

はじめにお読みください

この文章は、研究室に所属する学生が研究活動の一環として作成してくれたものです。研究室セミナーの時間に輪番で発表してもらい、研究に関連した事項の基礎知識の向上をはかりました。内容・文章ともに未だ不完全なものもありますが、2018 年度に調査してくれたものを公開いたします。

※学生の作成してくれたファイルをそのまま公開しております。ところどころ誤った記述もあるため、内容については保証いたしかねます。ご注意ください。
(2019 年度以降、少しずつ改訂していく予定です。)

2018 年 3 月 名古屋工業大学 川崎・石井研究室
<http://kawasaki.web.nitech.ac.jp/jp/tips/index.shtml>

【執筆者一覧】

・ 卒研究生

伊達 怜実、堀之内 理紗、山田 えみり、吉谷 駿、渡邊 裕介

・ M1

浅井 七海、亀岡 真祐子、近藤 航平、長谷川 毅、横井 和真、高橋 実夏子

・ M2

石亀 弘基、久野 潤也、中村 元海、林 遼治、松下 一樹、眞鍋 駿

・ D3

李 蒼昊

【窒素吸着】

20.平均直径 3 nm の単層カーボンナノチューブの窒素吸脱着等温線を測定し、BJH 解析をしてみました。BJH 法で求めた細孔径は分布が広く、ナノチューブの直径から予想される値と一致しません。なぜですか？

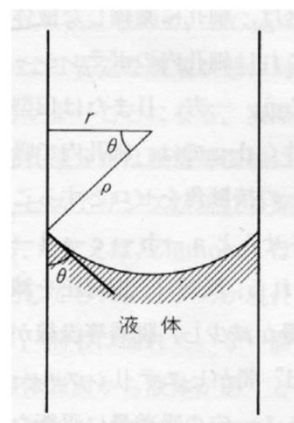
作成日： 2018 年 5 月 7 日

担当者： 林 遼治

メソ孔(2~50nm)を持つ材料細孔分布の細孔分布を窒素吸脱着等温線から求めるためには、細孔内での飽和蒸気圧と毛細血管現象を考える必要がある。細孔内での飽和蒸気圧についての Kelvin の式と細孔のモデルを以下に示す。

Kelvin の式

$$\ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = -\left(\frac{2V_m\gamma}{rRT}\right)\cos\theta$$



ここで V_m は液体のモル体積、 γ は液体の表面張力となる。この式は平らな液面とは異なり、飽和蒸気圧が液体表面の曲率に依存することを示している。Kelvin の式から毛細管中の液面は飽和蒸気圧が小さくなるので液化が起こる。これを毛細血管現象と呼ぶ。

Kelvin の式を用いて細孔分布を計算することができる。窒素吸着を用いる場合、Kelvin の式に定数を代入すると次式のようなになる。

$$r_k = \frac{0.953}{\ln\left(\frac{p_0}{p}\right)}$$

ここで r_k は相対圧 p/p_0 で凝集が起こる細孔半径で、Kelvin 半径と呼ぶ。しかし、凝集が起こる前に細孔内の側面には吸着が起こっているので実際の半径はこれより大きい。吸着膜の厚さを t とすると実際の細孔半径 r_p は次式となる。

$$r_p = r_k + t$$

細孔は全て円筒型を想定し、Kelvin の式を基に算出する。このような細孔分布の計算を BJH 法と呼ぶ。

BJH 法で求めた細孔径は分布が広く、ナノチューブの直径から予想される値と一致しない理由としては、カーボンナノチューブはバンドル構造を持つため、繊維間の空間も細孔として計算されてしまう。よって幅広い細孔分布となる。

参考文献

近藤精一 「吸着の科学」