

SWCNT 分離におけるマルチスケール疎水性相互作用

Multiscale Hydrophobic Interactions in Separation of SWCNTs

産総研ナノ材料 ○片浦 弘道, 王国偉, 都築 真由美, 田中 丈士

NMRI, AIST, °Hiromichi Kataura, Guowei Wang, Mayumi Tsuzuki, Takeshi Tanaka

E-mail: h-kataura@aist.go.jp

我々の研究グループでは、これまで単層カーボンナノチューブ (SWCNT) の金属・半導体分離や単一構造分離の研究を行って来ている。我々の分離手法では、多糖類のゲルと、界面活性剤で水中に分散した SWCNT との選択的相互作用を利用して、半導体型の SWCNT のみを選択的にゲルに吸着させることで分離を実現している。基本的には、界面活性剤ドデシル硫酸ナトリウムが SWCNT との間で生じる電荷移動[1]が分離の基礎原理になっている。最近では、カラムクロマトグラフィーを用いて、まずカラムに吸着しない金属型を流出させて半導体型と分離し、その後、吸着した半導体型を構造に従って段階的に溶出させる手法を主に用いている。これまで、使用する界面活性剤の数、種類とその混合比や、温度や pH など、各種パラメータを変更して自在な分離を実現してきた。しかし、その一方で、SWCNT がどのような機構でゲルに吸着するのかは、実は良く理解されていなかった。そのような状況の下、SWCNT 分離に適したゲルの開発を行った際、ゲルの中の SWCNT 吸着サイトがかなり大きなユニットである事が明らかとなった。つまり、SWCNT の吸着は、分子レベルの相互作用ではなく、もっと大きなスケールでの相互作用が重要である事を示唆している。しかしこの系では、疎水性相互作用以外に考慮に値する明確な相互作用は存在しないため、この現象は基本的に疎水性相互作用で説明されなければならない。

以上の実験事実に加え、これまで積み上げた大量の分離データから、半導体 SWCNT の選択的吸着には、分子レベルの疎水性相互作用と、もう少し大きなメソスコピックなスケールでの疎水性相互作用の、二種類のスケールの異なる疎水性相互作用の競合によって生じているというモデルで、矛盾無く説明できることが明らかになった。クロマトグラフィーでは、単に溶液の吸光度だけでなく、pH や電気伝導度、温度などが記録されており、分離に伴い生じるこれらの変化がすべて説明できなければ、分離原理として正しいとは言えないが、上記のマルチスケールの疎水性相互作用によるモデルは、これらをほぼ説明可能であり、現実に極めて近いと考えられる。

当日は、このモデルの詳細とともに、この分離原理の応用についても触れる予定である。なお、本研究は、JST-CREST Grant No. JPMJCR16Q2 のサポートを受けて行われた。

[1] Mari Ohfuchi, J. Phys. Chem. C **122** (2018) pp. 4691-4697.