

iGEM Kyoto 紹介冊子

合成生物学の世界へ！



iGEM
Kyoto

目次

1. 冊子に寄せて

2. iGEM ってなんぞ？

3. おしえて生物学

4. 合成生物学ってなんじゃらほい

5. おすすめ書籍

6. あとがき

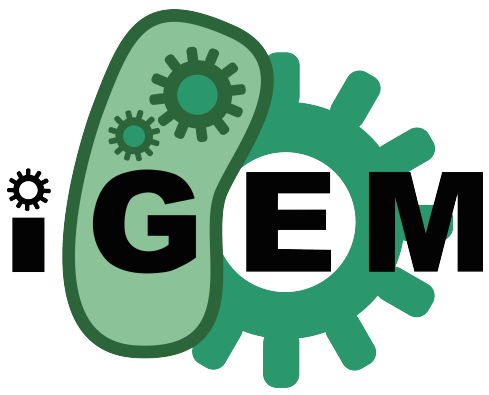
1. 冊子に寄せて

みなさん、こんにちは。私は、iGEM Kyoto リーダーを務めております、京都大学農学部応用生命科学科の清水寿朗といたします。この度は、この冊子を手にとってくださり、ありがとうございます。

さて、皆さんは表紙に書かれている iGEM というものをご存知でしょうか。これは、international genetically engineered machine competitionという世界的な大会の頭文字をとったものです。といっても、「何の大会かさっぱり…」といった印象をお持ちだと思います。実はこの大会、合成生物学という生物学の中でも最近誕生した学問を用いて、世界各国の大学生及び高校生が、自分たちのオリジナルの遺伝子部品を作り出し、そのアイデアを競い合うというものです。そして、その大会に参加している一つが我々、京都大学の遺伝子工学サークル、iGEM Kyoto です。

みなさんは、これから世界に羽ばたき、よりよい世界を作っていくまさに立役者の卵です。そのような皆さんに、ぜひ合成生物学や遺伝子工学といった生物学に興味を持ってもらいたいと思い、この冊子を作成しました。まずはこの冊子からスタートし、生物の面白さや奥深さを感じ取っていただければ幸いです。





The International Genetically Engineered Machine competition

2. iGEM ってなんで？



iGEM とは一言で言ってしまうと合成生物学の大会です。様々な分野から集まった学部生・院生からなるチームが遺伝子の組み換え技術を用いて様々なプロジェクトを立ち上げ、その独創性や実現性、新規性を競います。どのような研究をするかは自由で、各チームが思い思いに自由な発想で決めます。ここが iGEM の魅力のひとつで、本大会では多くのチームがユニークな機能をもった生物（主に大腸菌）の作製を試みています。たとえば、赤血球を造る大腸菌、花を咲かせる大腸菌（後ほど詳しく紹介）、写真を撮る大腸菌などです。



また学生を主体とした実験の計画、実行をはじめ英語でのプレゼンテーション、世界中の学生との交流など、学生の時にはなかなかできない経験ができるのも iGEM の魅力です。iGEM には高校生部門もあるので興味のある人は是非挑戦してみてくださいでしょうか。

iGEM は 2003 年に MIT（マサチューセッツ工科大学）の学内活動としてスタートし、2005 年から国際的な大会となりました。参加チーム数は年々増加し、

2013 年にはマサチューセッツ工科大学、ケンブリッジ大学、ハーバード大学をはじめ世界で 215 チームが参加しました。日本からも京都大学、東京大学、大阪大学、北海道大学、東京工業大学など 10 チームが参加しました。今では最大規模の合成生物学の世界大会です。



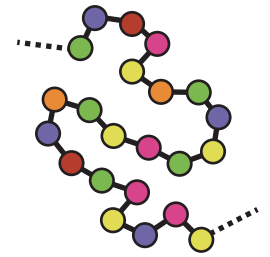
3. おしえて生物学



みなさんは DNA が生物の情報全てを司っているという事を耳にしたことがあるかもしれません。しかし、我々の体内では DNA はあくまで情報を持っているだけで、機能を担うわけではありません。我々の体内で機能を担っているのは主にタンパク質です。

