

探針増強ラマン分光法を用いた化学的アンジップグラフェンナノリボン生成機構解明

(京大高等研究院¹・ルーバン大学²・九工大³・北大電子研⁴・東レリサーチセンター⁵) ○猪瀬 朋子¹・豊内 秀一²・原 慎之介³・杉岡 祥治⁴・藤田 康彦⁵・Steven De Feyter²・田中 啓文²・雲林院 宏^{2,4}

Mechanism of carbon nanotubes chemically unzipping into graphene nanoribbons (¹KUIAS, Kyoto Univ., ²Leuven Univ., ³Kyutech, ⁴RIES, Hokkaido Univ., ⁵TRC, Inc.) ○Tomoko Inose,¹ Syuichi Toyouchi,² Shinnosuke Hara,³ Shoji Sugioka,⁴ Yasuhiko Fujita,⁵ Steven De Feyter,² Hirofumi Tanaka,³ Hiroshi Uji-i^{2,3}

Graphene is a graphite layer with a thickness of one atom, which shows excellent carrier mobility, thermal conductivity, transparency, mechanical strength, and flexibility. Graphene shows conductive property without a bandgap. However, when the sheet-like graphene is changed to a fine ribbon-like graphene nanoribbon (GNR), a bandgap could be formed by a quantum confinement effect while keeping the physicochemical properties of graphene. GNR is thus a promising candidate for next-generation semiconductor materials. Such GNR can be produced by unzipping of carbon nanotube. Despite the promising method to fabricate GNR, the chemical structures at the edge of unzipped GNR is still unclear. The purpose of this work is to elucidate the electronic state and edge structure of chemically unzipped GNR using tip-enhanced Raman scattering (TERS) microscope capable of obtaining molecular information at nanoscale.

Keywords : Graphene nanoribbon; Tip-enhanced Raman spectroscopy (TERS)

グラフェンナノリボン(GNR)は、厚みが単原子層の黒鉛で、伝導率が銅の 1000 倍程を示す良伝導体である。GNR は、ダウンサイズの限界が近づく微細化の分野において、さらなる微細化の可能性を有する有望な次世代微細配線材料の候補である。GNR 作製方法のうち、カーボンナノチューブに欠陥を入れてアンジップすることで GNR を得る方法は、大量合成可能な方法として注目されている。これまでに我々のグループでは、ダブルウォールカーボンナノチューブ(DWNT)を用いて化学的アンジップを行うことで質の高い GNR が得られることを報告している。¹一方、化学的アンジップ法では DWNT に欠陥を入れることで GNR を作成しているが、得られた GNR にどの程度の欠陥が入っているのかについて、その詳細は不明であった。本研究では、探針増強ラマン分光法(TERS)を用い²、GNR 1 本の AFM 像と対応するラマンマッピング像を同時取得することで、GNR 1 本に含まれる欠陥の不均一性を評価した。特に、GNR 作製中間体として得られる y 字型の GNR の TERS 測定を行うことで、DWNT の外側に由来する GNR には多くの欠陥が含まれ、内側に由来する DWNT からは欠陥が非常に少なく質の高い GNR が得られることが明らかになった。

- 1) Method for controlling electrical properties of single-Layer graphene nanoribbons via adsorbed planar molecular nanoparticles. H. Tanaka *et al.*, *Sci. Rep.* **2015**, 5, 12341.
- 2) Facilitating Tip-Enhanced Raman Scattering on Dielectric Substrates via Electrical Cutting of Silver Nanowire Probes, H. Uji-i *et al.*, *Nanoscale*, **2018**, 9, 7117.