

# はじめに

## 一部報第 113 号発刊に際して—

日ごとに暖かさが増し、六甲山の新緑が一層鮮やかに息づく季節となりました。第 79 回灘校文化祭『weave』にお越しいただき、誠にありがとうございます。今年も皆様とお会いできることを、大変嬉しく思います。

昨年の文化祭終了後に部長に就任してから、私は「何か新しいことをこの部活にもたらしたい」という思いで、部長職を務めてまいりました。昨年度の弊部の活動を振り返ると、まさに「新しいこと」が始まる過渡期であったと実感しています。

設備面では、超低温保存が可能なディープフリーザーの導入をはじめ、数多くの研究備品を取り入れ、先輩方がここ数年で築いてこられた、ミクロな実験を行いやすい環境をさらに充実したものにできたと感じています。また、個人研究においては、大腸菌を用いた「遺伝子組み換え実験」が部内で初めて行われ、着実に、この実験環境を活用して「新しいこと」が生まれつつあります。

さらに、夏の合宿では、初めて研究室訪問がメインとなり、多くの著名な研究者の方々からご講演をいただきました。実際の研究機関ではどのように研究が進められているのか や 研究者としての視点 を学ぶ非常に貴重な機会となり、部員一人ひとりにとってかけがえのない経験となりました。

校外活動においても、生物学オリンピックへの参加はもちろんのこと、大学の研究室で実際に研究を行うプログラム（阪大 SEEDS や神大 ROOT、筑大 GFEST など）に参加する部員も複数人現れ、部員はさらに多様な経験を積んでいます。

しかし、その反面、採集活動はやや縮小傾向にあり、伝統である住吉川での定期観測の頻度が低下しているという課題も浮き彫りになりました。今後は、研究活動の充実に加え、創部当初から続く採集活動も大切にしながら、両者をバランスよく進めていきたいと考えています。

さて、今年の文化祭では「生研ゼミ β」の進化版として、新たな企画「生研サイエンスショー」が始まります。来場した皆様の目の前で、生物学の実験を実演するという内容です。「新しいこと」の一端をぜひご覧ください。

最後になりましたが、私たち生物研究部の活動を日ごろから温かく見守り、支えてくださっている顧問の宮田先生、保護者の皆様、OB・関係者の方々、そして活動にご理解とご協力を賜っているすべての方々に、心より感謝申し上げます。

令和 7 年 5 月 2 日  
灘校生物研究部 部長 中野 正悠

# 目次

<u>はじめに</u>	<u>p.001</u>
<u>目次</u>	<u>p.002</u>
<u>部員個人研究/自由記事</u>	<u>p.004</u>
オカダウミウシの胚発生について	下川祐
光合成色素の単離	大石悟史 吉村篤哉 藤井基史
光合成における光の波長の影響	吉村篤哉 大石悟史 藤井基史
アオカビの培養および観察と他細菌の発育抑制の観察	櫻井遙 武山煌
発光細菌の単離	須原誠介
ゾウリムシの敗北	井川禮禎
大腸菌への遺伝子導入実験	大塚優音 中野正悠 大石悟史 赤穂卓磨 太田晴翔 藤井基史
アノマロカリス旧復元のペーパークラフト	金蒼宇
ロコモティブシンドローム(通称ロコモ)を回避するための課題と対策	田中快
イカスミパスタを作る!!?	土井駿亮 長田大和 平原陸 三井康世
細胞内共生細菌ブラタバクテリウムの培養	森元創心

## 観測調査記録

p.062

知内川での採集記録

樺谷昂汰

櫻井遙

須原誠介

住吉川、武庫川における魚類観測結果

三井康世

## 校外活動記

p.072

生研夏合宿 2024 in つくば・東京

部員一同

日本生物学オリンピック 2024 参戦記

金蒼宇

中野正悠

## 部員紹介

p.104

## おわりに

p.108

モノクロ印刷で画像が見えにくい場合があります。別紙の QR コードのリンク先にカラーの PDF 版をアップロードしておりますのでそちらの方もご覧ください。なお QR コードのリンク先で公開している PDF 版では部員の名前を伏せ、「部員紹介」を割愛しております。

# オカダウミウシの胚発生について

中学2年 下川祐

## 1. はじめに

みなさんウミウシという生き物をご存じだろうか。ウミウシの分類はあまり進んでおらず曖昧な点も多いが、一般的に軟体動物門腹足綱異鰓下綱に属する後鰓類とされる巻貝に近い生き物のことを指す。今回はウミウシの胚の発生の観察を行った。

## 2. ウミウシの胚発生と今回扱うオカダウミウシについて

### (1) ウミウシの胚発生について

ウミウシにはベリジャー幼生という貝殻を持った動物プランクトンの時期がある。また、ウミウシの胚発生には3つのタイプがある。1つ目は、「プランクトン栄養型発生」といい、ベリジャー幼生の形で生まれ植物プランクトンを食べて成長し、数週間で着底(殻を脱いで成体と同じ形になる)する。2つ目は、「卵栄養型発生」といい、プランクトン栄養型発生と同じくベリジャー幼生の形で生まれるが卵の中に栄養が含まれておりある程度成長してから孵化するので数日で着底する。3つ目は、「直接発生」といい、卵の中で殻を脱ぎ成体と同じ形で生まれる。

### (2) オカダウミウシについて

オカダウミウシ *Vayssierea felis* (図1) は、後鰓類のうち、裸鰓目フジタウミウシ上科オカダウミウシ科オカダウミウシ属に属するウミウシで直接発生型の胚発生の様式をとる。



図1. オカダウミウシ  
[引用]

## 3. 胚発生の観察方法

### (1) 試料の入手

和歌山県和歌山市加太の海岸で採集した(殻を脱いで生体と同じ形になる)オカダウミウシウミウシを餌のウズマキゴカイのついた転石と一緒にタッパーで複数個体飼育する。そして産まれた卵(卵塊)をまち針などで壊さないように慎重に石から剥がしスクリュー管に海水とともに管理する。

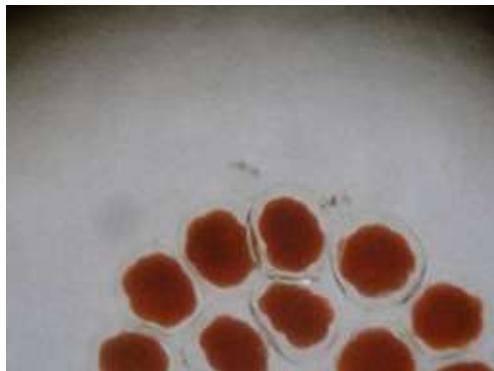
### (2) 観察方法

試料をスライドグラスにスポットでのせカバーガラスはのせずに双眼実体顕微鏡で観察する。倍率は適宜調整。カメラで顕微鏡越しに撮影

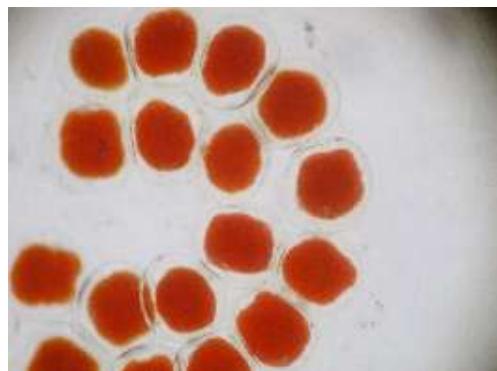
する。これらの方で孵化まで毎日卵塊を観察した。

#### 4. 観察結果

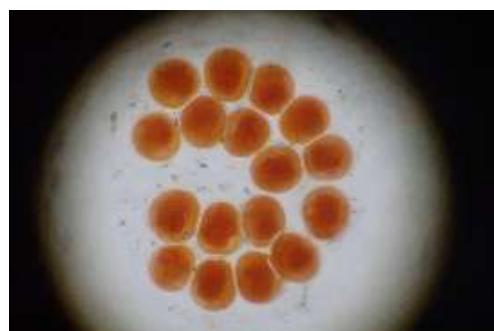
オカダウミウシの卵は約 3 週間で孵化した。以下にはウミウシの卵(卵塊)の孵化までの記録を大まかに区切って段階的に載せる。



■ 産卵 当日  
既に卵割と呼ばれる細胞  
分裂が始まっている。



■ 産卵 3 日後  
卵割が進み、細胞の数が  
増加している。



■ 産卵 15 日後  
ベリジャヤー幼生ではなくオカ  
ダウミウシの成体の形にな  
り、内蔵ができ始めている。



■ 産卵 20 日後  
内蔵の概形がほぼ完成し、  
眼点が確認できる。



■ 産卵 23 日後  
孵化。幼体は成体と同じ形をしている。

## 5. 考察

オカダウミウシは通常の直接発生の様式をとるウミウシ(図 2)と違い、貝殻を形成してベリジャー幼生の形にならず成体と同じ形にそのままなった。



図 2. 直接発生の様式(テングモウミウシ)  
[引用]

## 6. この後の展望

オカダウミウシのみでなく他の直接発生の様式をとるウミウシの発生の観察をしたい。ただしウミウシは飼育は難しく胚発生の様式が分かっていないものが多いのでウミウシの飼育、繁殖方法の確立の研究が必要である。

### <参考・引用文献>

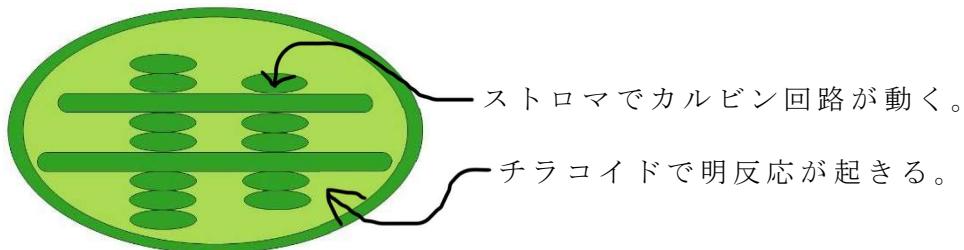
- ・西田和記『ネイチャーオッチングガイドブックウミウシの生態観察 図鑑食餌、飼育記録から繁殖まで知られざる生存戦略を知る』  
初版誠文堂新光社 2024

## 光合成色素の単離

中学 3 年 大石悟史  
吉村篤哉  
藤井基史

### 1. はじめに

我々ヒトを含んだ多くの生物に食べ物を提供してくれている植物だが、基本的に、他の生物を食べているわけではない。植物は、太陽の光などを使って光合成を行うことで、自分が生きるために必要な栄養を得ている。今回は、光合成に関する実験を行った。実験の説明を始める前に、光合成についての説明を行う(段落 4 から実験の説明を行う)。光合成という過程は太陽光を使う明反応と、明反応で得たものを使って糖などを作り出すカルビン回路で成り立っている。また、明反応は葉緑体の中にいる円盤状の器官(チラコイド)で行われ、カルビン回路は葉緑体を満たす液体内(ストロマ)で動く(図 1)。葉緑体の明反応を引き起こすのは、どのような種類の光なのだろうか。



(図 1)葉緑体の模式図  
[ <https://study-z.net/29687> より引用 ]

### 2. 明反応について

光合成は、水と二酸化炭素と光を用いて糖と酸素を作り出す。明反応とは、カルビン回路を動かすための準備過程であり、 $2\text{H}_2\text{O}$ (水)から $\text{H}^+$ (水素イオン)を 4 個、 $e^-$ (電子)を 4 個取って $\text{O}_2$ を排出する(つまり、光合成によって生み出される酸素は副産物とも言えることができる)。4 個の電子は、光エネルギーが「葉緑素」を伝わるのを助けている。そして、伝えられたエネルギーはカルビン回路を引き起こす。カルビン回路については、今回の実験に関係がないので割愛する。

### 3. 葉緑素について

光エネルギーが吸収され、葉緑素を伝わると言ったが、すべての光エネルギーが吸収されるわけではない。植物の葉が緑色なのも、葉が(葉緑素が)緑色の光を吸収しきれていないからだ。葉緑素は細胞の中の葉緑体の中のチラコイドの膜にある光化学系という場所に存在している。また、葉緑素にも様々な種類があり、それぞれが吸収する光の種類や吸収する度合いを表したもの、「吸収スペクトル」という。様々な種類の葉緑素があるということは、その種類の数だけ吸収スペクトルが増加するということなので、多くの種類の光を効率よく吸収することになる。

今回は、葉緑素をクロロフィルとそれ以外に分離して、観察や実験を行った。

#### 4. 光合成色素の単離

さて、いろいろ話をしたが、いよいよ本題の実験である。今回の実験で使用したもの以下に示す。

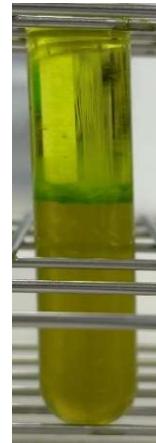
《ほうれん草、乳鉢と乳棒、ろ過装置、試験管、アセトン、石油エーテル、紫外線ライト、プリズム》

(1) ほうれん草を乳鉢に細かく手でちぎって入れ、乳棒ですりつぶす(写真1)。この過程では、ほうれん草の細胞の細胞壁を物理的に壊して色素を抽出しやすくしている。その間少しづつ、85%に薄めたアセトンを乳鉢に入れていく。適量になったら、ろ過し、試験管に移す。



(写真1)

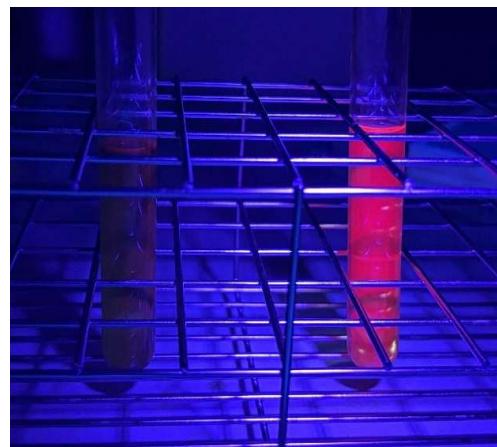
(2) 試験管に石油エーテルを加えて栓をし、振ってしばらく静置する。比重は、アセトンが0.79で石油エーテルは0.64であるため、石油エーテルが上にくる。なお、右の写真ではアセトンの層と石油エーテルの層の間に深緑色のものがあるが、これはほうれん草の細胞壁などだと思われる(ろ過をするときに少し入ったのかもしれない)。葉緑素の種類にはクロロフィルa、bなどと、カロテノイドなどの光合成補助色素がある。右の写真(写真2)では、上の層(石油エーテル。黄緑色)にクロロフィルa、bがあり、下の層(アセトン。かなり濁っているが、ろ過しなおするとオレンジ色だった)にはその他の光合成補助色素がある。それぞれを別の試験管に移す。



(3) クロロフィルに紫外線を当てるとき、ピンク色の蛍光を

(写真2)

出す。どういう仕組みかというと、クロロフィルなどの光合成色素は光のエネルギーを伝えてストロマでカルビン回路を動かすと言ったが、試験管の中にはストロマがなく、従ってカルビン回路も存在しない。それでも光のエネルギーを受け取ると、渡す場所がないため、エネルギーをピンク色の蛍光として放出するのである。このピンク色の蛍光はクロロフィルのみが出るため、これを「クロロフィル蛍光」という。また、紫外線を当てた時にピンク色に光るかどうかを見ることでその中にクロロ



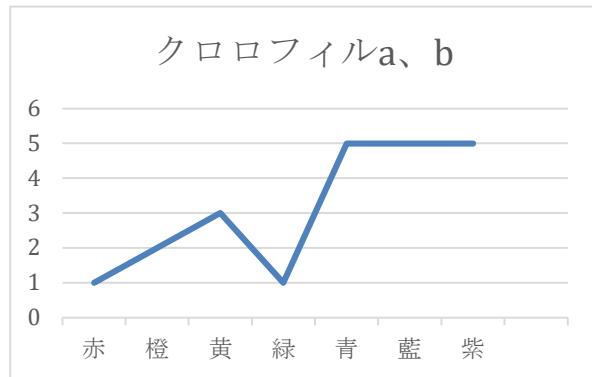
(写真3)

フィルが入っているかを見分けることもできる。写真には、右側に石油エーテルに溶けたクロロフィルa,bが、左側にアセトンの中の他の光合成色素が写っており、どちらにも紫外線ライトを照らしている(写真3)。写真を見れば、右側がクロロフィル蛍光を出していて左側は全く出していないということは一目瞭然である。よって、アセトンのなかの葉緑素全体から石油エーテルでクロロフィルを抽出することは、成功したといえる。

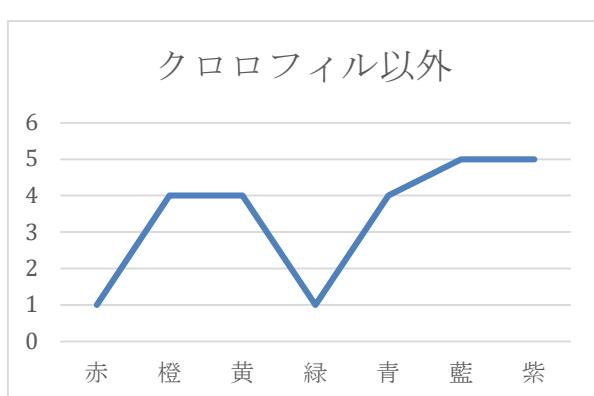
## 5. どの光を吸収するのか

最後に、分離させた葉緑素がどの光を吸収して光合成に使っているかを、太陽光をプリズムで波長ごとに分けることによって調べた。以下に実際の写真とグラフを載せておく。なお、グラフの縦軸は「吸収の強さ」で、目視で5段階判断した「明るさ」を5から引いたものである。

### ① クロロフィルa,b(黄緑色)



### ② クロロフィル以外の光合成色素(オレンジ色)



## 6. 考察

クロロフィルは青色から紫色の光をもっともよく吸収するということと、それ以外の光合成色素は橙色から黄色と、青色から紫色の光を同じくらいよく吸収するということが分かった。よって、「光合成色素全体では青色から紫色の光を最もよく吸収し、その次に橙色から黄色の光をよく吸収する一方で、赤色と緑色の光はほとんど吸収しない」と予想

される。

## 7. 家でも簡単に実験できる

今回は葉緑素の分離が目的でそれを確かめるためにクロロフィル蛍光を観察したが、分離させていない状態でももちろんクロロフィル蛍光を観察することができ、これは家でも実験することができる。家で実験するときの手順を以下に示す。

### (1) 必要なもの

《ほうれん草、包丁、エタノール(消毒液)、プラスチックコップ、ボウル、コーヒーフィルター、紫外線ライト》

### (2) 実験手順

- ① ほうれん草の葉を包丁で細かく刻み、プラスチックコップに入れて消毒液を加える。
- ② そのプラスチックコップを、お湯を入れたボウルに 10 分程度つけておく。葉緑素をよく溶かしだすために温めている。
- ③ コーヒーフィルターでろ過し、別のプラスチックコップに移す。
- ④ 部屋を暗くして紫外線を当てると、ピンク色に光るクロロフィル蛍光を観察できる。紫外線ライト以外は家にあるものばかりで、紫外線ライトも 1000 円程度で買え、他にも様々な用途がある。15 分程度でできるこの手軽な実験で、きれいなピンク色のクロロフィル蛍光を観察してみてはどうだろうか。

## 8. おわりに

単純な実験だったと思うが、成功したので楽しかった。なお、今回の実験は試験管 4 本分の抽出液を使って行ったため、量が多く、結果が見やすくなったのがよかったです。葉緑素全体からクロロフィル a、b を分離することは成功したが、その中には他の光合成色素も混じっているかもしれないのに、そのことや、なぜこうなったのかも確かめたいと思った。

## 9. 参考文献

- ・キャンベル生物学 原書 11 版(最終閲覧日:2024,11/17)
- ・光合成色素の分離 クロロフィル a と b(改):Web247  
<http://blog.livedoor.jp/web247/archives/53412119.html>  
(最終閲覧日:2024,11/17)

# 光合成における光の波長の影響

中学3年 吉村篤哉

大石悟史

藤井基史

## 1. はじめに

身の回りにある植物の葉は大抵緑色をしている。これは光を浴びた際、緑の光を反射しているということである。つまり多くの植物は光合成をする際、緑色の光を使っていないということである。今回はそれを視覚的に理解できる実験を行った。

## 2. 光合成の原理

実験の説明の前に光合成についていくつか説明しておく。図1は葉緑素の模式図である。緑の扁平形の部分がチラコイド、周りの部分がストロマである。光合成はチラコイドとストロマで行われる反応からなる。チラコイドでは受容した光エネルギーを元に、 $H_2O$ (水)から $H^+$ (水素)と $e^-$ (電子)を取り、 $O_2$ (酸素)を排出する。それらを元にストロマで行われる反応のエネルギーを生産するのだが、今回の話とは関係ないのでここでは省略する。

大事なのは、チコライドにおける光エネルギーの置換である。チコライドにはクロロフィルという色素があり、これが光を吸収し反応している。今回は緑色の光は吸収しない、もしくは吸収効率が悪いかを確かめる実験となる。

## 3. 実験方法

光合成が行われるとデンプンができる。ヨウ素液はデンプンに反応して青紫色になるため、今回はそれを利用する。またセロファンは特定の波長の光のみを通すため、赤、青、緑のセロファンを植物に被せて、光合成を行わせる。緑の光の吸収効率が悪い、もしくは吸収しないのであればデンプンの量が変わるため、反応に差が出るはずである。

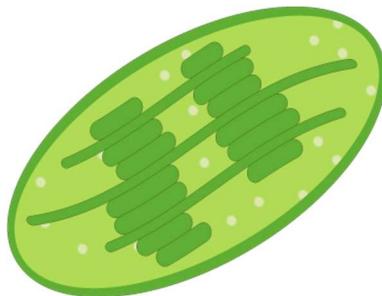


図1. 葉緑体の模式図

[画像引用：研究ネット  
(<https://www.wdb.com/kenq/illust/chloroplast>) ]

#### 4. 実験

- ここからは実験の手順を説明する。まず今回使用するものを下に示す。
- ・植物 3 株(葉が大きく見やすいもの セロファンで覆えるサイズ)
  - ・セロファン(赤、青、緑を用意 上記の植物の葉を覆えるサイズ)
  - ・ろ紙 2n 枚(n は実験を行う回数)
  - ・金槌
  - ・クリアファイル
  - ・塩素系白漂白剤
  - ・水(お湯も)
  - ・ろ紙が入るそこが平らな薄い容器 2 個
  - ・ヨウ素液
  - ・ピンセット

なお、今回使用した植物はサクラソウ科のオトメザクラ *primula malacoides* である。

##### (1) 事前準備

実験前日に植物に赤、青、緑のセロファンを覆わせ、暗い場所に一日放置する。水やりは適宜行っておく。そして実験当日の朝、日がよく当たる場所に置いておく。

##### (2) 叩き出し

午後 4 時くらいになったら回収し、葉を切る。この時どの葉が何色のセロファンだったか覚えておく。そしてろ紙 2 枚で挟む。ここにどの葉がどれかを書き込んでおく。そしてろ紙がずれないようにクリアファイルに挟み、地面もしくは頑丈な机の上に置いて金槌で叩く。色が滲み出て葉の位置がろ紙越しでもわかるようになったら取りだし、開く。図 2 のようになっていれば問題ない。



図 2. 叩き出し後のろ紙

##### (3) 脱色

次に容器に塩素系漂白剤を入れる。ろ紙が沈む程度の深さまで大丈

夫である。そこに先ほどできたろ紙の片方を沈める。ろ紙を沈めている間にもう片方の容器に 50°C のお湯を入れておく。色が抜けていき、ある程度白くなったらピンセットで摘み上げる。破れやすいため端の方を持ち上げ、心配なら 2 本使う。そして今度はお湯の方に入れておく。するとさらに色が抜けていく。この間に(4)の作業に入つておく。お湯の方のろ紙が図 3 のように白くなったら十分である。



図 3. 脱色後のろ紙

#### (4) ヨウ素液に浸す

脱色をしている間に、漂白剤を入れていた方の容器を水洗いし、水を入れる。そこにヨウ素液を垂らし、ビールの色のような少し黒ずんだ黄色ぐらいの濃さにする。そして脱色が完了したろ紙をヨウ素液に浸す。少し待つと段々青紫色になっていく。ある程度色がついたらお湯の方の容器に移す。結果は図 4 のようになった。

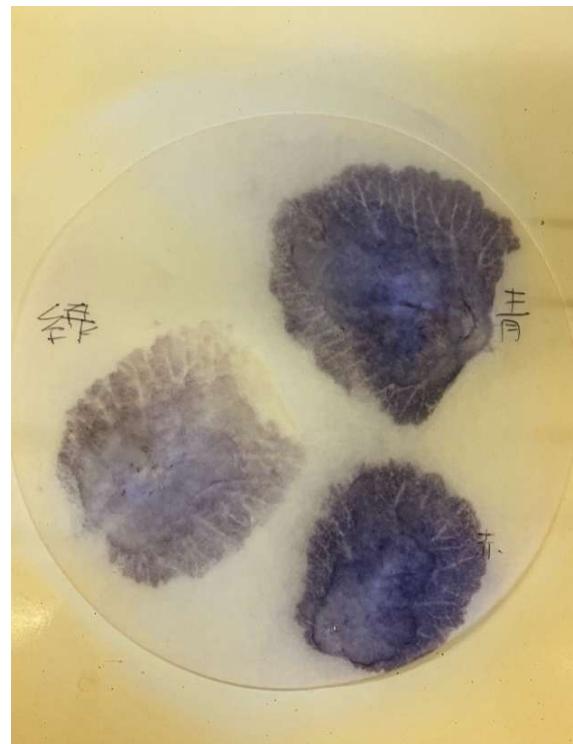


図 4. ヨウ素液に浸したろ紙  
[右上:青、右下:赤、左:緑]

#### 5. 終わりに

今回行った実験は簡易のものであり、容易に行うことができた。また、

この方法を使うと実験結果が明瞭に見えるため、分かりやすかった。別の種同士を比べて見るのも面白そうである。想像以上に綺麗に色が出たものの、何もせず放置していたため、一晩で色が抜けてしまったのは残念である。色を残す方法を調べてみたが見つからなかったため、どうすれば良かったのか今後調べてみたい。

#### [参考文献]

- ・河合信之 . 簡便な教材を使った効果的な指導法の開発 —小中学校における葉のデンプンの検出を事例として— . 日本科学教育学会研究会研究報告 . 2019 , vol.33 , no.7 , p.21-24 .
- ・東北大学理学部生物学科 . 光合成の生理生態学講座 . 光合成の機作 . Mechanism . [http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/hikosaka\\_lab/hikosaka/Mechanism.html](http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/hikosaka_lab/hikosaka/Mechanism.html) . 最終閲覧 2025-3-29

