

Title	High resolution imaging of DNA using scanning probe microscopy
Author(s)	前田, 泰
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169129
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

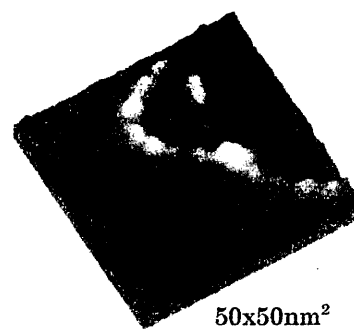
Osaka University

氏名	まえ だ やすし 前 田 泰
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 15168 号
学位授与年月日	平成12年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科化学専攻
学位論文名	High resolution imaging of DNA using scanning tunneling microscopy (走査プローブ顕微鏡による DNA の高分解能観察)
論文審査委員	(主査) 教授 川合 知二 (副査) 教授 笠井 俊夫 教授 渡會 仁

論文内容の要旨

走査プローブ顕微鏡 (Scanning Probe Microscope : SPM) は、非常に鋭い探針 (プローブ) を用い試料表面をナノメートルスケールで観察する手法である。SPM は単一分子の構造や物性を実空間で観察することが可能であり、かつ探針先端を用いて原子・分子操作も行える優れた手法として、固体表面はもとより、近年では生体関連分子の高分解能観察手法としても注目されている。

本研究では、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて DNA 二重らせんの観察を試みた。DNA の二重らせん構造は走査トンネル顕微鏡 (STM) によって既に観察されている。それにも関わらず AFM を用いた理由は、トンネル電流を検出する STM よりも、探針-試料間に働く力を検出する AFM の方が試料の形状を直接反映するからである。本研究では近年原子分解能が達成されたノンコンタクト AFM (NC-AFM) を用い、さらに探針先端を先鋭化することで高分解能化に成功し、AFM において二重らせん構造を観察することに初めて成功した (図参照)。得られた DNA 像の二重らせん構造のピッチ長はおおよそ Watson-Crick モデルに一致していたが、局所的にはピッチ長はばらついていた。さらに、DNA の高さは Watson-Crick モデルの半分以下であった。このことから、基板上では二重らせん構造が部分的に変形していることが明らかになった。



図

さらに、STM と AFM との同時測定を行った。探針-試料間距離はトンネル電流一定の条件でコントロールし、そのときの探針-試料間相互作用を画像化した。その結果、STM 像、AFM 像ともに DNA の二重らせん構造を観察することができた。二重らせんの凸部では凹部よりも大きな斥力が働いていた。これは、凸部での局所状態密度が小さいため、探針-試料間距離が近づいたからである。トンネル電流一定の条件では探針-試料間相互作用は局所状態密度の関数になるので、本研究で得られた AFM 像は局所状態密度のみを反映する。STM では局所状態密度と試料の形状が組み合わされた形で画像化されるが、本手法を用いることで、局所状態密度の情報のみを取り出すことが可能となる。

論文審査の結果の要旨

非接触原子間力顕微鏡（NC-AFM）は、絶縁体表面を原子分解能で実空間観察できる手法である。前田君は、NC-AFM を固体表面上の DNA 観察に初めて適用し、かつ高電界により探針先端を鋭くするという手法を用いることで AFM の分解能をあげることに成功した。その結果、AFM による DNA 二重らせんの周期構造の観察に初めて成功した。この結果は、絶縁性高分子の構造を実空間観察するための方法論として非常に重要である。

さらに、原子間力顕微鏡と走査トンネル顕微鏡とを組み合わせることにより、試料の状態密度を画像化する概念を提案した。それに基づき、金属基板上に吸着した DNA の局所状態密度を画像化し、吸着 DNA の二重らせん構造と局所状態密度との関係を明らかにした。

これらの結果は、単一分子の構造・物性解析手法として DNA のみならず有機分子一般に広く適用できるという点で、分析化学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として、十分価値あるものと認める。