

温度応答性高分子を用いた半導体型単層カーボンナノチューブの選択的抽出手法の開発

Selective Extraction of Semiconducting Single-Walled Carbon Nanotubes with a Thermoresponsive Polymer

東邦大理¹, 志村 英里子¹, 菅井 俊樹¹, °桑原 彰太¹

Toho Univ.¹, Eriko Shimura¹, Toshiki Sugai¹, °Shota Kuwahara¹

E-mail: syouta.kuwahara@sci.toho-u.ac.jp

【緒言】ナノ炭素材料の一つであるカーボンナノチューブ(CNT)は、グラフェンシートの巻き方によって電気的特性や光学特性が異なることが知られており、薄膜トランジスタなど電子デバイスへの応用が期待されている。しかし、CNTの生成段階では、様々な構造を持つナノ物質の混合物として得られ、生成段階での構造制御は難しい。よって、分離・精製技術により単一構造のCNTを得る研究が進められ、密度勾配超遠心分離やカラムクロマトグラフィーなどの分離手法が開発されてきた。これらの手法では、CNT表面を界面活性剤により被覆した分散溶液を使用し、CNTの構造や電気的特性に依存した界面活性剤の被覆率による表面電荷や疎水性の差異が利用する。

我々は、CNTの構造に依存した疎水性の差異を利用し、簡便かつ連続分離可能な手法として、温度応答性高分子を用いたCNTの分離手法を開発した[1]。下限臨界溶解温度(LCST)よりも高い温度に加熱すると、温度応答性高分子の水素結合様式が変化し、水溶液中の温度応答性高分子が凝集する。凝集した温度応答性高分子の内部には疎水空間が生まれ、周囲の水溶液と隔離されるため、疎水性のCNTミセルは温度応答性高分子内に取り込まれ、親水性のCNTミセルは水相へと抽出されると考えられる。本分離手法による半導体CNTの選択的抽出の結果について報告する。

【実験】2 wt% コール酸ナトリウム水溶液中に分散した単層カーボンナノチューブ(CoMoCAT (Signis® CG100, Sigma-Aldrich)を用いた。遠心分離 (16,200 g, 3 時間) 後、上澄み溶液に次亜塩素酸水溶液を加え、熱応答性高分子 (poly(*N*-isopropylacrylamide) (PNIPAM)) を加えた。45 °C、15 分間加熱し、PNIPAM を相転移させた後、液相と熱応答性高分子の凝集体に分け、吸収スペクトル測定により分離を確認した。

【結果】結果を図1に示す。相転移前と比較し相転移後の液相では、金属CNTの吸収が存在する380–500 nmの波長領域に吸収が現れない。よって、半導体CNTのみ選択的に液相に抽出され、金属CNTを含む残りのCNTはPNIPAMの凝集体に取り込まれたことが分かった。

¹ E. Shimura, T. Sugai and S. Kuwahara, *Chem. Commun.*, 2018, **443**, 158.

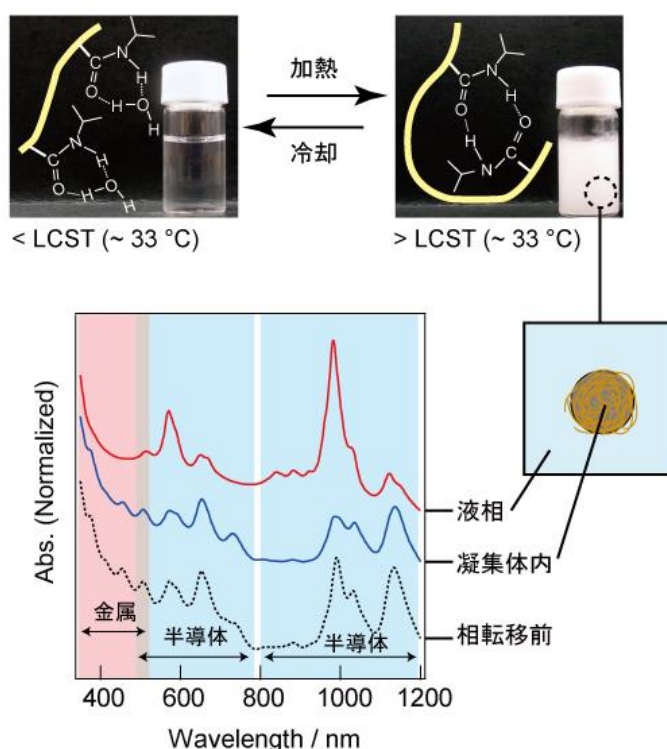


図1 温度応答性高分子の相転移の様子とカーボンナノチューブの分離前後の吸収スペクトル