シリコン量子ドット–タンパク質間相互作用による プロテインコロナ形成

Formation of protein corona of silicon quantum dot and protein

神戸大院工[1] ○井上 飛鳥[1], 杉本 洋蔵[1], 杉本 泰[1], 藤井 稔[1]

Kobe Univ.[1], ○Asuka Inoue[1], Yozo Sugimoto[1], Hiroshi Sugimoto[1], Minoru Fujii[1]

E-mail: fujii@eedept.kobe-u.ac.jp

直径数ナノメートルのシリコン(Si)結晶である Si 量子ドットは、量子サイズ効果により可視~近赤外領域において発光を示す生体親和性ナノ蛍光材料であり、有機色素や蛍光タンパク質に代わる生体内蛍光プローブとしての応用が期待されている。一般的にナノ粒子を生体内に注入すると、生体内タンパク質とナノ粒子が相互作用しプロテインコロナが形成される[1]。Si 量子ドットにおいても、プロテインコロナが形成されると考えられるが、その構造やプロテインコロナ形成が Si 量子ドットの発光特性に与える影響に関して、殆ど研究が行われていない。本研究では、牛血清アルブミン(Bovine Serum Albumin: BSA)を Si 量子ドットコロイド溶液と混合した場合の、プロテインコロナの形成とそれが Si 量子ドットの発光特性に及ぼす影響について調べた。

Si 量子ドットとして当研究室で開発した、全無機水分散性 Si 量子ドット（直径約 7 nm）を用いた [2]。この Si 量子ドットは負の表面電位を有することから高い水分散性を示し、水中において可視~近赤外領域に高効率発光を示す(Fig.(a))。Fig.(b)に Si 量子ドット水溶液（0.1 mg/mL）に異なる濃度の BSA（0-100 μM）を混合した場合のアガロース電気泳動の結果を示す。BSA 濃度増加に伴い Si 量子ドットの分子量が増大していることから、プロテインコロナが形成されていることがわかる。この濃度範囲において BSA 層が Si 量子ドット表面に何層形成されるかを、Si 量子ドットの表面積と BSA のサイズから計算すると、1-10 μM で 1 層以下、50-100 μM で 2-3 層形成されることが分かった。Fig.(c)に 100 μM の BSA と混合した Si 量子ドット（0.1 mg/mL）の透過型電子顕微鏡(TEM)像を示す。TEM 像には、Si 量子ドットと BSA の複合体と考えられるサイズが 20-50 nm の構造がみられ、その内部において複数個の Si 量子ドットの存在が確認された。Si 量子ドットの直径が 7 nm、BSA のサイズも 7 nm であることを考えると、複合体は複数の Si 量子ドットと BSA から構成されることで、20-50 nm のサイズを有する構造を形成したと考えられる(Fig.(b)模式図)。

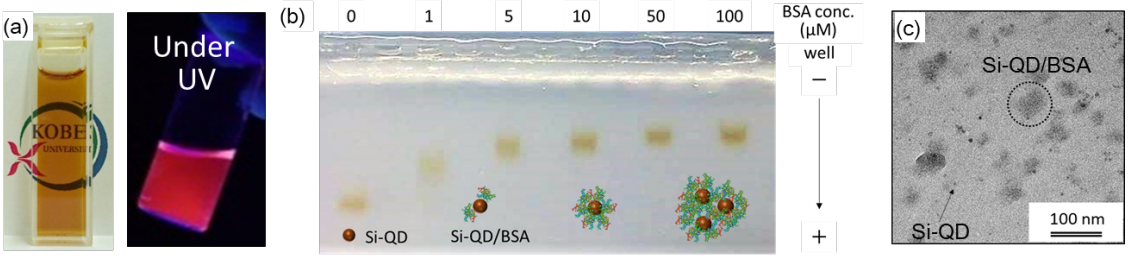


Figure (a) Photograph of aqueous solution of silicon quantum dots (Si-QDs) under room light (left) and UV light (right), (b) agarose gel electrophoresis of Si-QD/BSA. BSA concentration is changed from 0 to 100 μM, (c) transmission electron microscope image of Si-QD/BSA (100μM) composites.

[1] M. Mahmoudi et al., ***Chemical Reviews*** (2011) 111, 9, 5610
[2] M. Fujii, et al., ***Chemical Communication*** (2018) 54, 35, 4375

© 2019年 応用物理学会