



エネ環

# 磁気熱電効果を利用した熱電変換モジュール及び熱流センサーを開発

NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／  
ワイル磁性体を用いた熱発電デバイスの研究開発

E-1

▶ プロジェクト実施者: 国立大学法人東京大学、(国研)産業技術総合研究所、DOWAホールディングス(株)  
プロジェクト実施期間: 2019~2021年度

## 背景

磁気熱電効果は熱流方向に垂直に発電する現象であるため、従来技術(ゼーベック効果)に比べ、薄膜化・テープレ化が容易で曲面からの熱回収に適しており、さらに発電効率も大きくなることが期待されています。しかし、これまで知られていた磁気熱電効果は非常に小さく、熱電応用のために研究されたことはありませんでした。

## 目的

最近、東京大学を中心とした研究成果により、電子構造の幾何学的性質であるトポロジを制御することで巨大磁気熱電効果が生じることがわかりました。またその材料もユビキタスな軽元素で構成でき、安全性、低コスト、耐久性も具備することがわかりました。そこで本事業ではこの巨大磁気熱電効果を用いることで、従来技術の課題を解決し得る革新的な熱電技術の研究開発を行います。

## 事業概要

### 1. 磁気熱電効果を利用した熱電モジュールの作製と評価

磁気熱電効果を動作原理とした熱電変換モジュールの開発を行い、IoT機器の自立電源として利用できることを確認します。

### 2. ワイル磁性体の薄膜化

磁気熱電効果が大きな薄膜の開発を行います。

### 3. 磁気熱電効果を利用した熱流センサーの開発

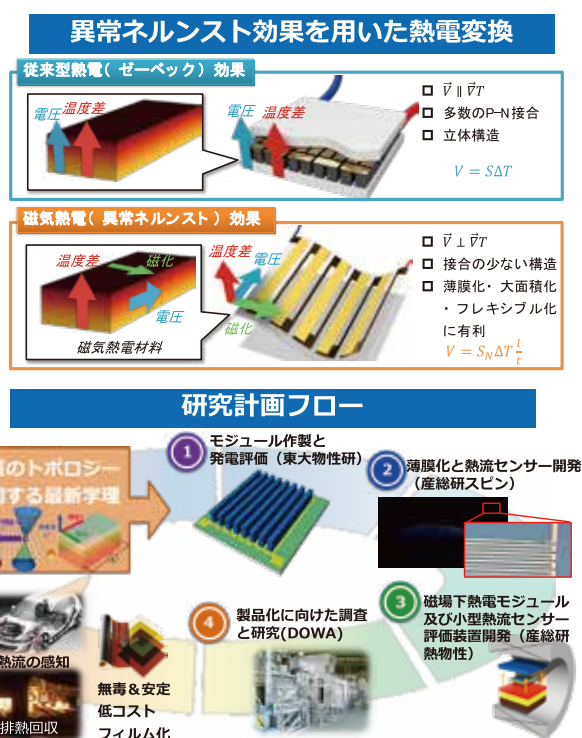
上記薄膜に微細加工を施して、温度勾配に対して発生する電圧の増幅を行います。さらに配線の細線化や積層構造の作製により高精度な熱流センサーの開発を行います。

### 4. 磁場下小型熱流センサー評価装置の開発

磁気熱電効果を用いたデバイスやセンサーの開発では磁場下で評価できる装置が必要です。そこで現状の熱流センサー標準装置を小型化することで磁石と組み合わせた評価装置を開発します。

### 5. 製品化に向けた調査と研究

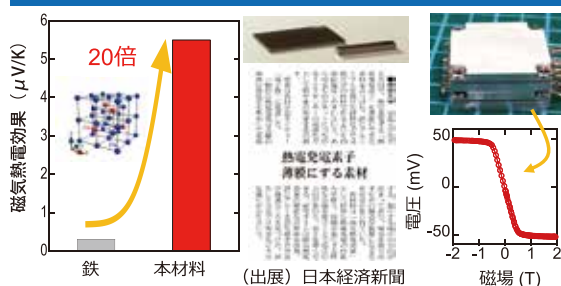
工場などで使われている炉など、廃熱の存在する場所や温度を調査します。また熱電モジュールと熱流センサーを組み合わせたIoT熱流モニタリングシステムを開発します。



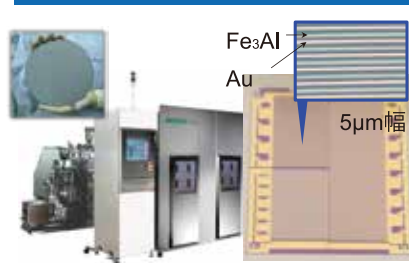
## 1年目終了直後の成果

- 鉄を含む新しい磁気熱電材料を発見しました。薄膜化にも成功し世界最高性能を示すことも確認しました。本成果は新聞等メディアにも掲載されました。
- 磁気熱電材料を複数連結した熱電モジュールの開発に成功しました。連結数をさらに増やすことでIoT電源としても利用可能となります。
- 量産化に適した装置を利用して、熱流センサーの開発に成功しました。微細加工により細線密度をあげることでも高感度化にも成功しました。
- 熱流センサーの標準測定を行う装置で、今回開発したセンサーの評価を行いました。また評価装置の小型化にも成功しました。
- 炉の廃熱調査を行い、発電に十分な温度差が得られることがわかりました。

### 鉄系磁気熱電材料発見&熱電モジュール



### 磁気熱電薄膜・熱流センサー



### 評価装置開発・廃熱調査



## 今後の展望

- 本研究開発で作製した熱電モジュールを電子回路に組み込んだIoTデバイスを開発します。それを用いて、工場等の排熱を電力に変換しWi-Fi通信が行えることを確認します。
- プラスチック等のフレキシブル基盤の上に磁気熱電薄膜を作製し、微細加工を行うことでフレキシブル熱流センサーの開発を行います。
- 初年度に小型化した評価装置をマグネットに組み込むことで、磁場中で利用できる磁気熱電センサー・デバイスの評価装置を開発します。
- 上記熱電モジュール、熱流センサーの両方を組み込んだIoTデバイスを作製し、廃熱現場における熱流のモニタリングを目指した自律駆動発信機器を開発します。

### お問い合わせ

東京大学物性研究所 中辻 知

277-8581 千葉県柏市柏の葉5-1-5 TEL: 04-7136-3240

URL: <https://www.nakatsuji-lab.phys.s.u-tokyo.ac.jp/> E-mail: [satoru@phys.s.u-tokyo.ac.jp](mailto:satoru@phys.s.u-tokyo.ac.jp)

### 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー

TEL: 044-520-5100 (代表) FAX: 044-520-5103

<https://www.nedo.go.jp>