

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		半導体-貴金属ナノ微粒子ハイブリッド系のホット電子移動の研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Hot Electron Transfer in Semiconductor - Noble Metal Nanoparticle Hybrid Systems			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)タマイ	名)ナオト	研究期間 B	2013 ~ 2014 年
	漢字 CB	玉井	尚登	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	TAMAI	Naoto	研究機関名	関西学院大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		関西学院大学・理工学部 教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめて下さい。)</p> <p>本研究では、半導体ナノ微粒子系における高励起状態からのホット電子移動素過程を解明する事を目的として、量子閉じ込めの次元性が異なる半導体量子ドット (QDs), ナノロッド (NRs), およびナノプレート (NPLs) をコロイド合成すると共に、貴金属ナノ微粒子を接合し、フェムト秒レーザー分光による解析を行った。さらに OPA を用いた状態選択励起により、電子移動反応のメカニズム解明を目指した。</p> <p>1) Au- PbS QDs ハイブリッド系のホット電子 (ホットキャリア) 移動と状態選択励起</p> <p>PbS QDs を合成し、これに Au ナノ微粒子を外側に接合した種々の Au-PbS QDs ハイブリッド系をコロイド合成した。サイズと構造は、TEM および EDX で解析した。Au の直径が 1.3～2.6 nm の Au-PbS QDs ハイブリッド系では、1S(e)状態からのキャリア移動速度が Au の粒径増大と共に 2 ps 程度まで速くなった。状態選択励起による 1S 吸収のブリーチダイナミクスと収率の解析から、PbS QDs 系ではホットキャリア移動が観測されない事、しかし 1S(e)状態から装置の応答関数より速い数十 fs 以内の超高速キャリア移動が観測された。PbS QDs の電子と正孔の波動関数の考察から、数 ps の成分をホール移動、数十 fs 以内の成分を電子移動と結論した。</p> <p>1) Au- CdSe NRs および Au- CdSe NNPLs ハイブリッド系のホット電子移動と状態選択励起</p> <p>Au の直径が 1.5～2.2 nm の Au-CdSe NRs, および Au-CdSe NPLs ハイブリッド系をコロイド合成し、フェムト秒過渡吸収分光の状態選択励起により電子移動メカニズムを解析した。その結果、Au-CdSe NRs では CdSe NRs から Au ナノ微粒子へホット電子移動が起こっていること、その速度は 0.5～1.0 ps で 20%以上の収率であること等が明らかになった。一方、Au-CdSe NPLs では CdSe NPLs のバンド端状態からの電子移動のみしか観測されず、ホット電子移動反応が観測されないことを明らかにした。CdSe NRs と CdSe NPLs の違いは、量子閉じ込めの違いによる状態密度の差によるものと結論づけた。今後、Au-CdSe QDs ハイブリッド系のコロイド合成とフェムト秒分光による解析を行い、これらの系および Au-PbS QDs と比較検討する事が必要である。</p>					
キーワード FA	半導体ナノ微粒子	Au ナノ微粒子	ホット電子移動	状態選択励起	

(以下は記入しないで下さい。)

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下さい。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Ultrafast Carrier Transfer and Hot Carrier Dynamics in PbS-Au Hybrid Nanostructures							
	著者名 ^{GA}	T. Okuhata, Y. Kobayashi, Y. Nonoguchi, T. Kawai, and N. Tamai	雑誌名 ^{GC}	J. Phys. Chem. C					
	ページ ^{GF}	2113 ~ 2120	発行年 ^{GE}	2	0	1	5	巻号 ^{GD}	119
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
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 the present study, we have investigated the hot electron transfer from higher excited states of semiconductor nanocrystals to noble metal nanoparticles such as Au. Different types of semiconductor quantum dots (QDs), nanorods (NRs) and nanoplatelets (NPLs) were synthesized by colloidal methods. Their counterparts of Au-attached hybrid systems were also examined by femtosecond laser spectroscopy with a state-selective excitation method using OPA.

1) Hot electron (hot carrier) transfer and state-selective excitation in Au-PbS QDs hybrid systems

PbS QDs and Au-PbS QDs hybrid systems with Au diameters of 1.3 ~ 2.6 nm were synthesized, and their structures were analyzed by TEM and EDX. The carrier transfer from 1S(e) state to Au became fast up to ~ 2 ps with increasing Au diameter. In addition, it was also found that ultrafast carrier transfer within a few tens fs was observed from 1S(e) state to Au, but hot carrier transfer was not observed in Au-PbS QDs hybrid systems. By considering the penetration of electron and hole wavefunctions in PbS QDs, ~ ps and ultrafast (~fs) components were attributed to hole and electron transfer rates, respectively.

2) Hot electron transfer and state-selective excitation in Au-CdSe NRs and Au-CdSe NPLs hybrid system

Au-CdSe NRs and Au-CdSe NPLs were synthesized by colloidal methods and their electron transfer dynamics and mechanisms were analyzed by femtosecond transient absorption spectroscopy with a state-selective excitation method. In Au-CdSe NRs systems, hot electron transfer from CdSe NRs to Au was detected with a time constant of 0.5 ~ 1.0 ps and transfer yield higher than 20%. On the other hand, hot electron transfer was not observed in Au-CdSe NPLs. The difference between CdSe NRs and CdSe NPLs were interpreted in terms of the difference of density of state originating from the difference in quantum confinement effects.