

論文審査の結果の要旨

氏名 辻 直 人

本論文は6章からなる。

第1章は、序論であり、本研究で展開される研究の背景となる実験状況、および理論体系の概要が述べられている。

第2章は、本研究のテーマである非平衡現象に関する理論的定式化について述べられている。特に、非平衡グリーン関数を用いた定式化 (**Kadanoff-Baym formalism**) について詳しく議論している。また、熱浴との接触を考慮した非平衡定常状態に関してもグリーン関数を用いた定式化を行い、エネルギー散逸とのエネルギー収支機構を議論している。さらに、本論文の重要な内容のひとつである多体相互作用系の非平衡状態を取り扱う方法として動的平均場理論 (**DMFT**) の導入を行い、上述のグリーン関数の方法の適用方法について、この方法が厳密に遂行できる **Falicov-Kimball** 模型の場合およびその他の場合での具体的計算方法が詳しく述べられている。

第3章は、本論文のテーマである周期的外場で駆動された系の性質を取り扱う理論背景の重要な一つである **Floquet** 理論の概要と、それを **DMFT** と組み合わせた新しい理論の構築について説明している。これまで、**Floquet** 理論は、主に小さな系での厳密対角化を用いる方法しか知られていなかったが、この展開は新しい試みである。散逸を考慮することで、動的な相関効果を自己エネルギーの周波数依存性としてとり入れ、強い周期的外場に駆動された多体系の非平衡定常状態を解く理論アプローチ(フロケ動的平均場理論)を構築している。さらに、一粒子グリーン関数だけでなくバーテックス補正も含めた相関関数の計算方法を詳述している。

第4章では、前章までで説明された理論を光で誘起された非金属-金属転移現象に応用し、散逸がある場合の光学伝導度を求め、その特徴を議論している。特に、周期的外場によって駆動されている状況下での光学応答について新しい知見を得ている。具体的には、厳密に計算を遂行できる **Falicov-Kimball** 模型をまず詳しく解析し、外場の周波数と系のギャップの大きさとの関係によって、スペクトル関数、占有密度関数、光学伝導度の特徴的な振る舞いが生じることを見出している。特に、**Drude** 的なピークが光学伝導度の低エネルギー部分に現れ、光誘起絶縁体金属転移をしていることや、外場の周波数付近に共鳴構造(デ

リップやキルクで、左右非対称)が現れることを明らかにしている。これは非平衡特有の量子補正効果である。

第5章は散逸が無い場合に、周期的外場のもとでの系の量子力学運動をDMFTによって解析している。特に、突然印加された場合、二重占有率の時間的な変化を調べ、その値が自由粒子の値 **0.25** を超えて大きく増加することを明らかにした。このことから、この系ではフェルミ粒子間に働く相互作用が有効的に斥力から引力に転換されていると結論し、また分布関数を評価することで、バンド構造が周期的外場により反転し、熱力学的に存在しない負の温度状態(反転分布)逆転状態の発生の可能性について重要な数値的データを得ている。さらに、周期的外場誘起の引力相互作用がもたらす可能性として、超伝導実現の可能性について議論している。

第6章は、全体のまとめに当てられている。

これらの成果は、相互作用する多体系が、有限の強さの周期外場で駆動されているときの物性の特徴を明らかにする理論構築と、その理論の適用により光学応答のスペクトルに新しい特徴を発見し、また駆動による新奇状態の誘導など新しい物性研究を拓くものであり、本研究の物性物理学での成果は評価に値するものと考えられる。

なお、第3-4章は青木秀夫、岡隆史、第5章は青木秀夫、岡隆史、Phillip Werner氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって研究推進したものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。