

## 探針増強ラマン分光法によるグラフェンナノリボンの構造評価

### Characterization of Graphene Nanoribbons by Using Tip-Enhanced Raman Scattering

九工大院生命体<sup>1</sup>, 北海道大<sup>2</sup>, KU Leuven<sup>3</sup>

○(M2)原 慎之助<sup>1</sup>, 雲林院 宏<sup>2,3</sup>, 豊内 秀一<sup>3</sup>, 猪瀬 朋子<sup>2</sup>, 田中 啓文<sup>1\*</sup>

Kyushu Inst. Tech.<sup>1</sup>, Hokkaido Univ.<sup>2</sup>, KU Leuven.<sup>3</sup>

°Shinnosuke Hara<sup>1</sup>, Hiroshi Ujii<sup>2,3</sup>, Shuichi Toyouchi<sup>3</sup>, Tomoko Inose<sup>2</sup>, Hirofumi Tanaka<sup>1\*</sup>

\*E-mail: tanaka@brain.kyutech.ac.jp

[緒言]: 短冊状のグラフェンであるグラフェンナノリボン(GNR)は優れた電気的特性を有することから LSI などのナノサイズの配線材料の代替材料として期待されている物質の一つであり、その物性や作製方法について盛んに研究が行われている。我々はこれまでに、単層<sup>[1]</sup>及び二層カーボンナノチューブ(DWNT)<sup>[2]</sup>を熱処理した後に、アンジップ剤と呼ばれる分子と共に溶液中に分散させて超音波処理を行うことでカーボンナノチューブを長軸方向に切り開くアンジップ法を用いて、大量の単層 GNR を作製することに成功した。しかし、アンジップの機構やアンジップ法によって得られた GNR のエッジ部分の構造については長らく不明瞭なままであった。特に、GNR のエッジ構造は GNR の物性を制御する上で非常に重要であるため、これを解明することを目的として研究を行った。

[実験方法]: 5 mg の DWNT を 500°C で熱処理したのち、1,2-ジクロロエタン 10 mL 中にアンジップ剤 Poly[(m-phenylenevinylene)-co-(2,5-dioctoxy-p-phenylenevinylene)] (PmPV) 3 mg とともに分散させ、5 時間超音波処理を行い、GNR 分散液を得た。得られた GNR を Au 基板に分散させ、探針増強ラマン顕微鏡法を用い GNR 微小領域のラマンスペクトル測定を行った。

[結果と考察]: GNR の端部及び中央部では G バンド、2D バンドが観測され、得られた GNR の欠損は少ないことがわかった。また、G、D、2D バンド以外にも複数のピークが観測された。これらのピークは分散剤である PmPV の一部が超音波処理中にラジカル化し、GNR の一部に配位していることに由来すると思われる。また、今回の結果および参考文献[3]の結果を勘案すると、アンジップの機構は以下のように考えられる。まず超音波により DWNT の C-C 結合が切れ、そこに超音波などの影響でラジカル化した分散剤の一部が配位することで、C-C 結合の開裂が不可逆な変化となり、連鎖的に C-C 結合が切断されアンジップが進行していると考えられる。また、GNR のエッジ部分の簡便な化学修飾が可能であることが示唆された。当日は他のアンジップ剤を用いて作製した GNR の構造評価についても発表する予定である。

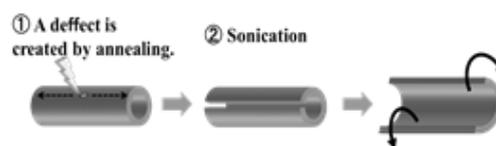


Fig. 1 Procedure for obtaining GNRs from double-walled carbon nanotubes (DWNTs).

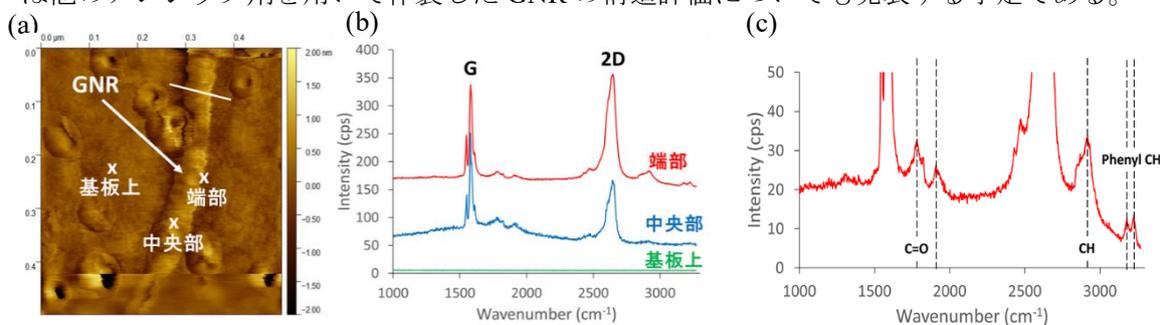


Fig.2 Results of TERS measurement of GNR, which fabricated y using PmPV.

(a): AFM image of GNR, (b): Raman spectrum center and edge of GNR, (c): magnified view of (b).

参考文献:[1] M. Fukumori *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **56**, 06GG12 (2017). [2] H. Tanaka *et al.*, Sci. Rep. **5**, 12341 (2015). [3] M. Fukumori, S. Hara *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 03ED01 (2018).