

実験と理論・計算・データ科学を融合した材料開発の革新
2018年度採択研究代表者

2022年度
年次報告書

谷山 智康

名古屋大学 大学院理学研究科
教授

界面マルチフェロイク材料の創製

主たる共同研究者:

木村 崇 (九州大学 大学院理学研究院 教授)
合田 義弘 (東京工業大学 物質理工学院 准教授)
浜屋 宏平 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 教授)

研究成果の概要

本研究は、巨大な磁気-電気結合効果を有する界面マルチフェロイク材料の開発と探索手法の構築、さらにはその応用展開を目的としている。本年度は、①新規界面マルチフェロイク材料の開拓、②巨大磁気-電気結合効果の物理起源の解明、③界面マルチフェロイク薄膜の作製手法の開発、④強磁性/強誘電性界面熱伝導特性の評価手法の構築について、研究を実施した。

谷山グループでは、人工フェリ磁性体、磁性酸化物と強誘電体とからなる界面マルチフェロイク構造を作製し、電界による磁気特性の変調効果について調査した。その結果、人工フェリ磁性体の層間磁気結合に依存した磁気異方性の電界効果を見出し、さらに磁性酸化物の磁気ダンピングの電界制御に成功した。浜屋グループでは、強磁性 Heusler 合金と強誘電体とからなる界面マルチフェロイク構造において発現する巨大磁気-電気結合効果の物理起源が、結晶方位に依存する軌道磁気モーメントの電界効果に起因することを明らかにした。さらに垂直磁化薄膜を利用した界面マルチフェロイク材料において世界最高値の磁気-電気結合定数を見出すことに成功した。また、谷山グループにより作製された強誘電体薄膜と強磁性 Heusler 合金とからなる薄膜界面マルチフェロイク材料の高品質化に成功した。木村グループでは、強磁性/強誘電性界面における熱伝導特性の評価手法を開発し、電界による熱流の制御を実証した。一方、合田グループでは、計算科学の手法に基づき、実験グループにより実証された巨大磁気-電気結合定数の起源を第一原理計算により明らかにするとともに、人工フェリ磁性体における磁気結合の電界制御を実証するデバイス構造を提案した。

以上、界面マルチフェロイク構造の創製と巨大磁気-電気結合の物理起源の解明を、実験・計算の双方から包括的に実施した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Y. Hisada, S. Komori, K. Imura, and T. Taniyama, “Interlayer coupling-dependent magnetoelastic response in synthetic antiferromagnets”, *Appl. Phys. Lett.* **122**, 222402 (2023).
- 2) A. M. Yatmeidhy and Y. Gohda, “Strain-induced magnetic anisotropy in Heusler alloys studied from first principles”, *Appl. Phys. Exp.* **16**, 053001 (2023).
- 3) T. Usami, Y. Sanada, S. Yamada, T. Kanashima, Y. Shiratsuchi, R. Nakatani, and K. Hamaya, “Converse magnetoelectric coefficient greater than 10^{-6} s/m in perpendicularly magnetized Co/Pd multilayers on $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ ”, *J. Magn. Magn. Mater.* **570**, 170532 (2022).