

## 研究成果報告書

研究テーマ (和文)	多重ワイル粒子をもつトポロジカル半金属における量子輸送現象		
研究テーマ (英文)	Quantum transport theory for topological semimetal with multifold Weyl fermions		
研究期間	2019年 ~ 2022年	研究機関名 名古屋大学	
研究代表者	氏名	(漢字)	山影 相
		(カタカナ)	ヤマカゲ アイ
		(英文)	Ai Yamakage
	所属機関・職名	名古屋大学大学院理学研究科・講師	
共同研究者  * 2名をこえる場合は、【別紙追加用紙】(P3)に3人目以降を追記してください。	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
	所属機関・職名		
	氏名	(漢字)	
		(カタカナ)	
		(英文)	
所属機関・職名			

概要 (600字~800字程度にまとめてください。)

新粒子が新しい物理現象を産み出す。逆に、一見複雑な物理現象を新しい(準)粒子描像で簡潔に理解する。これは物理における基本的な観点の一つである。トポロジカル半金属における電子の低エネルギーの振る舞いは質量が零のディラック/ワイル粒子と等価な方程式で支配され、通常の金属とは質的に異なる輸送現象が生じることが期待される。本研究が着目するのは、トポロジカル半金属の内、スピンの1のフェルミ粒子を内包するものである。スピン1フェルミ粒子は物質中においてのみ存在することができる状態であり、そのため、それに起因する新奇な輸送現象を引き起こすことを明らかにしてきた。

通常の金属における不純物による電気抵抗は、電子系の状態密度に逆比例するが、トポロジカル半金属においては、不純物の効果が非自明であり、その限りではない。スピン1フェルミ粒子においては、その特異性が最も顕著に表れることを解明した。スピン1フェルミ粒子に固有な電子状態(平坦バンド)の存在により、状態密度は零エネルギーに巨大なピーク構造をつくる。その一方で、電気抵抗は急激に増大し、激しいエネルギー依存性をもたらす。また、スピン1フェルミ粒子に固有な多バンドの電子状態と、それらの混成という量子効果によって、不純物濃度にほとんど依存しない電気抵抗値が実現することも分かった。これらの振る舞いは多バンド量子効果に起因しているため、スピン1フェルミ粒子のみならず、多重ワイル粒子に遍く発現することが示唆される。さらに、これらの結論は、実験の定性的そして定量的な理解に不可欠な結果となるはずである。

さらに、スピン1フェルミ粒子系では、静電ポテンシャルの遮蔽効果も特異的になることが分かりつつあり、引き続き研究を推進する。

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	論文課題	Quantum transport of a spin-1 chiral fermion				
	著者名	Risako Kikuchi, Ai Yamakage	雑誌名	Phys. Rev. B		
	ページ	235204-1~235204-11	発行年	2 0 2 2	巻号	106
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	~	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	

英文抄録（100語～200語程度にまとめてください。）

New particles can lead to novel physical phenomena, while a new particle picture can help explain complex phenomena concisely. In physics, this is a fundamental perspective. We focus on topological semimetals that contain spin-1 fermions, which exist only in materials. The study shows that the low-energy behavior of electrons in these materials follows equations similar to those of massless Dirac/Weyl particles, leading to qualitatively different transport phenomena from normal metals.

The research clarifies that the singularity of spin-1 fermions is most prominently expressed in the nontrivial effect of impurities on electrical resistance. We reveal that the density of states exhibits a giant peak structure at zero energy due to the existence of unique electronic states specific to spin-1 fermions. Moreover, the quantum effect of multiband electronic states specific to spin-1 fermions and their hybridization lead to an electrical resistance that is almost independent of impurity concentration. These behaviors arise from multiband quantum effects, indicating that they are not limited to spin-1 fermions but also widely manifested in multiple Weyl fermions.

The findings should be significant for the qualitative and quantitative understanding of experiments. Additionally, the screening effect of electrostatic potentials becomes specific in spin-1 fermions, prompting further research.