



Title	Spatio-Temporal Order of Driven Periodic Systems in Quenched Random Media
Author(s)	能川, 知昭
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/1993">https://hdl.handle.net/11094/1993</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 能 川 知 昭

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 19197 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

理学研究科物理学専攻

学 位 論 文 名 Spatio-Temporal Order of Driven Periodic Systems in Quenched Random Media  
(ランダム媒質中を駆動された周期系の時空間秩序)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 赤 井 久 純

(副査)

助教授 Keith Slevin 教 授 田 島 節 子 教 授 川 村 光

教 授 菊 池 誠 青山学院大学教授 松川 宏

## 論 文 内 容 の 要 旨

電荷密度波や超伝導体の磁束格子のような電子の凝縮系の集団輸送について数値的な研究を行った。これらの構造は不純物や格子欠陥が存在する結晶中に構成されるときには歪みが生じ、非線形性の強い伝導特性を示す。駆動力を増したときに起こる塑性流動から moving solid への相転移が注目を集めている。この転移は 2 つの非平衡定常状態の間で起こるものであり、多くの未解決の問題を持っている。例えば秩序相の存在そのものも確立されていない。我々は塑性変形を扱うことの出来る driven random field XY model を用いてこれらの系のダイナミクスを調べた。その際時間、空間的な長距離秩序に特に注意を払った。ここで 2 種類の秩序が考えられる。一つは DC 速度に関するもので、これは塑性変形の有無に関連している。もう一つは結晶としての周期秩序である。

はじめに実験と比較しうる様々な物理量の駆動力依存性を調べた。ピーク効果、遅延スイッチング、広帯域雑音など電荷密度波などで観測されている特徴的な現象の多くを再現することを見た。そこでは塑性変形が重要な役割を果たしていることを明らかにした。

次に速度に関する秩序相 (moving solid 相) の安定性について議論した。この相は無限に大きな、内部で塑性変形を起こさないクラスタの存在によって定義されると考え、plastic flow 相と moving solid 相の間の転移を定量的に調べる方法を提案し、実行した。その結果秩序相は有限の寿命を持つことと、その寿命は駆動力の指数関数で増大することが分かった。

最後に空間的な周期秩序について調べた。この秩序もまた駆動力と共に成長する。転位欠陥のふるまいを調べることにより、ランダムポテンシャルの中を並進する系は、ある有効温度を持った清浄な平衡系にマップできることを見た。この有効温度は駆動力に反比例する。しかしながら清浄系でみられる長距離秩序は見られないという大きな違いがある。

## 論文審査の結果の要旨

能川知昭君は電荷密度波や超伝導体の磁束格子のような電子の凝縮系の集団輸送について数値的な研究を行った。これらの構造は不純物や格子欠陥が存在する結晶中に構成されるときには歪みが生じ、非線形性の強い伝導特性を示す。駆動力を増したときに起こる塑性流動から **moving solid** への相転移が注目を集めている。この転移は2つの非平衡定常状態の間で起こるものであり、多くの未解決の問題を持っている。例えば秩序相の存在そのものも確立されていない。同君は塑性変形を扱うことの出来る **driven random field XY model** を用いてこれらの系のダイナミクスを調べた。その際時間、空間的な長距離秩序に特に注意を払った。ここで2種類の秩序が考えられる。一つはDC速度に関するもので、これは塑性変形の有無に関連している。もう一つは結晶としての周期秩序である。

同君ははじめに実験と比較しうる様々な物理量の駆動力依存性を調べた。ピーク効果、遅延スイッチング、広帯域雑音など電荷密度波などで観測されている特徴的な現象の多くを再現することを見た。そこでは塑性変形が重要な役割を果たしていることを明らかにした。

次に速度に関する秩序相 (**moving solid** 相) の安定性について議論した。この相は無限に大きな、内部で塑性変形を起こさないクラスタの存在によって定義されると考え、**plastic flow** 相と **moving solid** 相の間の転移を定量的に調べる方法を提案し、実行した。その結果秩序相は有限の寿命を持つことと、その寿命は駆動力の指数関数で増大することが分かった。

最後に空間的な周期秩序について調べた。この秩序もまた駆動力と共に成長する。転位欠陥のふるまいを調べることにより、ランダムポテンシャルの中を並進する系は、ある有効温度を持った清浄な平衡系にマップできることを見た。この有効温度は駆動力に反比例する。しかしながら清浄系でみられる長距離秩序は見られないという大きな違いがある。

本研究は、数値シミュレーションによって電子の凝縮系の集団輸送を研究し新しい知見を得た意味で高く評価される。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。