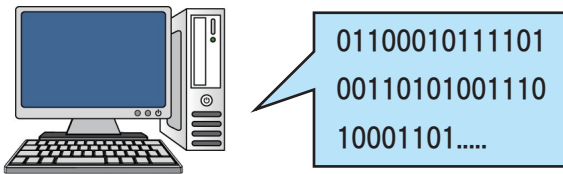


DNA
遺伝情報を持っています

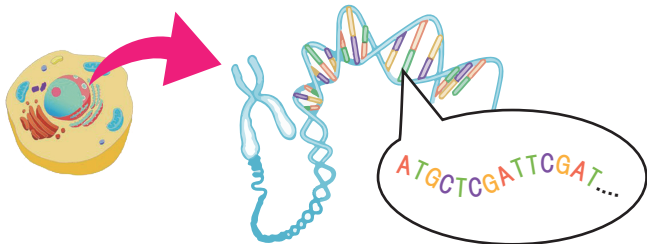


タンパク質
機能を担っています

パソコン：情報を 0 と 1 で記憶

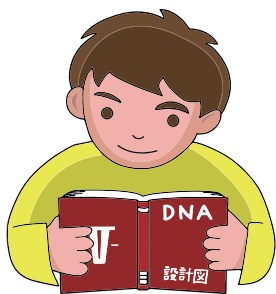


生物：遺伝情報を A,T,G,C で記憶

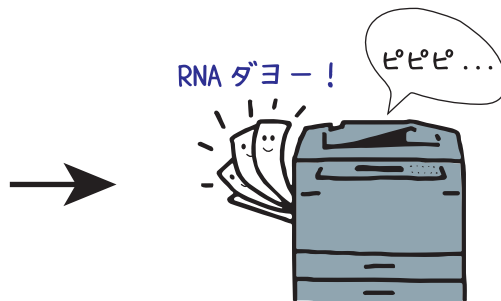


では、DNA からどのようにして全く異なる物質であるタンパク質にたどり着くのか？その仕組みについて説明しましょう。「部品」には「設計図」が存在します。その「部品の設計図」がたくさん集まって「生物の設計図」ができています。この「部品の設計図」を遺伝子、「生物の設計図」をゲノムと呼びます。聞き覚えのある言葉ではないでしょうか？この「設計図」は特別な「文字」で記されており、この「文字：A,T,G,C」が DNA の塩基配列に当たります。

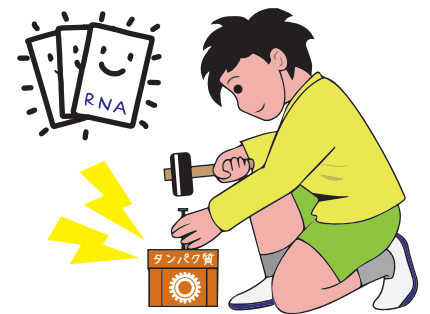
「部品の設計図」を元に部品を組み立てていく訳ですが、「設計図」は生物にとってとても大事なので、そのコピーを作ってそれを基にして部品を組み立てます。そのコピーをリボソームという「部品職人」が読み込むことで「部品」であるタンパク質が完成する訳です。そしてこのタンパク質が私たちの体内で様々な役割を担っているのです。



設計図である DNA に書かれている情報を読み取り...



DNAを元に、コピーである RNA を作って...



RNAからタンパク質を組み上げていきます。様々なタンパク質が様々な機能を担います。

この設計図は人も大腸菌も、後に出てくるシロイズナズナも全ての生物で同じ文字で書かれています。このことを利用したものが遺伝子組み換え技術です。外部から別の設計図を取り入れても同じ文字で書かれていますので、職人さんはきちんと部品を製造できます。