## アオカビの培養および観察と他細菌の発育抑制の観察

高校 1 年 櫻井遙

中学 3 年 武山煌

### 0. はじめに(1)

この記事を書き始めた現在、3月14日0時24分です。そして、記事の提出期限は3月14日、本日です。~~ホワイトデーですね。~~さてさて、無事書き終わるのでしょうか…。前述のとおり時間がなく拙い文章になりますが、温かい目で最後までごゆるりと読んでいただけると幸いです。

### 1. はじめに(2)

イタリアンレストランに行くと、時折目にする「ゴルゴンゾーラ」というメニュー。ご存じの方も多いと思いますが、このゴルゴンゾーラには、ブルーチーズが使われています。そして、そのブルーチーズは、アオカビを用いて熟成させます。今回の実験では、その「アオカビ」の培養と観察等を行いました。

### 2. アオカビ(*Penicillium*)について

アオカビ(*Penicillium*)は、ペニシリウム属に属するカビの総称で、地球上に広く分布している不完全菌(菌類の生活環において、無性生殖を行うステージがまだ発見されていない菌)です。食品等に非常に生えやすい菌の1種です。おそらく、放置していた食パンや餅、段ボールに眠るミカンなどの表面に生えているのを発見し、やむを得ず捨ててしまったという経験をしたことがある人は少なくないのでしょうか。また、アオカビと聞くと青緑色のコロニーを想像してしまいがちですが、実際には青緑色だけでなく様々な色のコロニーを作る菌が存在します。アオカビの特徴として、筆のような構造で、その先端に胞子がついている「筆状体」と呼ばれるものが挙げられます。(図1)

ちなみに、この筆状体を意味する *penicillus* という語がアオカビの名前の由来だそうです。

また、アオカビは、1928年にイギリスの細菌学者フレミングが発見した抗生物質「ペニシリン」の原料です。

ペニシリンは、細菌の細胞壁の合成を阻害することで細菌の繁殖を抑制する、という仕組みの抗生物質です。現在でも、ペニシリン系薬剤は様々な感染症の治療に使われています。しかし、近年、抗生物質の濫用による抗生物質耐性菌が生まれています。これを防ぐためには、抗生物質を適切に服用することや、むやみに要求しないことが大事だと言われています。~~抗生物質耐性菌については、3学期に生物の授業で聞いたことを書いています。~~

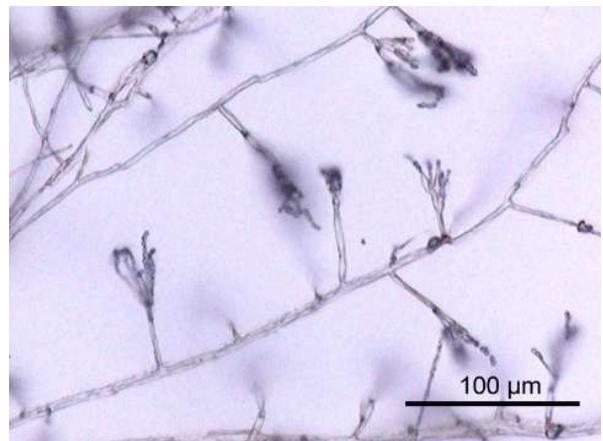


図1. 筆状体 (引用1)

### 3. 実験で使用した主な器具

- ・寒天培地  
アオカビを培養する際使用。
- ・ビーカー、滅菌シャーレ  
培地作成時使用。
- ・滅菌済みピンセット  
植菌時使用。
- ・パラフィルム  
培地の乾燥等を防ぐため使用。
- ・インキュベーター  
アオカビ培養時、温度を一定に保つため使用。
- ・クリーンベンチ  
今回の実験の無菌操作時のほとんどで使用。

### 4. アオカビの培養

今回の実験では、まずアオカビを培養するところから始める必要があるのですが、これに意外と時間をとられてしまいました。

以下、培養手順と適宜説明を示します。

まず、店で購入したブルーチーズを用意しました。そもそもブルーチーズを売っている店は多くなく、探すだけでも苦労しました。また、購入する際、アオカビが使われているかを確認する必要があります。実際に、最初スーパーで購入したものは「ブルーチーズ」という商品名でしたが、わずかにブルーチーズが練りこまれたカマンベールチーズでした。紛らわしい。(正確にはカマンベールチーズに使われるカビもペニシリウム属。)

次に、寒天培地を作成しました。今回使用したのは、ニッスイの標準寒天培地です。主にクリーンベンチ内で培地の作成を行いました。

そして、寒天培地にアオカビを植菌しました。ブルーチーズは固体の状態で用いるので、今回は扱いやすいピンセットを用いました。そしてインキュベーターを用いて、28.5°Cの条件で培養を行いました。尚、私は実験を3学期の期末考査期間に行いました。

試験結果は察し。

すると、図2のようにアオカビを培養させることに成功しました。

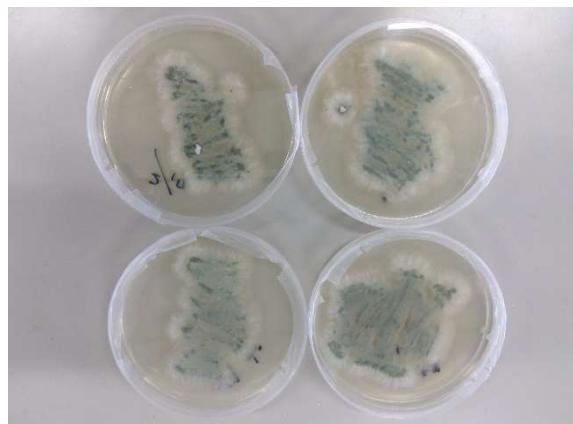


図2 アオカビ

### 5. アオカビの観察

培養したカビがアオカビであることを確認するため、カビの胞子を観察しました。下の図では少し見にくいくかもしれません、図の中に青緑色の小さいリングのようなものが無数に見られます。これがアオカビの胞子です。(図3)

次に、アオカビの筆状体を観察しました。(図4)



図 3. アオカビの胞子 顕微鏡 400 倍

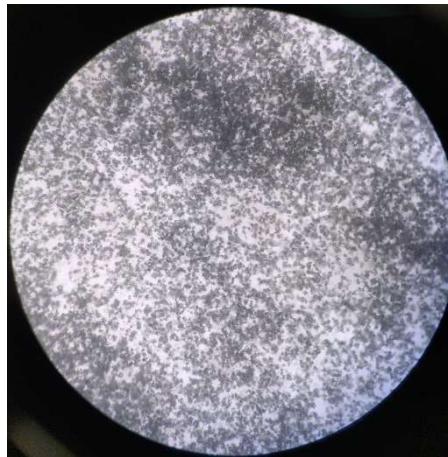


図 4. アオカビの筆状体 顕微鏡 45 倍

## 6. ペニシリンの作用機構について

ペニシリンについては、「はじめに」で軽く触れましたが、改めてここで説明します。人間の細胞は細胞壁をもたないのに対し、細菌の細胞は細胞壁をもちます。ペニシリン(ペニシリン G)は、細菌が細胞壁を合成する際に不可欠なペニシリン結合タンパク質という酵素に結合し、細菌の細胞壁の合成を阻害します。十分な厚さの細胞壁をつくれない細胞は、細胞内の液体と細胞外の液体との濃度を一定に保とうとする力(=浸透圧)に耐え切れずに、細菌の細胞内に液体が流入して細菌が死滅する、というわけです。

## 7. アオカビの他細菌の発育抑制の観察

本来、アオカビからペニシリンを抽出して他の菌を培養した培地に滴下して、「滴下した周囲の菌の発育が抑制されていますね！これでペニシリンの完成です！」というようなものをやりたかったのですが、時間がなかったので今回はフレミング大先輩がペニシリンを発見した時のように、他の細菌とアオカビと一緒に培養して、アオカビの他細菌の発育抑制の様子を観察しました。「題名詐欺じゃん」なんて思わないでください。

以下、手順と適宜説明を示します。

まず、滅菌済みビーカーに熱湯と納豆をいれてかき混ぜ、上澄みから納豆菌を抽出しました。私は部室の冷蔵庫に眠っていた賞味期限がとっくに切れている納豆を使用しました。そのせいか開けただけでにおいが部屋中に充満しました。皆さんが実験を行うときはきちんとしたものを使ってください。

その後、培地上にアオカビと納豆菌を植菌し、数日間放置すると、やはりアオカビ周辺には納豆菌は生えませんでした。(図 6)



図 6. 左右ともにアオカビと納豆菌を培養

以上で、アオカビの他細菌の発育抑制の観察とさせていただきます。

## 8. 反省

今回、本来なら納豆菌だけを培養したシャーレも作成し、比較する必要があったのですが、時間の都合上、作成することができませんでした。~~一部の難生における時間にルーズな一面が垣間見えます。~~また、納豆菌のコロニーを視覚的にわかりやすくするために、染色した方が良かったかもしれません。以上の反省点をふまえ、この記事を書き終えた後の春休みなどを用い、ペニシリソの抽出をきちんと行いたいと思います。来年の記事に乞うご期待。

## 9. おわりに

今年の春から(つまりあなたが今読んでいるときには)高校生ということで、少しつまともな実験をしたいなあ、などと思ってこの実験を思いつきましたが、歴史上の人物の偉業に思いを馳せながら実験を行うのも楽しいと思えました。来年の記事では、もう少しパワーアップさせたものを書けたらと思います。最後に、深夜テンションで見苦しい文章もあり、最後のほうはやや駆け足となつた部分もありましたが、この記事を最後まで読んでくださった皆さん、ありがとうございました。

追記：23時12分現在、ついに書き終わりました。今日は早めに寝たいです。

### ○引用文献

- ① アオカビ、フリー百科事典 ウィキペディア、<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%82%AA%E3%82%AB%E3%83%93>、最終閲覧日 25/3/14
- ② ペニシリソ系抗生物質の性質と特徴、役に立つ薬の情報～専門薬学、<https://kusuri-jouhou.com/microbe/penicillin.html>、最終閲覧日 25/3/14

### ○参考文献

- ① タカノフーズ、自分で納豆を作つてみよう！、こども研究室、[https://www.takanofoods.co.jp/fun/study/secret\\_03.html#:~:text=%E3%82%B8%E3%83%A3%E3%83%A0%E3%81%AA%E3%81%A9%E3%81%AE%E7%A9%BA%E3%81%8D%E3%81%B3%E3%82%93,%E3%81%A9%E3%81%8F%EF%BC%89%E3%82%92%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%95%E3%81%84%E3%80%82](https://www.takanofoods.co.jp/fun/study/secret_03.html#:~:text=%E3%82%B8%E3%83%A3%E3%83%A0%E3%81%AA%E3%81%A9%E3%81%AE%E7%A9%BA%E3%81%8D%E3%81%B3%E3%82%93,%E3%81%A9%E3%81%8F%EF%BC%89%E3%82%92%E3%81%97%E3%81%A6%E3%81%8F%E3%81%A0%E3%81%95%E3%81%84%E3%80%82)、最終閲覧日 25/3/14
- ② ペニシリソ系抗生物質の性質と特徴、役に立つ薬の情報～専門薬学、<https://kusuri-jouhou.com/microbe/penicillin.html>、最終閲覧日 25/3/14

# 発光細菌の単離

高校1年 須原誠介

## 1. はじめに

みなさんは発光細菌をご存知だろうか？発光細菌には様々な種類があり、いたる所に存在するが、その最たる例がイカの体表である。一部の種類のイカは外套膜の腹側で発光細菌と共生し、その発光をカウンターシェーディングという擬態に利用している。また、ある種類の発光細菌は昆虫に寄生することで知られており、生物農薬として利用されている。私はこの発光細菌を培地上で安定して発光させるべく、発光細菌の単離に挑戦した。

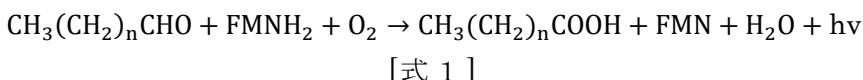
## 2. 使用した生物について

### (1) 発光細菌の分類

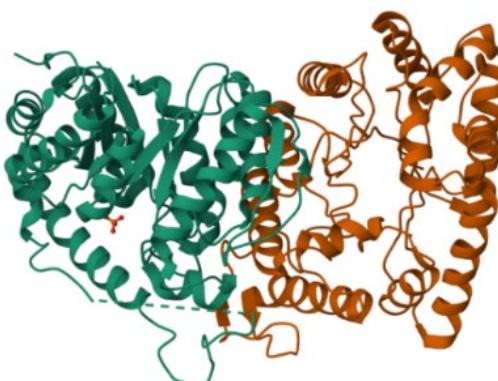
発光細菌は生物発光する細菌の総称である。発光細菌は *Vibrionaceae* 科、*Shewanellaceae* 科と *Enterobacteriaceae* 科の 3 つの科に分類できるが、いずれも通性嫌気性で運動性のグラム陰性桿菌である。

### (2) 発光細菌が発光する仕組み

発光細菌はシグナル物質を用いることで細菌密度を計測し、細菌密度が一定の値になると発光する。発光細菌はバクテリアルシフェラーゼが長鎖アルデヒドと還元型フラビンモノスクレオチド (FMNH<sub>2</sub>) を酸化する [式 1] の反応を触媒することによって発光する。hv は放出される光エネルギーを指す。



発光細菌の発光の代謝過程に関わる酵素をコードする領域はすべて単一のプロモーターによってのみ制御されている遺伝子クラスターであり、上流から luxCDABEG の順に並んでいる。これらの lux オペロンで翻訳された酵素はそれぞれ LuxCDABEG であり、その中でも LuxA,B 複合体はルシフェラーゼ、LuxC,D,E 複合体は脂肪酸を



[図 1] *v. harveyi* のルシフェラーゼ  
(PDBe より引用)

還元して長鎖アルデヒドにする酵素、LuxG は FMN を  $\text{FMNH}_2$  に還元する酵素である。ほかにも一部の種では LuxF が見つかっており、LuxF は発光強度に関係すると言われている。

### 3. 材料と方法

#### (1) 材料

- ・イカ
- ・人工海水
- ・改変標準寒天培地(食塩 3%、グリセリン 0.3% 添加)  
標準寒天培地に食塩を 3%、グリセリンを 0.3% 添加した培地を選択培地として利用し、単離する。
- ・ループ
- ・暗室(簡易的なものを段ボールで作成)

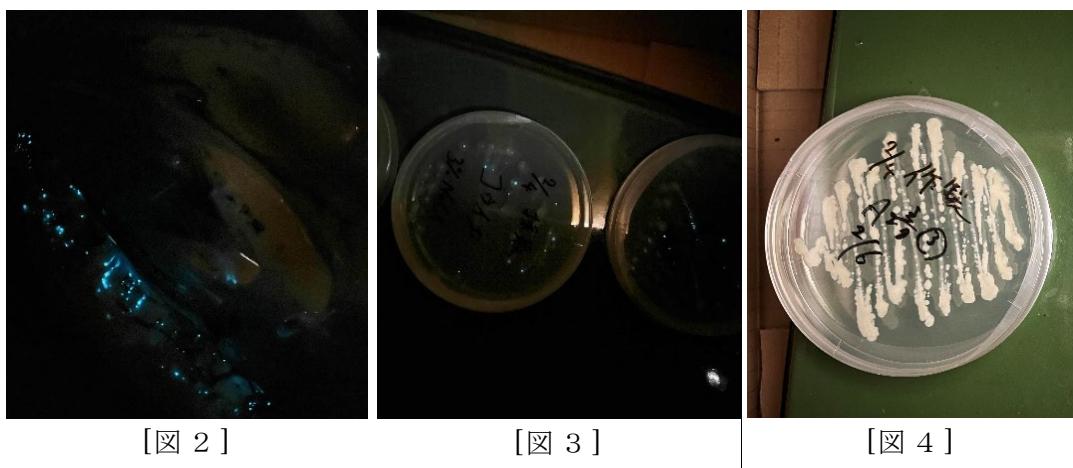
#### (2) 方法

できるだけ新鮮なイカの外套膜を人工海水で軽く洗浄した後、海水に付けて一晩放置。外套膜にできる青白く発光するコロニーをループで掻き取り、培地に塗り広げる。その後にコロニーが形成される、それをループで掻きとり…と、この操作を何回か繰り返す。

### 4. 単離と継代培養

#### (1) 一回目

鮮魚店でコウイカを購入。人工海水に浸して放置した。発光細菌のコロニーが観察できた部位[図 2]を切り取り、シャーレに移して人工海水に軽く浸してさらに培養した。発光しているコロニーを掻き取り、あらかじめ用意しておいた培地に植菌して 20°C で恒温培養した。後日、発光



[図 2]

[図 3]

[図 4]

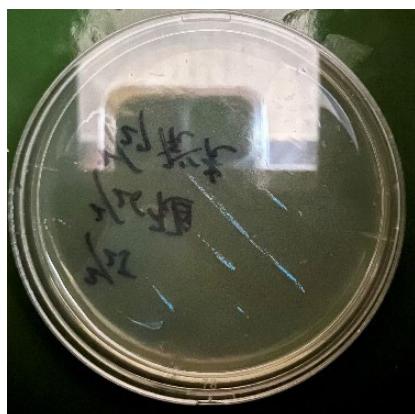
しているコロニーが多数確認できた[図 3]。このシャーレをしばらく冷蔵庫に保管した。後日、シャーレの発光していた部分からまたコロニーを掻き取り。別のシャーレに植菌したが、発光しなかった。また、そのコロニーはクリーム色で、培地はイカ特有の腐敗臭がした[図 4]。

## (2) 二回目

イカ墨パスタ(別の記事を参照)にて解剖されたケンサキイカの外套膜を一部頂き、一回目と同様に操作して、[図 5][図 6]のように発光しているコロニーができた。しかし、数回ほど継代培養を続けると発光が次第に弱くなり、[図 7]のようなクリーム色のコロニーができた(写真はしばらく経った後のもの)。この培地も一回目と同様に腐敗臭がした。



[図 5 ]



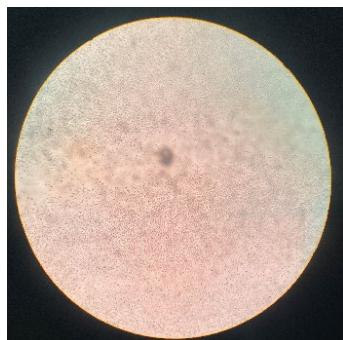
[図 6 ]



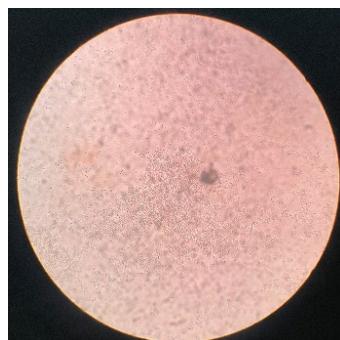
[図 7 ]

## 5. グラム染色

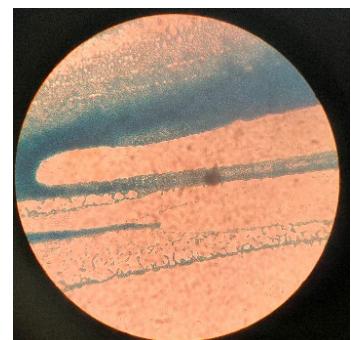
以上のように一回目も二回目も単離に失敗してしまった(悲)。培地や温度などの環境によっては発光細菌の発光がかなり弱くなる、もしくは発光しなくなることがあるらしいのでグラム染色をして細菌の形状を確認した。



[図 8 ]



[図 9 ]



[図 10 ]

一回目は[図8]のようなグラム陰性球菌が観察できた。二回目は[図7]のように色の濃いコロニーが色の薄いコロニーを覆っていたので、二種類検鏡した。色の濃いコロニーでは[図9]のような一回目の菌に酷似したグラム陰性球菌が観察できた。色の薄いコロニーでは[図10]のようなグラム陽性桿菌が観察できた。発光細菌はグラム陰性桿菌であるので双方共に発光細菌でないことがわかった。

#### 4. 考察

一回目二回目ともにクリーム色のコロニーができてしまった。単離が不十分で、他の雑菌が繁殖してしまったのだろう。グラム陽性桿菌については、*Halobacillus salinus*という種が見つかっており、その菌は発光細菌の発光を阻害するらしい。検鏡の際に見つかった菌もそれである可能性がある。

#### 5. おわりに

結果としては部誌の締め切りに間に合わず失敗に終わってしまったが、発光細菌の発光を阻害する菌かもしれないものを培養するなどの収穫もあった。今後は発光細菌を分離し、その菌との共培養に挑戦したいと思う。この記事では鮮魚店や市場で購入したものを用いたが、スーパーの鮮魚コーナーなどに売っているものでもコロニーができることがあるらしい。みなさんも試してみてはどうだろうか？

#### ○引用文献

- 1brl-PDBe(最終閲覧日 2025/3/15)

<https://www.ebi.ac.uk/pdbe/entry/pdb/1brl>

#### ○参考文献

- クオラムセンシング-腸内細菌学会用語集(最終閲覧日 2025/3/15)

<https://bifidus-fund.jp/keyword/kw029.shtml>

- 吉澤晋(大気海洋研・東大)海洋微生物(最終閲覧日 2025/3/15)

<https://sites.google.com/edu.k.u-tokyo.ac.jp/susumu-yoshizawa/bioluminescence>

- Brodl E, Winkler A, Macheroux P.(2018) *Comput Struct Biotechnol J*, 16:551, DOI: 10.1016/j.csbj.2018.11.003.

- Teasdale ME, Liu J, Wallace J, et al.(2008) *Appl Environ Microbiol*, 75:567, DOI: 10.1128/AEM.00632-08.

# ゾウリムシの敗北

高校 2 年 井川 禮 訓

## 1. はじめに

私はゾウリムシを購入したとき、ゾウリムシとは異なる形状のものも観察された。それをペットボトルにて培養したときどのようなものが顕微鏡で観察されるようになるのか気になり、観察できる生物が自身の知っていたものと異なったため、ゾウリムシなのか調べることにした。

## 2. ゾウリムシについて

ゾウリムシとはアルベオラータ界纖毛虫門貧膜口綱ゾウリムシ目ゾウリムシ亜目ゾウリムシ科ゾウリムシ属に属する生物の総称ないしはその 1 種 *Paramecium caudatum* をさす。基本細長く全面纖毛に覆われた単細胞生物で、食胞や収縮胞が発達している。汚水中で生活する。主な食べ物は細菌。

## 3. 実験について

### (1) 概要

ゾウリムシを購入し顕微鏡で観察した。次に 5 ヶ月ほど培養し、どのようなものが観察されるようになるのか調べた。

### (2) 用いたもの

#### ① ゾウリムシ 600ml

Amazon で購入した。購入したゾウリムシの種類はゾウリムシ属の一種の *P. multimicronucleatum* だった。

#### ② ペットボトル

500mL 程度の空のもの 3 本をゾウリムシの培養に使用した。

#### ③ 顕微鏡

ゾウリムシの特徴を観察するために使用した。

#### ④ スライドガラス・カバーガラス

観察時にプレパラートの作成に利用した。

## 4. 実験方法

### (1) 培養の準備

ペットボトルに Amazon で購入したゾウリムシ入りの液体をペットボトル 3 本に 200mL ずつ分け、250mL の水道水を加えた。

## (2) 観察

上記のペットボトルから一滴取り出し、プレパラートを作成し顕微鏡で観察した。

## (3) 培養

Amazonでゾウリムシを購入し、そのゾウリムシを500mlのペットボトル3本に分けて5ヶ月程度培養した。餌には購入時に付属していたものを毎週5mL程度使用した。

## (4) 2度目の観察まで

ゾウリムシを培養しているペットボトル3本から1滴ずつ取り出しプレパラートを作成した。

## (5) 観察

顕微鏡でプレパラートにいるプランクトンを観察した。

## 5. 結果

### (1) 購入後の観察

購入後に観察されたものはゾウリムシと考えられるものとそうでないものが確認された(図1,図2)。ゾウリムシと考えられるもの(図1)が多くを占めており、そうでないもの(図2)は少数であった。ゾウリムシでないと思われる生物は鞭毛を持っているように見られた。



図1. ゾウリムシと  
考えられる生物



図2. ゾウリムシでない  
と考えられる生物

### (2) 5ヶ月後の観察

5ヶ月培養した後ではゾウリムシとは異なる生物が観察された(図3)。観察された生物はゾウリムシの特徴を満たしておらず、鞭毛を持っているように見られるものだった。



図3. ゾウリムシ  
でない生物

## 6. 考察

購入直後にゾウリムシを観察した際にはゾウリムシと推測される個体が多数でゾウリムシでない鞭毛を持っているように見える個体は少數のみ観察できた。しかし、購入から5ヶ月後に観察するとゾウリムシではない鞭毛をもった個体が多数でゾウリムシと思われるものは観察できなかった。このことから、ゾウリムシはそれらに食べられて少なくなったことや、同じものを餌としていて競争に敗れたこと、すみ分けを行うようになり今回ペットボトルから採取したものに存在しなかったことなどが考えられる。

## 7. 終わりに

本稿ではAmazonで購入したゾウリムシ600mlを自分で培養する前とその後で比較した。結果ゾウリムシが観察されないようになったが、今回はたまたまゾウリムシが減っていた時期に観察してしまった可能性があることをふまえて、以後も定期的に観察していきたい。

### ○参考文献

- ・ゾウリムシが動くようす, NHK,  
[https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das\\_id=D0005301530\\_00000#in=0&out=100](https://www2.nhk.or.jp/school/watch/clip/?das_id=D0005301530_00000#in=0&out=100), 最終閲覧日 2025年3月17日
- ・ゾウリムシ属 *Paramecium*, 原生生物情報サーバ,  
<http://protist.i.hosei.ac.jp/taxonomy/Ciliophora/Oligohymenophorea/Genus/Paramecium/index.html>, 最終閲覧日  
2025年3月17日

# 大腸菌への遺伝子導入実験

高校 2 年 大塚 優音

中野 正悠

中学 3 年 大石 悟史

太田 晴翔

赤穂 卓磨

藤井 基史

## 1. はじめに

皆さんは遺伝子組み換え生物を使用することは法律で規制されているということを知っているだろうか。遺伝子組み換え生物の使用によって、生物多様性に悪影響を及ぼす危険性があるため、国際的に枠組みが定められており、日本においてもカルタヘナ法と呼ばれる法律によって遺伝子組み換え生物の使用が規制されている。

また、細菌・ウイルス等を取り扱う実験施設において、それらを封じ込められる能力によって BSL(バイオセーフティーレベル)が 1~4 に区分されており、数字が大きくなつていけばいくほど危険な病原体を取り扱うことができる。

今回、もともと大腸菌の遺伝子組み換え実験に興味を持っていた部員が集まって、やってみようとなったのが実験のきっかけである。なお、文部科学省の定める「組換え DNA 実験指針」(平成 14 年文部科学省告示 第 5 号)により、高等教育機関における教育目的の遺伝子組み換え実験においては、特定の宿主—ベクター系・供与 DNA の組み合わせで、必要な手続き等を簡略化することが可能であるため、今回は上述の実験指針を基に、安全性の確保に十分配慮したうえで、認定宿主—ベクター系及び供与 DNA を用いて実験を行った。

