

ホスフィン誘導体を内包した n 型単層カーボンナノチューブの熱電特性

n-Type Thermoelectric Properties of Single-walled Carbon Nanotubes

Encapsulating Phosphine Derivatives

奈良先端大物質¹, JST さきがけ² ○(M2) 飯原 友¹, 野々口 斐之^{1,2}, 河合 壯¹

Nara. Inst. Sci. Tech.¹, JST PRESTO.², °Yu Iihara¹, Yoshiyuki Nonoguchi^{1,2}, Tsuyoshi Kawai¹

E-mail: iihara.yu.is2@ms.naist.jp, nonoguchi@ms.naist.jp

フレキシブル熱電発電デバイスの実現に向けて、安定な n 型単層カーボンナノチューブ(SWNTs)の調整技術の開発が待たれている。SWNTs は通常、大気下で p 型であるが適切な電子ドナーを添加することで n 型化が可能である。しかし n 型 SWNTs は一般的に不安定であり、研究用途や実現化に向け、その安定化は重要課題である。近年、安定な n 型 SWNTs を得るため、その内部空間への分子導入が検討されてきた。SWNTs への内包によりドーパント化合物が脱離しにくく、高安定化が期待されてきた。^[1,2]

最近、我々はホスフィンを含む多数のドナー化合物が SWNTs を n 型材料に変換できることを見出した^[3]。この知見を応用し本研究では、ホスフィン誘導体の SWNTs 内包とその熱電特性への影響について検討した。1,1'-Bis(diphenylphosphino)ferrocene(dppf)と SWNTs の複合膜(dppf/SWNTs)を 200 °C真空中で加熱することで dppf 内包 SWNTs(dppf@SWNTs)を作製した。透過型電子顕微鏡(TEM)観察により SWNTs 中に内包された dppf 分子の直接観察に成功した(図 1)。調整した dppf@SWNTs は p 型 SWNTs に比べ、高い電気伝導性(758 S/cm)を示すことから顕著な電子ドーピングが示された。SWNTs への単純な ferrocene や dppf の添加では十分なドーピング効果は見られなかった。一方で dppf@SWNTs は負のゼーベック係数を示し、比較的優位な出力因子(195 $\mu\text{W}/\text{mK}^2$)を与えた(表 1)。また、この n 型フィルムは大気中で 1 週間程度安定であった。

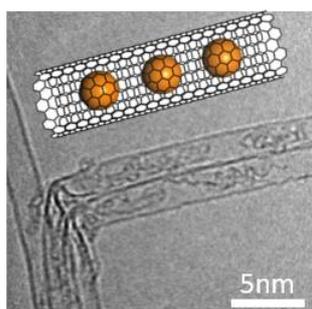


図 1 dppf@SWNTs の TEM 図

表 1 SWNTs, dppf 添加 SWNTs, dppf@SWNTs の熱電特性

	ゼーベック係数 ($\mu\text{V}/\text{K}$)	導電率 (S/cm)	パワーファクター ($\mu\text{W}/\text{mK}^2$)
SWNTs	48	600	141
dppf/ SWNTs	-4.6	596	1.5
dppf@ SWNTs	-51	758	195

[1] Fujigaya, T. *et al. Sci. Rep.* **2015**, 5, 7951.

[2] Shiozawa, H. *et al. Nanoscale* **2015**, 7, 1383-1391.

[3] Nonoguchi, Y. *et al. Sci. Rep.* **2013**, 3, 3344.

[4] Nonoguchi, Y. *et al. Chem. Asian J.* **2016**, 11, 2423-2427.