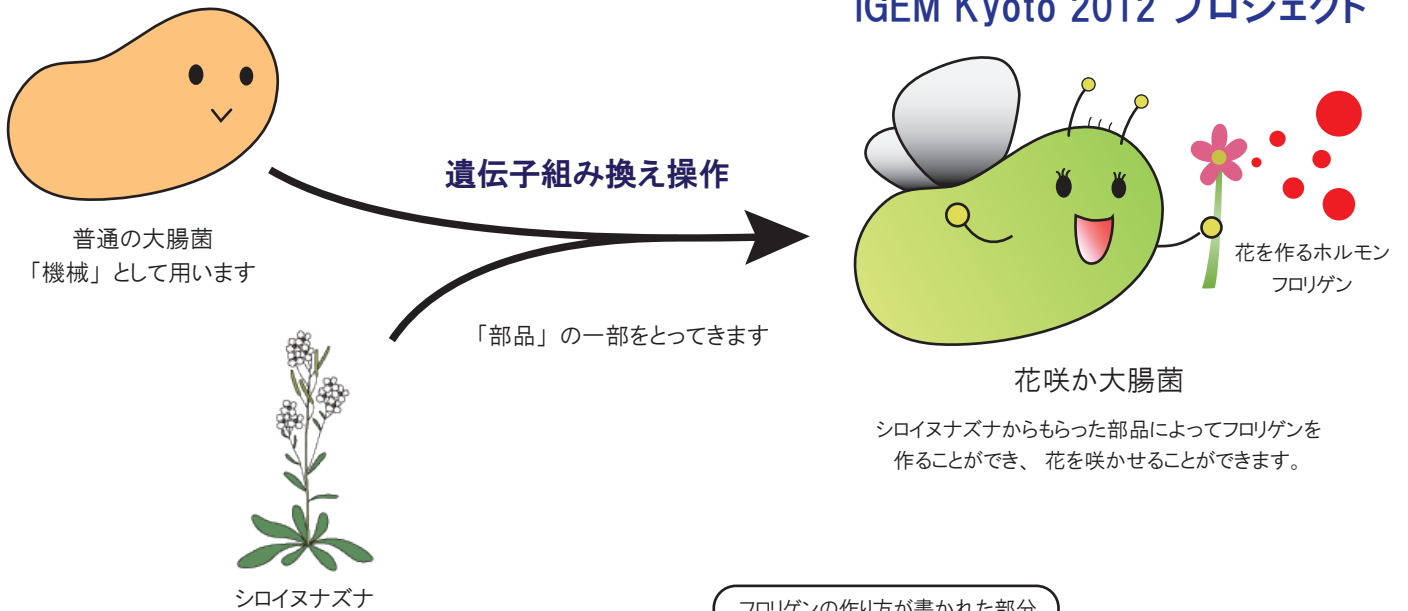
植物でも動物でも菌でも、全ての生物は細胞をもって、その中で遺伝情報を ATGC で記憶しています。

それでは次のページで、具体的に私たちがどのようにこの仕組みを利用しているか、2012 年のテーマ「花咲か大腸菌」を例に紹介したいと思います。iGEM Kyotoはこのプロジェクトで金賞を獲得しました。

私たちは、花咲か大腸菌のプロジェクトでは部品生産能力の高い「機械」に、開花を促進する「部品」を作らせることにしました。作った部品を植物に取り込ませることで、花の開花を促進できるだろうと考えました。

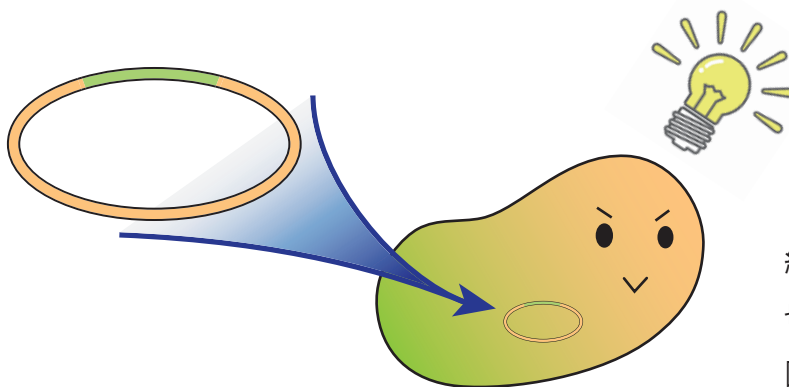
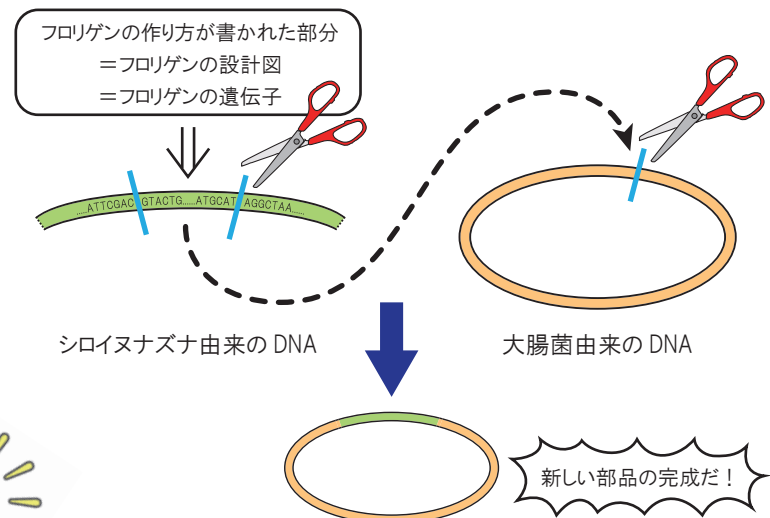
まず、「機械」と「部品」について調べます。その結果、部品生産能力の高い「機械」は大腸菌を、開花を促進する「部品」はフロリゲンというタンパク質を用いることに決めました。フロリゲンは花成ホルモンと呼ばれ、植物にとって花を咲かせるよう促す物質なのです。

