



イノベーション部門

200°C以下の低温排熱を活用する IoT機器用自立電源



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
IoT社会を支える分散型独立電源の技術開発

E

事業概要

プロジェクト名: 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
プロジェクト実施者: (国研)物質・材料研究機構、茨城大学、アイシン精機(株)
プロジェクト実施期間: 2018～2020年度

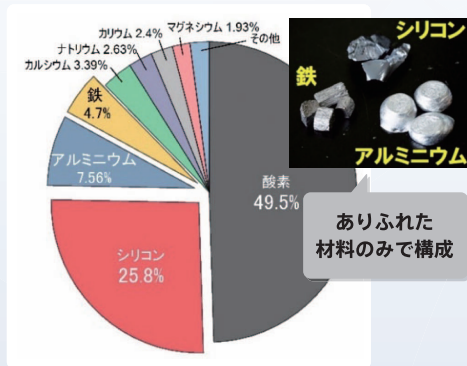
無害・低コストのFAST材料を用いた発電モジュール

超スマート社会を支えるIoTセンサー用自立電源に向けて、環境性能に優れる低コストかつ無害なFAST材料(Fe-Al-Si Thermoelectric Material)*を開発しました。また、FAST材料は長期使用を可能とする耐酸化性と機械特性を兼備しています。我々は、FAST材料を用いた温度差発電モジュール化技術の構築に世界で初めて成功しました。

*国際特許出願: PCT/JP2018/032031

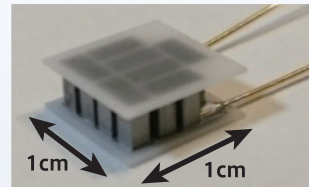
商標登録出願: FAST.Energy, 商願2019-143840

FAST材料を構成する鉄・アルミニウム・シリコンの資源量



ありふれた材料のみで構成

FAST材料を用いた小型温度差発電モジュール



環境中の温度差を活用してIoT機器の駆動に成功

FAST材料を用いた小型温度差発電モジュール、温度・湿度センサー、BLE通信用モジュール、DC-DCコンバータ、キャパシタを内蔵した機器を試作しました。体温と外気の温度差で発電し、センサー情報をタブレット端末に送信させることを実現しました。今後は、環境中で未利用の熱エネルギー(温度差)を活用するIoT機器用自立電源としての社会実装を目指し、具体的なニーズに合わせた研究開発を推進します。

BLE通信

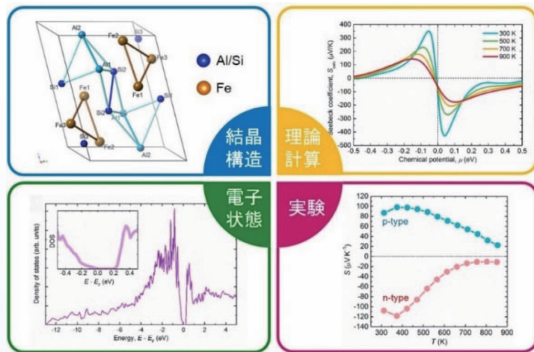


FAST材料を用いた小型温度差発電モジュールを内蔵したIoT機器の試作機

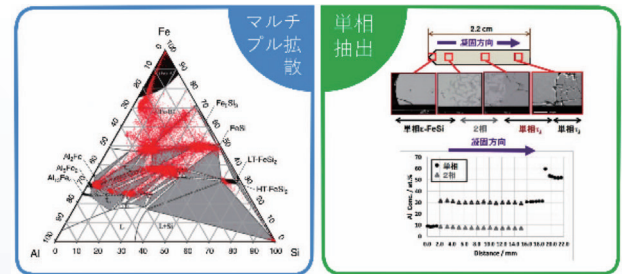
研究項目① 究極的に環境性能に優れる温度差発電素子の高性能化

これまで温度差発電技術の社会実装を妨げていた要因は、材料コストが高いことに加えて、具体的なアプリケーションの創出が欠如していたことにあります。我々は、200°C以下の未利用の熱エネルギーを有効に活用する技術の構築を行いました。計算科学を用いた材料スクリーニングを行い、鉄・アルミニウム・シリコンのみからなる半導体相を見出し、実験により合成に成功しました。さらに、室温近傍での微小温度差発電が可能であることを明らかにするとともに、AI(機械学習)を用いることにより、適用温度範囲を400°Cまで拡張させることに成功しました。

素子の高性能化を行うためには、目的相の構成(単相あるいは複合組織とするか)を精密に制御する必要があります。まず、マルチプル拡散法を開発し、鉄・アルミニウム・シリコンの合金がどのような組成範囲でどのような相が存在するのかを明らかにしました。また、一方向凝固法を駆使し意図的に組成傾斜をもつ試料を製し、単相試料の合成に成功しています。現在のところ、200°C以下の温度環境において、5°Cの温度差で85 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ の出力密度が得られるFAST材料の開発に成功しています。



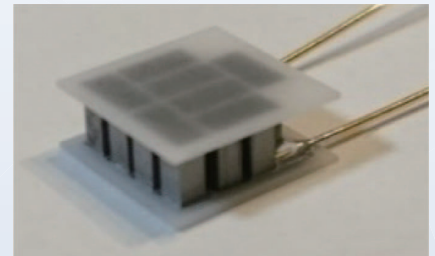
(左) 鉄・アルミニウム・シリコン系(FAST)材料の結晶構造、電子構造、ゼーベック係数の理論計算、ゼーベック係数の実験値



(右) マルチプル拡散法による存在範囲の確定と一方向凝固法を用いた単相試料の作製

研究項目② 温度差発電モジュール化技術の構築

- ① FAST材料に対し、モジュール化のための接合に必要な十分な密着強度を有する金属中間膜を施工しました。
- ② FAST材料は必要なチップサイズに加工するためのダイシング工程でチッピングは発生せず、優れた加工性を示しました。
- ③ 得られたチップと電極を施工したセラミックス基板を、200°C以下の使用を想定したはんだ接合材を用いてモジュール化に成功しました。



FAST材料を用いた小型温度差発電モジュールの外観
※1cm角のセラミックス基板に7対のP型およびN型FAST材料を接合

問い合わせ先

国立研究開発法人物質・材料研究機構 高際
〒305-0047 茨城県つくば市千現121 TEL: 029-859-2811
E-mail: TAKAGIWA.Yoshiki@nims.go.jp URL: <https://www.nims.go.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 省エネルギー部

〒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 20F
TEL: 044-520-5180 FAX: 044-520-5186
<https://www.nedo.go.jp>