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) $Co_2MnAl_xSi_{1-x}$結晶の $L2_1$規則化を促すことで 5.7μV/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、ドープ 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 +82μV/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 2μW(体積 500 mm^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 μV/K には届かなかったものの、ほぼ同等値(6μW/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、熱電物性をドープ（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が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。

（2021 年 9 月追記)

本課題は、新型コロナウイルスの影響を受け、6 ヶ月間期間を延長し、バルク試料の作製とその発電モジュール化・評価を行った。延長期間中に、大きな異常ネルンスト効果を示す永久磁石材料を用いたモジュール作製を行い、その結果、外部磁場が完全にゼロでも発電能力することまでを確認することに成功した。期間延長により、今後のイノベーションに向けた展開をより一層後押しする成果が得られた。