## 多層カーボンナノチューブへの通電による構造変化と発光のその場 TEM 観察

名古屋大学大学院工学研究科	安坂幸郎
名古屋大学大学院生(現:トヨタ自動車)	西川耕舅

名古屋大学(現:豊田理化学研究所) 齋藤弥八



Fig.1 通電による多層カーボンナノチューブ(MWNT)の構造変化を観察したときの高分解能電子顕微鏡像.

ナノ構造体の構造変化を連続的に観察しながらその場で電 流や電圧の変化を同時に測定できる透過電子顕微鏡内その場 観察法に光学分光法を新たに組み合わせた計測手法を利用し て,多層カーボンナノチューブ(MWNT)への通電による構 造変化と発光のその場観察を行った.

透過電子顕微鏡内で金(Au)基板から突出した MWNT の 先端を Au 被覆タングステンプローブ先端に接触させて架橋 した. Au 基板とAu プローブを電極として MWNT の両端 に電圧を印加し,通電した. Fig.1に,通電による MWNT の構造変化を観察したときの電子顕微鏡像の時系列を示す. 通電前の MWNT の層数は約11層であった(Fig. 1(a)). 250 µA以上の電流が流れると、MWNTの外層や内層がAu電 極と接触している近くから消失しはじめ、最終的に MWNT の層数は約5層まで減少した(Figs. 1(b)-(e)). MWNTの 層数が約5層であるときに測定した発光スペクトルを Fig. 2に示す.このスペクトルには、黒体放射由来の成分とは別 に、発光を示すいくつかのブロードなピークが重畳している ことがわかった.透過電子顕微鏡法では MWNT の内部構 造を高分解能観察でき,各層の直径を正確に計測できる. MWNT 各層の直径から見積もられる電子エネルギー準位と 各ピークの波長を比較したところ、これらの発光は、カーボ ンナノチューブ各層におけるファン・ホーブ特異点間での光



Fig. 2 MWNT の層数が約5層であるときに測定した発光ス ペクトル.

学遷移に由来することが明らかになった(1).

## 文 献

 K. Nishikawa, K. Asaka, H. Nakahara and Y. Saito: IOP Conf. Series: Mater. Sci. Eng., **304**(2017), 012011. (2018年8月2日受理)[doi:10.2320/materia.57.616]

Keywords: in-situ transmission electron microscopy, optical spectroscopy, multiwall carbon nanotube

TEM specimen preparation: Arc discharge method, electrophoresis

TEM utilized: JEM-2010 (120 kV)

*In-situ* Transmission Electron Microscopy of Structural Changes and Luminescence of a Multiwall Carbon Nanotube by Applying an Electric Current; Koji Asaka, Koshi Nishikawa and Yahachi Saito