

$D0_3$ - Fe_3X ($X = Ga, Al$) 薄膜における巨大な異常ネルンスト効果

Large anomalous Nernst effect in the $D0_3$ - Fe_3X ($X = Ga, Al$) thin films

東大物性研¹, JST-CREST², 東大理物³, 東大トランス量子科学⁴, Johns Hopkins 大⁵,

○肥後 友也^{1,2}, 酒井 明人^{2,3}, 三輪 真嗣^{1,2,4}, 中辻 知¹⁻⁵

ISSP, U. Tokyo¹, JST-CREST², Dep. Phys., U. Tokyo³, Trans-Quantum Sci. Inst.⁴, Johns Hopkins U.⁵,

○Tomoya Higo^{1,2}, Akito Sakai^{2,3}, Shinji Miwa^{1,2,4}, Satoru Nakatsuji¹⁻⁵

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

近年、IoT 化に伴い自律分散駆動機器やその小型電源の需要が高まっている。この電源として、室温付近の数度の温度差により $\mu W \sim mW$ の発電が可能であり、かつ半永久的に使える (可動部を持たない) 熱電変換技術の開発が急がれている。熱流と平行方向に発電するゼーベック効果は代表的な熱電変換効果として広く知られているが、熱流と垂直方向に発電することが可能な異常ネルンスト効果も薄膜作製手法を用いた大面積・高集積・フレキシブルな熱電変換デバイスの作製が可能であるという利点から注目を集めている[1-4]。これまで、異常ネルンスト効果の発電効率はゼーベック効果の 1% にも満たなかったため、様々な増強手法が検討されてきた。そのような中、時間反転対称性の破れたワイル半金属 (ワイル磁性体) などのトポロジカル磁性体において従来の 10 倍ほど大きな応答が観測されたことを契機に、トポロジカル磁性体の研究が精力的に行われるようになった[4]。最近では、トポロジカル磁性体の波数空間における特徴的なバンド交差に由来したフェルミ面近傍のベリー曲率が巨大な異常ネルンスト効果の起源であることが分かっており、より安全・安価な元素から構成される等の応用に適した特性を持つトポロジカル磁性体の開発が進められている。ノーダルウェーブを持つトポロジカル強磁性体 $D0_3$ - Fe_3X ($X = Ga, Al$) は Fe や Al、Ga といった比較的安価な元素から構成されている 2 元系金属であるにもかかわらず、 Co_2MnGa において報告されていた最大値 $\sim 6 \mu V/K$ [4] に匹敵する異常ネルンスト係数を室温で示すことが観測された[5]。

今回我々は、 Fe_3X ($X = Ga, Al$) 薄膜をスパッタリング法と MBE 法を用いてそれぞれ作製した。X 線回折を用いて結晶構造の評価を行い、バルク単結晶試料と同様に Fe と Ga、Al が秩序化した $D0_3$ 構造の単結晶薄膜であることを確認した。本講演では、 $D0_3$ - Fe_3X ($X = Ga, Al$) 薄膜の面内および面直方向へ熱流を印加し測定した異常ネルンスト効果について報告する[5]。

本研究の一部は、JST-CREST(JPMJCR18T3)、NEDO により遂行された。

[1] Y. Sakuraba, *Scr. Mater.* **111**, 19 (2016).

[2] M. Mizuguchi, and S. Nakatsuji, *Sci. Tech. Adv. Mater.* **20**, 262 (2019).

[3] M. Ikhlas⁺, T. Tomita⁺, *et al.*, *Nat. Phys.* **13**, 1085 (2017).

[4] A. Sakai, *et al.*, *Nat. Phys.* **14**, 1119 (2018).

[5] A. Sakai⁺, S. Minami⁺, T. Koretsune⁺, T. Chen⁺, T. Higo⁺, Y. Wang, T. Nomoto, M. Hirayama, S. Miwa, D. Nishio-Hamane, F. Ishii, R. Arita and S. Nakatsuji, *Nature* **581**, 53 (2020).