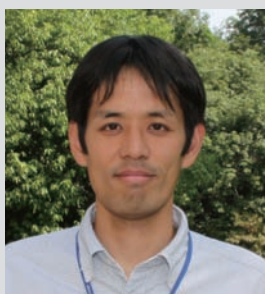


金属型と半導体型のカーボンナノチューブの分離

凍結-解凍して搾るだけ、大量生産への道を開く



田中 文士

たなか たけし

tanaka-t@aist.go.jp

ナノテクノロジー研究部門
自己組織エレクトロニクス
グループ
研究員
(つくばセンター)

2005年に入所。入所前は、100℃でも生きることができ微生物の研究を行っていました。入所後は、ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの異なる分野の融合による、新規現象の発見や新たな産業の創出を目指して、研究に取り組んでいます。

関連情報：

● 共同研究者

金 赫華、宮田 耕充、藤井 俊治郎、菅 洋志、内藤 泰久、三成 剛生、宮寺 哲彦、塚越 一仁、片浦 弘道 (産総研)

● 参考文献

T. Tanaka *et al.*: *Nano Lett.*, 9, 1497 - 1500 (2009).

● プレス発表

2009年3月4日「金属型と半導体型のカーボンナノチューブを極めて簡単に分離」

● この研究の一部は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「産業技術研究助成事業」および独立行政法人 科学技術振興機構「CREST」の支援を得て行われました。

単層カーボンナノチューブ

単層カーボンナノチューブ (SWCNT) は炭素原子の並び方によって金属的な性質なものや半導体的な性質のものが存在しますが、通常、これらの相反する性質のもの混合物として SWCNT は合成されます。もし高純度で分離精製できれば、金属型 SWCNT は希少金属を用いた透明導電材料の代替品として、半導体型 SWCNT は高性能トランジスターなどへの利用が見込まれます。将来的には、金属型 SWCNT を配線に、半導体型 SWCNT をトランジスターに用いた超高集積・超高速の高性能 SWCNT コンピューターの実現も期待されます。

非常に簡便な分離法を開発

私たちは以前に、アガロースゲルを用いた電気泳動によって SWCNT の金属型と半導体型を効率的に分離する方法を開発しました。SWCNT を前もってアガロースゲルの中に固め込んだもの (SWCNT 含有ゲル) に電場を加えると、半導体型 SWCNT は移動せずに金属型 SWCNT だけがゲルから出てきて、両者が分離されるというものです。今回はこの方法を改良し、電場を用いず、非常に簡便に分離できる手法を開発しました。例えば、SWCNT 含有ゲルをそのまま遠心分離にかけると、ゲルが押しつぶされ、ゲル中の溶液成分が搾り出されます。その結果、金属型 SWCNT を含む溶液と半導体型 SWCNT を含むゲル固形分に分離されました

(ゲル遠心分離法)。つまり、アガロースゲルを用いた分離において、電場による泳動は必須ではないことが判明しました。

さらに、ゲルの固形分と溶液部分とを分離する方法として、凍結-解凍-圧搾の手段を適用しました。これは、「高野豆腐」の製造の際に、凍結-解凍の過程によって、豆腐のゲル構造を変化させて水分を取り除くことが行われますが、その手法を応用したものです。SWCNT 含有ゲルをそのまま圧搾してもゲルが崩れるのですが、図に示すように、凍結-解凍の後に指で搾ると、ゲル遠心分離法の時と同様に、金属型 SWCNT を含む溶液と半導体型 SWCNT を含むゲル固形分に容易に分離できました。この分離は特別な機器を必要とせず、家庭用の冷凍庫程度の設備で十分です。ゲルの搾りかすに残った半導体型 SWCNT は、加熱してゲルを溶かした後、軽く遠心分離すると簡単にゲルを取り除くことができます。この分離法は、異なる直径の SWCNT に対しても有効でした。この方法は非常に単純なため、自動化による低コスト化や大型化が容易で、金属型・半導体型 SWCNT 大量生産の実現につながると考えられます。

今後の展開

今後は、企業などと協力して大型化と低コスト化を進め、金属型と半導体型 SWCNT の大量生産の実現に向けた研究を推進する一方、分離 SWCNT の用途開発を行う予定です。



SWCNT 含有ゲルの凍結-解凍-圧搾による金属型・半導体型の分離

SWCNT 含有ゲルを凍結、解凍後に搾ることで、金属型を含む溶液と半導体型を含むゲルに分離できる。