

様式2

平成29年度 生体医歯工学共同研究実施報告書

受理年月日	
受理番号	2018

平成 30 年 3 月 16 日

生体医歯工学共同研究拠点 研究所長会議 議長 殿

共同研究代表者  
 所属機関 北九州工業高等専門学校  
 職 名 特命教授  
 氏 名 長村 利彦 印  
 勤務先所在地 〒802-0985  
 北九州市小倉南区志井5-20-1  
 電話番号 093-964-7292  
 FAX番号 093-964-7292  
 E-mailアドレス : nagamura@kct.ac.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

研究題目	(和)DNA 二重螺旋による光機能性色素の高度組織化とエネルギー上方変換応用 (英)Highly organized DNA assembly with functional dyes for photon energy upconversion		
研究領域	1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 ○3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 4. 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究		
研究期間	平成 29 年 4 月 17 日 ~ 平成 30 年 3 月 31 日		
研究組織			
氏名	所属機関・部局等	職名	役割分担
長村 利彦 三村 秀典 松田 直樹 竹原 健司 山根 大和 川井 秀記 森田 博也 浦田 恭聖 堀 直人 山口 耕平	北九州工業高等専門学校・生産デザイン工学科(物質化学コース) 静岡大学電子工学研究所 産業技術総合研究所・九州センター 北九州高専・生産デザイン工学科 北九州高専・生産デザイン工学科 静岡大学・学術院工学領域 北九州高専・生産デザイン工学科 北九州高専・生産デザイン工学科 北九州高専・生産デザイン工学科 北九州高専・生産デザイン工学科	特命教授 所長、教授 主任研究員 教授 教授 准教授 専攻科学生 専攻科学生 専攻科学生 専攻科学生	全体の取り纏め、分光計測、分子設計 ナノ薄膜物性評価 金ナノ粒子薄膜作成 光機能分子合成 上方変換薄膜評価 近赤外分光計測 有機合成, LSPR 計測 機能性高分子合成 上方変換薄膜作成 LSPR 増強上方変換
生体医歯工学共同研究拠点内対応教員	(共同研究をした教員名を記載) 三村 秀典		

<b>研究成果</b>		
<p>1) 可溶化剤としてミセルなどの分子集合体を用いない純粋な水溶液系で高い水溶性をもつカチオン性の増感剤と発光剤を用いて初めてUCを実現した。さらに、右図に模式的に示すように、カチオン性の増感剤と発光剤をDNA二重螺旋に濃縮かつ秩序的に固定化し、DNAを用いることでその効率を30倍以上向上させた。</p> <p>2) ナノ秒パルスレーザー励起により水溶液系で発光剤の励起三重項寿命、UC光の寿命を測定し、DNAの存在によって、いずれも大幅に伸びることを明らかにした。この結果から、カチオン性の増感剤と発光剤がDNA二重螺旋に濃縮かつ秩序的に固定化され、増感剤から発光剤への三重項エネルギー移動、発光剤間のエネルギーマイグレーションなどの効率が向上することが証明された。</p> <p>3) 金ナノ粒子分散水溶液からガラス基板上に金ナノ粒子薄膜を形成し、その上にカチオン性増感剤・発光剤を含むDNA水溶液を脱気後に滴下してキャスト及びスピンコートにより超薄膜を作成した。そのような系を定常光及びパルスレーザーで励起し、増感剤の燐光、UC光測定を行った。増感剤の燐光が金ナノ薄膜によって増強され、寿命は短くなることが明らかになった。これは金ナノ粒子の局在表面プラズモン効果である。超薄膜のUC光については、まだ観測されておらず、さらなる検討が必要である。</p>		
<b>使用した設備・資料・試料等</b>	定常光及びパルスレーザー励起による可視～近赤外領域の高感度発光計測装置(静岡大学)	
<b>本研究成果に関連する論文発表状況</b>		
<p>1) A. Fukuzaki, H. Kawai, T. Sano, K. Takehara, T. Nagamura, Efficient upconversion by water-soluble cationic sensitizer and emitter in aqueous solutions with DNA, <i>ACS Biomaterials Science and Engineering</i>, <b>3</b> (8), 1809-1814 (2017)</p> <p>2) N. Matsuda, T. Nakashima, H. Okabe, H. Yamada, H. Shiroishi, T. Nagamura, Preparation of Au nano-particle dispersed water solution without surfactant for surface-enhanced Raman scattering platform, <i>Molecular Crystals and Liquid Crystals</i>, <b>653</b>, 137-143 (2017).</p> <p>3) T. Nagamura, A. Fukuzaki, H. Morita, H. Kawai, K. Takehara, N. Matsuda, Photon upconversion by DNA with cationic sensitizer and emitter in aqueous solutions and in thin films deposited on gold nanoparticles, <i>IEICE Technical Reports</i>, <b>117</b>, 9-13 (2017).</p>		
<b>次年度の共同研究継続の有無</b>	有	<p>拠点内対応教員とご相談の上ご記入ください。</p> <p>継続の場合には次年度の研究計画をご記入願います。</p>
<b>次年度の研究計画(継続の場合)</b>		
<p>1) 広波長域での励起三重項寿命およびエネルギー準位や発光剤の蛍光スペクトルなどの評価 前年度よりさらに長波長域で吸収および発光する増感剤および発光剤を北九州高専で合成し、静岡大学において定常光及びパルスレーザー励起による可視から近赤外高感度分光測定装置を用いて蛍光・燐光スペクトルを測定し、上方光エネルギー変換のダイナミクス、励起三重項のエネルギー準位、上方光エネルギー変換蛍光および燐光寿命などを評価する。</p> <p>2) DNA 水溶液中での広波長域可視光による上方エネルギー変換の実現と分子組織化による効率向上 これらの増感剤と発光剤を適当な比率および濃度で水溶液中に分散し、酸素による励起三重項状態の消光を防ぐため脱気して、可視光の長波長側の緑～赤色の光で増感剤を励起して種々の発光剤による蛍光を観測する。上方エネルギー変換効率の最適化をめざして、DNAの添加効果を明らかにする。</p> <p>3) 増感剤発光剤を固定化したDNA薄膜での上方エネルギー変換と局在表面プラズモン共鳴による効率向上 水中プラズマ放電で作成した安定剤なしの金ナノ粒子水分散液を基盤上に滴下して形成した薄膜上などに増感剤および発光剤色素を固定化したDNA超薄膜を配置して、脱気条件で緑～赤色の光で励起して局在表面プラズモン共鳴による電場増強に基づいて上方エネルギー変換効率の飛躍的向上をめざす。</p>		

