## 異常ネルンスト効果を利用した新規熱電応用

桜庭裕弥¹、兵頭一茂²、三谷誠司¹、佐久間昭正² (¹物材機構、²東北大院工)

Novel thermoelectric applications using anomalous Nernst effect Y. Sakuraba<sup>1</sup>, K. Hyodo<sup>2</sup>, S. Mitani<sup>1</sup> and A. Sakuma<sup>2</sup> (<sup>1</sup>NIMS, <sup>2</sup>Tohoku Univ.)

異常ネルンスト効果は磁性体に熱流が流れた際に、温度勾配と磁化の外積方向に電界が生じる 現象である。一般的な熱電効果であるゼーベック効果では温度勾配と電界が同軸方向に現れる1 次元的現象であるのに対し、異常ネルンスト効果は磁化・熱流・電界が3次元的に生じる(図1)。 このように、熱の流れに対し直交方向に電界が生じることは応用上の様々な利便性を生む。ゼー ベック効果の場合に必須となるマトリックス状の π型素子は不要となり、面内方向で磁性線を接 続させるだけの極めて簡便な熱電対列で直列電圧を稼げるため、環境発電応用や熱流センサー応 用が期待できる[1,2,3]。一つの磁性線を円柱上の熱源などに螺旋状に巻きつければ、接線方向に現 れるネルンスト効果で発電が可能であるため、円柱などの3次元的熱源から放射される熱エネル ギーを回収する環境発電が期待される。また、近年、ゼーベック効果を利用したフレキシブルな 熱流センサーが市販されているが[4]、高感度である一方、センサー単価が高い・フレキシビリテ ィーに限界がある・熱抵抗が高いといった大きな課題がある。異常ネルンスト効果を利用する と、面内型熱電対列を超薄のフレキシブル基板上に簡便なプロセスで作ることができるため、こ れらの課題を一挙に解決可能な革新的デバイスとなる可能性が期待される。しかしながら、μWmW の発電力が目標とされる実用環境発電や、現行のゼーベック熱流センサーに匹敵する感度を 得るために求めらる熱電能を試算すると、最低でも 10-20 µV/K 以上となり[1,3]、一般的な磁性体 の報告値 1μV/K よりも一桁大きな値となる。従って、異常ネルンスト効果を利用した新規な熱電 応用を目指す上では、少なくとも一桁以上大きなネルンスト効果を示す材料を開拓する必要があ る。最近、このような新規応用の期待から、異常ネルンスト効果の研究が世界的にも活発化しつ つあり、3-6μV/K の出力も報告されるようになってきた。本講演では、異常ネルンスト効果を用 いた熱電応用に向けた近年の研究の動向について紹介させて頂く。

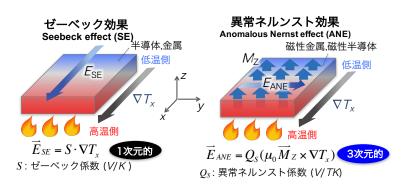


図1 ゼーベック効果と異常ネルンスト効果

## 参考文献

- [1]Y. Sakuraba, Scripta Materialia 111, 29-32 (2016).
- [2] Y. Sakuraba et al., APEX 6, 033003 (2013)
- [3] 桜庭裕弥、熱電学会誌 vol.15 2018
- [4] デンソー社 energyeye: