

# ナノ磁性変調構造を用いた人工カイラルスピン構造の創成

Formation of chiral spin structure based on nano-scale modulation of magnetic property

研究分野  
Department

界面量子科学  
Interface Quantum Science

研究者  
Researcher

小山知弘 千葉大地  
T. Koyama D. Chiba

キーワード  
Keyword

スピントロニクス、スピнкаイラリティ、ナノテクノロジー  
spintronics, spin chirality, nanotechnology

応用分野  
Application

次世代情報処理・センシングデバイス  
pathogen detection, medical diagnosis, drug development

研究開発段階

基礎

実用化準備

応用化

## 背景

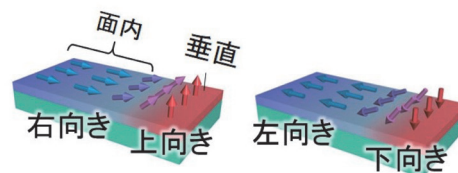
次世代情報処理の基盤技術として、電子の電荷とスピンの特性を融合した新しいエレクトロニクスである「スピントロニクス」が大きな注目を集めています。近年では、スピンの方向と空間変化を結びつける「カイラリティ」という特性により発現するカイラル磁壁やスキルミオンといった特殊なスピン構造が、高速・低消費電力メモリへの応用の観点から盛んに研究されています。

## 概要・特徴

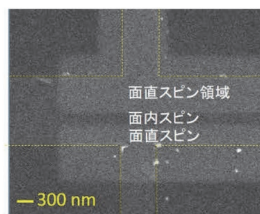
磁気異方性などの磁気特性をナノスケールで空間変調させることにより、カイラルスピン構造を人工的に作製できることを実証しました。

## 技術内容

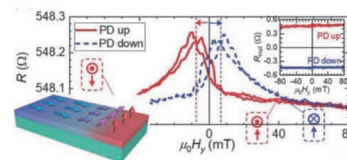
- 磁性体表面のみを低エネルギーイオン照射によりエッチングすることで、磁気異方性の面内⇄面直スイッチングに成功しました。
- 単一の磁性体中に面内スピンと面直スピンをハイブリッドさせた構造において、カイラリティによりそれぞれのスピン方向がカップルし特定方向に向きやすくなることを確認しました。
- 2つの面直スピン領域で面内スピン領域を挟んだ構造を作製し、面直スピンを平行および反平行配置にすることで、面内スピンの向きを制御できることを示しました。人工カイラルスピン構造を外部から制御できることを意味します。
- 単一の磁性体中に、異なる「構造反転対称性(カイラリティの起源)」を有する構造を作製することに成功しました。これは、カイラリティそのものを空間変調できる技術に繋がります。



人工カイラルスピン構造の概念図。面内スピンと面直スピンの向きが互いに一意に決まる。



面内-面直ハイブリッド構造の電子顕微鏡像



スピン方向のカップリングを電氣的に計測することに成功

## 社会への影響・期待される効果

スピントロニクスを活用した情報処理デバイスの最大の特徴は、磁石のN、S極の高い安定性に基づく情報の不揮発性です。ナノ磁性変調構造を導入することで不揮発性を保持しつつ、これまでにない機能、すなわち超低消費電力かつ高速な情報書き込みや読み出し、高効率センシング、さらには光制御技術をスピントロニクスデバイスに付与できると考えています。

【論文 Paper】 [1] Appl. Phys. Lett. 120, 172402 (2022). [2] Jpn. J. Appl. Phys. 61, 070908 (2022). [3] Appl. Phys. Lett. 119, 202402 (2021). [4] Appl. Phys. Lett. 116, 092405 (2020).