

有機-無機コンポジットによるフレキシブル熱電発電デバイス
Flexible Thermoelectric Generator of Organic-Inorganic Composite

九州工大工¹

Kyushu Inst. of Tech¹

E-mail: miyazaki@mech.kyutech.ac.jp

室温で最も高い熱電変換効率を有する無機材料である Bi_2Te_3 と近年高い熱電特性が報告されている有機材料である PEDOT:PSS を混合してペースト状にし、それらをフレキシブルなポリイミドフィルム上に印刷し熱処理することで、フレキシブル熱電発電デバイスを作製した。印刷技術によって大面積かつ膜厚 $100\mu\text{m}$ の厚膜でデバイスを作製できるためデバイスの体積を 50cm^2 程度にまで大きくでき、結果として、室温で数 $^{\circ}\text{C}$ の温度差であっても μW オーダーの発電が可能となっている。コンポジット中の Bi_2Te_3 の体積分率を変えて薄膜を生成し、熱電特性として、ゼーベック係数、導電度、熱伝導率を測定して薄膜を評価したところ、ゼーベック係数については2種類の材料からなる混合物の直接接続モデルで簡易的に説明できる一方で、導電度と熱伝導率は予測の下限である直列接続モデルより大幅に下回る値が測定された。有機材料と無機材料界面に生じる界面抵抗が支配的となっており、さらなる熱電変換効率向上には界面抵抗低減技術の確立が必須となっている。さらに熱電発電モジュールには、p型とn型の熱電材料が必要となるが、有機熱電材料に特性の高い材料がn型にないため、全体のモジュールとしての特性を下がる原因となっている。印刷した熱電コンポジットを高い温度で熱処理できるようにイオン液体を利用した開発なども進めており、熱電特性の高いn型有機材料の探索が重要となっている。一方で、高い特性を示す材料を利用しても、材料の両端で温度差が大きくなるようなデバイス設計にしないと発電できず、特に積極的に冷却できない環境発電では重要となる。フレキシブルな熱電発電デバイスには、面方向に材料を利用して冷却方法を工夫することが大きな発電量を得る上で重要なこともわかってくるなど、材料開発と併せて技術的なモジュール形状の熱設計も環境発電デバイスの開発には必須となっている。