

## 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		カーボンナノチューブの架橋構造における励起子-励起子消滅過程の解析			
研究テーマ (欧文) AZ		Analysis of exciton-exciton annihilation process in air-suspended carbon nanotubes			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)カトウ	名)ユウイチロウ	研究期間 B	2013 ~ 2014 年
	漢字 CB	加藤	雄一郎	報告年度 YR	2014年
	ローマ字 CZ	Kato	Yuichiro	研究機関名	東京大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京大学 工学系研究科・准教授			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)					
<p>グラフェンを筒にした構造を持つ単層カーボンナノチューブは、円周に相当するベクトルを指定する整数 (n, m) の組み合わせ(カイラリティ)により電子構造が大きく変わり、金属にも半導体にもなりうることが知られている。このうち、半導体カーボンナノチューブは直接バンドギャップを持ち、室温でも励起子由来のフォトルミネッセンスを示す。単層カーボンナノチューブでは、励起子-励起子消滅過程が起きやすいと考えられている。励起子は電子と正孔が束縛されたもので、これが放射緩和を起こして光子を放出する。励起子-励起子消滅過程では、励起子同士が衝突した結果、その片方が消滅する。</p> <p>しかし、表面に付着物の無い清浄な単層カーボンナノチューブにおいて励起子-励起子消滅過程の効率が低いことが報告されているが具体的な値は知られておらず、また、カイラリティによってその効率が変化することも予想される。そこで、本研究ではカーボンナノチューブの架橋構造における励起子-励起子消滅過程の効率とそのカイラリティ依存性を明らかにすることを目的とした。</p> <p>架橋カーボンナノチューブの励起子拡散長を計測するために、フォトルミネッセンス強度が架橋幅に対してどのように変化するかを調査し、モデル計算と比較することによって拡散長を求めた。ブラウン運動における初通過法を用いて端部における励起子緩和を計算し、励起子-励起子消滅過程が無視できる低励起状態において励起子拡散長を求めた。さらに、モンテカルロ法により励起子-励起子消滅過程を明示的に取り入れたシミュレーションを行い、実験結果と比較することにより、励起子-励起子消滅過程の効果を定量的に明らかにした。</p>					
キーワード FA	物性実験	光物性	カーボンナノチューブ		

(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>	Chirality dependence of exciton diffusion in air-suspended single-walled carbon nanotubes							
	著者名 <sup>GA</sup>	A. Ishii, A. Yokoyama, M. Yoshida, T. Shimada, Y. K.	雑誌名 <sup>GC</sup>	Bull. Am. Phys. Soc.					
	ページ <sup>GF</sup>	T7.00003	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	3	巻号 <sup>GD</sup>	58
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Diffusion-related exciton decay processes in air-suspended single-walled carbon nanotubes studied by photoluminescence microscopy							
	著者名 <sup>GA</sup>	A. Ishii, M. Yoshida, Y. Kato	雑誌名 <sup>GC</sup>	Bull. Am. Phys. Soc.					
	ページ <sup>GF</sup>	Y37.00011	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	4	巻号 <sup>GD</sup>	59
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>	

欧文概要 <sup>EZ</sup>

In carbon nanotubes, exciton diffusion causes complex photoluminescence properties through end quenching and exciton-exciton annihilation. In order to clarify the effects of these processes in air-suspended carbon nanotubes, where they are isolated from the surroundings, we perform photoluminescence measurements on over a hundred individual nanotubes. Nanotube length dependence is investigated by measuring emission from nanotubes suspended over trenches with various widths and excitation power dependence is also investigated on each nanotube. We analyze the results by calculating the effects of end quenching as a function of the tube length using a first-passage approach. At low excitation powers where the exciton-exciton annihilation is negligible, this model gives intrinsic exciton diffusion lengths and relative values of photoluminescence action cross section. For higher excitation powers, Monte Carlo simulations are used to quantitatively evaluate the exciton-exciton annihilation rates and spatial profiles of the exciton density.