

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月30日現在

機関番号：14202

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21560792

研究課題名（和文）超音波特殊反応場を用いるカーボンナノチューブの液相系合成法の開発と光学分割

研究課題名（英文）The development of the preparation method of carbon nanotubes and their optical resolution in a liquid phase in the ultrasonic reaction field

研究代表者

木村 隆英（KIMURA TAKAHIDE）

滋賀医科大学・医学部・教授

研究者番号：70167378

研究成果の概要（和文）：

超音波エネルギーを用いてカーボンナノチューブ CNT を溶液中で作成し、かつ分子ピンセットを用いて、サイズ分離、光学分割等の分離を行うという液相系超音波 CNT 合成法を開発することを目的として、水溶媒中クロロベンゼンに 2.5 W の超音波（36.6 kHz および 480 kHz）を照射したところ、ナノチューブ様針状およびグラフェン様シート状炭素化合物を得ることができた。これら炭素化合物の構造を詳細に検討している。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this research was the preparation of carbon nanotube CNT by ultrasonic energy in fluid phase, and the size separation and optical resolution of carbon nanotubes by molecular tweezers. Carbon compounds of forms of needle and sheet were obtained, when chlorobenzene was irradiated with ultrasound (36.6kHz and 480kHz) of 2.5 W in water solvent. The structure of these carbon compounds is examining in detail.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：プロセス工学・反応工学・プロセスシステム

キーワード：ソノケミストリー，カーボンナノチューブ

## 1. 研究開始当初の背景

我々は、キラルな分子ピンセットを用いることによりキラルなSWCNT を単離することに初めて成功していた。しかしながら、サイズ、キラリティのそろった純粋なCNT を分離しようとするとき、固く凝集したCNT 固体の分散

という、精製単離における最大の困難さに遭遇した。もし、液相あるいは溶液中に分散した状態でCNT を合成することができれば、そして凝集させることなく精製単離することができれば、純度の高いキラルなCNT を扱うことが格段に容易になり、CNT の特性の解明、

用途の開発に大きく寄与することができると期待された。

## 2. 研究の目的

超音波キャビテーションがもたらす高温・高圧の特異的反応場をCNT 合成戦略に活用し、かつ、凝集しやすいCNT を超音波により溶液中に分散させつつ、分子ピンセットによりサイズ分離、光学分割等の分離を行うという液相系超音波CNT 合成法を開発することを目的とした。

## 3. 研究の方法

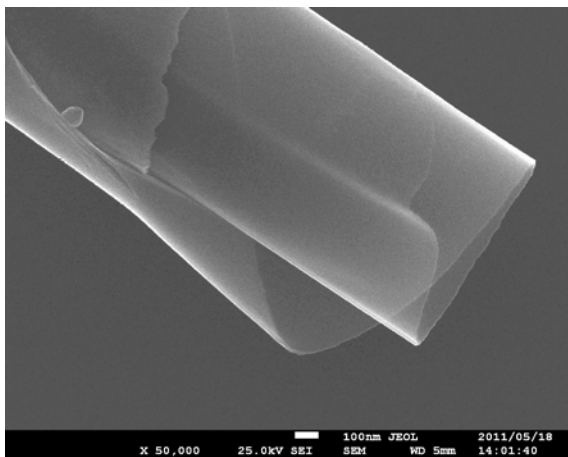
①SWCNT の径、長さ、キラリティ、量を制御することになる芳香族炭素原料、触媒、超音波ファクター（強度、周波数、照射法、時間、温度等）について検討し、CNT 超音波合成の最適条件を見出す。

②分子ピンセットの手法を用い、特性を有する純粋なCNT を量的に単離（量産）しうる方法を開発する。

## 4. 研究成果

①水溶液中クロロベンゼンに 2.5 W の超音波 (36.6 kHz および 480 kHz) を照射することにより、ナノチューブ様針状およびグラフェン様シート状炭素化合物を得た。

