



窒素を添加したヘテログラフェンの局所構造解析

渡部孝¹, Wang Xiaoyang¹, Yelin Zhao¹, Rinyarat Naraprawatphong¹, Jing Nie¹,
 牟田幸浩¹, Junmo Moon¹, Sangwoo Chae¹, 齋藤永宏¹, 渡辺義夫²
 1 名古屋大学, 2 あいちシンクロトロン光センター

キーワード：ヘテログラフェン, 窒素, ソリューションプラズマ, 全電子収量法, NEXAFS

1. 背景と研究目的

古くて新しい機能材料である炭素材料は二次電池の電極材料として利用されており、また次世代半導体材料・エネルギー関連素材として期待されている。その特性向上・商品化の取り組みとして添加元素の選定と構造制御プロセス技術とそれを確認可能な構造解析技術の確立が求められている。この一環として我々のグループではソリューションプラズマ(SP)プロセスによるN添加によりP型半導体としてのヘテログラフェンの生成とキャリア密度、電気伝導率の改善に成功している^[1]。本実験ではさらなる特性向上を図るため想定通りの構造ができているのかプロセスを変えて作成した試料について全電子収量法 XAFS (TEY-XAFS) により平均構造情報を取得し比較する。また、令和元年度～令和3年度の予定で推進中の知の拠点あいちIII期・研究テーマPI2で炭素材料/二次電池材料全般の新機能開発やプロセス開発、関連製品の不良解析に有益に活用できるデータベース整備を進めており、今回の一連の測定・解析データについても採用予定である。

2. 実験内容

あいちシンクロトロン光センターBL7UにてCNT含む炭素の市販材料とSPにより生成したN添加ヘテログラフェン類についてTEY-XAFS測定を行い46試料のスペクトルを取得した。また、N K-edgeのNEXAFS pre-edgeピークの出現パターンとSPプロセスに用いる基材や溶液の種類の違いとの関係を比較した。

3. 結果および考察

特徴的なNEXAFSを呈した3種類のN添加ヘテログラフェンのN K-edge NEXAFSとヘテログラフェン中のNの位置の概略図をFig.1に示す。DMF(C₃H₇NO)とEMIM DCA(C₈H₁₁N₃)を用いたものはAniline(C₆H₅NH₂)を用いたものよりもbとcのPre-edgeピークが顕著に出現した。一方、Anilineを用いたものでは基材にSWCNT(Single wall Carbon nano tube)を採用したものがCN(窒素含有カーボン)を用いたものよりもピークcが明瞭に現れ、CNを用いたものはbとdのピークがそうであった。このように明らかに基材や用いる溶液の違いによる差異が確認されたことから添加Nの平均的な化学結合状態の変化を反映していると推定される。今後このピークとヘテロ構造におけるNの存在状態との関係解析を進めていく。

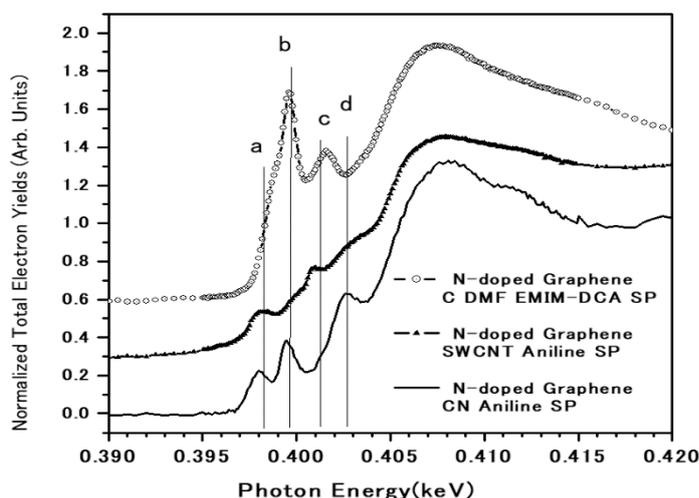


Fig1. 基材と溶液を変えてSPにより生成したN添加ヘテログラフェンのN K-edge NEXAFS

4. 参考文献

[1]. Sangwoo Chae, et. al., *Acs Appl. Nano Mater.*(2019)2, 3, pp1350-1355.