

研究課題 (テーマ)	希土類強相関電子系準結晶の開発と物性解明		
研究者	所属学科等	職	氏名
代表者	教養教育	准教授	室 裕司
	教養教育	教授	福原 忠
	教養教育	准教授	谷田 博司
	教養教育	准教授	三本 啓輔
研究結果の概要			
<p>準結晶は、結晶とも非結晶 (アモルファス) とも相容れない、固体の第3形態として認知されている。ただし、準結晶の発見から40年弱経っているにもかかわらず、未知な部分も多く、さらに熱電素子などの応用にも期待されている。準結晶の磁性においては、蔡らが発見した、希土類元素が正20面体クラスターを形成する Tsai 型準結晶を契機に、準結晶構造に起因した量子臨界状態や長距離磁気秩序 (強磁性) の実現など、近年めざましい成果があがっている。本研究では、代表者が得意とする希土類合金の合成・単結晶育成技術を活かして、新しい希土類準結晶を探索し、準結晶構造または正20面体クラスターを起因とする新奇磁性の発見を目指した。さらに、準結晶にはなっていないが希土類正20面体クラスターなどの特徴を残している近似結晶も探索し、新奇物性の発見を目指した。</p> <p>今回、電子間の相互作用 (電子相関) を増強すると期待される希土類元素のうち、軽希土類のセリウム (Ce) とプラセオジウム (Pr) を用いることでクラスター構造と強い電子相関との相乗による新奇物性発現を目的として、軽希土類が入りやすいと期待できる Au-X-R (X=Si, Ge; R=Ce, Pr) 3元合金に注目し、全ての組み合わせで 1/1 と呼ばれる近似結晶を発見し、さらに X=Pr では単結晶試料の作製に成功した。得られた試料を用いて電気抵抗・磁化率・比熱を測定し、それらの物性を調べた。Au-X-Ce では、強い電子相関を由来とする近藤効果が観測され、いわゆる重い電子状態を近似結晶でも実現していることが分かった。Au-X-Ce については、現在単結晶の育成を目指している。一方 Au-X-Pr では、X=Si において、Pr 化合物では稀な重い電子状態を極低温で形成していることが分かった。0.5 K まで何ら磁気秩序を示さず、電子相関の増強度を表わす電子比熱係数は約 250 mJ/K²mol-Pr と、通常金属に比べて 200 倍以上の増強が実現している。さらに、X=Ge では 0.8 K という低温で Pr を由来とする長距離秩序が実現していることが分かった。比熱・電気抵抗では 0.8K で異常を示すが、磁化率では何ら異常を示さないことから、通常の磁気秩序ではなく、他の自由度を由来とした秩序である可能性が高い。非磁性由来の秩序は準結晶・近似結晶で全く報告されておらず、新奇物性の発見と期待できる。Au-Ge-Pr 近似結晶の秩序状態については、現在国内で共同研究を進めているところである。</p>			
今後の展開			
<p>本研究によって、準結晶・近似結晶で初めての非磁性長距離秩序が期待される物質の開発に成功した。代表者が参加している科研費新学術領域研究「ハイパーマテリアル」を通して、多くの研究者から共同研究の提案を頂いている。共同研究者との様々な物性実験によって、Au-Ge-Pr の秩序状態を解明し、準結晶分野だけでなく、強相関電子の研究分野にもインパクトを与えると期待できる。</p>			