

SWNTの直径測定

SWNT Diameter Measurement

ラマン分光光度計&走査型プローブ顕微鏡

Raman Spectrophotometer & Scanning Probe Microscope

HoloLab-Series5000 & SPM-9500J3

ラマン分光によるSWNTの直径評価

SWNTのラマンスペクトルには、 $300\sim 100\text{cm}^{-1}$ に、RBM (radial breathing mode)と呼ばれるピークが観測されます。これはナノチューブの直径が伸縮する振動に対応するもので、この振動数は直径の逆数に比例することから、直径の見積りに使用することが可能です。具体的には、ある係数を(248が通常使用されます)RBMの振動数で割った数値が直径(nm)となります。図1はレーザー蒸発法で作成されたSWNTのラマンスペクトルを示したものです。RBMの振動数より、このナノチューブの直径は1.35nmと算出できます。ただし、CNTのラマン散乱は共鳴ラマンが支配的であるために、一つの励起波長の結果から直径分布を知ることはできません。

SPMによるSWNTの直径評価

走査型プローブ顕微鏡(SPM)は透過型電子顕微鏡に次いで高分解能を持ち画像の垂直分解能が高いことからCNTの直径を高さとして正確に一本毎に測定することが可能です。図2はSWNTを測定したデータです。CNTに直径が測定位置の違いにより1.3nmおよび1.72nmであることを示しています。

SWNT Diameter Evaluation by Raman Spectrophotometer

A so-called RBM (radial breathing mode) peak is observed around $300\text{ to }100\text{cm}^{-1}$ in the Raman spectrum of single-wall carbon nanotubes (SWNT). This corresponds to vibrations due to expansions and contractions of the nanotube diameter. As the frequency is proportional to the reciprocal of the diameter, it can be used to estimate the nanotube diameter. In practice, the diameter (in nanometers) is calculated by dividing a coefficient (normally 248) by the RBM frequency. Fig.1 shows the Raman spectrum of SWNT created by laser vaporization. A nanotube diameter of 1.35nm was calculated from the RBM frequency. However, as resonance Raman scattering is dominant for carbon nanotubes (CNT), the diameter distribution cannot be determined from a single excitation wavelength.

SWNT Diameter Evaluation by SPM

The Scanning Probe Microscope (SPM) is second in resolution only to the Transmission Electron Microscope and creates images with good vertical resolution. The SPM can accurately measure the diameter of individual CNT in the height direction. Fig.2 shows SWNT measurement data. It indicates that the diameter is 1.3nm and 1.72nm at different measurement positions.

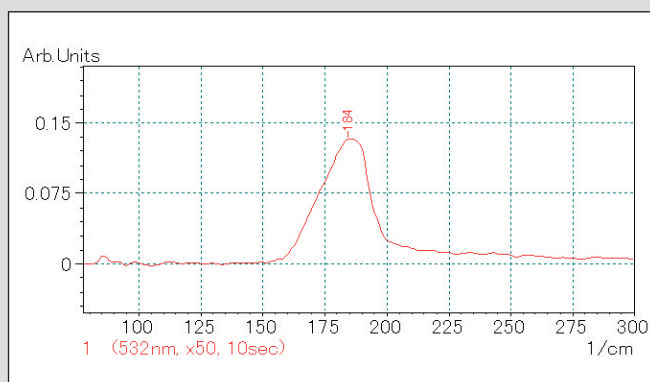


図1: SWNTのラマンスペクトル

Fig.1 Raman Spectrum of SWNT

励起波長:532nm 照射時間:10秒 顕微対物鏡:50倍

Excitation: 532nm Exposure: 10s 50x objective

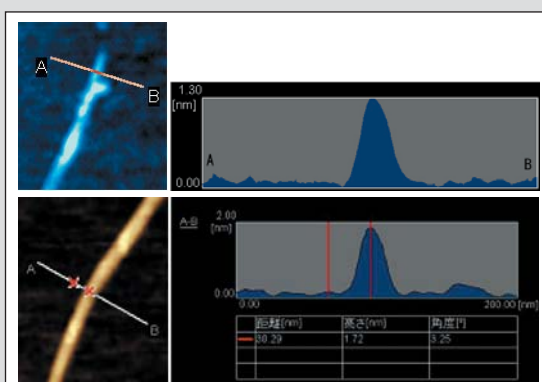


図2: SPMによるSWNTの観察と直径測定

Fig.2 SWNT Observations and Diameter Measurement by SPM

試料ご提供:名古屋大学大学院 理学研究科 篠原研究室
Material supplied by Shinohara Laboratory, Graduate School of Science, Nagoya University