

ポリマーラッピング法を用いた 半導体型単層カーボンナノチューブの 高収率分離法の開発



SATテクノロジー・ショーケース2024

■ はじめに

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)には、構造により異なる電気的性質(金属型・半導体型)をもった2種類が存在し、それらが混合して合成されるという大きな問題があった。近年の分離技術の進展により、現在では密度勾配遠心分離法、電界誘起層形成法、ゲル分離法、ポリマーラッピング法など様々な手法より、金属型・半導体型のSWCNTの分離精製が可能となっている。これらの分離法の中で、ポリマーラッピング法は、高純度の半導体型SWCNT(s-SWCNT)を分離するのに有効な技術である。これまで、フルオレン系ポリマーによる高純度のs-SWCNT分離が報告されている^{1,2)}。しかしながら、1回の分離プロセスで得られるs-SWCNTの分離量が少量であり、収率が低いという課題がある。そこで本研究では、ポリマーラッピング分離を繰り返すことにより、s-SWCNTの収率を向上させることを目指した。SWCNTには、CVD法の一種であるeDIPS法³⁾により合成されたものを用いた。eDIPS法は、高結晶・高純度・高収率かつ低コストでSWCNTを製造可能な手法である。

■ 活動内容

本実験では分離収率を上げるために、以下の手順で繰り返し分離を行った。まず、eDIPS法で合成された平均直径1.3nmのSWCNTとポリフルオレン(PFO:poly(9,9-dioctylfluorenyl-2,7-diy))をトルエン溶媒中に加えた後、超音波ホモジナイザーにより分散した。遠心分離後、上澄みを回収した。次に、沈殿したペレットに新たにPFOとトルエンを加えて、再度、超音波ホモジナイザーにより分散した。遠心分離後、上澄みを回収した。同様の工程を計4回繰り返し行い、各回で得られた上澄み液の光吸収スペクトルの測定を行った。

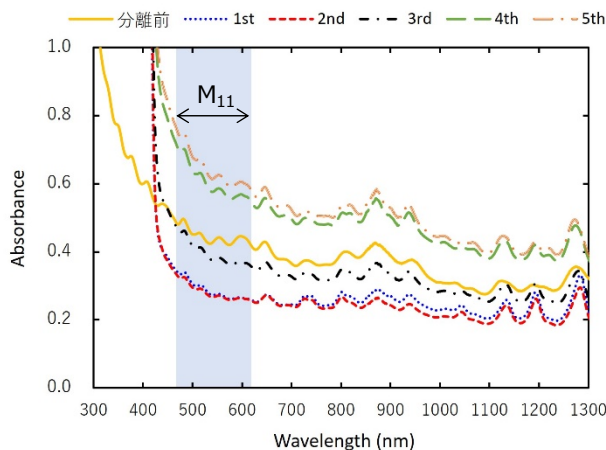


図1 分離前および分離後の光吸収スペクトル

分離前、分離後(1回目)および繰り返し分離後(2~5回目)のSWCNT分散液の光吸収スペクトルを図1に示す。波長が500~600nm付近の領域におけるピークは、金属型SWCNTの光学遷移 M_{11} に対応する。1~3回目のスペクトルにおいて、 M_{11} に対応するピークが小さくなっており、高純度のs-SWCNTが得られたことがわかる。しかしながら、4、5回目のスペクトルにおいて、比較的大きな M_{11} のピークが見られ、s-SWCNTの純度が低下した。このことは、繰り返し分離の回数が増えると、SWCNTがバンドル化しやすくなることを示唆している。今後、この原因の明らかにし、4回目以降の分離条件を検討する必要がある。以上の結果から、繰り返し分離によるs-SWCNTの収率向上に向けた指針が得られた。

■ 今後の展開

繰り返し分離の回数を増やしても高純度s-SWCNTが得られる分離条件を探る。また、得られたs-SWCNTの蛍光分光測定を行い、その結果を解析して構造(カイラリティ)の評価を行う。

■ 参考文献

- 1) J. Y. Hwang, A. Nish *et al.*, J. Am. Chem. Soc. (2008), 130, 3543
- 2) J. Wang and T. Lei, Polymers (2020), 12, 1548
- 3) T. Saito *et al.*, J. Nanosci. Nanotechnol. (2008), 8, 6153.

代表発表者 日比 晴也(ひび はるや)
所属 兵庫県立大学大学院 工学研究科
産業技術総合研究所ナノ材料研究部門
問合せ先 〒671-2280 兵庫県姫路市書写 2167
E-mail : 2001haruya@gmail.com

■キーワード: (1)単層カーボンナノチューブ
(2)ポリマーラッピング分離
(3)半導体
■共同研究者: 藤井俊治郎(兵庫県立大学)
栗原有紀(産業技術総合研究所)
斎藤毅(産業技術総合研究所)