

Title	Study of bulk electronic states in transition metal oxides by means of soft and hard X-ray synchrotron light source
Author(s)	東谷, 篤志
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45036
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について〈/a〉をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	東 谷 篤 志
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18806 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	Study of bulk electronic states in transition metal oxides by means of soft and hard X-ray synchrotron light source (軟 X 線、硬 X 線放射光による遷移金属酸化物のバルク電子状態の研究)
論文審査委員	(主査) 教授 菅 滋正 (副査) 教授 那須 三郎 教授 小林 融弘

論文内容の要旨

近年、放射光施設の発展、装置分解能の向上は様々な磁性、強相関係物質のバルク電子状態を詳細に調べる事を可能にしてきている。我々は軟 X 線と硬 X 線を用いて三つの手法によりバルク電子状態の測定を行った。

一つ目はパイロクロア型 Mo 酸化物 ($R_2Mo_2O_7$) に対する軟 X 線光電子分光測定である。この物質は希土類元素 R の平均イオン半径の減少により強磁性金属状態からスピングラス絶縁体に転移する。この物質に対して三つの異なる励起光を用いて光電子スペクトルを測定した。そして、得られた励起光スペクトルからバルク、表面状態に対する光電子スペクトル、そして表面の厚さを見積もりバルク電子状態での金属-絶縁体転移を実証し、その起源を議論した。

二つ目はペロブスカイト型 Mn 酸化物 $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ に対する Mn 2p-3d、O 1s-2p 吸収軟 X 線磁気円二色性測定 (XAS-MCD) である。 $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ は二重交換相互作用と動的、静的ヤン・テラー効果が絡み合うことで常磁性絶縁体から強磁性金属、反強磁性金属、軌道整列状態等多様な電子状態を持つと考えられている。この物質に対し強磁性金属相の磁性状態を調べるため元素選択的に Mn 2p-3d、O 1s-2p XAS-MCD の詳細な温度変化を測定した。そして従来温度依存性をあまり示さないと考えられていた強磁性金属相内において XAS-MCD スペクトルの系統的かつ顕著な温度変化を初めて観測した。

三つ目は一次元系物質 $SrCuO_2$ に対する Cu K-edge 共鳴非弾性 X 線散乱 (RIXS) 測定である。この手法は非常にバルク敏感で遷移金属酸化物の電子状態に重要な意味を持つモット・ギャップの運動量依存性を測定することを可能にする。我々は RIXS により励起光、波数依存性測定を行った。そして励起光による異なる中間状態に対するスペクトル形状変化、モット・ギャップの運動量変化を実証した。

論文審査の結果の要旨

近年さまざまな磁性体を含む強相関電子系物質の電子状態の研究に広汎な関心が集まっている。手法としては波長(エネルギー)可変の高エネルギー光である放射光を用いた分光研究の発展が著しい。

これらの物質では表面の電子状態がときにバルクの電子状態と大きく異なる場合が知られているので、両者を識別するには格別の注意を払う必要がある。

本研究では2つの課題つまりパイロクロア型 Mo 酸化物と一次元強磁性 Mott 絶縁体である SrCuO_2 での電子状態の研究が扱われている。前者は $\text{R}_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ ($\text{R}=\text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Y}$) で表すが、希土類元素 R の減少に伴い、Nd~Gd では強磁性金属、Tb、Y ではスピングラス絶縁体に転移すると言われている。いっぽう後者は Cu-O 一次元鎖を持つ物質でスピン-電荷分離の存在が報告されている。

まずパイロクロア型 Mo 酸化物については励起光を 900、270、40.8 eV と変えて高エネルギー分解能での光電子測定が行われた。各運動エネルギーでの光電子の平均自由行程を Tamura らの計算によって求め、3つのスペクトルより表面層の厚さ、バルクスペクトル成分、表面スペクトル成分を実験から評価できる。こうして求められた表面スペクトル約 1.5 eV 付近に1つのブロードな成分(これをインコヒーレント成分と呼ぶ)を示すのに対して、バルク成分はインコヒーレント成分は弱く、0.5 eV 付近のピーク(これをコヒーレント成分と呼ぶ)が強い。このピーク位置は、Mo-O-Mo 結合角や Mo-Mo 結合長と相関を持つので、バルク結晶の構造変化で説明できる。

ただしさらにフェルミ準位に近い構造は電子相関 U を考えることが必要なことが示されている。

つぎに SrCuO_2 については共鳴非弾性 X 線散乱の手法でエネルギー損失スペクトルの Cu 内殻吸収励起エネルギー依存性と波数依存性の測定が行われた。その結果定性的に理論から予測される依存性が観測にかかっておりこの手法は光電子分光の使えない絶縁体には極めて有効な手段であることが分かった。今後さらに精度の高い測定を行う必要性を示すに十分な結果といえる。

これらの結果は博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。