

三重ジュニアドクターレポート
Report of Mie Jr. Doctor School

第 2 号



2021 年 3 月

目 次

種類の異なる昆虫の免疫反応の違い	鵜飼柳之介	1
安濃川マップ ー安濃川についての知を集約する「川の地図」づくりー	清水誠吾	4
放射線照射が神経発達に与える影響の解析 ーゼブラフィッシュの神経細胞のイメージ解析ー	近藤 平	8
風力発電における羽の形による発電量の変化について	藤井悠至	12
ヒットペットチャレンジの研究	柳谷心葉	14
小学生男子の定番 「3秒ルール」は存在するのか?	山口雄大	16
魚の行動から薬の作用を調べる	長谷川真理	18
ビタミンCの含有量と作用	堀口明日羽	20
インタラクティブアートの作成	牛尾華萌	25
カワニナが家の前の用水路で減った原因	石川恵雅	31
脳の働きに影響する遺伝子を調べる	前田一成	33
無意識の指の動き ー人が指で物を掴むときの冗長性ー	上西八重子	35
LEDと消費電力の比較	宮田陽斗	41
小さな川の環境と人間活動による影響 ー道路造成工事による影響と生息する微生物ー	川島人和	43
放射線が発育に与える影響とその防護剤	新井沙都子	48
マダイのオプシン遺伝子発現から錐体細胞のモザイク配列を考察する	後藤瑞季	51
1/f ゆらぎのある音を聞くと人はどのような気持ちになるか	西井晴菜	53
雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響について	梅村理紗子	56
注目! キウイフルーツの旨味成分 ー何処にある? 旨味を感じるところを探せ!ー	野村茉央	61

種類の異なる昆虫の免疫反応の違い

鵜飼 柳之介
伊勢市立修道小学校 6 年

Ryunosuke Ukai

要旨

生物は生体内に侵入した異物を排除する免疫システムを備えている。ジュニアドクターの講座の中で、昆虫であるアワヨトウ幼虫の免疫反応を観察した際、昆虫は体サイズによって免疫反応が変化するか疑問を抱いた。そこで、種類の異なる昆虫の免疫反応の違いを調べた。まず、アワヨトウ幼虫で免疫反応の観察に適した異物を調べたところ、墨汁が最も免疫反応を示した。そのため、異物には墨汁が適していると考えられる。そこで、墨汁を異物として、種類の異なる昆虫の免疫反応の違いを調べた。結果、キリギリスやカマキリよりも体サイズの小さいアワヨトウ幼虫とコオロギの方が免疫反応を示した。このことから、免疫反応と体サイズは関係がないと考えられる。

キーワード：免疫反応、墨汁、アワヨトウ幼虫

1. はじめに

私は、免疫について興味を持っている。きっかけはジュニアドクターの講座の中で、アワヨトウ幼虫に墨汁を注入すると血球が食作用する実験を行ったことである。アワヨトウ幼虫は体サイズが小さくてもたくさん食作用した様子を観察できた。その際、体サイズが変わると免疫反応に違いが出るのか疑問を抱いた。昆虫において、血球が主に関与している免疫反応には、食作用やノジュール形成、包囲化作用などがあげられる(和合, 1995)。食作用とは、体内に侵入した血球より小さな異物を取り込んで消化すること。ノジュール形成とは、血球より小さな異物がたくさん入ったとき血球同士が集まって異物を消化すること。包囲化作用とは、血球より大きな異物が入ってきたとき血球が異物を取り囲んで消化することと言われている。

