用いて、円盤内での分子の重水素化過程、および円盤の様々な物理パラメタへの重水素濃縮の依存性を調べた。その結果、以下のことが分かった。まず、円盤では従来から注目されてきたHDとの交換反応に加え、D原子との交換反応も効くことがわかった。分子柱密度の分布はダストサイズに依存する。ダストが星間ダストサイズの場合、円盤中心面では分子の凍結が激しい一方、円盤表層は紫外線から遮蔽されガス分子が豊富になり、分子柱密度が比較的平らになる。ダストが成長すると表層で分子が光解離される一方、中心面では凍結の効果が弱まり DCO^+ などが増えて柱密度に寄与する。乱流拡散は原子やラジカルを表層から中心面に運び、中心面の氷を表層に運ぶ。その結果、一般に分子組成・柱密度は乱流拡散に対して複雑な依存性を持つ。円盤内側でのHCN,DCNの柱密度は乱流拡散によって著しく減少する。水氷をまとったダストの沈殿と移流は円盤内のC/O比を上昇させると予想されている。C/O比の変化は重水素化分子の分布には大きな影響は及ぼさないが、HCN, DCNを増加させる。

キーワード：原始惑星系円盤、重水素濃縮

Keywords: protoplanetary disks, Deuterium fractionation