

論文審査の結果の要旨

氏名 小寺 克昌

本論文は6章からなる。第1章はイントロダクションであり、論文の構成について述べ、第2章もイントロダクションとして、研究の背景となる量子ホール系についての概観が行われている。第3章はこの研究における実験方法のまとめが記され、第4章に論文提出者の研究内容が述べられている。最後の第5章は研究の総括、第6章は付録である。

半導体界面に実現される2次元電子系については長い研究の歴史があるが、1980年の整数量子ホール効果発見と1982年の分数量子ホール効果発見以来、強磁場中の2次元電子系に対して活発な研究が続けられ、とりわけ、相互作用が主役を演じる分数量子ホール効果は強相関電子系の一つの典型例として注目されてきた。この強相関系としての量子ホール系の研究において、当初から重要性の指摘がされながら初期の研究では無視されてきたスピン自由度がその存在を主張した重要な例が占有率1からの準粒子励起としてのスカーミオンである。準粒子励起が単純な電子または正孔ではなく、回りのスピンの反転を伴うスカーミオンであることは初め理論的に指摘され、後にNMRのKnight shiftの実験で存在が確認された。更に、有限の密度で系に導入されたスカーミオンは低温では結晶状態になることが、理論的に予測され、転移温度の計算も行われている。このスカーミオン結晶が実際に実現しているか否かを調べることは現在実験家に課せられた重要課題の一つで、本論文での研究目的である。

さて、原子核のスピン偏極はOverhauser効果により、電子系に大きな有効磁場を与える。核磁気共鳴によって核スピンの偏極が変化すると、電子系に対するこの有効磁場が変化するために電子系の対角抵抗に変化が現れる。この現象を用いて核磁気共鳴を検出することは抵抗検出核磁気共鳴法として知られており、原子核を用いた電子状態の推測法として近年盛んに用いられてきた。この抵抗検出核磁気共鳴による研究では、スカーミオンが多数励起された占有率1の近辺で、共鳴線形が分散型と称される谷と山を持った特異な形状を示すことと、核スピンの縦緩和時間が増大することが明らかにされ、スカーミオン結晶との関連性が推測されてきた。そこで、この手法を用いてこの領域で詳細な実験を行い、抵抗検出核磁気共鳴での異常と、スカーミオン結晶との関連性を探ろうというのが、本論文の研究目的である。

本研究では先ず、分散型線形の得られる領域を広い占有率領域、温度領域について調査し、占有率-温度平面上でその出現範囲を明らかにした。その結果、この領域が理論で予測されているスカーミオン結晶実現領域に含まれること、従って分散型線形の

発現とスカーミオン結晶の実現が関連している可能性があることを結論づけている。この発現領域の特定はここで初めて行われたものであり、高く評価できる。本研究では更に核スピンの緩和率についても詳細な研究が行われた。分散型線形の発現領域では、線形の谷の位置での緩和時間が大きく減少すること、この緩和時間が通常のKorringa 則とは逆の温度依存性を示すことを明らかにされた。本論文ではこの温度依存性がスカーミオン結晶の融解と関連づけられるとの指摘が行われている。なお、温度依存性については先行する2つの実験が相異なる結果を得ていたが、本研究の結果はそれら従来の実験結果のどちらとも異なるものである。このことは、この系に対するさらなる研究の必要性を示したものと言える。この結果の違いは試料の質によるものであろう。入手可能な試料を用いて詳細な結果を得たことは評価できる。

以上述べたように、本研究はスピンの自由度の関与した量子ホール系に対して、詳細な研究を行い、いくつかの新たな測定結果を得たもので、この分野の発展に寄与しており、博士論文として十分な内容を持つものと判断できる。

なお、本論文は高堂寿士、橋本義昭、遠藤彰、勝本信吾、家泰弘との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験を行ったものであり、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。