

プラズマ気相状態制御による (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 Gas Phase Condition using Plasma

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 (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と言える。この課題に向けて我々は、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、発光効率が低い (6,4) SWNTs の高純度合成に世界で初めて成功している [1]。本研究では、(6,4) SWNTs の更なる高純度化を目的とし、合成プロセスにおける気相状態と合成される SWNTs のカイラリティとの相関に着目し実験を行った。

実験には本研究室で開発した拡散プラズマ CVD 装置を使用し [1]、触媒表面状態制御によるカイラリティ制御手法により SWNTs 合成を行った [2]。合成された SWNTs のカイラリティ分布の評価は蛍光-励起 (PLE) マッピングにより行った。また、四重極型質量分析器 (Q-mass) を用いて合成中の気相状態のその場観測を行い、合成中の気相状態とカイラリティ分布の関係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 (P_{RF}) とガス圧力 (P_g) を変えて実験を行った。その結果、従来のプラズマ条件 ($I_{(6,4)} = 60\%$) に比べ、プラズマ条件を最適化することで (6,4) の純度を 66% まで向上させることに成功した (Fig.1)。さらに、その場観測結果から、(6,4) と (7,3) カイラリティの純度と気相中の特定の前駆体組成に一定の相関がみられた。これは反応前駆体種によってカイラリティ選択性が発現することを実験的に明らかにした重要な結果である。

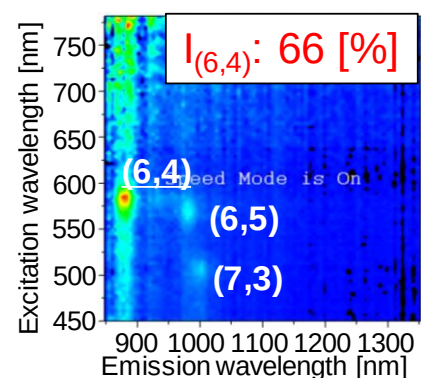


Fig.1: PLE map of SWNTs grown under the optimized plasma conditions..

- [1] T. Kato and R. Hatakeyama: Nat. Nanotechnol. 7 (2012) 651
 [2] B. Xu, T. Kaneko, Y. Shibuta and T. Kato: Sci. Rep. 7 (2017) 11149