

脂質二重膜上における DNA 被覆金ナノ粒子の セルフアセンブリに対するイオンの効果

Ionic Effect for the Self-Assembly of DNA-Functionalized Au Nanoparticles on Supported Lipid Bilayer

○磯貝 卓巳¹, 赤田 英里¹, 中田 咲子¹, 吉田 直矢¹, 手老 龍吾²,
原田 俊太¹, 宇治原 徹¹, 田川 美穂¹ (1. 名大院工、2. 豊橋技科大)

○Takumi Isogai¹, Eri Akada¹, Sakiko Nakada¹, Naoya Yoshida¹, Ryugo Tero²,
Shunta Harada¹, Toru Ujihara¹, Miho Tagawa¹ (1. Nagoya Univ., 2. Toyohashi Univ. Tech.)

E-mail: isogai@sic.numse.nagoya-u.ac.jp

【はじめに】ナノ粒子を自己組織化(セルフアセンブリ)する手法の一つとして、一本鎖 DNA をナノ粒子に被覆し、ナノ粒子間に DNA 二重螺旋を形成させ、ナノ粒子を配列させる技術が報告されている。我々はこの技術を応用し、DNA を被覆したナノ粒子(DNA-NP)を基板担持脂質二重膜(SLB)に吸着させ、SLB 内の脂質分子の拡散を利用して DNA-NP を 2 次元的に拡散させることでナノ粒子の 2 次元構造体を作製している^[1]。本手法では、ナノ粒子同士の結合を DNA が担っている。DNA は負電荷を帯びており、陽イオンの種類や濃度によって相互作用が変化する。そのため、粒子間距離や構造を制御するためには、DNA 配列のみならずイオンの種類や濃度の影響を調べる必要がある。そこで、DNA 二重螺旋構造の安定性に大きく影響するイオン(Na^+ , Mg^{2+})が DNA-NP 2 次元構造体のモフォロジー及び粒子間距離に及ぼす影響を調べた。

【実験】直径 12 nm の金ナノ粒子に、二重螺旋の対をなす一本鎖 DNA を別々に結合させた、2 種類の DNA 被覆金ナノ粒子(DNA-AuNP)を作製した。また、脂質には DDAB を使用し、ベシクルフュージョン法によって SLB を形成させた。SLB を 60°C に加熱しながら、2 種類の DNA-AuNP を滴下した。その後、溶液内のイオン濃度を調整し、サンプルを一定時間高温保持した後、徐冷した。観察には原子間力顕微鏡(AFM)を用いた。

【結果】Fig. 1 に SLB に DNA-AuNP を吸着させた後、HEPES 緩衝液、1 mM の Na^+ を含む HEPES 緩衝液、1 mM の Mg^{2+} を含む HEPES 緩衝液中で高温保持・徐冷した試料の AFM 像を示す。Fig. 1(a)では、ナノ粒子同士が等間隔に分散し、Fig. 1(b)では、局所的にナノ粒子同士が 2 次元的に凝集していた。また、Fig. 1(c)ではナノ粒子が 2 次元的に凝集し、大きなドメインを形成していた。各試料の粒子間距離は、Fig. 1(a)では約 35 nm、Fig. 1(b)の凝集したドメイン内では約 30 nm、Fig. 1(c)の凝集したドメイン内では約 26 nm となり、 Na^+ や Mg^{2+} の存在下では粒子間距離が短くなった。さらに、 Mg^{2+} 存在下の方が Na^+ 存在下よりも粒子間距離が短くなる傾向がみられた。 Na^+ や Mg^{2+} は DNA 二重螺旋を安定化させるイオンであり、その効果は Na^+ よりも Mg^{2+} の方が高い^[2]。このことから、 Na^+ や Mg^{2+} 存在下では DNA 同士の相互作用が強くなることで粒子間距離が短くなり、より DNA の相互作用を強める Mg^{2+} 存在下では、より粒子間距離が短くなったと考えられる。

本研究は科研費・若手研究 A (25706009) により行われた。

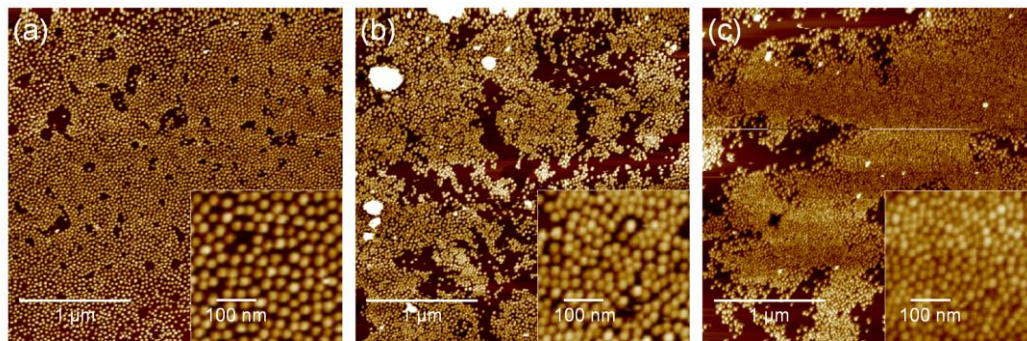


Fig. 1 AFM images of DNA-AuNPs on SLB annealed in (a) 10 mM HEPES buffer, (b) 10 mM HEPES buffer containing 1 mM NaCl, (c) 10 mM HEPES buffer containing 1 mM magnesium acetate.

[1] T. Isogai et al., *J. Cryst. Growth*, **401** (2014) 494-498.

[2] S. Nakano et al., *Nucleic Acids Res.*, **27** (1999) 2957-2965.