

カーボンナノチューブ複合紙を用いた蒸散型熱電発電紙の 吸水性制御による性能向上検討

Improvement of power generating efficiency of transpiration-type thermoelectric power generation paper based on CNT-composite paper by controlling its liquid absorption ability
横国大理工¹, 三菱マテリアル², 横国大 IMS³, 〇館 和英¹, 新井 皓也², 大矢 剛嗣^{1,3}
College Eng. Sci., Yokohama Nat'l Univ.¹, Mitsubishi Materials², IMS, Yokohama Nat'l Univ.³
Kazuhide Yakata¹, Koya Arai², Takahide Oya^{1,3}

1. 研究背景・目的

熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電発電は、普段利用されることの少ない排熱からエネルギーを取り出せるという利点から、近年注目を集めている。本研究では大きなゼーベック係数を持ち、熱電材料として優れた特性を持つカーボンナノチューブ(CNT)に着目し、それを利用した新たな熱電発電の開発を目標としている。

CNT は様々な特性を持つ材料であるがナノスケールである点から、単体で扱うことが困難である。そこで我々は CNT と紙を複合した“CNT 複合紙”を作製することで CNT の取り扱いを容易にする^[1]。また、CNT 複合紙の元を成す材料の一つが紙であるという利点を活かし、液体を含んだ複合紙から液体が蒸発する際の気化熱を利用して温度差を生み出す、熱源を必要としない「蒸散型熱電発電紙」を開発した^[2]。また、複合紙は材料・作製方法によって液体の吸いやすさを改変できることが分かっている。

そこで今回の報告では、二種類の作製方法を組み合わせて作製した二段構造の複合紙を用いた蒸散型熱電発電紙の検討を行う。通常 p 型の CNT 複合紙の一部分を水の吸いにくい構造で作製することで熱的な pn 接続型の実現が期待できる。

2. 実験方法

CNT 複合紙は和紙作りに用いられる紙漉き法を利用して作製する。純水と単層 CNT、分散剤として SDS(ドデシル硫酸ナトリウム)を混合し超音波分散した分散液と、パルプを純水に分散させたパルプ分散液を混合する。紙漉きにより水分を取り除いたあとに、複合紙の半分を熱プレス、もう半分はプレスせずオーブンで乾燥させ、成型した。これによりプレスした側は低吸水性、オーブンのみでの乾燥をさせた側は高吸水性となる。作製した複合紙に関して、二種の成型方法の境界が容器内の純水に浸すように固定する(Fig.1)。このとき、高吸水側の上部では、毛細管現象によって持ち上げられた水が蒸発することによる気化熱によって、水に浸かっている下部より温度が低下する。一方で、低吸水性側では気化熱が生

じないため、上部が高温(室温)で下部が低温という状況が生じ、高吸水側から低吸水性側でより大きな温度差が獲得可能になる。

また比較のため、熱プレス乾燥のみ、オーブン乾燥のみで作製した複合紙の中央を純水に浸し、同様の方法で測定を行う。

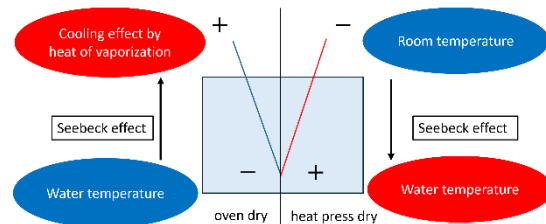


Fig. 1 Double-stage structure of transpiration type thermoelectric power generation paper

3. 実験結果

熱プレス、オーブン乾燥を行った複合紙(No.1)とオーブン乾燥のみを行った複合紙(No.2)、熱プレス乾燥のみを行った複合紙(No.3)の各測定結果を Table1 に示す。温度差 1K あたりの起電力は No.1 では $78\mu\text{V/K}$ 、No.2 では $20\mu\text{V/K}$ となった。Table1 により、熱プレス乾燥、オーブン乾燥のみでは大きな起電力は発生せず、熱プレス、オーブン乾燥ともに行った二段構造のデバイス是有効な起電力が生じたことがわかる。その他の条件での結果の詳細については、講演にて報告する。

Table 1 Experimental results. (T1: right side, and T2: left side temperatures in air.)

The number of papers	T1[°C]	T2[°C]	V[μV]
No.1	20.8	21.8	78
No.2	20.7	20.8	2
No.3	20.8	20.8	6

参考文献

- [1] T. Oya, et al., Carbon **46**, 169 (2008).
- [2] 亀川 他, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, 22p-B203-8(2022).

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費・挑戦的研究(萌芽)(JP23K17814)の助成を受けて実施された。