OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Mode-coupling Theory of Itinerant Electron Antiferromagnetism with Considering Superconducting Fluctuations
Author(s)	藤本, 行延
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/54250
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【74】

氏名	藤本行延（ふじもとゆきのぶ）
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 23895 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Mode-coupling Theory of Itinerant Electron Antiferromagnetism with Considering Superconducting Fluctuations （超伝導ゆらぎを考慮したモード間結合理論による反強磁性相の発現機構の解明）
論文審査委員	（主査） 教授 三宅 和正 （副査） 教授 井元 信之　教授 北岡 良雄

論文内容の要旨

モード間結合理論はこれまで多くの反強磁性相の振る舞いを説明するのに成功してきた。そこで本論文は従来のモード間結合理論に超伝導ゆらぎを取り込み下記の2つの反強磁性相の発現を説明した。

(1) $CeCoIn_5$ は常圧で磁場を印加すると超伝導相の形成は抑制され反強磁性量子臨界点QCPが現れる。その時点での磁場をH_{QCP}とすると奇妙なことに絶対零度での上部臨界磁場$H_{C2}(0)$と一致している。磁場の強さが$H_{C2}(0)$に等しい所は常伝導相と超伝導相の境界にあたり、超伝導ゆらぎが大きい。そこで、モード間結合理論 に超伝導ゆらぎを加えてこの奇妙な磁場誘起量子臨界点の起源を説明した。すなわち、この理論は量子臨界点の発現を促進する項と抑制する項を含む。超伝導ゆらぎを加えない状態では量子臨界点の形成を抑制する項が促進する項をわずかに上回る。ところが超伝導ゆらぎを加えると絶対零度近傍では促進する項が抑制する項を上回り、量子臨界点が形成された。

(2) これまで反強磁性の発現は超伝導状態下では抑制されるとみなされてきた。ところが、反強磁性と超伝導の協奏という新奇な概念が$HgBa_2Ca_4Cu_5O_{12+}$(Hg-1245)の実験結果から提案された。そこでは超伝導と反強磁性の共存が実現している。モード間結合理論の基本的構想は反強磁性の発現を促進するRPA項がそれを抑制するスピンゆらぎのモード間結合項を上回ると反強磁性が発現するというものである。更に超伝導秩序変数の位相のゆらぎを組み込み反強磁性と超伝導の協奏を説明した。

論文審査の結果の要旨

モード間結合理論はこれまで多くの反強磁性相の振る舞いを説明するのに成功してきた。しかし、超伝導ゆらぎおよび項伝導秩序の存在が磁性発現にどのような効果をもつかについての研究は成されていない。そこで本論文は従来のモード間結合理論に超伝導ゆらぎおよび超伝導秩序の存在の効果を取り込み下記の2つの反強磁性相の発現を説明した。

1) $CeCoIn_5$ は常圧で磁場を印加すると超伝導相の形成は抑制され反強磁性量子臨界点QCPが現れる。それに対応する磁場をH_{QCP}とすると奇妙なことに絶対零度での上部臨界磁場$H_{C2}(0)$と一致している。磁場の強さが$H_{C2}(0)$に等しい所は常伝導相と超伝導相の境界にあたり、超伝導ゆらぎが大きい。そこで、モード間結合理論に超伝導ゆらぎを加えてこの奇妙な磁場誘起量子臨界点の起源を説明した。すなわち、磁性発現に関するモード間結合理論は量子臨界点の発現を促進する項と抑制する項を含む。超伝導ゆらぎを加えない状態では量子臨界点の形成を抑制する項が促進する項をわずかに上回っている場合、超伝導ゆらぎを加えると絶対零度近傍では促進する項が抑制する項を上回り、量子臨界点が形成された。これは$CeCoIn_5$ での振る舞いを矛盾なく説明する。

2) これまで反強磁性の発現は超伝導状態下では抑制されるとみなされてきた。ところが、反強磁性と超伝導の協奏という新奇な概念が$HgBa_2Ca_4Cu_5O_{12+}$(Hg-1245)の実験結果から提案された。そこでは超伝導と反強磁性の共存が実現している。磁性発現に関するモード間結合理論の基本的構想は反強磁性の発現を促進するRPA項がそれを抑制するスピンゆらぎのモード間結合項を上回ると反強磁性が発現するというものである。超伝導秩序変数の位相のゆらぎをの効果はゆらぎの効果と同様にスピンゆらぎのモード間結合項をより効果的に抑制するために反強磁性と超伝導の協奏を可能にすることを示した。

これらの結果は「超伝導と反強磁性の共存・協奏」について新しい知見を加えるものであり、博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。