

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Strong electron correlation effects in a quasiperiodic lattice
著者(和文)	竹森那由多
Author(English)	Nayuta Takemori
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10062号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:古賀 昌久,西森 秀稔,上妻 幹旺,井澤 公一,西田 祐介
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10062号, Conferred date:2016/3/26, 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	竹森那由多
論文審査 審査員		氏 名	職 名	
	主査	古賀 昌久	准教授	西田 祐介
	審査員	西森 秀稔	教授	
		上妻 幹旺	教授	
		井澤 公一	教授	

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Strong electron correlation effects in a quasiperiodic lattice」と題し、6 章および付録から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、全体的な研究の背景や本論文の目的および要約を述べている。強相関効果や準結晶のこれまでの研究について概観した後、最近発見された準結晶物質 $\text{Au}_{51}\text{Al}_{34}\text{Yb}_{15}$ における量子臨界現象について述べ、準周期系における強相関効果を取り扱うことの重要性について指摘している。

第 2 章「Real-space dynamical mean field theory」では、準周期系における強相関効果を取り扱うための理論手法について述べている。準周期系は周期系と異なる幾何学的構造を持つため、従来から知られている解析法を用いて強相関効果を取り扱うことができない。ここでは、準周期系特有の局所構造と、強相関効果を同時に解析することのできる実空間動的平均場近似の詳細について述べている。まず、動的平均場理論について経路積分表示を用いて定式化した後、実空間動的平均場理論への拡張の詳細について述べている。また、様々な有効不純物モデルの解析法について利点、欠点を述べた後、本論文で用いる連続時間量子モンテカルロ法と反復摂動法について詳細な説明を行っている。

第 3 章「Local electron correlation effects in quasiperiodic system」では、準周期系における局所電子相関効果について調べた結果を述べている。ここでは、準周期系として二次元ペンローズ格子を例にとり、強相関効果を議論する理論モデルとしてハバード模型を取り上げている。周期的ハバード模型においては、強相関効果により金属絶縁体転移(モット転移)が起こることが知られているが、準周期構造を持つ系においてモット転移が起こるかどうかは自明ではなく、理論的取り扱いの難しい問題であった。これに対して著者は、実空間動的平均場理論を用いて、ハバード模型の解析を行い、モット転移が起こることを検証している。また、金属相において、準周期系特有の幾何学的構造を反映した重い電子が実現することを、詳細な解析により議論している。さらに、格子の開境界条件に起因する効果がモット転移近傍において出現することを明らかにしている。

第 4 章「Real-space dual fermion approach」では、実空間デュアルフェルミオン法について述べている。実空間動的平均場近似においては、局所相関効果のある程度正確に取り込めているが、サイト間相関効果が重要となる低温においては定量的な議論ができない。そのため、非一様系において長距離相関効果を取り扱うための手法が求められていた。この章では、周期系で用いられていたデュアルフェルミオン法を紹介し、実空間表現への拡張について述べている。さらに、良く知られた二次元正方格子を例として取り上げ、他の数値計算手法の結果と比較することにより、この手法の正当性について議論している。また、開境界条件を持つ正方格子の結果についても紹介し、この方法が非一様系に広く応用可能であることを明らかにしている。

第 5 章「Intersite electron correlation effects in quasiperiodic system」では、前章において開発した実空間デュアルフェルミオン法を用いて、二次元ペンローズハバード模型を解析した結果について述べている。サイト間相関効果を取り入れた結果、モット転移点が定量的に修正されることを見出している。さらに、電子の二重占有率について、実空間動的平均場理論の結果と実空間デュアルフェルミオン法の結果を比較することにより、低温におけるサイト間相関の重要性について指摘している。

第 6 章「Conclusion」では、論文全体を概観した後、今後の展望について述べている。

付録においては、本文で結果のみを紹介した Hubbard-Stratonovich 変換について詳細を記述している。

以上を要するに、本論文は、準周期系における強相関効果を理論的に系統的に調べた最初の研究の成果であり、申請者の学識の深さと独創性を十分に表しており、博士(理学)の称号付与にふさわしい

ものと判断される。

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。