

課題番号	: F-19-TU-0009
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 対称性を制御した光メタマテリアルの作製
Program Title (English)	: Fabrication of Symmetry-Controlled Optical Metamaterials
利用者名(日本語)	: 小林隆嗣 <sup>1)</sup> , 関根大輝 <sup>1)</sup> , 重藤真人 <sup>1)</sup> , 高田悠太 <sup>1)</sup> , 松原正和 <sup>1)</sup>
Username (English)	: T. Kobayashi <sup>1)</sup> , D. Sekine <sup>1)</sup> , M. Shigefuji <sup>1)</sup> , Y. Takata <sup>1)</sup> , <u>M. Matsubara<sup>1)</sup></u>
所属名(日本語)	: 1) 東北大学大学院理学研究科
Affiliation (English)	: 1) Graduate School of Science, Tohoku University
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、光メタマテリアル、非線形光学測定

## 1. 概要(Summary)

近年、時間反転対称性  $\mathcal{T}$  および空間反転対称性  $\mathcal{P}$  を同時に破る磁気空間構造や物理現象が注目を集めている。例えば、 $\mathcal{T}$  と  $\mathcal{P}$  を同時に破る渦状のスピンの配列は、電気(電流)磁気効果や非相反光学・輸送現象の起源となる重要な秩序であることが明らかとなってきた。

本研究では、ある種のナノ磁性体中に発生する電子スピンの渦(磁気渦)を光の波長より十分に小さな構造を持つ人工物質(光メタマテリアル)で実現し、そのような特殊な磁気秩序を検出する新規な非線形光学効果の開拓を目指した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

EB 描画装置(エリオニクス ELS-G125S)

### 【実験方法】

EB 描画装置を用いて、対称性を制御した大きさの異なる様々なナノ磁性体周期構造を作製した。それらの試料を用いて、光第二高調波発生や光ガルバノ効果などの非線形光学応答を研究室の光学系を用いて調べた。

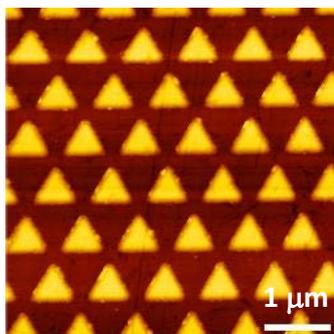


Fig.1 AFM image of periodic arrangement of permalloy ( $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ ) nanomagnets with three-fold rotational symmetry.

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

軟強磁性体のパーマロイ( $\text{Ni}_{78}\text{Fe}_{22}$ )薄膜に、一辺の長さが数百ナノメートルの様々な大きさの正三角形を三角格子状に配列した構造を作製した。試料の典型的な原子間力顕微鏡(AFM)像を Fig. 1 に示す。三重回転対称性を有する磁性体光メタマテリアルをほぼ設計通り作製することに成功した。これらの試料を用い、光第二高調波発生や光ガルバノ効果を測定したところ、マクロな磁化を持たない特殊な渦状スピン配列をも非線形光学効果を用いて敏感に検出できることが分かった(学会発表(1),(2),(3))。

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究の一部は、科学研究費補助金若手研究(A) 17H04844「非線形光学プローブによる室温人工マルチフェロイック物質の開拓と新機能創出」により行われた。本研究を遂行するにあたりご協力を頂きました東北大学マイクロシステム融合研究開発センターの邊見政浩さんに御礼申し上げます。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 関根大輝, 佐藤佳史, 松原正和, J-Physics: 多極子伝導系の物理 令和元年度領域全体会議, 令和2年1月7日.
- (2) 関根大輝, 佐藤佳史, 石原照也, 松原正和, 日本物理学会第75回年次大会, 令和2年3月16日.
- (3) 重藤真人, 小林隆嗣, 高田悠太, 加藤剛志, 大島大輝, 岩田聡, 松原正和, 日本物理学会第75回年次大会, 令和2年3月16日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし。