

単層カーボンナノチューブへの各種ガスの吸着特性

Adsorption Properties of Different Gases to Single-Wall Carbon Nanotubes

■ はじめに

Introduction

カーボンナノチューブは一般に高い比表面積を有し、優れた吸着剤としても応用が考えられます。今回、市販されている 3 種類の単層カーボンナノチューブ (Single-Wall Carbon Nanotube, 以下 SWCNT と略します) を対象に、各種ガスの吸着特性を測定・比較した結果をご紹介します。

測定には、高性能比表面積/細孔分布測定装置 ASAP2020 マイクロポアシステム (Fig.1) を用いています。測定対象は、いずれもアーク放電法による SWCNT で、製造時に使われる触媒の異なる A と B、さらには B を高純度化した C の 3 種類です。



Fig.1 ASAP2020 外観
Overview of ASAP2020

■ 液体窒素温度での窒素吸着測定

Nitrogen Adsorption (LN₂ temperature)

比表面積/細孔分布測定のために、最も一般的に使用される、液体窒素温度 (77°K) における窒素ガス吸着を行い、その際に得られた吸着等温線を Fig.2 に示します。またこの等温線から得られる BET 比表面積 (BET Sa) と全細孔容積 (TPV, Total Pore Volume

の略) も図中に示しました。使用する触媒により全細孔容積に大きな差が生じていること、高純度化 (B、C) で比表面積が約 2 倍 (177 ~ 360 m²/g) に増加していることなどが読み取れます。

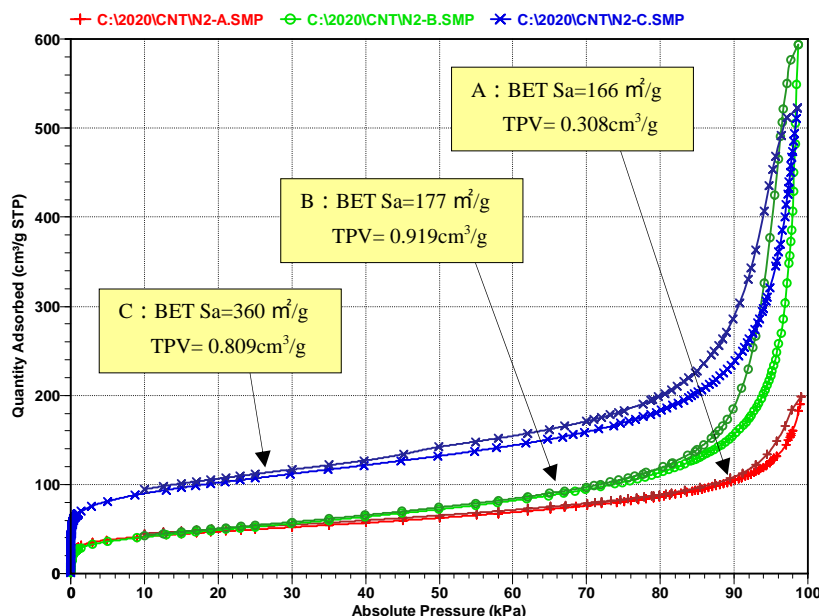


Fig.2 SWCNT への窒素ガスの吸脱着等温線 (液体窒素温度)
Adsorption & Desorption Isotherms of Nitrogen on SWCNTs (LN₂ temperature)

さらに極低圧領域に着目し、HK (Horvath-Kawazoe) 法によるマイクロポア解析を行いました。Fig.3 に積分型、Fig.4 に微分型の細孔分布を示します。特に高純度化されたCのマイクロポア領域(細孔直径2nm以下)の細孔容積(大きい矢印)は、Bのそれ(小さい矢印)の2倍以上になることがこれらの結果から見て取れます。

