

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		曲面ナノカーボンにおける二相共存問題の理論解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Unifying theory of the two-phase coexistence in curved nanocarbons			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓) シマ	名) ヒロユキ	研究期間 B	2010 ~ 2011 年
	漢字 CB	島	弘幸	報告年度 YR	2012 年
	ローマ字 CZ	SHIMA	HIROYUKI	研究機関名	北海道大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		北海道大学 大学院工学研究院 応用物理学部門 ・ 助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 本研究では、エネルギーギャップを示す長距離秩序相における光励起キャリア緩和現象について、転移温度直下でのキャリア緩和ダイナミクスを統一的に説明する新規理論の確立を図った。研究の初期段階においては、従来のキャリア緩和理論において想定されている各種の散乱過程を精査した。その結果、従前のボトルネック理論では、格子の密度変調を伴う「縦波」のフォノンモードのみが考慮されているという不具合を指摘した。そこで横波フォノンモードの寄与を取り入れて理論を再構築した結果、縦波モードから横波モードへのエネルギー散逸量の増加に伴い、緩和時間の温度依存性が転移温度直下で発散する「発散型」から発散しない「非発散型」へと変化することが明らかになった。また、従来のキャリア緩和理論で導出されていた衝突積分を正しく評価することにより、緩和時間の単調増大現象が再現されることが明らかになった。ギャップ形成物質一般に対して成立する理論的枠組みを得たところで、この理論を前述の直鎖型 C60 ポリマーに適用し、キャリア緩和データの数値的再現を試みた。その結果、縦波モードから横波モードへのエネルギー散逸を考慮することにより、実験結果が定量的に再現されることが確かめられた。さらに本研究では、C60 ポリマーの電荷密度波転移を考察した。その結果、転移の発現機構が、系の電子物性およびフォノン物性に作用する幾何形状効果で理解できることを初めて明らかにした。具体的には、C60 ポリマーを一次元凹凸ナノチューブの束状凝縮系とみなし、凹凸チューブの電子-フォノン相互作用ハミルトニアンを構築した。次に一次元系に特有のフォノンソフト化現象を議論し、Peierls 転移温度の定義を与えた。最後に、系を構成する凹凸ナノチューブの幾何形状パラメータや弾性パラメータを適切に設定し、実験的に報告されている転移温度の値と一致することを示した。					
キーワード FA		光励起キャリア	フラーレン重合体	電荷密度波状態	曲面量子系

(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}	Phonon Dispersion and Electron-Phonon Interaction in Peanut-Shaped Fullerene Polymers								
	著者名 ^{GA}	S.Ono & H.Shima	雑誌名 ^{GC}	Journal of the Physical Society of Japan						
	ページ ^{GF}	064704_1~064704_8	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	80	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Density of states anomalies in multichannel quantum wires								
	著者名 ^{GA}	H.Yoshioka & H.Shima	雑誌名 ^{GC}	Physical Review B						
	ページ ^{GF}	075443_1~075443_8	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	84	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Flexible control of the Peierls transition in metallic C ₆₀ polymers								
	著者名 ^{GA}	S.Ono & H.Shima	雑誌名 ^{GC}	EPL (Europhysics Letters)						
	ページ ^{GF}	27011_1~27011_4	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	96	
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}

In this project, I have developed a theory describing the energy relaxation of photo-excited carriers in low-temperature ordered states with band gap opening. The theory enables to formulate the carrier relaxation time near and below the transition temperature T_c , quantifying the contributions from different carrier-phonon scatterings to the relaxation rate. Importantly, it gives a solution as to controversy in experimental observations of the relaxation anomaly in gapped systems, i.e., as to why the presence/absence of the divergence near T_c is strongly dependent on the materials to be observed. Emphasis is placed on the crucial role of transverse acoustic (TA) phonon modes in the relaxation process; an ensemble of TA phonon modes is found to serve as a thermal sink during the carrier relaxation process, whose heat capacity determines the magnitude of the divergence near T_c . Validity of the theory is proven by collapse of experimental data obtained from fullerene polymers, a kind of gapped systems, onto a theoretical curve.