

## 界面スピン軌道相互作用誘起の Fe 超薄膜の垂直磁気異方性の変化

山本真吾<sup>A</sup>、山本航平<sup>A</sup>、田久保耕<sup>A</sup>、福田憲吾<sup>B</sup>、大島大輝<sup>C</sup>、  
加藤剛志<sup>B</sup>、岩田聡<sup>C</sup>、和達大樹<sup>A</sup>、松田巖<sup>A</sup>  
(東大物性研<sup>A</sup>、名古屋大工<sup>B</sup>、名古屋大未来材料・システム研究所<sup>C</sup>)

Study of perpendicular magnetic anisotropy change of Fe ultrathin  
film induced by interfacial spin-orbit interaction

Sh. Yamamoto<sup>A</sup>, K. Yamamoto<sup>A</sup>, K. Takubo<sup>A</sup>, K. Fukuta<sup>B</sup>, D. Oshima<sup>C</sup>,  
T. Kato<sup>B</sup>, S. Iwata<sup>C</sup>, H. Wadati<sup>A</sup>, I. Matsuda<sup>A</sup>

<sup>A</sup>ISSP Univ. of Tokyo, <sup>B</sup>Nagoya Univ., <sup>C</sup>Nagoya Univ. IMaSS)

### はじめに

スピントロニクス分野においてデバイスの高密度・集積化のために、面直磁化膜が注目を集めている。しかし垂直磁気異方性(Perpendicular Magnetic Anisotropy: PMA)の発現に関して、詳細な理論での解釈が完全にはなされていない。これまで PMA やその電場依存性は、界面へのドーピングの効果から説明がなされてきた[1]。それに対して近年、理論的な先行研究によって強磁性体の交換相互作用と界面におけるラシュバスピ軌道相互作用の協奏によって強磁性体超薄膜に PMA が発現し、その電場依存性についても説明ができるとされた[2]。本研究ではスピン軌道相互作用の大きな 5d 金属 Au と絶縁体 MgO といった異種の層の間に 3d 遷移金属 Fe の超薄膜を挟み込んだ系(Au/Fe/MgO 系, Fig.1(a))について、Fe を同種の層(Au)で挟んだ場合と比較し、その垂直磁気異方性に関してスピン軌道相互作用との関連を議論する。

### 実験方法

Au/Fe/MgO 系は分子線エピタキシー法により成膜し、構造は反射高速電子線回折、薄膜 X 線回折により行った。またその磁気曲線の評価は AGM(Alternating Gradient Magnetometer)測定により行い、Fe の軌道・磁気モーメントは、放射光施設 UVSOR にて X 線磁気円二色性測定を行い、その結果を総和則と組み合わせて導出した。また界面由来の垂直磁気異方性エネルギーをトルク磁力計測定によって決定した。

### 実験結果

Fe 超薄膜の磁気モーメントの L/S の比、PMA エネルギーはいずれも異種で挟んだ方が同種の場合よりも大きかった。これは、異種で挟み込んだ場合の方が、界面スピン軌道相互作用の垂直磁気異方性への影響が強く現れることを主張する理論の先行研究と整合していた。また、異種で挟み込んだ Fe 超薄膜は、膜厚が薄くなるに従って PMA が大きくなり(Fig. 1(b))、同時に、軌道磁気モーメントも大きくなるのが観測された。講演では、膜構造も含めてこの系の垂直磁気異方性と界面スピン軌道相互作用の関係について議論する。

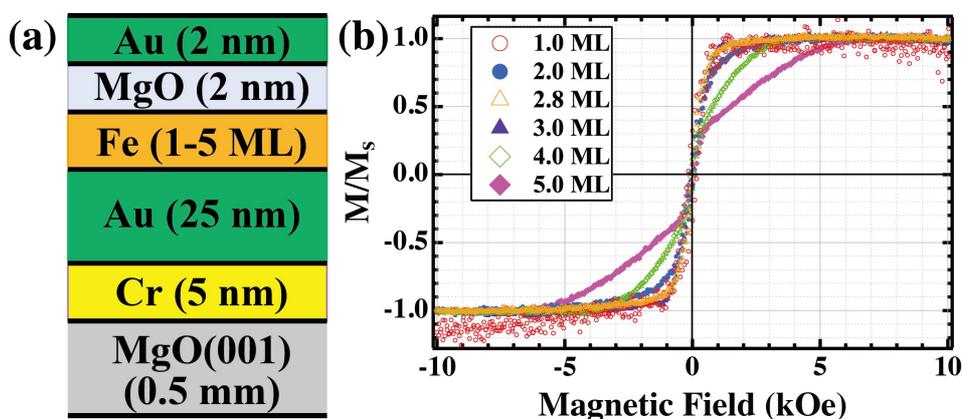


Fig. 1 (a) Film stack of Au/Fe/MgO system

(b) Thickness dependence of magnetization curves obtained by AGM in out-of plane configuration

### 参考文献

[1] T. Maruyama *et al.*, Nat. Nanotechnol., 4, 158, 2009 [2] S. E. Barnes *et al.*, Sci. Rep., 4, 4105, 2014