## 2. 実験概要

本研究では、GFP 遺伝子(緑色蛍光遺伝子)または  $\beta$  ガラクトシダーゼ遺伝子(LacZ 遺伝子)が、選択マーカーである amp<sup>R</sup>(アンピシリン耐性遺伝子)とともに組み込まれたプラスミドを大腸菌 JM109 株に導入した。そして、できた遺伝子組み換え大腸菌からプラスミドを抽出した。加えて、インサートチェックとして研究機関では一般的な「コロニー PCR 法」の疑似実験として、amp<sup>R</sup> 特異的なプライマーを設計し、PCR 実験を行った。

なお、本稿では、大腸菌への遺伝子導入実験について述べた後に、コ

ロニーサイクリング PCR 実験について述べる。

### 3. 遺伝子導入実験

#### (1) 実験の目的、流れ

本実験は、私たち灘校生物研究部での初の試みである遺伝子組み換え実験を行うにあたり、この実験を部内で継続的に行っていけるよう、安全性を十分に確保した実験環境を構築し、遺伝子組み換え実験の一連の操作を体験することを目的としている。

#### (2) 実験に使用した機器、器具

##### ① 機器

- ・ 42°Cの恒温槽…熱ショックを与えることに使用した。
- ・ 37°Cのインキュベーター(恒温機)…大腸菌の培養に使用した。
- ・ アイスボックス、クラッシュアイス…低温での処理に使用した。
- ・ オートクレーブ…培地等の滅菌に使用した。
- ・ クリーンベンチ…培地の分注など、無菌環境での処理に使用した。
- ・ 他

UV ライト、遠心機、ボルテックスミキサー、ホットスターーラー、電子天秤、電気泳動装置、電子レンジ、タイマー、ディープフリーザー

##### ② 器具など

手袋、実験用白衣・ゴーグル、マイクロピペット、マイクロチューブ、遠沈管、コンラージ棒、白金耳、アルコールランプ、三角フラスコ、ゲル作成トレイ・コーム、シャーレ、油性ペン

#### (3) 使用した薬品、培地

##### ・ Amp(アンピシリン)

この物質が周辺環境に存在すると、細菌類の細胞壁成分であるペプチドグリカンの架橋構造合成が阻害される。阻害の結果、細菌の細胞壁は細胞分裂を重ねれば重ねるほど薄くなり、最終的には外部との浸透圧差に耐えられず破裂し、死んでしまう。

##### ・ X-gal(5-ブロモ-4-クロロ-3-インドリル-β-D-ガラクトピラノシド)

野生型の大腸菌を X-gal を含んだ培地で生育していると、培地が青く変色する。これは、ラクトースを代謝する役割を持つ β-ガラクトシダーゼ(LacZ)と呼ばれる酵素によるものであり、大腸菌の周辺環境にラクトースがあると産生される。この酵素によって X-gal は加水分解され、5-ブロモ 4-クロロインドキシルとなり、自然に二量体化し、不溶性の青色

色素である 5,5'-ジブロモ-4,4'-ジクロロ-インジゴが生成されることで培地が青く変色する(図 1)。

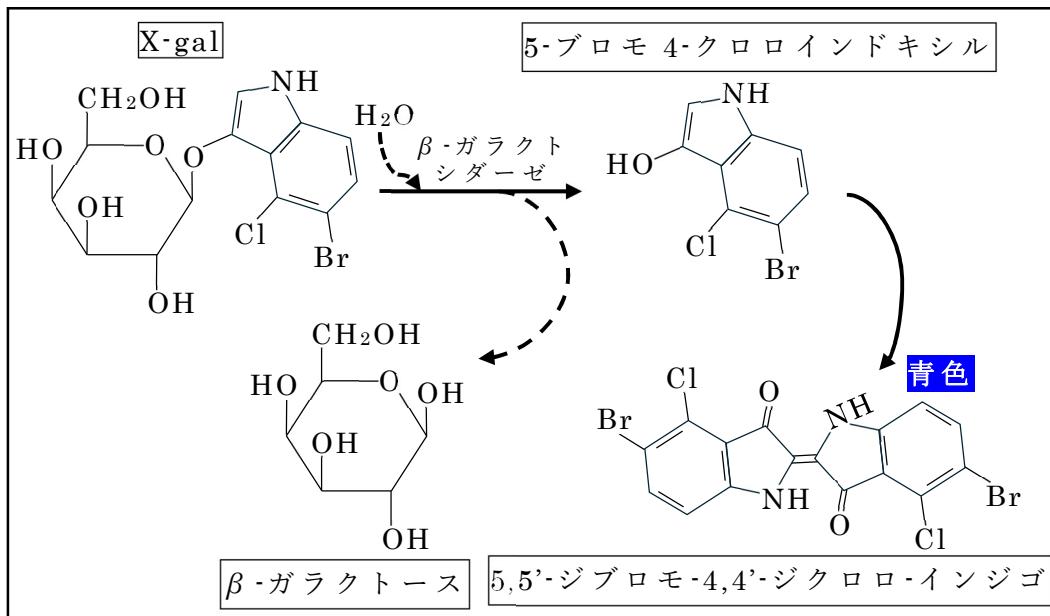


図 1. X-gal の加水分解反応

#### ・ LB 培地(Lysogeny Broth)

ペプトン、酵母抽出液、NaCl、寒天を含む栄養培地で大腸菌の培養用として人気が多く、汎用されている。なお、本研究では、指示薬としてBTB が添加されたものを使用した。

#### ・ IPTG(イソプロピル-β-チオガラクトピラノシド)

大腸菌の遺伝子において、ラクトースオペロンの上流にあるプロモーターに結合するリプレッサーに結合することで、リプレッサーのプロモーターへの結合を阻害し、ラクトースオペロン制御下にある遺伝子の発現を誘導する化合物。同じくラクトースオペロンの発現を誘導するラクトース誘導体、アロラクトースは代謝により分解されるのに対し、IPTG は分解されないため、ラクトースオペロンに目的遺伝子を挿入したプラスミドを用いた目的遺伝子の発現に使われる。なお、この実験では GFP 遺伝子または LacZ 遺伝子の発現を誘導する。

#### (4) 導入した遺伝子・プラスミド

本研究では、

- ①  $amp^R$  と  $tet^R$  が組み込まれたプラスミド pBR322 (図 2 左)
- ② GFP 遺伝子と  $amp^R$  が組み込まれたプラスミド pGFP (図 2 中央)
- ③ LacZ 遺伝子と  $amp^R$  が組み込まれたプラスミド pUC19 (図 2 右)

の 3 種類のプラスミドを大腸菌に導入した。

- GFP(Green Fluorescent Protein)遺伝子

GFP は下村脩博士によってオワンクラゲ(*Aequorea victoria*)から発見された緑色蛍光タンパク質であり、下村脩博士はその後ノーベル賞を受賞した。GFP は励起光(UV など)を当てれば単体でも発光するため、実験に広く使われている。

- $\text{amp}^R$ (アンピシリン耐性遺伝子)

$\beta$ -ラクタマーゼという酵素をコードしている遺伝子。この酵素が Amp を加水分解することができるため、Amp を含む培地でもこの遺伝子を導入した大腸菌は生存することができる。

- $\beta$  ガラクトシダーゼ(LacZ)遺伝子

$\beta$  ガラクトシダーゼという酵素をコードしている遺伝子。図 1 のように X-gal を加水分解することができるため、LacZ 遺伝子を持つ大腸菌は青色を呈する。ちなみに、LacZ 遺伝子の有無によって目的の遺伝子が導入されているか否かを調べる手法をブルー ホワイトセレクションと呼ぶ。

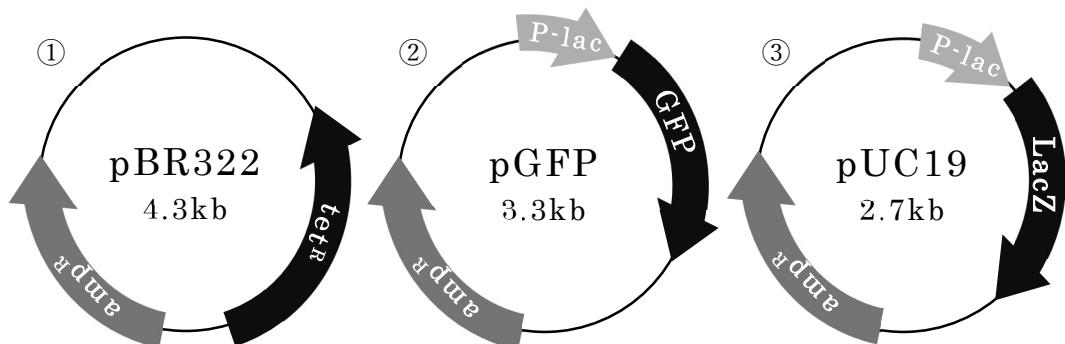


図 2. pBR322 と pGFP と pUC19

{  $\text{tet}^R$  はテトラサイクリン耐性遺伝子を示す。(本研究にはあまり関係ない)  
P-lac はラクトースオペロンのプロモーター領域を示す。 }

### (5) 使用した大腸菌株

JM109 株を使用した。この株は、LacZ 遺伝子を含む lac オペロンを欠失しているため、LacZ 遺伝子を導入しなければ、前述したような X-gal の加水分解を行えない。すなわち、LacZ 遺伝子を導入していない JM109 株のコロニーは青色ではなく白色を呈する。

### (6) 実験に使用したキット

- ・島津理科『遺伝子組換え実験キット スタンダード』

- ・Monarch® Plasmid DNA Miniprep Kit

### 3. 遺伝子導入の仕組み

#### (1) 基本原理

遺伝子組換えには、細菌、古細菌、また酵母等の細胞質内でみられるプラスミドというものを利用する。プラスミドとは、上記の生物等が自身のDNAと別に持っている、分子量の小さい環状のDNAであり、細胞内で自律的に複製されて、次世代以降にも伝達される。

図1のように遺伝子組換えされたプラスミドを、大腸菌に入れることで、大腸菌内でプラスミドが保持・増殖されて、特徴的な形質を獲得することができる。

#### (2) プラスミドが大腸菌に入るわけ

プラスミドは大腸菌の細胞膜にある接着帯と呼ばれている小さな穴を通過することで、細胞内に侵入する。

まず大腸菌を  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ などに懸濁し、コンピテントセル(DNAが取り込まれやすい状態の細胞)にする。これは、普通、大腸菌とプラスミドはどちらも負に帶電し、反発しあって接着帯を通過できないが、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ などの物質によって負の帶電が打ち消され反発がなくなり、通過できるようになるからである。

しかしこれだけではプラスミドは自主的に細胞内へ移動しない。そこで、42℃で短時間熱ショックを与えることで、プラスミドは接着帯から細胞内に侵入しやすくなるようだ(ヒートショックによる大腸菌内へのプラスミドの侵入の具体的な仕組みはまだ解明されていない)。

#### (3) 遺伝子導入の手順(※本研究で使用した塩化カルシウム法を記す)

まず、白金耳を用いて平板培地上の大腸菌のシングルコロニーを pick upし、これを 50mM  $\text{CaCl}_2$  溶液に懸濁し、コンピテントセルにする。氷上に十分な時間置いて冷やした後、プラスミドと一緒にチューブに入れ、再び氷上で冷やす。42℃のヒートブロックで約1分間ヒートショックを与え、遺伝子を導入する。

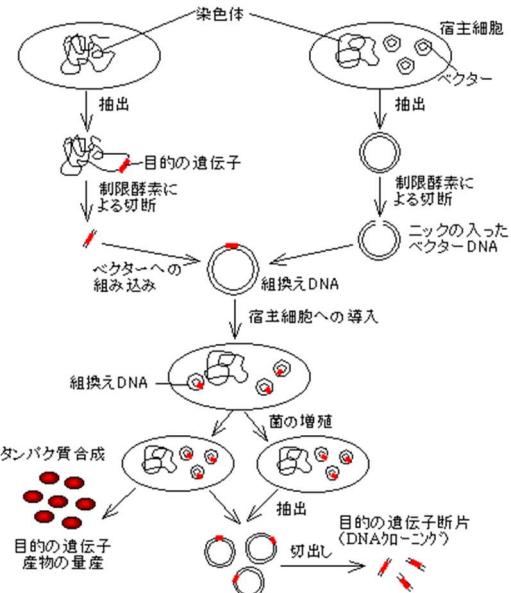


図3. 大腸菌への遺伝子導入法

「遺伝子工学の技術」  
(<http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~bc1/Biochem/genetec.h.htm>)より引用

## 4. プラスミド抽出の仕組み

### (1) 基本原理

DNAは中性付近で水素結合を形成し、二本鎖になっているが、pHが9.2を超えると水素結合が壊れてDNAは一本鎖に変性する。この反応は基本的に可逆反応であるが、急激なpH変化には対応できず、二本鎖に戻ることができない。またこの反応は分子量の大きい染色体DNAは変性しやすく、分子量の小さいプラスミドは変性しにくい。この性質を利用し、変性した染色体DNAだけを沈殿させ、上澄みからプラスミドを抽出する。

### (2) 使用溶液

プラスミド抽出には、次の3つの溶液を使用する。

#### ① 溶液a：リゾチーム溶液

リゾチーム、グルコース、CDTAを含む溶液。リゾチームは細菌の細胞壁を組成しているペプチドグリカンを加水分解し、グルコースは浸透圧差を形成し、細胞壁を破壊する。また、CDTAは金属イオンと強い複合体を作り、金属イオンを活性中心としているデオキシリボヌクレアーゼ(DNA分解酵素)を阻害する。

#### ② 溶液b：アルカリSDS液

NaOH(水酸化ナトリウム)とSDS(ドデシル硫酸ナトリウム)を含む溶液。強アルカリであり、細胞成分を溶解させて、さらに染色体DNAを変性させる。

#### ③ 溶液c：高濃度塩溶液

NaCH<sub>3</sub>COO(酢酸ナトリウム)、KCH<sub>3</sub>COO(酢酸カリウム)などが含まれているが、いずれの場合もアルカリSDS液によってアルカリになった溶液を、急激に中性に戻す。先ほど溶解した細胞成分、SDS、変性した染色体DNAが複合体を形成し、沈殿が生じる。

### (3) 抽出の手順

培養した大腸菌を含む培養液をチューブに入れて遠心し、上澄みを取り除いた後沈殿に溶液aを加え、0℃で30分間置き、細胞壁を破壊する。その後、溶液bを加え、溶液をアルカリ性(pH12~13)にする。この状態ではタンパク質などのほとんどの細胞物質は溶解し、先ほど基本原理で述べた通り染色体DNAは変性し一本鎖状態になる。

次にチューブを0℃で5分間置いた後、溶液cを加えてゆっくりと転倒混和すると、DNAを含む複合体が沈殿物として出てくる(ここでRNaseを加えRNAを分解する)。その後にフェノールとクロロホルムの

混合液(1:1)を加え、タンパク質を完全に変性させてこのチューブを 0°C で 1 時間置き、内容物を沈殿させる。

その後チューブを遠心し、上澄みを新しいチューブに回収する。このチューブにイソプロパノールを加え、さらに遠心分離することでプラスミドを沈殿させることができる。

## 5. 大腸菌の遺伝子組み換え実験

### ～amp<sup>R</sup>導入実験～

#### (1) 培養まで

##### ① 実験概要

大腸菌 JM109 株に amp<sup>R</sup> を導入し、amp<sup>R</sup> を形質転換により獲得した菌体のみが Amp を含む寒天培地上で生育できることを確認する。なお、プラスミドは選択マーカーのみを含むプラスミドである pBR322 (図 2 左) を用いた。導入手順については、“3. 遺伝子導入の仕組み”を参照。

##### ② 培地準備

オートクレーブにて LB 培地を滅菌後、冷ましてから Amp を濃度 100mg/ml になるよう培地に入れる。そして、寒天培地はシャーレに、液体培地は遠沈管に分注し、蓋に油性ペン等で名称を示しておく(重要)。

##### ③ 植菌、培養

形質転換後の菌液を作製した LB 寒天培地に 100μl 滴下し、コンラージ棒を用いて塗抹した。植菌後、約 24 時間 37°C で培養した。

##### ④ 観察、考察

Amp なしの LB 培地では、指示薬である BTB が緑色から黄緑色に変色した、すなわち酸性化したことから、大腸菌が盛んに増殖したことが確認できた(図 4)。

一方、Amp ありの LB 培地では、BTB の変色は見られず、10 個程度のシングルコロニーが確認できた(図 5)。

また、遺伝子導入の操作時に、プラスミド溶液の代わりに H<sub>2</sub>O をプラスミド溶液と同量入れた実験群では、Amp なしの LB 培地では、図 4 と同様に盛んに増殖していることが確認できたが、Amp ありの LB 培地では、培地の変色は起こらず、シングルコロニーが現れることがなかったことから、図 5 のシングルコロニーは pBR322 を菌内に持ち、アンピシリントン耐性遺伝子を発現している大腸菌であると考えることができる。



図 4. Amp<sup>-</sup>の LB 培地

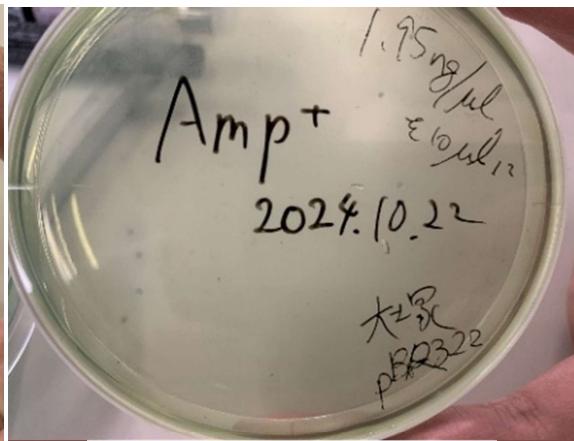


図 5. Amp<sup>+</sup>の LB 培地

## (2) プラスミドの分離

### ① プラスミド抽出

Monarch® Plasmid DNA Miniprep Kit を用いて、同封されていた取扱説明書に順守し、pBR322 の抽出を試みた。そして、その抽出したプラスミドを電気泳動し、確認した。(詳しくは“4. プラスミド抽出の仕組み”を参照)

### ② 電気泳動の結果、考察

図 6において、右から 2、3 番目のレーンのバンドが抽出したもの。それぞれ 2 本ずつバンドが出ており、+ 極のバンドの方が濃い。

1 番右のレーンのマーカー(最も手前のバンドが 2kb である)と比較し、2、3 番目のレーンの + 極側のバンドは 4kb 付近の正しい位置でバンドが出ているため、抽出は成功だと判断できる。- 極側の薄いバンドに関しては、スーパーコイル型のプラスミドがバンドとして現れていると考えられる。

なお、追加実験として、購入した状態の pBR322 プラスミド溶液も電気泳動を行ったが、図 6 と同じ位置にバンドが現れたことからも、本実験で pBR322 抽出が成功したことを支持できる。

### (3) まとめ

pBR322 の大腸菌への導入実験を通して、私たち生物研究部では史上初の遺伝子組み換え実験を体験することができた。そして、Amp<sup>+</sup>の LB 寒天培地でのシングルコロニー形成(図 5)や、プラスミドの抽出と電気

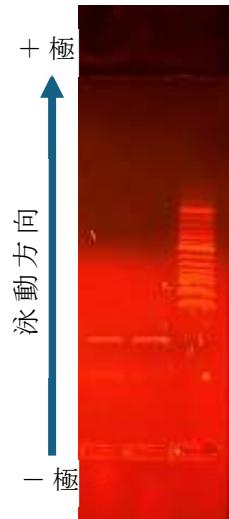


図 6. 電気泳動の結果

泳動によるプラスミドの分離(図 6)に成功した。

### ～GFP 導入実験～

本実験は、島津理科『遺伝子組換え実験キット スタンダード』を用いて行った。

#### (1) 培養まで

##### ① 遺伝子組み換え大腸菌の作成と培養

$\text{amp}^R$  を導入して培養したのと同じような手順で行う。プラスミド溶液は『遺伝子組換え実験キット スタンダード』に付属する pGFP と pUC19 の混合液を導入した。そして、キットの指示書に従い、次の 4 つのプレートを作成した(蓋に油性ペン等で名称を示しておく)。

- |                |                               |
|----------------|-------------------------------|
| a) LB 培地       | b) LB 培地 + Amp                |
| c) LB 培地 + Amp | d) LB 培地 + Amp + X-gal + IPTG |

a と b のプレートにプラスミド溶液の代わりに  $\text{H}_2\text{O}$  を入れた大腸菌液、c と d のプレートにプラスミド溶液を入れた大腸菌液を塗抹し、約 24 時間 37°C で培養した。なお、用いた菌株 JM109 株である。

##### ② 観察

培地 a では、大腸菌の盛んな増殖が見られ、培地 b では全く増殖していないなかった。

培地 c と培地 d では、どちらも 10~20 個のシングルコロニーが見られた。培地 c では、どのコロニーも白色であった一方、培地 d では、ほとんどが白いコロニーであったが、数個、青いコロニーが見られた(図 7、矢印で示した丸枠内。2 つのコロニーのうち上が白で下が青)。

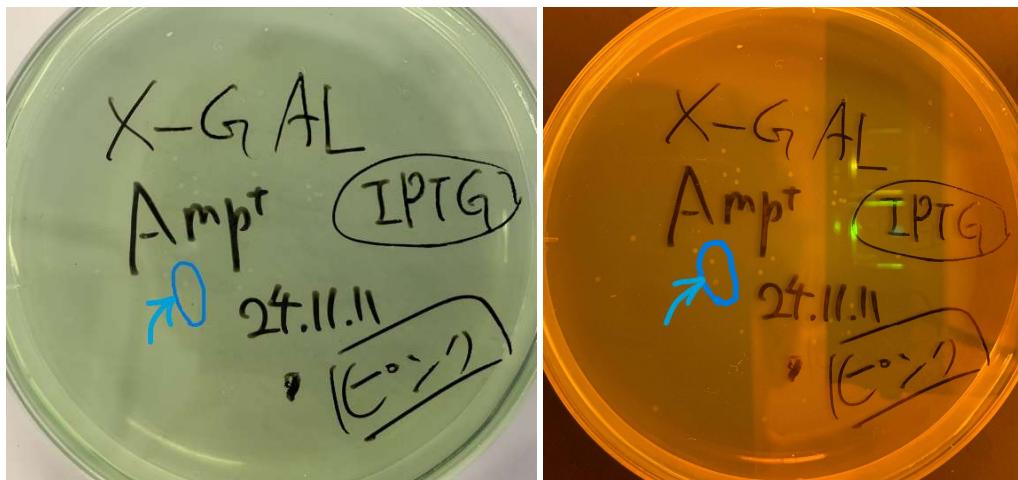


図 7. 培地 d の結果

また、UVを当てると、培地cでは、どのコロニーも蛍光しなかった。一方、培地dでは、白いコロニーが蛍光し、青いコロニーは蛍光しなかった(図7、矢印で示した丸枠内)。

### (2) 遺伝子抽出

amp<sup>R</sup>導入実験と同様。電気泳動は時間の都合上、行うことができなかった。

### (3) 考察

培地cでは白いコロニーのみが見られ、培地dで数個の青いコロニーが見られたことから、培地dの青いコロニーはpUC19を取り込んだ大腸菌であり、IPTG存在下でpUC19のラクトースオペロンのプロモーター領域(P-lac、図2参照)に結合するリプレッサーが外れ、LacZ遺伝子が発現することで、培地中のX-galが酵素β-ガラクトシダーゼにより加水分解され、青色を呈したと考えられる。

また、培地cのコロニーは蛍光せず培地dの白いコロニーが蛍光したことから、培地dにおいて蛍光したコロニーはpGFPを取り込んだ大腸菌であると考えられ、上述したのと同様のメカニズムで、IPTG存在下でpGFP上のP-lacのリプレッサーが外れ、GFP遺伝子が発現し、蛍光したと考えられる。

また、培地dのコロニー数は、(白いコロニー数)>(青いコロニー数)となっていることから、キットに付属していたプラスミド混合溶液中のpUC19とpGFPの濃度も(pGFPの濃度)>(pUC19の濃度)となっていた可能性が高い。また、培地dの青いコロニーはいずれも蛍光を示さなかったことから、pUC19とpGFPを同時に取り込んだ大腸菌は存在しなかったと考えられる。

## 6. コロニーPCR実験

### (1) 実験目的

大学をはじめとする研究機関においては、プラスミドは制限酵素を駆使して目的の遺伝子を挿入し、自作することも多い。目的の遺伝子が正しい向きに挿入されたかどうかを調べるインサートチェックとして「コロニーPCR法」が頻繁に用いられる。

コロニーPCR法では、遺伝子導入後の菌体を滅菌した爪楊枝などでつつき、それを直接PCR反応液に入れ、サーマルサイクラーでPCR反応を行う。

そこで、本研究では、この「コロニーPCR法」を疑似体験するため、そして、部内で継続的に簡便にPCR実験を行えるよう、図2に示す3種のプラスミドに共通して存在するamp<sup>R</sup>の特定領域を増幅できるプライマーを設計し、PCR実験を行った。

## (2) プライマーの設計

図2に示す3種のプラスミドの全塩基配列を取得後、OlvTools(<https://olvtools.com/primer-design>)にて、各プラスミドの塩基配列をテンプレート配列としてそれぞれ入力し、amp<sup>R</sup>の任意の領域をプラスミドから特異的に増幅できるようのようなプライマーセットの候補を決定した。なお、amp<sup>R</sup>領域の塩基配列は3種のプラスミドで同一である。そして、それらのプライマーセットの候補が大腸菌自体の持つDNAの塩基配列にも結合してしまうのを防ぐため、Primer BLAST(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/>)を用いて候補を絞った。そして、最終的に設計したプライマーセットを表1に示す。なお、このプライマーセットにより増幅されるPCR産物は581bpである。

表1. amp<sup>R</sup>のプライマーセット

試料名	塩基配列(5'→3')
amp <sup>R</sup> Foward	TCCTTGAGAGTTTCGCC
amp <sup>R</sup> Reverse	CAGTGCTGCAATGATAACCGC

## (3) PCR反応

amp<sup>R</sup>を選択マーカーとするプラスミドを導入した大腸菌のうち、Amp<sup>+</sup>のLB培地で生育しているコロニーとプラスミドを導入していない大腸菌コロニーをそれぞれ滅菌した爪楊枝でつつき、PCR反応液と混合した。なお、ポジティブコントロールとして、鑄型DNAとして購入したプラスミド溶液の希釀液をPCR反応液と混合したものも用意した。行ったPCR反応サイクルは表2に示す。

