

# スピン再配列転移を起こす Fe/Co/Pd(111)磁性薄膜における磁気異方性の研究 Study on magnetic anisotropy of Fe/Co/Pd(111) magnetic thin films exhibiting spin reorientation transitions

中山丈嗣<sup>1</sup>, 香西将吾<sup>1</sup>, 酒巻真粧子<sup>2</sup>, 阿部仁<sup>2</sup>, 雨宮健太<sup>2</sup>, 近藤寛<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>慶應義塾大学 大学院理工学研究科

<sup>2</sup>高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

## 1. 序

ハードディスク等の薄膜磁気記録媒体では近年垂直磁気記録方式が採られており、膜表面に対し磁化を垂直(面直)方向へ向けて情報を記録している。しかし、この垂直磁気異方性(Perpendicular Magnetic Anisotropy, PMA)は古典的な磁気双極子相互作用のみでは説明することができず、ミクロな視点から起源が未だよく分かっていないのが現状である。

磁性薄膜の磁化容易軸が面内・面直どちらに傾くかということは以下の(1)式で現象論的に理解される。

$$\Delta E = -2\pi M_s^2 + K_{cr} + K_{me} + (K_s + K_i)/d \quad (1)$$

(1)式の左辺  $\Delta E < 0$  のとき薄膜は面内磁化を示し、 $\Delta E > 0$  ならば薄膜は面直磁化を示す。右辺第1項は形状磁気異方性、続いて結晶磁気異方性、磁気弾性異方性、表面・界面磁気異方性をそれぞれ表す。また  $d$  は膜厚を表す。これらの磁気異方性の微視的起源を明らかにする為、多くの研究者が様々な系を用いて検討を重ねてきた。

Fe/Co/Pd(111)磁性薄膜は図1に引用して示すように Fe 蒸着によって 2 度のスピン再配列転移(Spin Reorientation Transitions, SRT)を起こす。図1より

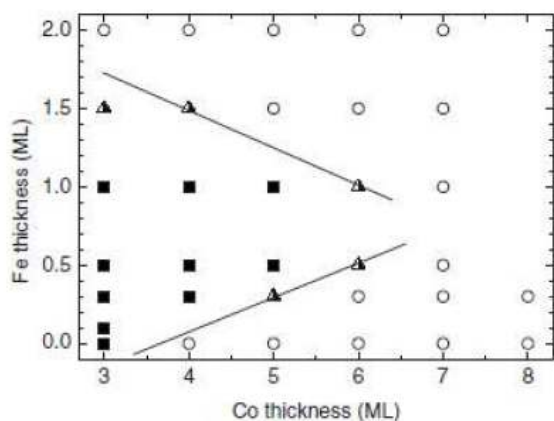


図1. Fe/Co/Pd(111)磁化容易軸方向相図[1]  
(■ : 面直磁化 ○ : 面内磁化)

例えば Fe(1 ML)/Co(5 ML)/Pd(111)では PMA を示す。また、転移膜厚では(1)式において  $\Delta E = 0$  となる。

本研究ではこの Fe/Co/Pd(111)磁性薄膜に於いて、SRT の前後における磁性の変化と構造変化を XAFS を用いて対応付けることを目的とした。

## 2. 実験

実験は KEK-PF BL-7C および 11A にて行った。7C では Fe および Co の K-EXAFS、XANES 測定、11A では XMCD および L-EXAFS の測定を行った。いずれの実験もビームライン末端に MCD 実験用真空槽を設置し、*in situ* で測定を行った。

## 3. 結果および考察

SRT が 2 度観測される Fe/Co(5 ML)/Pd(111)に対して XANES 測定を行った結果の一部を図2に示す。また比較の為に Co の hcp 構造と fcc 構造を仮定した計算スペクトルを図2中に示した。

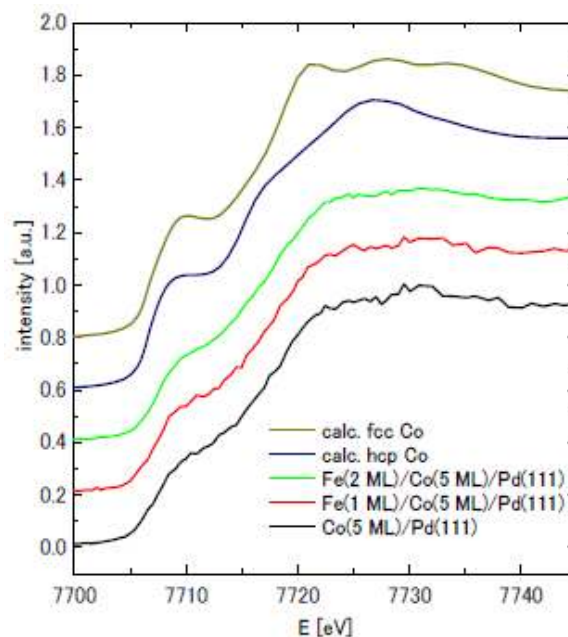


図2. Fe/Co(5 ML)/Pd(111)の Co-K edge XANES スペクトルと FEFF を用いた理論計算の比較

図2より、SRT を 2 度引き起こす Fe 蒸着過程において Co 層は fcc 構造を保ったまま変化していないことがわかる。また Co の EXAFS 解析からも、Fe の蒸着によって Co の構造が変わってないことを確認した。これらの結果は SRT の起源が、Co 層の構造変化ではなく、上にのった Fe 層の磁気構造に起因することを示唆すると考えられる。

## 参考文献

[1] H. Abe, et al, Phys. Rev. B 78, (2008) 014424.

\* nakayama@chem.keio.ac.jp