

バイオナノ接合により熱電特性制御された カーボンナノチューブ紡績糸の作製

Fabrication of Carbon Nanotube Threads with Controlled Thermoelectric Properties by Bio Nano Junction

奈良先端大物質¹、大阪大院工² ○濱邊 景大¹、岡本 尚文¹、関本 祐紀¹、阿部 竜¹、
鄭 敏詰¹、小島 広孝¹、辨天 宏明¹、山下 一郎²、中村 雅一¹

NAIST¹, Osaka Univ.² ○H. Hamabe¹, N. Okamoto¹, Y. Sekimoto¹,
M.-C. JUNG¹, H. Kojima¹, H. Benten¹, I. Yamashita², M. Nakamura¹

E-mail: hamabe.hiroki.hd1@ms.naist.jp

身の回りの廃熱回収のため、大面積・低コスト・フレキシブルな熱電変換素子の開発が望まれている。一般に、熱電変換材料の性能は無次元性能指数 $ZT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$ (α , σ , κ , T はそれぞれ、ゼーベック係数、導電率、熱伝導率、絶対温度) で評価される。有望な熱電変換材料の一つとして、高い導電率と柔軟性、機械的強度を併せ持つカーボンナノチューブ(CNT)が挙げられる。我々はこれまでに CNT/ポリマー紡績糸を用いた布状熱電変換素子を開発してきた[1,2]。しかし、CNT/ポリマー複合材料の高い熱伝導率が性能向上のための課題となっている。一方、CNTにコアシェル型タンパク質の分子接合(バイオナノ接合)を導入することで、導電率を保ったまま熱伝導率を抑制することにも成功していたが[3]、CNT/タンパク質複合材料では、これまで十分な長さの柔軟な糸を作製することが困難であった。本研究では、長くて柔軟な高熱電性能 CNT/タンパク質紡績糸の実現を目指し、CNT材料の選定や紡糸プロセスの最適化を検討した。

コアシェル型分子として、リステリア菌由来の Dps (DNA-binding protein from starved cells) を、CNTに吸着しやすくなるよう遺伝子改変したもの(C-Dps)を用いた。CNTとC-Dpsの混合溶液を超音波処理することで、凝集体中のいたるところでCNT/タンパク質の橋渡し構造(図1)が形成され、接合部で熱伝導は抑制されるがキャリアは透過することが期待される。このCNT/タンパク質複合材料をウェットスピニング法によって紡糸した[4]。CNT分散液を回転させた凝集液中に一定液送量で吐出し、流体力学的に延伸紡糸を行った。凝集液はCNT分散液に対して貧溶媒であるメタノールを用いた。これまでよりも混合溶液の超音波処理時間を長くし、径の細い吐出チューブを用いて紡糸することで、従来よりも長く柔軟なCNT/タンパク質紡績糸を得ることに成功した。発表では、この紡績糸の熱電特性について報告する。

本研究は、科学研究費補助金(No.16H04333)の助成を受けて行われた。

[1] T. Koizumi et al., 9th International Symposium on Organic Molecular Electronics, P-30 (2016.5.19).

[2] M. Ito et al., J. Mater. Chem. A, 5, 12068 (2017).

[3] M. Ito et al., Appl. Phys. Express 7, 065102 (2014).

[4] B. Vigolo et al., Science **290**, 1311 (2000).

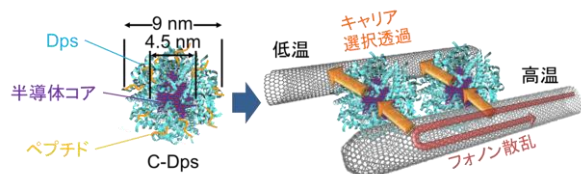


図1. 用いたタンパク質(左)、及び橋渡し構造の模式図(右)

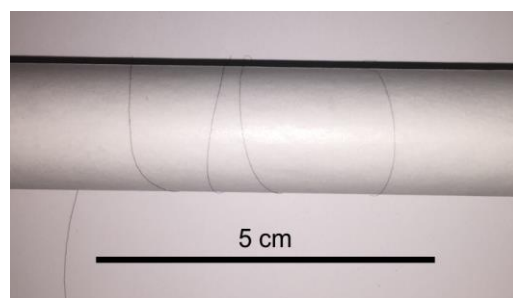


図2. 作製した CNT/C-Dps 紡績糸