

熱電変換技術

（実施期間：2020～2024）

技術テーマ区分番号：②③,②⑤,②⑥,②⑦

主な実施場所：産総研つくば（茨城県つくば市）

取組活動の内容

- 目的：未利用熱を利用価値の高い電気に直接変換できる熱電変換技術の研究開発
- 研究の背景、狙い
 - 熱電変換技術を用いて、身の回りに存在する膨大な未利用熱（1次エネルギーの約60％）を、有用な電力に変換して省エネとCO2削減に貢献する。
 - 熱電変換材料からモジュール、実証、評価までの研究開発を統合的に進め、熱電変換技術の実用化を目指す。
- 主な研究テーマと成果
 - テルル化鉛（PbTe）バルク体熱電変換材料にナノ構造を形成して、熱輸送と電気輸送の個別制御に成功。熱電性能指数 ZT を二倍以上に向上（ $ZT = 1.9$ at 530°C ）。
 - ナノ構造化PbTeに適した良好な電気・熱接触をもたらす電極形成技術などを開発することで、世界最高峰の変換効率12%を有する熱電変換モジュールを開発（高温側： 600°C ；低温側： 10°C ）。
 - 毒性・希少元素を用いないと達成が難しかった $ZT = 1.0$ の壁を、資源制約の少ない銅と硫黄を主成分とした材料（ $\text{Cu}_{26}\text{A}_2\text{E}_6\text{S}_{32}$ （ $\text{A} = \text{Nb}, \text{Ta}$ ； $\text{E} = \text{Sn}, \text{Ge}$ ））で突破。素子の発電実証にも世界で初めて成功。
 - セレン化銀 Ag_2Se を使用した室温付近で高性能を示す熱電変換材料を開発。ナノメートル領域での結晶構造の制御により既存材料のテルル化ビスマス Bi_2Te_3 を超える性能を実現。
 - ニッケル合金を使用した機械的耐久性に優れた参照モジュールを開発。熱電変換モジュールの正確な性能評価を支える。

連携実施者

- 九州大学：資源制約の少ない熱電変換材料の開発
- ドイツ航空宇宙センター：熱電発電モジュールの相互評価と評価技術の高度化
- CNRS-CRISMAT研究所：最先端技術による熱電変換材料とモジュールの分析

関連外部リンク先

- <https://www.gzr.aist.go.jp/>
- <https://staff.aist.go.jp/ohta.michihiro/>
- <https://staff.aist.go.jp/t-ishida/index.html>

イメージ図

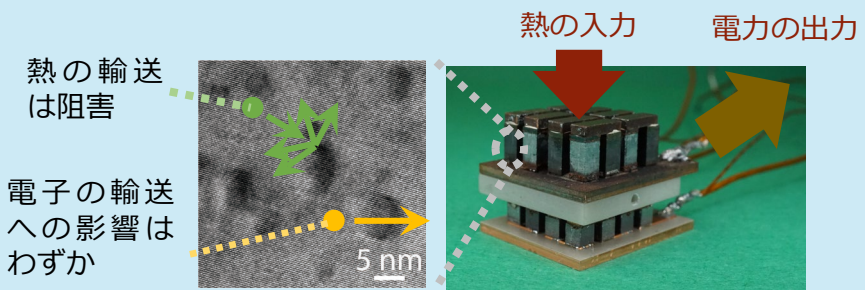


図1：変換効率12%のモジュール内と素子内に形成した ZT の飛躍的向上をもたらすナノ構造。

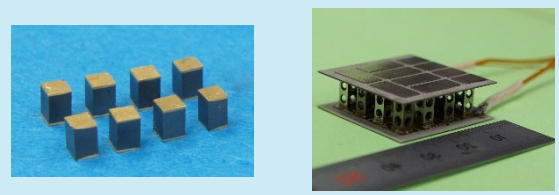


図2：資源制約の少ない材料を用いた熱電変換素子（左）と熱電変換試験用参照モジュール（右）

公的資金の活用状況（提供元、資金名、活用期間、スキーム等）

- NEDO「クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業／革新的高性能熱電発電デバイスと高度評価技術の国際共同研究開発」（2020～2023年度）の受託研究
- NEDO「未利用熱エネルギーの革新的活用技術研究開発／小規模研究開発／ナノ構造を利用したフォノンとキャリア輸送の同時制御による熱電性能指数の飛躍的向上」（2015～2020年度）の受託研究