

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成 果 報 告 書

2020年 4月 5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 人間・環境学研究科

職 名 助教

氏 名 大槻 太毅

助 成 の 種 類	<b>令和元年度 ・ 研究活動推進助成</b>			
申請時の科研費 研究 課 題 名	強結合超伝導状態における正常・異常自己エネルギーの実験的決定			
上記以外で助成金 を 充 当 した 研 究 内 容	金属絶縁体転移を示すRuナノシートにおける乱れと電子相関効果			
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名) 京都大学大学院 人間・環境学研究科・教授・吉田鉄平			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) D. Ootsuki <i>et al.</i> , "Thickness-induced metal to insulator transition in Ru nanosheets probed by photoemission spectroscopy: Effects of disorder and Coulomb interaction", Scientific Reports 10, 1541 (2020).			
成 果 の 概 要	<b>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」)</b>			
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	
		物品費	83,582	
		旅費	682,634	
		論文掲載費	226,784	
学会参加費		7,000		
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。) 貴財団助成によるご支援により上記研究課題に取り組みさせて頂き、研究を滞ることなく進めることができました。また、研究成果を国際誌に掲載することができ、深く御礼申し上げます。今後も同様のご支援を継続して頂くことを強く希望いたします。			

## 成果の概要／大槻太毅

### 【研究内容】

銅酸化物高温超伝導の機構解明は、物性物理学の中心的なテーマの一つである。しかし、強い電子相関効果は、様々な集団励起と電子が結合する。本研究「強結合超伝導状態における正常・異常自己エネルギーの実験的決定」では、超伝導状態における自己エネルギー構造を解析することで超伝導において重要な励起構造を実験的に抽出することを目的としている。また、本テーマと並行して「金属絶縁体転移を示す Ru ナノシートにおける乱れと電子相関効果」についても研究を行った。強相関電子系である銅酸化物高温超伝導体はキャリアドーピングによってモット絶縁体から金属へと転移する。また、その超伝導状態は非磁性不純物によって大きく乱されることが特徴として知られている。強相関性の対比研究として比較的相関の弱い Ru ナノシートの金属絶縁体転移と乱れ、電子相関の関係についても研究を行った。

### 【研究成果】

- (1) 銅酸化物高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$  において角度分解光電子分光を行い、超伝導状態及び常伝導状態におけるスペクトル強度の波数・エネルギー依存性を観測した。さらに得られたスペクトル強度から超伝導及び常伝導状態の自己エネルギー構造を抽出した。得られた自己エネルギー構造の波数依存性から、異常自己エネルギーと正常自己エネルギーの打ち消し合い構造が観測された。これらは提案されている隠れたフェルミオン理論と非常に良い整合性を示す。また、その構造の波数依存性も明らかにすることに成功した。
- (2) 金属絶縁体転移を示す Ru ナノシートにおける乱れと電子相関効果の研究においては貴金属である Ru をナノシート化させ、その電子状態の層数依存性を調べた。その結果、フェルミ準位近傍における通常の金属、絶縁体とは異なるスペクトル強度を観測した。これは乱れと電子相関の競合により単層 Ru ナノシートは **Soft Coulomb gap** が形成され、絶縁体化していることが明らかになった。本成果は **Scientific Reports** 誌に掲載された[1]。

### 【今後の見通し】

$\text{CuO}_2$  面の層数と超伝導転移温度は強く相関することが知られている。今後の研究では単層系、多層系銅酸化物高温超伝導体においても幅広いドーピング領域、温度領域の自己エネルギー構造を解析することで自己エネルギー構造と超伝導転移温度の関係性を明らかにしていく。また、ナノシート研究においては他の貴金属における単層極限の電子状態と電気伝導性の関係を明らかにする。

[1] D. Ootsuki *et al.*, *Scientific Reports* **10**, 1541 (2020).