

共鳴 X 線磁気散乱による間接交換結合多層膜の非磁性層の誘起磁性

細糸信好

奈良先端科学技術大学院大学

hosuito@ms.naist.jp

振動的間接交換結合は、非磁性層膜厚を変化させることにより磁性層間の磁気相互作用が強磁性⇔反強磁性と変化する現象である。bcc Fe(001)/fcc Au(001)多層膜は典型的な振動的間接交換結合を示す¹⁾。その原因は量子井戸モデルにより説明されている²⁾。Au は磁性を示さないので、majority spin 伝導電子と minority spin 伝導電子は等価である。しかし、Fe/Au 多層膜において Fe 磁化が強磁性配列した状態では、Au の minority spin 伝導電子は Au 層内に閉じ込められるので、majority spin 伝導電子と minority spin 伝導電子は等価ではなくなり、Au 層内に膜厚方向に変化するスピン分極が誘起される可能性がある。我々は、間接交換結合の原因を明らかにすることを目的として、非磁性層の誘起磁性を放射光円偏光を用いた共鳴 X 線磁気散乱により調べている。

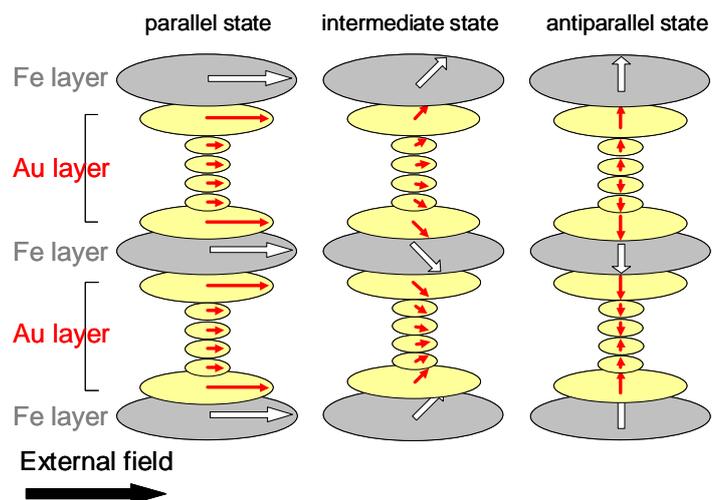
+ヘリシティと-ヘリシティの円偏光を交互に試料に入射して散乱される X 線の強度を測定すると、単純な近似の下で X 線差強度は以下のように表すことができる。

$$I^+(2\theta, E) - I^-(2\theta, E) = -(\hat{k} + \hat{k}' \cos 2\theta) \cdot [F_c^*(q, E)F_m(q, E) + F_c(q, E)F_m^*(q, E)] + \text{非共鳴磁気散乱項。} \quad (1)$$

\hat{k} , \hat{k}' は入射および散乱 X 線の単位波数ベクトル、 F_c は電荷構造因子、 F_m は共鳴磁気散乱による磁気構造因子である。詳細は省略するが非共鳴磁気散乱強度は、その散乱角 2θ 依存性から、小角ではほとんど差強度に寄与しない。また、共鳴磁気散乱は吸収端近傍でのみ大きな値を持つ。これらのことを利用すると、Fe/Au 多層膜において Fe 層の優勢な磁性の影響を受けることなく、Au 層の磁気構造を調べることができる。また、(1)式から、小角では磁化ベクトルを X 線進行方向へ投影した成分が磁気散乱差強度に寄与することが分かる。したがって、

印加磁場方向を散乱面に平行または直交方向にとることにより、磁場に平行な磁化成分の磁気構造だけでなく、磁場に直交する磁化成分の磁気構造も調べることができる。これらの手法を駆使して Fe/Au 多層膜の Au 層に誘起された磁気構造の磁場変化を調べた結果を図に示す^{3,4)}。

発表では時間があれば、共鳴 X 線磁気散乱法で、多層膜だけでなく数層膜でも磁気構造の情報を引き出せることを示す。



1) J. Unguris, R. J. Celotta, and D. T. Pierce: J. Appl. Phys. **75** (1994) 6437.

2) P. Bruno, Y. Suzuki, and C. Chappert: Phys. Rev. B **53** (1996) 9214.

3) T. Ohkochi, K. Mibu, and N. Hosuito: J. Phys. Soc. Jpn. **75** (2006) 104707.

4) N. Hosuito, T. Ohkochi, K. Kodama, and R. Yamagishi: J. Phys. Soc. Jpn. **78** (2009) 094716.