

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		新しいトポロジカル不変量による量子相、特に異方的超伝導、超流動相の研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Study of unconventional superconducting states based on new topological invariants			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)サトウ	名)マサトシ	研究期間 B	2009 ~ 2010 年
	漢字 CB	佐藤	昌利	報告年度 YR	2011 年
	ローマ字 CZ	Sato	Masatoshi	研究機関名	東京大学物性研究所
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京大学物性研究所 物性理論研究部門・助教			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究では、以下の研究成果を得た。</p> <p>まず、以前発表したスピン3重項超伝導体のアンドレーエフ束縛状態の理論を、多軌道の自由度からなる超伝導体に拡張した。UPt3 など、スピン3重項超伝導体の可能性が高いと考えられている物質は、重い電子系とよばれ複数の軌道自由度からなる複雑なフェルミオンを持つ。そのために、具体的な系に理論を応用するためには、多軌道自由度をもつ系に理論を拡張することが必要であった。私は、本研究で、どのような複雑な多軌道自由度をもつ系にもあてはめることが可能である形に理論を拡張することに成功した。その結果、奇パリティ超伝導体であれば、アンドレーエフ束縛状態の有無を、フェルミ面の形状から明らかにすることが可能となった。</p> <p>また、アンドレーエフ束縛状態とトポロジカル数の関係に関する一般論を展開した。この一般論については、一部を日本語の解説の形でまとめたほか、その後、詳しい理論を展開して論文に発表した。また、dxy+p 波超伝導体に理論を応用し、時間反転対称なマヨラナフェルミオンのトポロジカルな性質を明らかにした。</p> <p>レーザー冷却により作られる non-Abelian topological order のトポロジカルな性質については詳細を調べ、本論文として発表した。これら一連の論文は、スピン・軌道相互作用を取り入れることで、s 波超伝導体・超流体でも、non-Abelian topological order が可能であることを初めて示した論文として広く知られている。非可換エニオンの安定性についても議論し、ゼーマン磁場がある条件を満たす時には、非可換エニオンが安定であり、non-Abelian topological order の性質がノンゼロモードの影響をうけにくいことも明らかにした。</p>					
キーワード FA	トポロジカル超伝導体	アンドレーエフ束縛状態	非可換エニオン	マヨラナフェルミオン	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	トポロジカル超伝導体入門							
	著者名 ^{GA}	佐藤昌利	雑誌名 ^{GC}	物性研究					
	ページ ^{GF}	311~349	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	94
雑誌	論文標題 ^{GB}	Topological odd-parity superconductors							
	著者名 ^{GA}	Masatoshi Sato	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B					
	ページ ^{GF}	220504-1~4	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	81
雑誌	論文標題 ^{GB}	Non-Abelian topological orders and Majorana fermions in spin-singlet superconductors							
	著者名 ^{GA}	M. Sato, Y. Takahashi, S. Fujimoto	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B					
	ページ ^{GF}	134521-1~28	発行年 ^{GE}	2	0	1	0	巻号 ^{GD}	82
雑誌	論文標題 ^{GB}	Surface density of states and topological edge states in noncentrosymmetric superconductors							
	著者名 ^{GA}	K. Yada, M. Sato, Y. Tanaka, T. Yokoyama	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B					
	ページ ^{GF}	064505-1~9	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	83
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

We developed theory of topological superconductors.

First, we presented theory of the Andreev bound states for general odd-parity superconductors with multiple orbital degrees of freedom. Interesting relations between topology of the Fermi surface and the Andreev bound states were revealed.

Second, correspondences between topological invariants of bulk superconductors and the Andreev bound state on edges were studied. We introduced a new topological number which enables us to characterize time-reversal invariant Majorana fermion on an edge of a special kind of noncentrosymmetric superconductors.

Finally, a novel realization scheme to realize Majorana fermion in s-wave superconductors/superfluids was given. Taking into account the Rashba spin-orbit interactions and Zeeman field, we showed that Majorana fermion and non-Abelian anyon are possible even for s-wave superconductors for the first time.