

二国間交流事業 共同研究報告書

令和5年4月20日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]

放送大学・教養学部

[職・氏名]

教授・岸根順一郎

[課題番号]

JPJSBP 120204813

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) カイラル物質中の弾性・磁気・光自由度の複合相関ダイナミクス

(英文) Correlated dynamics of elastic, magnetic and optic degrees of freedom in chiral media

3. 共同研究実施期間 2020年4月1日 ～ 2023年3月31日 (3年0ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Ural Federal University, Professor, Ovchinnikov Alexander Sergeevich

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		2,055,911 円
内訳	1年度目執行経費	208,967 円
	2年度目執行経費	1,846,944 円
	3年度目執行経費	0 円

6. 共同研究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	7 名
相手国側参加者等	3 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	0	0	0 (0)
2年度目	0	0	0 (0)
3年度目	0	0	0 (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: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)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

今回の日露メンバーは、左右対称性の破れた物質(カイラル物質)の磁性について 10 年以上共同研究を重ねてきた。カイラリティが物理学で果たす本質的意義(能力)は「幾何学的形態をダイナミクスに転換する能力」(回転と並進が結合する)、および「低対称環境によって運動の多様性を確保する能力」(対称性が低いと種々の保存則が破れて運動の制限から解放される)に集約される。この視点は、本申請のロシア側代表である Alexander Ovchinnikov 氏のチームと今回の日本側メンバーが具体化させ、発信してきたものである。当初は茫洋とした視点であったが、理論・実験手法を確立し、一つの研究分野として確立させた。その知見をもとに、磁性領域を超えて広くカイラル物質における光・弾性・電子スピンの結びつきを解明することが本研期間を通じた課題であった。

(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)

凝縮系物性理論の数理解析的研究において、ロシアはランダウスクールを起源とする伝統を持つ。一方、日本には理論と実験が協力して物質科学研究を推進する伝統がある。これらの伝統を持ち寄って統合できることが我々のグループ最大の強みである。今回のメンバーは、「1本のらせん軸を持つ磁性単結晶」の研究を理論・実験両面から牽引して来た。この過程で、理論、物質創製、測定 of 各パートが重なりを持ちつつシナジー効果を発揮する体制を整えてきた。特に、各パートの若手研究者が参入しやすい雰囲気重要視してきた。この分野では新たな研究課題が次々と発掘され、着実な成果につながる状況が続いている。

(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)

2020 年以降のコロナ禍に加え、2022 年 2 月に始まったロシア・ウクライナ戦争という全く予期しなかった災禍が引き続き、ロシアとの間の直接の往来は全く不可能となった。これによって、本事業は大幅な変更を余儀なくされた。この点を補うため、Alexander Ovchinnikov 氏らとは zoom による研究討論を頻繁に行ってきた。その成果として、以下の 6 本の共著論文を出版することができた。

- [1] J Kishine, AS Ovchinnikov, Magnetic response of a highly nonlinear soliton lattice in a monoaxial chiral helimagnet, *Physical Review B* 101 (18), 184425(2020).
- [2] J Kishine, AS Ovchinnikov, AA Tereshchenko, Chirality-induced phonon dispersion in a noncentrosymmetric micropolar crystal, *Physical Review Letters* 125 (24), 245302(2020).
- [3] IG Bostrem, VE Sinitsyn, AS Ovchinnikov, EG Ekomasov, J Kishine, Discrete magnetic breathers in monoaxial chiral helimagnet, *AIP Advances* 11 (1), 015208(2021).
- [4] IG Bostrem, VI E Sinitsyn, MV Mokronosov, AS Ovchinnikov, J Kishine, EG Ekomasov, MI Fakhretdinov, Discrete Magnetic Breathers and Their Stability in a Finite-Size Monoaxial Chiral Helimagnet, *IEEE Transactions on Magnetics* 58 (2), 1-4(2021).
- [5] IG Bostrem, EG Ekomasov, J Kishine, AS Ovchinnikov, VE Sinitsyn, Dark discrete breather modes in a monoaxial chiral helimagnet with easy-plane anisotropy, *Physical Review B* 104 (21), 214420(2021).
- [6] Y Shimamoto, Y Matsushima, T Hasegawa, Y Kousaka, I Proskurin, J Kishine, AS Ovchinnikov, FJT Goncalves, Y Togawa, Observation of Collective Resonance Modes in a Chiral Spin Soliton Lattice with Tunable Magnon Dispersion, *Physical Review Letters* 128 (24), 247203(2022).
- [7] Yoshihiko Togawa, Alexander S. Ovchinnikov, and Jun-ichiro Kishine, Generalized Dzyaloshinskii-Moriya Interaction and Chirality-Induced Phenomena in Chiral Crystals, *Journal of the Physical Society of Japan* 92,

(2023)掲載決定済み

(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)

今回の日露二国間事業は、コロナ禍およびロシア・ウクライナ戦争という未曾有の災禍のただなかに進行した。これまでに築いてきた信頼関係をもとに、学術交流を通じた平和的友好関係を維持し、さらに学術成果に結実することができたと考えている。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取組、成果)

日本側については、メンバーの研究グループに属する若手大学院生・博士研究員が本事業の研究に参加し、成果を挙げることができた。ロシア側については、新規の大学院生の参入はなかったが、すでに共同研究実績のある若手研究者である AA Tereshchenko 氏と共著論文を書くことができた。日露双方で、国際研究交流を通じた若手研究者育成に貢献できたと考えている。

(6)将来発展可能性(本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)

本事業の日本側メンバーの研究実績は目覚ましく、当該研究分野のけん引役を果たしていると自負している。現在、カイラル物質が示すスピン選択性や非相反伝導といった物質機能の研究が世界的規模で活発に進行している。この分野の進展をリードするには、多極子、対称性、ヤン・テラー効果、分子振動、格子振動、核と電子の結合など幅広い知見を統合し、これまでの枠組みを超えた量子論的な体系を構築する必要がある。そのために、今回のメンバーが中心となり、分子科学研究所にイニシアティブ拠点(Quantum Mechanical Research Initiative for Chiral Materials: QuaRC)を形成する準備を進めている。本研究の成果を基盤として、将来のより大規模な国際協力研究を促進していきたい。

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

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞など