

別紙 1-1

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 太田 善彦

論 文 題 目 NMR に基づく鉄系超伝導体 $\text{Ba}_{0.66}\text{K}_{0.34}\text{Fe}_2\text{As}_2$ および
FeSe のスピンドイナミクスの研究

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	小林 義明
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(工学)	谷山 智康
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教授	博士(理学)	紺谷 浩
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	講師	博士(理学)	山川 洋一
委 員	名古屋大学大学院工学研究科	教授	博士(工学)	生田 博志

論文審査の結果の要旨

電子間の強い相互作用を持つ強相関電子系では、電子のスピン・軌道・電荷のゆらぎが顕著に現れる。このようなゆらぎは超伝導などの電子物性の発現に重要な役割を果たすと考えられている。ゆらぎを詳細に調べて、物性との関連を明らかにすることは、基礎的のみならず物質設計の指針を得る上でも重要である。

多軌道強相関電子系である鉄系超伝導体では、液晶の電子版である電子ネマティック性が観測され、この系の軌道自由度の重要性が示された。さらに鉄系超伝導体では多くの新奇物理現象が見出され、この多軌道多バンド超伝導体の生み出す科学の理解に多くの研究者が注目している。

申請者は、温度降下時、超伝導転移温度に向けて顕著になるスピンゆらぎや軌道ゆらぎが、超伝導の発現と密接に関係すると考えられることから、常伝導状態におけるスピンゆらぎとその異方性の温度変化を詳細に調べた。対象として、相図上でスピン秩序と軌道秩序(軌道占有数の偏り)を持つ相に近接するためスピンと軌道のゆらぎが強い $\text{Ba}_{0.66}\text{K}_{0.34}\text{Fe}_2\text{As}_2$ 、および軌道秩序と超伝導転移を併せ持つ FeSe を選択した。これらは電子相関の強さが異なるため、それぞれのスピンゆらぎを比較することで鉄系超伝導体の超伝導発現とスピンゆらぎの関係を明らかにすることができると考えられる。特に核磁気共鳴(NMR)信号の減衰に着目し、印加磁場方向の電子スピンゆらぎを調べた。この減衰率から NMR 共鳴周波数 f_{NMR} (~数 10 MHz)より低いゼロ周波数近傍のスピンゆらぎに関する情報を得られるため、スピンゆらぎの周波数依存性と超伝導発現の関係を議論できる。

$\text{Ba}_{0.66}\text{K}_{0.34}\text{Fe}_2\text{As}_2$ では、約 100K から超伝導転移温度 T_c までの温度降下過程において、反強磁性的スピンゆらぎの発散的増大が f_{NMR} およびゼロ周波数近傍で生じることを観測した。これは、スピンゆらぎの発達の周波数依存性が小さいことを示す結果である。すでに報告された軌道ゆらぎの温度変化と比較すると、軌道ゆらぎとスピンゆらぎの結合は弱く、電子ドーパ系 $\text{Ba}(\text{Fe}_{1-x}\text{Co}_x)_2\text{As}_2$ 鉄系超伝導体とは大きく異なることを指摘した。このように、両ゆらぎの発達の違いが超伝導発現に重要な役割を果たしていることがわかった。

次に FeSe において同様の実験を行った結果、軌道秩序温度以下 T_c に向けてゼロ周波数近傍のスピンゆらぎが発達することを見出した。これは f_{NMR} におけるスピンゆらぎの発達が弱いという報告と合わせると、スピンゆらぎの振舞いに顕著な周波数依存性があることを意味する。物質によりスピンゆらぎが異なる原因に対し、電子軌道ごとに電子相関が異なる軌道選択モット転移、そして軌道秩序のドメイン構造の観点から議論した。

申請者は、鉄系超伝導体における極めて遅いスピンゆらぎを見出し、その機構の提案を行った。特に、軌道秩序相におけるスピンゆらぎに周波数依存性があることを初めて報告した。これは鉄系超伝導体の超伝導発現機構に対して、重要な知見を与えるもので評価できる。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。