

P230a Multiple Paths of Deuterium Fractionation in Protoplanetary Disks

相川祐理 (東京大学), 古家健次 (筑波大計算科学研究センター), Eric Herbst (Univ. of Virginia)

地球の海水などにみられる重水素濃縮は低温下での化学反応の名残であると考えられている。濃縮は分子雲の他、原始惑星系円盤でも起きる可能性がある。円盤内での重水素濃縮がどこでどの程度起こるのかを探るため、近年 ALMA など重水素化分子の輝線観測が行われ、強度分布が分子種、天体によって異なることが分かってきた。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⁺ 輝線は外縁部で強い。よってこれらの分子は異なる重水素化反応で生成すると考えられる。一方 AS 209 では DCO⁺ と DCN の分布は似ている。

そこで我々は、原始惑星系円盤モデルにおいて重水素を含む化学反応ネットワークモデルの数値計算を行い、重水素濃縮過程を調べた。モデルには重水素濃縮に影響を及ぼす H₂ などのオルソ・パラ変換も含まれている。その結果、円盤内の領域によって異なる重水素化反応が効くことがわかった。特に円盤上層部や内側の温かい領域では、従来注目されていなかった D 原子による交換反応が効くことがわかった。また、CH₂D⁺ による重水素化の効率を正しく評価するためには H₂ のオルソ/パラ比が重要あることもわかった。円盤内でダストが成長している場合、円盤表層では光解離反応が卓越し、円盤中心面では凍結率が低下する。この場合、DCO⁺ や N₂D⁺ は主に円盤中心面に存在することになる。特に DCO⁺ は CO 氷線などを反映したリング状の分布になる。一方、小さなダストが多い円盤では、中心面での凍結率も表層での紫外線減光率も高く、DCO⁺ は円盤上層に多く存在する。N₂H⁺ は HCO⁺ よりも D 原子との交換反応のエネルギー差が小さいため、N₂D⁺ は円盤上層では比較的少ない。円盤内の乱流は、D 原子を中心面に運ぶ一方、CO や NH₃ などの主要な氷を光解離の効く円盤表層に運ぶので、重水素化分子が乱流によって減るか増えるかは、乱流強度や領域によって異なる。