DNA 修飾ナノ粒子超格子を前駆体とした ウルフ多面体型コロイド結晶の形成

Wulff polyhedral colloidal crystallization using

DNA-nanoparticle superlattice precursors

⁰鷲見 隼人,磯貝 卓巳,吉田 直矢,

原田 俊太, 宇治原 徹, 田川 美穂 (名大)

^OHayato Sumi, Takumi Isogai, Naoya Yoshida,

Shunta Harada, Toru Ujihara, Miho Tagawa (Nagoya Univ.)

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

【背景】現在、DNA を表面に修飾したナノ粒子を用いて、 DNA の選択的結合性によりナノ粒子の超格子構造を自由 にデザインする技術が報告されている^[1]。DNA を結合手と して用いたナノ粒子超格子は溶液中では安定であるが、乾 燥すると DNA の構造変化に伴い超格子の構造も崩れてし まうといわれてきた。そのためレジンやシリカを用いて溶 液中で DNA を固定化して対称性を維持する方法が開発さ れている^[1,2]。今回我々は DNA を固定化せずに、修飾 DNA 層に対するナノ粒子の粒径を調整することで、結合手であ る DNA の二次構造が乾燥により変化しても超格子の対称 性を維持して乾燥することに成功した。その結果、構造を デザインして溶液外でも安定なナノ粒子のコロイド結晶の 作製に成功した。

【実験】粒径 16.3 nm の金ナノ粒子に 2 種類の一本鎖 DNA を別々に結合させて、2 種類の DNA 修飾金ナノ粒子(DNA-AuNP)を作製した(DNA を含む粒径 37.9 nm)。2 種類の DNA-AuNP とそれらを互いに架橋するための 2 種類の一 本鎖 DNA を 500 mM の Na⁺を含むリン酸緩衝液中で 65[°] から 25[°]Cまで 0.01[°]C/min で徐冷した。初めに溶液中に存在 する試料の X 線小角散乱(SAXS)測定を行った。次に試料 を溶液中から取り出し自然乾燥させて、SEM 観察を行っ た。最後に乾燥させた試料の SAXS 測定を行った。

【結果】Fig.1に溶液中における DNA-AuNP 超格子の SAXS 測定結果を示す。回折ピークの位置から DNA-AuNP 超格 子は体心立方構造であると示唆される。Fig.2 に乾燥した DNA-AuNP 超格子の SEM 像を示す。乾燥した DNA-AuNP 超格子の形状は体心立方構造のウルフ多面体である菱形 十二面体であり、表面において金ナノ粒子が規則的に配列 している様子が観察された。Fig.3 に乾燥した DNA-AuNP 超格子の SAXS 測定結果を示す。回折ピークの位置から乾 燥した DNA-AuNP 超格子は体心立方構造である可能性が 高いと考えられる。また SAXS 測定結果から DNA-AuNP 超 格子におけるナノ粒子表面間距離を計算すると溶液中で は 15.2 nm、乾燥状態では 5.0 nm であり、DNA-AuNP 超格 子は対称性を維持して収縮していることが分かった。これ は DNA-AuNP 超格子中の金ナノ粒子の占める体積が大き く、乾燥による DNA の構造変化の影響を受けにくくなっ たためであると考えられる。

[参考文献]

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

[2] E. Auyeung et al., Adv. Mater., 24 (2012) 5181–5186.



Fig. 1 SAXS 1D pattern of DNA-AuNP superlattices in the solution.



Fig. 2 SEM image of dried DNA-AuNP superlattices.



Fig. 3 SAXS 2D pattern of dried DNA-AuNP superlattices. Green dotted circles indicate theoretical peak positions of bcc superlattice calculated from the first peak position.