

様式 A - 2 - 1

令和3年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）交付申請書

令和3年 4月 5日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

		機関番号	1 4 3 0 1
所属研究機関	所在地	〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町	
	名称	京都大学	
	機関の長	総長・湊 長博	
	経費管理担当者	北部構内事務部経理課・科学研究費等補助金掛長・千葉 千穂乃	
研究代表者	部局	基礎物理学研究所	
	職	教授	
	氏名	早川 尚男	

次のとおり研究を実施したいので、科学研究費助成事業（科学研究費補助金）の交付を申請します。なお、交付された補助金は、補助条件に従い適正に使用します。

1. 研究種目名 基盤研究(B)（一般） 2. 課題番号 21H01006

3. 研究課題名 駆動散逸系の非平衡現象に関する理論的研究

4. 研究期間 令和3年度～令和5年度 5. 領域番号・区分 -

6. 補助金額（交付予定額） (円)

直接経費					間接経費	合計
物品費	旅費	人件費・謝金	その他	計		
350,000	1,000,000	2,450,000	0	3,800,000	1,140,000	4,940,000

7. 補助事業者

区分	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	役割分担等	直接経費 (円)
研究代表者	早川 尚男 (90222223)	京都大学・基礎物理学研究所・教授 (14301)	研究の総括と主導	3,200,000
研究分担者	高田 智史 (00843757)	東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授 (12605)	数値計算と解析計算の実行	200,000
	合計(小計)	2名		3,400,000

8．研究の概要

周期駆動した際の微小系の熱機関の理論を進展させて、幾何学的位相及びその生成カレントの役割を明らかにすることと、粉体やコロイド等の駆動された非熱的な散逸多体系の非平衡相転移を統一的な視点から理論解析を行う。本研究の実行を通して広いクラスの駆動非平衡系へ新しい物理的視点を与えるだけでなく広範な応用に有用な情報を与える事が目的となっている。

9．研究の目的

従来、周期駆動した際に幾何学的位相によって生じるカレントは論じられてきたが、その熱機関への応用はなかった。また駆動された粉体やコロイド等の非熱的な系の研究は個別論として研究されてきたが、その普遍性を追求する視点が乏しかった。その背景から、周期駆動した際の微小系の熱機関の理論を進展させて、幾何学的位相及びその生成カレントの役割を明らかにすることと、駆動された非熱的な散逸多体系の非平衡相転移を統一的な視点から理論解析を行う事が本研究の目的である。本研究では、マルコフ過程の理論等を駆使して熱機関の理論を明らかにする。また非熱的な系の解析は固体ベース及び液体ベースの理論を駆使して非平衡固液相転移の理論を構成すると同時にその際に現れる異常な緩和現象の機構を明らかにする。本研究の実行を通して広いクラスの駆動非平衡系へ新しい物理的視点を与えるだけでなく広範な応用に有用な情報を与える事が目的となっている。

10．本年度の研究実施計画

駆動微小系の熱力学の研究に関しては、本研究課題を申請後に論文として発表したThoulessポンプの熱機関の古典論を進展させて化学ポテンシャルを制御し、量子効果が顕わなThoulessポンプの熱機関を論じることができるよう拡張した理論を発表する予定である。また系の自由度が多くなった場合の非マルコフ的なダイナミクスをマルコフ過程でとらえ直してその幾何学的カレントがどのように生じるかについての理論的研究を完成させる予定である。

粉体やサスペンション等のマクロな散逸多体系に関しては(1)粒子軌道の可逆・不可逆転移と剛性率のソフト化や系の体積膨張であるダイラタンシーの関係を、粒子間摩擦力の影響に着目しつつ明らかにする事、(2)粒子配置をインプットとしてステップストレインを加えた際の固有値・固有関数の変化・不安定性とストレス雪崩の関係を明らかにする事が今年度の主たる目的となっている。また(3)高密度サスペンションに対する強いインパクトに伴う固化現象の研究を更に進展させてインパクトに働く力と衝突速度の関係や応力鎖の役割を明らかにした理論的論文を発表する。更に(4)慣性のあるサスペンション系の2成分系の理論を進展させて、今年度は稀薄系でサイズ比によって現れる不連続的なレオロジー転移と異方的な拡散や偏析の出現メカニズムを明らかにする予定である。また(5)不連続シアシックニングに関するミクロな理論計算を進めて、本年度中に理論を完成させたい。

これらの研究プロジェクトは、既に研究代表者と研究分担者は緊密に連絡を取りつつ進めている。昨年度はコロナ禍もあって物理的に全員が集まって情報交換をすることがなかったが、本年度は物理的に集まって情報交換を行う予定である。また、本研究課題の遂行に協力して推進するポスドク研究員の雇用を秋から開始する予定である。本交付申請では研究員の7か月分の給与を計上している。

11．キーワード

駆動散逸系	非平衡統計熱力学	レオロジー
幾何学ポンプ		

12．主要な物品の内訳（1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの）

品名	仕様（製造会社名・型）	数量	単価（円）	金額（円）	納入予定時期
					年 月
					年 月
					年 月
					年 月
					年 月
					年 月
					年 月
					年 月