

ジグザグ グラフェン ナノメッシュによるラマン散乱増強効果

Raman Scattering Enhanced on Zigzag Graphene Nanomeshes

アンリツ株式会社 先端技術研究所

〇越智 太亮, 横澤 峻元, 鎌田 雅博, 松井 朋裕

Advanced Research Laboratory, Anritsu corporation

〇T. Ochi, T. Yokosawa, M. Kamada, T. Matsui

E-mail: taisuke.ochi@anritsu.com

グラフェンはディラック点すなわちフェルミ準位近傍で状態密度が小さくなるが、ジグザグ(zz)端では副格子の対称性の破れに伴ってフェルミ準位に平坦バンドが現れる。これは端に局在した電子状態(zES)として観測され[1]、ジグザググラフェンナノリボン(zGNR)ではスピン偏極することでも予言されている[2]。従ってグラフェン上に吸着した分子は未加工(pristine)部分と zz 端上とで大きく異なる電荷やスピンの移動を示すと考えられる。そこで本研究では zz 端で囲まれた六角形ナノピットを周期的に配置したジグザググラフェンナノメッシュ(zGNM)を作製し、zES を介した電荷移動によるラマン散乱増強効果を調べた。局在表面プラズモン共鳴を利用した金属ナノ微粒子による一般的な表面増強ラマン散乱(SERS)と比べて、電荷移動に起因した増強ラマン散乱では局所的な発熱によるプローブ分子の損傷を抑えられる。加えて、グラフェンを用いることでフレキシブルな SERS 基板も可能となる。

図 1 に 1 μM のローダミン 6G(R6G)をプローブ分子として測定したラマンスペクトルを示す。zGNM は SiO_2 上の劈開グラフェンを水素プラズマエッチング法[3]を応用して微細加工した[4]。水素プラズマエッチングでは水素原子ひとつで終端された[5]、原子スケールで整った zz 端[6]が得られる。基板であるグラフェンの電子状態やプローブ分子の吸着量、ラマン測定時のレーザー強度などの実験条件を揃えるために、同一のグラフェンフレークに pristine 領域と zGNM 領域を用意し、同一の測定からそれぞれの領域におけるラマンスペ

クトルを抽出した。zGNM ではグラフェンの面積が小さくなっていることに伴って G-band ピークも小さくなるが、R6G 由来のピークはグラフェン面積の減少分を凌駕して大きくなる様子が観測された。講演では、ラマン散乱増強の R6G の濃度依存性を示し、zz 端とその zES によるラマン散乱断面積増加の可能性を議論する。

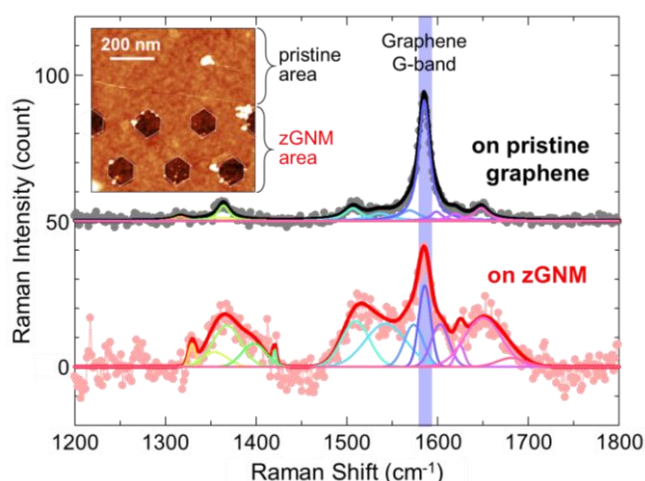


図 1. Pristine グラフェン上と zGNM 上の R6G(1 μM)のラマンスペクトルと、グラフェンと R6G に期待されるラマン散乱波数を基にしたフィッティング。挿入図は試料の原子間力顕微鏡像。同一フレーク内に pristine 領域と zGNM 領域がある。

- [1] Y. Niimi *et al.*, Appl. Surf. Sci. 241, 43 (2005). [2] M. Fujita *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. 65, 1920 (1996).
 [3] T. Matsui *et al.*, J. Phys. Chem. C, **123**, 22665 (2019). [4] T. Yokosawa, *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech., **20**, 139 (2022). [5] T. Ochi *et al.*, Carbon, **203**, 727 (2023). [6] A. E. B. Amend *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech., **16**, 72 (2018).