②ナノチューブ様針状およびグラフェン様シート状炭素化合物は、互いに変換しうる関係にはなかった。



480kHz, 2.5 W, 20°C, 8h,

Cl-C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> (1mL), H<sub>2</sub>O (10 mL), NiCl<sub>2</sub> (0.2 mmol)

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

① Jean-Marc Lévêque, Mitsue Fujita, Alexis Bosson, Hajime Sohmiya, Christian Pétrier, Naoki Komatsu, Takahide Kimura, "Secondary sonochemical effect on Mo-catalyzed bromination of aromatic

compounds", *Ultrason. Sonochem.*, 18 巻, 753-756, 2011, 査読有

② A. F. M. M. Rahman, F. Wang, K. Matsuda, T. Kimura and N. Komatsu, "Diameter-Based Separation of Single-Walled Carbon Nanotubes through Selective Extraction with Dipyrene Nanotweezers", *Chem. Sci.*, 2 巻, 862-867, 2011, 査読有

③ Feng Wang, Kazunari Matsuda, A. F. M. Mustafizur Rahman, Takahide Kimura and Naoki Komatsu, "Improved selectivity in discriminating handedness and diameter of singlewalled carbon nanotubes with N-substituted 3,6-carbazolylene-bridged chiral diporphyrin nanotweezers", *Nanoscale*, 3 巻, 4117-4124, 2011, 査読有

④ L. Zhao, T. Takimoto, M. Ito, N. Kitagawa, T. Kimura, and N. Komatsu, "Chromatographic Separation of Highly Soluble Diamond Nanoparticles Prepared by Polyglycerol Grafting", *Angew. Chem. Int. Ed.*, 50 巻, 1388-1392, 2011, 査読有

⑤ Hajime Sohmiya, Mitsue Fujita, Takahide Kimura, "New development of 'sono-functional' molecule: Binding to DNA by sonication", *Ultrasonics Sonochemistry* 17 巻, 633-636, 2010, 査読有

⑥ T. Takimoto, T. Chano, S. Shimizu, H. Okabe, M. Ito, M. Morita, T. Kimura, T. Inubushi, N. Komatsu, "Preparation of Fluorescent Diamond Nanoparticles Stably Dispersed under a Physiological Environment through Multi-Step Organic Transformations", *Chem. Mater.*, 22 巻, 3462-3471, 2010, 査読有

⑦ F. Wang, K. Matsuda, A. F. M. M. Rahman, X. Peng, T. Kimura, and N. Komatsu, "Simultaneous Discrimination of Handedness and Diameter of Single-Walled Carbon Nanotubes (SWNTs) with Chiral Diporphyrin Nanotweezers Leading to Enrichment of Single Enantiomer of (6,5)-SWNTs", *J. Am. Chem. Soc.*, 132 巻, 10876-10881, 2010, 査読有

⑧ X. Peng, F. Wang, T. Kimura, N. Komatsu, A. Osuka "Optical Resolution and Diameter-Based Enrichment of Single-Walled Carbon Nanotubes through Simultaneous Recognition of Their Helicity and Diameter with Chiral Monoporphyrin", *J. Phys. Chem. C.*, 113 巻, 9108-9113, 2009, 査読有

〔学会発表〕（計 3 件）

①Jean-Marc Levêque, Jean-Noël Rouzaud, Naoki Komatsu, Alexandre Desforge, L. Reinert<sup>1</sup>, Takahide Kimura, Laurent Duclaux, Ultrasonic treatment of glassy carbon for nanoparticle preparation, Carbon2012, 2012.6.17-22, Krakow.

② T. Kimura, A new expansion of the ultrasonic advanced oxidation methodology into synthetic aspects, The International Workshop on Advanced Sonochemistry, 2011.11.3, Nagoya.

③藤田光恵, A.Bosson, J.M.Leveque, 宗宮 創, 木村隆英, 超音波照射下,  $\text{KBr}/(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$  によるフェノールの臭素化, 第18回ソノケミストリー討論会, 2009年10月24日, 長岡技術科学大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

木村 隆英 (KIMURA TAKAHIDE)  
滋賀医科大学・医学部・教授  
研究者番号：70167378

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：