

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	動的秩序化と無秩序化に伴う渦糸配置の発展
Title(English)	Evolution of the vortex configuration associated with dynamic ordering and disordering
著者(和文)	Dobroka Mihaly Marton
Author(English)	Mihaly M. Dobroka
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10718号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大熊 哲,吉野 淳二,井澤 公一,西田 祐介,竹内 一将
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10718号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Dobroka Mihaly Marton	
			氏名	職名		
論文審査 審査員	主査		大熊 哲	教授	竹内 一将	准教授
	審査員		吉野 淳二	教授		
			井澤 公一	教授		
			西田 祐介	准教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

ランダムなピン止めポテンシャルの下で相互作用する多粒子系に、直流あるいは交流のせん断力を印加すると、運動による秩序化や無秩序化に起因する可逆-不可逆転移や非平衡ディピニング転移といった新規な非平衡現象が現れることが近年報告されている。しかし、これらの素過程といえる粒子配置の時間発展の様子は明らかではなく、その解明が待たれている。本研究は相互作用する 2 次元多粒子系とみなせる超伝導渦糸系を用いて、動的秩序化や無秩序化に伴う渦糸配置の変化を、動的な輸送現象測定を通して明らかにすることを主な目的としている。

本論文は「Evolution of the vortex configuration associated with dynamic ordering and disordering」と題し、7章から構成されている。

第1章「Introduction」では、まず、本研究の背景となる多粒子系の動的秩序化や無秩序化現象、および非平衡相転移の研究例を紹介している。つぎに、超伝導渦糸系がこれらの非平衡現象を系統的に調べるための適した実験系となり得ることを説明し、研究の目的を述べている。

第2章「Experimental」では、まず、本研究で用いるランダムで弱いピン止めセンターをもつアモルファス  $\text{Mo}_x\text{Ge}_{1-x}$  膜試料の作製法とその基本的特性について説明している。つぎに、本研究の主要な測定法となる、渦糸ダイナミクスを調べるための高感度の電圧の過渡現象測定とノイズスペクトラム測定について述べている。

第3章「Memory formation and evolution of the vortex configuration associated with random organization under AC drive」では、まず、交流駆動力印加による動的秩序化と可逆-不可逆転移の観測結果を示した後、本研究で開発した、渦糸運動によって発生する電圧の過渡応答をプローブとする“入力”と“読み出し”の2段階実験の方法を紹介している。つぎに、その手法を用いることにより、不可逆フロー相の過渡状態と定常状態の両状態において、凍結した渦糸配置がその配置を作るのに用いた駆動振幅を記憶するメモリー効果を観測したこと、さらに顕著な現象として、乱れた初期配置に交流駆動力を印加した動的秩序化の過渡状態では、系は微視的に一様でなく、無秩序相と秩序相が相分離して共存し、時間と共に秩序相の割合が0から1に単調に増加する現象を初めて見出したことを報告している。

第4章「Evolution of the vortex configuration under DC drive」では、秩序ある初期配置に小さい直流駆動力を印加した場合は動的無秩序化が起こり、その過渡過程では常に系全体は一様で秩序相と無秩序相の相分離は見られないこと、一方、乱れた初期配置に直流駆動力を印加した動的秩序化の過渡過程では、秩序相と無秩序相の相分離が見られ、時間と共に秩序相の割合が0から1に単調に増加することを見出したと述べている。以上の結果より、2相分離の起源は、動的秩序化過程あるいは乱れた初期配置にあると結論している。

第5章「Competition between dynamic ordering and disordering under superimposed AC and DC drives」では、交流による動的秩序化と直流による動的無秩序化の競合の様子を調べている。まず、一定の交流駆動力に様々な大きさの直流駆動力を重ねさせると、直流駆動力の増大と共に動的秩序化は抑制され、ちょうど直流が交流駆動振幅と一致するとき動的秩序化が消失することを見出し、この結果から、動的秩序化が起こるためには、渦糸系が元来た経路を一部でも戻ることが必要であると結論している。さらに、読み出し実験によって定常状態の渦糸配置を調べた結果、交流と直流駆動力が共存する場合は一般に、定常状態であっても秩序相と無秩序相の分離が見られ、直流駆動力と共に無秩序相の割合が0から1に単調に増加することを見出した。この結果はまた、交流の重畳によって、乱れた直流プラスチックフロー

の中で秩序領域が徐々に成長していく様子を初めて捉えたものと解釈することもできると述べている。

第6章「Dynamic phase diagram and configuration of driven vortex lattice as a function of DC drive」では、まず、超伝導の分野において古くから理論的に議論されている渦糸の動的状態相図、すなわち、直流駆動力増大に伴う、乱れたプラスチックフローから秩序ある格子フローへの渦糸フロー状態の変化を実験的に検証することの重要性を説明している。その背景の下、高電流域を含む様々な大きさの直流駆動電流を渦糸系に印加し、定常状態でのフローノイズと2段階過渡電圧測定を行った結果、中間電流域においては常に乱れたフローと秩序フローが共存し、電流の増加と共に秩序フロー領域の割合が単調に増大することを見出した。これはこれまでの動的相図の理論や実験報告にはない、新しい現象であると述べている。

第7章「Conclusion」では、本研究で得られた結果をまとめ、将来展望を述べている。

以上の通り、本論文は近年多粒子系で研究が進められている新規非平衡現象・相転移現象の素過程ともいえる動的秩序化や無秩序化という普遍性の高い基本的物理現象を、粒子配置の変化という観点から実験的に明らかにしたものである。2相共存状態という新しい状態の発見と共に、多粒子系の非平衡現象研究にとって超伝導渦糸系が有用であることを実験的に示した論文で、超伝導分野のみならず広い分野へ波及する重要な業績と考えられる。したがって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。