

論文審査の結果の要旨

氏名 古谷峻介

本論文は5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電子スピン共鳴と関連する実験状況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電子スピン共鳴をスピンの運動の形態から理解するために、**rotor model** を導入し、スピンの運動を古典的に表現して、そのモデルの適応範囲を丁寧に調べ、大きなスピン S の系ではこのモデルが適用される温度領域があることを明らかにしている。そして、このモデルを用いて、 $S=2$ や $S=10$ の場合の電子スピン共鳴の吸収スペクトルを求め、そこでの交替磁場によるピークの存在を示し、外部磁場への依存性を明らかにしている。この部分は、すでに論文として出版されている(Phys. Rev. 83(2011)224417.)。

第3章は、ギャップのあるスピン系の代表的系である一次元 $S=1$ 反強磁性ハイゼンベルグ磁性体と $S=1/2$ ラダー格子での電子スピン共鳴の吸収ピークが常磁性共鳴の位置からどのようにずれるかに関して非線形シグマ模型を通して解析している。ここでは、**Form factor** 展開なる新しい方法を考案し、磁場中の励起に関して統一的な描像を得、共鳴周波数の磁場依存性を求めることに成功している。これらの結果を対応する物質での実験結果と詳細な対応も調べている。この部分は、すでに論文として出版されている(Phys. Rev. B84 (2011) 180410(R), Phys. Rev. Letter 108 (2012) 037204)。

第4章では、不純物がある場合の端点における不純物モードの電子スピン共鳴の吸収ピークへの効果を調べている。いくつかの一次元 $S=1$ 反強磁性ハイゼンベルグ磁性体物質の電子スピン共鳴実験において、基本的な励起である、ソリトンやブリーザーなどでは説明できず未解決な共鳴準位とされていたものがあった。その由来を明らかにするため、端点のモードに関する場の理論的定式化として **sine-Gordon** 模型の散乱問題を解き、そのエネルギー準位を求めた。これを用いて、上記の未解決な共鳴準位は不純物による一次元鎖切断によって生じる端点に付随する励起モード（境界束縛状態）からの寄与であることを明らかにした。

第5章は、全体のまとめに当てられている。

これらの成果は、電子スピン共鳴が物性解明の非常に敏感なプローブであることを明らかにし、関連する量子磁性の特徴を明らかにする理論構築を与えており新しい物性研究を拓くものであり、物性物理学の新しい展開を与えるものと評価できる。

なお、第2章は押川正毅氏、Ian Affleck 氏、第3章は押川正毅氏、鈴木隆史氏、高吉慎太郎氏、前田義高氏、PierreBouillot 氏、Carinna Kollath 氏、Thierry Giamarchi 氏、第4章は押川正毅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。