

様式 C-7-1

平成28年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	14603
研究代表者	部局	物質創成科学研究科		
	職	教授		
	氏名	中村 雅一		

1. 研究種目名 基盤研究(B)(一般) 2. 課題番号 16H04333

3. 研究課題名 CNT / タンパク質接合による熱・キャリア輸送独立制御と断熱性熱電変換素子の創出

4. 研究期間 平成28年度～平成31年度 5. 領域番号・区分 -

6. 研究実績の概要

本研究は、代表者らが基本コンセプトを実証した、「半導体粒子内包かご状タンパク質分子(Dps)を接合部に有する超低熱伝導率カーボンナノチューブ(CNT)複合熱電材料」および「p/nドーピングされたCNT複合材料紡績糸による布状熱電変換素子作製法」を発展・統合させ、低温・低容量な熱源から非接触状態でも十分な内外温度差を得て発電する断熱性フレキシブル熱電変換素子を実現することを最終的な目的とする。

H28年度は、各素過程の理解と制御に重点を置き、CNTへのC-Dps吸着に対するCNT種依存性の評価、Dpsに付与する新規アプタマーの開発、Dps吸着CNT分離法の検討などを行った。様々なアプタマーを付与したDpsに対してCNTへの吸着能を調べたところ、CNT原料の由来によって吸着密度の順位が異なるという結果を得た。一方、Dps吸着CNTを精製する方法が、吸着密度にはるかに大きく影響する因子であることが判明した。従来、精製のために用いていた遠心分離過程においてCNT間に強い摩擦力が働き、Dpsが脱離するためであると考えられる。当初計画において紡糸プロセスで用いる予定であったマイクロ流路によるミキサーやスキマーについても、同様に分散溶液中で強い摩擦力が生じると予想されることから、これが使えないと判断した。そこで、研究計画における優先順位を変更してDpsの脱離が促進されない精製法の検討に労力を集中させた。その結果、適切なフィルターと圧力で過剰Dpsを除去する方法を開発し、多くのCNT原料に対して十分な吸着密度を得ることに成功した。

平行して糸状試料用熱電特性評価装置の設計・製作を行い、CNT紡績糸のゼーバック係数と導電率を大気中および真空中で迅速に評価できるようになった。さらに、熱伝導率についても3法を用いて測定するための基礎検討を行った。

7. キーワード

熱電変換 ハイブリッド材料 カーボンナノチューブ タンパク質 熱・キャリア輸送制御

8. 現在までの進捗状況

区分 (3) やや遅れている。

理由

余剰タンパク質除去法の検討過程において、当初は中空系フィルターやスキマーによる分離を想定していたが、前述のようにそのような方法が適さないのではないかと予想される新知見を得た。そのため、研究計画を大幅に変更し、考えられる様々な精製プロセスの適性について検討を行った。当初予定していた実験のいくつかをとりやめ、マンパワーをこの課題に集中させたため、年度末の段階では予定より遅れることとなった。

5 版

9. 今後の研究の推進方策

H28年度末の段階で上記問題は克服されたため、H29年度頭からはC-Dps/CNT複合体の紡糸プロセス条件の確立作業に入る。これと平行して、当初H28年度中に開始する予定であったDpsの透過関数評価も再開し、H29年度中に遅れを取り戻す予定である。

10. 研究発表（平成28年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 中村雅一
2. 発表標題 「やわらかい」熱電材料 - 有機分子による熱およびキャリア輸送制御 -
3. 学会等名 第53回熱測定ワークショップ 「ナノ粒子、ナノ構造体の熱測定」（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Ito, N. Okamoto, R. Abe, H. Kojima, I. Yamashita, M. Nakamura
2. 発表標題 Independent Control of Phonon and Carrier Transports in Carbon Nanotube with Biomolecular Junctions for Improving Thermoelectric Performance
3. 学会等名 GIST-NCTU-NAIST (GNN) International Joint Symposium 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小泉拓也, 伊藤光洋, 阿部竜, 小島広孝, 中村雅一
2. 発表標題 型構造を編み込んだ布状熱電変換素子の作成
3. 学会等名 電子情報通信学会 有機エレクトロニクス研究専門委員会「有機エレクトロニクスデバイス・材料に関する研究討論会」
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Ito, N. Okamoto, R. Abe, H. Kojima, T. Sato, I. Yamashita, and M. Nakamura
2. 発表標題 Independent Control of Phonon and Carrier Transports in Carbon Nanotube Solids with Biomolecular Junctions for Improving Thermoelectric Performance
3. 学会等名 2016 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小泉拓也, 伊藤光洋, 阿部竜, 小島広孝, 中村雅一
2. 発表標題 紡糸およびドーピング法改良による布状熱電変換素子の高出力化
3. 学会等名 第77回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 中村雅一
2. 発表標題 熱電材料設計の基礎とフレキシブル熱電変換素子
3. 学会等名 第63回CVD研究会「第27回夏季セミナー」(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Koizumi, M. Ito, R. Abe, H. Kojima, T. Saito, and M. Nakamura
2. 発表標題 Fabrication of Carbon-Nanotube Yarns with Striped Doping for Fabric-Type Thermoelectric Generators
3. 学会等名 9th International Symposium on Organic Molecular Electronics (ISOME 2016) (国際学会)
4. 発表年 2016年

5 版

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中村雅一	4. 発行年 2016年
2. 出版社 シーエムシー出版	5. 総ページ数 10
3. 書名 IoTを指向するバイオセンシング・デバイス技術	

1 1. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 型熱電変換素子のセル直列構造を有する機能性素子とその作製方法	発明者 中村雅一, 伊藤光洋, 小泉拓也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2016-173221	出願年 2016年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

1 2. 科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

1 3. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

1 4. 備考

有機固体素子科学研究室 研究の具体例 http://mswebs.naist.jp/LABs/greendevic/research/example.html