## (4) 電気泳動

表2のPCRサイクルを行った後、電気泳動を行った。結果は図8に示す。なお、○番号に対応する、鑄型DNAを採取したコロニー(またはプラスミド溶液)はそれぞれ以下。

表2. PCRサイクル条件

98°C	1min	
98°C	20sec	
60°C	20sec	35cycles
72°C	45sec	
72°C 5min		

- ① pBR322 プラスミド溶液
- ② DNA サイズマーカー)
- ③ pGFP を導入したコロニー
- ④ pGFP を導入したコロニー
- ⑤ pUC19 を導入したコロニー
- ⑥ プラスミドを導入していないコロニー

①の結果より、設計したプライマーセットは、プラスミドの  $\text{amp}^R$  の特定の領域を增幅できることが分かった。また、③～⑤より、このプライマーセットを用いることで、図 2 に示す 3 種のプラスミドのいずれかについて、コロニー単位での導入の有無を判別できることが分かった。

## 7. 終わりに

本研究では、私たち灘校生物研究部にとって初めての試みである遺伝子組み換え実験を行った。遺伝子組み換え実験を行うにあたり、実験室内の環境整備やカルタヘナ法の詳細な確認、実験後の汚染器具類の処分など、気にかけねばならないことが多かったが、事故なく遂行することができたのは幸いである。昨年 2 学期には超低温保存が可能なディープフリーザーが導入されたこともあり、プラスミドや大腸菌コンピテントセル、その他試薬を容易に長期保管できるようになった。生物研究部内でこの遺伝子組み換え実験のノウハウが脈々と引き継がれ、継続的に行われていくことを期待したい。

## 8. 謝辞

最後に、本研究を行うにあたり、生物研究部顧問の宮田先生、並びに本校理科実習助手の徳永さんには多大なるご教授、ご支援をいただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

## ○ 参考文献

- ・カルタヘナ法とは

<https://www.maff.go.jp/j/syuan/nouan/carta/about/> (2025/3/14 最終閲覧)

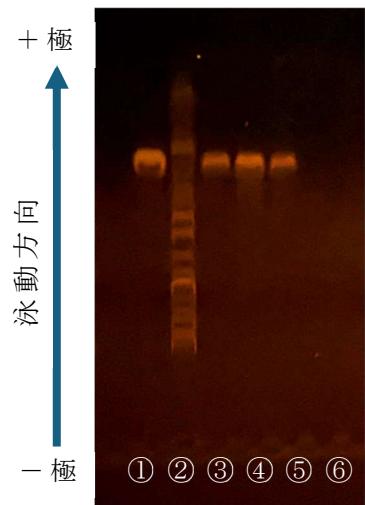


図 8. 電気泳動の結果

- ・高等学校等において教育目的で行われる遺伝子組換え実験の「遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律」における取扱いについて

[https://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification\\_mext\\_E16021.pdf](https://www.biodic.go.jp/bch/download/law/notification_mext_E16021.pdf) (2025/3/14 最終閲覧)

- ・平成23年度 高等学校における教科指導の充実 理科 生物領域

[https://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/kyokasido\\_h23/pdf/seibutsu\\_02-2.pdf](https://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/kyokasido_h23/pdf/seibutsu_02-2.pdf) (2025/3/14 最終閲覧)

- ・コロニー選択のための青／白スクリーニングとそのプロトコル

[https://www.sigmaldrich.com/JP/ja/technical-documents/technical-article/genomics/cloning-and-expression/blue-white-screening?srsltid=AfmBOooKLbgBdSk9VVeWFcxozJ\\_LaG3ocLMCFvKvxJJlhHkR-SVhn4Hl](https://www.sigmaldrich.com/JP/ja/technical-documents/technical-article/genomics/cloning-and-expression/blue-white-screening?srsltid=AfmBOooKLbgBdSk9VVeWFcxozJ_LaG3ocLMCFvKvxJJlhHkR-SVhn4Hl) (2025/3/14 最終閲覧)

- ・微生物培地の基礎

<https://www.sigmaldrich.com/JP/ja/technical-documents/technical-article/cell-culture-and-cell-culture-analysis/microbial-cell-culture/microbial-media?srsltid=AfmBOoogikLB8clpG9XsiWIHkoEh7ilMOVByU6BKeCKlUs4Kx12Kui6s> (2025/3/14 最終閲覧)

- ・プラスミドと形質転換 | テクノロジー・その他

<http://nsgene-lab.jp/technology/plasmid/> (2025/3/14 最終閲覧)

- ・遺伝子工学の技術

[\(2025/3/14 最終閲覧\)](http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~bc1/Biochem/genetech.htm)

- ・いまさら聞けないプラスミド抽出法の原理

[https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/8909/8909\\_yomoyama\\_1.pdf](https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/8909/8909_yomoyama_1.pdf) (2025/3/14 最終閲覧)

- ・【解決】プラスミドDNAの抽出法について

<https://lifescience-study.com/plasmid-dna-extraction/> (2025/3/14 最終閲覧)

- ・ラクトース(lac)オペロンの遺伝子発現誘導物質 IPTG | 植物由来のIPTG

<https://www.funakoshi.co.jp/contents/51935#> (2025/3/14 最終閲覧)

- ・DNAの電気泳動の手順 | 実験 TIPS

<https://www.biodynamics.co.jp/tips/vol6/> (2025/3/14 最終閲覧)

- ・遺伝子組換え実験キット スタンダード 取扱説明書

<https://aimg.as-1.co.jp/c/67/7096/93/67709693manual.pdf?v=46368e09261fe1dc3f174d407336bebe26a4c693> (2025/3/14 最終閲覧)

## アノマロカリス旧復元のペーパークラフト

高校 2 年 金蒼宇

### 1. はじめに

皆さん、古生物学は好きですか？古生物学は現在生きている生物ではなく、化石などの証拠を基に過去の生物を研究する学問です。化石というとつい博物館にある恐竜の全身骨格のような完全なものを想像してしまいますが、実は生物の全身が化石化することはとても珍しく、基本的には生物の一部分、あるいは生物が海底を這った痕など、限られた証拠から生物を復元することになります。そのため最初から生物の正しい姿を復元できるとは限らず、古生物学の歴史には数えきれないほどの誤った復元が存在します。今回はそんな誤った復元の一つのペーパークラフトを配布します。色を塗るなどしてから組み立てて遊んでみて下さい。

### 2. ペーパークラフトの組み立てについて

山折りと谷折り、のりしろ等は察してください。小学生の皆さんには展開図を頭の中で組み立てるのが得意だと聞いていますが、そうでない人は頑張ってください。のりはステイックのりなどがいいと思います。複数個作りたい場合はスキャンしてデータにしてしまうのも手ですが、素材にしたい紙の上にこの型紙を重ねて頂点の位置をコンパスの針などで刺し、あとで頂点をつなぎ合わせることで簡単に形を写すことができます。

### 3. なんだこの生物は

みなさんは一体どれだけ古生物についてご存じでしょうか？三葉虫や今回扱うアノマロカリスについてご存じの方もいれば、恐竜ぐらいしか知らない人もたくさんいると思います。アノマロカリスは今から五億年以上前の海中に生息していた原始的な節足動物の仲間です。地球上に食物連鎖が成立した最初期の頂点捕食者として、少なからずファンが存在する(比較的)人気の古生物です。

### 4. なんだこの復元は

そんなアノマロカリスですが、最初から現在のような復元がなされていたわけではありません。発見された当初は体がバラバラになった化石しか見つかっていなかったので、それぞれの部品が別の生物として考えられていました。今回のペーパークラフトはそのような状況で提唱さ

れた復元の一つです。実際にはアノマロカリスの頭部についている付属肢がトウゾイアという別の生物の胴体として考えられています。最新の復元ではなくわざわざこんな旧復元を選んだ理由は、単に最新復元は複雑な形をしていてペーパークラフトの製作が間に合わないというのもありますが、「正しくない」とされてしまった学説のことも忘れないでいてほしいと思うからでもあります。確かに学術的にはもはや意味をなさないかもしれません、それでも当時の研究者たちが必死で復元した結果であり、正しくないと切り捨てるのは少しかわいそうな気もします。生物の研究だけでなく、生物研究そのものの歴史もなかなか面白いということをぜひ皆さんに感じていただきたいです。

下図は左からアノマロカリスとトウゾイアの復元画。

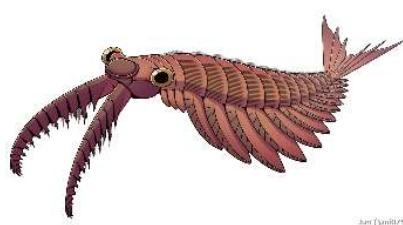


図 1 アノマロカリスの復元画  
[引用]

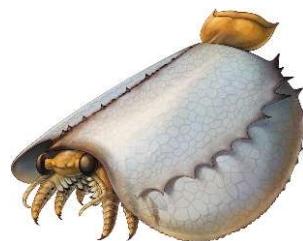
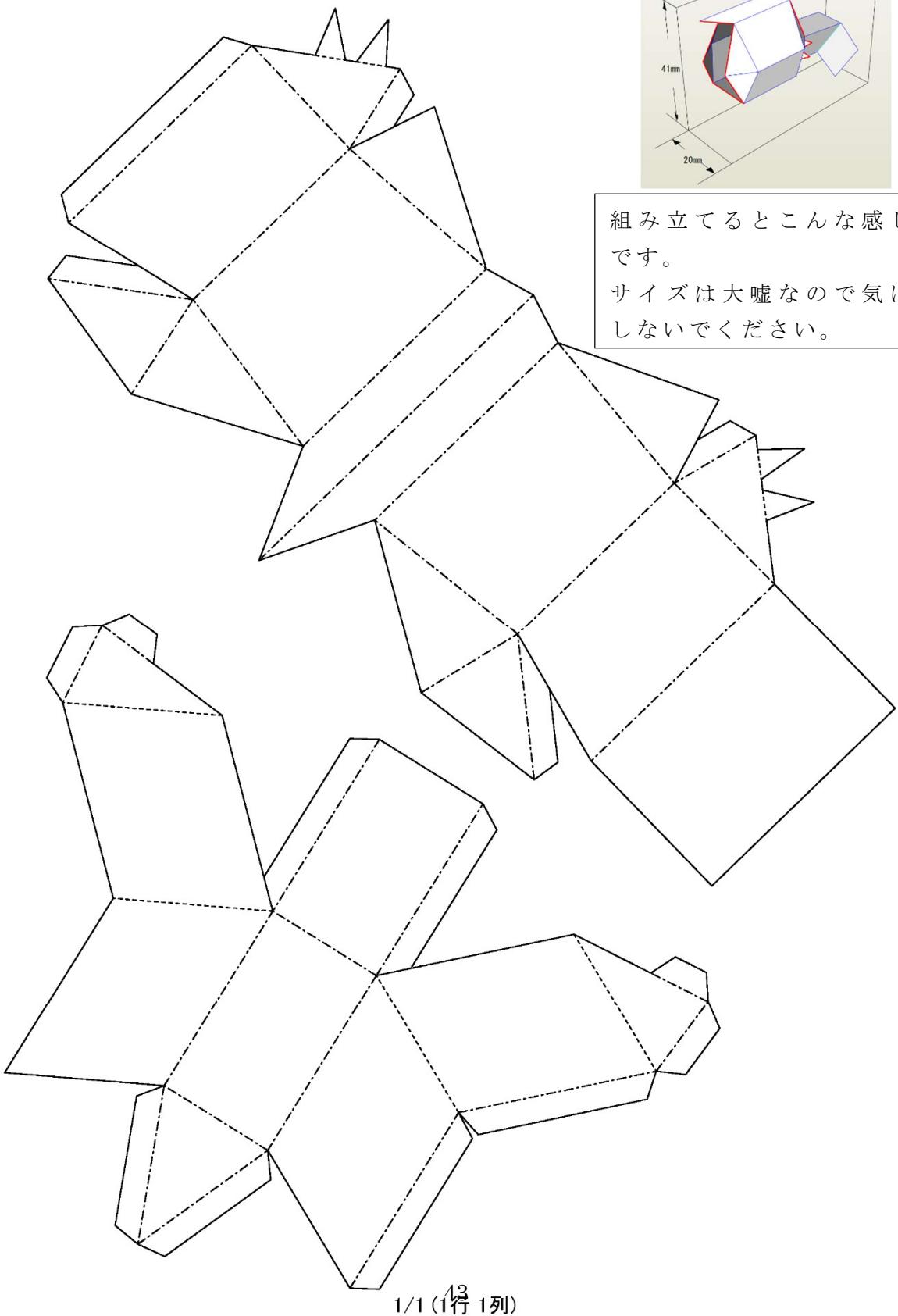


図 2 トウゾイアの復元画  
[引用]

### ○画像の出典

- ・図 1  
Wikimedia Commonsより 最終閲覧日:2025/03/29  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20191203\\_Anomia\\_locaris\\_canadensis.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20191203_Anomia_locaris_canadensis.png)
- ・図 2  
Wikimedia Commonsより 最終閲覧日:2025/03/29  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tuzoia\\_life\\_restoration.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tuzoia_life_restoration.jpg)







# ロコモティブシンドローム(通称ロコモ)を回避するための課題と対策

高校 2 年 田中快

## 1. 背 景

私は令和 7 年の 5 月～11 月にかけて inochi Gakusei innovators' Program(略称 i-GIP)という、医療・ヘルスケアに関心がある中高生が大学生とチームを組み、決められたテーマについて課題解決に取り組むプログラムに、甲陽学院高等学校 1 年の岡本涼佑と、神戸女学院中学 2 年の田中花、岩本朋子の 4 名でチームを組みチャレンジしました。

今年度のテーマは「ロコモティブシンドローム」。

私達のチームでは、将来のロコモティブシンドロームを回避し、健康寿命を延ばすために中高生期の身体づくり、骨づくりが非常に重要である事に焦点を当て、それを実現する方法について検討を行いました。

## 2. 目 的

私達の未来では、少子・高齢化が深刻化し、社会情勢も大きく変化し、社会福祉のあり方も、今とは全く違ったものになると予想できます。

中でも、高齢者福祉に関しては「可能な限り健康寿命を延ばし、自立した生活をし続けること」が求められるようになると考えられます。健康寿命を延ばすためには、避ける事ができない生理的老化や病気等がきっかけで進行する病的老化といかに向き合っていくかが重要になってきます。

ロコモティブシンドローム(通称:ロコモ)とは、運動器の障害のために「立つ」、「歩く」といった機能(移動機能)が低下している状態のこととで、このような状態に陥ると、筋力も低下し、精神的にもダメージを受け、自力で元の状態に戻す事は非常に困難になり、悪循環を引き起こし要介護の状況になる可能性が非常に高くなります。

この研究では、殆どの方に降りかかる恐れのある高齢者ロコモを取り上げ「健康寿命を延ばし、自立した生活をし続けること」を実現するための方法を検討することを目的としています。

## 3. 探究の方法

ロコモの実態を把握するために、4.ヒアリングと 5.文献や論文、HP などからの情報収集を行いました。

#### 4. ヒアリングについて

##### ・ご協力をお願いした方、ヒアリング実施場所

ヒアリングは 29 方にお願いし、合計 25 方に実施できました（右表を参照）。内科、整形外科、介護施設、耳鼻咽喉科、歯科、矯正歯科には事前連絡を行い医師として・個人としての二通りの立場からの意見をお聞きしました。

また街頭（駅前や施設前で警察への確認、施設への許可を得て、名札・腕章を着用の上）や学校でヒアリングを行いました。

街頭ヒアリングでは会社員、自営業、専業主婦、大学生、中・高校生など様々な職業と年齢層の方から話を聞くことができました。

##### ・ヒアリングの項目

基本的な事項としてロコモの課題の特徴を把握するために性別・年齢・職業・家族構成について質問しました。

ロコモに関連する項目としては右表の内容について質問しました。ヒアリングしながら項目は隨時見直しを行いました。

ヒアリングでは、年齢層や職業によって自身の健康について考えている事にある程度傾向が見られました。

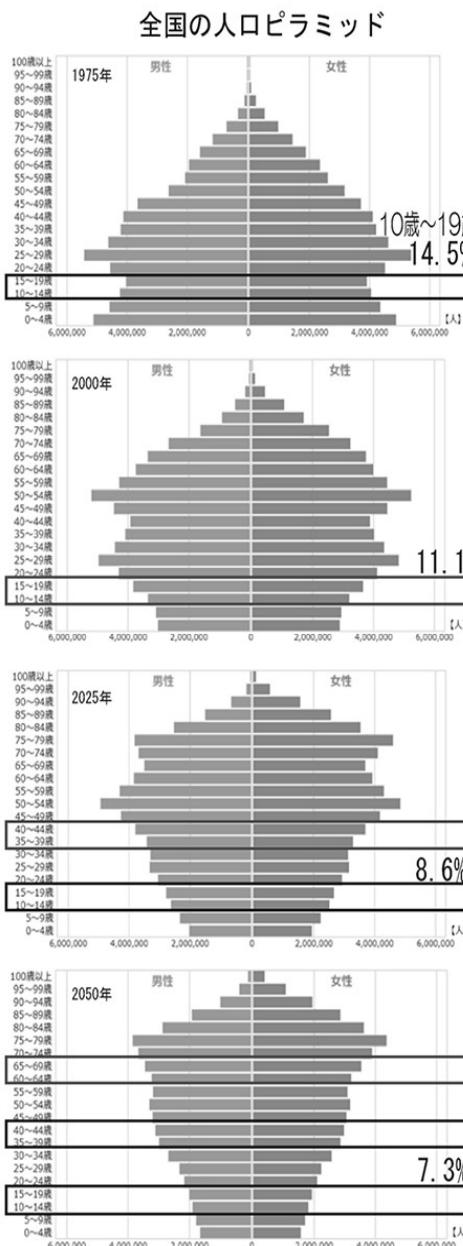
	ヒアリング場所	お願した人数	断られた人数	ヒアリングできた人数
内科医師	内科現地	1	0	1
整形外科医師	整形外科現地	1	0	1
歯科医師	電話で日時を設定の上事務所にて	1	0	1
矯正歯科医師 歯科衛生士	矯正歯科現地	4	0	4
耳鼻咽喉科医師	電話で日時を設定の上事務所にて	1	0	1
介護施設職員	電話にて	2	1	1
家族（両親と祖父母）	祖父母の家	1	0	1
地域の隣人	自宅周辺道路にて	3	0	3
知人や知人の紹介	学校や街頭	6	0	6
街頭ヒアリング		9	3	6
駅	JR加古川駅周辺	5	3	2
施設前	JR加古川駅北 商業施設前	4	0	4
合計		29	4	25

現在の身体の状態について
現状でかかっている病気のあるなしや、持病について
身体の為にしていること、気を使っていることなどについて
体力づくり、ジム通い、ウォーキング、学校の部活（運動部か否か）
食事に気をつかったり
無ければ理由を 学生には時間がある時には何をしているか（テレビ、スマホ）
前質問に対して、身体のためにしていることの開始時期と開始した理由について
開始のきっかけなど
今後の身体の変化やその後に対する不安などについて
身体のこと、家族のこと、動けなくなった時のことなど
ロコモティブシンドロームについて
認知度：どれくらい認知しているか、理解度：どのくらい理解しているか
何から情報を得たのかなど 病院からのアドバイス、インターネット、雑誌など（ロコモティブシンドロームについて説明）
家族や知り合いにロコモティブシンドロームの方がいるかどうか
どのような状態か、困っていることはないか
ロコモティブシンドロームを知り、質問を振り返って思うこと
ロコモティブシンドロームに対する考え方
ロコモティブシンドロームへの対策など（いつぐらいから）
ロコモティブシンドロームへの理解を深めていくにはどうすればよいか
他にロコモティブシンドロームについて質問があれば
今後、より詳しい内容のヒアリングに協力を願いすることができるかどうか
可能な場合は連絡先を聞く（メールアドレス、電話番号）
提供いただいた個人情報の扱い方についての説明
ご協力いただいたことへのあいさつ



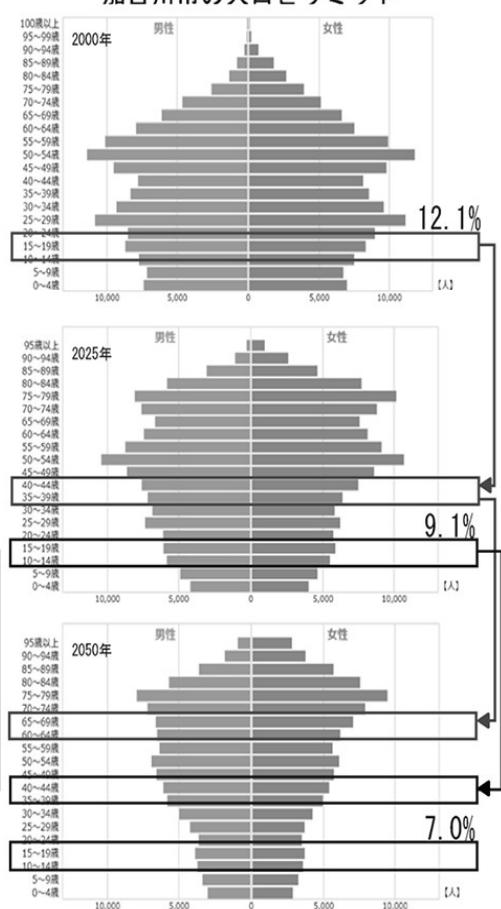
また、今後の社会に大きな影響をもたらすと考えられる人口変動について、全国と加古川市の状況を比較してみました。

この人口ピラミッドを見ると、少子高齢化が猛スピードで進行していくことが分かります。それに加え地球環境の変化なども予測され、私達が老後を迎える時、社会は今と全く異なる姿になっていると考えられます。



- ・%は全体の人口に占めるその年齢層の割合
- ・加古川市の独自集計は1975年では得られず(市町村合併など)
- ・加古川市も全国と大きくは変わらない変化を示している
  - ・釣り鐘型からつぼ型に変化
  - ・高齢者を若者が支えるという社会構造が崩壊しつつある
  - ・高齢者が高齢者を介護する時代へ
  - ・健康寿命を延ばして、可能な限り自立した生活を

加古川市の人口ピラミッド



グラフ：国勢調査の年齢別人口を用いた統計dashboardが作成  
数値：国勢調査各年から算出（将来推計人口 総務省統計局）

## 6.課題の抽出と今後の方針

ロコモについて調べる中で「ロコモの注意を啓発する情報の殆どが、運動器に不具合が出てくる 50 代以上の方にむけた内容に偏っている」ことがわかりました。また、ヒアリングから、体力に衰えを感じられるようになる 40 代以降の方々は「ロコモ」を知らなくても、自ら、または医師からのアドバイス等でロコモ対策になる取り組み(スポーツや食事管理)をしている事も多く、健康を意識している事がわかりました。

このように「ロコモになるかもしれない年齢に近く」、「ロコモに関する適切な情報があり」、「ロコモへの関心がある世代」の方々は、ロコモ対策の呼びかけをすれば自主的な改善がみられると考えました。

そこで、取り上げるべきロコモの課題としては、現在特に不安もなく元気に毎日を過ごす、ロコモを「他人事」として捉えている若年層で、中でも中高生の運動量の確保だと考えました。

また、これまでのリサーチから運動器の障害を招きロコモへと続く骨粗しょう症は、「避けては通れないけれど、努力によっては改善ができる症状」で、その方法は「骨密度を上げておくこと」、骨密度を上げることができる年齢は、男女ともに 10 代のうち(女子は初経を迎える前後 3 ~4 年、男子では身長が最も伸びる時期の前後とのこと)、この中高生の時期に「運動習慣(運動量を確保する)をつけることで、ロコモに対する根本的な改善ができる」ことが根拠としてあげられます。

そこで「骨密度を形成する時期の中高生の運動習慣が確立していないこと」を課題として、加古川市内にある公立高校の学生(加古川市内のこの世代の人口の約 11%を占める)を対象にロコモについてアンケートを実施し、どうすればロコモに対する認識が深まるのか、また対策(骨密度を上げるための運動習慣の確保)ができるのかを検討しました。

## 7.アンケートについて

### ・アンケートの概要

加古川市内の公立高校 3 校の全学年、全生徒 2,345 人にご協力をお願いし、2024 年 9 月から順次実施していただきました。学校、学年毎の実施結果は右表のとおりです。

	H 校	回答数 (回収率)	M 校	回答数 (回収率)	K 校	回答数 (回収率)
1 年	320	98 30.6%	243 90.5%	220 61.0%	200	122
2 年	319	96 30.1%	238 20.2%	48 27.2%	239	65
3 年	315	59 18.7%	233 71.2%	166 40.3%	238	96
合計	954	253 26.5%	714 60.8%	434 41.8%	677	283

ご多忙の中、生徒会の皆さんや先生方に多大なお力添えをいただき、生徒のみなさんのご協力でアンケートが実施できましたこと、中でも高校3年生の皆さんは進路を決める大切な時期に貴重なお時間をいただきましたこと、この場をお借りしてお礼を申し上げたいと思います。

「本当にありがとうございました。」

・アンケートの項目

アンケートは次の4項目に分類し、質問を考えました。

①普段の運動量を知る

②自分の身体を知る

③ロコモへの認知・理解度

④対応策について

また、普段の運動量を把握する中で、通学で歩くことや自転車に乗ることも運動と考えることが出来るため、こういった時間も正確に把握できるように質問を工夫しました。

・アンケート結果の考察

アンケートの結果、通学時間や通学方法、部活動の種類によって運動量に大きな差があることがわかりました。

これまでに調べた文献によると、WHO世界保健機関「身体活動に関するガイドライン」や厚生労働省では、効果的な一日の運動量が示されており、運動をやりすぎても、やらなさすぎても身体に悪影響を及ぼす事が指摘されています。(参照、下図)

5歳から17歳の子ども

1日あたり60分以上の中強度以上の身体活動を行うことを推奨

WHO世界保健機関「身体活動に関するガイドライン」

1日 8000歩 × 3日 = 24000歩を推奨

24000歩 ÷ 5日 = 4800歩 4800歩 ÷ 100歩 = 48分 (100歩/分)

