

同時 2 色光熱変換顕微イメージングによる 単一単層カーボンナノチューブの解析

Analysis of individual single-wall carbon nanotubes
with dual-wavelength photothermal microscopy

和大院シスエ[○](M1)石川 祐哉, 宮崎 淳

Graduate School of Systems Engineering, Wakayama Univ., [○]Yuya Ishikawa, Jun Miyazaki

E-mail: s192006@center.wakayama-u.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(Single-Wall Carbon Nanotubes : SWCNTs)の重要な性質の多くは、直径とカイラル角によって決まる。これらの違いによって、物理的特性や電気的特性が異なり、金属型・半導体型の2つに大きく分類される。SWCNTsは、様々な構造のものが同時に生成され、それらを分離して使用する必要がある。そのため、合成後の単一 SWCNT を直接観察し、分析をおこなうことでSWCNTsの選択的な合成方法の研究にかかる時間を短縮化できると考えられる。しかし、従来の単一 SWCNT の光学的観察では、主に蛍光イメージングにより蛍光を発する半導体型 SWCNTs のみが検出されていた。

本研究では、光吸収性の分子を高感度で検出できる光熱変換顕微鏡により、蛍光を示さない金属型と半導体型両方の単一 SWCNT を同時にイメージングし、2 波長計測による解析からそれぞれを識別した。光熱変換顕微鏡では、ポンプ光によって試料中の光吸収性分子を励起し、発生した熱に起因して生じる光吸収性分子近傍の屈折率変化をプローブ光によって検出する。本研究では金属型と半導体型 SWCNT を、吸光度の波長依存性の違いにより識別するため、ポンプ光に波長 520、640 nm の 2 色の半導体レーザーを使用した。ポンプ光はそれぞれ 300、400 kHz で強度変調し、2 台のロックイン増幅器により 2 波長を同時に計測した。1 ピクセル当たりの測定時間は 10 μ s、1 画像(300 \times 300 pixels)の測定時間は数秒程度である。試料には eDIPS 法により製造し、分離された金属型および半導体型 SWCNTs 分散水溶液、未分離の SWCNTs 分散水溶液を用いた。それぞれ希釈した後にポリビニルアルコール中に分散させ、ガラス基板上に塗布して乾燥させた。

最初に分離した SWCNTs 試料を測定したところ、光熱変換顕微法により金属型と半導体型両方の単一 SWCNTs をイメージングできることを確認した。また分離および未分離 SWCNTs 試料を対象として 2 波長イメージングを行い、測定画像をスペクトルアンミキシングにより解析することで、金属型・半導体型を識別することに成功した(図)。今後はポンプ光の波長数を増やすことにより、より詳細な観察・解析をおこなう予定である。

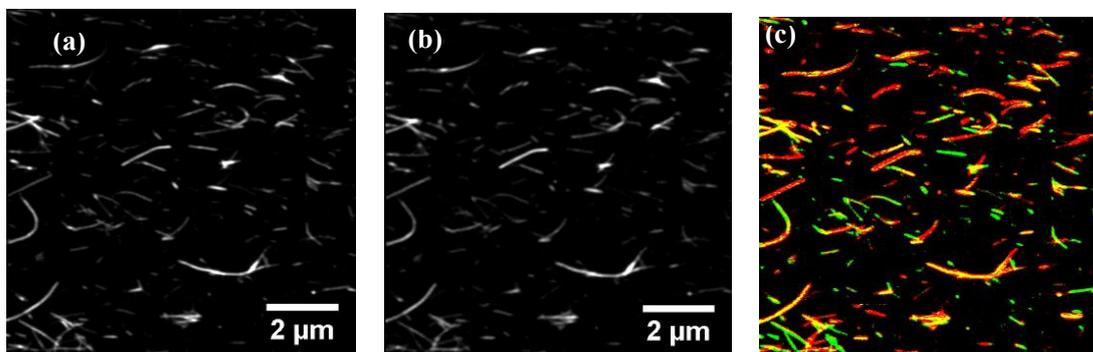


図 (a)波長 520nm, (b)640nm での単一単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の光熱変換像 (c)スペクトルアンミキシングによる解析結果. 緑が半導体型, 赤が金属型 SWCNT に対応する.