

京都大学教育研究振興財団助成事業
成果報告書

2024年 4月 30日

公益財団法人京都大学教育研究振興財団

会長 藤 洋作 様

所属部局 工学研究科

職名 助教

氏名 池田 敦俊

助成の種類	令和5年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究課題名	超伝導を示すディラック線ノード物質CaSb ₂ の周辺物質の探索			
上記以外で助成金 を充当した 研究内容				
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名)			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) 池田敦俊ら、「非共型な結晶構造を持つCaSb ₂ における超伝導」、第6回固体化学フォーラム研究会、P16、京都府京都市、2024年1月(ポスター発表)。			
成果の概要	研究内容・研究成果・今後の見通しなどについて、簡略に、A4版・和文で作成し、添付して下さい。(タイトルは「成果の概要／報告者名」)			
会計報告	交付を受けた助成金額	1,000,000	円	
	使用した助成金額	1,000,000	円	
	返納すべき助成金額	0	円	
	助成金の使途内訳	費目	金額	
		消耗品費	¥123,141	
		国内旅費	¥108,590	
		国外旅費	¥464,971	
機器修理費		¥286,000		
旅行保険・学会登録費	¥17,298			
当財団の助成に ついて	(今回の助成に対する感想、今後の助成に望むこと等お書き下さい。助成事業の参考にさせていただきます。) 本助成が博士号取得以降に私が獲得した初めての科研費でした。本研究で得られた成果を元に申請した科研費が採択され、今年度以降も研究を継続できることになりました。独自の興味とアイデアで歩む研究人生の第一歩を支援していただき、深くお礼申し上げます。民間企業から支援を受けにくい基礎研究をこれからも支援していただければありがたいです。			

成果の概要／池田敦俊

研究内容

本研究では超伝導体 CaSb_2 を母物質として元素置換を行い、超伝導転移温度の変化を明らかにした。 CaSb_2 は我々が 2020 年に発見した新しい超伝導体で、常伝導状態の電子構造にトポロジカル非自明なディラック線ノードを持つことが理論計算によって明らかになっている。超伝導状態においてもトポロジカル非自明な超伝導が予想されるが、実際にはトポロジカル自明な従来型超伝導が実現していることが実験的に明らかになった。そこで我々は「常伝導状態がトポロジカル非自明な CaSb_2 の超伝導がなぜトポロジカル自明なのか？」をテーマとして研究を行っている。本研究では CaSb_2 の類似物質においてトポロジカル非自明な超伝導を実現する第一歩として、元素置換系の合成と超伝導転移温度の調査を試みた。

研究成果

CaSb_2 を元素置換した物質である $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{Sb}_2$ (原料仕込み時の組成 $x = 0.1, 0.2, 0.3$), $\text{Ca}_{1-x}\text{Ba}_x\text{Sb}_2$ ($x = 0.2$), $\text{Ca}_{1-x}\text{Eu}_x\text{Sb}_2$ ($x = 0.1, 0.2, 0.3$) の合成に成功した。しかしながら波長分散型 X 線分光によって組成分析したところ、生成物の実際の置換量は仕込み時の組成の 4 分の 1 から 100 分の 1 程度という結果になり、元素置換系の合成は単純ではないことが明らかになった。これらの試料の超伝導転移温度を測定したところ、すべての試料について母物質である CaSb_2 よりも転移温度が低下した。このふるまいの原因は、イオン半径の大きい元素で置換したことによって格子が膨張したことだと考えられる。 CaSb_2 は圧力の印加によって超伝導転移温度が上昇することが報告されており、圧力による格子の収縮と逆方向の効果が元素置換によって得られたと解釈することができる。また、Eu で置換した試料では超伝導が完全に抑制されていた。磁性不純物の導入による超伝導の消失は従来型超伝導に典型的な性質である。以上の成果を報告する論文を現在投稿中である。

今後の見通し

これまでに得られた成果は元素置換によって順当に予想されるものである。今後はさらに置換量を増やし、このまま超伝導が消失するのか、あるいは置換量が大きな領域でもう一度出現するのか明らかにする予定である。さらに別の元素による置換を試みたり、構成元素は同じだが結晶構造が異なる物質についても超伝導性を調査したりすることで、予想外の成果を期待している。