

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12287 号
------	---------------

氏 名 戎 弘実

論 文 題 目

Majorana fermionとparafermionが引き起こすfractional Josephson
効果についての理論的研究
(Theoretical analysis on fractional Josephson effect induced by
Majorana fermion and parafermion)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	田仲 由喜夫
委員	名古屋大学	准教授	川口 由紀
委員	名古屋大学	准教授	岡本 佳比古
委員	名古屋大学	准教授	小林 晃人
委員	名古屋大学	教授	増淵 雄一

論文審査の結果の要旨

戎弘実君提出の論文「Majorana fermionとparafermionが引き起こすfractional Josephson効果についての理論的研究」は、超伝導体接合に現れる新奇準粒子が作り出す特異な位相差・電流依存性を予言したものである。凝縮系の理論のみならず新奇な量子演算可能な超伝導デバイス設計の指針にもつながる理論的予言を行った。

第1章では全体の構成が紹介されて、第2章では、研究の背景としてマヨラナフェルミオン(Majorana Fermion)とは何か、また超伝導のペア対称性に関する概念の説明がまとめられている。

第3章では、超伝導体・強磁性体・超伝導体接合において強磁性体の磁化が超伝導体に浸入する逆近接効果によってジョセフソン電流に新奇な位相差・電流依存性が現れることが明らかにされている。また、得られたジョセフソン電流の持つ物理的起源が、アンドレーエフ束縛状態、奇周波数クーパーペアを計算することで明らかにされている。

第4章では、パラフェルミオン(parafermion)が現れる分数量子ホール効果について背景が紹介されている。分数量子ホール系の基底状態の縮退度、エッジ理論のこれまでの発展が紹介されている。またマヨラナフェルミオンを一般化された概念であるパラフェルミオンについての研究の現状が紹介されている。

第5章では、2層分数量子ホール系と超伝導接合においてパラフェルミオンが作り出す新奇なジョセフソン効果の研究結果が記述されている。エッジ状態として現れる中性モードを検出できる新しい実験方法が提案されるだけでなく、従来にない長周期のジョセフソン電流の存在が予言されている。この結果は、超伝導接合およびトポロジカル量子物理として極めて重要な成果といえる。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、ジョセフソン効果という超伝導で古くから知られた現象が、マヨラナフェルミオン、パラフェルミオンといった新奇な準粒子によって劇的に影響を受けることを理論的に明らかにしている。本論文で得られた結果は、新奇トポロジカル量子現象の開拓として興味ある結果であり、また新奇な超伝導量子デバイスへの応用を実現するためにも重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である戎弘実君は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があると判断した。