

前田瑞夫

理化学研究所 前田バイオ工学研究室

埼玉県和光市広沢 2-1

mizuo@riken.jp



DNA を用いるナノ粒子集合体の配向制御

短鎖の DNA が密生した材料表面には、末端塩基対の構造に依存した界面間力が生じる。完全相補の二重らせんで修飾した場合はイオン強度に応じて引力が現れるが、末端ミスマッチの二重らせんで修飾した表面同士、あるいは完全相補表面と末端ミスマッチ表面の間には引力は生じない。この力は末端塩基対の間の疎水性相互作用（スタッキング相互作用）に由来することがコロイドプローブ原子間力顕微鏡による計測で示唆されている¹⁾。この界面特性に基づいて配列設計した DNA で材料表面を部位選択的に修飾すると、末端塩基対の間で生じる引力と末端ミスマッチがもたらす斥力を空間的に制御できる。たとえば、形状異方性の金ナノ粒子（棒状や板状）の表面を部位選択的に DNA 修飾すると、高度に配向が制御されたナノ粒子集合体を得られる²⁾。また、球状の DNA ナノ粒子が数珠状に連結した線形集合体は、粒子表面が完全相補 DNA で覆われていると、溶媒の蒸発乾固とともに基板表面上で自発的に円形状に収縮し、粒子の 2 次元配列構造を与える³⁾。本年度は、完全相補 DNA で修飾された金ナノ粒子と末端ミスマッチ DNA で修飾された金ナノ粒子の数と配置を規定した線形オリゴマーを作製した。予想通り、完全相補の粒子間のみには引力が誘起され、溶媒乾固とともに配向が揃ったオリゴマーの会合体が透過型電子顕微鏡で観察された。これらの結果は、エネルギー散逸系でも界面間力に末端構造依存性が発現することを意味しており、わずか一塩基がナノ粒子の自己組織化に規則性と多様性を付与していると言える。

- 1) N. Kanayama, T. Sekine, K. Ozasa, S. Kishi, T. Nyu, T. Hayashi, and M. Maeda, “Terminal-specific interaction between double-stranded DNA layers: colloidal dispersion behavior and surface force”, *Langmuir* **32**, 13296–13304 (2016).
- 2) G. Wang, Y. Akiyama, N. Kanayama, T. Takarada, and M. Maeda, “Directed assembly of gold nanorods by terminal-base pairing of surface-grafted DNA”, *Small* **13**, 1702137 (2017).
- 3) S. Shiraishi, L. Yu, Y. Akiyama, G. Wang, T. Kikitsu, K. Miyamura, T. Takarada, and M. Maeda, “Folding of nanoparticle chains into 2D arrays: structural change of DNA-functionalized gold nanoparticle assemblies”, *submitted*.