厚生労働省

そこで、確保されるべき運動量は、個人の普段の運動量を考慮し個別に対応したものでないと効果がないと考えました。

【個人の運動量を把握するための要素】

通学方法・通学時間×部活動の種類・活動時間×自主的な運動習慣×好み

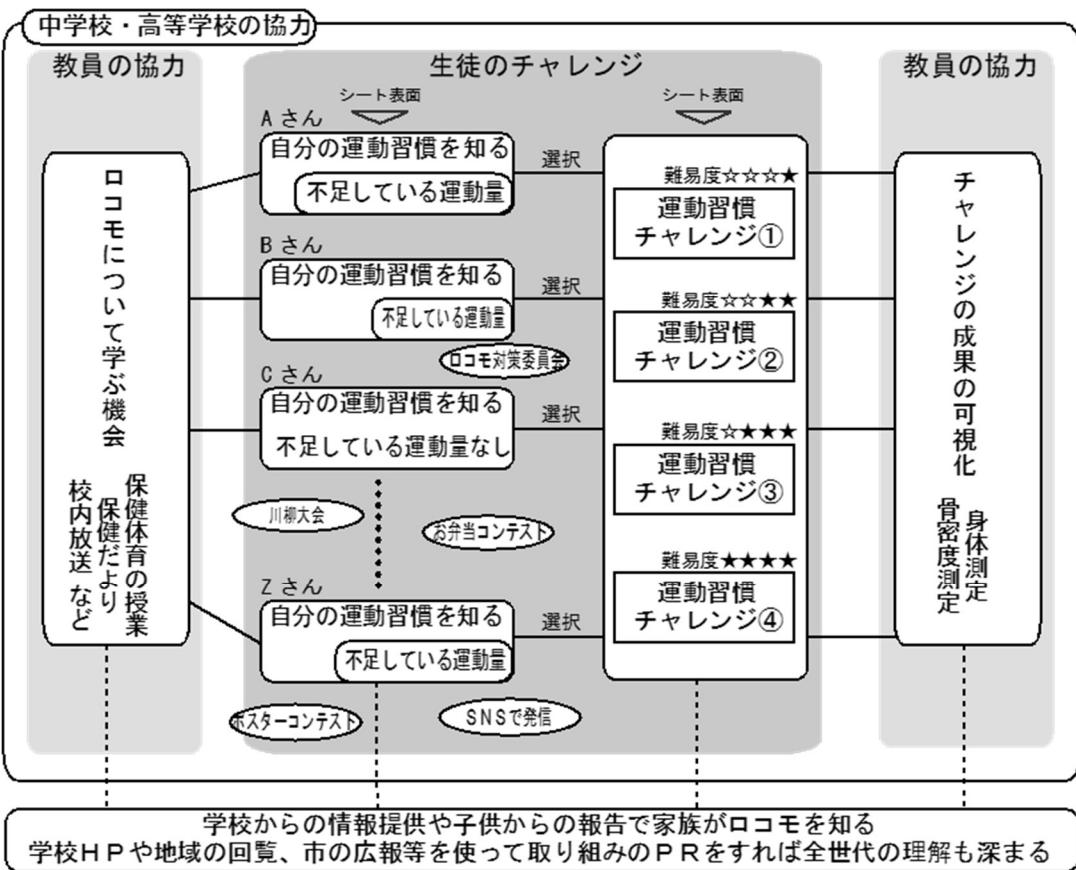
また、ロコモは高校の保健体育の教科書に取り上げられていることもあり、ある程度認知度があり、当初懸念されていた「すぐに効果が見えないことに若い世代が関心を示すのか」という疑問についても、8割以上の方がロコモ対策に取り組みたいと回答していたことなど、アンケートの結果は私の予想とは大きく違う点もあり、とても参考になりました。

## 8. 解決策の提案

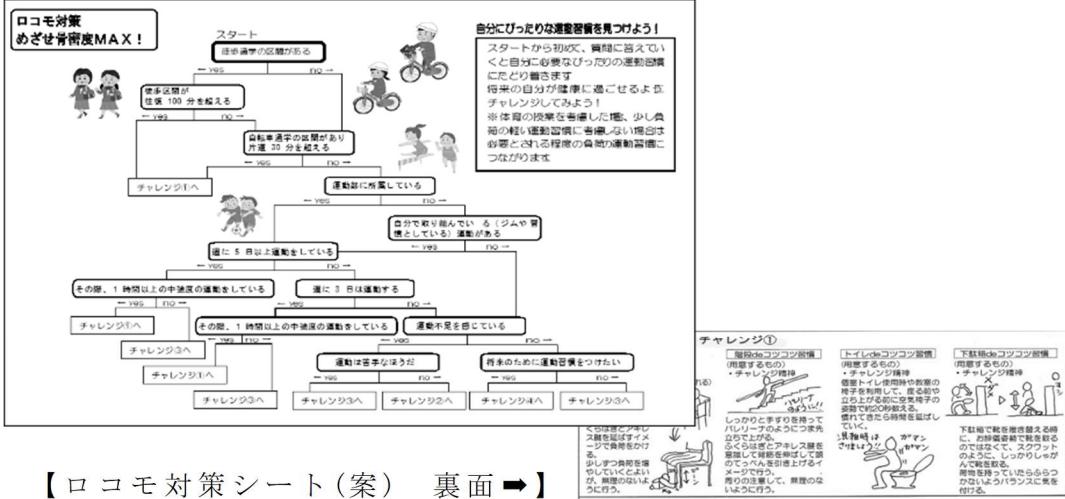
これまでの調査から、中高生の時期（10代）にしかできないロコモ対策（骨密度を上げる）である運動習慣を確立するためには、「ロコモについて学ぶ機会」を持ち、「自分の普段の運動量と足りない運動量を知る機会」を持ち、「自分に必要な運動習慣をつける」ことが必要であることが明らかになりました。また、中高生が貴重な機会を逃すことなく、ロコモ対策に取り組むためには、義務教育期間を含む学校という場を活用することが最善の方法であると考えました。

これらを踏まえて解決策の流れを図示すると下図のようになります。ロコモを学ぶ機会は保健体育の授業や、保健だより等を用いて情報提供を行うなどで創出し、生徒はロコモの知識を活用しながら「ロコモ対策シート（案）」表面から、自分に足りない運動量を知り、シート裏面から運動メニューを選んで実践することで継続できる運動習慣を確保します。また定期的な骨密度測定等で成果を可視化し、やる気につなげます。これらの取り組みが学校や生徒から情報発信されたり、地域で広報されることで理解も深まり一層の効果が期待できると考えています。

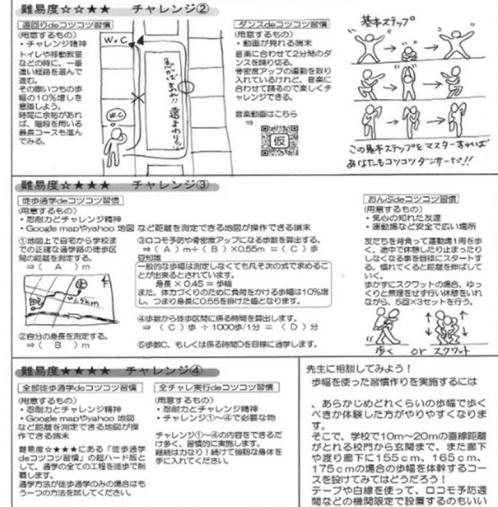
### 【解決策の流れ】



## 【ロコモ対策シート(案) 表面】



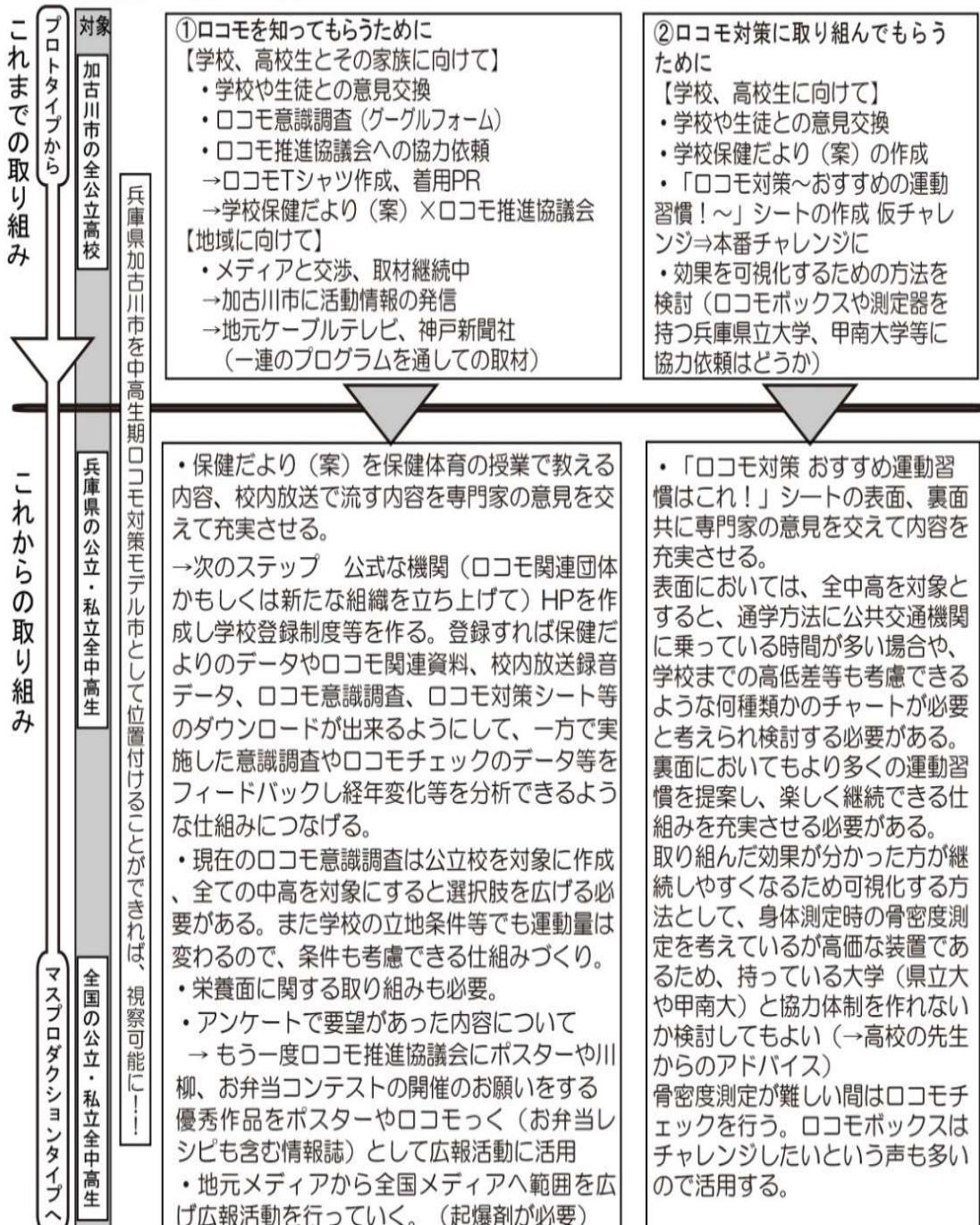
## 【ロコモ対策シート(案) 裏面 →】



## 9.今後の展開

シート裏面の個人に提供される運動メニューについては様々な文献をもとに作成しているものの、実証実験が不十分で今後の課題としています。この課題が無事にクリアされ、実際に教育の現場で実施されるようになれば、将来的には既存の団体に協力をお願いしたり、新規団体を立ち上げるなどして意識調査や骨密度測定等のデータを蓄積し、新たな研究に取り組めるような体制づくりを行い、ロコモの教材や、ロコモ対策の運動メニューの充実など発展する仕組みが必要だと考えています。また、アンケートにご協力いただいた学校の先生からアドバイスいただきましたが、骨密度と食事には関連があるため給食の在り方などについても検討が必要であると考えています。いつか全国で実施されるようなそんな取り組みなればと考えています。

## 【今後の展開】



## 【参考文献】

- ・『ロコモティブシンドrome認知度』2015年～2023年 公益財団法人運動器の健康・日本協会
- ・『提言 超高齢者会における運動器の健康-健康寿命延伸に向けて-』日本学術会議、臨床医学委員会、運動器分科会、令和26年（2014年）
- ・『健康日本21（第二次）』中間報告、最終評価報告について 厚生科学審議会地域保健健康増進栄養部会、厚生労働省健康局健康課
- ・『国勢調査』実数と推計値（～令和2年まで）総務庁統計局
- ・神戸新聞掲載記事 2023.12.19 順天堂大学ニュース&イベント
- ・神戸新聞NEXT 2024.6 運動器の病気「骨粗しょう症」
- ・朝日新聞トピックス 2022.2.18 sponsored by 日本形成外科学会
- ・『文化部活動の実態調査』文化庁 令和2年3月
- ・『放課後の生活時間調査 報告書』ベネッセ教育総合研究所
- ・『子ども・青少年のスポーツライフ・データ』笹川財團 2023年調査
- ・『ロコモティブシンドromeの重症度と転倒頻度、低骨密度およびサルコペニアの関連性について』松本 浩実、中祖 直之、松浦 晃宏、秋田 朋子、萩野 浩、理学療法学 43巻1号 2016年、J-STAGE
- ・『健康づくりのための身体活動・運動ガイド』 2023 令和6年1月 健康づくりのための身体活動基準・指針の改訂に関する検討会
- ・『中学生の運動習慣改善のために～レクリエーション志向の運動部活動普及に向けて～』 静岡産業大学 香村ゼミナール 海東 航、高井 彩、比嘉 光
- ・WHO世界保健機関「身体活動に関するガイドライン」

# イカスミパスタを作る!!?

高校 2 年 土井駿亮  
長田大和  
平原陸  
三井康世

## 1. はじめに

他の皆が真面目に研究をしてこうやって部誌にまとめている中、なんと僕は料理をしようという考えに辿り着いてしまいました。料理をするのにうってつけの生物学チックなものは無いかなーと昼ごはんのパスタを食べながら考えていると、イカスミパスタがあるじゃん!と思いつき、イカの解剖の「ついで」にイカスミパスタを作ることにしました。

## 2. ケンサキイカ、ヤリイカについて

- ・ケンサキイカ(学名:*Uroteuthis edulis* 分類:ツツイカ目ヤリイカ亜目ヤリイカ科ケンサキイカ属)

胴長メス 30cm 程、オス 40cm 程で主食は小魚。胴の先端が尖っていて剣のように見えることから名付けられた。日本では本州の中部以南の沿岸に見られる。

- ・ヤリイカ(学名:*Heterololigo* 分類:ツツイカ目ヤリイカ亜目ヤリイカ科ヤリイカ属)

胴長メスは 20~30cm、オスは 30~40cm で主食は小魚。槍のように尖ったヒレを持つことから名付けられた。日本では全国の沿岸に見られる。

## 3. 解剖試料と実験用具

- ・ケンサキイカ、ヤリイカ
- ・ピンセット
- ・ハサミ
- ・ビニル手袋
- ・バット

## 4. 解剖

早速市場に向かい、ケンサキイカとヤリイカを買ってきました。確認し忘れた僕の落ち度ですが、ヤリイカの足と触腕が異様に縮れていて、恐



図 1. 左がケンサキイカ、右がヤリイカ

らく既に茹でられたヤリイカを買ってきてしまったように思われます。

まず裏向けにして外套膜を開きます。すると、いろんな器官が見えてきます(図 2)。両方とも図 2 中の丸で囲まれた部分に精巢とみられる器官があるので、オスだと考えられます。四角で囲まれた部分に胃があります。

次にエラ付近を見ていきます(図 3)。図 3 中の丸で囲まれた部分がエラで、その根元には見えにくいですがエラに血液を送るのに特化したエラ心臓が付いています。四角で囲まれた部分は墨袋です。墨袋の下には直腸や肝臓があります。



図 2. 左:ケンサキイカ 右:ヤリイカ



図 3. エラ付近の様子 左:ケンサキイカ 右:ヤリイカ

ケンサキイカの方は見えにくいですが、ヤリイカの方には心臓が見えます。イカには全身に血液を送り込むためのメインの心臓 1 つと、エラに血液を送るための補助的な役割を持つエラ心臓 2 つの、合計 3 つの心臓があり、これらはエラや体全体に効率よく血液を循環させ、速く泳ぐためだと言われています。

ヤリイカの写真の矢印の先には白っぽい器官があり、これは盲嚢だと思われます。これは胃や肝臓と繋がっていて、消化酵素の分泌や栄養の吸収などを行っています(図 3)。

次に足を切って口を見ていきましょう。口球と呼ばれる口を取り出します。すると一緒に食道も出てきます。そして口球を押すと、○で囲った所に通称「カラストンビ」としても知られる顎板が飛び出でてきます。上顎板をカラス、下顎板をトンビといいます(図 4.図 5)。

最後に目の周辺を見ていきます(図 6)。イカの目はヒトの目と似ていて、「カメラ眼」と呼ばれる構造をしており、レンズの中にある透明な水晶体を前後に動かしてピント調節を行っています。

そして丸で囲まれた部分は漏斗です。漏斗は推進器官で、ジェット機のように水を噴射することで速く動くことが出来ます。さらに、この漏斗からは墨や排泄物、卵なども排出されます。漏斗には弁が付いていて、逆流を防ぐ役割があります。



図 4. ケンサキイカの口球



図 5. ヤリイカの口球



図 6. イカの眼の周り 左:ケンサキイカ 右:ヤリイカ

おさらいがてらもう一つ、イカの外套膜には甲というプラスチックのようなものが入っています。これはプラスチックではなく炭酸カルシウムで構成されていて、遠い昔貝から進化した過程で残った名残だと言われています。この 2 種とは違いますがコウイカ類の甲は浮力調節の役割を担っています。

- ①エラとエラ心臓
- ②口球と食道
- ③カラス ④トンビ
- ⑤眼球 ⑥甲

## 5. 調理

さあ待ちに待ったお料理タイムです。解剖予定だったが失敗に終わってしまったタコも使います。部長や会計をはじめとした同級生と下級生を集めて行いました。イカスミを使おうと思

って墨袋を潰してみると、なんと砂利まみれで、とても料理に使えそうにありませんでした。このせいでただのイカタコ入りトマトソースパスタになってしましましたが、楽しく調理することができました(図 8)。



図 7. 左:ケンサキイカ 右:ヤリイカ



図 8. 調理の様子

## 6. 終わりに

イカもタコもしっかりと火が通っていて食感が良く、トマトソースとの相性も抜群でした!皆からも大好評を得る事が出来て、研究で大変な皆を満足させられて良かったと感じました。また、反省点としては、ヤリイカとケンサキイカは良く似ていて分類上も近く、経験と時間の不足も相まって比較解剖としては不十分だったと思います。今後研究活動を行う際は準備を怠らぬよう気をつけたいと思います。

## ○参考文献

- ・全国いか加工業協同組合 HP(最終閲覧 2025/3/25)  
<https://www.zen-ika.com/ikaqa60/pt1.html>
- ・ホンダ釣り俱楽部(最終閲覧 2025/3/25)  
<https://www.honda.co.jp/fishing/picture-book/kensakiika/>  
<https://www.honda.co.jp/fishing/picture-book/yariika/>

# 細胞内共生細菌ブラタバクテリウムの培養

高校 2 年 森元創心

## 1. はじめに

皆さんはブラタバクテリウムをご存じだろうか。ブラタバクテリウムはゴキブリの共生細菌であり、ゴキブリの強い生命力との間に深い関係があることが知られている。この共生細菌ブラタバクテリウムについて実験を行った。

## 2. 生物について

ブラタバクテリウム(*Blattabacterium*)はゴキブリの脂肪体に存在する共生細菌で、一種のゴキブリに対して固有の一種のブラタバクテリウム属細菌が共生している。ブラタバクテリウムは尿酸を分解して必須アミノ酸やビタミンを再合成し、ゴキブリに栄養を供給している。ゴキブリはこの細菌の働きによって強い生命力を手に入れていて、窒素の供給なしで半年以上生存することを可能にしている。ゴキブリはブラタバクテリウムなしでは生きていけず、ブラタバクテリウムもゴキブリに代謝機能の一部を肩代わりしてもらっているため、ゴキブリの体外では生存できず、両者の関係は絶対共生である。

この細菌の共生方法は細胞内共生といい、ミトコンドリアや葉緑体の起源を考える上でも手掛かりになる可能性がある。

現在ブラタバクテリウムの研究においてはゲノム情報を用いたアプローチが盛んに試みられているが、代謝機能の一部が欠損しているブラタバクテリウムがゴキブリの体内でそれをどのように補っているのかなど、共生の詳しいメカニズムはまだ解き明かされていない。

本研究においては、ブラタバクテリウムの培養実験を通して生育条件を模索した。

## 3. 実験内容

### 実験 1

野外でクロゴキブリ(*Periplaneta fuliginosa*)を採集し、解剖して脂肪体を取り出した後、脂肪体を培地に塗布して 32℃で培養し、細菌をグラム染色して顕微鏡で観察した。培地は表に示した培地組成で作製した。

グルコース	1g
尿酸	0.15g
寒天	15g
蒸留水	500ml

表: 培地組成

## 実験 2

細胞の中のプラタバクテリウムの様子を観察するために、野外でクロゴキブリを採集し、解剖して脂肪体を取り出し、脂肪体をグラム染色して顕微鏡で観察した。

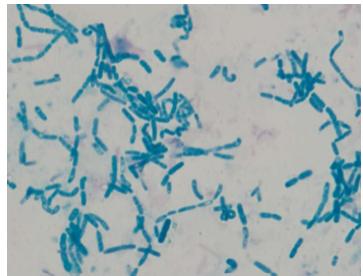


図 1:顕微鏡下で観察した細菌

### 4. 実験結果

#### 結果 1

一日培養するとコロニーが成長していたため、グラム染色して顕微鏡で観察したところ、青紫色を呈色しているグラム陽性桿菌が観察された(図 1)。プラタバクテリウムはグラム陰性菌であることが分かっており、培養された細菌はプラタバクテリウムではなかったと考えられる。

#### 結果 2

脂肪体をグラム染色したところ、脂肪体が縮んだり試薬が滲んだりしてしまい、細胞内部の様子をうまく観察することができなかつた(図 2)。脂肪体の脂質が試薬に含まれるエタノールに溶解してしまった可能性がある。



図 2:顕微鏡下で観察した脂肪体

### 5. 考察

今回の実験ではプラタバクテリウムを培養することができなかつた。観察された細菌はコンタミによるものだと考える。今後は他にも嫌気条件や、ゴキブリの脂肪体の破碎液を培地に加えた条件などで実験を繰り返して生育条件を模索していくが、プラタバクテリウムが難培養性の細菌であり、培養後にゲノム解析での同定が必要であることから、現状の実験設備では難しいと思われる。

現在、ゴキブリがプラタバクテリウムに依存しているという性質を利用した新たなゴキブリ駆除の方法の確立が期待されている。プラタバクテリウムを手掛かりとしたゴキブリに対するアプローチに切り替えることも考えている。

脂肪体の観察については、他の試薬を使用して再度実験をしたい。

最後になりましたが、この研究は筑波大学 GFEST プログラムにおいて行ったものであり、研究や実験について助言、協力していただいた先生方に感謝申し上げます。

○参考文献

Gier (1936) Intracellular bacteroids in the cockroach (*Periplaneta americana*)

Gier (1936) the morphology and behavior of the intracellular

Noda et al. (2020) Bacteriocytes and *Blattabacterium*

Endosymbionts of the German Cockroach *Blattella germanica*, the Forest Cockroach *Blattella nipponica*, and Other Cockroach Species

## 知内川での採集記録

高校 1 年 横谷昂汰  
櫻井遙  
須原誠介

### 1. はじめに

2024 年 8 月 6 日に琵琶湖流入河川のひとつである知内川にて、高校 1 年の 3 名がタモ網を用いて採集を行った。

### 2. 遠征記

最寄り駅に到着したのは午前 10 時を過ぎたあたりだった。駅前にカブトムシの死骸が転がっており、大自然を感じることができた。ポイントに向かう最中に見つけた水路でおびただしい数の魚が泳ぎ回っており、かなりの成果を期待し足取りは軽くなっていた。鮎を狙う釣り人もたくさん見かけ、さらに高まる期待。草むらなど知ったことではない。

かなり歩いてポイントに到着。群生するクロモと多くのブッシュ、魚にとっては極めて理想的な環境に見えた。早速採集を開始したのだが、いくら網を振るっても入るのはヌマエビ類ばかりで、魚の影がない。採集に行くことが減ったせいで体がなまっていたのかもしれないと思ったのだが、3 時間ほど探し続けて入った魚はたったの 2 種 5 匹。遠征としては大失敗もいいところである。結局この遠征での思い出は「筆者の足に釣り針が刺さり、絡まった糸をほどくのに難儀した」になってしまった。撤収の際どうしても何か成果が欲しくなり先述した水路に飛び込んだのだが、何も入らないどころか手を負傷してしまった。泣きっ面に蜂とはまさにこういう場面のことを言うのだろう。

これだけだと滋賀県まで来た意味がないということで、残った少ない時間で琵琶湖博物館に行くことに。草津駅から琵琶湖博物館までのバスが出ているのだが、バスの遅延により最終入館時刻の 2 分前に駆け込む羽目になった。ニュースにもなった大水槽の破損により、募金を呼びかける紙が貼られていたのが印象的だった。時間が本当になかったので魚の展示だけを見たのだが、当然知内川の何倍も多くの魚があり、この記事のメインが琵琶湖博物館になることが瞬時に決定した。琵琶湖博物館は「琵琶湖」の名を冠しているため、全ての展示が琵琶湖に関するものだと思っていたのだが意外とそんなことはなく、琵琶湖周辺には生息していない大変貴重な魚がまるで琵琶湖の住人のような顔をしながら水槽を泳いでいた。結構アバウトだが、貴重な生き物はいればいるだけ良いので気にしてはならない。

今回は時間の関係で全体の半分も見られなかったが。本来琵琶湖博物館は非常に満足度の高い施設であるため、人々が日本最大の湖とどのように付き合ってきたのかを知りたくなった場合はすぐに訪れる強くおすすめしておく。また、中学生以下は入館料が無料なので、時間がある場合もすぐに訪れる強くおすすめしておく。

### 3. 今回見られた生き物や施設について

#### (1) 知内川での採集

##### ・ウツセミカジカ

カジカは大卵型、中卵型、小卵型の3つに分類されているが、琵琶湖の小卵型カジカが固有の進化を遂げたのがこの種だと考えられている。カジカ類では胸鰭の条数が最も多い。煮付けや唐揚げにすると美味。

##### ・ヨシノボリ類

写真を撮り忘れるという致命的なミスにより同定が不可能に。申し訳ない気持ちでいっぱいである。

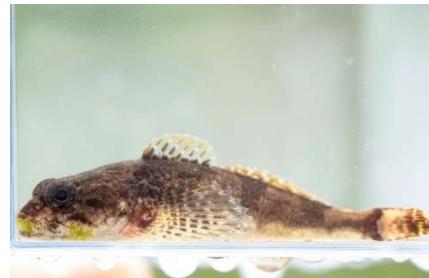


写真 1. ウツセミカジカ

#### (2) 琵琶湖博物館で見られた生き物、施設

##### ・ハス

オイカワに似るが、より大きくなることと口先が湾曲することで判別ができる。魚食性が非常に強く、その特徴的な口は獲物を逃がさないための形だそう。婚姻色が非常に美しい。

##### ・コイ

どの川にでもいる魚だと思われがちだが、よく見るコイは大陸からやってきた別の種で、この在来のコイは限られた場所にしかいない。大陸のものより体高が低い傾向があり、交雑が心配されている。須磨シーワールドにもいる。

##### ・イタセンバラ

図4のピントがあっている魚。琵琶湖にいない魚その1。国の天然記念物であり、保護活動が盛んにおこなわれている。タナゴの中では珍しく、秋に産卵する。体が非常に薄いのが名前の由来。

