

## Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> 界面マルチフェロイクヘテロ構造の磁気特性

寺本侑樹<sup>1</sup>, 山田晋也<sup>2,1</sup>, 村田太一<sup>1</sup>, 松實大志<sup>1</sup>, 工藤康平<sup>1</sup>, 谷山智康<sup>3</sup>, 浜屋宏平<sup>2,1</sup>

(<sup>1</sup>阪大基礎工, <sup>2</sup>阪大基礎工 CSRN, <sup>3</sup>名大理)

### Magnetic properties of a Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> interfacial multiferroic heterostructure

Yuki Teramoto<sup>1</sup>, Shinya Yamada<sup>2,1</sup>, Taichi Murata<sup>1</sup>, Daishi Matsumi<sup>1</sup>, Kohei Kudo<sup>1</sup>,

Tomoyasu Taniyama<sup>3</sup>, Kohei Hamaya<sup>2,1</sup>

(<sup>1</sup>Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ., <sup>2</sup>CSRN, Grad. Sch. Eng. Sci., Osaka Univ., <sup>3</sup>Dep. Phys., Nagoya Univ.)

強磁性体と強誘電体の界面に形成されるマルチフェロイク状態を利用することで、強磁性体の磁化を電界で制御することができる[1]。これまで、ハーフメタルホイスラー合金/BaTiO<sub>3</sub>ヘテロ構造において大きな電気磁気結合の発現が理論的に予測されているが[2]、実験的な報告例はない。本講演では、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて作製した Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> 界面マルチフェロイク構造の磁気特性について述べる。

MBE 法[3]を用いて、Co<sub>2</sub>FeSi 薄膜(膜厚: ~30 nm)を BaTiO<sub>3</sub>(001)基板上に基板温度 200°C で成長したところ、RHEED 像(Fig. 1 挿入図)はストリークパターンを示したため、二次元エピタキシャル成長に成功したと判断した。XRD の面内φスキャン測定結果(Fig. 1)から、4 回対称の(111)ピークが観測され、Co<sub>2</sub>FeSi 薄膜中に L<sub>21</sub> 規則構造が形成されていることが判った。300 K で測定した磁化曲線より、この試料の飽和磁化は約 5 μ<sub>B</sub>/f.u.となり、これまで我々が報告してきた高スピン偏極率 Co<sub>2</sub>FeSi 薄膜[3,4]と同等の値を示した。また、膜面内に強い一軸磁気異方性が確認された(Fig. 2 挿入図)。これは、正方晶相の BaTiO<sub>3</sub>における長方形格子面(a ドメイン)に Co<sub>2</sub>FeSi 薄膜が成長したことを示唆している。

Fig. 2 には Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> ヘテロ構造の磁化容易軸(BaTiO<sub>3</sub>[010])および磁化困難軸(BaTiO<sub>3</sub>[100])方向の残留磁化の温度依存性を示す。Fe/BaTiO<sub>3</sub> ヘテロ構造[5]と同様に、BaTiO<sub>3</sub> の構造相転移点(図中矢印)で残留磁化の変化が観測され、特に斜方晶相から菱面体晶相への相転移点(~183K)においては大きな変化が観測された。これは、Co<sub>2</sub>FeSi 薄膜の磁化容易軸方向が変化していることを意味しており、Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> 界面のスピ軌道相互作用の変化を介した磁気弾性結合を捉えていると考えられる。

本研究の一部は、JST-CREST(JPMJCR18J1)と JSPS 科研費(No. 16H02333,18KK0111)の支援を受けた。

[1] T. Taniyama, *J. Phys.: Condens. Matter.* **27**, 504001 (2015).

[2] K. Yamauchi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **91**, 062506 (2007).

[3] S. Yamada *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **96**, 082511 (2010).

[4] K. Hamaya *et al.*, *Phys. Rev. B* **85**, 100404(R) (2012).

[5] T. Taniyama *et al.*, *J. Appl. Phys.* **105**, 07D901 (2009).

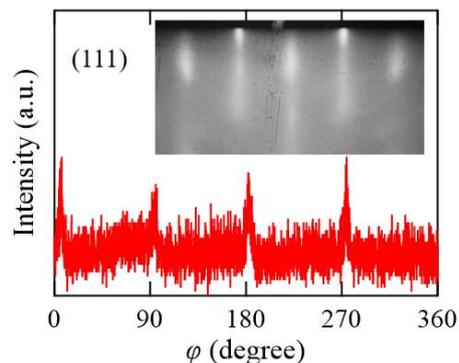


Fig. 1:  $\phi$ -scan measurements of (111) plane for a Co<sub>2</sub>FeSi film. The inset shows RHEED pattern after the growth of the Co<sub>2</sub>FeSi film.

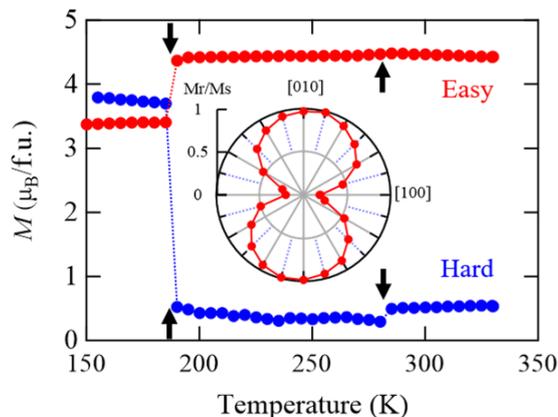


Fig. 2: Temperature dependence of remanent magnetization of the Co<sub>2</sub>FeSi/BaTiO<sub>3</sub> heterostructure. The inset shows polar plots of the normalized remanent magnetization ( $M_r/M_s$ ) at 300 K.