

Title	High-Resolution Soft X-ray Photoemission Study of Manganese Perovskites
Author(s)	藤原, 秀紀
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46784
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	藤原秀紀
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20402 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	High-Resolution Soft X-ray Photoemission Study of Manganese Perovskites (マンガンペロブスカイトの高分解能軟 X 線光電子分光)
論文審査委員	(主査) 教授 菅 滋正 (副査) 教授 北岡 良雄 教授 三宅 和正

論文内容の要旨

ペロブスカイト型 Mn 酸化物は Spin、軌道、電荷、格子の自由度の競合が織りなす様々な秩序状態や、負の超巨大磁気抵抗等の興味深い物性を示す。新しい機能材料としてデバイス応用の面からも注目されており、系の物性発現機構を解明することは必要不可欠である。長い間、この系の電子状態は二重交換模型 (DE) で基本的に説明されてきたが、近年 DE だけでは系の多様な異常物性の起源を説明出来ないと認識されている。それらを解明する上で光電子分光を用いたフェルミ準位 (E_F) 近傍の電子状態の直接観測は大変有益な情報をもたらす。そこで我々は単結晶 $Nd_{1-x}Sr_xMnO_3$ ($x=0.40-0.63$) に対して高分解能 Mn2p-3d 共鳴光電子スペクトルの詳細かつ系統的な温度変化を測定した。測定は、試料を超高真空中で破断することで清浄表面を得てエネルギー分解能約 100 meV で行った。

得られたスペクトルから高温相では局所的な格子歪みと伝導を担う 3d (e_g) 電子とが結合し空間的に伝わっていく動的ヤン・テラー効果が支配的であるが、強磁性金属相では降温によってそれが徐々に凍結されコヒーレントな伝導が取って代わり、他の組成では低温で静的なヤン・テラー効果が強く秩序状態になる、と考えるとうまく説明できる。

一方で $x=0.55$ の二次元的な反強磁性金属相において、低温のフェルミ準位近傍でスペクトル強度が消失することから準粒子が不安定になっていることが分かった。この振る舞いは同じく二次元的な電子状態と考えられている層状物質 $La_{1.2}Sr_{1.8}Mn_2O_7$ のこれまでに報告されていた低励起エネルギーを用いた結果と振る舞いがことなる。

そこで、我々は層状物質 $La_{1.2}Sr_{1.8}Mn_2O_7$ の電子状態が有限の 3 次元性をもつ可能性に着目し、励起エネルギーを変化させて高エネルギー角度分解測定を行った。得られた角度分解光電子スペクトルは明瞭な励起エネルギー依存性を示すことが明らかになった。これは層状物質である $La_{1.2}Sr_{1.8}Mn_2O_7$ において伝導面間方向に有限の 3 次元性をもつことを示す直接的な証拠であるといえる。これらの結果は層状物質である $La_{1.2}Sr_{1.8}Mn_2O_7$ に有限の 3 次元的な輸送コヒーレンスが存在する直接的な証拠であるとともに、銅酸化物を始めとする層状物質においてもバンド構造の 3 次元性が無視できないことを示唆するものである。

論文審査の結果の要旨

ペロブスカイト型 Mn 酸化物 $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ (NSMO) はスピン、軌道、電荷、格子の自由度の競合が織りなす様々な秩序状態や、負の超巨大磁気抵抗等の興味深い物性を示す。長い間、この系の電子状態は二重交換模型 (DE) で基本的に説明されてきたが、近年 DE だけでは系の多様な異常物性の起源を説明出来ないと認識されている。それらを解明する上で光電子分光を用いたバルク電子状態なかでもフェルミ準位 (E_F) 近傍の電子状態の直接観測は大変有益な情報をもたらす。

以前から多数の研究結果が報告されてきたが、いずれの結果も E_F 近傍のスペクトル強度が著しく弱く、金属状態ですらフェルミ・カットオフの観測が困難であった。原因は従来の実験が主に低エネルギー励起光 (≤ 120 eV) を用いた測定であることに起因している。低エネルギー励起光を用いた測定の問題点として、得られるスペクトルが O 2p 電子状態に敏感であり物性を決定づける Mn 3d の電子状態を必ずしも反映していないこと、また光電子の平均自由行程が短く表面感性が高いことにあった。本研究ではこれらの問題点を克服するために、643 eV という高エネルギー励起光を用いた Mn 2p-3d 共鳴光電子分光を高分解能で行い、主に Mn 3d 電子状態を反映し且つバルク感性が高いスペクトルを得た。

まず NSMO ($x=0.40-0.63$) に対して 2p-3d 共鳴光電子スペクトル測定を行い、系統的な温度変化の測定を行った。室温付近の常磁性絶縁体相 (PI) と低温での強磁性金属相 (FM) とではスペクトル形状は大きく異なる。これは低温では静的なヤンテラー効果が効いていることを表している。PI 相でのスペクトルは互いに類似しており、通常の Mott 絶縁体ともバンド絶縁体ともいえない。なお FM 相ではスペクトルは徐々に温度変化しており、これは FM 相内に PI 相が相分離しているためと理解できた。

このほか層状 Mn 酸化物について軟 X 線域でのバルク敏感角度分解光電子分光にも成功した。

これらの研究は巨大磁気抵抗効果を示すマンガペロブスカイトの電子状態の解明に大きく資する結果であり博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。