iGEM Kyoto 2012 プロジェクト



シロイヌナズナからもらった部品によってフロリゲンを作ることができ、花を咲かせることができます。

続いて、どこからか部品であるフロリゲンの設計図を取って来なくてはなりません。私たちはシロイヌナズナという植物の設計図の一部を使うことにしました。シロイヌナズナは生物の実験でよく用いられていて研究が進んでいたからです。



いよいよ設計図を組み込みます、これが遺伝子組換えです。組み込むためには大腸菌の設計図を切り取り、そこにシロイヌナズナからフロリゲンの設計図の一部を取ってきて組み込みます。

遺伝子の組み換えに成功したら、実際に部品ができているか、また、花の開花を促進しているか評価したり、大腸菌に生産してもらったフロリゲンを回収したりしなければなりません。ここで詳しく説明はしませんが、気になる方がいれば、iGEMKyoto2012のwikiページに書いてありますので一度訪れてみてください。

URL: <http://2012.igem.org/Team:Kyoto/Project>

QRコードはこちらです→



4. 合成生物学ってなんじやらほい



私たちは DNA の発見以降の生物学の発展により、遺伝子操作技術を手に入れました。これによって自らの手で生体システムを構築することが可能になりました。従来の生物ではただ機械をバラバラにして仕組みを調べることしかできませんでしたが、部品を自作し組み立ててみるのが可能になりました。これが合成生物学の誕生です。倫理面を配慮した上で、今日も様々な研究がなされています。

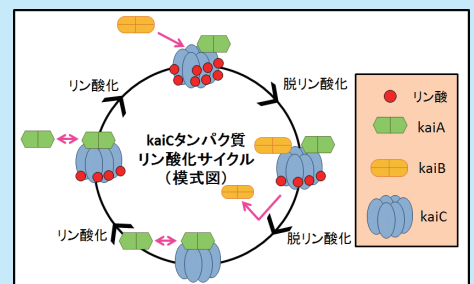
合成生物学は幅広い学問領域を含んでいます。大きく分けると二つに分類することができます。理学的分野と工学的分野です。

理学的な分野

理学的分野においては、生命の機能を抽出し、それを再構成することで、その特性を理解しようとしています。機械の構造を調べるために、部品を取り出して組み立てることで、その構造を明らかにすることに似ています。たとえば、たくさんの生物の体内の時計は 3 つの因子によって支配されていると予測されていました。しかし、高等な動物の生体内の複雑な環境では、それ以外の多くの因子の影響の可能性を捨て切れません。そこで、別のごく単純な、大腸菌や酵母のような生き物にこの3因子を導入すれば、その3因子が十分条件であるのかを確かめることができます。



いわゆる基礎研究
だね!



