20a-B1-4

パルスプラズマCVDによる(6,4)単層カーボンナノチューブの高純度合成

High Purity Growth of (6,4) Single-Walled Carbon Nanotubes by Pulse Plasma CVD

東北大院工 ○許　斌，加藤 俊顕，金子 俊郎

Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ., ○Bin Xu, Toshiaki Kato, Toshiro Kaneko

E-mail: xu12@ecei.tohoku.ac.jp

単層カーボンナノチューブ（SWNTs）は特別な一次元構造を有しているため様々な優れた特性を示すことが明らかとなっている．特に特異な光学特性を活かして高性能な光電子デバイス材料としての応用が期待されている．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異なる為，応用実現に向けてカイラリティを制御した SWNTs の大量合成が重大な課題の一つとなっている．プラズマ CVD (PCVD) はナノカーボン合成に広く用いられる方法であり，通常の熱 CVD と比べて精密なパラメータ制御が可能であることから，ナノカーボンの構造制御合成に優れている[1-4]．そこで，本研究ではプラズマ CVD を用いてカイラリティ制御 SWNTs の大量合成及び合成メカニズムの解明を目的として研究を行った．

これまで我々は合成時間を精密に制御することで，狭いカイラリティ分布を持つ SWNTs の合成を実現した[5]．しかしながら従来手法では合成量が極めて少ないという問題が残されていた．この課題に対し近年我々は短時間合成を繰り返し行うパルス PCVD 法を開発し，パルス PCVD を用いた場合に狭いカイラリティ分布を維持したまま合成量が増加することを明らかとしている[6]．今回さらなる合成条件の最適化を行った結果，通常他の合成手法では合成が困難である直径が極めて細い (6,4)SWNTs (直径: 0.69 nm) の高純度合成を実現した．蛍光分光分析の結果，合成したままの試料内に含まれるカイラリティ種は (6,4), (7,3), (6,5) の3種類がほぼ支配的であることが判明した．さらに，一般的に合成効率が高い (6,5) に比べて (6,4) が同等あるいはそれ以上の含有率で存在することが明らかとなった．これまで発光効率の高い SWNTs の高純度合成は (6,5)SWNTs のみに限られていたが，本手法により (6,5)SWNTs と同等の発光効率を有しかつバンドギャップの異なる (6,4)SWNTs が高純度で合成できたことで，今後の光電気デバイス応用への貢献が大いに期待できる．

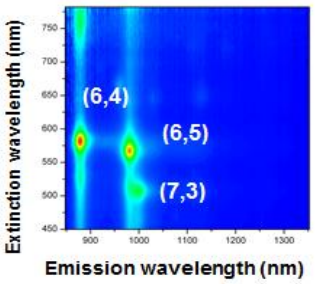

図 1: パルス PCVD により合成した (6,4)高含有 SWNTs の蛍光励起マッピング．

[1] T. Kato and R. Hatakeyama: J. Am. Chem. Soc. **130** (2008) 8101.

[2] Z. Ghorannevis, T. Kato, T. Kaneko, and R. Hatakeyama: J. Am. Chem. Soc. **132** (2010) 9570.

[3] B. Xu, T. Kato, K. Murakoshi, and T. Kaneko: Plasma Fusion Res., **9** (2014) 1206075

[4] T. Kato and R. Hatakeyama: Nature Nanotechnology **7** (2012) 651.

[5] T. Kato and R. Hatakeyama: ACS Nano **4** (2010) 7395.

[6] 許斌，加藤俊顕，村越幸史，金子俊郎，第 61 回応用物理学会春季学術講演会，19a-E18-7, (2014).

© 2014 年　応用物理学会