



Title	DNA基礎アクチュエータの作成
Author(s)	千田, 衣織
Citation	平成30年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書. 2019
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/71958
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

平成30年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏名	せんだ いおり 千田 衣織	学部 学科	基礎工学部システム科	学年	1年
ふりがな 共 同 研究者氏名	うめさき けいと 梅崎 景都	学部 学科	基礎工学部 電子物理科学科	学年	1年
アドバイザー教員 氏名	森島 圭祐	所属	機械工学専攻		
研究課題名	DNA 基礎アクチュエータの作成				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。)				

はじめに

何か機械を動かすということを考えた時、その諸動作を制御・出力するためのもの、いわゆるアクチュエータというものが必要となる。このことはナノスケールのロボット（以下分子ロボット）を考えるときにでも同じように必要になるのではないかと考えた。とはいえる分子レベルの電気回路を組み立てる訳にはいかないため、今回我々が目標とするのは DNA オリガミという技術を用いて DNA によるアクチュエータを作り、実際に作動するかどうかを確認することである。ここで DNA オリガミとは長い一本鎖 DNA (M13) と短い一本鎖 DNA 鎖 (staple strand) を織り交ぜ、温度調整をし、DNA 塩基の相補性を利用してすることで、特定のナノスケールの構造物を作り出す技術である。

より具体的に書きまとめる。DNA アクチュエータを作る際にどのようにしてそれを活かせばいいのかを我々は様々なアイデアを出し合って考えた。その際考え出されたのが drug keeping system という技術である。これは、ある量の薬の化学物質を DNA オリガミで作った構造体によりコーティングし、化学物質が外部からの干渉を防ぎながら任意のタイミングで放出するというものである。

今回は干渉を防ぐためにシェルターのような大きい構造体の設計が必要である。しかし、一度に大きな設計をしてしまうことはこんなんであり、また、アクチュエータの介在が難しくなってしまう。そこで、群ロボットの概念を用いて最小単位のシート状構造体を設計し、それらが複合体を作ることによって大きなシェルターのような構造体を成すように考えた。複合体を作る際にアクチュエータが作用することが最初の目標である。

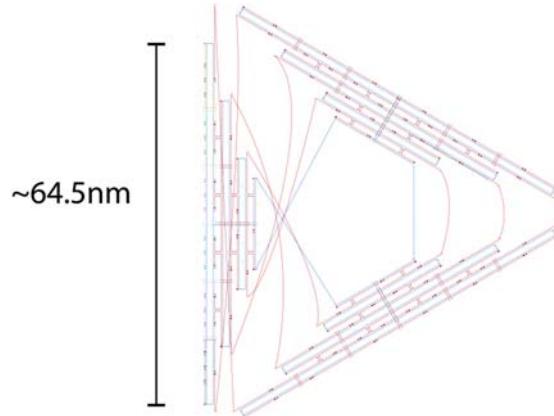
実験内容と結果

実験はタンパク質研究所の原田研究室を貸していただき、多田隈助教授のご指導のもと行った。

(実験 1)

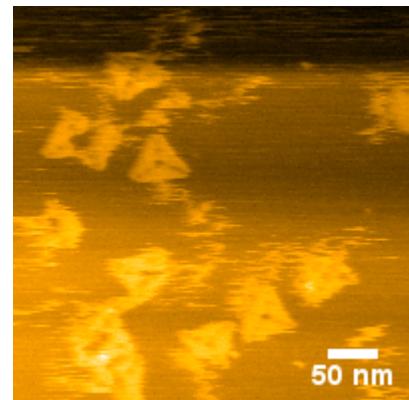
- 1、分子ロボットの構造を決め、cadnano を用いて設計し、必要となる複数種の staple strand を適当な量だけ注文した。
- 2、staple strand が目標としている構造体へと形成されるアニーリング条件や濃度条件を電気泳動の結果から絞りこんだ。
- 3、電気泳動で構造体形成が確認した後、どのくらいの効率で構造体ができているのかを調べるために AFM を用いて観察した。

(右図) 目標とした構造体の設計



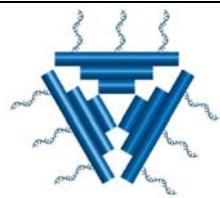
(結果 1)

右図の AFM 画像から分かるように三角形の構造体は形成されたことが確認できた。従って次は複合体を作るためのブリッジにアクチュエータを装着し、ポリマーを形成するかどうかを調べた。



(実験 2)

