脂質二重膜上における DNA 被覆金ナノ粒子の拡散現象

Diffusion phenomenon of DNA-functionalized Au nanoparticles

on supported lipid bilayer

名大院工¹, 豊橋技科大² ^O中田 咲子¹, 赤田 英里¹, 磯貝 卓巳¹

手老 龍吾², 原田 俊太¹, 宇治原 徹¹, 田川美穂¹

Nagoya Univ.¹, Toyohashi Univ. Tech.², ^oSakiko Nakada¹, Eri Akada¹, Takumi Isogai¹,

Ryugo Tero², Shunta Harada¹, Toru Ujihara¹, Miho Tagawa¹

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

【はじめに】近年、DNA 二重らせんの対をなす一本鎖 DNA をナノ粒子に被覆することで、ナノ 粒子同士を結合させる技術が報告されている^[1]。 我々はこの技術に加え、DNA との親和性と平 面内の拡散性を持つ脂質二重膜を利用し、膜上で 2 次元的なナノ粒子結晶の作製を試みている。 具体的には脂質二重膜上に DNA 被覆ナノ粒子(DNA-NP)を滴下し吸着・拡散させ、DNA を介して ナノ粒子同士を結合させる(Fig. 1)^[2]。これは結晶成長における表面原子の振る舞いを模した方法 である。ナノ粒子の結晶化を知る上で、拡散について知ることは非常に重要である。そこで本研 究では、脂質二重膜中の脂質分子と脂質二重膜上の DNA-NP の拡散の相関について調べることを 目的とした。

【実験】 蛍 光 標 識 脂 質 Texas Red-dihexadecanoylphosphoethanolamine(TR-DHPE) を1%混合したカチオン性脂質 dimethildioctadecylammonium bromide(DDAB)を用 い、ベシクルフュージョン法によってマイカ基板 上に脂質二重膜を作製した。また、直径 12 nm の 金ナノ粒子に蛍光標識(ATTO488)DNA を被覆し、 DNA 被覆金ナノ粒子(DNA-AuNP)を作製した。脂 質二重膜上に DNA-AuNP を滴下した場合と、し ていない場合について、膜中の脂質分子の拡散係 数(それぞれ D_{DAL} 、 D_L)を求めた。また、脂質二重 膜上の DNA-AuNP の拡散係数(D_{DA})を求め、膜中 の脂質分子の拡散係数と比較した。拡散係数の評価は光褪色後蛍光回復法(FRAP)によって行った。 【結果】Fig. 2 に D_L、D_{DAL}、D_{DA}の温度依存性を 示す。いずれの場合も約 50℃で値が大きく変化し た。DDABの相転移温度は55℃と報告されており この拡散係数の急激な変化は DDAB のゲル相 -液晶相の相転移によるものと考えられる。このこ とから脂質二重膜中の脂質分子と脂質二重膜上 こから加良一里候干の加良刀丁と加良一里候工 の DNA-AuNP の拡散に相関があることが明らか になった。さらに D_{DAL} 、 D_L を比較すると、前者 は後者の約2分の1の値である。また、 D_L 、 D_{DAL} 、 D_{DA} を比較すると、 D_L 、 D_{DAL} よりも D_{DA} の方が約 2桁小さい。脂質二重膜上のタンパク質の拡散係 物は、뼙上のタンパク質の拡散係 数は、膜上のタンパク質の被覆率の増加に伴い減 少することが報告されている¹⁰。また、脂質二重 膜上での DNA の拡散係数と、膜中の脂質分子の 拡散係数は比例関係にある^[5]。よって、脂質二重 膜上に物質が吸着することで、膜中の脂質分子の 拡散が阻害されると考えられる。D_{DAL}は脂質二重 膜上に DNA-AuNP を滴下した場合の脂質分子の 拡散定数であるため、DNA-AuNP が吸着した部分 の脂質分子(Fig.1 中の赤で示した脂質分子)と、吸 着していない部分の脂質分子の割合で決まると 予想される。このことから DNA-AuNP を吸着さ せることによって、脂質分子の拡散が遅くなった と考えられる。



Fig. 1 Schematic drawing of DNA-AuNPs diffusion on a supported lipid bilayer.



Fig. 2 Diffusion coefficient vs. temperature of TR-DHPE in DDAB(D_L) \blacklozenge , TR-DHPE in DDAB adsorbed by DNA-AuNP (D_{DAL}) and DNA-AuNP on a supported lipid bilayer of DDAB (D_{DA}).

[1] R. J. Macfarlane et al., *Science* 334 (2011) 204-208.

[2] T. Isogai et al., J. Cryst. Growth, (2014), in press.

[3] F. Domenici et al., *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 95 (2012) 170–177.

[4] Peters, R et al., *Proc. Natl. Acad. Sci.* U.S.A. 1982, 79, 4317-4321.

[5] C. Padala et al., *Langmuir* 22 (2006) 6750-6753.