

平成 19 年度顕在化ステージ 事後評価報告書

シーズ顕在化プロデューサー所属機関名:株式会社島津製作所

研究リーダー所属機関名 :山形大学

課題名:金属と半導体カーボンナノチューブを分離するクロマトグラフィーの開発

1. 顕在化ステージの目的

カーボンナノチューブ(CNT)は金属もしくは半導体である。半導体 CNT は超高速トランジスタや高感度センサーへの応用が期待され、金属 CNT は銅よりも優れた導体になる。現時点では両者が混在したサンプルしか合成できないため、これらを分離しなくてはならない。従来の分離法では、界面活性剤や分散剤などで安定化した CNT 溶液が必要である。しかし、これらの添加剤は除去しにくく、電子応用などの分野では問題となる。研究リーダーは、無添加の CNT 分散液における電気泳動の差を応用し、金属と半導体 CNT を分離する電界クロマトグラフィー・カラムの作製に成功した。ところが、現時点では濃縮効率が低い。そこで、濃縮効率を高め、無添加状態での実用レベルの分離が可能なカラムを開発することを目的とする。

2. 成果の概要 ※研究実施者の完了報告書より抜粋

○大学の研究成果

2枚の ITO 平行平板の間に液体を上部から連続的に注ぎ入れ、下部で分取できるカラムを組み立てた。特性の混在したカーボンナノチューブ(CNT)を無水有機溶媒に何の添加剤も加えることなく分散し、カラム上部に注入した。溶媒の流動とともに電極間に直流電圧を印加し、分取された CNT を紫外近赤外吸収分光、ラマン分光および近赤外蛍光分光により評価した。その結果、カラムが長いほど、印加電圧が高いほど、また電圧印加時間が長いほど濃縮効率が増加することを確認した。ところが、これらのパラメータを大きくしていくと、CNT がカラム内で凝集してしまう事態に直面した。そこで、ジメチルホルムアミドとイソプロピルアルコールの混合溶媒を検討した結果、濃縮を最適化する混合比を見つけた。

○企業の研究成果

超ミクロセルを用いることにより、従来測定が困難とされていた極微量の CNT 分取液の測定が達成でき、キラリテイ濃度評価の確認ができた。これにより分散剤を添加して CNT を安定孤立分散する必要があるとされていたフォトルミネッセンス測定において、分散剤の添加なしに、有機溶媒のみで個々のキラリテイに依存したピークの測定が可能となった。よって、クロマトグラフィーで分取した溶液を直接評価できることが判った。

凝集しにくいとされている極短小化 CNT を用い、電場を持たない通常のクロマトグラフィー下でカラムによる分離を試みた。ジメチルホルムアミド分散液を、通常高分子の分離に使用されるカラムに通し、UV 吸収により検出した。500-600nm の光励起により、800nm 付近に強い発光が確認される成分を見いだした。

3. 総合所見

当初の目標に対して期待したほどの成果は得られなかった。電界クロマトグラフィーにより金属と半導体の混合 CNT から金属 CNT を 80%以上に濃縮する試みだが、金属 CNT の濃縮を30%強は実現したが、CNT 分散状態の凝集の問題が発生し、目標値の80%以上には至っていない。凝集に原因があることを見出したことは評価できるが、実用化には、電界の印加方法等の抜本的な見直しが必要と思われる。