

機能性金ナノ粒子の光集合過程による DNA の特異的検出

Specific Detection of DNA by Optical Assembling Process

of Functionalized Au Nanoparticles

○西村 勇姿¹, 西田 敬亮², 田村 守^{1,2}, 伊都 将司³, 床波 志保², 飯田 琢也^{1,*}

¹ 阪府大院理, ² 阪府大院工, ³ 阪大院基礎工

○Yushi Nishimura¹, Keisuke Nishida², Mamoru Tamura^{1,2}, Syoji Ito³, Shiho Tokonami², Takuya Iida^{1,*}

¹Grad. Sch. Sci. & ²Grad. Sch. Eng. of Osaka Pref. Univ., ³Grad. Sch. Eng. Sci. of Osaka Univ.

*E-mail: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

近年, 予防医療や食品の安全性検査のための DNA 検出技術の迅速化・高感度化・低コスト化に関する研究開発は社会的要請の観点からも急務である. 通常, 生体中の DNA は互いに相補的な一本鎖 DNA のペアから成る二重鎖構造を有する. このような一本鎖 DNA の片割れを金ナノ粒子の表面に多数化学修飾した機能性の DNA 修飾金ナノ粒子(DGNP)の分散液に, 相補的な塩基配列をもつ一本鎖 DNA(ターゲット DNA)を添加すると二重鎖形成に伴って DGNP がマクロに集合するが, 得られた集合体の電気伝導測定から fmol レベルの微量 DNA の検出を実現した報告もある[1]. 一方, 光学技術に視点を移すと, レーザー光による光誘起力により金属ナノ粒子を高密度に集合化して, 局在表面プラズモン(LSP)の協力効果を制御できる可能性も理論的に示されている[2]. 本研究では, これらの知見から着想を得て, レーザー照射により DGNP と微量のターゲット DNA を高密度集合化して二重鎖形成と LSP の協力現象を制御するための物理的機構解明と[3], 新奇な光学的 DNA 検出技術(図 1)の原理開拓に挑んだ.

図 2(a)はプローブとしての DGNP の分散液に極微量の相補鎖 DNA をターゲットとして添加し, 赤外レーザーを照射した場合の結果の一例である. 照射開始直後からスポット付近で小さな集合体が多数形成し, 次第に大きく成長した. 一方で, ミスマッチ DNA の場合にはほとんど集合体は形成されなかったことから(図 2(b)), 相補鎖 DNA の場合のみ二重鎖形成による顕著な集合化が起こったと考えられる (設定した濃度では, 光照射無しでは相補鎖 DNA 添加後に数日間静置してもマクロな集合体の観測は困難であった). 詳細な観測から, 光誘起力[2]に加えて金属ナノ粒子の光発熱効果が引き起こす対流[4]によりスポット付近の DGNP の局所濃度が高まり, ターゲット DNA との衝突確率も高まったことで二重鎖形成が加速され理論で示唆された LSP の協力現象による顕著なスペクトル変化も観測できた(図 2(c)). 初期濃度から, 直径 10~20 μm 程度の測光領域には数 zmol 相当のターゲット DNA が存在していたと見積られる. 得られた結果は, わずか zmol オーダーの DNA の二重鎖形成を数秒~数分程度で実現して光学的に観測できる可能性を示唆しており, 遺伝子検査の迅速・高感度化の革新に繋がる成果である.

[1] S. Tokonami et al., *Anal. Chem.* **80**, 8071 (2008).

[2] T. Iida, *J. Phys. Chem. Lett.* **3**, 332 (2012).

[3] T. Iida, Y. Nishimura, S. Tokonami et al., "Optical Acceleration of Double-Strand DNA Formation", **Submitted** (2015).

[4] Y. Nishimura, S. Tokonami, T. Iida et al., *J. Phys. Chem. C* **118**, 18799 (2014).

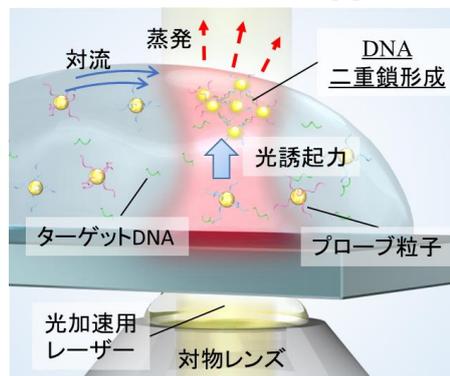


図 1: DNA の二重鎖形成の光加速の概念図

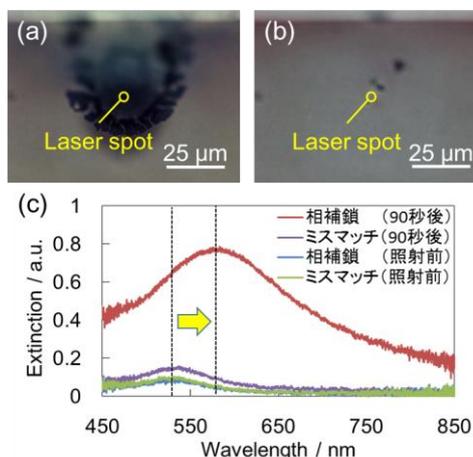


図 2: (a)(b)レーザー照射開始から 90 秒後の光学的透過像

(a: 相補鎖, b: ミスマッチ)

(c)局所的消衰スペクトル