

# DNA折り紙法の活用による ナノメカニカルデバイスの構築

関西大学 化学生命工学部 准教授

**葛谷明紀**



### 研究の背景

医学的な診断技術や衛生管理などの検査技術においては、核酸やタンパクなどの生体に関連する分子を感度よく検出、また正確に定量することが必要です。しかしながら今日存在する生体分子の検出法のほとんどは、検出感度の制限から検出したい標的分子を増幅して数を増やさなければならず、元々あった標的分子の状態は、その結果を用いてあとから推測することしかできません。

本研究では標的分子数の増幅を伴わない、全く新しい生体分子の検出法の開発を目指しました。そこで、編み物をするように長鎖のDNAを折り畳み、ナノメートルサイズの構造体を自在に作成するDNA折り紙法に着目しました(図1)。

### 研究の成果

これまでDNA折り紙法は、もっぱらかたちの固定された静的なナノ構造体をつくるために使われてきました。これに対して本研究では、世界に先駆けてペンチのような形状をしたナノメートルサイズの動く道具「DNA折り紙ペンチ」を作成しました。これら「DNA折り紙ペンチ」は、普段は×のような開いた形状をしています、タンパクを始めとする標的分子を見つけると、これを1分子だけ摘んで閉じ、＝のような構造へと自発的に変化します(図2)。この構造変化を原子間力顕微鏡で観察することで、分子数の増幅を一切行わなくても、標的分子の存在を正確に検出することに成功しました。標的分子を見分ける部分の化学構造を調節することで、原子量数十の金属イオンから分子量15万以上の巨大なタンパク分子までの様々な種類の標的分子を、狙い通りに検出することができました。また少しだけ見た目を変化させた

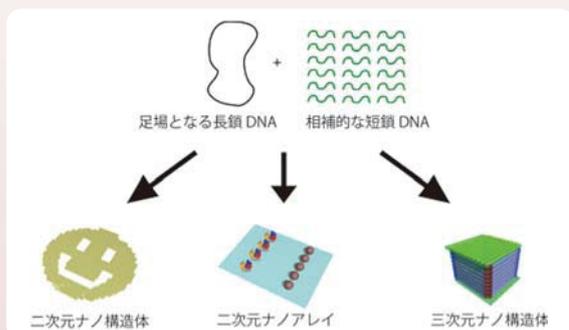


図1 DNA折り紙法の概念図。一本鎖の長鎖環状DNAを短い相補的なDNA鎖を多数利用して折り畳むことで、二次元や三次元のナノ構造体を自在に作成することができる。

「DNA折り紙鉗子」と組み合わせれば、2種類の標的分子の混合物であっても、それぞれの分子を個別に検出することができます。

### 今後の展望

本手法の特長は、標的分子を摘んだデバイス分子を、原子間力顕微鏡を用いて1分子ずつ数えあげられることです。将来的にマイクロ流体デバイスなどとの組み合わせにより系全体をダウンサイジングすれば、標的分子がその場に文字通り数分子しかなくても、DNA折り紙ペンチやDNA折り紙鉗子を使って正確に見つけだすことができるはずです。人々が定期的に血液検査をして健康状態を調べているように、1つの細胞から生体分子を適時取り出して、その生理状態を刻一刻と解析することも可能になるかもしれません。

### 関連する科研費

平成22-23年度 若手研究(B)「DNAナノ構造体を活用したタンパク分子のナノアレイ化と酵素反応の単分子解析」

平成22-26年度 基盤研究(S)「DNAナノエンジニアリングによる分子ロボティクスの創成」(研究分担者) 研究代表者:村田 智(東北大学)

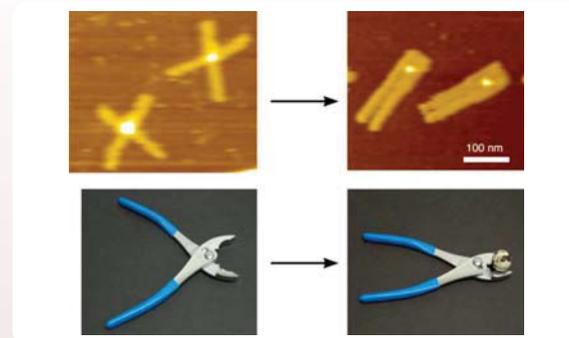


図2 標的タンパク分子を1分子だけ摘んで構造変化する「DNA折り紙ペンチ」の原子間力顕微鏡像。

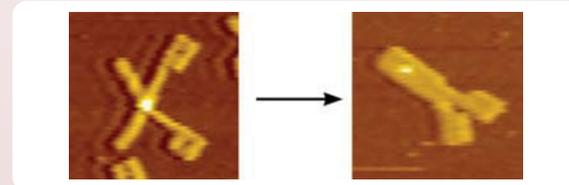


図3 「DNA折り紙鉗子」の原子間力顕微鏡像。