

グルタチオンに応答する高輝度散乱/蛍光ナノ粒子プローブの開発

Development of Glutathione-Responsive Nanoparticle Probes Exhibiting Bright Scattering and Fluorescence

神戸大院工¹, ○(M2) 足立 将人¹, 杉本 泰¹, 藤井 稔¹

Kobe Univ¹, Masato Adachi¹, Hiroshi Sugimoto¹, Minoru Fujii¹

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

高い屈折率($n \sim 4$)をもつシリコン(Si)ナノ粒子はサイズに依存した高効率な光散乱を示す[1]. 当グループでは, 球状 Si ナノ粒子(直径 100-300 nm)表面に蛍光色素を修飾することで, 暗視野散乱と蛍光を用いたデュアルモードイメージングを実証した[2]. 本材料は暗視野観察(白色光照射下)で散乱を示し, 単色光励起で蛍光を示す. 本研究では, グルタチオン(GSH)に応答する機能を付与し, 診断技術に応用可能なナノプローブへと展開する. GSH はがん細胞内に高濃度で存在する抗酸化物質であり, GSH を検出することで, がんの診断と治療が可能である[3]. 本研究では, 散乱によるイメージングと GSH により蛍光を ON/OFF する診断機能を併せ持つナノ粒子を開発する.

図 1 に本研究で開発するナノ粒子プローブの概要図を示す. 結晶 Si ナノ粒子の表面に蛍光色素 RITC を修飾し, その上に 6 nm 程度の MnO_2 シェルを形成した. この状態では, 吸収性の MnO_2 シェルにより, RITC の蛍光は消光する(図 1 左). 一方で, GSH 存在下では MnO_2 シェルが溶解し, 蛍光が回復する(図 1 右).

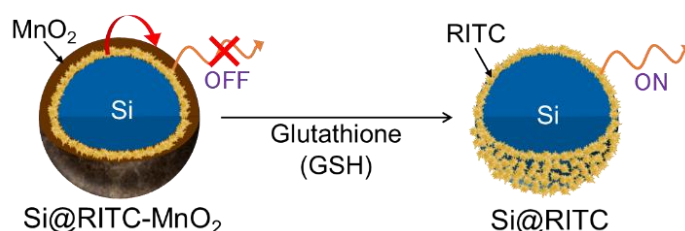


Figure. 1 Schematic of the fluorescent activation mechanism of the Si@RITC-MnO₂ Nanoprobe for GSH detection.

図 2 に作製した Si@RITC-MnO₂ ナノ粒子の暗視野散乱イメージと蛍光イメージを示す. 図 2(a),(b)はそれぞれ GSH 添加前後のコアサイズの異なる単一ナノ粒子のイメージである. 白色光照射下では GSH の添加に関わらず, Si ナノ粒子コアによる高輝度な散乱が確認できる. 散乱色は粒子のサイズに依存し, 1 (粒径 ~ 110 nm) $\rightarrow$ 4 (粒径 ~ 180 nm)とサイズが大きくなるにつれて, 散乱色は青から赤みがかった色へ変化する. 下段の蛍光イメージでは, GSH 添加前は蛍光が観察されないが, GSH 添加後は RITC の黄色蛍光がみられ, GSH の有無により蛍光の OFF/ON 機能が実現されている. 講演では, 蛍光強度の GSH 濃度依存性や診断用ナノプローブとしての有用性について議論する.

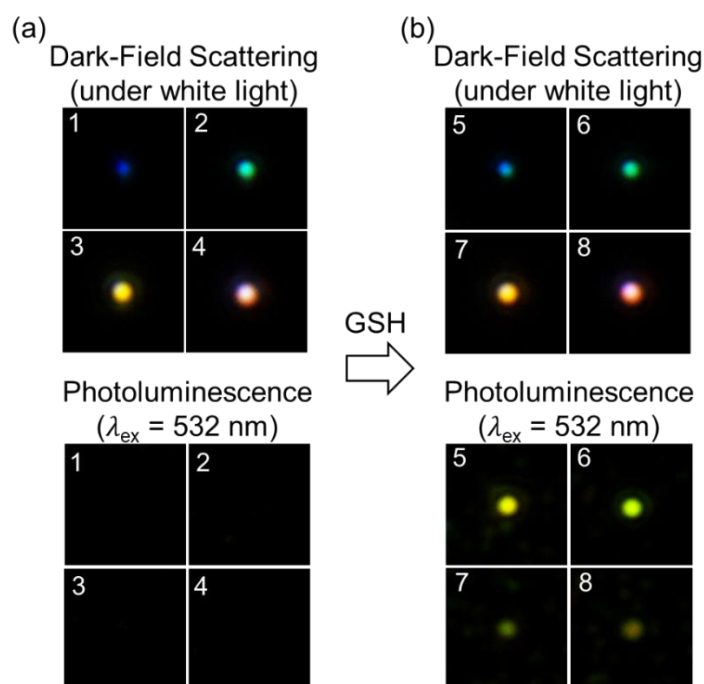


Figure. 2 Dark-field scattering and photoluminescence images of Si@RITC-MnO₂ Nanoprobe (a) before adding and (b) after adding GSH.

[1] H. Sugimoto, T. Okazaki, and M. Fujii, *Adv. Opt. Mater.*, 8, 2000033, (2020).

[2] M. Adachi, H. Sugimoto, Y. Nishimura, K. Morita, C. Ogino, M. Fujii, *Small*, 2207318, (2023).

[3] N. Sohal, B. Maity, N. Shetti, P. Basu, *ACS. Appl. Nano Mater.*, 4, 3, 2285–2302, (2021).