

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4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]
名古屋大学・大学院理学研究科
[職・氏名]
教授・谷山 智康
[課題番号]
JPJSBP 120197716

1. 事業名 相手国: インド (振興会対応機関: DST) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 界面マルチフェロイクマグノンクス: 交差相関の機構解明とマグノン論理回路への応用

(英文) Interfacial multiferroic magnonics : understanding of cross-correlation towards magnonic logic circuit applications

3. 共同研究実施期間 2019年7月1日 ~ 2022年3月31日 (2年9ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

University of Hyderabad, Assistant Professor, GORIGE Venkataiah

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		1950000 円
内訳	1年度目執行経費	700000 円
	2年度目執行経費	950000 円
	3年度目執行経費	300000 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	4名
相手国側参加者等	6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	2(2)
2年度目	0	0	0(0)
3年度目	0	0	1(1)

* 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)

本共同研究では、日本側研究チームとインド側研究チームが持つ電気-磁気結合を有する磁性体/強誘電体ヘテロ構造に関する相補的な学術的知見と技術的シーズを活用することで、強誘電体のフォノンから強磁性体のマグノンへのエネルギー変換と、それに基づくマグノン伝播の学理の解明を最終目標として、研究交流を実施した。具体的には、初年度の 2019 年度は、インド側研究チームから Assistant Professor1 名との大学院生 1 名を受け入れ、強磁性 Mn 酸化物/強誘電体ヘテロ構造およびフェリ磁性酸化物/強誘電体ヘテロ構造を作製し、その磁気特性およびスピンドYNAMICS特性の評価を行った。2 年目の 2020 年度は、両国において新型コロナウイルス感染症が蔓延した影響で両国間の研究者の交流ができず、当初 2020 年度に実施予定であった計画を 2021 年度に延期して実施することとした。3 年目の 2021 年度は、マグノンデバイスを構成する強磁性体/強誘電体ヘテロ構造として、化学組成の異なる強磁性 Mn 酸化物、フェリ磁性酸化物および強磁性金属を選択し、また、強誘電体に他種の強誘電体を含めることで材料の種類を広げ、高品質なヘテロ構造を作製し、強誘電体のフォノンから強磁性体のマグノンへのエネルギー変換の技術基盤となる電気-磁気結合効果とスピンドYNAMICS特性の評価を行なった。2021 年度の後半には新型コロナウイルス感染症の蔓延が一時的に収まったことで、インド側研究チームから大学院生 1 名を受け入れて実質的な国際交流を再開することができた。一方で、日本からのインド側研究機関への研究者の派遣は、新型コロナウイルス感染症の水際対策の影響で実現できなかったが、オンラインでのミーティングを活用し、研究の国際交流を継続した。以下にインド側研究チームの受入状況を記す。

- 2019 年度研究交流実績

受入:インド側チーム Assistant Professor 1 名、大学院生 1 名、期間:2019 年 11 月 22 日-12 月 23 日

- 2020 年度研究交流実績

新型コロナウイルス感染症の蔓延のためなし

- 2021 年度研究交流実績

受入:インド側チーム助教 1 名、期間:2021 年 11 月 17 日-12 月 23 日

(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)

強誘電体のフォノンから強磁性体のマグノンへのエネルギー変換に基づくマグノン伝播の学理の解明においてカギとなる、強磁性体/強誘電体ヘテロ構造の高品質形成と電気-磁気結合効果に関して顕著な成果を得ることができた。具体的には、化学組成の異なる強磁性 Mn 酸化物/強誘電体ヘテロ構造において、磁化の電界変調効果を見出すことに成功し、特に強磁性 Mn 酸化物の磁性相境界付近においてその傾向が顕著となることを見出した。本研究で見出された磁性の電界変調効果は従来の単純な理論的枠組みで理解することが困難であり、新たな物理機構の構築に向けてその後発展的な研究に継続している。また、マグノン伝播を特徴づけるパラメータが電界により変調されることを見出すことにも成功している。以上の成果の一部は学会発表され、また論文としてもまとめられつつある。さらに強磁性金属と強誘電体とのヘテロ構造においても、マグノンの電界生成において重要となる磁気異方性の電界極性に依存したスイッチング効果が見出され、その物理機構の解明に向け、継続して研究が進められている。以上の成果はマグノン伝播制御の学理構築に向けた重要な学術的知見と言える。

(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)

本研究において得られた成果は、その多くがインド側研究チームから研究者を受け入れ、日本側チームの研究者と共同で実験研究を実施することで得られた成果である。具体的には、インド側研究チームの磁性酸

化物に関する豊富な知見と日本側研究チームが有する強磁性/強誘電性ヘテロ構造の磁性の電界変調効果とスピンドYNAMICSに関する技術シーズとの融合によって研究成果へと結実された。したがって、本共同研究の実施において相手国との交流が大きな意味を持ったと言える。

(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)

強磁性体/強誘電体ヘテロ構造を用いたフォノン-マグノン変換技術の開発は、低消費電力で磁気情報の伝送や演算を可能とするマグノン制御技術を開発する際の重要な課題の一つである。本研究で得られた多種の強磁性体/強誘電体ヘテロ構造における磁化と電気分極との結合に関する知見は、マグノンデバイスを構成する強磁性体/強誘電体ヘテロ構造の設計指針を提供するものであることから、エネルギー資源の乏しい我が国において、新たな低消費電力デバイスの創出を通じたエネルギー問題への貢献という点において重要な意義を持つと言える。一方で、強磁性体/強誘電体界面における電気-磁気結合の物理起源の解明を通じた学術分野への貢献も大きい。

(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)

本研究を推進するために受け入れたインド側研究チームの大学院生と日本側研究チームの大学院生とが実質的な共同研究を実施することで、双方の大学院生が国際共同研究を行う貴重な経験を得ることができた。その過程で、両国の大学院生が互いに刺激を受け、研究に対する意欲の向上など良い効果が認められた。このような国際共同研究の経験は、大学院生が今後、自立した研究者として国際的に活躍するためにも重要であり、若手研究者養成の観点からも大きな成果があったと考えられる。さらに、本研究に関連して、日本側研究チームの大学院生が、日本磁気学会第 45 回学術講演会での学会発表により、令和 4 年度学生講演賞(桜井講演賞)を受賞した。また、来日したインド側研究チームの大学院生においては、本共同研究を発展させた研究課題“Electric-field controlled spin-wave studies in ferro(ferri)magnetic/ferroelectric heterostructures for possible magnonic applications”により、インドにおいて権威ある Prime Minister's Research Fellowship (PMRF)の獲得にもつながっている。

(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)

本共同研究により得られた研究成果を学術論文として出版すべく原稿を準備し、研究結果を解析することで、さらに別の学術論文として出版する準備を進めている。また、本研究で見出された新たな物理的知見に関連して、さらなる共同研究を継続する方向で調整を進めており、より発展的な国際共同研究を推進すべく研究費の獲得も計画している。

(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

【受賞】

日本側研究チームの大学院生が日本磁気学会第 45 回学術講演会にて口頭発表を行い、令和 4 年度学生講演賞(桜井講演賞)を受賞対象となった。