

次世代型ライフスタイルの創成を担う 高機能複合材料の開発

Development of High-Functional Composites for Constructing a Future Foundation to Create a Next Generation Life Style



准教授
佐藤 義倫
Associate Professor
Yoshinori Sato

In the past, many composites consisted of nanomaterials that possess excellent features in their own, have produced in basic researches. However, it is hard to design and produce composites of which the properties of nanomaterials are reflected to those. Because each nanomaterial in the composite assembles at random not to enhance the features of the nanomaterials. In this laboratory, the purpose of researches is to study and develop high-functional composites in an effort to expand the properties of nanomaterials to those of bulky composites.

研究内容

個々のナノ物質は小さいながらも、優れた特性を持っている。しかし、ナノ物質の特性を生かした複合材料の設計・合成は、ランダムに配置された個々のナノ物質の特性が打ち消されるため、極めて難しくなる。そこで、ナノ物質の特性を最大限に活かしたナノ複合界面設計に基づいた高次機能性複合材料が必要である。本研究室では、材料科学分野における課題である「ナノ物質の特性をバルクまで引き伸ばすための複合材料設計と材料開発およびその複合界面に関する研究」を目指している。研究を遂行するにあたり、新素材である炭素ナノ材料・ナノ粒子材料の単体特性や複合特性、あるいは自然の高次循環システムやメカニズムから学ぶ複合特性を利用し、「高機能性界面を持つ複合材料の開発」を行っている。

2014年の研究室体制と活動

2014年4月に学部3年生の黒田彬央くん、田ノ岡大貴くんが研究室配属され、学部4年生の木村達人くん、野々村怜くん、修士1年生の駒口暁海くん、杉山将太くん、横山幸司くんを含め、学生7名、教員1名の研究室体制となりました。工明会運動会、オープンキャンパス (Fig.1)、飲み会などのイベントに研究室全体で積極的に参加しました。学業面では、ゼミによる勉強会 (週1回)、学会への参加を積極的に行いました。研究面では、佐藤義倫准教授が信州大学 先鋭領域融合研究群 バイオメディカル研究所の特任教授 (兼任) となり、齋藤直人研究室と共同研究を始め

した。また、材料の熱電能計測に関しては、北海道大学電子科学研究所の太田裕道教授と共同研究を行いました。横山くんが「NH₃ガスを用いたフッ素化単層カーボンナノチューブへの骨格置換型窒素導入法に関する研究」で第7回資源・素材学会東北支部若手の会ポスター賞銀賞 (Fig.2)、佐藤 (義) 准教授が「Photo-thermoelectric power of single-walled carbon nanotube films」で *Materials Today Asia 2014, Nanoscience and Technology Ses-sion Best Contribution Award* を受賞しました (Fig.3)。

1. n型キャリアを持つ窒素骨格置換型単層カーボンナノチューブの合成と物性評価

単層カーボンナノチューブ (single-walled carbon nanotube: SWCNT) は1次元物質に発現する特有な電子状態密度を持ち、金属性SWCNTsは可視光領域に、半導体性SWCNTsは近赤外光領域に吸収特性を示す。SWCNTsは大気中ではp型 (正孔) キャリヤを持つことが知られている。本研究はフッ素化SWCNTsとアンモニアガスを反応させて、大気中で安定なn型 (電子) キャリヤを持つ骨格置換型窒素単層カーボンナノチューブの合成とその物性について研究をしている。

2. マイクロポーラス構造を持つ炭素ナノ材料を用いた骨形成

信州大学 先鋭領域融合研究群 バイオメディカル研究所の齋藤直人先生、フロリダ州立大学のMei Zhang先生との共同研究により、多層カーボンナノチューブとグラファイトリボンで構成されたマイクロポーラス複合体をスキャホールド (細胞培養床)



Fig.1 Snapshot in front of the laboratory booth at the "Open Campus 2014".



