

# 研究奨励事業報告書

(理学研究科・研究科長裁量経費)

近年、従来の強磁性とは本質的に異なる「機能性スピナノ構造」を持つ物質が、次世代テクノロジーを支える革新的機能創出の観点から注目を集めている。しかしながら、機能性スピナノ構造の多くはマクロな磁化を持たないため、これらを直接的に検出し、その機能を解明することが困難である。そこで、多彩な機能性スピナノ構造を直接的に検出・評価する新しい強力な光技術を開拓することを目的に研究を行った。

本研究では、非線形光学効果の一種である、角周波数  $\omega$  の光が  $2\omega$  の光に変換される光第二高調波発生 (SHG) とゼロバイアスの電流に変換される光ガルバノ効果が、「空間反転対称性の破れ」と「時間反転対称性の破れ」の両者に敏感であるという性質に着目し、これらを機能性スピナノ構造の新しい計測・評価技術として利用可能であることを証明した。例えば、ナノ磁性体中に室温で安定に発生する電子スピンの渦 (磁気渦) (図 1) は、空間反転対称性と時間反転対称性を同時に破る機能性スピナノ構造の 1 つであり、マルチフェロイクス研究などで注目されている磁気トロイダル  $T$  のモデルシステムになる (図 2(a))。SHG や光ガルバノ効果の大きさ・位相は、磁気トロイダルの大小・方位により敏感に変化するため、磁気トロイダルの直接的かつ高感度な検出が可能になる (図 2(b), (c))。これは同時に機能性スピナノ構造を利用した新しい原理の光波長変換機能や電流の整流機能の開拓につながる。さらに、本手法は他の機能性スピナノ構造にも適用可能であり、超短パルスレーザーを用いることで、その平衡・非平衡状態における空間ダイナミクスや超高速ダイナミクスの解明が期待される。

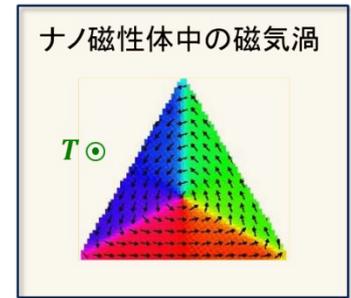


図 1 ナノ磁性体中の磁気渦。

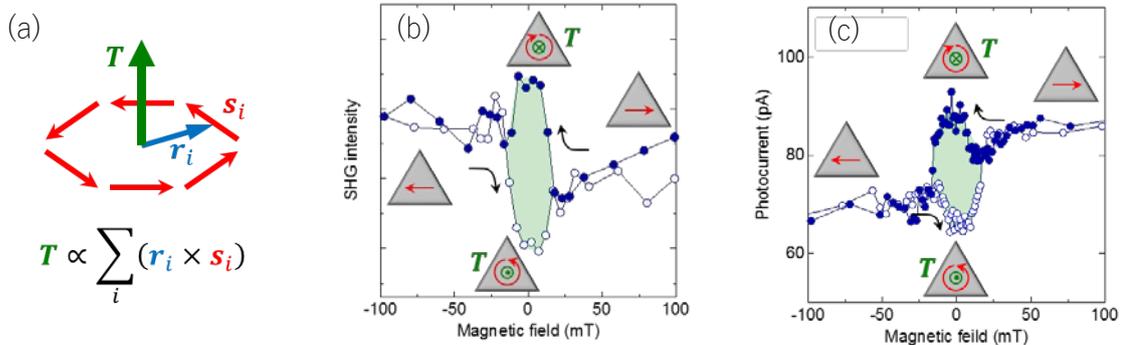


図 2 (a) 磁気トロイダル  $T$ 。(b)-(c) パーマロイのナノ磁性体中に発生する磁気渦 (磁気トロイダル) の (b) SHG を用いた検出、(c) 光ガルバノ効果を用いた検出。

## 【論文発表】

1. T. Aoyama, S. Imaizumi, T. Togashi, Y. Sato, K. Hashizume, Y. Nambu, Y. Hirata, **M. Matsubara**, and K. Ohgushi, “Polar state induced by block-type lattice distortions in  $\text{BaFe}_2\text{Se}_3$  with quasi-one-dimensional ladder structure”, *Phys. Rev. B* **99**, 241109(R)/1-5 (2019).
2. **松原正和**, 「光パルス照射による高速磁気制御」, *応用物理* **88**, 475-479 (2019).
3. **M. Matsubara**, T. Kobayashi, T. Kato, and S. Iwata, “Polarization-controlled directional and switchable spin-polarized photocurrents in a spintronic metamaterial”, Submitted.