

共鳴ラマン散乱における架橋単層カーボンナノチューブへの水吸着効果 Water Adsorption Effects on the Resonant Raman Scattering of Suspended Single-walled Carbon Nanotube

東理大院¹, 東大院² ○松本 大輝¹, 下羽 淳平¹, 千足 昇平², 山本 貴博¹, 本間 芳和¹

Tokyo Univ. of Science¹, The Univ. of Tokyo² ○Daiki Matsumoto¹, Junpei Shitaba¹,

Shohei Chiashi², Takahiro Yamamoto¹, Yoshikazu Homma¹

E-mail: homma@rs.tus.ac.jp

ラマン散乱分光法は、単層カーボンナノチューブ (single-walled carbon nanotube; SWNT) の重要な分析手段の 1 つである。特に、SWNT の動径方向の振動を反映した radial breathing mode (RBM) ピークは直径やカイラリティなどの分析によく用いられるが、その RBM 振動数が SWNT 周囲の環境に依存することが報告されている [1]。また、単一の孤立架橋 SWNT に対し SWNT 表面におけるガス分子の吸着・脱離を近赤外蛍光 (photoluminescence; PL) 分光法により検出できることが分かった [2]。本研究では、単一架橋 SWNT に対して PL 分光法と共鳴ラマン散乱分光法を行い、通常の大気中での計測環境でも存在し得る水分子の吸着がラマンスペクトルに与える影響の定量的な評価を試みた。

孤立架橋 SWNT 周囲の環境を真空から飽和水蒸気圧まで変化させ、PL 分光とラマン散乱分光測定を行った。PL 分光における吸収・発光波長の変化に基づいて水分子の吸着脱離状態を確認した。同時に、ラマン散乱分光によって、G バンドは振動数変化が見られず、RBM ピークは水分子吸着によって明らかなアップシフトを示すことが分かった (Fig. 1)。SWNT と表面の吸着水分子との相互作用は化学的な相互作用ではなく分子間力による物理的な相互作用であると考えられる。さらに、RBM ピークの変化は直径やカイラリティに依存することなく測定した全てのカイラリティで起こり、シフト幅は $5 \sim 7 \text{ cm}^{-1}$ という結果が得られた (Fig. 2)。一方で、シフト前後の RBM ピークの強度はカイラリティに大きく依存した。これは分子吸着によって SWNT 周囲の誘電率が増加し SWNT のエキシトンの結合エネルギーが変化することにより、光学遷移エネルギーが変化したためと考えられる。以上より RBM ピークは水分子吸着によりそのラマンシフトや強度が大きく影響を受けることが分かった。このような環境効果を定量的に考慮することで RBM ピークによる厳密な直径評価が可能になると考えられる。

[1] A. Jorio, *et.al.*, Phys. Rev. Lett. **93** (2004) 147406.

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

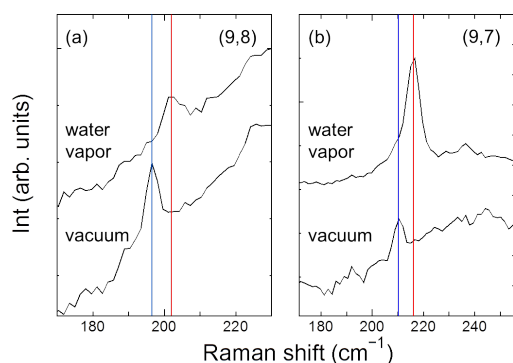


Fig.1: Raman scattering spectra from suspended (9,8) and (9,7) SWNTs in water vapor and in vacuum.

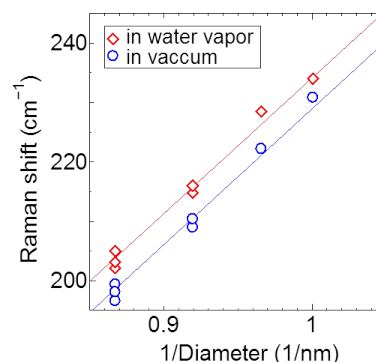


Fig.2: Relationship between RBM frequency and tube diameter of suspended SWNTs in water vapor and in vacuum.