

BiFe_{1-x}Co_xO₃ 薄膜のスピンの構造変化

Spin structure change in BiFe_{1-x}Co_xO₃ thin films

● ユーザー氏名：東 正樹¹、重松 圭¹、北條 元² / Masaki AZUMA¹, Kei SHIGEMATSU¹ and Hajime HOJO²
(¹東京工業大学, ²九州大学 / ¹Tokyo Institute of Technology, ²Kyushu University)

● 実施機関担当者：壬生 攻 / Ko MIBU (名古屋工業大学 Nagoya Institute of Technology)

Key words

Multiferroics, Magnetic Memory, Magnetization Reversal

概要 / Overview

BiFeO₃は、巨大な自発分極を持つ強誘電体である事に加えて、Fe³⁺に由来する磁性の共存が期待されることから注目を集めている。この物質は自発磁化を持たない反強磁性体であるが、鉄イオンを一部コバルトイオンで置換したBiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃は、室温で弱い強磁性を示す、マルチフェロイック物質である。メスバウアー分光測定の結果、電気分極とスピンの両方に直交する方向に自発磁化を生じており、外部電場の印加で面外方向の磁化が反転する事が示唆された。圧電応答顕微鏡と磁気力応答顕微鏡を用いた測定で、実際に電場印加による磁化反転が観測された。

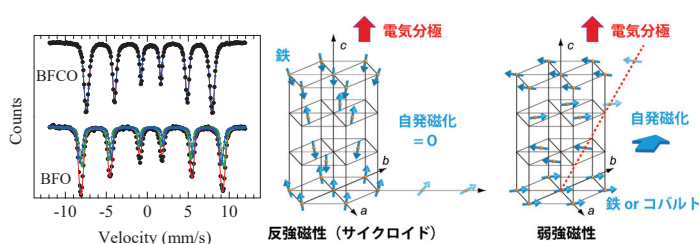
Mössbauer spectroscopy revealed the presence of a spontaneous magnetization perpendicular to the electric polarization of BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃ thin film. The magnetization reversal of the out-of-plane component of magnetization by electric field was observed by piezo-force and magnetic-force microscope measurements.

メスバウアー分光による弱強磁性の解明

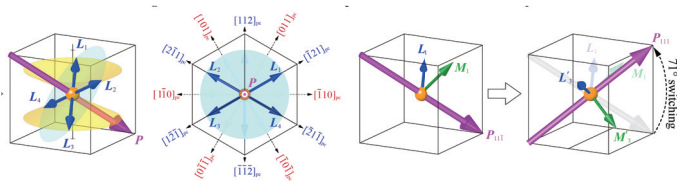
Clarification of weak ferromagnetism by Mössbauer spectroscopy

● メスバウアー分光によるBiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃のスピンの構造

BiFeO₃では、磁気モーメントを打ち消し合うようなサイクロイドと呼ばれる変調構造のため、自発磁化が存在しない。メスバウアー分光測定の結果、BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃では、反強磁性（隣り合うスピンの向きが反対）に揃ったスピンの、電気分極と直交していることがわかった。この場合、ジャロシンスキー・守谷相互作用のため、スピンの傾斜し、電気分極とスピンの両方に直交する方向に自発磁化を生じる。



メスバウアー分光測定で明らかになった、BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃薄膜の電気分極と自発磁化の関係。電気分極の反転に伴い、面外方向の磁化も反転すると期待される。

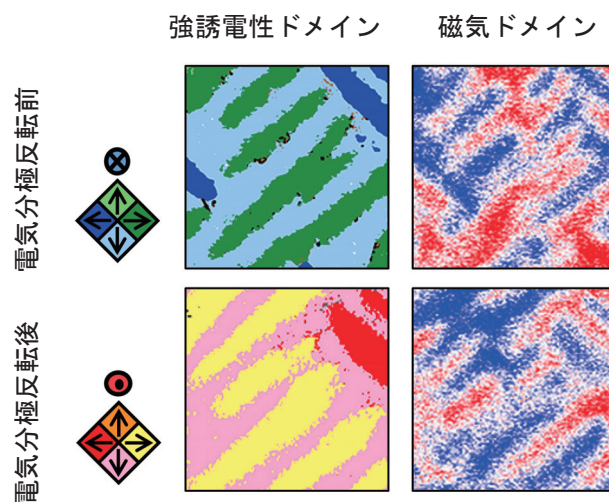


電場印加による磁化の反転

Magnetization reversal by electric field

● プローブ顕微鏡による室温での電場印加磁化反転

BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃薄膜の圧電応答顕微鏡像（左）と磁気力応答顕微鏡像（右）。それぞれ、強誘電ドメイン構造と磁気ドメイン構造に対応する。上は電場印加前、下は印加後である。右上下を比較すると、メスバウアー分光による予測の通り、電気分極の反転により、磁化の面外成分が反転していることがわかる。



HDDなどの磁気メモリは、コイルに電流を流して発生した磁場で情報を書き込む。このため、社会の情報量の増大に伴う消費電力の増大が懸念されている。今回の技術では電流を用いず、電場のみで磁気情報を書き込むことができ、超低消費電力の磁気メモリに繋がると期待される。読み出し方法の確立に向けた研究を推進している。

Contact

氏名：東 正樹
所属：東京工業大学フロンティア材料研究所

氏名：壬生 攻
所属：名古屋工業大学