

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来  
2021 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

村田 正行

産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域  
主任研究員

磁場を用いて動作する新原理熱電変換デバイスの開発

## 研究成果の概要

前年度の研究で、プロトタイプネルンスト効果型熱電変換モジュールを利用して抽出された問題を解決するために、改良型の熱電変換モジュールを開発した。プロトタイプモジュールでは素子の端部電極と電気回路の間の電気接合を銀エポキシによって得ていたが、電気抵抗を低減させるためには半田による接合が望ましい。しかし、Bi-Sb は半田と合金を形成することから半田付けが困難であった。そこで、電極薄膜の Ti 層の厚さを 20 倍に変更することで半田による電気接合を得ることができた。また、基板上の電気回路として使用する銅板の厚さも変更し、その結果デバイス抵抗をプロトタイプモジュールの 1/5 まで低減することに成功した。このように改良したモジュール構造において期待される変換効率を求めするために、有限要素法によりエネルギー変換効率を予想したところ、プロトタイプモジュールに比べて2桁大きい変換効率が期待されることが分かった。改造したモジュールは次年度に確立されるモジュール特性評価技術を用いて、発電出力や効率等を測定する予定である。一方、ネルンスト効果型モジュールにおいて素子の形状が変換効率に与える影響を調べるために、有限要素法により様々な素子形状を想定したシミュレーションを行ったところ、等温条件となる試料形状にすることによって変換効率は上昇し、断熱条件となる試料形状では大幅に変換効率が低下することが分かった。また、ネルンスト効果型モジュールを磁場中で評価するために、モジュールを通過する熱流を正確に求めるための熱流センサーを挿入した新しい評価治具を開発したため、発電時の変換効率を決定することができるようになった。さらに、ネルンスト効果を利用した新しい構造を持つデバイスの開発も進め、らせん構造型のデバイスや無磁場で動作するデバイスの開発を行った。