

液中 FM-AFM による DNA オリガミの構造・物性評価

Structures and mechanical properties of DNA origami

in aqueous solutions investigated by FM-AFM

京大工¹, 京大白眉セ² °山本 悠樹¹, 木南 裕陽¹, 小林 圭^{1,2}, 山田 啓文¹Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.¹, The Hakubi Center for Adv. Res., Kyoto Univ.²°Y. Yamamoto¹, H. Kominami¹, K. Kobayashi^{1,2}, H. Yamada¹

E-mail: y.yamamoto@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

DNA は相補的な塩基対が特異的に結合することで 2 重らせん構造を形成する。一方、この特性を活かし、自己組織的に DNA タイル[1]や DNA オリガミ[2]といった所望の構造体を設計・作製することが可能となってきた。こうした DNA タイル・オリガミ構造は、生体分子の微視的反応場として利用することが期待されており、その構造やナノスケール物性に関して幅広く研究が進められている。われわれはこれまでに、周波数変調原子間力顕微鏡 (FM-AFM) を用いた plasmid DNA の 2 重らせん構造[3]や合成 Z 型 DNA[4]の高分解能観察に成功し、最近、DNA オリガミの構造観察および力学物性評価についても報告した[5]。本研究では、DNA オリガミの構造およびその物性を分子レベルで評価するため、4 つの窓を有する長方形の DNA オリガミを作製し、液中 FM-AFM による高分解能観察を行った。

10 mM Tris-HCl, 1 mM EDTA, 10 mM MgCl₂ の溶液 (pH 8.1) に、10 nM 1 本鎖 DNA (M13mp18)、40 nM staple DNA を加え、85°C から 15°C まで 72 分かけてアニールすることで、Fig. 1 に示す構造の DNA オリガミを作製した。DNA オリガミ溶液 5 μL を観察溶液 (50 mM MgCl₂) 100 μL とともに、へき開したマイカ基板に滴下し、15 分静置することで DNA オリガミを基板へ吸着させた。その後、吸着していない DNA オリガミを取り除くため、観察溶液を用いて基板をリンスし、液中 FM-AFM 観察を行った。Fig. 2 は観察結果の一例であり、DNA オリガミの設計図をもとにドリフト補正を行っている。Fig. 2 の黒破線枠内が DNA オリガミ構造体に相当しており、DNA オリガミの特徴である網目状の構造(crossover 構造)が観察できている。また、Fig. 2 の中央下部に見える窓は Fig. 1 における最も右下の窓に対応していると考えられ、その寸法はモデル図とほぼ一致した。

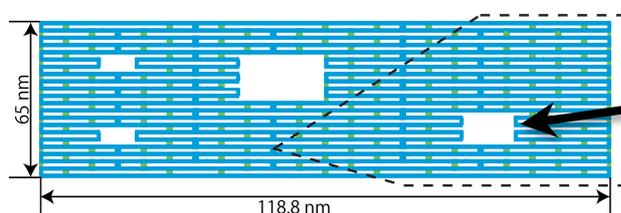


Fig. 1: 本研究で用いた DNA オリガミのモデル図.

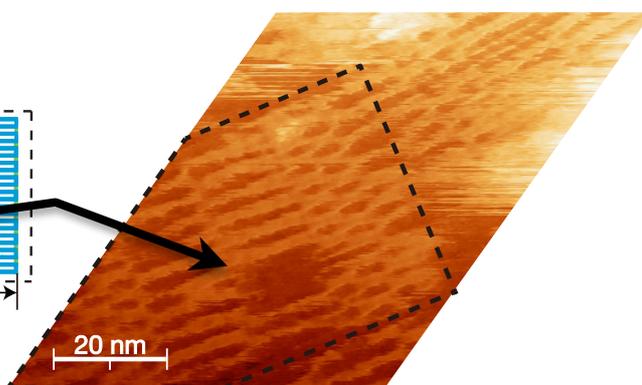


Fig. 2: DNA オリガミの液中 FM-AFM 像 (50 mM MgCl₂ 中観察).

- [1] E. Winfree et al. *Nature* **394**, 539 (1998). [2] P. W. K. Rothemund, *Nature* **440**, 297 (2006).
 [3] S. Ido et al. *ACS Nano* **7**, 1817 (2013). [4] 木南ら、第 62 回応用物理学会春季学術講演会 11p-D5-3 (2015). [5] 黄ら、第 63 回応用物理学会春季学術講演会 20a-W323-8 (2016).