##### ・ニッポンバラタナゴ

図4のピントが合っていない魚。琵琶湖にいない魚その2。かつてはいたと言われているが今はいない。美しい薔薇色の婚姻色が名前の由来。大陸からやってきたタイリクバラタナゴとの交雑が進み、絶滅が懸念されている。

##### ・ビワコオオナマズ

日本最大の淡水魚の一種。体調は最大120



写真 2. ハス



写真 3. コイ



写真 4. イタセンバラ  
とニッポンバラタナゴ

センチ近くになり、琵琶湖の生態系のトップに君臨している。ブラックバスを捕食できる数少ない魚。以外にもその生活史はよく知られておらず、食用には向かない。産卵場所の喪失により絶滅が懸念されている。

#### ・タンゴスジシマドジョウ

琵琶湖にいない魚その3。2016年に新種として記載されるまでは、スジシマドジョウ4倍体性集団丹後型と報告されていた。現在は丹後半島の若狭湾流入河川にしか生息しておらず、絶滅が懸念されている。京都水族館と琵琶湖博物館でしか展示されていない、非常に貴重な魚。国内希少野生動植物に指定されている。

#### ・保護増殖センター

先述した魚も含む、多くの貴重な種を保護、繁殖させている場所。もちろん希少魚界隈のビッグネームが集まっているため、魚好きな人間は皆こういう所を見学したい。淡水魚の未来のために頑張ってくださる職員の方々には足を向けて眠れないものだ。

### 4. おわりに

今回の採集は多くの反省点が残るものとなつた。採集記なのになぜ博物館のレポートなのか、全ての原因は筆者の能力不足にある。しかし琵琶湖博物館では多くの学びを得ることができたため、遠征としては成功を収めたと考えることによってこの問題を解決したものとする。

#### ○参考文献

- ・市場魚介類図鑑(最終閲覧日 2025.3.14)  
<https://www.zukan-bouz.com/>
- ・琵琶湖博物館/展示紹介(最終閲覧日 2025.3.15)  
<https://www.biwahaku.jp/exhibition/aqua.html>



写真 5. ビワコオオナマズ



写真 6. タンゴスジシマドジョウ



写真 7. 保護増殖センター

# 住吉川、武庫川における魚類観測結果

高校 2 年 三井康世

## 1. はじめに

今年も先輩方がやってこられた調査を引き継ぎ、灘校の真横を流れる住吉川にて観測を行った。また、武庫川上流域での観測も行った。

## 2. 観測を行った川

### (1) 住吉川

六甲山南麓を起点とする全長約 3.5km の二級河川である。生活排水の流入がないため、都会を流れる河川とは思えないほど透明度が高い。護岸工事により両岸をコンクリートで固められているため、淡水魚の種類は少ない。

### (2) 武庫川

丹波篠山市にて田松川と真南条川が合流する場所を起点とし、大阪湾に注ぎ込む全長約 66km の二級河川である。支流を含む流路延長は約 260km である。源流は愛宕山の西、標高約 500m の山中。

## 3. 観測地点

### (1) 住吉川

3 ポイントに分けて観測を行った。

#### ① 河口：河口(島崎橋)から砂浜の間

汽水～海水のため多くの種が生息する。水深は潮位によって変動するが観測時の潮位は平均 90cm 程度、水深は最も深い場所で 50cm 程度であった。カキ殻が散在し石をひっくり返す時に手を切らないように注意が必要である。投網での採集も行った。

#### ② 中流：住吉橋から反高橋の間

灘校の真横のポイントである。ポイント全体がブッショに覆われている。夏には水遊びをする親子が多く見られる。アユが遡上しているのもよく確認される。

#### ③ 上流：白鶴美術館の横

川幅が狭いため、雨の後の数日は流れが速くなる。定期的にブッショ(川岸のアシ原)が刈られ、流れが変わる。

### (2) 武庫川

生態系保持(乱獲防止)のため、詳しい地点は明記しないが上中流域である。今年はポイント A とポイント B の 2 地点で採集を行った。

#### 4. 調査方法

タモ網を使用して、ブッシュや石の下などの生き物が潜んでいそうな場所を中心に採取した。7人程度で1時間半を目安とした。

#### 5. 調査結果

##### (1) 住吉川

###### ① 河口

日程	4/29	6/8	7/20	10/30
気温(℃)	21.3	26.7	32.2	24.2
水温(℃)	19.9	20.1	22.2	18.1
スミウキゴリ	3	○		
ボラ	20	○		
チチブ	10	○	2	10
マハゼ		○		1
ヒメハゼ	2	○		
ミミズハゼ類	8	○	4	1
メジナ		○		
キチヌ		○		
スズキ		○		
アユ	2	○		
イシガレイ	1			
ニホンウナギ		○		

###### ② 中流

日程	2/14	4/15	7/20	9/9	2/20
気温(℃)	16.8	20.1	32.1	32.8	6.3
水温(℃)	13.1	17.5	23.8	23.7	5.7
カワヨシノボリ	20	20	20	10	10
カワムツ	4	5	30	40	15
タカハヤ		3	2	1	3

###### ③ 上流

日程	4/29	5/24	7/20	10/2
気温(℃)	22.8	27.8	31.9	23.3
水温(℃)	16.4	17.7	23.2	15
カワヨシノボリ	10	20	30	30
カワムツ	10	10	20	20
タカハヤ	8	20	20	20

## (2) 武庫川

種	個体数
カマツカ	1
アカザ	1
ドンコ	7
ギギ	1
カワムツ	10
ミナミメダカ	20
ムギツク	1
ヤリタナゴ	2

種	個体数
カワヒガイ	1
アブラボテ	6
マドジョウ	3
ドンコ	6
カワヒガイ	2
オイカワ	10
ヨシノボリ	30
ヤリタナゴ	3
タイリクバラタナゴ	4

## 6. 魚種について

### (1) 住吉川

#### ① ニホンウナギ

河口域で稀にクロコ(体長10~15cm)サイズの個体が見られる。1年に1,2匹程、体長30~50cm程の若魚が採集される。サギ等に捕食されている様子がしばしば確認されている。



図 1. ニホンウナギ

#### ② カワムツ

数年前までは、稚魚や若魚が多く見られたが、ここ数年中流域にタカハヤが増え、本種の採集数が減少している。雄は成熟すると臀鰭が発達し、繁殖期には頭部前半部に追星が現れる。



図 2. カワムツ

#### ③ タカハヤ

上流域で多く見られる。ここ数年、中流域でも多く見られるようになった。カワムツと違い本種は全体的に茶褐色である。



図 3. タカハヤ

#### ④ アユ

日本の清流を代表する魚である。住吉川でも、文化祭頃から遡上する様子が確認出来る。縄張りを持つ縄張りアユ、群れを作るアユを群れアユという。縄張りは食料の確保などの利益が、縄張りを維持するためのコストなどの不利益を上回るときに形成される。

#### ⑤ ボラ

毎年3月頃になると、巨大な群れとなって河口に現れる。ハク→オボコ→イナ→ボラ→トドと、成長段階によって呼び名が変わる出世魚として知られている。幼魚は体が側扁していて、成魚とは見た目が大きく異なる。

#### ⑥ スミウキゴリ

平べったい頭をしているのが特徴の魚である。河口域で多く見られる傾向がある。第1背びれの後縁に黒色斑がないことで他のウキゴリ類と見分けることが出来る。

#### ⑦ カワヨシノボリ

住吉川で最も多く見られる魚類。石の下に潜んでいることが多い。他のヨシノボリ類と違い稚魚が海に降りないという特徴がある。

#### ⑧ チチブ

体が太く長いのが特徴。似た種にヌマチチブがいるが、本種は頭部の斑点が密に分布するため見分けることができる。縄張り意識が強く、単独で見られる。水槽に複数個体入れると縄張り争いが起きる。

#### ⑨ マハゼ

河口で多く見られる一般的なハゼ。天ぷらにすると美味であるため釣り人にも人気の魚である。水質汚染に強く、都会の川にも多く見られる。



図4. ボラ



図5. スミウキゴリ



図6. チチブ

## ⑩ ミミズハゼ類

ミミズハゼ類には現在 10 種程度が属するが、将来的には更に分類が進められると考えられる。また、既に分類されている種同士も鰓の形状に細かい違いがあるだけで同定が非常に難しいため、今回はまとめてミミズハゼ類とした。



図 7. マハゼ



図 8. ミミズハゼ類

## ⑪ クロダイ

キチヌと酷似するが、鰓の下端色、背鰓・側線間の鱗の枚数等で見分けることが出来る。幼魚には明確な立縞がある。

## ⑫ イシガレイ

砂浜などで良く見かけられるカレイ。マコガレイに比べると味は劣るものの大型化するため、釣り人に人気である。

### (2) 武庫川

#### ① タイリクバラタナゴ

ハクレンに混入して移入されたことで有名な外来種だが、綺麗であるため鑑賞用として販売されている。雌の産卵管がとても長く体長の 2 倍ほどある。1 年で成熟するということもあって生息域を急激に拡大しており、他のタナゴ類との競合が懸念されている。また、ニッポンバラタナゴとの交雑が確認されている。

#### ② アブラボテ

他のタナゴ類に比べ、全体的に褐色がかっている。また繁殖期である 4~8 月には褐色が濃くなり、雄の臀鰓に橙色の縦帯が現れる。また、ヤリタナゴとの交雑が確認されている。



図 9. タイリクバラタナゴ



図 10. アブラボテ

### ③ ヤリタナゴ

タナゴ類の中では体高が低く、細長い。雌の産卵管は短く、繁殖時でも臀鰭の後端を超えない。

### ④ オイカワ

ある程度汚い川でも生息する。婚姻色が出るととても綺麗である。オスは成熟すると臀鰭が発達し、また少しの衝撃や温度変化で弱るので、飼育や搬送には注意が必要である。

### ⑤ カワムツ

住吉川を参照。武庫川ではヌマムツと棲み分けを行っていて、カワムツはより流れの速い所に多い。

### ⑥ ヌマムツ

分類前はカワムツ A型と呼ばれていた。鰭の端が赤いことで、カワムツと見分けることが出来る。また、カワムツより鱗が細かい。生息域が開発の影響を受けやすいため、カワムツより減少率が大きい。

### ⑦ ムギツク

ドンコやオヤニラミに托卵することで有名で、体側の黒い筋が特徴である。幼魚期と繁殖期には群れていることが多い。

### ⑧ タモロコ

河川の濁んだ場所や中下流域で多く見られる。

### ⑨ カマツカ

底砂の汚れに非常に弱く、飼育は難しい。2019年に3種類に分類されたが、スナゴカマツカは分布より、ナガレカマツカは口髭と吻の形状により除外されるため、武庫川の個体は何も付かない「カマツカ」だと思われる。



図 11. オイカワ



図 12. ムギツク



図 13. カマツカ

## ⑩ ドンコ

西日本の多くの川で見られる獰猛なハンターである。口に入る生物なら基本何でも襲う。ムギツクに托卵される。一部のハゼ類、カジカ類もドンコと呼ばれることがあるが、標準和名がドンコなのは本種だけだ。

## ⑪ ミナミメダカ

外来種のカダヤシとよく似ており、間違われることが多い。メダカはキタノメダカとミナミメダカの2種類に分類されている。ミナミメダカはさらに地域によって9つの型に分かれている。また、これらの9つの型はそれぞれ何万年もかけて形成された遺伝的多様性を持っているが、別の型のメダカとの交雑により遺伝子汚染が進んでいる。



図 14. ドンコ

## 7. 考察・最後に

上流のポイントではブッショウが刈りとられ、川の流れが変わってしまい、観測された魚類の減少などの影響が出てしまっている。また、河口のポイントで観測された魚類の種類が昨年と比べて増えたのは、投網での採集を増やしたからだと思われる。昨年住吉川の下流域を泳いでいたブラックバスについてだが、今年は確認こそされていないがまだ生きている可能性が高い。ブラックバスは強い肉食性で在来種への影響が大きいことから特定外来生物に指定されている種で生きたままの移動が禁止されている。そのため捕まえた際はその場で絞めて持ち帰って食べてほしい。フライがおすすめ。武庫川のポイントでは去年確認されたブルーギルは今回観測できなかったが、アメリカザリガニやウシガエルの幼生が大量発生していたので、依然外来種の脅威にさらされ続けているといえる。採集した外来種は適切に処理した。

この記事を書くにあたって多くの部員に協力してもらった。まずはそのことに感謝を申し上げる。今年度は調査から次の調査までの期間が長く空いてしまうことがあったが、来年度以降はペースを守って調査を行いたい。最後までお読みいただきありがとうございました。

## ○参考文献

- ・細谷和海, 増補改訂 日本の淡水魚, 山と溪谷社, 2019
- ・日本淡水魚愛護会, <https://tansuigyo.net/>, 最終閲覧日 2025/02/21

## 生研夏合宿 2024 in つくば・東京

編集 中野正悠

執筆 赤穂卓磨、井川禮禎、泉谷明寛、大石悟史、大塚優音  
櫻井遙、須原誠介、中野正悠、野村琉太  
平原陸、三井康世、森元創心、吉村篤哉

### 0. はじめに

生物研究部では、毎年、夏休みに 3 泊 4 日の校外合宿を行っており、毎年違った場所を訪れ、生き物を採集したり研究室を訪問したりしています。2024 年度の夏合宿の行先は「つくば」そして「東京」。近年、生物研究部では機器の導入が進んで実験が盛んになっているのですが、その影響か、生研合宿としては異例の採集ナシの“研究室訪問合宿”となりました。1 月から計画を練り始め、準備万端で初日の朝を迎えると、まさかの東海道新幹線が運休したとのニュースが。さらには、テレビ番組『情熱大陸』の撮影が入ったり、灘校 OB の岡田康志教授に体重を聞くものが現れたり、、、まさに空前絶後の合宿となりました。

また、訪問した研究施設のうち半分は「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」に採択されていた所で、最先端の研究に触れる貴重な経験を得ることができました。特に、「筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構（IIIS）」では、ノーベル賞候補として知られる機構長の柳沢正史教授に、「東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構（IRCN）」では、前述した灘校 OB の岡田康志教授に直接ご講演いただき、非常に充実した時間を過ごすことができました。

この記事では、2024 年度の生研合宿で部員が経験したことや学んだことを写真とともに紹介しています。気軽に楽しんで読んでくださいと幸いです。

生物研究部 部長 中野正悠

### 1. 合宿当日まで

合宿の準備が始まったのは 1 月。次期部長だった私や 78,79 回生を中心に行先について話し合われ、「つくば」そして「東京」に訪れることが決まりました。そして同時に、今回は異例の、採集ナシで研究室訪問中心の“研究室訪問合宿”にする方針が決定しました。大阪(あるいは神戸)からつくばまでの交通手段に関しては、夜行バスを使う案が当初有力でしたが、やはり体力的に難しいだろうということで新幹線を使うこと

で收まりました。(しかし、この決断が後に不幸を呼ぶことに...) 行先が決まった後、何度も部会を開いて訪問先の候補を募ったり、訪問する研究所の研究内容などに関する勉強会を行ったりしました。部員から挙がった訪問先の候補は 24 に上り、実際に訪問することになったのは 8 つの研究施設と 7 つの博物館・科学館です。なお、予定していたスケジュールは下表に掲載しています。

文責 : 79 中野正悠

### 1日目 @つくば

7:20	新大阪駅集合		
11:15	つくば駅到着		
12:30	産業総合研究所 生物資源情報基盤研究 グループ	12:30	国立科学博物館 筑波実験植物園
15:00	農研機構 遺伝資源研究 センター (ジーンバンク)	14:45	JAXA 筑波宇宙 センター

※1日目の予定は新幹線運休の影響でキャンセルに...

### 2日目 @つくば

9:00	理化学研究所 バイオリソース研究 センター	9:20	サイエンス・スクエア つくば
12:00	国立科学博物館 筑波研究施設	11:05	つくばエキスポ センター
13:50 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIIS)			

### 3日目 @東京

10:00	慶應義塾大学 先端医科学研究所 籠谷研究室		
13:15	東京大学 ニューロインテリジェンス 国際研究機構 (IRCN)		
17:00	BBQ		

### 4日目 @東京

10:00	東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI)		
13:20	目黒寄生虫館	13:45	国立科学博物館
15:10	国立科学博物館		
20:15 新大阪駅 解散			

予定していたスケジュール

(1日目午後、2日目午前、4日目午後は2班に分かれる)

## 2. 一日目

### (1) 在来線の旅 ～前半戦～

初日は7時半に新大阪駅に集合し、東海道新幹線で東京駅まで向かい、その後つくばエクスプレスでつくば駅に向かう予定でした。しかし、朝起きてみると、保守用車脱線により東海道新幹線の上りは新大阪—浜松間で運転見合せ、運転再開は早くとも正午以降というニュースが飛び込んできました。とりあえず、新大阪駅には全員が予定通りの時間に集合し、顧問と部長と私(会計)を中心に対応を考えました。どうにかして、その日予定していた訪問先に1つでも訪れたいという思いから、運転再開を待たずに、青春18きっぷを購入して浜松駅まで在来線で移動し、浜松駅から新幹線に乗ることにしました。しかし、移動を始めてから間もなくして名古屋—浜松間での新幹線の終日運転取りやめが決まり、浜松以降の運行本数も僅かで大混乱が予想されたため、その日の訪問先は諦めて、そのまま在来線で東京まで向かう事にしました。

まず、JR京都線・琵琶湖線で米原駅まで行き、JR東海道本線に乗り換えて大垣駅まで向かいました。その後、生物研究部の合宿なのに丸一日電車に乗っているだけではまずいという話になり、大垣駅から豊橋駅の間にある蒲郡駅で途中下車し、竹島水族館に行くことにしました。

文責：79 野村琉太

### (2) 竹島水族館

蒲郡駅で下車後、徒歩で竹島水族館に向かいました。竹島水族館に入ると、それまでの暑さが嘘だったかのように冷房が効いていて涼しかったです。外見からして規模は小さめでしたが、それにしても、入場料も中学生なら500円という破格。なんと須磨シーワールドのおよそ4分の1。受付を終えてまず出迎えてくれたのは大きなタカアシガニの標本でした。その横には、小型水槽がずらりと。ウツボが大量にいる水槽や、



竹島水族館



タカアシガニの標本

砂地に生息する魚ばかりの水槽などがありました。それらの中でも特に印象に残ったのはコンクリートブロックを積み上げて根魚の「マンション」にしているものでした(なにせ海水魚好きなものですから)。

そして何より他の水族館と大きく違うところは、ほとんどの水槽の横にある、その水槽にいる魚についての飼育員による手書きの豆知識やイラストなどを面白く、わかりやすく書いたものが貼ってあるところでした。水槽内に展示されている魚を見るよりその説明を見るほうに時間を費しました。

次に目を引いたのは、カラフルなサンゴと様々な種類の熱帯魚が泳ぐ、4面ガラス張りの水槽でした。水族館ではお馴染みのスズメダイの仲間達もいました。その近くにはトビハゼなどの干潟の魚も展示されていました。そしてそこから歩いていくと、日本だけでなく世界の珍しい生き物が展示されていました。このエリアで特に印象に残ったのは、スッポンモドキや、じっとしていたクランウェルツノガエルでした。ここで、いったん水槽展示はおしまいです。

その横には、毎度お馴染みの NIBOSHI&さんが描く、その水族館の魚や両生類などの限定アクリルスタンドのガチャガチャがありました。その中には、シークレットがあり、毎回シークレットが何なのか楽しみなのですが…（注：この先、ネタバレ含みますので、竹島水族館のガチャガチャのシークレットが何か知りたくない人は次の段落に飛んでください。笑）ちなみに私はダイオウグソクムシでしたが、今回は謎のエビフライ！ 引き当てた 80 回生の k 君に見せてもらったときは驚きましたが、それでもシークレットはシークレット。おめでとう。

ガチャガチャコーナーを出ると、その先にはアシカプールがありました。時間の関係でアシカショーは見ることができず残念でしたが、アシカも人気のようでした。

ここで、水族館を離れて再び東京への往路へと続きます。

文責：80 櫻井遙

### (3) 在来線の旅 ～後半戦～

竹島水族館を出て蒲郡駅に戻って豊橋行きの電車に乗りました。ちなみに、この日、新幹線の保守車両が衝突して脱線した場所は、この蒲郡



クランウェルツノガエル

駅付近だったそう。6駅先の豊橋駅に着くまでの間、「新幹線の名古屋から浜松駅で運転を見合せているから、その間を在来線で行く時に乗り換えるなければならない豊橋駅は結構混んでいるだろうな…」などと考えていると、すぐに豊橋駅に到着しました。

この豊橋駅で、1日の中で最も印象に残った(この日自体すごく印象に残ったのだけれども)出来事が起きました。電車から降りて階段を上ろうとしても、全然進まないのでした。やっと2階に着いたのですが、駅員さんが「直接は行かない



豊橋駅で浜松行きの電車を待つ人たち

ください」と言っていたことがよく分からぬまま、とりあえずそのまま並んでいると、新幹線のホームに行くための通路に長蛇の列ができていました。この日、この区間で新幹線は動いていなかったので、この人たちはみんな浜松に行く人たちなのか…と思いました。その後、みんな駅を出ているのでその流れに沿って駅を出ると、沢山の人が並んでいるのが分かりました。後から聞いた話ですが、こここの様子がずっとテレビで流れていたようです。言われてみれば、すごく大きいカメラを持った人が二人くらいいたような気がします。並んでいる時は、今日中につくばに着けないかもしれないという不安と、着けなければどうなるのだろうというドキドキした気持ちの両方がありました。ここからはただただ並んで、やっと浜松行きの電車に乗ることができた時には既に疲れしており、豊橋から浜松は、朝の通勤ラッシュくらい混んでいてさらに疲れました。

浜松から熱海は各駅停車の電車での移動でした。本当なら左側に富士山が見えたはずだったので、その時だけ曇っていたようですが、残念…。

熱海駅で電車を乗り換え、東京駅に向かいました。車窓から外を眺めていると、ほとんどの電車が15両



熱海駅に到着！

編成であることに気が付きました。西日本では、多くて 12 両です。東京は人が集まっているのだと、あらためて感じました。東京で乗り換え、秋葉原に行くと、“あとはつくばエクスプレスに乗ればこの長旅も終わるんだな”と、嬉しいような残念なような気持ちになりました。

つくばエクスプレスに乗る頃には、外は真っ暗でした。そして、やつの思いでホテルに到着した時刻は、23 時頃でした。部屋に入ると、秋葉原駅で買ったご飯を食べ、すぐに就寝しました。

このような、在来線だけで大阪からつくばまで行くというようなことはまずなく、貴重な経験(?)になりました。また、新幹線の便利さを痛感した出来事でもありました。

文責：81 大石悟史

### 3. 二日目～午前～

二日目午前は、2 班に分かれたため、研究施設をめぐった班(スケジュール表 左側)と、展示施設をめぐった班(スケジュール表 右側)に分けて紹介します。

#### (1) 研究施設をめぐった班

##### ① 理化学研究所 バイオリソースセンター

1 日目が新幹線の運転見合わせの影響で、予定していた訪問先に訪問することができず、実質的な 1 日目となった 2 日目では、今年の合宿は参加人数が多いということもあり、前に記した通り 2 班に分かれることとなりました。まず初めに、研究所を巡る班が体験したこと記したいと思います。

この班はまず「理化学研究所 バイオリソースセンター」(以下 BRC)の「微生物材料開発室」(以下 JCM)にお邪魔させていただきました。初めに理化学研究所や BRC について紹介していただきました。そのお話から、BRC が信頼性・継続性・先導性というモットーの下でバイオリソース(研究用の材料)を管理し、世界中の研究機関や企業に提供して、世界の研究を支えているということを知り、ありがたみを感じました。

次に、JCM で糸状菌を担当していらっしゃる橋本陽先生から JCM について講義をしていただきました。JCM では微生物資源の管理だけでなく、新規の微生物開拓や培養などもしています。先生は経験則から、微生物がいるであろう場所を推測して微生物を採集していらっしゃるそうで、微生物に対する情熱を感じました。微生物の採集が終わった後も微

生物を単離→培養→同定、と気が遠くなるような、地道な作業が続くと知り、研究は大変で時間がかかるものだと改めて痛感しました。また、培養が難しい菌があると聞き、そのような菌の培養にチャレンジするのが面白そうだと思いました。

講義を受けた後は実際に微生物を大量に凍結保存しているところを見せていただきました。写真に写っている、ゴツい機械はすべて微生物を保管するためのもので、中には微生物とともに液体窒素が入っています。ここでは保管されているのは、培養源が死滅してしまった際などのもしもの時のためのバックアップだそうです。実際に、蓋を開けて中を見せていただきました。



**液体窒素凍結保存容器**  
(右写真は蓋を開けた様子)

新規微生物の保存方法など知らなかつたことを知ることができたり、資源を管理し保管するための珍しい機械を見ることができたりと、とても充実した時間を過ごすことができました。研究所を後にし、コンビニで昼食をとつて次の目的地へ出発します。

文責：79 大塚 優音

## ② 国立科学博物館 筑波研究施設

一行は、理化学研究所をあとにし、路線バスを使って「国立科学博物館 筑波研究施設」へと向かいました。こちらの施設では、調査・研究を通じて収集した 490 万点を超える貴重な標本や資料を収蔵しているという大きな特徴を持っています。今回は、害虫対策のため、標本を保管している收



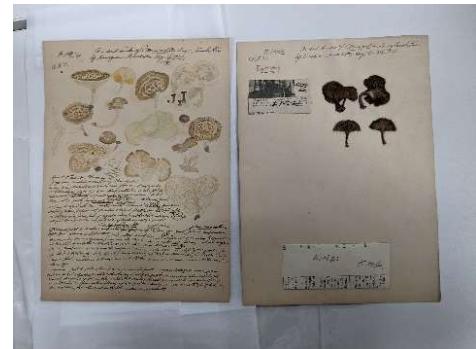
**国立科学博物館 筑波研究施設**

蔵庫の中には立ち入ることができませんでしたが、事前にお願いしていた3つの標本に関して、施設の方3名にそれぞれ講義形式で、本物の標本を見ながらご解説いただきました。

1つ目の講義は、植物研究部、菌類・藻類研究グループのグループ長である細矢剛先生による「南方熊楠菌類図譜」のご解説でした。この図譜を描いたのは名前にある通り、南方熊楠という学者で、彼は興味に基づいてありとあらゆる情報を収集し、様々なデータをリンク、統合しており、ある意味データベースやアーカイブの先駆け的存在です。

