

$N = 17$ アームチェアエッジグラフェンナノリボンの電子状態評価 Evaluation of Electronic States on $N = 17$ Armchair-edged Graphene Nanoribbons

富士通研・富士通¹, 奈良先端大物質², 東大新領域³

○山口 淳一¹, 林 宏暢², 實宝 秀幸¹, 塩足 亮隼³, 大伴 真名歩¹, 荒谷 直樹²,
大淵 真理¹, 杉本 宜昭³, 山田 容子², 佐藤 信太郎¹

Fujitsu Labs・Fujitsu¹, NAIST², and Univ. of Tokyo³

○J. Yamaguchi¹, H. Hayashi², H. Jippo¹, A. Shiotari³, M. Ohtomo¹, N. Aratani²,
M. Ohfuchi¹, Y. Sugimoto³, H. Yamada², and S. Sato¹

E-mail: yamaguchi.j@fujitsu.com

グラフェンナノリボン(GNR)は、リボン幅やエッジ構造によって多彩な物性を示す。アームチェアエッジ GNR (AGNR)はリボン幅によってバンドギャップを変調できるため、FETをはじめとする電子デバイスへの応用が期待されている。原子レベルで一様な構造の GNR を形成するには、前駆体を金属表面で重合・環化するボトムアップ合成が理想的な手法である[1]。これまでに、 $N = 7, 9, 13$ (N : リボン幅方向の炭素原子数)などの AGNR がボトムアップ合成されているが、それらのバンドギャップは2-4 eV と大きいため、FET のチャンネルに利用する際に金属電極との高い接触抵抗が課題となっている。AGNR のバンドギャップはリボン幅の増加に伴って減少する。そこで本研究では、よりリボン幅の広い $N = 17$ の AGNR をボトムアップ合成し、その原子構造や電子状態を走査トンネル顕微鏡/分光(STM/STS)により調べた[2]。図(a)の前駆体を Au(111)清浄表面に蒸着し、250°C 加熱で重合し、次いで 400°C 加熱で環化して 17-AGNR を合成した。得られた 17-AGNR の STM 像を図(b)に示す。STM 像を分子構造と重ねて比較すると、アームチェアエッジ構造やリボン幅が炭素 17 個分で構成されていることが確認できる。図(c)は 17-AGNR 上で STS 測定した dI/dV スペクトル(赤線)である。比較のため Au(111)上のスペクトル(黒点線)も示す。17-AGNR のスペクトルではフェルミ準位($V_s = 0$ V)を挟んで、 $V_s = -0.09$ (0.1) V に価電子帯(伝導帯)端を反映したピークが観測されている。これらのピークのエネルギー差からバンドギャップを 0.19 ± 0.03 eV と評価した。 GW 近似計算によれば、フリースタANDINGの 17-AGNR のバンドギャップは 0.63 eV である。この値は金属表面の鏡像電荷効果を考慮して補正すると 0.20 eV に減衰すると予測されており[3]、今回の実験と理論計算の値に矛盾がないことが確認できた。発表ではフーリエ変換 STS で得られたバンド構造についても GW バンド構造と比較して議論する。

本研究は、JST, CREST (No. JPMJCR15F1)の支援を受けたものである。

[1] J. Cai *et al.*, Nature **466**, 470 (2010).

[2] J. Yamaguchi *et al.*, Commun Mater **1**, 36 (2020). [3] O. Deniz *et al.*, Nano Lett. **17**, 2197 (2017).

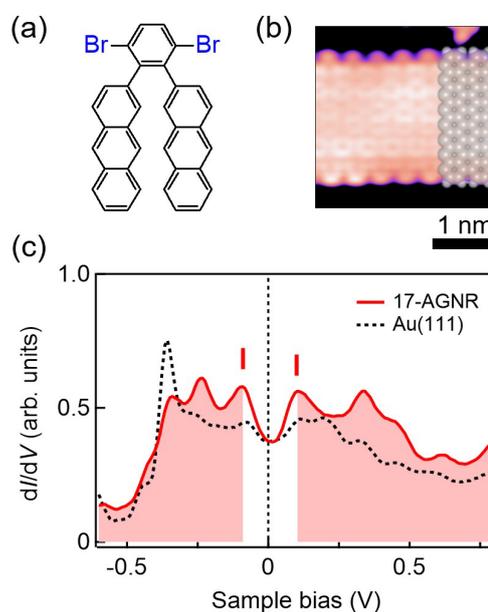


Figure: (a) Precursor of 17-AGNRs. (b) STM image of single 17-AGNR on Au(111) ($V_s / I_t = -1.4$ V/1.0 nA, 5 K). (c) dI/dV spectra taken on the 17-AGNR/Au(111) (Open-FB: $V_s / I_t = -1.1$ V/0.41 nA, $V_{rms} = 10$ mV, $f = 463$ Hz, 5 K).