

液中 FM-AFM による Z 型 DNA のナノスケール構造観察 および表面電荷密度計測

Nano-scale imaging and surface charge measurement of Z-DNA by using FM-AFM

京大工 〇木南 裕陽, 小林 圭, 山田 啓文

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ., 〇Hiroaki Kominami, Kei Kobayashi, Hirofumi Yamada

E-mail: h.kominami@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

DNA は生体機能における遺伝情報の維持やタンパク質発現などのプロセスにおいて非常に重要な役割を担っている。近年では原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた研究が精力的に行われており、われわれはこれまでに周波数変調 AFM (FM-AFM) による DNA 2 重らせん構造の高分解能観察[1] や表面電荷密度計測[2]に成功している。DNA は通常、らせん軸に対し右巻きの 2 重らせん構造 (B 型) をとるが、特定の環境下においては左巻きの 2 重らせん構造 (Z 型) をとることが知られている。Z 型 DNA は遺伝子発現の制御や組み替えに寄与していると考えられているが、その機能に関しては十分な情報は得られていない。そこで本研究では、液中環境下において Z 型 DNA の高分解能観察および表面電荷密度計測を行った結果について報告する。

中央に $d(G^{5me}C)_{12}$ の配列を両端にランダムな配列を含む相補的な 1 本鎖合成 DNA を用いた。DNA を含む溶液を熱し、低速で冷やすことで両端に B 型、中央に Z 型を有する 2 本鎖 DNA (B-Z-B DNA) を作製した (Fig. 1 の DNA: 85°C から 40°C , -3.3°C/h , Fig. 2 の DNA: 80°C から 40°C , -1°C/min)。B-Z-B DNA の高分解能観察結果を Fig. 1 に示す。DNA 分子の中央付近 (Z 型領域) が両端に比べ低くなっており、らせん軸に対し左巻きの構造が観察された。また、B-Z-B DNA 上において 3 次元フォースマッピングを行い、電気二重層力の理論式にフィッティングすることで各点における表面電荷密度を求めた。Fig. 2(a,b) に 3 次元フォースマップから再構成された等 Δf 像および折れ線分 A-B に沿った断面プロファイルを示す。Fig. 1 と同様に中央部分に Z 型 DNA が確認された。Fig. 2(c,d) に表面電荷密度マップおよび折れ線分 C-D に沿った断面プロファイルを示す。B 型 DNA、Z 型 DNA の表面電荷密度はおおよそ -0.57 C/m^2 、 -0.19 C/m^2 程度であり、後者が小さいことがわかった。

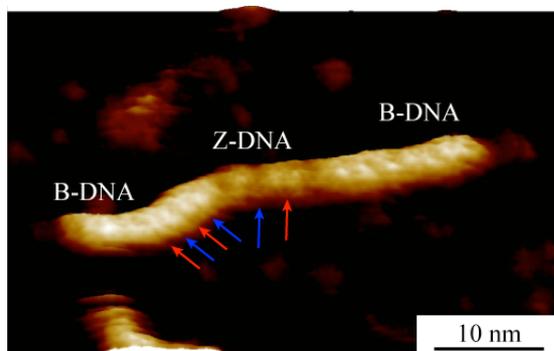


Fig. 1: High-resolution image of B-Z-B DNA in 50 mM NiCl_2 .

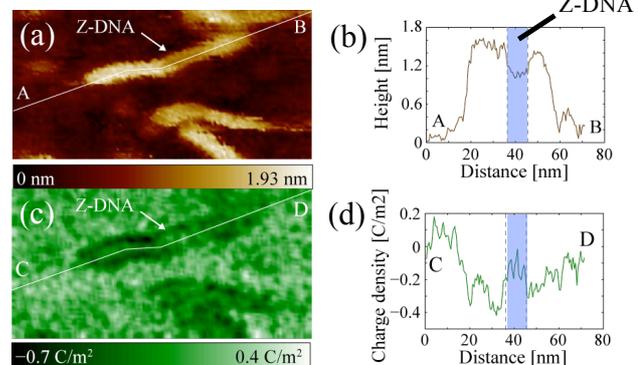


Fig. 2: (a) Reconstructed constant Δf image. (b) Cross-sectional profile along the lines A-B in (a). (c) Surface charge density map. (d) Cross-sectional profile along the lines C-D in (c).

[1] S. Ido et al. *ACS Nano* **7**, 1817 (2013). [2] K. Umeda et al. *Nanotechnol.* **26**, 285103 (2015).