様式2

2019 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	

西暦　2020 年 3 月 10 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 静岡大学電子工学研究所
職　　名 客員教授
氏　　名 長村利彦　印
〒 432 -8011
浜松市中区城北3-5-1
電話番号 053-478-1653
FAX番号 053-478-1651
E-mailアドレス ： tossynagamura@gmail.com

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	西暦2０１９ 年 5 月 １４ 日 ～ 西 暦 ２０２０ 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	静岡大学電子工学研究所 (北九州高専・生産デザイン工学科)	客員教授 (特命教授)	全体の取り纏め、分光計測、分子設計
三村　秀典	静岡大学電子工学研究所	所長、教授	ナノ薄膜物性評価
松田　直樹	産業技術総合研究所・九州センター	主任研究員	金ナノ粒子薄膜作成
竹原　健司	北九州高専・生産デザイン工学科	教授	光機能分子合成
山根　大和	北九州高専・生産デザイン工学科	教授	上方変換薄膜評価
川井　秀記	静岡大学・学術院工学領域	准教授	近赤外分光計測
岩田　瑶子	静岡大学・学術院工学領域	大学院生	近赤外分光計測
山口　耕平	北九州高専・生産デザイン工学科	専攻科生	機能性化合物合成
舁　一隆	北九州高専・生産デザイン工学科	専攻科生	機能性化合物合成

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) 三村秀典教授

研究成果	
金属ナノ粒子分散水溶液などからガラス基板上に金属ナノ粒子薄膜を形成し、その上にカチオン性増感剤(PdTMPyP)と発光剤(DAPA)を含む DNA 水溶液、および中性増感剤(PtOEP)と発光剤(DPA)を含む疎水化DNA(H-DNA; 対イオンの Na^+を長鎖アルキルトリメチルアンモニウムにイオン交換)の有機溶媒混合溶液を、脱気後にガラス基板上および金属ナノ粒子薄膜上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。そのような超薄膜系を 532 nm の定常光及びナノ秒パルスレーザーで励起し、光エネルギー上方変換(UC)光測定および増強のため様々な検討を行った。DNA 誘導体超薄膜中で、PdTMPyP のみを分散固定化した系で金属ナノ粒子局在表面プラズモンによる増感剤燐光が二桁程度増強されることが確認できた。 超薄膜系で PdTMPyP から DAPA へおよび PtOEP から DPA への励起三重項エネルギー移動は確認できたが、UC 光の波長付近で弱いながら金属ナノ粒子からの発光が生じることがわかった。薄膜系での UC 強度はかなり弱いのでその影響を排除することが不可欠であり、本年度はその対策を重点的に行った。金属ナノ粒子薄膜上にセルロースナノファイバ水分散液をスピンコートすると金属由来の発光は完全に消すことができた。溶液中で UC 効率が PdTMPyP- DAPA-DNA 系に比べて2桁程度高い PtOEP-DPA の H-DNA 超薄膜でも UC 光はまだ観測されておらず、さらに成膜条件や構成比率などの最適化を進めている。	
使用した設備・資料・試料等	CW およ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)

本研究成果に関連する論文発表状況

1) H. Morita, H. Kawai, K. Takehara, N. Matsuda, T. Nagamura, Emission enhancement of water-soluble porphyrin immobilized in DNA ultrathin films by localized surface plasmon resonance of gold nanoparticles, *IEICE Transactions on Electronics*, **E102-C** (2), 100-106 (2019).
2) N. Matsuda, H. Okabe, *T. Nagamura*, M. Uehara, Possible application of gold thin films formed from surfactant free gold nano-praticle dispersed in aqueous solutions to surface-enhanced Raman scattering spectroscopy, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 686(1), 63-69, (2019).
3) H. Yamane, M. Kawahara, G. Takatoki, M. Taguchi, Y. Yamasaki, T. Nagamura, Photon upconversion dyes system with red to yellow wavelength conversion function, *IEICE Trans. Electron.*, E102-C (2),107-112 (2019).
4) N. Matsuda, *H. Okabe,* A. Omura, M. Nakano, K. Miyake, *T. Nagamura,* H. Kawai, *In situ* observation of immobilization of Cytochrome c into hydrophobic DNA nano-film, *IEICE Transactions on Electronics*, E102-C (6), 471-474 (2019).

次年度の共同研究継続の有無	有 ・ ○無	拠点内対応教員とご相談の上ご記入ください。
		継続の場合には次年度の研究計画をご記入願います。

次年度の研究計画（継続の場合）