

令和 4年 2月 28日

若手研究者海外挑戦プログラム報告書

独立行政法人日本学術振興会 理事長 殿

受付番号 202180123

氏 名 星 和久

若手研究者海外挑戦プログラムによる派遣を終了しましたので、下記のとおり報告いたします。
なお、下記記載の内容については相違ありません。

記

1. 派遣先: 都市名 アムステルダム (国名 オランダ)
2. 研究課題名 (和文) : 層状ビスマスカルコゲナイドにおけるネマティック超伝導と化学圧力の相関に関する研究
3. 派遣期間: 令和 3年 10月 25日 ~ 令和 4年 2月 2日 (101日間)
4. 派遣先機関名・部局名: Van der Waals-Zeeman Institute, Institute of Physics, University of Amsterdam
5. 派遣先機関で従事した研究内容と研究状況 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

日本の所属機関にて合成を行った単結晶試料を持参し、その試料を用いて磁場中の電気抵抗測定を行った。まず最初の1ヶ月間は、研究計画の通り磁場を試料のab面内に印加した状態で混合状態における電気抵抗をab面内で回転させながら測定を行った。セレン置換量を変えた試料を順次測定したが、いずれの試料においても結晶構造の4回回転対称性を破る2回回転対称性が観測された。オランダに渡航する前に日本で実験を行った際には、同じ組成では結晶構造と同等な4回回転対称性が観測されていたので、試料依存があるもしくは実験のセットアップに問題があることが考えられる。この実験結果について、派遣先研究機関の受入研究者及び博士課程学生と議論を行ったが、本対象物質では結晶構造にdistortionがあり、実際にいくつかの研究では対称性が低下した単斜晶の結晶構造が報告されている。そのため、この結晶構造のdistortionが2回回転対称性を生じさせているのではという結論に至った。また本研究課題をよりいっそう発展させるために、ab面内からc軸における上部臨界磁場の角度依存性測定も行った。事前に日本で測定を行った試料とは異なるフッ素ドーパ量(電子キャリアドーパ量)の試料を用いて測定を行った。ab面内における上部臨界磁場は、日本で測定を行った試料と同様に高くTc付近で上ぞりな振る舞いが観測された。この結果を踏まえて、12月中旬にオランダのNijmegen大学と共同研究で強磁場を用いた上部臨界磁場測定を行う予定であったが、装置にトラブルがあり、3月以降に延期となってしまった。帰国後の測定となってしまうが、測定後にメールベースやZOOM等でディスカッションを行う予定である。

6. 研究成果発表等の見通し及び今後の研究計画の方向性 (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

派遣先研究機関で測定した単結晶試料を用いた ab 面内と c 軸の上部臨界磁場及び角度依存性に関する論文は現在までに報告されていないため、日本の所属研究機関でも追加測定を行い、本研究成果に関して学術論文としてまとめる予定である。さらに、2022 年の 7 月に開催される国際会議でも本研究結果を含む内容の発表を行う予定である。本研究課題のメインテーマである磁場中電気抵抗の ab 面内異方性に関する研究は、もう少しデータをそろえた後に学術論文としてまとめる予定である。特に、派遣先研究機関の受入研究者とディスカッションした際に、よりよい実験方法の着想を得たので、順次その測定を行っていく予定である。

今後の研究計画としては、まず 2022 年 3 月以降にオランダの Nijmegen 大学にて、派遣先研究機関の指導教官及び博士学生に強磁場測定を行っていただく予定である。この強磁場実験で用いる試料は、既に高い上部臨界磁場が報告されている組成 [K. Hoshi et al., Sci. Rep. (2022).] と比較して、フッ素ドーパ量 (電子キャリアドーパ量) が少ない。そのため、もし高い上部臨界磁場が Nijmegen 大学の実験でも観測されれば、キャリアドーパ量に上部臨界磁場の振る舞いは依存しないことが示唆される。本研究の対象物質である BiCh₂(Ch: S, Se) 系超伝導体では、キャリアドーパ量によってリフシツ転移 (フェルミ面の形状が変わること) が起こることが知られているので、フェルミ面の形状は上部臨界磁場の振る舞いとは関係しないことが考えられる。そのため、本物質系の特徴的な結晶構造 (局所的な空間反転対称性の破れ) が、超伝導特性に対して重要な役割を果たしていることがより確実となる可能性がある。さらに、本研究結果に関しては理論研究とも協力して研究を進めていく予定である。既に局所的な空間反転対称性の破れを有する他物質の研究を行っている理論研究者と連絡を取っており、今後も実験結果について議論を行い、理論面からも支持が得られることを期待している。また ab 面内における磁場中電気抵抗の異方性測定については、上述したように実験方法を改良し測定を行う予定である。さらに、派遣先研究機関に自身が研究対象とする単結晶をいくつか試料提供した。その単結晶試料を用いて 1 軸性歪みの実験を派遣先研究機関の博士学生が行う予定である。この 1 軸性歪みの実験により 2 回回転対称性の方向をコントロールすることができるかと期待される。そのような振る舞いが観測されれば、自身の研究成果と併せることで、結晶構造の distortion が 2 回回転対称性を生じさせている起源であるということがより確かになると期待している。

7. 本プログラムに採用されたことで得られたこと (1/2 ページ程度を目安に記入すること)

海外に長期滞在することは人生初の経験であったために、一つ一つのことが新鮮に感じられた。海外で日本語を用いずに、研究及び生活を行えたことが何よりの収穫である。知見が広がりより多角的な視点で物事を考えることができるようになった。また、自分の研究は確かに世界と通じているということを実感し、言語や文化が違えど研究を介することでつながることができると感じた。海外で生活することは想像していたよりハードルが高いことではないと感じることができたのも大きな収穫である。今後また海外に長期滞在することがあるかは定かではないが、チャンスがあれば挑戦したいと考えている。派遣先研究機関の研究室に所属している研究者の中でもよく話した人とそうでない人がいたが、日本でも海外でも仲良くできる友人というのは共通の趣味や嗜好がある人だと感じた。さらに、普段の会話からオランダの人々がどのようなことに関心があるのかを知ることができ、日本についても非常に興味があるのだと感じた。自分が日本について説明できないこともあったので、今後海外の人に自信をもって日本について説明できるように、自分自身が日本についてより詳しく知ろうと思いついたことも大きな収穫である。

またコロナ禍の渡航のため覚悟はしていたが、オランダではオミクロン株の流行が原因で 12 月下旬から 1 月初旬までの期間ロックダウンとなり、さらに他の期間でも様々な制限があり、平時の生活を行うことはできなくなった。しかし、幸いなことに大学での研究に関する制限はいっさいなく予定通り以上の実験を行うことができたと思う。コロナに対するオランダ人の考え方も理解することができたのは稀有な経験となった。コロナ禍で海外生活を行うというのは、多くの人々が体験できることではないので、むしろこの時期に渡航できたことは今では良かったと感じることができている。