



Title	Strongly correlated electronic states of rare-earth-based quasicrystal approximants studied by high- and low-energy electron spectroscopy
Author(s)	野末, 悟郎
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/101693">https://hdl.handle.net/11094/101693</a>
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、<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。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 ( 野 末 悟 郎 )	
論文題名	Strongly correlated electronic states of rare-earth-based quasicrystal approximants studied by high- and low-energy electron spectroscopy (高・低エネルギー電子分光による希土類系近似結晶の強相関電子状態の研究)
論文内容の要旨	
<p>1984年に発見された準結晶は周期系結晶では許されない回転対称性を示す、特殊な原子配列(準周期構造)を有している。発見以来、局所構造が準結晶と類似した周期系結晶である近似結晶を用いることで、準周期系結晶は理解されてきた。一方で、電子相関に起因する強相関電子状態については未開拓であった。近年になり、従来の周期系結晶における強相関4f電子系で見られる量子臨界現象、超伝導、磁気秩序などが希土類元素を含む準結晶・近似結晶でも観測され、希土類系準結晶・近似結晶は新たな強相関電子系としても注目を集めている。4f電子系の物性を理解する上で、局在4f電子と伝導電子との混成(c-f混成)が重要となる。本研究では高・低エネルギー電子分光により、強相関Ce系近似結晶およびGd, Tb系磁性近似結晶の4f電子を含む価電子状態を調べた。</p> <p>Au-Ga-Ce近似結晶は組成比を制御することで近藤効果の可能性が指摘されている。Ce 3d-4f吸収・共鳴光電子分光およびCe 3d内殻光電子分光から、Ce 4f電子の局在性が確認された。一方で、参照系との内殻光電子スペクトルの比較から、disorderが電子状態へ無視できない影響を及ぼすことが明らかとなった。次に低温で特異な磁気転移を示すことが報告されているCd-Ce近似結晶に対しCe 3d-4f共鳴光電子分光を行い、Ce 4f電子が局在的でありc-f混成強度が弱いこと示した。また、直線偏光依存硬X線光電子分光から、Fermi準位近傍においてCd 5p軌道の寄与が大きいことが判明した。これらの実験結果を基にCe 4f光電子スペクトルを計算した所、Fermi準位近傍でのc-f混成強度が弱いのにに対し、1 eV近傍でCe 4f電子とCd 5p電子が強く混成していることが明らかとなった。</p> <p>Au-Al-(Gd, Tb)磁性近似結晶の磁気基底状態は平均価電子数(e/a)によって制御できる。低温での磁気基底状態が異なるAu-Al-(Gd, Tb)近似結晶の常磁性相における電子状態を調べた。局在磁性成分を担うGd, Tb 4f電子状態は低温での磁気基底状態によらず類似していることを確認した。一方で、磁氣的相互作用を媒介する伝導電子では顕著な変化が観測され、これらの変化が磁気基底状態の違いに起因すると考えられる。また、Gd系とTb系との比較から、4f電子と5d電子間の混成強度が両者で異なることが明らかとなった。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 野 末 悟 郎 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教 授	関 山 明
	副 査	教 授	芦 田 昌 明
	副 査	教 授	石 渡 晋 太 郎

論文審査の結果の要旨

通常の結晶とは異なる準周期構造を有し結晶では許されない回転対称性を示す準結晶および局所構造が準結晶に類似した近似結晶において、近年電子相関の強い希土類元素を含む準結晶・近似結晶において量子臨界現象、超伝導、長距離磁気秩序などが観測され、新たな強相関電子系としても注目を集めている。これらの4f電子系の物性を理解する上で、局在4f電子と伝導電子との混成(c-f混成)が重要となる。

本学位論文では、高・低エネルギー電子分光により、強相関Ce系近似結晶およびGd, Tb系磁性近似結晶の4f電子を含む価電子状態を調べた。Au-Ga-Ce近似結晶は組成比を制御することで近藤効果の可能性が指摘されているが、Ce 3d-4f吸収・共鳴光電子分光およびCe 3d内殻光電子分光から、Ce 4f電子の局在性が明らかとなり近藤効果が生じているとは言えないことを解明した。一方で、内殻光電子スペクトルにはdisorderの影響が強く観測され、disorderが電子状態に与える影響を可視化できた。また、低温で特異な磁気転移を示すことが報告されているCd-Ce近似結晶に対しCe 3d-4f共鳴光電子分光を行い、Ce 4f電子が局在的であることがわかった。直線偏光依存硬X線光電子分光では、Fermi準位近傍においてCd 5p軌道の寄与が大きいことが判明した。これらの実験結果を基にCe 4f光電子スペクトルを理論計算した所、フェルミ準位近傍での混成強度が弱いのに対し、それよりも低いエネルギー準位においてCe 4f電子とCd 5p電子が強く混成していることが明らかとなった。Au-Al-(Gd, Tb)近似結晶は平均価電子数によって磁性が変化することが提唱されているが、低温での磁気基底状態が異なるAu-Al-(Gd, Tb)近似結晶の常磁性相における電子状態を調べた。局在磁性成分を担うGd, Tb 4f電子状態は低温での磁気基底状態によらず類似していることを確認した。一方で、磁氣的相互作用を媒介する伝導電子では顕著な変化が観測され、これらの変化が磁気基底状態の違いに起因すると結論づけた。

以上のように、本学位論文ではこれまで未開拓だった、強相関希土類系近似結晶の電子状態について重要な知見を与えており、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。