

プラズマパラメータ制御による (6, 4) 単層カーボンナノチューブの高純度化

Purity improvement of (6,4) single-walled carbon nanotubes by controlling plasma parameters

東北大院工¹, JST さきがけ² ○志摩 拓哉¹, 許 斌¹, 金子 俊郎¹, 加藤 俊顕^{1,2}

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.¹, JST PRESTO.²,

○Takuya Shima¹, Bin Xu¹, Toshiro Kaneko¹, Toshiaki Kato^{1,2}

E-mail: takuya.shima.p6@dc.tohoku.ac.jp

単層カーボンナノチューブ(SWNTs)は、特異な一次元構造に由来した様々な優れた特性を有するため、次世代光電子デバイス用高性能素子への応用などが期待されている。しかし、SWNTsの特性はグラフェンシートの螺旋度で定義されるカイラリティによって左右されるため、カイラリティ制御が重要な課題の一つであると言える。この課題に向けて我々は、新たに触媒表面状態の精密制御による SWNTs のカイラリティ制御合成法を開発し、発光効率が高い(6,4)SWNTs の高純度合成に世界で初めて成功した [1]。そこで本研究では、(6,4)SWNTs の更なる高純度化を目的とし、カイラリティとプラズマ CVD 条件の相関に着目し実験を行った。

(6,4)SWNTs の高純度合成には、触媒表面状態制御によるカイラリティ制御手法を用いた。この手法では、SWNTs 合成の前に、触媒を高真空下で H₂ や N₂ などの微量ガス中で加熱処理を施すことで、触媒表面の酸化度を調整することができる。また、合成には本研究室で開発した拡散プラズマ CVD 装置を使用した [2]。合成された SWNTs のカイラリティ分布の評価には、蛍光-励起 (PLE) マッピングと紫外-可視-近赤外吸収分光法(UV-Vis-NIR)を用いた。(6,4)SWNTs の純度とプラズマ CVD 条件の相関を明らかにするために、プラズマ生成高周波 (RF; 13.56 MHz) 電力を変えて実験を行った。その結果、合成された(6,4)SWNTs の純度がプラズマ生成電力の変化に影響を受けることが明らかとなった(Fig. 1)。今回得られた結果では、(6,4)SWNTs の純度がこれまでの最大値であった 57% を超え、64%まで高純度化することに成功した。また、電力の変化に伴い、(7,3)、(6,5)、(8,3)などのカイラリティ存在比にも著しい変化が生じることが確認された。これは、これまで注目されてこなかったプラズマ中活性種等気相情報がカイラリティ選択性に影響を与えている可能性を示唆している。

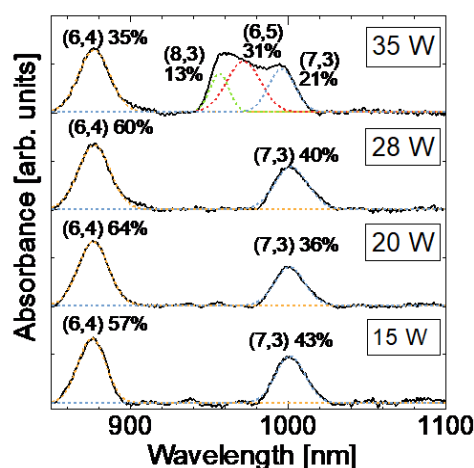


Fig.1: Typical UV-Vis-NIR spectra of SWNTs grown by various RF power used for plasma generation.

[1] B. Xu, T. Kaneko, Y. Shibuta and T. Kato: Sci. Rep. 7 (2017) 11149

[2] T. Kato and R. Hatakeyama: Nat. Nanotechnol. 7 (2012) 651