

カーボンナノチューブと窒素、酸素等との相互作用

(熊大院自然¹、熊大理²、中部大工³、NASDA⁴)

市村憲司¹・〇梶原 梢²・今枝健一³・井口洋夫⁴

1. 緒言：超電導相を有する Na-N-C₆₀ 三元系化合物及び、Na-H-C₆₀-N 四元系化合物中からの窒素の昇温脱離スペクトルを今枝らは報告している。窒素の脱離ピークは高温領域にあり、NaN₃ の分解に伴う窒素の放出温度とは異なっている。一方、C₆₀-N₂ 系では低温領域と 500K 付近、カーボンナノチューブ-N₂ 系では窒素の脱離ピークは低温領域のみ現れることを金らは報告している。

炭素原子が網目の形で結びついてできたナノメートルサイズの非常に小さな筒状の物質であるカーボンナノチューブには様々な形状があり、その形状によって物理的及び化学的性質が変化する。本実験では以前用いられたカーボンナノチューブとは異なる形状である竹状のカーボンナノチューブと二原子分子、多原子分子との相互作用について昇温脱離実験を行った。ここでは特に窒素の昇温脱離実験について報告する。

2. 実験：今回使用したナノチューブは、multi-wall carbon nanotube で、3-10 層、直径 2-10nm、長さ 3~10 μm のチューブであり、両端が開いているもの (OM) と、閉じているもの (CM) を使用した。ナノチューブを入れたセルを真空排気し、系内を超高真空 (5×10^{-8} Pa) にして反応させる気体を 1 気圧導入し、473K で 1 日~10 日接触させ、その後、 10^{-4} Pa まで排気して、昇温脱離スペクトルを液体窒素温度から約 1200K まで 5K/min の速度で測定した。

3. 水素の昇温脱離スペクトルでは、 C_{60} では300K と 820K に観測され、ナノチューブはどちらも260K と 650K 付近に観測された。300K 以下で脱離した水素は、弱い結合力で化学吸着しているものと思われる。600K 以上の高温で脱離した水素は、大きな脱離活性化エネルギーを持ち、化学結合のような相互作用を持つと考えられる。また、ナノチューブの脱離ピークは C_{60} より低く、そのことより、水素とナノチューブの相互作用が C_{60} との相互作用よりも小さいと思われる。窒素の昇温脱離スペクトルでは、 C_{60} 、ナノチューブどちらにも300K 以下に脱離ピークが観測された。 C_{60} は、ナノチューブに比べると吸着、吸蔵している量は少ないが、500K 付近と 800K 付近にはっきりとピークがあらわれた。これは化学結合のような相互作用によるものと考えられる。ナノチューブの高温側のピークは同じ分子量であるCOの脱離と考えられる。一酸化炭素では、400K 以下で、 C_{60} 、ナノチューブのどちらにもいくつかの脱離ピークが観測された。弱い脱離ピークは、 C_{60} で500K と 750K 付近、ナノチューブでは700K 以上にあらわれた。以上より、水素の吸着、吸蔵は C_{60} 、CMが多いので、水素の吸着、吸蔵には各分子の間隙が有効に働いていると思われる。それに対して、窒素の吸着、吸蔵には分子の中や、側面の間が有効に働いていると考えられる。