- 1、三角形の三辺それぞれに他の三角形と結合ができるようなブリッジを設けたもの（下図 1）を設計し、発注した。
- 2、もう一つ上の構造体とは別に三辺にアクチュエータを設けた三角形（下図 2）を設計し発注した。
- 3、上の 2 種を個別にアニーリング処理し、三角形の構造体を形成させたのち二つを混合し、ポリマーを形成させた。
- 4、様々な比率で混ぜ合わせた溶液を電気泳動にかけ、バンドの位置からポリマーが多くできている溶液を決定し、それを AFM で確認した。



実験概要

図 1

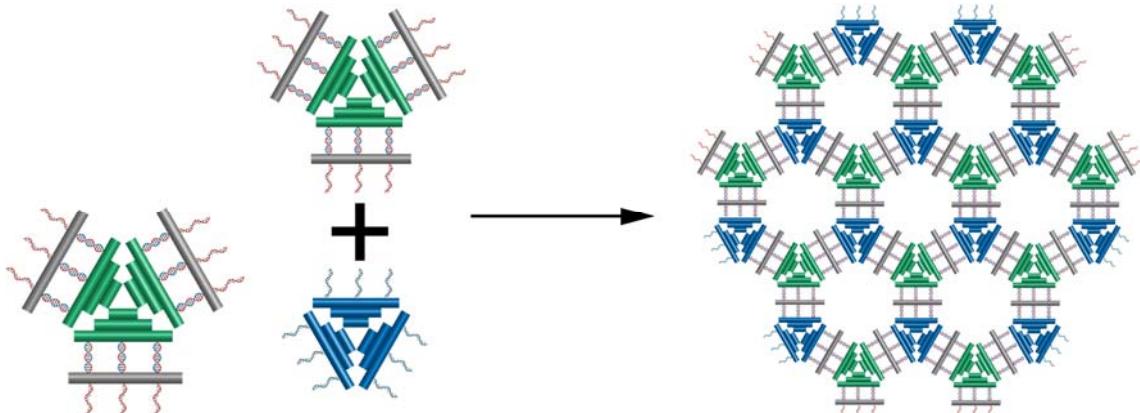
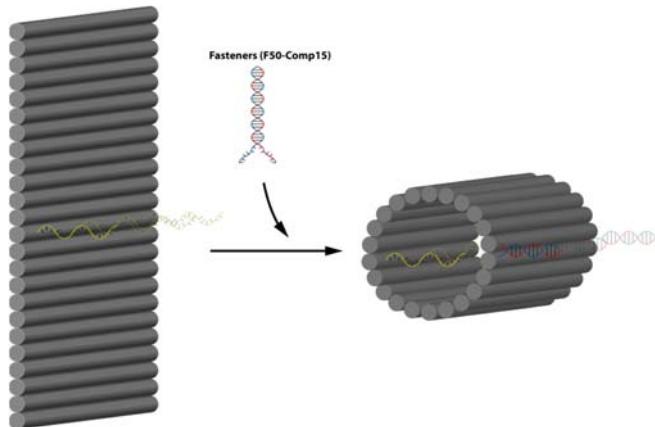


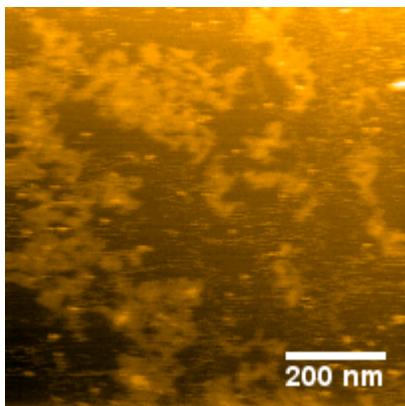
図 2

また、アクチュエータには中国の研究を挙げた。2種の三角形構造体が接近すると、この部分がアクチュエータとして働き、自動的にポリマーを作ろうとする。



(結果 2)

下図の AFM 画像から分かるように三角形のポリマー構造体は形成されたことが確認できた。



(課題)

アクチュエータによる三角形ポリマーの作成には成功したものの、そこから薬の化学物質を得意的に選択、コーティングするという仕掛けまで作成する子が今後必要になる。また上のポリマーシートに化学物質を放出するチャネルを作成し、シートに付着させることも必要になる。

