ジグザグ グラフェン ナノメッシュの熱伝導 Thermal conductance of zigzag graphene nano-mesh アンリツ株式会社 先端技術研究所 <sup>O</sup>横澤 峻元, 鎌田 雅博, 越智 太亮, 松井 朋裕 Advanced Research Laboratory, Anritsu corporation <sup>°</sup>T. Yokosawa, M. Kamada, T. Ochi and T. Matsui

E-mail: Takamoto. Yokosawa@anritsu.com

グラフェンのジグザグ(zz)端ではフェルミエネルギーに局在電子状態(zES)が得られ、zzグラフ ェンナノリボン(zGNR)では zES はスピン偏極することが予言されている。最近、我々は水素プラ ズマを用いたエッチングにより、端が原子スケールで zz 型に整ったグラフェン素子、すなわち zGNR やそのネットワーク構造である zz グラフェンナノメッシュ(zGNM)といったグラフェン素 子を作れるようになった[1-4]。グラフェンを端まで整った形で加工できること、グラフェン上に 局在電子状態を設計できることは様々な素子への応用を期待させる。そこで本研究では、新たな 素子構造である zGNM の基礎物性評価の手始めとして、幅の異なる zGNM を作製し、ラマン分光 測定からそれらの熱伝導を評価した。

図1(a-c) に測定に用いた試料の 原子間力顕微鏡 (AFM) 像を示す。 (a)は未加工のグラフェン、(b)は幅 100 nm 程度の zGNM(zGNM-1)、 (c) は幅40 nm 程度の zGNM (zGNM-2)である。試料の中心付近 でレーザーパワー(λ=532 nm)を 変えながらラマン分光を行い、グ ラフェンが吸収したパワーに対す る G バンドのシフト量をプロット したものが図 1(d)である。グラフ ェンが吸収したパワーはグラフェ ンの厚さと面積から見積もった。



図1(a) 未加工グラフェン(~5層)、(b) zGNM-1(幅 100 nm, ~5層)、(c) zGNM-2 (幅 40 nm, ~7層)のAFM像。左右白色領域は電極。(d)ラマンG band シフ トの、グラフェンに吸収されたレーザーパワー依存性。

zGNM-1や2では未加工のものよりもグラフの傾きが急になり、素子としての熱伝導が抑制され ていることが確認された。ここで未加工試料とzGNM-1の熱伝導は素子の面積で規格化すると一 致することから、zGNM-1の熱伝導は素子のサイズ効果で説明できる。それに対して、zGNM-2 ではサイズ効果で期待されるよりも大きな熱伝導が得られている。この理由については今後の更 なる研究が必要であるが、ジグザグ端特有のバンド分散やフォノン分散が関係しているのかもし れない。講演では、最新の実験結果も交えながらzGNMの熱伝導特性について議論したい。

[1]. T. Matsui *et al.*, J. Phys. Chem. C, **123**, 22665 (2019).
[2]. A. E. B. Amend *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech., **16**, 72 (2018).
[3]. T. Ochi *et al.*, Carbon, **203**, 727 (2023).
[4]. T. Yokosawa, *et al.*, e-J. Surf. Sci. Nanotech., **20**, 139 (2022).