この図譜は、南方熊楠が画用紙に採集したきのこを細密に描写し、彩色、生態を英文で記録して一部は胞子や実物を載せたものとなっています。熊楠はこの多くの情報を部外秘にしていましたが、早く世間に出ていればよかったですともったいないと思いました。そしてこの図譜の中には熊楠が新種と言っているものが4種あり、そのうち2種は本当に新種で、1種は当時発表していれば新種、残り1種は新種ではなかったということを教えていただき、驚きました。また、国立科学博物館ではこの図譜のデータベース化を試みているそうです。図譜画像デジタル化は済んで、テキストの翻刻、デジタル化も終えており、データベース化が未完了とのこと。データベース化に時間がかかる理由は図譜に書かれている文字が汚く、テキストファイルとの照合が困難なものがあるからだそうです。データベース化できたら電子展示されるとのことなので、非常に楽しみです。

2つ目の講義は、人類研究部、人類史研究グループのグループ長である坂上和弘先生による古人骨標本のご解説でした。この筑波研究施設には約2万体の人骨が収蔵されており(内登録済みは6000体)、この規模は日本最大で世界最大級であるとのこと。実際に収蔵されているところは拝見できませんでしたが、聞くだけで規模の大きさが伺えます。この研究分野はヒトの近代化や多様性を考える生物学とのことで、数ある生物学の中でも珍しい事象について研究する分野だと思いました。解説では人骨を調べることで性別や年齢、病気、その骨の使われ方はもちろんのこと、当時の文化もわかるということをそれぞれ具体例とともに教わりました。当時の文化がわかるということを具体的な1つとして教わったもの



南方熊楠菌類図譜の一部

の中に、足の骨から前近代中国で纏足という文化があったという例を解説していただきました。小さなものから過去の文化がわかるというものに壮大さを感じました。また、人骨から個人を特定した例も教えてくださいました。特定できた人物というのは江戸時代の宣教師ジョヴァンニ・バッティスタ・シドッティで、その骨は東京都文京区のキリスト教徒の墓地から出土したことです。この墓地からは3体の人骨が発見されたそうですが、そのうちの1つの人骨の歯が日本人でよく見られるシャベル型切歯ではなかったそうです。そして大腿骨から身長が170代であったと推定でき、日本人ではなさそうと分かり、核ゲノムがヨーロッパ人のものだったので、この人骨がシドッティのものであるとほぼ確定したそうです。人骨が我々に様々な情報を与えてくれる様はまるで骨と話しているようで面白そうな研究分野だと思いました。

3つ目は地学研究部、生命進化史研究グループの対比地孝亘様による新属新種「フルカトケラトプス」のご解説で、実際の化石標本を見ながら受けさせていただきました。こちらの恐竜は植物食恐竜のなかまで、目の上の角芯が前方に伸びてやや内側に曲がり、骨の一部が前上顎骨に外側から被さるようになっているなどの特徴から新種であると考えられています。新種の恐竜の化石標本を近くで見るという貴重な体験となりました。また、見せていただいたフルカトケラトプスの標本は骨の癒合が進んでおらず、上腕骨で2本の成長停止線が見えたため、3歳ほどの個体と分かったそうです。この個体は骨の癒合が進んでいないのでこれまであまり研究されなかった角竜の骨について詳しく調べることができ、後の研究に大きく期待されること。恐竜の化石を調べることは人骨の調査とは異なり、解明できない部分も多く、これからも新たな発見が見つかりそうで興味が湧きました。



上腕骨の断面



実物の化石標本

日時などの調整や当日の進行をしてくださった、国立科学博物館 副館長の真鍋真様、並びに解説してくださったお三方、ご多忙な中、貴重な時間をいただき、本当にありがとうございました。

文責：79 平原陸

## (2) 展示施設をめぐった班

### ① サイエンス・スクエア つくば

二日目、私たちは最初「サイエンス・スクエア つくば」に行きました。ここは、産業技術総合研究所、略して産総研が開発した技術に触れることができる場所です。私たちはホテルから路線バスに乗って目的地へと向かいました。敷地内は緑であふれていて涼しく感じました。

館内に入るとまず目に入るのは産総研の年表です。これを見ると産総研がどのようにできたか、何を発見・発明したかを知ることができます。80を超えるたくさんの研究成果が書かれているのですが、驚いたのはこれが一部でしかないことです。ここではどれほどの研究が行われているのか考えると、すごいな、と思いました。

年表を見終わって次に見えるのは沢山のロボットたちです。産総研の研究で使われた、もしくは研究から生まれたロボットが展示されているのですが、僕が一番気になったのものはパロというロボットでした。実際に見たのは初めてで、かわいかつたです。また向かいには身近にある不思議に焦点を当てた展示がありました。

そして、その奥には沢山の展示があり、全てを見切るには時間ギリギリで、どれも面白い展示でした。そこで、この記事ではそのうちのいくつかを挙げたいと思います。

まず初めに紹介するのはスピーカーです。一見するとテントですが、中に入ってボタンを押すと音が流れます。しかし肝心のスピーカーが見当たりません。実は布の中に電極が敷き詰められており、ここから音が出ています。布から音を出すことができれば、将来カーテンやソファーといった場所に応用できそうだなと思いました。

産総研では医療の開発も行われています。世界中で iPS 細胞を使った研究が行われる中、産総研では iPS 細胞を生きたまま可視化する技術を開発しました。これによ



テント型のスピーカー



iPS 細胞を見られる顕微鏡

り課題だった移植用細胞の中に残っている未分化 iPS 細胞を見つけ出し除去することにつながるそうです(細胞の中に未分化 iPS 細胞が含まれているとがんになってしまいうリスクがある)。また、展示の中にはアフリカツメガエルの iPS 細胞から作られた腎臓があり、実際に顕微鏡で見ることができました。

産総研では幅広い研究を行い、革新的な技術を実用化へつなげる橋渡しとしての機能を強化しているそうです。ここではその一端に触ることができました。

文責 : 81 吉村篤哉

## ② つくばエキスポセンター

サイエンス・スクエア つくばを出た後は、「つくばエキスポセンター」に行きました。池に沿って進むと特徴的な建物が見えてきました。ここは、国際科学技術博覧会がつくばで行われた際に、作られた建物を科学に慣れ親しんでもらうために博覧会終了後に再オープンしたものです。

建物の中に入ると何かの唸り声が聞こえました。声がするほうに行くとティラノサウルスのロボットがいました。訪問した時、恐竜のロボットの企画展が行われていたため設置されていたそうです。

唸り声や威嚇をするような動きには迫力がありました。



ティラノサウルスのロボ

ティラノサウルスを見た後は階段を上り 2 階へと上がりました。2 階に上がると少し暗く広い展示場があり、様々な「挑戦」をテーマにした展示がありました。生命、ナノ、宇宙、環境、超への五つの挑戦のコーナーに分かれていきました。また、その展示場の奥のほうに、企画展が行われていた部屋がありました。僕は行きそびれてしまったためどのようなものだったかはわかりません。

生命のコーナーで面白かったのは DNA の塩基に関するゲームで、スクリーン上部を A、G、C、T の四つの塩基が横から順に流れてきて、下側にある塩基と AT、CG のペアになるように上側に時間内にできるだけくっつけるゲームです。ミスをすると少しの間操作ができなくなるため良い記録を出すためにはミスが許されないためかなり集中しました。しかし、僕は操作が下手でミスなしでするのは無理でした。宇宙のコーナーでは宇宙服や国際宇宙ステーションのトイレが展示されていました。今までテレビの中でしか見たことがないものだったため、とても興味深

かったです。

ある程度 2 階を見て回った後は 1 階のコーナーに行きました。1 階展示室では科学で遊ぶことができました。鏡の反射で何もないところに物体があるかのように見える仕掛けや、シャボン玉で壁を作る仕掛け、竜巻を起こす仕掛けなどがありました。面白かったのは一面鏡張りの部屋です。一人で入っても面白いですが、僕は友人と二人で入ったためさらに面白くなりました。

残念ながら全ての展示を見て回るには時間が足りず、1 階の展示を一通り見終わる前に出発となりました。

文責：81 吉村篤哉

#### 4. 二日目～午後～

##### (1) 筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIIS)

この日の最後の訪問先は、筑波大学 国際統合睡眠医科学研究機構 (IIIS)です。午前中は 2 つの班に分かれて別行動をしていましたが、ここで合流となります。

IIIS 訪問は、今回の合宿で部員が最も楽しみにしていたイベントの 1 つであり、睡眠学研究の大家でノーベル賞受賞が有力視されている柳沢教授から直接ご講演いただくという大変貴重な経験を与えていただきました。

IIIS 訪問当日のプログラムは以下の通りで、柳沢先生によるご講演や研究室内の見学など、非常に充実した時間を過ごすことができました。また、私たちが訪問した日は、柳沢先生に MBS 毎日放送の『情熱大陸』の密着取材が入っていたため、テレビカメラがある中での訪問となり、部員全員が緊張気味でした。

##### 【IIIS 訪問のプログラム】

14:00~14:15	IIIS 事務部門長 望月先生からのご挨拶 と IIIS の概要説明
14:15~15:15	IIIS 機構長 柳沢先生のご講義
15:15~15:20	柳沢先生、望月先生との写真撮影
15:20~15:30	IIIS フライラボツアー

まず、建物に入ると、様々な芸術作品が飾られていて少し驚きました。あとで研究施設を案内していただいたときに「ここには睡眠に関する作品を置いている」と聞き、建物自体も睡眠を表現していると感じました。

そして、最初のプログラムである、IIIS 事務部門長の望月貴年先生に

よる IIIS の紹介はとても分かりやすく自分たちがどれだけすごい経験をしているのかが改めて伝わり、気が引き締まりました。また、Nature や Science に数多くの論文が掲載されるなどの高い研究力に驚かされました。

そして、IIIS 機構長の柳沢正史先生によるご講演では、睡眠の 3 段階についてなどの基本的な内容から、オレキシンについてなどの少し発展した内容まで丁寧に説明していただき、楽しみながら睡眠について学ばせていただきました。

特に、先生は講義の中で、人生の約三分の一の時間を占める睡眠という行動が種を超えて動物に保存されているにもかかわらず、まだまだ明らかになっていないことが多いために現代神経科学最大のブラックボックスだと呼ばれているということをおっしゃっており、未解明な現象が多い睡眠研究のおもしろさが伝わってきました。そして、日本人は睡眠不足に陥っていて、子供の頃から昼間に眠気を感じることが当たり前となっている現状は“異常だ”と何度も強調しておっしゃっていました。生研部員のみならず、睡眠時間を削りがちな灘校生にとって、少し耳が痛い話かもしれません。

さらには、IIIS で現在取り組んでおられる、未知の遺伝子の機能解明に関する研究についてもご紹介いただきました。遺伝学の分野では、遺伝子機能を探るための手法は、「リバースジェネティクス(逆遺伝学)」と



望月先生による IIIS 紹介の様子

[ IIIS 広報撮影 ]



柳沢先生によるご講演の様子 [ IIIS 広報撮影 ]

(左写真の左側には『情熱大陸』のカメラマン)

「フォワードジェネティクス(順遺伝学)」の大きく2つに分けられます。前者のリバースジェネティクス法は、目的の(機能を調べたい)遺伝子を破壊するなどして機能を失わせ、表現型を調べることでその遺伝子の機能を解析するという手法です。一方で、後者のフォワードジェネティクス法は、ランダムな突然変異を誘発させることで、現れた形質をもとに原因となる(突然変異の起った)遺伝子を探るという手法です。IIISでは、フォワードジェネティクスによるアプローチを行っているそうで、現れた表現型の原因となる遺伝子の特定には時間がかかるという欠点はあるものの、まだ全貌がよく分かっていない現象である睡眠を研究するうえでは、非常に有効なアプローチであるように感じました。

そして、睡眠に関連して、人工冬眠に関する研究についてもご紹介いただきました。人工冬眠に関する研究については、以前、理化学研究所の砂川玄志郎先生が土曜講座にご登壇いただいた際に教えていただいた内容も含まれていたため、砂川先生がおっしゃっていたことも思い出しながら柳沢先生のお話を聞くことができ、非常に勉強になりました。

次に、写真撮影の後、フライラボツアーでショウジョウバエを扱っている戸田研究室を訪問しました。研究室では、戸田浩史先生に研究内容などについてご紹介いただきました。研究室見学で特に印象に残っているのは、ショウジョウバエの睡眠時間を測定する機械についてです。ショウジョウバエの「歩き回る」という性質を利用して睡眠時間を計測するという方法はとても興味深かったです。また、ショウジョウバエの行動を観察する部屋では、人間には見えるがハエは感じ取れない赤いライトが照明として使われており、非常に興味深かったです。また、ショウジョウバエを解剖し脳を摘出している様子も見せていただきました。手際が良くきれいに摘出されていたので感動しました。

最後は IIIS 棟ツアーでした。広報の方が施設内の案内をしてくださいました。IIIS 棟内は「空



フライラボツアーの様子  
[ IIIS 広報撮影 ]



脳波をイメージした天井のオブジェ



### 吹き抜けに展示された「空飛ぶ豚」

いただきました。また、トイレの標識も印象的で、ヒトの性染色体を思い出してみると納得がいくのですが、男性用トイレの標識が Y、女性用トイレの標識が X になっていました。(男性にも X 染色体はあるだろ、というツッコミはさておき、、、) 他にも、脳波をイメージした天井のオブジェや沢山の絵画など、まるで美術館のような研究所でした。また、後から気づいたことなのですが、私たちのためにご準備いただいたペットボトルにも、脳波をイメージしたデザインが施されており、しかもこのデザインには 3 種類あってそれぞれ覚醒時(α 波)、熟睡時(δ 波)、その中間(θ 波)が再現されていました。細かなところにまで睡眠に関するデザインがあり、ペットボトルのデザインに気づいた時には驚きで鳥肌が立ちました。

IIIS の訪問が終了し、一行はつくばを後にして、いよいよ東京へと向かいます。夕食は各々 4,5 人のグループになって外食し、月島もんじやなどを堪能しました。

文責 : 79 中野正悠、79 三井康世、80 櫻井遙

## 5. 三日目

### (1) 慶應義塾大学先端医科学研究所 篠谷研究室

3 日目。慶應義塾大学に向けてホテルを出発しました。勝どき駅から大江戸線に乗って国立競技場駅で降ります。地下から出ると目の前には国立



国立競技場

競技場がありましたが、それとは逆方向へと向かいます。すぐに慶應義塾大学に到着しました。少し歩き、総合医学研究棟のエントランスに着きました。

まもなくして、エントランスに籠谷研究室の方がいらっしゃり、研究室に案内されて、早速、籠谷勇紀教授から研究のご紹介をしていただきました。籠谷先生は灘校 53 回生で、現在は慶應義塾大学の教授として、生きた免疫細胞を体の外で加工して薬として使う「養子免疫療法」を主に、がん免疫療法を研究なさっています。その中でも、CAR-T 細胞というものを使った CAR-T 細胞療法についてのお話を聞いていただきました。CAR-T 細胞とは、キメラ抗原受容体(chimeric antigen receptor: CAR)遺伝子改変 T 細胞の略称で、抗体がもつ敵を認識する Y 字型の先端部分と、T 細胞を活性化するのに必要な細胞内の分子を融合したタンパク質を作ることが出来るような遺伝子を導入した T 細胞です。T 紡錘細胞本来の機能に加え、自己増殖もできます。他には、免疫チェックポイント分子という免疫細胞の過剰な炎症反応や自己の細胞に対する免疫応答を抑制する受容体とがん細胞が結びつくと、がん細胞への攻撃が抑制されるのですが、その結合を阻害することができる免疫チェックポイント阻害剤のことや、二重特異性抗体という二つの抗体を結合した人工タンパク質に関してお話をいただきました。免疫細胞にこんな可能性があるのか！と聞いていて新鮮な気持ちを感じました。

研究のご紹介が終わると、最後に研究室内を見て回らせてもらいました。タンクがたくさんある部屋に案内されました。それが特に印象に残っていて、細胞の冷蔵庫のようなものだとご説明されました。

研究棟を出ると、カフェのような出店が沢山ありました。時刻はもうすぐ 12 時。おいしそうだなーと眺めていました。

大学を出ると、JR 総武線信濃町駅へと出発。次の目的地、東京大学へと向かいます。

文責 : 79 土井駿亮

## (2) 東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 (IRCN)

### ① 岡田康志先生によるご講演

慶應義塾大学の次に訪問したのは、東京大学 ニューロインテリジェンス国際研究機構 (IRCN)です。ここは、2 日目に訪問した IIIS や 4 日目



北里記念医学図書館  
(研究棟へ行く途中)

に訪問する ELSI と並び、「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」に採択されており、最先端の研究が行われています。東京大学のシンポル、安田講堂の地下食堂で昼食を食べたあと、IRCN へと向かいました。



安田講堂



IRCN 内にあったオブジェ

IRCN 訪問当日のプログラムは以下の通りで、灘校の大先輩、岡田康志先生によるご講演や研究室内の見学など、非常に充実した時間を過ごすことができました。

#### 【IRCN 訪問のプログラム】

- |             |  |
|-------------|--|
| 13:30~13:40 | IRCN 事務部門長 木村先生からの<br>IRCN 概要説明  |
| 13:40~14:30 | IRCN 主任研究者 岡田先生のご講演  |
| 14:30~15:20 | 研究室見学 <ul style="list-style-type: none"><li>・グループ A：岡田康志 研究室</li><li>・グループ B：ES-マウス/ウィルス開発コア</li><li>・グループ C：ヒューマン fMRI コア</li></ul> |

IRCN 事務部門長の木村昌由美先生による IRCN 概要説明では、IRCN はどのような研究を行っているのか、についてご説明いただきました。木村昌由美先生は、IRCN の事務部門長に着任する前は、前日に私たちが訪問した IIIS の事務部門長をされていたそうで、非常に驚きました。加えて、日本学生科学賞という中高生が対象の科学コンクールでは、審査委員を務めていらっしゃるそうで、ぜひ生研の部員も日本学生科学賞に応募してほしいとおっしゃっていました。

その後、IRCN の主任研究員である岡田康志教授にご講演いただきました。岡田先生は灘校時代、物理研究部に所属されていたそうで、ランダウ＝リフシツ著の『力学』という参考書との出会いや、当時の灘校生物科教諭であった寺沢先生の「生きているとは何か？」という問いに

影響を受け、現在の研究テーマがあるということなどをお話しいただきました。また、「生きているとは何か?」という問い合わせについて、生きている細胞と死んだ直後の細胞とでは、物質の構成は一致していることから、構成物質以外の何が物理学的に生死の違いをもたらすのか、という話もされました。また、この問い合わせへの岡田先生のアプローチとして、自身の研究である超解像蛍光顕微鏡の開発や細胞状態を可視化する分子プローブの開発などを紹介していただきました。具体的には、超解像蛍光顕微鏡を用いてプローブで標識した分子モーターを観察することで細胞の流動性がわかるというものです。細胞が流動性を持ち、振動していると分子モーターの移動速度は速くなるのですが、振動を止めると分子モーターの移動速度は遅くなり、振動を再開させると分子モーターの移動速度は元に戻るそうです。分子モーターは、細胞の生命機能にとても重要で、細胞の流動性が無くなり分子モーターが動かなくなるとそれは「細胞の死」を表します。

また、部員の「細胞に流動性があり振動しているときに速くなり、流動性がなくなると遅くなるモータータンパク質の移動速度について、どのような条件によって決定されるのか」という質問に対して、岡田先生は良い質問で、どのような条件が移動速度を決定するのかについては、まさに研究中だと答えられました。

岡田先生の灘校時代が今の生物と物理を融合させた研究に繋がっていると感じられる講演でした。

文責：79 井川禮禎、79 中野正悠、80 須原誠介

## ② 岡田康志研究室

岡田康志先生のご講演を聞いた後、3つのグループに分かれてそれぞれ別の研究室を訪問しました。

私たちのグループは、岡田康志先生の案内で、先生の研究室に訪問させていただきました。研究室では、最初にゼブラフィッシュなどのいくつかの種類の実験用熱帯魚が飼育された飼育ラックを見せていただきました。映像などでゼブラフィッシュの飼育ラックは見たことがありましたが、実際に見たのは初めてだったので嬉しかったです。その後、顕微



岡田康志先生によるご講演  
[ IRCN 広報撮影 ]



研究室見学の様子

[IRCN 広報撮影]

鏡が置いてある部屋を見せていただき、顕微鏡装置の大きさや緻密さに圧倒されました。また、ご講演でもおっしゃっていた通り、“どれだけ分解能を上げられるか”という点に焦点を当てて研究されているんだなあと実感しました。さらには、顕微鏡を見た後、インキュベーターから培養中の神経細胞を取り出していただき、観察させていただきました。教科書に載っているような、

きれいな形の樹状突起、軸索を確認することができ、感動しました。

ここで、研究室見学の途中にあった、灘校史に残る、79回生の部員 Y.A. と岡田康志先生との伝説的な会話をご覧ください。

部員 Y.A. 「体重何キロですか？」

岡田康志先生 「何キロだと思う？」

部員 Y.A. 「105 キロ！」

岡田康志先生 「そんなにはないかなあ…」

さすがに、同行していた広報の方も苦笑いのご様子でした… 岡田康志先生へ、部員 Y.A. に代わり、この場をお借りしてご無礼をお詫び申し上げます。

さて、研究室見学を終えた一行は、少し時間があったので、岡田康志先生への質問タイムとなりました。研究するうえで大切にしていることやおすすめの本、生成 AI などについての質問が飛び交いました。特に、岡田康志先生はメールの返信などに生成 AI を使われているそうで、「生成 AI は、使い方が大切だ」とおっしゃっており、具体的には、全ての文章を生成 AI に任せるのではなく、入れたいキーワードなどを列挙したうえで、文章のつなぎなどを生成 AI に委ねているそうです。どんな質問に対しても、的確かつ端的に答えてくださっていた姿が印象的でした。

文責：79 中野正悠

### ③ ヒューマン fMRI コア

私たちのグループは、ヒューマン fMRI コアを訪問し、コアマネージャーの岡田直大准教授に脳の分析についてのお話を伺いました。さらには、実際に MRI 装置を見学させていただきました。

脳は 100 億個ものニューロンで構成されており、fMRI と呼ばれる方

法を用いることで脳の複雑な活動を分析することができます。MRI は、レントゲンや X 線検査と比べて放射線被ばくの危険がなく、安全な検査装置とされています。

従来の技術では、脳波や脳磁図を観測して脳の磁場を調べることができましたが、血流や脳の機能的接続を調べることはできていませんでした。

そこで開発されたのが fMRI(機能的 MRI)という観測方法で、脳の内部を画像化して脳のどこで活動が起こっているのか、各部分がどのように関係しているのかを調べができるようになったと教わりました。具体的には、拡散テンソル画像という神経細胞内の水分子の拡散の仕方を映し出す技術を用いて脳の神経細胞の様子を調べるという仕組みです。

研究所では精神疾患と、fMRI で観測した脳の様子とを結びつけた研究もしていて、実際にグルタミン酸の濃度が低いと精神病の危険性が高いということやいじめられた経験が脳機能に悪影響を与えていたという結果が得られているとのこと。

現状、ヒトの知性研究に関する実験は動物のモデルを用いていることが多い、このギャップを橋渡しする研究が必要であり、ヒューマン fMRI コアでは AI を用いたアプローチもしているそうです。僕は科学研究における AI の利用に興味があったので、その一端を見られて嬉しかったです。

MRI 装置見学の際には、ハサミを装置の入り口に近づけて引き込まれる様子を体験し、MRI 装置が大きな磁石のようなものであるということを実感しました。



岡田直大先生による研究紹介  
[ IRCN 広報撮影 ]



MRI 装置  
(同研究所 hp より引用)

なかなか見る機会がない機械(激ウマギャグ)なので、各自色々な疑問が湧いており、岡田先生にはそれらについて丁寧に教えていただきまし

た。

筆者は人の精神状態と脳の活動との関連に興味があったので、この分野について最先端の研究のお話を伺えて感動しました。

文責：79 森元創心

#### ④ ES-マウス/ウイルス開発コア

私たちは ES-マウス/ウイルス開発コアを訪問し、鵜飼英樹特任准教授から遺伝子組み換えマウス作製法などについて講義していただきました。

鵜飼英樹先生の講義では、先生が研究開発を行っていらっしゃる「ESマウス法」についてご解説いただきました。従来の遺伝子組み換えマウス作製法は、胚盤胞期胚に対し ES 細胞を注入してキメラマウスを作成して、それらを交配させていくもので、1~2 年かかっていました。一方で、「ES マウス法」は、8 細胞期胚に対して ES 細胞を注入し、もとの受精卵の細胞を栄養膜に分化させ、全細胞が ES 細胞由来のマウスを 2 ~ 3 ヶ月で複数作成できるとのこと。ES マウス法で 8 細胞期胚に対して ES 細胞を入れる理由は、それ以降に入れるとマウスに受精卵由来の ES 細胞由来でない細胞が含まれるようになってしまうためだそうです。

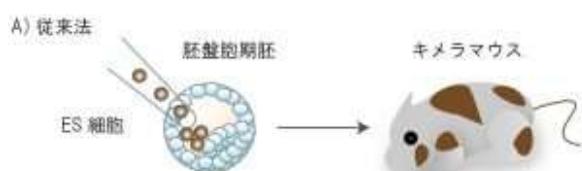
また、マウスに対し特定の時期や場所でゲノム編集を行うために、遺伝子の切る場所を決める gRNA(ガイド RNA)を発現させる必要があるのですが、マウスに受精卵の段階で、gRNA を発現させたい場所に Cas タンパク質や AAV(アデノ随伴ウイルス)をベクターとして注射し、遺伝子を挿入するという手段なども教えていただきました。

そして、実際に遺伝子組み換えマウスの作製に使われている装置を見せていただきました。さらには、装置の使い方を教えてくださいり、その



鵜飼英樹先生による研究紹介

[IRCN 広報撮影]



遺伝子組み換えマウス作製法の比較

(同研究所 hp より引用)

また、マウスに対し特定の時期や場所でゲノム編集を行うために、遺伝子の切る場所を決める gRNA(ガイド RNA)を発現させる必要があるのですが、マウスに受精卵の段階で、gRNA を発現させたい場所に Cas タンパク質や AAV(アデノ随伴ウイルス)をベクターとして注射し、遺伝子を挿入するという手段なども教えていただきました。

装置で針の動かし方を体験させていただきました。しかし、思い通りに動かすことができず、努力の重要性などを改めて実感しました。

文責：79 井川禮禎

### (3) BBQ

研究室見学が終了し、東京大学を後にした一行は、ゆりかもめに乗って豊洲ぐるり公園にある BBQ 会場へ向かいました。BBQ には 5 人の上京した生研 OB が来てくださいり、昔の生研での思い出や生物学オリンピックの勉強法、顧問の宮田先生による灘校裏話など大いに盛り上がりました。海の見える BBQ 会場だったため、ロケーションは最高で、日が沈むと、レインボーブリッヂやビル群の夜景を堪能できました。ある OB



BBQ の様子

(左写真：肉を焼く様子 右写真：BBQ 会場からの夜景)

