

シリコンワイヤーアレイの作製とそれを用いた蛍光強度増強

Fabrication of Si wire array and its use for fluorescence-intensity enhancement substrate

広島大院理¹, 広島大自然科学セ² ○坂本 全教¹, 玉光 弘典¹ 齋藤 健一^{1,2}Department of Chemistry, Graduate School of Science, Hiroshima Univ.¹, Natural Science Center for Basic Research and Development (N-BARD), Hiroshima Univ.²○Masanori Sakamoto¹, Hironori Tamamitsu¹, Ken-ichi Saitow^{1,2}E-mail: masanori-s@hiroshima-u.ac.jp¹

【序論】貴金属ナノ・マイクロ構造体を用いた金属増強蛍光 (MEF: Metal Enhanced Fluorescence) は、基礎・応用の両面から盛んに研究が行われている。金属を増強基板に用いると、大きな増強効果が得られるが、1) 貴金属が高価、2) 励起状態の蛍光分子から金属へのエネルギー移動による蛍光の消光が課題となっている。一方、最近の研究より、非金属のナノ・マイクロ構造体でも増強効果が複数報告されはじめている[1]。我々は、シリコン(Si)の微粒子における、蛍光増強効果を報告している[2]。Si は原料の存在量が豊富であり、元素戦略的にも有用な材料である。また、Si は間接遷移型の半導体であるため、励起状態にある蛍光分子のエネルギー移動を抑え、金属で観測される消光による増強低下の抑制が期待される。本研究では、Si 基板上に Si ワイヤアレイの構造を作製し、それを増強基板として用い、蛍光色素溶液の蛍光増強効果を検証した。その結果、約 60 倍の増強度が観測された。また、増強度の値ならびに増強スペクトルの形状は、高い再現性を示した。

【Si ワイヤアレイの作製】Si ワイヤアレイは、ナノ球リソグラフィーを基にした手法で作製した。すなわち、シリコンウエハー上にポリスチレン球を塗布した後、ポリスチレン球のエッチングとシリコンのエッチングをそれぞれ行い、二次元アレイ構造を生成した。アレイを構成している Si ワイヤの寸法は、現在までのところ、直径 $1.7 \mu\text{m}$ 、長さ $3.0 \mu\text{m}$ である。

【蛍光スペクトルの増強測定】作製した Si ワイヤアレイを用い、蛍光色素溶液の蛍光強度の増強効果を、顕微分光測定より行った。用いた蛍光分子は、クリスタルバイオレット(濃度: $3.6 \times 10^{-4} \text{M}$, 溶媒: MeOH) である。光源には He-Ne レーザー(633 nm)を用いた。図 1 は結果の一部である。点線 (青) のスペクトルが増強前のスペクトル、実線 (赤) が増強後のスペクトルである。

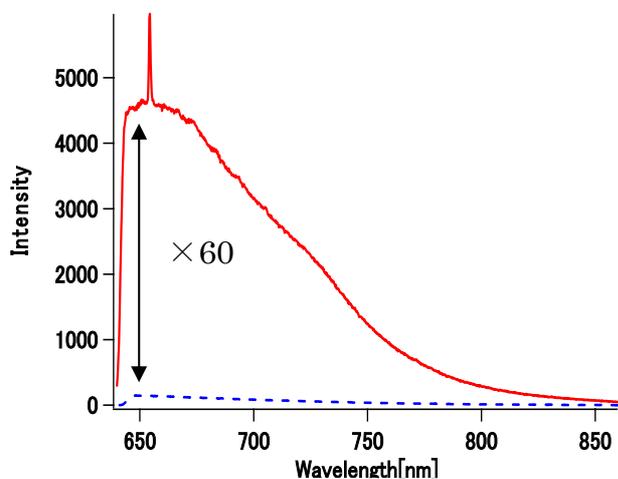


図 1. 蛍光強度スペクトル (実線: 増強後, 点線: 増強前)

両者を比べることにより、Si ワイヤアレイにより蛍光強度が著しく増加していることがわかる。両者のピーク強度比から増強度を算出すると、約 60 となった。また、増強基板の場所を変えて測定を行っても、増強度のばらつきが少なく、再現性の高い結果を容易に得ることに成功した。

参考文献: [1] 例えば、S. Hayashi, Y. Takeuchi, S. Hayashi, and M. Fujii, *Chem. Phys. Lett.*, 480, 100 (2009). [2] 齋藤 健一, 末盛秀美, 特願 2012-174848