

【基盤研究(S)】

理工系 (総合理工)



研究課題名 界面スピン軌道結合の微視的解明と巨大垂直磁気異方性デバイスの創製

物質・材料研究機構 磁性・スピントロニクス材料研究拠点
グループリーダー

みたに せいじ
三谷 誠司

研究課題番号：16H06332 研究者番号：20250813

研究分野：応用物性

キーワード：スピントロニクス、磁性、表面・界面物性、超薄膜、スピン軌道相互作用

【研究の背景・目的】

磁性体ヘテロ接合界面のスピン軌道結合は、次世代磁気メモリ技術に不可欠な界面垂直磁気異方性の物理的起源であり、更には、磁気異方性の電界制御やスピンオービトロニクスといった複数の新規研究分野の根幹となるものである。しかし、界面でのスピン軌道結合メカニズムの理解は乏しく、新規現象の発見や現象論的取扱いが進む一方で、微視的解明が取り残されている状況にある。その結果、革新的な物質系のデザインや機能予測はほとんど行われていない。

本研究では、先端的な薄膜成長技術による界面原子層制御、磁気分光によるスピンおよび軌道磁気モーメント等の微視的評価、第一原理電子構造計算を集結することによって、界面スピン軌道結合を微視的に解明し、その学術基盤の構築とデバイス応用を行う。具体例としては、界面軌道磁気モーメントやRashba型スピン軌道効果等の評価を、その計測手法の開拓と合わせて推進し、得られた成果に基づいて、従来より1桁大きな界面垂直磁気異方性を実現することを狙う。また、その巨大異方性に起因する新機能を有するトンネル接合素子等、界面スピン軌道結合を利用した新規デバイスを創製する。

【研究の方法】

学術基盤の構築のために、第一原理計算と直接比較可能な磁性体ヘテロ接合界面を創製する。これまでに蓄積してきたエピタキシャル成長技術や単原子層成長技術を用い、ミスフィット転位などの欠陥を持たない磁性金属/非磁性金属や磁性金属/酸化物の積層薄膜試料を得る。合金化による格子定数の制御や、界面挿入層厚を原子層単位で変化させることにより、基礎研究のための系統的試料作製を行う。

得られたモデル構造試料に対して、放射光を用いた電子・磁気分光を含む種々の物性評価を行う。特に軌道角運動量に関連する測定に注力し、新規軌道状態評価法の開拓にも挑む。第一原理計算により、原子サイトごとのスピンおよび軌道状態を解析し、界面スピン軌道結合の微視的解明を進める。

微視的解明の進捗の後、次の段階として、第一原理計算に基づく物質系のデザインや物性機能予測を行う。巨大な界面垂直磁気異方性や、異方的電子構造による新規物性を計算予測し、現実に試料創製を行うことで、その実現を狙う。

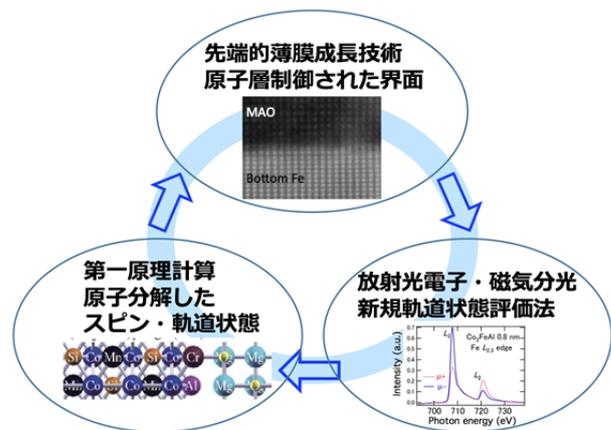


図1. 研究の手法

【期待される成果と意義】

界面スピン軌道結合の微視的メカニズムが明らかになり、その学術基盤が確立していくことが期待される。重要な新規関連分野の基盤となるため、学術・技術上意義深い。巨大な界面磁気異方性や、それに基づく新機能デバイスの創製も期待され、次世代磁気センサー・メモリ技術に関する意義も有する。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ J. W. Koo et al., "Large perpendicular magnetic anisotropy at Fe/MgO interfaces", *Appl. Phys. Lett.* **103**, 192401 (2013).
- ・ J. Okabayashi et al., "Perpendicular magnetic anisotropy at the interface between ultrathin Fe film and MgO studied by angular-dependent X-ray magnetic circular dichroism", *Appl. Phys. Lett.* **105**, 122408 (2014).
- ・ Y. Miura et al., "A first-principles study on magnetocrystalline anisotropy at interfaces of Fe with non-magnetic metals", *J. Appl. Phys.* **113**, 233908 (2013).

【研究期間と研究経費】

平成28年度-32年度 145,000千円

【ホームページ等】

<http://www.nims.go.jp/research/group/spintronics/index.html>
mitani.seiji@nims.go.jp