

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ナノ超空間を利用した熱・スピン・電界交差相関による高効率エネルギー変換材料の創製

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名（研究機関名・職名は研究参加期間終了時点）

研究代表者

水口 将輝（名古屋大学未来材料・システム研究所 教授）

主たる共同研究者

中村 芳明（大阪大学大学院基礎工学研究科 教授）

藤田 武志（高知工科大学環境理工学群 教授）

大江 純一郎（東邦大学理学部 教授）

3. 事後評価結果

○評点：

A 優れている

○総合評価コメント：

採択当時は、スピントロニクスを用いた次世代熱電変換で最も注目を集めていたのはスピンゼーベック効果であったが、現在では異常ネルンスト効果が前面にでてきており、検討方向の妥当性がはからずも証明されつつあるように思う。

この中で強磁性窒化物材料における異方性異常ネルンスト効果の発見、Fe-Sn 合金等での大きな異常ネルンスト効果の発現確認、ナノ微粒子グラニューラー型合金での異常ネルンスト効果の変調、スカーミオン（スピン渦）と異常ネルンスト効果の関係性の理論的説明、超格子を利用した Si-Ge 系での power-factor の独立設計による従来材料の性能を超える熱電素子構造の提案など、多くの研究成果を挙げていることは評価できる。

一方、異常ネルンスト効果を利用する熱電材料のコンセプトは、その提案から未だ日が浅く、研究を進めれば進めるほど新たな現象が発見されたというのが正しい表現であり、現時点では、学術領域として全体を整理する前の段階であると考えられる。しかしながら、日本が世界をリードしている領域であるため、体系化を含めて今後に期待したい。

実用性という意味では、地中熱を利用した熱電変換デバイスの作製など、その可能性を可視化することにより「スピントロニクスを用いた熱電変換」の有用性を一般に広く理解してもらう努力などが評価できる。

（2022年1月追記）

なお、本課題は新型コロナウイルスの影響を受けて6ヶ月間研究期間を延長した。この期間中に、低熱伝導アモルファス半導体層と強磁性金属層の多層構造に着目し、熱伝導率の低減と異常ネルンスト効果の増大が同時に達成できることを実証し、ハイブリッドナノ構造による素子設計の可能性を示した。また、サーマルマネジメント出力因子増大法について、金属導入SiGeバルク材料において電気伝導率の増加を確認し、さらに添加物の導入により、高出力を維持しつつ熱伝導率を低減することによるZTの

向上にも成功している。これら熱電変換性能として着実に進歩が認められ、今後の更なる向上に期待したい。