

京都大学教育研究振興財団助成事業  
成果報告書

2024 年 4 月 10 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 工学研究科材料工学専攻

職 名 准教授

氏 名 田畑 吉計

助成の種類	令和5年度 ・ 研究活動推進助成			
申請時の科研費 研究課題名	層状強磁性体におけるトポロジカル臨界現象の研究			
上記以外で助成金 を充当した 研究内容				
助成金充当に関 わる共同研究者	(所属・職名・氏名)			
発表学会文献等	(この研究成果を発表した学会・文献等) 「カノニカルスピングラスAuMnにおける非線形カイラル感受率測定」窪田尚通、田畑吉計、和氣剛、中村裕之、日本物理学会2024年春季大会			
成果の概要	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」)			
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	
		消耗品費	25,680	
		国内旅費	200,920	
		電力料(注:共同利用負担金)	734,400	
諸会費		39,000		
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。) 2023年度は、申請していた科研費課題(基盤B)が不採択となったが、本助成のおかげで最低限の研究を継続でき、大変助かりました。現状の様に科研費の採択率が低く、運営費も斬減している状況では、本助成の様な補完的な事業の存在は、幅広く研究を継続させ革新的な研究の芽を摘み取らないために非常に有意義であり、今後とも事業の継続することを期待します。			

## 成果の概要/田畑吉計

本課題では、2023年度科研費基盤B課題として申請し不採択となった「層状強磁性体におけるトポロジカル臨界現象の研究」について、2024年度科研費での再度の申請・採択を目指すための予備的な実験を行った。スピンの多重積で定義される”スピнкаイラリティ”が物性、特に秩序状態への相転移を支配する”トポロジカル臨界現象”について、磁化・ホール抵抗同時測定によって精度良く異常ホール抵抗を求めることによって調べる研究である。測定は、京都大学共同利用装置 SQUID 磁束計 MPMS(北部キャンパス機器分析拠点)を用い、自作のホール抵抗測定プローブを組み込むことで行った。

まず、本課題の主たる対象物質である、層状強磁性体  $\text{Co}_3\text{Sn}_2\text{S}_2$  の異常ホール抵抗測定を行い、強磁性転移温度 ( $T_C = 177 \text{ K}$ ) ごく近傍で、磁化にスケールしないトポロジカルホール抵抗を観測した。詳細な解析を行ったところ、このトポロジカルホール抵抗は、磁化を共役な外場とする”一様カイラリティ”によって誘起されたもので、 $T_C$  近傍で非常に強い臨界的なカイラルゆらぎが生じていることが示された。また、この臨界カイラルゆらぎは、外場(磁化)の1次の項ではなく高次項に由来する非線形ゆらぎであることも分かった。その物理的意味については今後の課題だが、非線形ゆらぎを解析することで得られた臨界指数から、強磁性のトポロジカル欠陥であるカイラルスピントクスチャ密度が  $T_C$  近傍で臨界的に増大し、”ジャミング転移”を起こしている可能性が考えられる。この成果について、現在論文執筆中である。

また、類似の研究として、カイラリティが第一の秩序変数となるカイラル秩序を示す物理系として理論的に予想されている、古典ハイゼンベルグスピングラスのモデル物質  $\text{Au}(\text{Mn})$  について異常ホール抵抗測定を行った。異常ホール抵抗の磁化に対する非線形項の解析から得られる非線形カイラル感受率のスケーリング解析により、古典ハイゼンベルグスピングラスにおけるスピングラス転移が、スピンではなくカイラリティのランダムな凍結である”カイラルガラス転移”であることを強く示唆する結果を得た。この結果は、2024年3月に開催された日本物理学会2024年春季大会(オンライン)で発表し、現在論文執筆中である。