そこで今回は、以上の免疫反応を観察することに適した異物の検討をし、他の種類で身近な昆虫の免疫反応を調べた。

2. 材料と方法

(1) 供試虫

供試虫は身近にいる以下の昆虫を供試した。

チョウ目のアワヨトウ *Mythimna separata* は皇学館大学教育学部生物学ゼミで、継代飼育している個体のうち6齢幼虫を使用した(図1 A)。バッタ目のフタホシコオロギ *Gryllus bimaculatus* は伊勢市のペットショップで購入した個体のうち成虫を使用した(図1 B)。バッタ目のキリギリス *Gampsocleis buergeri* は志摩市にある圃場で採集した(図1 C)。カマキリ目のオオカマキリ *Tenodera*

aridifolia は志摩市にある圃場で採取した個体のうち成虫を使用した(図1 D)。



図1 本実験で用いた供試虫

供試した虫 A: アワヨトウ *Mythimna separata*、
B: フタホシコオロギ *Gryllus bimaculatus*、
C: キリギリス *Gampsocleis buergeri*
D: オオカマキリ *Tenodera aridifolia* を使った。

(2) 実験道具

注射器、顕微鏡

水 10ml に対して、以下の物質(液体 1 ml・個体 1g)を溶かしたものを異物として用いた。

ココア、万年筆のインク(青)、青汁、さば土、ファンデーション、食用色素(赤)、泥パック、墨汁

(3) アワヨトウ幼虫に様々な異物を注入したときの免疫反応の観察

免疫反応を観察するために適した異物を検討するた

め、澤・中松(2014)の *in vivo*法を参考にし、アワヨトウ幼虫に様々な異物を注入した際の免疫反応(食作用、ノジュール形成、包囲化作用)を調べた。

水を入れたカップの中にアワヨトウを入れて、水麻酔をした。アワヨトウ幼虫の腹脚から注射器で様々な異物を 0.1ml 注入した。異物を注入後、45 分たったら異物を注入したアワヨトウ幼虫の足と違う場所の足をはさみで切り、体液をスライドガラスの上に落としカバーガラスを掛けて顕微鏡で食作用、ノジュール形成、包囲化作用を観察した。

(4) 4 種の昆虫の免疫反応の比較

体サイズの異なる昆虫の免疫反応に違いがあるかを調べるため、以下の方法で実験をした。

(3)の実験で異物として墨汁が適していると考えられた。そのため、アワヨトウ幼虫は腹脚、コオロギ、カマキリ、キリギリスは腹部から墨汁を注入した。45 分間後に体液を採取しスライドガラスに昆虫の体液を 1 滴滴下し、カバーガラスをかけ顕微鏡で食作用、ノジュール形成を観察した。

3. 結果

アワヨトウ幼虫に様々な異物を注入したところ、食作用を示した血球の割合は墨汁を異物としたときに最も高い値を示した(図 2)。万年筆のインク(青)と青汁においても食作用をした血球が観察されたが、他の異物においては食作用が観察されなかった。また、ノジュール形成数においては墨汁が最も高い値を示した(図 3)。

