

分光計測を用いた孤立架橋単層カーボンナノチューブにおける 熱物性計測

Thermophysical property measurements of an isolated and suspended single-walled carbon nanotube by spectroscopy

東大工¹, 東理大理² °千足 昇平¹, 本間 芳和²

The Univ. of Tokyo¹, Tokyo Univ. of Science², °Shohei Chiashi¹, Yoshikazu Homma²

E-mail: chiashi@photon.t.u-tokyo.ac.jp

単層カーボンナノチューブ (single-walled carbon nanotube, SWNT) は原子 1 層の物質であるグラフェンを直径数 nm に丸めた構造を持つナノスケール材料の 1 つである。原子構造によって金属的または半導体的と異なる電気伝導特性や高い機械的強度, 高い化学的安定性など特異的な物性を持つことから, SWNT は様々な分野での応用が期待されている。また, 軸方向の高い熱伝導率を有することから熱伝導材料としての研究も進められ, これまで様々な手法により分析されてきたが, SWNT は非常に小さな材料でありその熱物性計測は容易ではない。

ここでは, 理想的な構造である孤立架橋 SWNT^[1]に対し, 非接触での計測が可能である光学分光法を用いて, SWNT の熱物性計測を試みた。孤立架橋 SWNT は, 基板や他の材料との接触しておらず, SWNT 本来の物性が計測できると期待できる。ここでは孤立架橋 SWNT の温度を変化させながらラマン散乱分光や近赤外蛍光 (PL) 分光計測を行った。その結果, 温度を変化させ計測した SWNT のラマン散乱スペクトルや PL スペクトルは, 非常に複雑な振舞いを現すことが明らかになった。そこで, 温度だけでなく SWNT 環境雰囲気を制御したところ, SWNT 表面へのガス分子吸着^[2-4]や SWNT 内部空間への水分子の内包現象^[5]および内包した水分子の相転移^[6]が起き, それらが SWNT 物性に大きく影響していることが分かった。これら SWNT 周辺環境で起きる様々な物理現象からの環境効果を考慮しなければ, SWNT 自身の熱物性を明らかにすることはできない。そこで, 環境を制御したチャンバー内において, カイラリティを特定した 1 本の孤立架橋 SWNT に対し, PL 発光波長の温度依存性を応用したイメージング PL 分光法による軸方向の温度分布の計測を行った。得られた温度分布に対し, 様々な環境効果を考慮することで, 正確な熱伝導率, および温度依存性を明らかにすることが出来た^[7]。

[1] Y. Homma, S. Chiashi, and Y. Kobayashi, *Rep. Prog. Phys.* **72** (2009) 066502.

[2] S. Chiashi, Y. Homma, et al., *Nano Lett.* **8** (2008) 3097.

[3] Y. Homma, S. Chiashi, T. Yamamoto, et al., *Phys. Rev. Lett.*, **110** (2013) 157402.

[4] S. Chiashi, T. Yamamoto, Y. Homma, et al., *Phys. Rev. B* **91** (2015) 155415.

[5] S. Chiashi, Y. Homma, et al., *J. Phys. Chem. Lett.*, **5** (2014) 408.

[6] S. Chiashi, Y. Homma, et al., submitted (2018).

[7] K. Yoshino, S. Chiashi, Y. Homma, et al, to be submitted (2018).