シアノバクテリアという生物の、体内時計の仕組み

工学的な分野

工学的分野においては、大腸菌や昆虫細胞、動物培養細胞などでタンパク質を大量生産させて薬を生産するといった利用が、数多く実現されています。代表的な例では糖尿病の治療薬である「インスリン」です。1973年に大腸菌に別の生物の遺伝子を人工的に組み込み、タンパク質を作らせることに成功しました。その後、大腸菌にヒト型インスリンの遺伝子を組み込んで作らせたヒト型インスリンが初の遺伝子組み換え医薬品として登録されました。それからさらに発展し、今日ではヒトに近い動物細胞で抗がん剤やホルモンなど数多くの遺伝子組み換え医薬品が登場しました。将来は、右のような薬のキットはなくなり、大腸菌がつくっているかもしれません。



つまり応用研究
だね!



現在使われている、糖尿病の治療キット*1

*1: 医療法人社団陣内会 陣内病院 糖尿病治療センター
<http://jinnouchihp.blog121.fc2.com/blog-entry-149.html>

5. おすすめ書籍

この1冊が君の人生を変える...かも！



・「大腸菌～進化のカギを握るマイクロな生命体～」

本書は大腸菌という生物学の様々な分野で利用されている細菌にスポットを当てた書籍ですが、ただ大腸菌の性質をつらつらと書き記してあるだけの本ではありません。大腸菌の紹介を通して、進化にまつわる様々な説の解説、新たな分野である合成生物学の紹介、倫理の問題を巡る駆け引きなど様々な分野の内容がわかりやすく解説されています。様々な研究内容を紹介する形で話が進むため、概念が把握しやすく非常に読みやすい一冊です。



NHK 出版

カール・ジンマー 著、矢野真千子 訳

ページ数：368 ページ

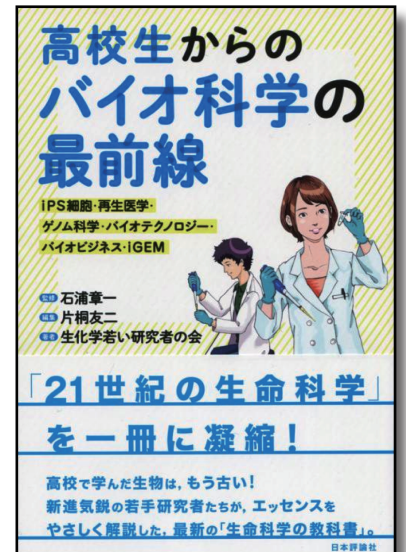
定価：2268 円（税込）

・「高校生からの高校生からのバイオ科学の最前線」

iPS 細胞、再生医学、ゲノム科学、…。なんとなくわかるけれど、実際にどんなことをしているの？という高校生必読の本です。

現在の最先端のバイオ科学でどこまでできるのか、これからどこを目指しているのか、高校生にも分かる言葉で書かれています。

番外編では iGEM も取り上げられています。iGEM の活動に魅せられたある女子大学生の物語を通して iGEM のチーム立ち上げから大会までが紹介されています。iGEM についても知りたいけれど、生物学全般に興味があるという方はぜひ読んでみてください。



日本評論社

石浦 章一 監修、片桐 友二 編集

生化学若い研究者の会（生化若手の会）著

ページ数：304 ページ

定価：1620（税込）

・TA Note 07 「生命機能の構成的研究の現状と社会的課題：日本における『合成生物学』とは？」

こちらは書籍ではなく、先進技術が社会にどのような影響を与えるのかを評価する i2TA という団体が出している報告書です。データ版としてネット上に上がっているので、誰でも見ることができます。

この報告書の素晴らしいところは、合成生物学の良い点、悪い点のどちらもきちんと説明してくださっているところです。合成生物学は新しい技術であるがゆえ、まだまだ倫理面、安全面など課題の多い技術であります。そういった様々な方向性からの問題点を知ることができます。



i2TA

i2ta.org/files/TANote07.pdf

ページ数：20 ページ

6. あとがき

京都大学化学研究所 生体分子情報研究室
生体分子情報学学科
柘植知彦 准教授



iGEM Kyoto 渉外担当

京都大学薬学部 2 回 嶋崎大地

iGEM Kyoto の冊子を読んでいただきありがとうございます。この冊子は、生物という科目が実際にどのように研究に活かされているのかを知りたいという学生や、将来何をしたいかはっきりとは決まっていなくても研究職について知りたいという学生に読んでもらいたいと思って作りました。この冊子が少しでも多くの人へのなんらかのきっかけになってくれればいいなと思っています。

