

星間塵氷マントル生成：水素原子-酸素分子表面反応

Formation of ice mantle by hydrogen atom addition reaction with solid oxygen at low temperatures

宮内 直弥 [1]; 日高 宏 [2]; 千貝 健 [3]; 長岡 明宏 [2]; 渡部 直樹 [4]; 香内 晃 [5]

Naoya Miyauchi[1]; Hiroshi Hidaka[2]; Takeshi Chigai[3]; Akihiro Nagaoka[2]; Naoki Watanabe[4]; Akira Kouchi[5]

[1] 北大・低温研; [2] 北大・低温研; [3] 北大低温研; [4] 北大・低温研; [5] 北大・低温研

[1] Inst. Low Temp. Sci. Hokkaido Univ.; [2] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [3] ILTS, Hokkaido Univ.; [4] Inst. of Low Temp. Sci., Hokkaido Univ.; [5] Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ

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

宇宙空間(分子雲)では、さまざまな分子が気相および固相に観測されている。特に固体分子に占める水分子(氷)の割合は極めて高く、太陽系外縁部や分子雲などで大量に見つかっている。水分子の生成には、分子雲に存在する低温星間塵上での表面反応が大きく関わっていると考えられているが、その詳細はよく分かっていない。

今回我々は低温星間塵表面(~10 K)での酸素分子-水素原子反応が水分子生成に繋がるか、またそうであればその反応速度はどの程度なのかを初めて実験的に調べた。H + O₂ の反応は気相ではよく調べられており、水分子の前駆体と考えられる HO₂ 生成反応の活性化エネルギーは非常に小さいとされているが、H₂O₂ から H₂O への活性化エネルギーは 1800~2160 K の活性化エネルギー障壁が報告されている。10 K という低温領域では、アレニウス(熱)的な反応は著しく律速されるが、水素原子は質量が軽いいためトンネル効果によって化学反応が進行することが考えられる。

実験は、北大低温研に設置されている Apparatus for SURface Reaction in Astrophysics (ASURA) を用いて行った。超高真空槽に設置した 10 K のアルミ基板上に酸素分子を 8 分子層蒸着後、70 K に冷却した水素(重水素)原子を照射し、組成変化をフーリエ変換赤外分光計でその場観測した。

水素原子照射実験の結果、反応生成物として H₂O₂ (D₂O₂), H₂O(D₂O) が観測された。O₂ から、H(D) 原子付加反応により、H₂O₂ (D₂O₂) が生成され、次に H₂O(D₂O) が生成される。それぞれの生成速度には違いがあり、同位体効果が観測された。またこれらの反応速度は、これまでに調べた H(D) + CO 反応に比べ非常に速いことが明らかになった。