

# 外的要因による磁性薄膜の特性制御を目指した 軟X線XMCDを中心とする相補的研究

Complementary studies on magnetic thin films aiming at control of their properties by external factors mainly by means of soft X-ray XMCD

実験責任者: 雨宮 健太<sup>1</sup>

実験参加者: 藤森 淳<sup>2</sup>, 小出 常晴<sup>1</sup>, 酒巻 真粧子<sup>1</sup>, 石上 啓介<sup>2</sup>, 芝田 悟朗<sup>2</sup>,  
高橋 文雄<sup>2</sup>, 堀尾 眞史<sup>2</sup>, 坂本 祥哉<sup>2</sup>, 岡崎 浩三<sup>2</sup>, 若林 勇希<sup>3</sup>, 山本 孟<sup>4</sup>

<sup>1</sup>KEK放射光, <sup>2</sup>東大院理, <sup>3</sup>東大院工, <sup>4</sup>東工大院総合理工

本研究の全体としての目的は、構造歪み、界面効果、電界効果といった外的要因によって様々な興味深い特性を示す磁性薄膜に対して、軟X線XMCDを中心とした、EXAFS、偏極中性子反射率なども含めた相補的な実験を行うことで、スピン磁気モーメント、軌道磁気モーメント、電子状態、結晶構造を、それらの異方性や深さ方向の分布も含めて明らかにし、外的要因によって磁性薄膜が示す特異な性質がどのようにして発現しているのかを解明するとともに、その情報を新たな試料の作製にフィードバックして、磁性薄膜の特性を制御することである。

このS2課題は、その中で放射光を用いた測定の部分に相当する。したがって、単に測定を行って磁性や構造を調べて特性の発現機構を解明するだけでなく、その情報をもとに新たな物質をデザイン・作製し、予想したような特性が得られるかどうかを検証するとともに、その試料に対して再び各種の測定を行うことで、特性の発現についてのより深い理解を得たうえで、さらに新たな試料の作製へとつなげていくことを常に意識して研究を行っている。

## 本研究のターゲットと実験手法

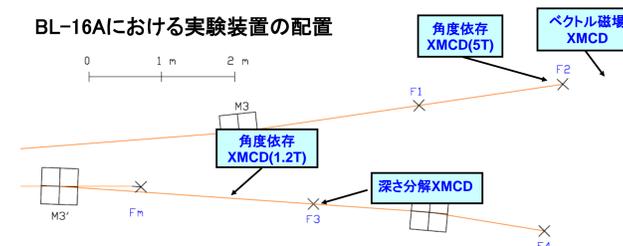
### 磁性薄膜の特性とそれを制御する外的要因



外的要因によって磁性薄膜が示す特性の発現機構の解明  
⇒ **磁性薄膜の特性を制御**

In situ実験、および物質開発を行う研究者との密接な連携により、測定結果を高速にフィードバック

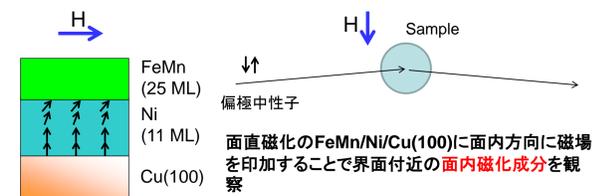
### 本課題で用いる研究手法と研究対象



### 偏極中性子反射率の相補的利用

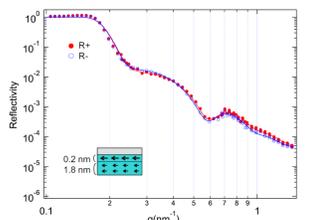
- 深さ分解XMCD法のメリット・デメリット
- (1) 深さ分解能が高い  
原子層レベルの分離が可能  
電子の有効脱出深度は0.5-2 nm
  - (2) 表面付近の磁性を敏感に観察できる  
電子の有効脱出深度は0.5-2 nm
  - (3) 深い部分(埋もれた界面)を観察できない  
電子の有効脱出深度は0.5-2 nm
  - (4) 残留磁化中でないと測定できない  
電子の射出角度依存性を利用しているため

⇒ **偏極中性子反射率と相補的**



深さ分解XMCDと偏極中性子反射率を相補的に用いることによって、反強磁性FeMnと強磁性Niの界面におけるねじれたスピン状態の存在を強く示唆する結果を得ることができた

K. Amemiya et al., PRB 89 (2014) 054404.  
ポスターNo. 010B



## 研究経過(1): 電界印加による薄膜の磁性の制御

未発表データ

## 研究経過(2): ベクトル磁場XMCDによる異方性の観察

未発表データ

## まとめ

- 主に可変偏光ビームラインBL-16Aを用いて実験を開始。
- 電界印加、イオン照射効果の解明などの研究を実施。
- EXAFS, 偏極中性子反射率実験を相補的に利用。