

永久磁石における異常エッチングスハウゼン効果の観測

Observation of anomalous Ettingshausen effect in permanent magnets

物材機構¹, 東大工², 東北大工³, 東北大 CSRN⁴, 阪大 CSRN⁵, JST さきがけ⁶, 東北大金研⁷

○三浦 飛鳥^{1,2}, Hossein Sepehri-Amin¹, 増田 啓介¹, 土浦 宏紀^{3,4}, 三浦 良雄^{1,5}, 井口 亮¹,

桜庭 裕弥^{1,6}, 塩見 淳一郎², 宝野 和博¹, 内田 健一^{1,2,4,7}

NIMS¹, Dep. Mech. Eng., Univ. Tokyo², Dep. Appl. Phys., Tohoku Univ.³, CSRN, Tohoku Univ.⁴,

CSRN, Osaka Univ.⁵, JST PRESTO⁶, IMR, Tohoku Univ.⁷

Asuka Miura^{1,2}, Hossein Sepehri-Amin¹, Keisuke Masuda¹, Hiroki Tsuchiura^{3,4}, Yoshio Miura^{1,5},

Ryo Iguchi¹, Yuya Sakuraba^{1,6}, Junichiro Shiomi², Kazuhiro Hono¹, and Ken-ichi Uchida^{1,2,4,7}

E-mail: MIURA.Asuka@nims.go.jp

異常エッチングスハウゼン効果 (Anomalous Ettingshausen effect: AEE) とは、強磁性金属において磁化および電流の両方に直交した方向に熱流が生じる現象である [1]。AEE に基づく電子冷却・加熱は、磁化方向を変えるだけで熱流を制御可能、温度変化出力を熱流方向の素子サイズを大きくするだけで増強可能といった特徴を有するため、汎用性の高い熱制御技術への将来展開が期待される。しかし、これまでに AEE が観測されている材料は少なく、AEE に基づく高効率な熱制御を実現するためには、異常エッチングスハウゼン係数の大きな材料の探索が必要である。また、残留磁化を持たない強磁性体で AEE を発現させるためには外部磁場を印加する必要があるといった問題もある。

そこで本研究では、無磁場下で AEE が動作する材料として永久磁石に注目し、室温における AEE と関連する輸送物性を系統的に調べた [2]。ロックインサーモグラフィ法に基づく動的熱画像計測により、実用化されている永久磁石の一つである 1-5 系サマリウムコバルト磁石 (SmCo₅ 系磁石) が大きな AEE を示すことを明らかにした。見積もった SmCo₅ 系磁石の異常エッチングスハウゼン係数は、ニッケルなどの一般的な強磁性体金属に比べ 1 桁以上大きな値であった (Fig. 1)。この大きな異常エッチングスハウゼン係数は、横熱電伝導率に由来していることが輸送物性測定から示された。講演では、これらの実験結果を紹介すると共に、SmCo₅ における輸送係数の第一原理計算の結果についても触れる。

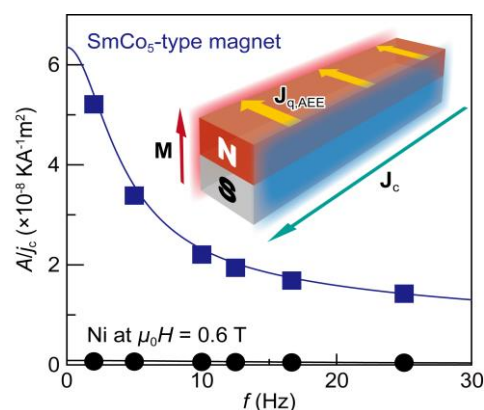


Fig. 1. Lock-in frequency f dependence of the AEE-induced temperature modulation signals A/j_c for the SmCo₅ slab (blue squares) and Ni slab (black circles). The inset is the schematic illustration of AEE in a permanent magnet.

[1] T. Seki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **112**, 152403 (2018).

[2] A. Miura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **115**, 222403 (2019).