

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 多自由度放射光X線二色性分光による強相関系界面新規電子相の研究

東京大学・大学院理学系研究科・教授

ふじもり あつし
藤森 淳

研究分野：数物系科学

キーワード：遷移金属酸化物、界面、軟X線磁気円二色性、光電子分光、線二色性

【研究の背景・目的】

酸化物界面に出現する新しい電子相におけるスピン・軌道・電荷整列の可能性、スピン・軌道相互作用の重要性が近年盛んに議論されている。また、異種の基底状態間の界面の新規電子状態に大きな関心が集まっている。本研究では、界面電子状態の測定に最も適した手法であるX線磁気円二色性(XMCD)、X線磁気線二色性(XMLD)等を用いて、これらの新規電子状態を解明する。このため、磁場方向と偏光方向を独立に制御できる多自由度XMCD, XMLD測定系を高エネルギー研フオトンファクトリー(KEK-PF)と協力して開発する。

【研究の方法】

界面に出現する新規電子状態を明らかにするために、ベクトル型マグネットを用いて磁場方向を、偏光可変アンジュレータを用いて偏光方向をそれぞれ独立に制御できる多自由度X線二色性測定系を開発し、系統的な測定を行う。スピン・軌道整列が予言されている系について、高速偏光スイッチングと組み合わせた高感度測定を行い、スピン・軌道相互作用の重要性が指摘されている系については、XMCD総和則を用いて軌道磁気モーメントを定量的に評価する。異なった基底状態をもつ物質の界面における相共存・相競合を明らかにするために、元素選択性を利用した、界面双方でのオーダーパラメータの評価を行う。基板圧力下の極薄膜の界面、超格子中の界面におけるスピン・軌道整列も、上記の多自由度X線二色性測定系を用いて解明する。X線二色性ととも、共鳴軟X線散乱、角度分解光電子分光の測定も行なう。

【期待される成果と意義】

(1) 超薄膜、超格子における新規電子状態が明らかになる。例えば、常磁性金属SrVO₃、強磁性金属SrRuO₃、(La, Sr)MnO₃などの超薄膜で反強磁性・軌道秩序を観測できれば、次元性の低下による金属-絶縁体転移の機構を特定できる。同じ薄膜において、基板圧力がどのように電子状態を変化させるかも明らかになる。
(2) 界面に出現する新規電子状態の磁性・軌道整列が明らかになる。とくに、バンド絶縁-バンド絶縁体界面LaAlO₃/SrTiO₃における金属状態の出現機構、スピン-軌道相互作用が金属状態出現・超伝導発現に果たす役割に知見を与える。反強磁性絶縁体同士の界面に出現する強磁性金属状態の出現機構の解明にもつながる。

(3) 異なった基底状態をもつ物質の界面における相共存・相競合の同定・機構が解明される。非磁性体-反強磁性体界面の強磁性、超伝導体-強磁性体界面におけるスピン分布、軌道状態が明らかにされる。

(4) 異方的な強相関物質における局所磁性研究のツールとしても威力を発揮することが期待される。例えば、銅酸化物超伝導体の磁束状態・磁場誘起反強磁性状態、鉄化合物超伝導体の異常な帯磁率、磁場誘起超伝導状態などの研究が対象となる。近藤状態における軌道揺らぎとその磁場依存性についても実験的情報が得られる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- [1] T. Koide et al., Evidence for a close correlation between the magnetic moments, lattice distortions and hybridization in LaMnO₃ and La_{1-x}Sr_xMnO_{3+δ}: Doping-dependent magnetic circular x-ray dichroism study, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 246404.
- [2] M. Takizawa et al., Photoemission from buried interfaces in SrTiO₃/LaTiO₃ superlattices, Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 057601.
- [3] H. Wadati et al., In-situ photoemission study of Pr_{1-x}Ca_xMnO₃ epitaxial thin films with suppressed charge fluctuations, Phys. Rev. Lett. **100** (2008) 026402.
- [4] K. Yoshimatsu et al., Origin of metallic states at the heterointerface between the band insulators LaAlO₃ and SrTiO₃, Phys. Rev. Lett. **101** (2008) 026802.
- [5] M. Takizawa et al., Remote hole-doping of Mott insulators on the nanometer scale, Phys. Rev. Lett. **102** (2009) 236401.
- [6] K. Yoshimatsu et al., Dimensional-crossover-driven metal-insulator transition in SrVO₃ ultrathin films, Phys. Rev. Lett. **104** (2010) 147601.

【研究期間と研究経費】

平成22年度-26年度
161,600千円

【ホームページ等】

http://wyvern.phys.s.u-tokyo.ac.jp/f/Research/xmcd/xmcd_en.htm
fujimori@phys.s.u-tokyo.ac.jp