

様式2

平成28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	2032

平成 29 年 3 月 24 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

職 名 准教授

氏 名 川井秀記

印

勤務先所在地 〒432-8561

浜松市中区城北3-5-1

電話番号 053-478-1653

FAX番号 053-478-1653

E-mailアドレス : kawai.hideki@shizuoka.ac.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

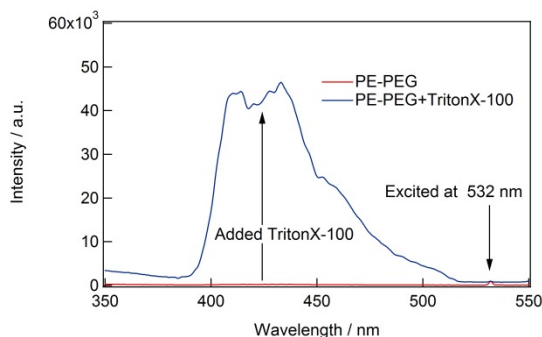
研究題目	(和) 高分子ミセルを用いたアップコンバージョンによるバイオイメージングの開発 (英) Development of bioimaging by the up-conversion using polymeric micelles.		
研究領域	① 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 4. 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究		
研究期間	平成 28 年 6 月 1 日 ~ 平成 29 年 3 月 31 日		
研究組織			
氏名	所属機関・部局等	職名	役割分担
川井秀記 原田伸治 早川泰弘	静岡大学・工学部・化学バイオ工学科 静岡大学大学院総合科学技術研究科 静岡大学電子工学研究所	准教授 大学院生 教授	研究全般 試料の作製 試料の評価
所要経費			
旅費総額	研究・会議費総額	消耗品費総額	
0 円	0 円	200,000 円	
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) 早川泰弘(静岡大学電子工学研究所)		
共同研究継続の希望について	有	平成28年度研究費 総額(千円)	200
		※継続を希望される場合記入してください	

## 研究成果

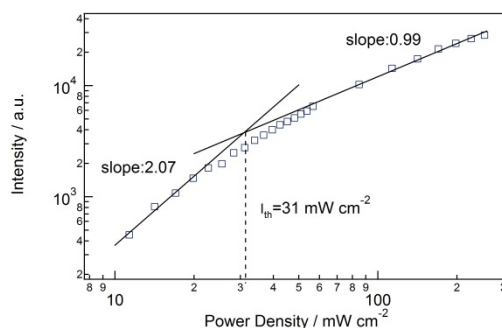
三重項-三重項消滅(triplet-triplet annihilation : TTA)を利用したアップコンバージョン(up-conversion : UC)は、高出力のレーザーを用いることなく励起光よりもエネルギーの高い光を得ることができることから、様々な分野で応用が期待されている。このアップコンバージョンが高分子ミセルのようなナノ粒子で発現できれば、EPR(enhanced permeability)効果を利用したがん細胞のイメージングへの応用ができる。本研究では、親水部と疎水部からなる高分子共重合体から形成される高分子ミセル中において、三重項-三重項消滅に基づくアップコンバージョンを水溶液中で検討を行った。

増感剤に白金を配位したオクタエチルポルフィリン(PtOEP)、発光剤に 9,10-ジフェニルアントラセン(DPA)を用いた。高分子ミセルにはポリエチレン-ポリエチレングリコール共重合体(PE-PEG)、界面活性剤は TritonX-100 を使用した。Fig. 1 に、PtOEP と DPA を含んだ PE-PEG ミセル中での発光スペクトルを示す。532 nm で励起すると、645 nm 付近に PtOEP のリン光が生じ、432 nm 付近に DPA 由来の UC 発光が観測された。この UC 発光は非常に弱いものであったが、TritonX-100 を加えることによって 2 桁以上に発光強度が増大した。これはマトリックスとして使用した PE-PEG の周りを界面活性剤である TritonX-100 が覆うことで、水中で高い分散安定性を保つことができたため、色素がミセル中に保持されたと考えられる。

Fig. 2 に TritonX-100 を含むミセル中での UC 発光のレーザー光強度依存性を示す。UC 発光強度を励起光強度に対して両対数軸プロットすると、傾きが 2 から 1 への遷移が観測された。この挙動は TTA に基づく UC 発光特有のものであり、しきい値( $I_{th}$ )は、 $31 \text{ mW/cm}^2$  となり比較的低い値であるといえる。



**Fig. 1** UC emission spectra of PtOEP (10  $\mu\text{M}$ )/DPA (100  $\mu\text{M}$ ) in aqueous solutions containing PE-PEG (5 mg/5 ml) and TritonX-100 (50 mM) excited at 532 nm.



**Fig. 2** Dependence of up-conversion emission intensity upon excitation intensity (532 nm) of PtOEP (10  $\mu\text{M}$ ) DPA (100  $\mu\text{M}$ ) in aqueous solution containing PE-PEG (5 mg/5 ml) and TritonX-100 (50 mM).

## 使用した設備・資料・試料等

設備・機器(Nd:YAG レーザー、フォトマルチチャンネルアナライザー、デジタル・オシロスコープ、紫外可視分光光度計、蛍光分光光度計)生化学実験試薬(ポリエチレン-ポリエチレングリコール共重合体、クロロホルム、蒸留水)、光学部品類(石英セル、光学レンズ、光学フィルター)

## 本研究成果に関連する論文発表状況

- 1) 原田伸治, 川井秀記:「高分子ミセルでの三重項-三重項消滅に基づくアップコンバージョンの光物性評価」日本化学会春季年会, 横浜 (2017. 3. 17)
- 2) 原田伸治, 川井秀記:「高分子ミセルでの三重項-三重項消滅に基づくアップコンバージョンの評価」高分子討論会, 横浜 (2016. 9. 14)
- 3) Y. Watanabe, T. Harada, H. Kawai, T. Kaji, M. Hiramoto, K. Nishiyama; Journal of Molecular Liquids, 217, 51-56 (2016).