



# グラフェンベース規則細孔体

金子克美

信州大学環境・エネルギー材料科学研究所

## 1. 背景と研究目的

申請者は高表面積のナノ細孔性グラフェンモノリスを開発した (Carbon (2014),(2015))。このグラフェンモノリスは超軽量で形態を制御できる利点を有するが、細孔構造に分布がある。グラフェン層間にピレンなど平面分子をピラーとして導入し規則構造性を有するマイクロ細孔構造を創出することができると、化学的安定性と電気伝導性に優れた電極創製も可能になる。本実験ではピレン誘導体と酸化ナノグラフェンコロイドを用いて、ハイブリッド化・還元をして通常の X 線回折パターンにグラフェン-ピレン-グラフェンの規則構造由来らしき極めてブロードなピークを認めている。しかし、グラフェン間にピレン積層体がピラーとして挿入されていると見られるメソ細孔 (3 nm 程度) も生成している。このメソ細孔に対する規則構造的知見を X 線小角散乱法によって明確にする。

## 2. 実験内容

図 1 にピレン誘導体ドーブ細孔性グラフェンの X 線回折を示す。グラフェン層間にピレン誘導体がドーブされていれば、図 1 の  $12^\circ$  付近にピークが見られても良い。その付近にはどうやらブロードなピークがありそうではあるが明確ではない。特に窒素吸着等温線から新たな細孔生成が明瞭である  $B(OH)_3$  誘導体についてシンクロトロン小角散乱測定を実施した。試料が水蒸気をマイクロ細孔中に吸着している場合に細孔構造が変わる可能性があるため、水蒸気を飽和蒸気下で吸着した試料と乾燥試料の両者について測定した。

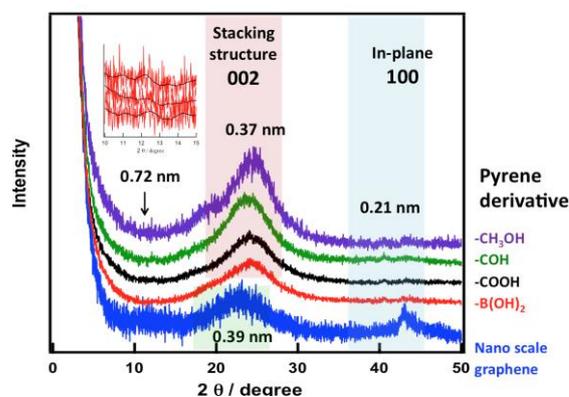


図 1. X-ray diffraction patterns of pyrene-derivatives-doped porous graphenes

## 3. 結果および考察

図 2 にはピレンドープなしと  $B(OH)_2$  ピレンドープ細孔性グラフェンのシンクロトロン X 線小角散乱の結果を示す。図 2 にあるように小角領域に明瞭なピークは見られず、小角領域に著しい散乱が認められた。これは細孔が多いが、規則的な細孔構造が存在していないことを意味している。窒素吸着の細孔分布から得られる  $0.7 \text{ nm} (+0.34 \text{ nm})$  炭素層の厚さ) 及び  $3 \text{ nm} (+0.34 \text{ nm})$  程度の細孔は、空間的に規則構造性を持っていないと思われる。水蒸気吸着サンプルでは小角領域の散乱が減少することからも、細孔リッチな構造ではあるが、未だ十分な空間的な規則性は持っていないようである。先の方法 1 に習い今後窒素吸着からの細孔構造と X 線小角散乱からの細孔構造の比較検討から、これら試料中のオープン細孔、潜在細孔などの分布解析を行う必要がある。

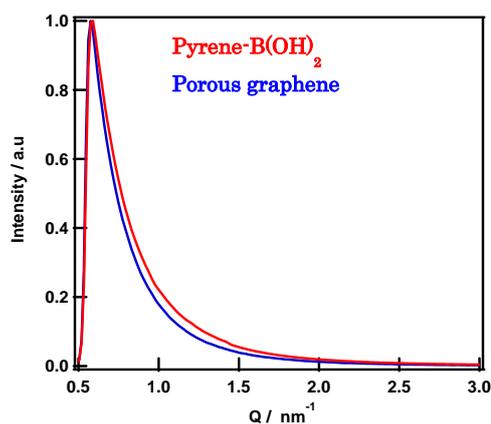


図 2. Small angle X-ray scattering of porous graphene and  $B(OH)_3$ -pyrene doped graphene

## 4. 参考文献

1. S.Wang, D. Ábrahám, F. Vallejos-Burgos, K. László, K. Takeuchi, M. Endo, K. Kaneko, Distorted graphene sheet structure-derived latent nanoporosity, *Langmuir* 2016, 32, 5617–5622