

自己評価報告書

平成23年 4月 2日現在

機関番号：13101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008~2011

課題番号：20740187

研究課題名(和文) 乱れた系の局在・磁性・超伝導・超流動の微視的理論

研究課題名(英文) Microscopic theory of localization, magnetism, superconductivity, and superfluidity in disordered systems

研究代表者

柳瀬 陽一(YANASE YOUICHI)

新潟大学・自然科学系・准教授

研究者番号：70332575

研究分野：物性理論

科研費の分科・細目：物理学・物性I I

キーワード：ランダムネス、アンダーソン局在、電子相関、エキゾチック超伝導・超流動

1. 研究計画の概要

アンダーソン局在の発見以来現在に至るまで、乱れた電子系の量子物性は物性物理学における重要課題となっている。また、電子間相互作用が生み出す磁性・超伝導・金属絶縁体転移などの多彩な現象は物性物理学における中心課題である。現在、アンダーソン局在・強相関電子系の両分野において、電子相関とランダムネスの協奏により生じる興味深い現象が次々と発見され、精力的な研究が続けられている。しかし、理論的に未解明な問題が多いのが現状である。

ここには未開拓な分野が広がっており、多くの理論研究者の興味を惹きつけている。しかしながら、具体的な取り組みは少ない。その主な理由は、問題の難しさそのものにあると思われる。しかし、近年の計算機性能の向上と、電子相関を取り扱う理論的手法の発展により、強い乱れを含む系の微視的計算も可能となっている。本研究課題では、そのような理論的研究の発展に取り組んでいる。

2. 研究の進捗状況

(1) アンダーソン局在とS波超伝導の競合による超伝導絶縁体転移の新しい典型例としてホウ素ドーパダイヤモンドやシリコン等の高濃度半導体における超伝導を考察し、そのグローバルな相図を決定した。特に、超伝導絶縁体転移に関して、超伝導のメソスコピック揺らぎ・熱揺らぎの影響を調べた。これらの系では、アンダーソン局在に伴うクーパーペアの局在現象が超伝導絶縁体転移の起源となりうることを示した。

(2) 重い電子系超伝導体 CeCoIn5 の低温高磁場領域で実現されていると考えられてい

るFFLO超伝導相におけるランダムネスの効果調べた。ランダムポテンシャルを含む微視的モデルをボゴリウボフ・ジャン方程式に基づいて解析した結果、新しいタイプのグラス相が現れることを見出し、これをFFLOグラス相と名付けた。その相において期待される磁氣的性質を調べ、その空間分布と統計性に現れる特徴を考察した。

(3) インバランスな冷却フェルミ原子気体におけるFFLO超流動相の研究を行った。この系におけるFFLO超流動の可能性が大きな注目を集めているが、現在までに実験的な観測例はない。その理由が、この系に特有のトラップの性質にあることを我々は見出し、FFLO超流動を実現するためには別の種類のトラップを用意すれば良いことを提案した。本研究では、トラップがある系の超流動をボゴリウボフ・ジャン方程式および実空間T行列近似を用いた解析により考察した。

(4) ランダムなスピン軌道相互作用があるスピン三重項超伝導体について研究を行った。特に層状欠陥がある系に注目し、局所的な空間反転対称性の破れに起因する新奇な超伝導現象を発見した。その結果に基づいて、Sr2RuO4-Sr3Ru207共晶系とCePt3Siの2つの超伝導体を考察した。

3. 現在までの達成度

おおむね順調に進展している。

(理由) これまでに行った研究成果により、乱れた系の磁性、超伝導、超流動について新しい知見が数多く得られている。

4. 今後の研究の推進方策

今後は重い電子系人工超格子における不均一超伝導相について研究を進める予定である。ごく最近、京都大学の実験グループがこの物質の作成に成功しており、新しい超伝導現象の舞台として注目を集めている。実験グループとも連携し、これまで以上にインパクトのある理論研究を行う予定である。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 13件)

Y. Yanase,
Random Spin-orbit Coupling in Spin Triplet Superconductors: Stacking Faults in Sr₂RuO₄ and CePt₃Si,
J. Phys. Soc. Jpn. 79, 084701,
2010年、査読有り

Y. Yanase,
Angular Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov State in cold fermion gases in a toroidal Trap,
Phys. Rev. B, 80, 220510(R),
2009年、査読有り

Y. Yanase,
The disordered Fulde-Ferrel-Larkin-Ovchinnikov state in d-wave superconductors,
New J. Phys. 78, 55056,
2009年、査読有り

Y. Yanase and N. Yorozu,
Superconductivity and Localization in Doped Semiconductors,
J. Phys. Soc. Jpn. 78, 034715,
2009年、査読有り

柳瀬陽一、萬直行,
ドーピングされた半導体の局在と超伝導、
固体物理、43巻、637-649、
2008年、査読なし

[学会発表](計 19件)

[その他]

ホームページ

<http://bussei.gs.niigata-u.ac.jp/~yanase/study.html>