

2020年3月27日

報道機関 各位

東北大学金属材料研究所

【世界初】 金属らせん磁性体におけるらせんの巻き方の制御に成功 - 磁気メモリなどへの応用に期待 -

【発表のポイント】

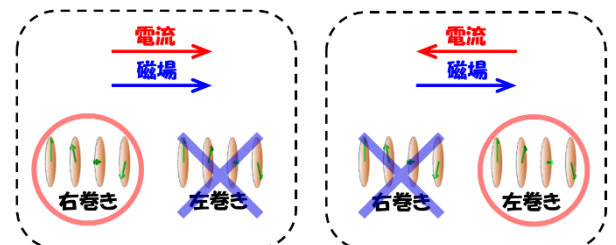
- らせん磁性体は、磁気モーメントがらせん状に整列している物質でらせんの巻く向きに右回り、左回りの自由度があります。
- 電流と磁場を平行にかけるか反平行にかけるかで、らせんが右回りになるか左回りになるかを制御できることが明らかになりました。
- 金属中のらせん磁気秩序の向きをそろえたのは初めてで、この原理を利用した磁気記憶デバイスなどへの応用が期待されます。

【概要】

東京大学大学院総合文化研究科の大学院生の蔭男と東北大学金属材料研究所の小野瀬佳文らは、金属らせん磁性体のらせんの巻く向きを、電流と磁場を使うことで初めて制御することに成功しました。

磁気モーメント(磁性の強さとその向きを表すベクトル量)が整列した磁性体には整列の向きの自由度があり、これが磁気メモリなどに活用できることから、その制御法については多くの研究がなされてきました。特に、磁気モーメントが一方向にそろった強磁性体では多くの研究がなされており、その一部は磁気メモリに応用されています。最近では、磁気モーメントが、例えば、上下上下上……のように反平行にそろった反強磁性体でも、その自由度(“上下”か“下上”か)を制御する研究が多くなされるようになってきました。

本研究では、らせん磁性体において磁気モーメントがつくるらせんの巻き方を電流と磁場を使って制御することに成功しました。絶縁体では巻き方を制御する方法は知られていましたが、金属中で巻き方を制御したのは初めてです。今後、磁気メモリなどへの応用が期待されます。本研究の詳細は *Nature Communications* に2020年3月30日に掲載されます。



電流と磁場によるらせん磁気構造の巻き方の制御。
電流、磁場が平行か反平行によって巻き方が変わる。

【詳細な説明】

○研究背景

らせん構造は自然界の様々なものにみられます。例えば、生物の DNA もらせん構造をしています。DNA のらせんは必ず右巻きになっており、この巻く向きがどのように決定されているかは生物の起源とも絡んだ大きな謎とされています。

磁気モーメントが秩序化する磁性体の中にも磁気モーメントがらせん状に秩序化する物質があります(図1)。このうち絶縁体のらせん磁性体は、逆ジャロシンスキー守谷機構とよばれるメカニズムで、らせんの巻く向きを電場でコントロールできることが分かっていました。しかし、電場がかからない金属でどのようにらせん磁気構造の巻く向きをコントロールするかはよく分かっていませんでした。

らせん磁気構造において、電流を加えることによって生まれる磁気モーメントに作用する回転力(スピントランスファートルク)の効果を考慮したところ、電流と磁場を加えたとき、らせんの巻く向きがそろう、その方向は電流と磁場が平行か反平行かによって期待されたため(図2)、実験を行いました。

○成果の内容

集束イオンビームによってミクロンスケールに加工した金属らせん磁性体 MnP 単結晶に、大きな磁場と電流を平行、もしくは反平行に加えた後、磁場の大きさを弱めてらせん秩序化させました。その後、らせんの巻く向きを抵抗率の二次高周波で測定したところ、電流と磁場が平行か反平行かに依存してそろっていくことが明らかとなりました。

○意義・課題・展望

らせん磁性体の巻く方の自由度は、外場や擾乱にも強く、理想的な情報保持媒体として磁気メモリなどに将来応用される可能性があります。また、らせん磁気構造や DNA の巻く方は「キラリティー」と一般にはよばれる概念で整理されるもので、野依良治先生がノーベル化学賞を受賞したのも触媒によるキラリティーの制御になります。本研究の成果も、キラリティーの制御法の研究に一石を投じるものになることが期待されます。

○発表論文

雑誌名: Nature Communications

英文タイトル: Electric current control of spin helicity in an itinerant helimagnet

全著者: N. Jiang, Y. Nii, H. Arisawa, E. Saitoh, Y. Onose

DOI: 10.1038/s41467-020-15380-z

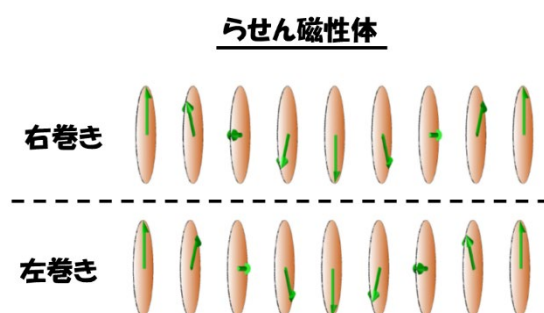


図1: らせん磁性体。巻く方向には左右の自由度がある。

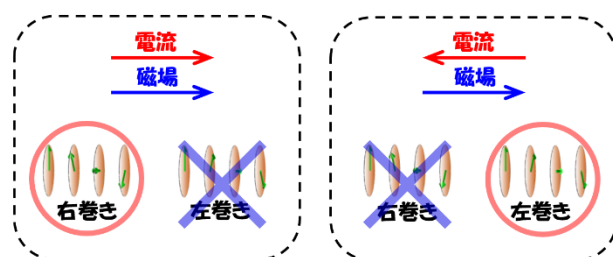


図2: 電流と磁場によるらせん磁気構造の巻く方の制御。電流、磁場が平行か反平行かによって巻く方が変わる。

○共同研究機関および助成

本研究の成果は、東京大学大学院総合文化研究科の大学院生の蔣男（東北大学特別研究生）、東北大学金属材料研究所の小野瀬佳文教授、新居陽一助教、大学院生の有沢洋希および東京大学工学系研究科の齊藤英治教授の共同研究によって得られたものです。

本研究は、JSPS科研費（課題番号：16H04008, 17H05176, 18K13494, 19H05600）、ERATOスピン整流プロジェクト、日本学術振興会特別研究員奨励費（課題番号：19J11151）によって助成を受けました。

本件に関するお問い合わせ先

◆研究内容に関して

東北大学金属材料研究所
量子機能物性学研究部門
小野瀬 佳文

TEL:022-215-2040

Email: onose@imr.tohoku.ac.jp

◆報道に関して

東北大学金属材料研究所 情報企画室広報班

TEL:022-215-2144 FAX:022-215-2482

Email: pro-adm@imr.tohoku.ac.jp