

異常ネルンスト効果を用いた熱電モジュールの特性と評価

Characteristics and Evaluation of Thermoelectric Module using Anomalous Nernst Effect

物性研¹, CREST.², 東大院理³, 産総研⁴, トランス量子機構⁵, ジョンホプキンス大⁶

○富田 崇弘^{1,2}, 赤松 秀平³, Yangming Wang¹, 薬師寺 啓^{2,4}, 福島 章雄^{2,4}, 中辻 知^{1,2,3,5,6}

ISSP.¹, CREST.², The Univ. of Tokyo³, AIST.⁴, TSQSI.⁵, JHU.⁶

Takahiro Tomita^{1,2}, Syuhei Akamatsu³, Yangming Wang¹, Kay Yakushiji^{2,4}, Akio Fukushima^{2,4},

Satoru Nakatsuji^{1,2,3,5,6}

E-mail: ttomita@issp.u-tokyo.ac.jp

近年発見されたトポロジカル磁性体と呼ばれる反強磁性・強磁性体において、ワイル半金属・ノーダルライン半金属等により大きなベリー曲率がフェルミ面近傍で生じることが知られている。これら 3次元磁性体ではバルク特有の異常ネルンスト効果という熱電効果が発生し熱電変換材料として注目されている [1-4]。ゼーベック効果では熱流と平行に電圧が発生するのに対して、ネルンスト効果は熱流に垂直に電圧が発生するのが特徴となる。自発磁化が存在する磁性体であれば、原理的にはゼーベック効果と同様にゼロ磁場で電力が誘起されることになる。従来はこれらの異常ネルンスト効果は強磁性体であっても $1 \mu\text{V/K}$ 以下と比較的小さな効果しか持つことはなかったが、最近反強磁性体 Mn_3Sn の室温巨大異常ホール効果の発見を皮切りに、現在では $5 \mu\text{V/K}$ を超える巨大異常ネルンスト効果が室温以上で見られその将来性にも注目が集まっている [5,6]。

今回、我々はネルンスト係数が $5 \mu\text{V/K}$ 以上の巨大な異常ネルンスト効果を示す強磁性金属体を開発し、高温の熱電特性並びに IV (電流電圧) 特性並びに電流・電力特性を評価した。同時に熱電モジュールの試作を行い実験環境下での電圧・電力の評価を行った。ゼーベック効果と異なりネルンスト電圧 V_S は温度勾配と熱流に対して垂直な電圧端子間の総距離に比例するため、高電圧を得やすい。金属体のため抵抗が低く使いやすいが、熱伝導も同様に高いデメリットがあることが今後の課題となる。本実験では、単結晶体のワイル反強磁性体 Mn_3Sn ($0.35 \mu\text{V/K}$) やワイル強磁性体 Co_2MnGa ($5 \mu\text{V/K}$) 並びにノーダルライン強磁性体 Fe_3Ga ($5 \mu\text{V/K}$) を用いた高温熱電特性の評価を行い、多結晶試料 Fe_3Ga の高温特性を確認した上でモジュールを製作、ペア数 2 から 20 へ増やすことで起電力の最大値 50 mV を実現した。

[1] T. Tomita and M. Ikhlas *et al.*, Nature Physics, **10**, 1085-1090 (2017).

[2] T. Tomita and K. Kuroda *et al.*, Nature materials **16**, 1090-1095 (2017).

[3] 富田崇弘, M. Ikhlas, 中辻 知, 日本磁気学会第 217 回研究会資料 **217-5**, 23-28 (2018).

[4] 富田崇弘, 肥後友也, 中辻 知, 固体物理 トピックス Vol.**54** No. 2, 85-99 (2019).

[5] A. Sakai *et al.*, Nature Physics **14**, 1119-1124 (2018).

[6] A. Sakai, S. Minami, T. Koretsune, T. Chen, and T. Higo *et al.*, Nature **581**, 53-57 (2020).