

プラズモン共鳴を用いたCNT長さ分布評価法の開発

The CNT length distribution measurement method by 1D plasmon resonances

産総研 ○森本 崇宏, 小橋 和文, 岡崎 俊也

AIST, °Takahiro Morimoto, Kazufumi Kobashi, Toshiya Okazaki

E-mail: t-morimoto@aist.go.jp

カーボンナノチューブ (CNT) の「長さ」は、導電性や機械強度など様々な物性に寄与する、重要な物性パラメーターの一つであるにもかかわらず、従来は有効な計測手法が無く、古典的な原子間力顕微鏡 (AFM) による数え上げ法など、その測定には多大な労力を要していた。近年、統計的な CNT 長さを計測する手法が幾つか提案されているが[1-3]、試料形態が溶液状態に限られ、その応用性には限界がある。一方で、近年我々は CNT が示す遠赤外 (FIR) 吸収に着目し、それらが CNT 長さに共鳴する一次元プラズモン共鳴現象である事を明らかにしてきた[4]。それらは、構成している多数の CNT の個々の有効長の足し合わせで表現されており、それらプラズモン吸収シグナルを用いる事で、固体試料中の CNT 長さを簡易に計測可能であると考えられる。

実際に、比較的結晶性の良い単層 CNT を高抵抗シリコン基板上に成膜し測定した、プラズモン吸収特性を Fig.1 に示す (赤線)。100 cm^{-1} 付近に CNT の有効長さに共鳴した明瞭なプラズモン吸収が観測されている。一般的に、これらプラズモンピークは、CNT の分散方法・強度などにより、低波数側や高波数側が強調された様々なピーク形状を示す。これはシグナル全体が、様々な有効長の CNT による吸収特性の畳み込みで表現されていることを示唆している。一方で、長さ制御されたグラフェン膜においては、CNT と比較して非常に狭い線幅を示し (青線)、これは単峰の Log-normal 関数で完全にフィット可能である事が分かった。分散処理後の CNT とリソグラフィーで長さ制御されたグラフェンは、共に短尺側に裾を引いた分布を持つ類似性から、CNT のシグナルを多峰の Log-normal 関数でフィットを行うと、CNT シグナル全体が精度よく再現される (Fig.2)。この事は、固体の CNT 試料中の長さ分布を、簡易な分光手法で評価可能である事を示しており、発表では FIR 吸収シグナル解析の詳細や同一試料で測定した AFM との個数統計分布との比較等について議論を行う。[1] *Langmuir*, **30**, 4895 (2014). [2] *ACS Nano*, **6**, 8424 (2012). [3] *Nanotechnology*, **27**, 375706 (2016). [4] *ACS Nano*, **8**, 9897 (2014).

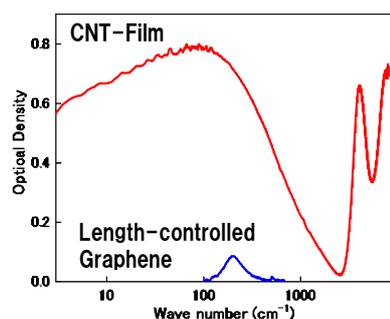


Fig.1 FIR plasmon resonance of CNTs and Graphenes

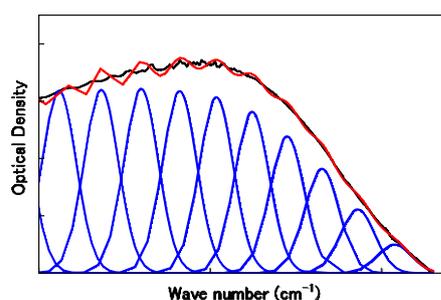


Fig.2 CNT plasmon signal and deconvolution signals