によると、彼女とのデートで夜景を見にこの近くに来たそうです。

BBQ が終わると、宿泊先に戻って早めに就寝し、翌日に備えました。

文責：79 中野正悠

## 6. 四日目

### (1) 東京工業大学 地球生命研究所 (ELSI)

色々あった合宿も最終日、私たちは最後の研究施設として東京工業大学 地球生命研究所(以下、ELSI)を訪問しました。(訪問当時はまだ東京工業大学でしたが、今は東京医科歯科大学と統合されて東京科学大学になっています。)

到着すると、まず ELSI の施設内を案内していただきました。ELSI では原子、微生物から太陽系



研究所内(地下階)の見学

[ ELSI 広報撮影 ]

まで、ミクロからマクロまでの研究をしており、扱う内容は多岐にわたっています。

地下階に降りると、ガラス張りの実験室が並んでおり、廊下から研究員の皆さんのが実際に研究をしている様子を見学することができました。ELSIには質量計測器が日本でもトップクラスにたくさんあるということで、当日も研究員の方が土星のリンを計測していました。

地上階ではミーティングルームやワークスペースなどを見学して回りました。廊下に並んだ絵画や和室のミーティングスペース、開放的な吹き抜けなど、研究所とは思えないデザインに驚きました。

施設を見学した後は、畠山哲央特任准教授にお話を伺いました。畠山先生は理論的研究を軸に研究をされており、『システム生物学入門』という本も執筆されています。

先生は普段研究をする際、実験を主軸にしている研究者と共同で研究をすることが多く、実験だけでは解決しない課題を、数理モデルなどを用いた理論的解析で解決することが専門分野だそうです。そのため理論的研究の論文は、生物の論文であっても数学や物理について学んでいないと読むことができないことがあり、幅広い分野を学ぶことの必要性について教えていただきました。数学、物理両方が苦手な筆者には耳が痛かったです。

理論的研究では、キーワードは「普遍性」で、現生生物の理解、生命的の起源や地球外生物の探索においても普遍性に注目することが必要だとおっしゃっていました。実際、先生が研究された体内時計の仕組みについても、温度補償性の普遍的な式を発見することでメカニズムの提案に繋がったという話を聞くことができました。

筆者は生物の研究手法は実験だけだと思い込んでいたので、理論的研究について初めて話を伺って目から鱗でした。先生は、これからシステ



畠山先生によるご講演の様子 [ ELSI 広報撮影 ]

ム生物学が研究の主流になってくるということもおっしゃっていて、苦手でも数理解析について学ばなければならぬと思いました。

ELSI 見学の後は、東工大の食堂で昼食。筆者はカツカレーをいただきました。キャンパスの景色を見ながら食べるお昼ご飯は美味しかったです。

文責：79 森元創心

## (2) 目黒寄生虫館

東京工業大学を出たあとは、直接国立科学博物館に行く班と目黒寄生虫館に寄ってから国立科学博物館に行く班の2班に分かれ、行動しました。

私たちの班は目黒寄生虫館に立ち寄りました。目黒寄生虫館は、日本で唯一の寄生虫専門博物館で、1953年に世界初の寄生虫専門博物館として設立されました。寄生虫館内にはサナダムシやアニサキスといったメジャーな寄生虫はもちろん、他にもおびただしい数の寄生虫が展示されていました。

それでは、展示について詳しく紹介していきたいと思います。目黒寄生虫館は2つの階に分かれており、1階は「寄生虫の多様性」、2階は「人体に関わる寄生虫」がテーマでした。1階の展示で特に気になったのはフタゴムシです。フタゴムシは雌雄同体の1cmほどの寄生虫です。この寄生虫は幼虫のときに二匹が出会って合体癒合しないと成長できないという特殊な生態をもつ寄生虫です。また、フタゴムシは目黒寄生虫館の創設者である亀谷了博士のお気に入りもありました。寄生虫館では2匹が合体融合した姿が展示されており、その姿は蝶のようでした。



目黒寄生虫館の入口



フタゴムシ



サンダムシ

た。そして、同じ階にロイコクロリディウムという寄生虫に寄生されたかたつむりもいました。寄生されたかたつむりは、色が普通のかたつむりとは違いとても鮮やかでした。

2階には、人に寄生する寄生虫についてや、寄生虫学者の山口左仲博士が残した論文、図版の原稿などが展示されていました。2階で一番気になった展示はサナダムシです。寄生虫館では、8.8mの巨大なサナダムシが展示されていました。実寸大のひもも置かれており、よりその長さを実感できました。一通り展示を見終えたところでショッピングに行きました。自分はさきほど紹介したフタゴムシなど、目黒寄生虫館で展示されている寄生虫柄の定規を買いました。目黒寄生虫館を最初見たとき、思ったより小さかったので少し不安ではありましたが、実際に中に入つてみると、数多くの種類の寄生虫が展示されていたり、とてもわかりやすい解説が書かれているボードがあつたりと充実していました。また、個人的にとても意外だったのは目黒寄生虫館が1953年に開業と、かなり歴史があることでした。

目黒寄生虫館を訪れた後は、国立科学博物館に行き、先に行っていた部員と合流しました。

文責：81赤穂卓磨

### (3) 国立科学博物館

ELSI訪問後、この合宿最後の訪問先である、国立科学博物館(以下、科博)に行きました。科博は、日本館と地球館の二つの建物で構成されています。

地球館では、どのように地球の生き物が関わり、地球環境の変化の中で進化してきたのかが、日本館では日本列島の自然と歴史やそこで暮らす生き物と日本人の繋がりが説明されていました。

地球館1階「地球史ナビゲーター」コーナーは地球館の展示室全体を象徴する展示スペースで、宇宙と地球の歴史が標本や映像と共に説明されていました。地球館2階の「科学技術で地球を探る」展示コーナーの「波を発生させる装置」では、波の速さがその物質の温度や粘性によって変化することを利用して、二つの波を発生させ、波のスピードの違いを視覚的に捉えることができる体験ができました。

そして、日本館3階の「日本列島の生い立ち」ではフタバスズキリュウの化石が展示していました。他にも日本最古の化石であるオルドビス紀のコノドントや世界最古級の魚竜ウタツサウルスなどが展示されてい

てとても興味深く感じました。

国立科学博物館を見学した後は解散となり、充実した4日間の全行程が終了しました。

文責：79 泉谷明寛

## 7. おわりに

ここまでお読みいただきありがとうございました。初日から東海道新幹線が終日運休し、約15時間の大移動をするという想定外の事態が発生しましたが、約30人の大所帯だったにもかかわらず、誰ひとりはぐれることなくつくば駅まで無事到着できたことは不幸中の幸いでした。また、初日に予定していた訪問先の1つである、産業総合研究所 生物資源情報基盤研究グループについては、グループ長の玉木秀幸様のご厚意で、後日オンラインによる研究紹介をしていただき、未知の微生物の培養法や生理機能の解明など、非常に興味深い話を聞いていただきました。

2日目以降は、大きなトラブルなく、スケジュール通り様々な施設を訪問することができました。特に、筑波大学の柳沢教授や東京大学の岡田教授に直接ご講演いただけたことは、部員一人ひとりにとって心に残る経験であり、お二方には、お時間いただけましたこと、深く御礼申し上げます。

長いようで短く感じられた4日間でしたが、私たちはこの4日間を通して、学校外の多くの方々のご支援、ご協力を得て様々なことを経験し、学ぶことができました。私たちを快く受け入れてくださった皆様には感謝の念にたえません。この場をお借りして、受け入れてくださった全ての研究機関・宿舎の皆様に深く御礼申し上げます。

最後に、合宿の準備から当日の引率まで手厚くサポートしていただいた顧問の宮田先生に心より感謝申し上げます。

生物研究部 部長 中野正悠

# 日本生物学オリンピック 2024 参戦記

高校 2 年 金蒼宇

中野正悠

## 1. はじめに

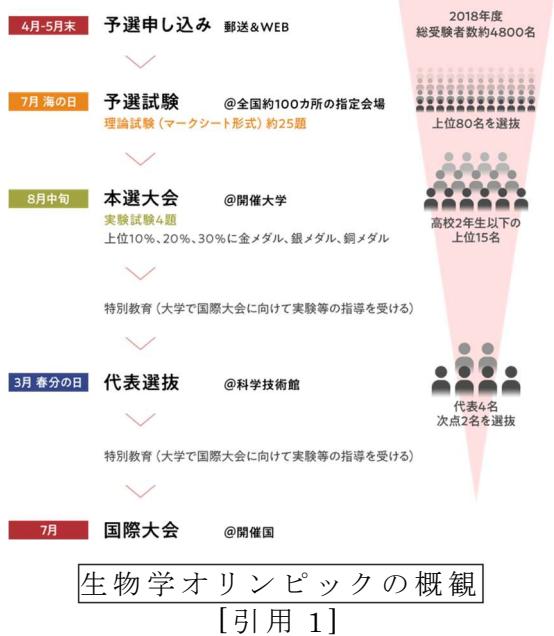
この記事では日本生物学オリンピック 2024 予選・本戦・代表選抜に参加した筆者らの体験を記しています。この記事を通して、生物学オリンピックに対して少しでも興味を持っていただければこの上ない幸いです。

## 2. 日本生物学オリンピック (JBO)について

今回は国際生物学オリンピックについては深く言及しないので、以下日本生物学オリンピックを生オリと呼称します。生オリは国際生物学オリンピック日本委員会が開催する生物学の大会で、予選を勝ち抜いた全国の高校生以下 80 名が理論と実技で点数を競います。また国際生物学オリンピック日本代表選考を兼ねており、高校二年生以下の成績優秀者は来年度の日本代表を目指してもうしばらく戦うことになります。ちなみに私が

目指すことになる 2025 年度国際生物学オリンピックはフィリピン、2026 年度はリトアニアで開催されます。

予選参加費は二千円、本選は無料ですが交通費は自腹です。去年までは予選も無料だったのに、どうして…？ クラウドファンディングも始めてたことだし、もしかして生オリくんお金ない…？ えーと、お金が余っている方、どうか生オリを宜しくお願ひします！



## 3. 予選 @おうち

予選についても軽く触れておきます。2024 年の予選は、自宅にてコンピューター上で試験を行う CBT 方式で、マークシート形式の選択問題でした。知識よりもグラフの読み取りや思考力が問われる場面が多く、

意外と読解力が必要です。ちょうど生物研究部の夏合宿中に予選通過者の受験番号の発表があり、安堵する者、落胆する者、様々でした。

#### 4. 本選 @熊本大学

##### (1) Day 1

一日目は会場までの移動、開会式と予備実験(リハーサル)です。今年の本選の会場は熊本大学なので、人生初の九州新幹線で熊本駅まで移動してそこからバスになりました。バスの中は生オリ勢でいっぱいだし、なんなら新幹線では隣の席に生オリ勢が座っていました、二人も。

開会式の会場に着くと本選出場特典が色々もらいました。球形のペットボトルに入った水とか、特製ステッカーとか様々でしたが、中でも一番驚いたのは『学研 まんがでよくわかるシリーズ 184 情報通信のひみつ』。小学生が読むような、すこし懐かしい気分になる学習漫画です。なぜこんなものが送り付けられているのかといふと、生オリのスポンサーに中国通信技術界の雄、ファーウェイ(Huawei)が付いているからですね。こんなところで見ると思わなかつた、びっくりです。

開会式はするっと終了して、予備実験



熊本大会のロゴ

[引用 2]



開会式の会場



球形のペットボトル



『通信情報のひみつ』

[引用 3]

の時間です。予備実験は実験の経験の差による点数への影響を少なくするため、本番で使用する実験器具にあらかじめ操作を体験しておけるというものです。先輩たちから過去の本戦大会の話を聞いていたこともあるって、頻出のマイクロピペットなんかを身構えていたんですが、実態はプラスチックのペコペコのスポットを使う羽目になりました。吸って吐くだけじゃんとか思っていると意外と痛い目を見ます、難しいんだなこれが。もしかして生オリくんお金ない？ 予備実験の内容は顕微鏡で線虫を観察するというものです(うろ覚え)。線虫ちゃんはいいぞ、モデル生物としても優秀ですし何より可愛いです。線虫は全身の細胞が1000個前後しかないにも関わらず多細胞動物として十分な機能を保っており、特にたった302個の神経細胞でもって体の制御だけでなく刺激に対する応答の学習、そして忘却までこなします。学習できるなんてそこらの灘校生よりも賢いですね。最近はがん検査にも活用されたり、線虫の神経系をモデルにしたAIが開発されたりと大活躍です。いやーかわいいなー線虫ちゃん。

### (2) Day2

2日目からはいよいよ実際の試験です。2日目は情報処理と実験課題、生物のデータをExcelもどきに突っ込んでいじいじしたり、顕微鏡覗き込みながら答案用紙にスケッチしたりします。情報処理はまだいいんですが、実験課題では受験者によって配られた試料(メダカの鱗)に個体差が生じてしまい、一部の受験者の答案が反転するという事態になりました。試験後の解説によると、試料のメダカの鱗は全て手作業で引っ張したものらしく、まあそんなこと **していたら** そういうことにもなるか…って感じで謎に納得してしまいました。

### (3) Day3

大本命、理論試験のお時間です。マークシート形式の選択問題、感覚としては予選のパワーアップ版です。個人的にはここが一番の得点源でした。いやー本当に楽しかった、問題を読むだけならね。読むだけなら楽しいんです、興味深い内容がそれはそれは盛りだくさんで。DNAの塩基にA(アデニン)ではなくZ(2-アミノアデニン)を用いる生物の話や、カタツムリが這って進む仕組みの話、非カニ型の甲殻類からカニ型への進化「カーシニゼーション」の話など、問題文を読む分には面白いんですが、解くとなると話は別です。問題によってはかなりの時間を吸われることになり、全体の時間としてはかなりかつつかになってしまいました。そして一つだけ文句を言いたい、理論試験の第二問。これは何？簡

単に言うとプライマーという DNA の断片があって、与えられた長い DNA 配列の中からプライマーとぴったんこする部分を探せという問題です。人様にプライマーの真似事させてさぞかし愉快でしょうね？ 試験中はこんな感じの恨み言ばかりが頭の中にありました。後から考えればそれほどの労力ではありませんが、それでも試験中の緊張の中でこれをぶん投げられると普通にキレます。さらに気を付けなければなければならないことに、もし頭をバグらせるなどして相補鎖を探さなければいけないことを忘れてしまったりすると終わりです。存在しない塩基配列を求めて延々と砂漠を彷徨うことになります。おーこわ…

5' -TTAGTTGGCG CGTAGCTTA CCACAAAATT CCTGGAATTG CCGTACACTT  
1 50

CGCAGTTGTT TCAAGTTGTC TACGGGACAT ACGATTTTT TTGCCTAGCC  
51 100

AAAAACCGATT TAACCCAAAA GCGAGTTACT GGCTCAGTAC ATTATTATTA  
101 150

GATAAAAGAAG TTTATGTAAT ACTTCAGTTG AATAAACTGT GCTTGGTTTT -3'  
151 200

プライマー	配列
I	GCGTAGC
II	GCCGTAC
III	ACTCGCT
IV	AGGCAAA
V	TACGATT
VI	TTTATCT

DNA 配列中のプライマー結合部位を探す問題  
[引用 4]

#### (4) Day4

最終日です。やることは結果発表、表彰、閉会式。この時点では自分の成績に全く自信がなく、あ一本選楽しかったなーくらいに思っていました。しかし結果としては金賞をいただくことが出来ました。どうやら理論が助けてくれたらしいです、ありがとう理論。話によるとどうやら去年までは理論試験が無かつたらしく、もし今年度もそうだったなら金賞など平氣で逃していたと思います。ありがとうございます理論…！

文責：金蒼宇



金メダル

#### 5. 冬の特別教育 @東京大学駒場キャンパス

本選が終わってから 4 カ月後、代表候補 12 人は東京大学駒場キャンパスにて特別教育を受けました。特別教育は 1 泊 2 日の合宿形式で、最

初にエッペンドルフ株式会社の高田真樹 博士によるマイクロピペット研修を受けました。研修では、マイクロピペットの正しい使い方や使うコツなどを教えていただき、さらには様々な種類のマイクロピペットを触らせていただきました。その後、PCR 実験、大腸菌への蛍光タンパク質 GFP の導入、形質転換後の大腸菌からの GFP の塩析に、温度依存的な GFP 蛍光活性の測定など多くの実験を行いました。ちょうど筆者は、部内で大腸菌の形質転換実験や PCR 実験を行っていたこともあり、難なくこなすことができました。2 日間ずっと実験し続けた経験はそれまでなかったので、とても楽しかったです。



## 6. 代表選抜試験 @科学技術館

3月16日、いよいよ代表選抜試験を迎えるました。雨が降る中、一抹の不安と緊張、そして大きな期待の入り混じった思いを胸に宿しながら試験会場である科学技術館へと向かいました。2時間半の理論試験で、意外とギリギリな時間配分に気をつけながら問題をただひたすらに解き進めました。そして、テスト終了後、緊張がほぐれ、後悔なく試験を終えることができ、安堵感がこみ上げてきました。この代表選抜試験の結果は、翌日の夜に電話でかかるという毎年恒例のサイレント落選の形式でした。ちょうど、選抜試験の翌日は学校の期末テストの返却日であったこともあり、この日は本当にストレスフルな1日でした。結果は、筆者らは2人とも落選。残念ながら、灘校からの2年ぶりの代表選出は叶いませんでした。悔しい... 来年こそは...

## 7. おわりに

ここまでお読みいただき、ありがとうございました。本選では、日本全国から集まった、同世代の生物好きと貴重な時間を共に過ごすことができたうえ、筆者ら両名は金賞をいただくことができました。その後の冬の特別教育では、先生方や他の代表候補生と実験について議論するなど、かけがえのない経験をすることができました。国際生物学オリンピックの代表になることは出来ませんでしたが、まだ1年チャンスは残っているので、まずは今年の日本生物学オリンピックに向けて精進していきたいと思います。

文責：中野正悠

### ○ 引用文献

1. 国際生物学オリンピック日本委員会. 「日本生物学オリンピック」.  
<https://www.jbo-info.jp/jbo/index.html>. 2025年3月26日
2. 日本生物学オリンピック 2024 本選 熊本大会 HP.  
<https://www.sci.kumamoto-u.ac.jp/~sawa/JBO2024/index.html>. 2025年3月26日
3. Gakken キッズネット. 「情報通信のひみつ」.  
<https://kids.gakken.co.jp/himitsu/library184/>. 2025年3月26日
4. 日本生物学オリンピック 2024 本選 理論試験 問題. 第2問.  
[https://www.jbo-info.jp/exam/pdf\\_exam/pdf\\_jbo\\_exam/JBO\\_2024/2024\\_2\\_3\\_Exam.pdf](https://www.jbo-info.jp/exam/pdf_exam/pdf_jbo_exam/JBO_2024/2024_2_3_Exam.pdf). 2025年3月26日

# 部員紹介

## 今春段階での生物研究部員は 33 人です！

### 79回生 高2

#### 井川禮禎

趣味は野鳥観察だと言うが、最近はあまり鳥を見に行っていないし、もともと月に数回しか見に行っていない。何事にも期限が迫るまで全く行動しようとしない。

#### 今井仁之介

今年から生研に入部した新高生。以前からあったサボリ癖が、灘に入ってから悪化したような…

#### 大塚優音

生研の癖毛担当。面倒くさがり。勉強時間の少なさを才能で補おうとしている(補いきれていない)。

#### 大森憧太

今年から生研に入部した新高生。今後の活躍に期待。

#### 大藪一徹

生研随一のプレイボーイ。最近勉強に力を入れている。独特の柄のシャツを何枚も持っている。

#### 長田大和

趣味はゲーム。たまに海釣りをする。好きな生き物はウサギ、家でアナウサギを飼っているらしい。

#### 金蒼宇

生物学ゆるエンジョイ勢。最近は言語学に浮気中。精神の八割以上が twitter とニコニコ動画で構成されている。好きな生物は節足動物全般、好きな言語は日本語と古典ギリシア語。一時期自分のことを美少女だと本気で思い込もうとした結果、心に癒えない深い傷を負ってしまった悲しい生き物。昨年の日本生物学オリンピックでは金賞を受賞した。

#### 田中快

こだわりが強く、特定のものに執着してしまうことが悩みらしい。重要な時に限ってよく姿をくらますマイペースな面がある。趣味は絵とテニス。高校一年間は少し頑張った、ROOT 八期生。想いびとがいるとかいないとか。

### **土井駿亮**

面倒くさがりな暇人である。一人称は『僕』。文化祭中はやる気を出し、解剖や解説などで活躍している。

### **中野正悠**

伝統を尊重しつつ、部に新しい風を吹き込む現部長。よく生研で実験をしている。校外活動にも積極的で、大阪大学 SEEDS プログラムや東京大学 UTokyo GSC-Next、数理の翼夏季セミナーに参加していた。昨年の日本生物学オリンピックでは金賞を受賞した。

### **野村琉太**

生研の会計担当。ラグビー部と兼部していて、怪我をも恐れぬタックルでその名を轟かしている。そのおかげか、部費を滞納する部員は一人もいないのだとか。

### **平原陸**

生研一のプロソシャゲーマー。一時期はTPSを極めようとしたが、ソシャゲの素晴らしさに心を惹かれたらしい。今後はボカロイントロクイズを極める予定とのこと。

### **三井康世**

観測班班長。家でギギなどの日本淡水魚を飼育している。年に数回ウナギを捕まえに遠征しているが、最近は負け続きらしい。

### **森元創心**

近所で川遊びをしていた森元少年は転んだ拍子にポケットに入っていたビスケットを四つに割ってしまった。一時は食べることも考えたが、少し泥で汚れていたし、またビスケットは家にたくさんあったため、思い切って川に捨ててしまった。四つの断片は現在、北海道、本州、四国、九州と呼ばれている。

## **80回生 高1**

### **植田啓太**

昆虫に強い関心を示し、よく採集を行っているらしい。海釣りも好きで、他の80回生とともに海に行くこともあった。意外と向こう見ずな一面も持ち合わせている。

### **樋谷昂汰**

日本淡水魚に強い関心があるが、最近は海外の魚にも手を出し始めた。タナゴ類とスネークヘッドが好き。採集スキルとトーク力の向上を目標に掲げ、日々惰眠を貪る阪神ファン。

### **櫻井遙**

80回生の仲介者的ポジションで、MBTIタイプはESTJ。海水魚の知識が非常に豊富である。よく釣りに行くらしい。バドミントン部と兼部。趣味は料理。髭男をこよなく愛する。

### **須原誠介**

現副部長。時折副部長らしからぬ言動が見受けられる。カメラが大好きらしい。生オリ本選出場の経験をもつ。

### **恒川拓海**

生研部員の中で一番背が高い。サオラのことが好きすぎて、LINEやGoogleなどさまざまなアカウントのアイコン全てサオラである。今年の文化祭ではステージでヒッピーな踊りをするらしいので乞うご期待。

## **81回生 中3**

### **大石悟史**

少し前まではいろんなところに歩いて行って写真を撮っていたが、運動をしないからか、今はそうでもない。今年は光合成に関する実験を行った。最近、生物の勉強をあまりしていないことに危機感を感じている。

### **藤井基史**

中二以上は義務になっている部紙を書かなかった人。合宿で堂々と迷子になりしつかり怒られた経験も持つ。コミュ力、読解力、文章組み立て能力が皆無で人の名前も覚えられない。人以外の生き物の名前は覚えられる。

### **吉村 篤哉**

昆虫が好き。最近はファンタジー生物の体の仕組みを考えてはうまく理論を組み立てられず、唸っているらしい。植物に関する研究を行った。

## **82回生 中2**

### **伊東知樹**

爬虫類と両生類が好きで、1番好きな動物はオオサンショウウオ。小学生の時にクラスで飼っていたメダカを先生から譲り受けて家で繁殖させ、飼育しているらしい。

### **古藤照己**

生物研究部と卓球部を兼部している。飛んでいるトンボを採るのが好き。好きな昆虫はギンヤンマとキリギリス。尊敬している昆虫学者は丸山宗利。趣味は落書きで、文化祭サークルで落書き同好会を作ろうと画策しているらしい。

### **齋藤駿成**

文藝同好会、クイズ同好会と兼部している。生研にはあまり行けていない。昆虫や淡水魚などの身の回りで見られる生き物と、それらが生活している環境が好き。

### **下川祐**

ちりめんじやこからカタクチイワシ(ちりめんじやこ)以外の生き物であるチリメンモンスターを探すことが好き。加えて、軟体動物のウミウシが好きで、よく和歌山の磯などに行って採集、飼える物は飼育している。今年度の部誌では、ウミウシの胚発生に関して記事を執筆した。

### **出口悠翔**

毒のある動物が好きで、特に哺乳類と爬虫類が好きだそうだ。趣味はテニスをすることと、動物園と水族館に行くこと。住吉川での採集で、最近は魚類や昆虫にも興味がある。

### **中山真成**

自宅でカメを何匹か飼っていて、とても可愛いらしい。爬虫類が特に好きで、カメの他にも色々と飼っている。相撲なども好きで、昔静岡に住んでいたために、熱海富士を応援している。

※今年は希望者のみ部員紹介に掲載しています。

**この他にも新入部員が続々と入部しています!**

## おわりに

灘校生物研究部 部報通巻 113 号はいかがでしたでしょうか？ 今年もこのように部誌を刊行できることを心より嬉しく思います。部誌を読まれた方はご存知の通り、ついに生物研究部も遺伝子組換え生物を導入する運びとなりました。今後も先代の知恵を引き継ぎつつ、多様な実験に触れて研鑽を積むことで、様々な活動で部員が活躍することを大いに期待しております。

さて、今年度は関東地方で合宿を行いました。初日に新幹線が運転見合わせになってしまい、急遽鉄道で東京まで向かうことになったものの、その後は滞りなく全ての日程を終えることができたのが不幸中の幸いでした。東京やつくばでは最先端の研究を行っている権威ある研究所に訪問することができました。このことは部員にとっても一生忘れられないものとなったことでしょう。改めて我々を快く受け入れて下さった研究所の皆さんに厚くお礼申し上げます。

最後になりましたが、顧問の宮田先生、保護者の方々、OB の方々、その他生研部員がお世話になった全ての方々に感謝を申し上げます。本当にありがとうございました。

令和 7 年 5 月 2 日

副部長 須原 誠介

2025 年 5 月 2 日 初版発行

万が一乱丁・落丁等がございましても、発行部数が少ないため、お取り替えはいたしません。ご了承ください。PDF ファイルを灘校生物研究部公式 HP で公開しておりますので、そちらをご覧ください。

NOT FOR SALE

Printed in Japan

### 生物研究部部報 通巻 113 号

発行者	中野 正悠
編集者	田中 快 中野 正悠 須原 誠介
表紙絵師	田中 快
装丁	部員一同
印刷所	灘校生徒会印刷課
発行所	灘校生物研究部
〒658-0082	
神戸市東灘区魚崎北町 8-5-1	
TEL 078-411-7234(代)	
公式 HP <a href="http://nbrc.client.jp/">http://nbrc.client.jp/</a>	