

微小エネルギーを利用した革新的な環境発電技術の創出
平成 29 年度採択研究者

2018 年度 実績報告書

桜庭 裕弥

物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点
グループリーダー

異常ネルンスト効果を用いた新規スパイラル型熱電発電の創製

§ 1. 研究成果の概要

本研究課題では、磁性体において発現する熱電効果「異常ネルンスト効果」を利用した新しい環境発電技術の実現に資する基盤構築を最終目標としている。異常ネルンスト効果は、一般的なゼーベック効果と異なり、温度勾配の直交方向に電界が生じるため、シンプルな磁性線のスパイラル構造を作るだけで、3 次元的に放出される熱を回収することが可能になると期待される。そのためには、まず異常ネルンスト効果による高効率な発電を実現させる磁性材料の開拓指針を確立させ、それに基づく材料開拓により、少なくとも室温近傍において $20 \mu\text{V/K}$ の出力を有する材料を得ることが必要となる。2018 年度は、スピングャップレス半導体特性を有するホイスラー合金材料 Mn_2CoAl 等に注目し研究を行なった。これらの材料は、室温をはるかに超える強磁性転移温度をもつ磁性体でありながら、半導体的な伝導特性が得られると期待されるため、大きなゼーベック係数と電気抵抗率に由来する大きな異常ネルンスト効果が生じる可能性がある。 Mn_2CoAl をアーク溶解法によって作製し、輸送特性を測定した結果、従来からギャップレス半導体的電子構造の証拠として捉えられていた半導体的な電気抵抗率の温度依存性や、正の磁気抵抗効果の発現が確認された。しかし、断面透過電子顕微鏡観察や異常分散 XRD 法による詳細な評価を行なった結果、相分離や原子不規則化が生じ、これを抑制することが難しいことがわかった。一方で、電子構造に由来する巨大な内因性異常ホール効果を有するホイスラー合金系の研究も並行して進め、フェルミ準位や原子規則状態で劇的に異常ネルンスト効果が増大することがわかり、過去最高クラスの室温にて $6\text{--}7 \mu\text{V/K}$ の発電能が実証された。

§ 2. 研究実施体制

- ① 研究者: 桜庭 裕弥 (物質・材料研究機構 磁性スピントロニクス材料研究拠点 磁性材料グループ グループリーダー)
- ② 研究項目
 - ・試料作製-測定、解析