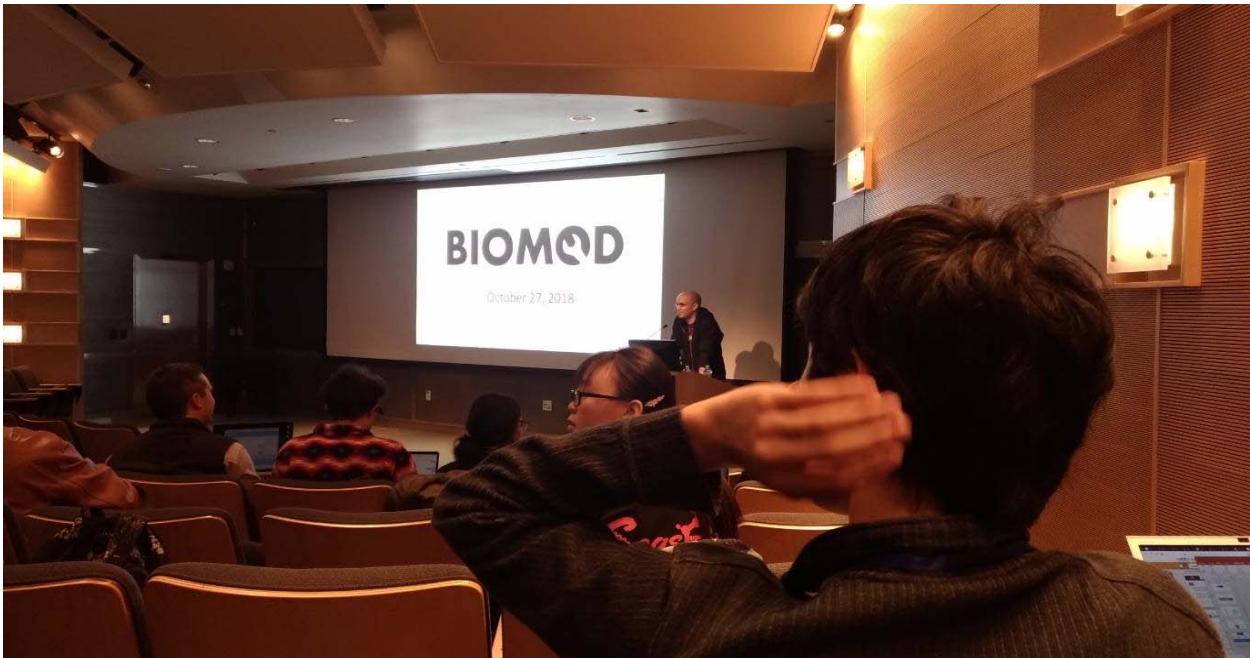
謝辞

本研究を行うにあたり、大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻の森島圭祐教授、大阪大学蛋白質研究所蛋白質化学研究部門の原田慶恵教授、多田隈尚史助教ならびに森島研究室の皆様には様々なご指導・ご鞭撻をいただき、さらに実験器具をお借りしました。この場をお借りして深くお礼申し上げます。

この度、この研究成果を国際生体分子ロボットコンテスト BIOMOD で発表した。BIOMOD (International Bio-molecular Design Competition)とは、BIOMOD Foundation (米国カリフォルニア州 NPO) が主催する国際学生大会で、世界各国の大学生が生体分子に関する実験プロジェクトを立ち上げ、その内容・研究成果・発表の仕方などを競い合う大会である。

大会結果

10月 27 日～28 日にかけて、アメリカ・カリフォルニア大学サンフランシスコ校において行われた BIOMOD2018 という国際大会に出場した。大会には世界各地から多くの大学のチームが出場しており、どのチームも魅力的で個性豊かなプレゼンテーションを行っていた。



この大会では参加者の前で行う研究成果に関する 10 分の英語のプレゼンテーションと質疑応答、事前に提出する研究成果をまとめた 3 分間の YouTube 動画と web ページを総合的に評価して、総合成績の金賞・銀賞・銅賞を決定する。「Team HAN DAI」として参加した我々は銅賞を獲得した。英語での発表はなれなかつたが、それでも様々な人とコミュニケーションをとることができとてもい

い経験になった。

Team HANDAI の作成した YouTube 動画と web ページのリンク

<https://handabiomod2018.github.io/wiki/#sec4>

<https://www.youtube.com/watch?v=1UM4DO-iYUw>

参考文献

[1] BIOMOD JAPAN 2018 分子ロボティクス <http://www.molecular-robotics.org/bimod-japan-2018/>

[2] BIOMOD 公式ホームページ <http://biomod.net/>