OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Local 4f electronic state of strongly correlated rare-earth compounds probed by linearly polarized hard X-ray photoemission spectroscopy
Author(s)	濵本, 諭
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/82320
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　濵本　諭　）	
論文題名	Local 4*f* electronic state of strongly correlated rare-earth compounds probed by linearly polarized hard X-ray photoemission spectroscopy （直線偏光依存硬Ｘ線光電子分光を用いた強相関希土類化合物に対する局在4*f*電子状態の研究）

論文内容の要旨

4*f*軌道が不完全殻である系の中には、4*f*電子間の強い斥力を生じるクーロン相互作用および4*f*電子と伝導電子との混成効果により様々な特異物性が発現する強相関希土類化合物が多く見られる。これらの物性解明のためには実現している4*f*軌道対称性が基礎的かつ重要な情報になるが、4*f*電子系では強いスピン軌道相互作用と分裂幅の狭い結晶場準位のためにどのような4*f*電子状態対称性が発現するかは自明ではなく、実験的に決定する必要がある。近年、強相関希土類化合物の4*f*軌道対称性を明らかにできる手法として硬X線内殻光電子分光の線二色性が報告された。本研究では硬X線内殻光電子線二色性により、立方晶Pr化合物と四極子秩序発現化合物DyB_2C_2の局在4*f*電子状態を調べた。

立方晶Pr化合物PrB_6、$PrIr_2Zn_{20}$、$PrBe_{13}$は異なる4*f*軌道対称性の結晶場基底状態が報告されており、各化合物のPr 3d内殻光電子スペクトルで異なる線二色性が観測された。観測された線二色性をイオンモデル多重項計算による光電子線二色性と比較することにより、立方晶Pr化合物でも内殻光電子線二色性から4*f*軌道対称性の議論が可能であることを示した。

次にPr系充填スクッテルダイト化合物$PrRu_4P_{12}$と$PrFe_4P_{12}$に対して内殻光電子線二色性を観測した。$PrRu_4P_{12}$では非弾性中性子散乱により報告されている結晶場モデルにより線二色性がよく再現されることが分かった。$PrFe_4P_{12}$の常磁性相での結晶場状態は実験的に観測するのが困難であったが、内殻光電子線二色性とイオンモデル計算結果とを比較することにより、Γ_1-$\Gamma_{4,2}$四重項が低温で実現していることを示した。

最後に反強四極子秩序化合物DyB_2C_2に対して内殻光電子線二色性を観測した。DyB_2C_2は正方晶化合物であるがゆえに結晶場パラメータの自由度が大きく、結晶場状態を決定するのが困難であったものの、観測された線二色性から実現している局在4*f*電子状態を明らかにするためにモンテカルロ法を基にしたフィッティングを行うことで、結晶場基底状態の候補を示すことができた。

様式７

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　濵本　諭　）		
	（職）	氏　名
論文審査担当者	主査　教授	関山　明
	副査　教授	鈴木　義茂
	副査　教授	清水　克哉

論文審査の結果の要旨

4f軌道が不完全殻である系の中には、4f電子間の強い斥力を生じるクーロン相互作用および4f電子と伝導電子との混成効果により様々な特異物性が発現する強相関希土類化合物が多く見られる。これらの物性解明のためには実現している4f軌道対称性が基礎的かつ重要な情報になるが、その対称は自明ではなく、実験的に決定する必要があるものの困難が多くみられる。

本学位論文では、近年強相関希土類化合物の4f軌道対称性を明らかにできる手法として開発されつつある硬X線内殻光電子線二色性により、立方晶Pr化合物と四極子秩序発現化合物DyB_2C_2の局在4f電子状態を調べた。立方晶Pr化合物PrB_6、$PrIr_2Zn_{20}$、$PrBe_{13}$は異なる4f軌道対称性の結晶場基底状態を反映したPr 3d内殻光電子スペクトル線二色性が観測され、イオンモデル多重項計算による光電子線二色性と比較することにより、立方晶Pr化合物でも内殻光電子線二色性から4f軌道対称性の議論が可能であることを示した。この手法をPr系充填スクッテルダイト化合物$PrRu_4P_{12}$と$PrFe_4P_{12}$に対しても適用し、$PrRu_4P_{12}$では非弾性中性子散乱により報告されている結晶場モデルにより線二色性がよく再現されることが分かった。$PrFe_4P_{12}$については、本研究によってΓ_1-$\Gamma_{4,2}$四重項が低温で実現していることが示された。さらに、反強四極子秩序化合物DyB_2C_2に対しても内殻光電子線二色性による研究を進め、正方晶化合物であるがゆえに結晶場パラメータの自由度が大きく、結晶場状態を決定するのが困難であったものの、観測された線二色性から実現している局在4f電子状態を明らかにするためにモンテカルロ法を基にしたフィッティングを行うことで、結晶場基底状態の候補を示すことができた。

以上のように、本学位論文ではこれまで困難だった、強相関立方晶Pr化合物および正方晶DyB_2C_2における局所的な軌道対称性の決定について重要な知見を与えており、博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。