



糖と糖誘導体を原料とする炭素材料の構造解析-その2

久保 史織

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

キーワード：多孔質カーボン材料, 規則ナノ構造, 糖, 糖誘導体, 水熱合成, 両親媒性ポリマー

1. 背景と研究目的

サステイナブルな炭素材料合成として、糖を原料とし水熱手法をプロセスとした炭素材料の合成が近年精力的に進められている。特に水熱合成において、両親媒性ブロックコポリマーの形成する液晶相等をテンプレートとして用いることで、糖由来カーボン材料に階層性や規則性を持つナノ細孔構造が付与され、^[1,2] 高性能な多孔質カーボン電極材等としての応用の道が開かれる。^[3] これに対し実験者らは、得られるカーボンナノ構造の最適化や水熱合成プロセスの改良を可能にすることを目的として、水熱条件等の各種パラメータを制御し、それぞれの条件におけるおよそ数～数十ナノメートルレベルにおける秩序構造の解析に取り組んできた。本測定では、昨年度の実験に続き、合成パラメータをさらに変化させ、得られるカーボンナノ構造を放射光 X 線透過散乱測定によって解析する。

2. 実験内容

糖および糖誘導体を炭素源として水熱手法により炭素粉末を合成した。得られるカーボン粉末およびカーボンとポリマーとの複合体をサンプル窓に充填した後、カプトン膜で窓両面を挟む方法、もしくはガラスキャピラリーに充填する方法により測定セルを作製した。X 線小角散乱ビームライン BL8S3において、サンプル面に放射光 X 線ビームを照射し、透過散乱パターンを二次元半導体検出器(PILATUS 100K)により検出し、二次元散乱パターンおよび q 値 [nm^{-1}] に対する一次元散乱強度パターンを得た。

3. 結果および考察

得られた散乱強度パターンにおける Bragg ピークの有無から規則ナノ構造の有無を判別し、ピークが現れる場合はピーク位置(q 値)から規則構造の繰り返し幅の大きさを求めた。

糖を原料とし両親媒性ポリマーをテンプレート剤として使用した場合は、濃度比等の水熱条件を変化させて合成したサンプルの多くでは、ブロードではあるが、 $q = 0.3 \sim 0.4$ [nm^{-1}] 付近に Bragg ピークの第一ピークが観測され、規則ナノ構造の形成が確認された。

糖誘導体を原料とした場合には、糖誘導体の種類を変化させた場合、ある複数のサンプルに対し明確な Bragg ピークではないものの、散乱強度パターンにおける複数の膨らみが観測された。このような強度パターンの傾向は、主に $q = 0.2 \sim 1.0$ [nm^{-1}] の範囲に観測された。よって前回の実験課題の結果と合わせて考察すると、糖誘導体を原料とし両親媒性ポリマーを用いない系においても、糖誘導体の種類や水熱条件を選択すれば、数～数十ナノメートルの大きさの秩序構造が形成され得ることが示唆された。

4. 参考文献

[1] S. Kubo et al., *Chem. Mater.* **2011**, 23, 4882.

[2] S. Kubo et al., *Chem. Mater.* **2013**, 25, 4781.

[3] S. Kubo, A. Endo, S. Yamazaki, *J. Mater. Chem. A*. **2018**, 6, 20044.