交差単層グラフェンナノリボンでのバンドギャップ生成の STM/STS 研究

STM/STS study of gap opening by crossing drop cast single-layer graphene nanoribbons

千葉大院工¹, 三重大院工², 北大量エレ³, 九工大院生命体⁴,

⁰山田 豊和¹, 中村 浩次², 葛西 誠也³, 田中 啓文⁴

Chiba Univ.¹, Mie Univ.², Hokkaido Univ.³, Kyushu Inst. Tech.⁴, ^oToyo Kazu Yamada¹, Kohji

Nakamura², Seiya Kasai³, Hirofumi Tanaka⁴

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

単層グラフェンナノリボン(GNR)は、原子レベルの薄さで高移動度を有するため次世代 FETチャネル材料として注目される[1,2]。本研究で我々は、直径約15nmのカーボンナノチュ ーブ溶液を超音波アンジップし幅約45nmの単層GNRを得た[1]。基板として、超高真空(UHV) 中にてArイオンスパッタとアニール処理を適宜行い、原子レベルで平坦・清浄にしたAu膜(厚 さ200nm)/micaを使用した。基板を大気に取り出しGNR溶液を滴下・ドロップキャストした。 UHV走査トンネル顕微鏡(STM)装置に導入し[3,4]、準備槽にて873 Kに加熱後、真空を破るこ となく解析槽に移動しSTM測定を行った[1]。

化学気相成長法にて基板上の成長させたGNRと異なり、液滴ドロップキャストしたGNRは 全く異なる形状を示した(Fig.1参照)。平坦な基板上に、まるでスカーフを"ふわっと"置 いたように1本のGNRは起伏に富み、ほとんどの部分は基板から1-3nm浮いていた[1]。しか し、形状変化していてもGNR内の電子状態密度は均一であった。さらに、単層GNR同士が折

り重なっている箇所では均一にバンドギ ャップ(フェルミ準位近傍-50 mVから +200 mV)が生じた。2本の単層GNRが重 なった際、下側GNRは金属的であるが上 側GNRは全く異なる状況にある(上側と下 側GNRの間の距離:~1 nm)。単層GNRとAu 基板の仕事関数の違い(4.7 eVと5.1 eV)に より、~400 MV/mの電界が上側GNRにか かり上側GNRにだけバンドギャップが発 現した[1]。

References:

- [1] T. K. Yamada, et al., **Nanotechnology** <u>29</u>, 315705 (2018).
- [2] H. Tanaka, et al., Sci. Rep. <u>5</u>, 12341 (2015).
 [3] T. K. Yamada, et al., Phys. Rev. B <u>94</u>, 195437 (2016).
- [4] E. Inami, et al., Sci. Rep. 8, 353 (2018).



Fig. 1 上側: Au 膜基板上に液滴ドロップキャストし た単層 GNR の STM 像と、GNR 上と基板上のライン プロファイル。下側:交差した複数の単層 GNR と、 計測した d*I*/dV 曲線 [1].