



## 研究課題名 ノンコリニアスピントロニクス

東北大学・電気通信研究所・准教授

ふかみ しゅんすけ  
深見 俊輔

研究課題番号：19H05622 研究者番号：60704492

キーワード：スピントロニクス、ノンコリニア磁気構造

## 【研究の背景・目的】

電子の持つ二つの性質 — 電気的性質(電荷)と磁氣的性質(スピン) — を同時利用するスピントロニクスにより、磁性体の集团的磁気秩序の電気的な制御が可能となる。これはここ約 20 年のスピントロニクス研究の中心的課題であり、古典磁気工学(主には磁場で磁化を制御)では実現できない様々な可能性が見出されてきた。1999 年にスピン移行トルク(STT)によって磁化方向を電流で直接制御できることが示され、約 20 年経った現在ではこの技術を利用した不揮発性磁気メモリ(STT-MRAM)が実用化されている。2011 年には新たな磁化反転の駆動力としてスピン軌道トルク(SOT)が加わり、STT では実現が難しいような超高速での磁化反転などが実証されている。また 2016 年にはスピン軌道トルクを用いることで、これまでは工学的な利用価値はないと考えられていたコリニア反強磁性体のネールベクトルも電気的に制御できることが示された。反強磁性体は強磁性と比べて外部磁場に対する頑健性に優れ、またダイナミクスの周波数も数桁高いことから、反強磁性体の電気的な制御は近年非常に注目されている。このように新たな磁気秩序、新たな駆動力の出現により新たな局面が切り開かれてきたと言うことができる。

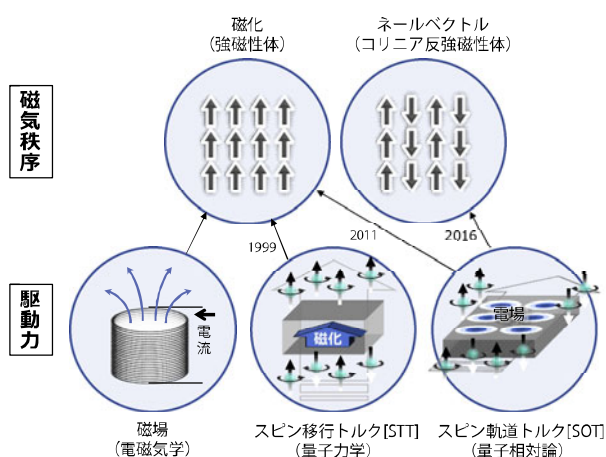


図1 集团的磁気秩序の電気的制御の変遷

以上を俯瞰的に示したのが図1である。本研究課題はこの磁性体の集团的磁気秩序の電気的制御の構図に新たな展開をもたらすことを目的とし、これまでこの技術領域において未開拓であるノンコリニア磁気構造に着目するものである。

## 【研究の方法】

これまで磁性体の磁気秩序の電気的制御においては、共線的(コリニア)な磁気秩序が主な研究対象として扱われてきた。本研究課題は、この『コリニアスピントロニクス』の外側に位置する新たなパラダイムとして、『ノンコリニアスピントロニクス』を開拓する。ここ数年、多様な磁氣的相互作用のフラストレーションの帰結として現れる多様なノンコリニア磁気構造が発現する新奇物理現象が数々報告されており、非常に注目を集めている。本研究では、高度な積層薄膜堆積技術や微細加工技術、及び計測技術を駆使した実験的な研究と、解析モデルの構築と数値計算を並行して進め、ノンコリニア磁気構造が発現する新奇物理現象の、磁気秩序の電気的制御における利用価値、及び利用方法を明らかにする。

## 【期待される成果と意義】

磁気秩序の電気的制御は、不揮発性磁気メモリ技術の根幹的な技術であることに加え、新たな情報処理の枠組みとして注目されている脳型情報処理の要素技術としても期待されている。本研究課題で磁気秩序の電気的制御の新たな可能性として開拓される『ノンコリニアスピントロニクス』は、スピントロニクス研究のフロンティアを形成すると同時に、集積回路や情報処理端末の新たな基盤となり得るものと期待される。

## 【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- S. Fukami *et al.*, "Magnetization switching by spin-orbit torque in an antiferromagnet-ferromagnet bilayer system," *Nature Materials*, vol. 15, pp. 535-541 (2016).
- S. Fukami *et al.*, "A spin-orbit torque switching scheme with collinear magnetic easy axis and current configuration," *Nature Nanotechnology*, vol. 11, pp. 621-625 (2016).

## 【研究期間と研究経費】

令和元年度—令和5年度  
155,500 千円

## 【ホームページ等】

<http://www.spin.riec.tohoku.ac.jp/>