

氷星間塵表面における CO 分子への重水素付加反応

The Addition of deuterium atom to carbon mono-oxide on interstellar ice surface

日高 宏[1]; 香内 晃[2]; 渡部 直樹[3]

Hiroshi Hidaka[1]; Akira Kouchi[2]; Naoki Watanabe[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. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ; [3] Inst. of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.

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

1. はじめに

近年、赤外天文衛星の観測より分子雲中の氷塵内に一酸化炭素(CO), ホルムアルデヒド(H₂CO), メタノール(CH₃OH)といった有機分子が比較的多く存在していることが明らかになった。これら H₂CO 及び CH₃OH は氷塵固体表面における CO 分子への水素逐次付加反応(CO → HCO → H₂CO → CH₃O → CH₃OH)により生成される事を理論的には議論されており実験的にも Watanabe & Kouchi (2002)の 10K の CO+H₂O 混合氷に水素原子を照射する実験により高効率に生成されることが明らかになった。一方、分子雲中の氷塵内に重水素体(D 体)のホルムアルデヒド(D₂CO)や、メタノール(CH₂DOH)などの存在も観測によって見つかっている。これら D 体への興味の一つとして、宇宙空間に存在する H 及び D 原子の存在度に比べて異常なまでに D 体分子が多いことがあげられる。これまでこの D 体異常濃集についての研究が気相反応を中心に調べられてはいるが、未だにこの現象の解明には至っていない。

2. 本研究の目的

我々は氷星間塵中に存在する D 体のホルムアルデヒドやメタノールは、氷星間塵上における表面表面反応、つまり CO 分子への D 原子逐次付加反応又は、H 体分子の D 原子による H-D 置換反応により生成されると予想している。そこで、重水素原子逐次付加反応が D 体ホルムアルデヒド、メタノール濃集の原因となりえるかを解明するために、CO 分子への重水素原子逐次付加反応について実験を行い水素原子付加反応の実験結果との比較を行う。

3. 実験と結果

真空槽内に設置されたアルミ基板を 10K 及び 15K に冷却し、その基板上に生成した CO+H₂O 氷表面に D 原子照射を行い、CO 分子の減少及び生成物を赤外吸収分光計(FTIR)を用いて測定した。各氷温度の測定で D 原子照射と共に CO の減少、及び D₂CO, CD₃OD 分子生成が見られた。これらは H 体の場合と同様に重水素逐次付加反応(CO → DCO → D₂CO → CD₃O → CD₃OD)により生成されたと考えられる。氷温度による CO 分子減少の温度依存性はほとんど見られず、これは H 原子照射の結果(Watanabe et al. 2003)と一致する。氷温度 15K の実験で CO → HCO 及び CO → DCO それぞれの反応速度定数比 k_D/k_H を求めると、約 0.25 であった。これは D 原子の付加反応が H 原子に比べて 5 倍遅いことを示している。この H 原子と D 原子の反応速度の差異は、この CO → DCO (HCO) 反応がトンネル反応により生じていると考えれば、D 原子および H 原子の質量比からくるトンネル確率の違いで説明できる。また、現在解析中ではあるが、D₂CO 及び CD₃OD の生成反応速度も H 体のそれに比べて遅い傾向が見られた。これらの結果により、D 原子逐次付加反応によってのみからは D 体ホルムアルデヒド、メタノールの濃集を説明することは困難であることが明らかになった。

参考文献 : N. Watanabe & A. Kouchi *Astrophys. J. Lett.* 571, 173 (2002)

N. Watanabe, T. Shiraki, and A. Kouchi, *Astrophys. J. Lett.* 588, 121 (2003)