

## 二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月4日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]  
名古屋大学大学院工学研究科  
[職・氏名]  
教授・柏谷聡  
[課題番号]  
JPJSBP1 120194816

1. 事業名 相手国: ロシア (振興会対応機関: RFBR) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 超伝導体の分光: 奇周波数電子対とトポロジー

(英文) Spectroscopy of Superconductors: odd-frequency pairing and topology

3. 共同研究全実施期間 2019年 4月 1日 ~ 2022年 3月31日 ( 3 年   ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Moscow State University ・ Professor ・ M. Yu. Kupriyanov

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額	1,708,093 円
内訳	
1年度目執行経費	1,708,093 円
2年度目執行経費	0 円
3年度目執行経費	0 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	8名
相手国側参加者等	7名

\* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	6	0	0(0)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	0(0)
4年度目			0

\* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入: 相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

## 8. 研究交流実績の概要・成果等

### (1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

1 年度目は順調な交流を実施できたが、2年日以降はコロナ禍の影響で、実質的に往来が不可能になり、直接交流の大部分が実施できないという事態になった。そのため、オンラインでの交流に切り替え、学術的な交流を進めた。しかし以下の示すように研究は大きく進展し、十分な実績を得ることができた。また日本国内の2国間のメンバーが独自に研究を行い成果をあげることができた。

### (2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

2 次元・3 次元トポロジカル超伝導体表面における奇周波数電子対を、実空間-運動量空間分解能を有するプローブにより分光観察し、奇周波数電子対の有する新奇な物性を実験的・理論的に解明し、奇周波数電子対の普遍性を確立した。実験データの包括的な理解を目指すとともに、奇周波数電子対に起因する新奇な量子現象の研究として、1)STM/S で得られる局所状態密度の空間変化、ARPES で見られるスペクトルの理論解析、2)奇周波数電子対による長距離近接効果、3)多軌道超伝導体に現れる奇周波数電子対の物性への影響の解明、4)トポロジカル量子相転移近傍における奇周波数電子対の臨界的挙動の解明、5)バルクにおける奇周波数ギャップ関数の安定性の解明、特に空間変調により安定化される奇周波数ギャップ関数の不純物効果、6)トポロジカル半金属における新奇な超伝導相と奇周波数電子対の研究を行った。

### (3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

日本側単独では実施できない研究成果を挙げることができた。特に理論的には奇周波数電子対やトポロジカル半金属の電子状態に関する議論が大きく深まった。また実験的には共同で微細ジョセフソン素子を作成し、その特異な輸送特性の解明を行った。また STM や ARPES との連携により、磁性トポロジカル絶縁体の電子状態の理解を大きく進展させることができた。これらの成果により計18件の論文発表、および学会発表を行った。これらはいずれも本交流事業の成果として初めて得られるものであり、単独による研究遂行では得られない成果である。奇周波数ギャップ関数の近藤格子での分担者星野氏の成果はロシアの研究者が認識していないもので、相互交流で互いの理解を深めることができた。

### (4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

交流は主に日本からロシアに訪問することにより進められたが、実際にロシアに一定期間滞在研究を行うことにより、ロシア文化についての知見を深め、文化の相互理解を進めることに大きな意義を見出した。ロシアはヨーロッパとしては東端に位置しているが、独自の西欧文化を育てており、日本にもバレエや音楽など多くの文化が伝えられており、今後も文化交流を深めていくことが期待できると強く感じた。それだけに、2022 年から始まったウクライナ危機は非常に残念であり、当面の間は交流が全く途絶えてしまうことは残念である。

### (5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

本交流事業には若手研究者が3名加わっており、彼らが主に交流の窓口となって研究を進めることができた。またこれらの研究者に加えて、双方の研究室の学生同士での交流もオンラインにより何度かミーティングの形で行われた。学生らにとっては、海外交流は初めてであり、このような機会を持てたことは意義深く、学生にとっても大きな刺激となった。一方コロナにより直接訪問の機会が失われ、またウクライナ危機により、論文発表の機会が失われたことが非常に大きなダメージであった。一方で日本内メンバーの内での研究交流は活発に行われ、埼玉大学星野氏と名大田仲グループとの交流はコロナ以降も継続して行われてきた。

### (6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

現在は侵略戦争の影響により交流自体が禁止されているために、今後の見通しについては具体的なプランを持つことができない。はやく戦争が終結し、平和が回復されることを強く祈っている。一方国内メンバー内で形成

された共同研究は今後とも発展すると思われる。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など  
なし