The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	High energy photoemission of Yb compounds, resonant inelastic x-ray scattering of Cu-O one-dimensional systems and spin polarized inverse photoemission of CrO2
Author(s)	重本, 明彦
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45918
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	重（しげ）　本（もと）　明（あき）　彦（ひこ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　１９５７８　号
学位授与年月日	平成 17 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	High energy photoemission of Yb compounds, resonant inelastic x-ray scattering of Cu-O one-dimensional systems and spin polarized inverse photoemission of CrO_2 （Yb 化合物の高エネルギー光電子分光、１次元系銅酸化物の共鳴非弾性 X 線散乱並びに CrO_2 のスピン偏極逆光電子分光）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　菅　　滋正 （副査） 教　授　伊藤　　正　　教　授　三宅　和正

論　文　内　容　の　要　旨

本論文は「Yb 化合物の光電子分光」、「一次元銅酸化物の共鳴非弾性散乱」並びに「CrO_2 のスピン偏極逆光電子分光」という３つの内容から構成される。「$YbInCu_4$ の軟 X 線光電子分光」に関してはこの $YbInCu_4$ は一次相転移を起こし、その上下で近藤温度が異なることが知られている（低温相：T_K=400 K(<T_V)；T_K=25 K(T>T_V))。この近藤温度の変化を反映した光電子スペクトルの測定が試みられているが、$h\nu$<100 eV での低エネルギー光電子分光では光電子の脱出深さが浅く、Cu 3d 成分の光イオン化断面積が Yb 4f に対し相対的に大きいため、バルク Yb 4f 成分の定量的な議論が難しい。そこで SPring-8 から発生する光エネルギー700 eV、1500 eV の軟 X 線放射光を用いて $YbInCu_4$ の光電子分光を行った。その結果、今までの低エネルギー光電子分光とは全く異なる Yb 価数の温度変化が $h\nu$=700 eV の価電子スペクトルから得られた。また、$h\nu$=1500 eV ではフェルミ準位近傍に伝導帯電子からの寄与が見られ価電子スペクトルによる Yb 価数の定量的な見積もりは難しい。そこで $h\nu$～8 keV の硬 X 線を用いてバルク Yb3d 内殻光電子スペクトルを測定したところ、$h\nu$=700 eV の時より Yb^{3+} に近い値が得られた。この差は表面第二層（subsurface）によるものだと考えられる。そこで 8 keV で得られたバルク敏感な価数と中性子散乱による近藤温度を満たすように subsurface からの寄与を決めることで 700 eV のスペクトルを再評価することができた。これにより近藤温度と異なる光エネルギーによる光電子スペクトルの変化を系統的に説明することが可能となった。更に不純物モデル計算を行ったところ、温度による価数変化並びに Yb^{3+} 4f ピークシフトを再現することができた。

共鳴非弾性 X 線散乱（RIXS）は占有から非占有状態への遷移を観測するバルク敏感な実験手法である。一次元銅酸化物 $CuGeO_3$ と Sr_2CuO_3 に対し Cu 1s 内殻吸収を用いて RIXS スペクトルを測定した。得られたスペクトルは corner-sharing である Sr_2CuO_3 が大きな Δk 依存性（分散）を持つのに対し、edge-sharing である $CuGeO_3$ はほとんど分散が見られなかった。これらは異なる結晶構造によるトランスファー積分 t の違いによるものだと解釈される。最後に「CrO_2 のスピン偏極逆光電子分光」について述べる。ハーフメタル CrO_2 は逆光電子分光により非占有状態側 3～5 eV にかけて Cr 3d 成分が観測されている。これをスピン偏極した電子源を用いることによりスピン偏極逆光電子分光を行い、このピーク構造が 0.4 eV の spin exchange splitting を持つことを確認した。

論文審査の結果の要旨

強相関電子系金属ならびに絶縁体の研究は近年盛んに行われている。金属の場合は光電子分光が有効な手法であるが、100 eV 以下の測定では表面敏感な測定となる欠点がある。そこで母体（バルク）の電子状態を調べるには高いエネルギーの光電子分光が有効となる。絶縁体の場合には光電子分光よりも共鳴非弾性 X 線散乱が有効となる。この手法は真にバルク敏感である。また磁性体については非占有電子状態を探るスピン偏極逆光電子分光の手法も興味深い。

本論文は１．Yb 化合物の光電子分光、２．一次元銅酸化物の共鳴非弾性 X 線散乱、３．CrO_2 のスピン偏極逆光電子分光という３つの内容から構成される。

１．近藤物質 Yb $InCu_4$ は 42 K において一次相転移を起こし、その上下で価数が変化するとともに近藤温度が大きく異なる（低温相：T_K＝400 K；高温相：T_K＝25 K）。$h\nu$＜100 eV での低エネルギー光電子分光では光電子の平均自由行程（脱出深さ）が浅いため、観測されるスペクトルでは表面 Yb^{2+}4f 成分によりバルク Yb^{2+}4f 成分の評価が妨げられ、またこの光エネルギー領域では Cu 3d 成分の光イオン化断面積が Yb 4f 成分に比べて相対的に大きいため Yb^{3+}4f 成分の定量的な評価が妨げられる。本研究では SPring-8 の 700 eV の高分解能の軟 X 線を用いてバルク敏感、4f 成分敏感な光電子スペクトルを測定し、よりバルクに近い Yb 価数を求めた。（20 K で 2.77、200 K で 2.87）。価数は転移点をまたいで低温側で急激に減少し、光電子スペクトルにおいては Yb^{3+}4f ピークの高結合エネルギーへのピークシフト（55 meV）も観測された。次に、$h\nu$＝1500 eV を用いてよりバルク敏感な測定を行った。またさらに高エネルギーである 8 keV を用いて Yb 3d 内殻光電子分光を測定し、バルクにおける価数を見積もった。8 keV では、光電子の平均自由行程は 100Å と見積もられ、700 eV 時の 15Å に比べるときわめてバルク敏感といえる。Yb 3d 内殻スペクトルを用いて 20 K と 100 K における Yb 価数はそれぞれ 2.83, 2.94 と見積られる。700 eV での Yb 価数（20 K、100 K においてそれぞれ 2.77, 2.87）が、より２価に近い値となっている原因は表面第二層（subsurface）からの寄与が含まれているためと考えられる。本論文の解析ではこれらの結果を矛盾無く説明することに成功した。次に２．一次元銅酸化物の共鳴非弾性 X 線散乱に関してであるが、一次元銅酸化物 $CuGeO_3$ と Sr_2CuO_3 を測定した。この edge-sharing と corner-sharing と呼ばれる両者において顕著な違いを見出しそれらを解釈するのに成功した。

以上のように本論文は重い電子系の Yb 化合物の近藤共鳴の研究、Cu-O 結合１次元鎖系の電荷の動的挙動、さらに磁性体のスピン偏極逆光電子分光の測定など多彩な研究において重要な結果を得るに成功しており博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。