連絡先

mail :

igemkyoto2014.liason@gmail.com

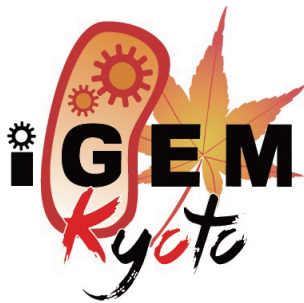
ホームページ :

http://openwetware.org/wiki/IGEM:Kyoto

2014 プロジェクトページ :

http://2014.igem.org/Team:Kyoto

検索するのだ〜



米国化学会が総力をあけて執筆。
身近な社会・生活上の問題を切り口にした化学入門書！

実感する化学

上巻 地球感動編
下巻 生活感動編

著者：American Chemical Society 代表執筆者：Lucy Pryde Eubanks 翻訳：廣瀬千秋 (東京工業大学名誉教授)
原書：『CHEMISTRY IN CONTEXT: APPLYING CHEMISTRY TO SOCIETY, FIFTH EDITION』McGraw Hill, 2004
発刊：2005年12月 定価：各本3,000円+税 頁数：上巻416 下巻366
判型：B5 ISBN978-4-86043-096-2(上巻) / ISBN978-4-86043-097-9(下巻)

上巻	1章：空気：分子レベルで見た日々の呼吸 2章：オゾン層：地上と影響しあう上空の世界 3章：地球温暖化：切り離せない化学との関わり 4章：エネルギー・化学・社会：持続可能な社会への道 5章：水：安全な飲料水が持つ不思議 6章：酸性雨：汚染物質を中和する
下巻	7章：核分裂の炎：原子力との共生 8章：電子移動で取り出すエネルギー：化石燃料から次世代エネルギーへ 9章：プラスチックとポリマー：化学合成の不思議と魅力 10章：薬：分子の細工とドラッグデザイン 11章：栄養：脳を働かせる食事 12章：遺伝子工学と遺伝：組換えとクローニング

生物の科学
遺伝

定価 本体 1,600円+税
年間購読 本体 9,000円+税
奇数月1日発行

生物の科学
遺伝

特集
育種技術の新展開
NBT, ゲノム編集,
そして社会的対応

2014年3月号

生物の科学
遺伝

特集
シーラカンス研究最前線

2014年5月号

【特集にあたって】
新しい育種技術「NBT」—世界の動きと日本の対応
【序論】新しい育種技術「NBT」とは
●Part 1：NBT
RNAウイルスを用いた果樹の開花促進と育種年限の短縮
NBTによる生殖制御によって育種効率を高めようとする取り組み—SPT(seed production technology)プロセス/リバープリューディング、果樹の早期開花、自殖性作物のTMS循環選抜
アグロインフィルトレーション法による遺伝子発現と遺伝子機能解析
●Part 2：ゲノム編集
部位特異的ヌクレアーゼによるゲノム編集と動物における利用
植物におけるゲノム編集—その原理と接ぎ木による誘導
【まとめ】新しい育種技術をめぐる規制と社会的対応
【コラム】シスジェネシスとイントラジェネシス
【コラム】GM作物30年

シーラカンス・フォト・ギャラリー
—写真でつづるシーラカンス研究の歩み
【特集にあたって】
日本のシーラカンス研究の集大成
●Part 1：生態
シーラカンスのもう一つの繁殖地—タンザニア
インドネシアシーラカンスの発見と展望
●Part 2：形態
シーラカンスの踵から四肢への進化を考える
鰓と肺の進化—シーラカンスからのメッセージ
【コラム】シーラカンスと脊椎動物心臓進化
シーラカンスのウロコと小歯構造の謎
白亜紀の絶滅をどのようにして生き延びたのか
—現生シーラカンスの解剖と化石からわかるシーラカンスの進化
●Part 3：ゲノム
シーラカンスゲノムのアノテーション
シーラカンスゲノム進化—進化速度・嗅覚受容体遺伝子・前適応
シーラカンス Hox 遺伝子クラスターを通して考える
魚類から四肢動物への進化
シーラカンスゲノム中の反復配列の特徴
ゲノムアセンブラー PLATANUS の適用例
—シーラカンスゲノム解説