Fig.2 Poster Award on the "The 7th young research meeting of The Mining and Materials Processing Institute of Japan, Tohoku branch". (Koji Yokoyama)



Fig.3 Nanoscience and Technology Session Best Contribution Award on the "Materials Today Asia 2014". (Yoshinori Sato)



として用いて、*in vitro* (細胞外) による骨芽細胞の増殖試験、*in vivo* (細胞内) の頭蓋骨の形成試験を行っている。

国際学会発表

- Yoshinori Sato, Hajime Sakakibara, Kenichi Motomiya, Kazuyuki Tohji, "Photo-thermoelectric power of single-walled carbon nanotube films", *Materials Today Asia 2014* Poster, Kowloon, Hong Kong, December 12th, 2014.
- Kohei Bushimata, Takashi Itoh, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato, "Structural and Electrochemical Characterization of Aminated Single-Walled Carbon Nanotubes Prepared by Fluorination", The 30th European Conference on Surface Science, Antalya, Turkey, September 3rd, 2014.

国内学会発表

- 平成26年度 資源・素材学会東北支部 春季大会 (駒口暁海くん、横山幸司くんがポスター発表)、仙台市、宮城県、2014年6月17日 (火)
- 第7回 資源・素材学会東北支部 若手の会 (駒口暁海くん、杉山将太くん、横山 幸司くんがポスター発表)、八幡平市、岩手県、2014年11月16日 (日)
- 平成26年度 資源・素材学会東北支部 秋季大会 (駒口暁海くん、杉山将太くん、横山幸司くんが口頭発表)、盛岡市、岩手県、2014年11月17日 (月)

招待講演

- 佐藤 義倫、"フッ素化カーボンナノチューブを用いた機能材料開発"、日本材料学会ナノ材料部門委員会 2013年度 第2回講演会、京都府、京都市、2014年3月18日

業績

- Kohei Bushimata, Shin-ichi Ogino, Kazutaka Hirano, Tatsuhiro Yabune, Kenta Sato, Takashi Itoh, Kenichi Motomiya, Koji Yokoyama, Daiki Mabuchi, Hikaru Nishizaka, Go Yamamoto, Toshiyuki Hashida, Kazuyuki Tohji, Yoshinori Sato, "Structural and Electrochemical Characterization of Ethylenediaminated Single-Walled Carbon Nanotubes Prepared from Fluorinated SWCNTs", *J. Phys. Chem.*

C, 118, 14948-14956 (2014).

- Go Yamamoto, Keiichi Shirasu, Yo Nozaka, Yoshinori Sato, Toshiyuki Takagi, Toshiyuki Hashida, "Structure-property relationships in thermally-annealed multi-walled carbon nanotubes", *Carbon*, 66, 219-226 (2014).
- 佐藤義倫、横山敦郎、"長期間によるラット軟組織内における酸素含有官能基修飾多層カーボンナノチューブの構造安定性"、*NEW DIAMOND*, 30, 29-33 (2014).
- 特許5647435「カーボンナノチューブおよびその製造方法」佐藤義倫、田路和幸、名村優 (登録日2014. 11. 14)

受賞

- Yoshinori Sato, "Nanoscience and Technology Session Best Contribution Award" in *Materials Today Asia 2014*, Kowloon, Hong Kong (受賞日2014. 12. 12)
- 横山幸司、"第7回資源・素材学会 東北支部若手の会 ポスター賞銀賞" (受賞日2014. 11. 16)
- 横山幸司、"平成25年度 東北大学工学部機械知能・航空工学科 工学部長賞" (受賞日2014. 3. 25)

研究プロジェクト

- 日本学術振興会科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究 平成26年度「熱電能アシスト型pn接合界面を持つ炭素ナノ材料で構成された近赤外光発電セルの創製」(代表研究者)
- 日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (S) 平成26年度「低炭素社会をもたらす単層カーボンナノチューブを利用した平面発光デバイスの開発」(分担研究者)
- 日本学術振興会科学研究費補助金・基盤研究 (B) 平成26年度「ナノ物質を用いたハイブリッド型口腔領域用生体材料の創製と安全性の検討」(分担研究者)
- 日本学術振興会科学研究費補助金・挑戦的萌芽研究 平成26年度「多層カーボンナノチューブブロックを用いた*in vitro*での骨形成再現実験」(分担研究者)
- 平成26年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 共同研究 (一般研究: 北海道大学 電子科学研究所 太田裕道 教授)
- 平成26年度 東北大学金属材料研究所 共同利用研究 (研究部: 東北大学金属材料研究所 後藤 崇 教授)
- 平成26年度 ステラ ケミファ株式会社 共同研究