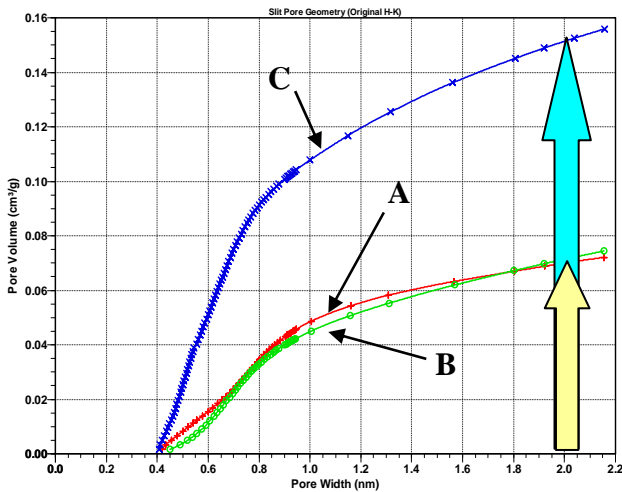


Fig.3 HK法による積分細孔容積分布 Horvath-Kawazoe Cumulative Pore Volume Plot

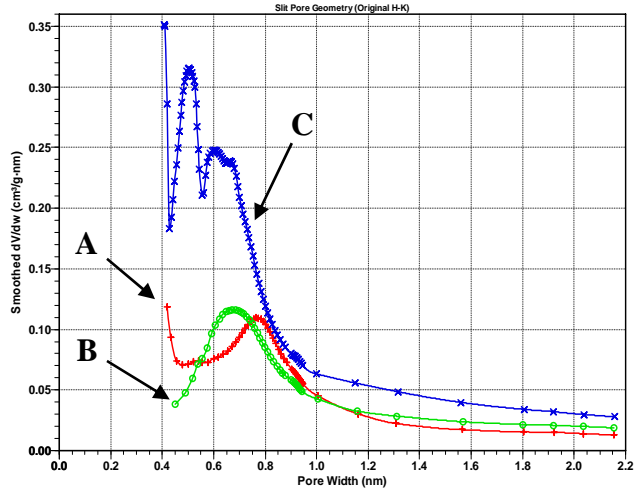


Fig.4 HK法による微分細孔容積分布 Horvath-Kawazoe Differential Pore Volume Plot

■ 水素吸着と炭酸ガス吸着

Adsorption of Hydrogen and Carbon Dioxide

同じA,B,Cの3種類のSWCNTに対して、液体窒素温度における水素ガスの吸着等温線、ドライアイス+メタノール温度(195°K)における炭酸ガスの吸着等温線を、それぞれFig.5、Fig.6に示します。

低圧部分を除き、水素と炭酸ガスの吸着量は、サンプルC>A>Bとなっており、単純に比表面積(C>B>A)や全細孔容積(B>C>A)の違いだけでは説明できません。また、その比率や、圧力領域によっては逆転が起

きていること、単位表面積あたりではAが最も吸着能力が優れていることなど興味深いデータを得ることができました。

このように異なるガスの吸着特性を調べることで、比表面積だけでなく固体表面のいろいろな評価を行うことができます。これはSWCNTだけでなく他のナノテク材料や吸着剤への応用も可能です。

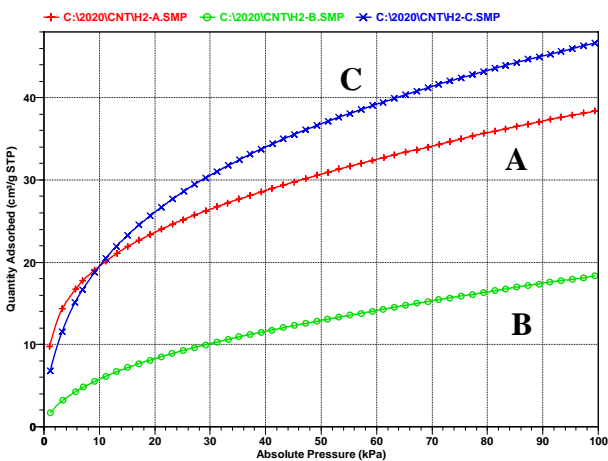


Fig.5 液体窒素温度での水素吸着等温線 Adsorption Isotherms of Hydrogen (LN₂ temperature)

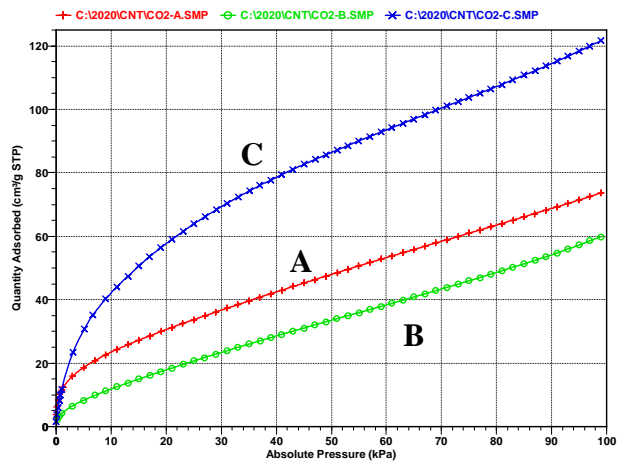


Fig.6 ドライアイス+メタノール温度での炭酸ガス吸着等温線 Adsorption Isotherms of Carbon Dioxide (Dry Ice & Methanol temperature)

初版発行:2007年7月