

星間塵表面でのメタノールの重水素濃集過程

Process of hydrogen isotope fractionation of methanol on interstellar grains

長岡 明宏[1]; 渡部 直樹[2]; 香内 晃[3]

Akihiro Nagaoka[1]; Naoki Watanabe[2]; Akira Kouchi[3]

[1] 北大・低温研; [2] 北大・低温研; [3] 北大・低温研

[1] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [2] Inst. of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [3] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ

<http://risu.lowtem.hokudai.ac.jp/>

星間分子雲中では重水素(D)を含む分子(D体)がこれまで26種類ほど見つかった。特に最近、複数の水素原子(H)がDに置換された分子が発見されており、すべて水素化している分子(H体)との気相中での存在比の大きさが注目を集めている。例えば、小質量原始星での気相中のD体とH体の存在比として、 $D_2CO/H_2CO \sim 0.03$ (Ceccarelli et al. 2002), $CH_2DOH/CH_3OH \sim 0.9$ (Parise et al. 2002) という値が報告されている。これらの値はD原子のH原子に対する宇宙存在度($\sim 10^{-5}$)に比べるかに大きい。この異常濃集はこれまでに気相反応を中心に研究されているが、原因はいまだ明らかになってはいない。

我々は観測されている D_2CO や CH_2DOH などの分子の存在度を説明する鍵として、星間塵表面反応が重要な役割を果たしているのではないかと考えている。実際、H体の H_2CO および CH_3OH は気相中では生成されにくく、塵表面($\sim 10K$)でCOへのH原子付加反応によって効率的に生成されるということが明らかになっている(Watanabe et al. 2003)。そこで、塵表面におけるDの濃集過程として、まず CH_3OH のHとDの置換反応に着目し、実験を行った。

実験方法・手順は次の通りである。 1×10^{-9} Torrの超高真空槽中に設置したAl基板を10Kまで冷却し、そこに擬似星間塵表面として CH_3OH を蒸着させる。続いてマイクロ波放電によって生成されたD原子を CH_3OH に照射した。D原子照射中の CH_3OH の変化は赤外線吸収分光法(FT-IR)によりその場観測した。また、一度生成されたD体が再びH体に変化するかどうか調べるため、 CD_3OD にH原子を照射する実験も同様に行った。

CH_3OH にD原子を照射した結果、数種のメタノールのD体が効率的に生成された。一方、 CD_3OD にH原子を照射した実験ではメタノールのH体の生成はほとんど見られなかった。この結果から CH_3OH は塵表面でのD原子置換反応により効率的に重水素化し得るということが初めて明らかになった。また、一度重水素化したメタノールは水素化しにくいいため、塵表面でDの濃集が効率的に起こりえるということが我々の実験から初めて示唆された。