さくっと

テーマ

DNAでモノづくり？

DNA origamiとは

「さくっと」とは？
興味のある分野について、さくさくと勉強が進むように作成された調べ方ガイド（パスファインダー）です。
みなさんの学習支援を行う図書館学生サポーターが作成しました。
ぜひ学習の際に参考にしてください。

図書館学生サポーター　越智

０１．はじめに

我々日本人にとってなじみのあるオリガミ。そんな“オリガミ”は、いまや万国共通語で、ローマ字でorigamiと表記されます。今回は、紙ではなく、DNA（デオキシリボ核酸）を材料にした新たなorigamiを紹介したいと思います。

DNA origamiに関連するキーワード
DNAナノテクノロジー，caDNAno，分子ロボティクス，分子サイバネティクス

０２．DNAって？

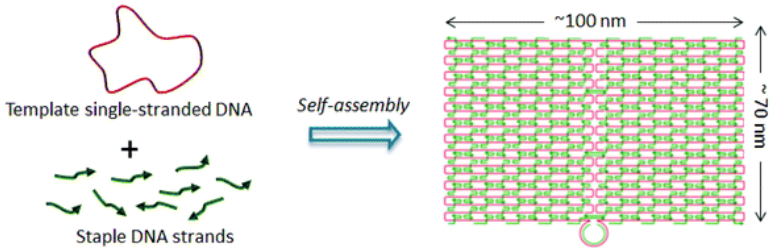
DNAと聞いて、思い浮かぶものは何ですか。遺伝子？二重らせん？などを思い浮かべた人も多いのではないでしょうか。

DNAは我々の遺伝情報をつかさどっている極めて重要な生体物質で、A(アデニン)、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）の４種の塩基から構成される紐状の物質です。また、AとT、GとCが相補的に結合し、二重らせん構造をとっています。DNAの大きさは、直径2nm、１塩基間の長さ0.34nmで、約10塩基で1回転しています。

そんなDNAを用いて、origamiを作る技術をDNA origamiと呼びます。

０３．DNA origamiはどうやってできる？

ココで言うorigamiは皆さんが想像する「紙を折っていく」折り紙でありません。イメージは、DNAの１本鎖で機織りをするイメージです。詳しく述べると、１本鎖の長いDNAをジャバラのように折り畳み、それを複数の短い１本鎖DNAでパチッパチッと止めていったものです。これら２種類のDNAを混ぜ合わせ、温度管理をすることで自然とAとT、GとCが相補的に結合しDNA origamiは形作られます。なお、YouTubeで「DNA origami folding animation」と検索してみると、Shawn Douglas先生（カリフォルニア大学サンフランシスコ校）がアップロードされている分かりやすいアニメーション動画を見ることが出来ます。

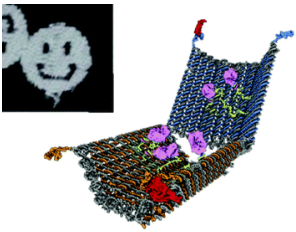


◀ ２種類のDNAを組み合わせることで、図のようなDNA origamiが組み上げられる

Biomater. Sci., 2013,**1**, 347-360

０４．DNA origamiの応用先

DNA origamiはDNAからつくられているため、その大きさはナノスケールです。よって、DNA origamiは細胞より小さい、極小サイズのモノづくりに生かされており、医療分野ではがんを治療するロボットなどに応用されています。ほかにも、ニコチャンマークや、モナ・リザ、南北アメリカ大陸の地図など、ユニークなものがDNAで作られています。



Biomater. Sci., 2013,**1**, 347-360

０５．DNA origamiを実際に作ってみたい！

最後に、DNA origamiを作るために必要なステップを紹介します。DNA origamiを作るうえでの最初のステップは、DNAの配列設計です。以前はすべて手作業で配列設計が行われていたそうですが、現在では、caDNAnoというソフトウェアがあり、「お絵描き」をするような感覚で配列を設計することが出来ます。あとは、それらのDNAを購入するなどして用意し、サーマルサイクラーで温度管理すればDNA origamiは形作られます。東北大学の川又先生が書かれたDNA origamiに関する書籍「DNA origami入門 ―基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法―」が分かりやすいと思いますので、気になった方は是非目を通してみてください（飯塚分館に蔵書されています）。

DNA origami入門 ―基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法―（川又生吹、鈴木勇輝、村田智共著、飯塚分館 閲覧３階 工学・技術、579.9 K-17、006084822）

０６．さらなる理解のために

おすすめする本

- DNA origami入門 ―基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法―（川又生吹、鈴木勇輝、村田智共著、飯塚分館 閲覧３階 工学・技術、579.9 K-17、006084822）
- 分子ロボティクス概論 ： 分子のデザインでシステムをつくる，2019年度版（分子ロボティクス研究会著 ； 村田智編、飯塚分館　閲覧3階 工学・技術 579.9 C-1 3-19、006083279）

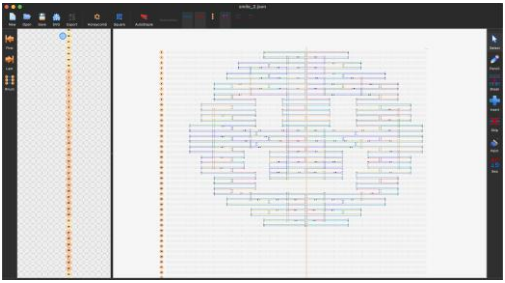
理解を深めるための論文、ウェブサイトなど

- Endo, M., Yang, Y., & Sugiyama, H. (2013). DNA origami technology for biomaterials applications. Biomater. Sci., 1(4), 347-360. https://doi.org/10.1039/c2bm00154c
- DNA分子デザインのすべて～BIOMOD虎の巻～, https://cbi-society.org/home/pub_ebook.html

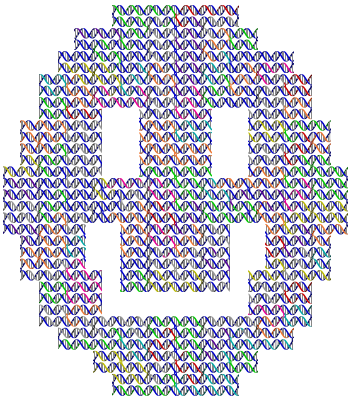
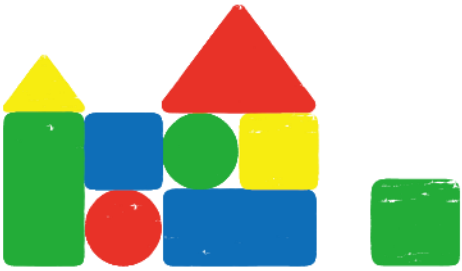
０７．参考資料

- 藤崎 慎吾. “DNAで形をつくる「DNAオリガミ」　はたしてナノスケール鶴は折れるのか？”. 講談社. 2021/7/30. https://gendai.ismedia.jp/articles/-/85603?page=3.（最終閲覧日 2022/7/11）
- 川又生吹、鈴木勇輝、村田智(2021)、DNA origami入門 ―基礎から学ぶDNAナノ構造体の設計技法―、オーム社

実際にcaDNAnoを使って、smileマークのDNA origamiを設計してみました



◀ caDNAnoで描いたsmileマークのDNA origamiの設計図



caDNAnoで描いたDNA origamiの設計図を▶DNA helix drawer(https://ibuki-kawamata.org/DNAHelixDrawer/index.html)に読み込ませると、左のような図を出力してくれる。