

様式 F - 7 - 1

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実施状況報告書（研究実施状況報告書）（平成27年度）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 若手研究(B) 4. 補助事業期間 平成26年度～平成28年度

5. 課題番号

2	6	7	9	0	0	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---

6. 研究課題名 単層カーボンナノチューブにおけるゼーベック効果の実践的理解

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
5 0 6 1 0 6 5 6	ノグチ ヨシユキ 野々口 斐之	物質創成科学研究科	助教

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

本申請課題の目的は分子間相互作用を介した分子集積化により、大気下で駆動できる n 型単層カーボンナノチューブ材料を得るとともに、その学理構築に貢献することである。平成27年度は分子複合化によるカーボンナノチューブ熱電材料の高性能化を検討した。

1. 層状遷移金属カルコゲナイドの剥離コロイドが自発的にCNTに吸着することを見出した。このことが p 軌道 - π 軌道の相互作用に起因していることに着目し、その熱電特性が最大で 1.0 倍程度、増強することを見出した (ChemPlusChem (2015))。

2. 種々のカーボンナノチューブ - 分子複合系において、優れた熱電特性が発現することを見出した (Chem. Sci. (2015))。とくに高分子電解質に孤立分散したカーボンナノチューブからは、150 マイクロボルト / K を超えるゼーベック係数を見出した (RSC Adv. (2016))。

3. クラウンエーテル誘導体をカーボンナノチューブに添加することで、高安定性 n 型材料が得られることを明らかにした。150、大気下において、1ヶ月程度顕著な劣化を示さない n 型複合体を開発した (Adv. Funct. Mater. (2016))。種々の構造解析の結果、カチオン性のクラウンエーテルが緩やかに負に帯電したカーボンナノチューブ回りに配位し、静電的に安定化していることが示された。また、分光学的にも、安定な n 型ドーピングが進行したことが示された。

10. キーワード

- | | | | |
|----------------|----------|-----------|----------------|
| (1) カーボンナノチューブ | (2) 熱電変換 | (3) 超分子化学 | (4) 有機エレクトロニクス |
| (5) | (6) | (7) | (8) |

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

当初に計画した分子複合系における熱電特性の増強について、数多くの具体例を示すことができた。また、一部は当初の予測を超え、革新的な安定性を示す n 型有機材料の開発につながる成果を得た。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策)

本研究を通じて、従来不安定とされたナノカーボン中のカルボアニオン種が適切なカチオン種の存在下、大気下 150 程度まで安定であることが初めて分かった。この成果は材料応用の観点のみならず、有機化学における結合論からも大変興味深い。平成 28 年度には、安定なカルボアニオン種を有するナノカーボン(ナノカーバイド)の化学を開拓し、低分子化合物や従来な高分子材料では見出されない、導電性ナノカーボンゆえの結合論の開拓につなげる。

(次年度使用額が生じた理由と使用計画)

(理由)

本申請課題において、従来不可能とされてきた超高性能、高耐久性の炭素系 n 型熱電材料を開発した。一方で、本研究で性能面は実証できたものの、その安定化メカニズムの証明は十分ではない。また、当事業の研究成果のもと年度途中に関連する研究支援課題が採択され、より効率的かつ効果的に予算を活用するため、当事業の支出計画を見直した。当該課題の高い継続性と波及性、社会要請の観点から、今後の事業のさらなる拡大を見据え、残予算を平成 28 年度の物品購入に充てることが合理的と考えられる。

(使用計画)

上記について、とくに電気化学的な手法を用いた電子状態解析が必須であると考え、平成 27 年度より n 型カーボンナノチューブ複合体の電位計測を開始した。平成 28 年度中には研究を引き続き進めるとともに成果をまとめて外部発表に繋げる。これらに係る諸経費を本予算から計上する。

(課題番号： 26790014)

(注) ・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(4)件/うち査読付論文 計(4)件/うち国際共著 計(0)件/うちオープンアクセス 計(1)件

著者名		論文標題				
Ryota Matsuoka, Ryojun Toyoda, Ryota Sakamoto, Mizuho Tsuchiya, Ken Hoshiko, Tatsuhiro Nagayama, Yoshiyuki Nonoguchi, Kunihisa Sugimoto, Eiji Nishibori, Tsuyoshi Kawai, and Hiroshi Nishihara		Bis(dipyrrinato)metal(II) Coordination Polymers: Crystallization, Exfoliation into Single Wires, and Electric Conversion Ability				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Chemical Science	有	6	2 0 1 5	2853-2858	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/c5sc00273g						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている(また、その予定である)						

著者名		論文標題				
Yoshiyuki Nonoguchi, Kenji Hata, Tsuyoshi Kawai		Dispersion of Synthetic MoS ₂ Flakes and Their Spontaneous Adsorption on Single-Walled Carbon Nanotubes				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
ChemPlusChem	有	80	2 0 1 5	1158-1163	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/cplu.201500084						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

著者名		論文標題				
Motohiro Nakano, Yoshiyuki Nonoguchi,* Takuya Nakashima, Kenji Hata, Tsuyoshi Kawai		Solid-state, Individual Exfoliation of Single-walled Carbon Nanotubes in Ionic Liquid-derived Polymers and Its Impact on Thermoelectric Properties				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
RSC Advances	有	6	2 0 1 6	2489-2495	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1039/C5RA25490F						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

(課題番号: 26790014)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(3/6)

著者名		論文標題【掲載確定】				
Yoshiyuki Nonoguchi, Motohiro Nakano, Tomoko Murayama, Harutoshi Hagino, Shota Hama, Koji Miyazaki, Ryosuke Matsubara, Masakazu Nakamura, Tsuyoshi Kawai		Simple Salt-coordinated n-Type Nanocarbon Materials Stable in Air				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Advanced Functional Materials	有	26	2016	印刷中	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
10.1002/adfm.201600179						
オープンアクセス						
オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難						

(学会発表) 計(3)件/うち招待講演 計(2)件/うち国際学会 計(1)件

発表者名	発表標題	
野々口斐之, 中野元博, 河合壯	高分子電解質 - 単層カーボンナノチューブ複合体に見られる増強熱電効果	
学会等名	発表年月日	発表場所
第64回高分子討論会	2015年09月15日	東北大学(宮城県仙台市)

発表者名	発表標題	
野々口斐之, 河合 壯	界面化学的アプローチによる安定なn型カーボンナノチューブの創製	
学会等名	発表年月日	発表場所
第76回応用物理学会秋季学術講演会(招待講演)	2015年09月13日	名古屋国際会議場(愛知県名古屋市)

発表者名	発表標題	
Y. Nonoguchi, T. Kawai	Surface chemical approach to improving air-stability of n-type semiconductor nanowires and nanotubes	
学会等名	発表年月日	発表場所
Pacificchem 2015(招待講演)(国際学会)	2015年12月17日	Hawaii (USA)

(図書) 計(0)件

著者名		出版社	
書名		発行年	総ページ数

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

(取得) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

(国際研究集会) 計(0)件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究: -

17.備考

