

科学研究費助成事業（基盤研究（S））研究進捗評価

課題番号	17H06136	研究期間	平成29(2017)年度 ～令和3(2021)年度
研究課題	直流電場・電流：強相関電子系の 新しい制御パラメータ	研究代表者 (所属・職) (令和4年3月現在)	前野 悦輝 (京都大学・理学研究科・教授)

【令和2(2020)年度 研究進捗評価結果】

評価	評価基準	
A+	当初目標を超える研究の進展があり、期待以上の成果が見込まれる	
A	当初目標に向けて順調に研究が進展しており、期待どおりの成果が見込まれる	
A-	当初目標に向けて概ね順調に研究が進展しており、一定の成果が見込まれるが、一部に遅れ等が認められるため、今後努力が必要である	
○	B	当初目標に対して研究が遅れており、今後一層の努力が必要である
	C	当初目標より研究が遅れ、研究成果が見込まれないため、研究経費の減額又は研究の中止が適当である

(意見等)

本研究は、強相関多体効果の本質を顕在化させる新しい制御パラメータとして直流電場・電流の有効性を確立するため、主に定常電流下の非平衡状態が創り出す新現象を明らかにするとともに、その機構の理解を進めるものである。

研究計画の中核であった直流電流・電圧に誘起された巨大反磁性の観測は実験上の問題が大きく、磁化率の変化は小さいことが判明した。これに伴い、定常電流下での電気・熱輸送現象の解明に重点を移したのは適切な対応である。しかしながら、当初目標に対しては研究の遅れが認められ、今後一層の努力が必要である。

研究計画の変更後は特にジュール発熱効果を峻別し、定常電流下での非平衡状態効果の定量化とその機構理解に重点を置き、基礎学理の解明に取り組むとしている。既に温度分布測定を含めたこれまでにない独創的な手法で絶縁体・半金属転移が起こることを観測しており、非平衡系における強相関電子系の多方面からの新規データ蓄積と基礎物性解明が着実に進展している。さらに、定常電流下での新現象の研究は非平衡強相関電子系の視点以外にもトポロジカル物質科学などとも関連して急速な進展が見られ、今後一定の成果が見込まれる。

【令和4(2022)年度 検証結果】

検証結果	当初目標に対し、十分ではなかったが一応の成果があった。
B	強相関多体効果の本質を顕在化させる制御パラメータとして直流電場・電流を用いて、強相関電子系物質が生み出す創発現象の研究を行った。当初中心的な課題と位置づけていた電流誘起巨大反磁性に関して、その反磁性信号が電流によるジュール発熱による見かけのものであるという問題が発覚したため、これに対しては期待された成果は得られなかった。この事態に適切に対応するため、ジュール発熱の問題を詳細に検討し系統的対処法を確立するとともに、電気・熱輸送現象に研究の重点を置く方針に計画を変更した。これにより主たる対象であるルテニウム酸化物 Ca_2RuO_4 に対して電流によるエネルギーギャップの減少の観測、電流通電下での新奇な熱電現象・格子変形の解明、空間分解顕微鏡カメラを用いた構造一次相転移に伴う局所温度分布や相分離の微細構造の解明など、一定の研究成果が得られた。