

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		ボーズ系朝永-ラッティンジャー液体における超流動応答の実験的解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Experimental study of the superfluid response of Bosonic Tomonaga-Luttinger liquid			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)タニグチ	名)ジュンコ	研究期間 B	2013 ~ 2015 年
	漢字 CB	谷口	淳子	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Taniguchi	Junko	研究機関名	電気通信大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		電気通信大学大学院先進理工学専攻・助教			
<p>概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究課題では、1次元ナノ細孔に液体 ⁴He を閉じ込めることで、ボーズ系の朝永-ラッティンジャー(TL)液体を実現し、その超流動応答を実験的に解明することを目的としている。TL 液体における超流動応答は、超流動転移温度 (T_c) が観測周波数に対してべき的に変化するという、動的なものであることが理論的に予測されている。本研究者は、すでに2つの共振モードを有する2重連成振子により超流動を測定し、孔径 2.8 nm 細孔中では T_c が周波数の減少により低温に大きくシフトするという実験事実を得ている。本研究では、より広範囲な周波数領域で超流動の観測を行うために、周波数可変ねじれ振子の開発を行った。その原理は、2重連成振子に着脱式のおもりをつけることにより、共振周波数を変えるというものである。完成したねじれ振子では高周波モードで 18~20 kHz、低周波モードで 1~6 kHz の範囲で周波数を変えることができる。現在、製作した周波数可変ねじれ振子を用いて測定を開始したところである。本研究成果によりラッティンジャーパラメータを実験的に求めることが可能となり、今後 TL 液体特有の超流動応答の理解が加速的に進むことが期待される。</p> <p>周波数可変ねじれ振子の開発と並行して、既存の2重連成振子により、細孔中の動的な超流動応答についてさらに詳細な研究を行った。その一つが細孔中超流動における不純物効果である。不純物として同位体である ³He を導入し、³He の量に対する T_c の変化を調べたところ、3次元超流動と同様に、不純物濃度にほぼ比例して抑制されることが分かった。一方、T_c の周波数依存の大きさは、不純物濃度によらず一定であった。これらの結果は、量子揺らぎの大きい1次元系では、不純物により超流動応答が大きく影響(抑制)を受けるであろうという予想に反するものであった。今後、超流動抑制のメカニズムについて研究を進めたいと考えている。</p>					
キーワード FA	1次元系	朝永-ラッティンジャー液体	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 ^{GB}	Dynamical Superfluid Response of ^3He - ^4He Solutions Confined in a Nanometer-Size Channel							
	著者名 ^{GA}	K. Demura, J. Taniguchi, M. Suzuki	雑誌名 ^{GC}	Journal of the Physical Society of Japan					
	ページ ^{GF}	094604-1~-5	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	84
雑誌	論文標題 ^{GB}	Evidence for a Common Physical Origin of the Landau and BEC Theories of Superfluidity							
	著者名 ^{GA}	S.O.Diallo, J. Taniguchi, H. R. Glyde et al.	雑誌名 ^{GC}	Physical Review Letters					
	ページ ^{GF}	215302-1~-5	発行年 ^{GE}	2	0	1	4	巻号 ^{GD}	113
雑誌	論文標題 ^{GB}	Nuclear magnetic resonance on ^3He confined in 2.8-nm channel of FSM16							
	著者名 ^{GA}	J. Taniguchi, D. Tanaka, M. Suzuki	雑誌名 ^{GC}	Journal of Physics: Conference Series					
	ページ ^{GF}	012022-1~-4	発行年 ^{GE}	2	0	1	4	巻号 ^{GD}	568
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
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

One dimensional (1D) quantum many-body systems is one of the main issue of condensed matter physics, due to a large quantum fluctuation. This research is aimed at realization of Bosonic Tomonaga-Luttinger (TL) liquid by confining of liquid ^4He into a nanometer-size channel, and at understanding its superfluid response. According to theoretical predictions, the superfluid response of TL liquid is essentially a dynamical phenomenon related to the suppression of quantum phase slip, and the dynamical aspect would be most obvious on a measuring frequency dependence of superfluid transition temperature (T_c). Prior to this research, we have studied the superfluid response of liquid ^4He in 2.8-nm channel by means of a twofold torsional oscillator at 2 and 0.5 kHz, and observed a large suppression of superfluid onset by reduction of frequency. In this research, we have developed a new variable-frequency torsional oscillator, in order to observed the superfluid response in a wide range of frequency. Its resonance frequency is varied by the attachment of weight to the twofold torsional oscillator, and ranges from 18 to 20 kHz (from 1 - 6) in the high (low) frequency mode. This new torsional oscillator will make it possible to obtain the Luttinger parameter experimentally from the frequency dependence of T_c , and will promote the understanding of superfluidity of TL liquid.

In parallel with the development of the new torsional oscillator, we have studied the superfluid response of liquid ^4He in 2.8-nm channel in more detail, by means of the existing twofold-torsional oscillator. We have studied the impurity effect on the superfluid response by introducing a small amount of ^3He as an impurity. The decrease of T_c is proportional to the ^3He concentration, as the same as the bulk superfluid. Furthermore, the magnitude of suppression by lowering frequency does not depend strongly on the ^3He concentration.