The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Soft X-Ray Spectroscopy of Electronic Structures and Magnetism in Heusler Alloys and Filled Skutterudites
Author(s)	山崎, 篤志
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43530
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

【156】

氏　　名	山　崎　篤　志（やま さき あつ し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17129　号
学位授与年月日	平成14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	Soft X-Ray Spectroscopy of Electronic Structures and Magnetism in Heusler Alloys and Filled Skutterudites （ホイスラー合金及び充填スクッテルダイト化合物の電子状態と磁性に関する軟X線分光学的研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　菅　　滋正 （副査） 教　授　鈴木　　直　　教　授　那須　三郎　　講　師　今田　　真

論文内容の要旨

近年の放射光関連の技術開発によって軟X線領域での高輝度・高エネルギー分解能の放射光が得られるようになり、磁性体や強相関物質などの詳細なバルク電子状態を調べることが可能になってきた。本研究では、磁気モーメントの軌道・スピン成分の寄与を分離し、定量的に評価できる軟X線内殻光吸収磁気円二色性（XAS-MCD）の測定と任意の軌道の電子状態を選択的に調べることが可能な共鳴光電子分光（RPES）測定により、磁気センサーと熱電素子への応用が期待されているCo系ホイスラー合金及び充填スクッテルダイト化合物の磁性と電子状態を調べた。

Co系ホイスラー合金 Co_2YSn（Y=Ti,Zr,Nb）のXAS-MCD測定から、Coの$2p$-$3d$吸収スペクトルの$2p_{3/2}$領域において多ピーク構造が観測された。スペクトルを原子モデル計算及びバンド計算の結果と比較することにより、この構造がCo3dの少数スピンバンドの非占有状態を反映していることを示した。また、MCDスペクトルに対し磁気光学総和則を適用して見積もった軌道角運動量とスピンとの比がY元素に強く依存し、その変化がバンド計算の結果だけでは説明できず、局在的なCo3d電子間の混成を考慮する必要があることを示した。

次に、Pr系充填スクッテルダイト化合物 PrT_4X_{12}（T=Fe,Ru；X=P,Sb）に対してRPES測定を行った。比熱などの測定で重い電子系的な振舞いが観測されている$PrFe_4P_{12}$のPr 4f電子状態を反映した光電子スペクトルにおいて、Ce化合物などで観られるような近藤共鳴ピークの裾がPr化合物としては初めて観測された。このことから、$PrFe_4P_{12}$は他のPr系充填スクッテルダイト化合物に比べ、Pr 4f電子と伝導電子との混成が強いことがわかる。得られたスペクトルとバンド計算の結果との比較により、Pr 4f状態はE_F上にあるFe3d状態と混成していると考えられる。また、この物質の基底状態が四重極モーメントを持つ非磁性$\Gamma_3$2重項であると報告されていることから、観測された共鳴ピークはPr化合物としては極めて稀な四重極近藤効果が起こっている可能性を強く示唆している。

論文審査の結果の要旨

最近の放射光関連の種々の技術開発によって軟X線領域で高輝度・高エネルギー分解能の放射光分光ができるようになり、磁性体や強相関物質などの詳細なバルク電子状態を調べることが可能になってきた。本研究は、磁気モーメントの軌道・スピン成分の寄与を分離し、定量的に評価できる軟X線内殻光吸収磁気円二色性（XAS-MCD）の測

定と任意の軌道の電子状態を選択的に調べることが可能な共鳴光電子分光（RPES）測定により、実用が期待されているCo系ホイスラー合金及び充填スクッテルダイト化合物の磁性と電子状態を調べたものである。

1．Co系ホイスラー合金 Co_2YSn（Y=Ti,Zr,Nb）のXAS-MCD測定

この物質は、構成元素 Y を他の物質に置換することによって系の全磁気モーメントが大きく変化する。XAS-MCD測定を行うことによってスピン・軌道磁気モーメントに関する知見が得られた。Co2 p-3 d 吸収スペクトルの2 $p_{3/2}$領域においては、従来の分解では観測できなかった多ピーク構造が観測された。原子モデル計算及びバンド計算の結果と比較することにより、この構造がCo 3 d の少数スピンバンドの非占有状態を反映していることが示された。

2．Pr系充填スクッテルダイト化合物 PrT_4X_{12}（T=Fe,Ru；X=P,Sb）のバルク敏感光電子分光測定

比熱などの測定で重い電子系的な振舞いが観測されている $PrFe_4P_{12}$では、Pr 3d-4f 共鳴光電子スペクトルにおいて、Fermi準位（E_F）直下に強いスペクトル強度が観測された。一方、他の充填スクッテルダイト化合物におけるスペクトルはPr金属などでも観られているものと同様に、高結合エネルギー側から E_F に向かってほぼ単調に減少する傾向を示している。$PrFe_4P_{12}$で観測された E_F 直下の強いスペクトル強度は、Ce化合物などで観られる近藤共鳴ピークの裾が、Pr化合物としては初めて観測されたものであると考えられる。このことから、$PrFe_4P_{12}$は他のPr系充填スクッテルダイト化合物に比べ、Pr 4 f 電子と伝導電子との混成が強いことが示唆された。また、配置間相互作用を考慮したクラスターモデル計算の結果からもPr金属に比べ $PrFe_4P_{12}$の Pr4 f と配位子との混成が強いという結果が得られた。

以上の結果はともに優れた研究であり博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。