

## 単層カーボンナノチューブのn型ドーピングと 双極型フレキシブル熱電発電シートの開発

利用者：<sup>a</sup>奈良女子大学, <sup>b</sup>奈良先端科学技術大学院大学 棚瀬 知明<sup>a</sup>, 野々口 斐之<sup>b</sup>  
研究支援者：奈良先端科学技術大学院大学 野々口 斐之

### 【研究目的】

高性能かつ大気下で安定なn型有機電子材料は昨今の有機エレクトロニクスにおいて未だほとんど実現されておらず、柔軟なPN接合デバイスに向けその開発が強く求められている。奈良女子大学ではこれまでに多座ホスフィンを開発し、ユニークな鎖状遷移金属クラスターの合成を進めてきた。本研究では単座、二座、ならびに直鎖四座ホスフィンを含む有機りん系化合物が単層カーボンナノチューブ表面に自発的に固定され、その複合体が高性能なn型の熱電変換材料となることを見出し、世界初の曲げられる双極型熱電発電シートを実証した。

### 【成果】

カーボンナノチューブは本来p型材料であるが、多くの有機リン系化合物を含むカーボンナノチューブフィルムは負のゼーベック係数を示し、これら複合体がn型材料であることを明らかにした。またトリフェニルホスフィンや二座ホスフィンを用いたとき、従来添加剤の組み合わせにくらべて単位温度あたりの発電出力はおよそ2.5倍であった。以上のことから、n型カーボンナノチューブ作製において有機リン系化合物の優位性を実証した。また本知見を利用して、世界初の柔らかく折り曲げられる双極型熱電発電シートを実証した。得られたカーボンナノチューブシートを用いて3段の双極型熱電発電シートを作製し、温度差発電のデモンストレーションを行った。この熱電発電シートは折り曲げても破損することはない。用いたカーボンナノチューブシート(厚み約100 μm)は自立膜においても柔軟であり、熱電発電シート全体の形状変化にも十分追従する(図1)。試作した熱電発電シートはそれぞれの両極素子のゼーベック係数を反映した起電力を生じ、しなやかな熱電変換の動作原理が実証された(NHK ニュース、日本経済新聞、産経新聞、毎日新聞など国内外20件以上のメディアで報道、NPG総合科学雑誌Scientific Reportsに掲載)<sup>1)</sup>。

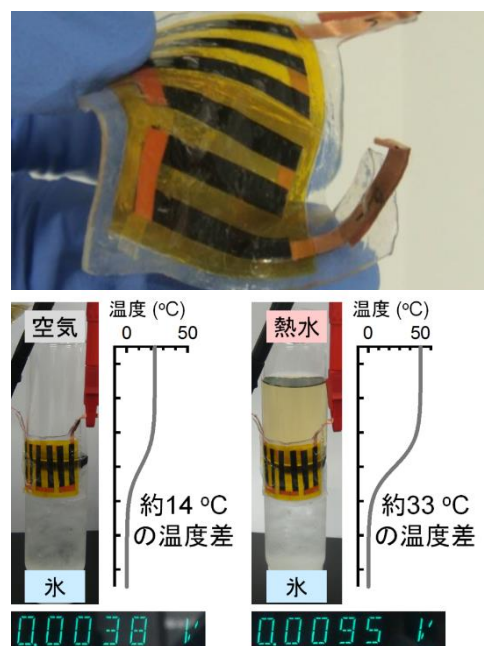


図 試作した熱電発電シート

### 【支援実施機関からのコメント】

奈良女子大の精密な合成化学に基づく分子システムをもとにして、奈良先端大は物性分野の熱電変換材料への応用を研究した結果、フレキシブル熱電変換デバイスを実現し、極めてユニークな融合領域研究として高い評価を受けています。奈良女子大と奈良先端大は近隣の研究教育機関であり、今後とも地の利を生かした研究協力を進めてゆきます。

### 【参考文献等】

[1] Y. Nonoguchi, K. Ohashi, R. Kanazawa, K. Ashiba, K. Hata, T. Nakagawa, C. Adachi, T. Tanase, T. Kawai, *Sci. Rep.* **3**, 3344 (2013).