

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		引力相互作用するフェルミ気体における異常コンダクタンスの理論的解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Theoretical understanding of an anomalous conductance in attractively interacting Fermi gases			
研究氏 代表 者	カタカナ CC	姓)ウチノ	名)シュン	研究期間 B	2016 ~ 2017 年
	漢字 CB	内野	瞬	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	UCHINO	SHUN	研究機関名	理化学研究所
研究代表者 CD 所属機関・職名		理化学研究所・特別研究員			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>ETHのTilman Esslingerグループにより実現されている、冷却フェルミ気体を用いた2端子輸送系は、新たな量子シミュレーターとして注目されている。冷却原子気体の強みは、Feshbach 共鳴を用いることで原子間相互作用を操作できる点であり、この技術により、強く相互作用するフェルミ気体の輸送現象が詳細に議論できるようになった。</p> <p>最近では、量子ポイントコンタクト系でのコンダクタンス測定が行われ、原子間相互作用を強くしていくことで、量子化値より大きなコンダクタンスが得られていた。このようなコンダクタンスの振る舞いは、これまでのメゾスコピック物理において議論されてこなかった新しい現象であり、異常コンダクタンスと呼ばれている。</p> <p>我々は、この異常コンダクタンスの本質が超流動揺らぎにあると考え、その観点から、系のコンダクタンスの振る舞いを議論した。具体的に我々は、普遍的なコンタクト抵抗を議論できるトンネルハミルトニアンから出発し、実験で重要な、接合の透過率が1の場合を議論するため、非線形応答理論を用いた解析を行った。そして、超流動揺らぎに起因するクーパー対が主要な役割を果たしていることを明らかにし、この効果により量子化値を超えるコンダクタンスが得られることを明らかにした。さらに、実験との比較も行い、我々の理論によって、実験がよく再現されることを示した。</p> <p>我々が明らかにしたクーパー対による異常コンダクタンスは、接合の透過率が1のあたりで出現し、超流動転移温度が高い、強結合領域で大きな寄与を与える。このような系の実現例は他にはなく、理論研究も存在していなかった。常流動相においても協力現象が発現し、それによって量子化値を超えるコンダクタンスが実現できるというシナリオは、メゾスコピック伝導において全く新しい知見であったといえる。</p>					
キーワード FA	冷却原子気体	メゾスコピック物理	非平衡物理	超伝導・超流動	

(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 <sup>GB</sup>	Anomalous transport in the superfluid fluctuation regime							
	著者名 <sup>GA</sup>	S. Uchino, M. Ueda	雑誌名 <sup>GC</sup>	Physical Review Letters					
	ページ <sup>GF</sup>	105303/1-4	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	7	巻号 <sup>GD</sup>	118
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 <sup>EZ</sup>

A two terminal transport system realized with cold Fermi gases by Tilman Esslinger' s group at ETH has attracted attention as a novel quantum simulator. An advantage of cold atoms is that an interatomic interaction can be tuned with the Feshbach resonance. Due to such a technique, transport phenomena on strongly interacting Fermi gases can be examined in detail.

Recently, a conductance measurement via a quantum point contact was done and revealed that a conductance beyond the quantized value is obtained by increasing an interatomic interaction. Since such a behavior of the conductance has not been addressed in mesoscopic physics, it is called the anomalous conductance.

We tried to understand the nature of the anomalous conductance in terms of superfluid fluctuations. To be specific, we started with the so-called tunneling Hamiltonian, which can discuss the universal contact resistance, and performed theoretical analyses with the nonlinear response theory in order to examine a junction whose transparency is around 1. We then found that preformed pairs originating from superfluid fluctuations play crucial roles and lead to the presence of the conductance beyond the quantized value. In addition, we found that the experimental observations can be nicely reproduced with our theory.

The anomalous conductance triggered by preformed pairs emerges at the junction whose transparency is nearly 1 and is enhanced in a strongly interacting regime in which superfluid transition temperature is extremely high. There is no other realization in such a system and therefore is no theoretical consideration before. The scenario where a cooperative phenomenon emerges in the normal phase and the conductance beyond the quantized value is obtained is completely new insight in mesoscopic transport.