

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 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成

2. 個人研究者名

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)

3. 事後評価結果

[研究の成果]

- (1) $\text{Co}_2\text{MnAl}_x\text{Si}_{1-x}$ 結晶の $L2_1$ 規則化を促すことで $5.7 \mu\text{V/K}$ の異常ネルンスト効果の熱電能を実現。異常ネルンスト効果増大にはフェルミ準位制御と原子規則化が重要という材料探索指針を示した。
- (2) ゼーベック効果×異常ホール効果の掛け合わせに基づく新原理「ゼーベック駆動横型熱電効果」を考案。 Co_2MnGa と、ドーパ Si を組み合わせた試料において、横熱電効果としては過去最高となる $+82 \mu\text{V/K}$ もの熱電能を得た。
- (3) Co_2MnGa バルク粉末焼結試料で面内接続型のモジュールを作製し、最大出力 $2 \mu\text{W}$ (体積 500mm^3 、 150K の温度差) を得た。

【総合評価】

異常ネルンスト効果を発現する材料設計を確立し、世界最高レベルの熱電性能の磁性材料を開発したが、実用化に向けて熱電性能の一桁～二桁の向上を期待する。当初計画にはなかった「ゼーベック効果を駆動力とした横型熱電効果」を新たに考案した。

評価の視点 1

共同研究を活用し、軌道修正することで、当初目標であった $20 \mu\text{V/K}$ には届かなかったものの、ほぼ同等値 ($6 \mu\text{W/K}$) を示す材料の開発に成功したことは高く評価される。

評価の視点 2

ワイルノード・ポイントのある磁性体の角度分解光電子分光スペクトルで詳細に調べ、熱電物性をドーパ (化学ポテンシャル位置) を変えながら体系的に測定した点为先駆的で独創的であった。

評価の視点 3

熱電材料と磁性材料を組み合わせ、熱電材料の大きなゼーベック駆動力によって生じたキャリアの流れを磁性材料に送り込み横電場へと変換させる新構造での横型熱電を考案し、その実証実験に成功した。

評価の視点 4

デバイス作製で他領域 CREST チームと、モジュール作製に関して領域外研究チームとの連携を進めた。

評価の視点 5

実用化への途は遠いが、視点 2 の観点で、学術的なインパクトが認められる。

評価の視点 6

さきがけ研究期間中に、つくば奨励賞受賞、グループリーダーへの昇進などがなされている。

評価の視点 7

さきがけ研究で得られた人的ネットワークを元に、分野内外との連携を拡げていくことを期待する。

評価の視点 8

異常ネルンスト発電モジュールや、永久磁石を用いた発電モジュール試作への挑戦は高く評価される。