

氏名	堀 佳 城		
学位(専攻分野)	博 士(理 学)		
学位授与番号	博 甲 第 1115 号		
学位授与の日付	平成 5 年 3 月 28 日		
学位授与の要件	自然科学研究科物質科学専攻 (学位規則第 4 条第 1 項該当)		
学位論文題目	磁場中格子上の準 2 次元電子系における密度波状態		
論文審査委員	教授 米井 克己	教授 中村 快三	教授 萬成 勲
	教授 永原 賢	教授 東辻 浩夫	

### 学 位 論 文 内 容 の 要 旨

磁場中に置かれた準 2 次元的物質の密度波状態について調べる。特に、Bechgaard 塩と呼ばれる準 2 次元有機物伝導体 (TMTSF)<sub>2</sub>X (X=PF<sub>6</sub>, ClO<sub>4</sub>, ReO<sub>4</sub>) の温度磁場相図に見出された磁場誘起スピン密度波相カスケード現象を説明するために、磁場中の異方的 2 次元 Hubbard モデルに基づき平均場近似の範囲内で問題を取り扱う。このような方法により、カスケード現象が多数のオーダーパラメータの同時的存在に起因する無数の準安定状態間で、磁場あるいは温度の関数として逐次に起こる 1 次相転移によるものであることを明らかにする。このような多数のオーダーパラメータの共存とそれに伴う逐次相転移は、磁場・格子・密度波の 3 者がもたらす周期の不整合性とその変化によるものと考えられるが、同様のことは 3 つの不整合な長さの尺度を持つ物理系一般に期待されることを単純化されたモデルを考察することにより示す。これによって、この系に限らず他の様々な 2 次元性を有する物質においても、磁場誘起の密度波形成による逐次相転移現象の可能性があることを指摘する。また磁場のみならず、一般に外部不整合ポテンシャルの存在によって、格子を持つ 1 次元あるいは 2 次元電子系の基底状態が、その不整合性の変化に伴い無数の微細な相に分割されることを示す。さらに、強磁場・弱格子ポテンシャル領域での類似の相転移現象の可能性についても議論する。

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

低次元有機物質 (TMTSF)<sub>2</sub>X (X=PF<sub>6</sub>, ClO<sub>4</sub>, ReO<sub>4</sub>) は準 2 次元的電子バンド構

造をもっている。この系に対して準2次元面に垂直に磁場を印加すると、低温領域に磁場によって誘起されたスピン密度波状態が出現することが知られている。この現象については、Gor'kovとLebed'等によって一応の理論的な説明がなされているが、温度を更に下げていくと、カスケード的な相転移が磁場・温度相図の中で次々と起ることが、最近実験的に明らかになってきた。しかし、前述のGor'kovとLebed'を含めて、このカスケード現象の理論的な説明は従来全くなかった。

本論文で申請者は、従来の取扱いに欠けていた新しい観点から、この現象の本質的な点を明らかにし、更にその観点を一般化して、今まで見落とされていた物質系でも、類似の現象が出現するはずであるという予言を行い、新たな実験的研究への示唆を与えている。

申請者の新しい観点の骨子は、この現象の背後には磁場と結晶格子と密度波の三者がもたらす周期の間に不整合性が存在し、それに伴って、磁場誘起スピン密度波相という秩序相を記述するためには、多数の秩序変数の同時的存在が重要であるという問題の捉え方にある。申請者は問題のこのような捉え方に基づき、簡単なモデルに分子場近似を適用することによって、多数の秩序変数で記述される状態の方が従来の単一の秩序変数状態よりもエネルギー的に安定であることを実際に示した。同時にまた、こうして得られた安定（あるいは準安定）状態が、磁場や温度の変化に伴ってその秩序変数分布を次々に変化させて一次相転移することを明らかにし、上述のカスケード現象の説明を与えた。更に申請者はモデルを抽象化し、多数の秩序変数が同時的に存在する状態がどのような条件下で出現し得るかという点の検討も行い、この新しい秩序状態の概念が、上記有機物質のみならず、低次元物質系に広く適用できることを示した。

このように本論文で明らかにされた磁場誘起スピン密度波相の本質と、そこで得られた新しい秩序状態の発見は、物性物理学のこの方面の研究において、単に理論に対してのみならず実験に対しても寄与するところが大きいと考えられる。

よって本論文を博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。