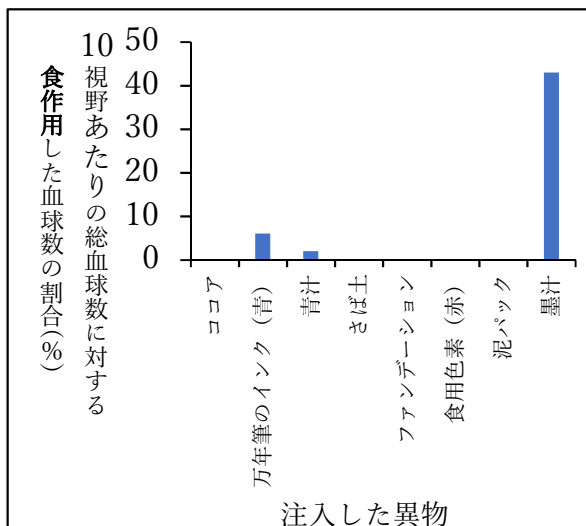


図 2 アワヨトウ幼虫に異物を注入した際の総血球数に対する食作用の割合を示した血球数の割合

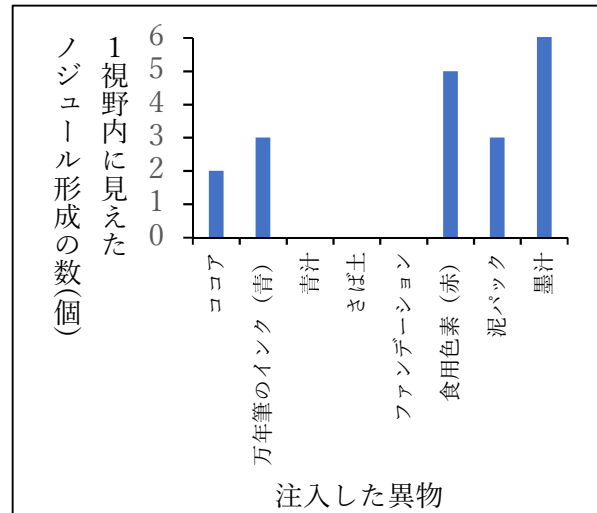


図 3 アワヨトウ幼虫に異物を注入した際のノジュール形成の数

ココアと万年筆のインク(青)、食用色素(赤)、泥パックにおいてもノジュール形成を観察されたが、他の異物においてはノジュール形成が観察されなかった。包囲化作用においては、全ての異物で観察されなかった(図 4)。

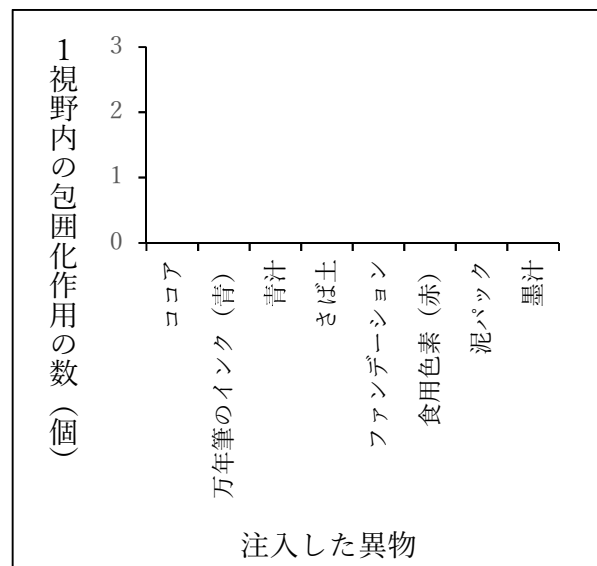


図 4 アワヨトウ幼虫に異物を注入した際の包囲化作用の数

4 種類の昆虫それぞれに墨汁を注入したところ、食作用を示した血球数の割合は、アワヨトウ幼虫とコオロギがキリギリスとカマキリに比べて高い値を示した(図 5)。カマキリにおいては食作用が観察されなかった。ノジュール形成においてはコオロギが最も高い値を示し、次にアワヨトウ幼虫が高い値を示した(図 6)。カマキリとキリギリスにおいてはノジュール形成が観察されなかった。

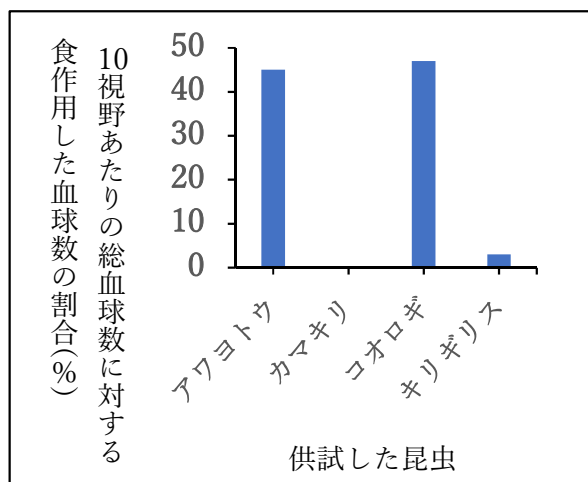


図5 4種類の昆虫それぞれに墨汁を注入した際の総血球数に対する食作用を示した血球数の割合

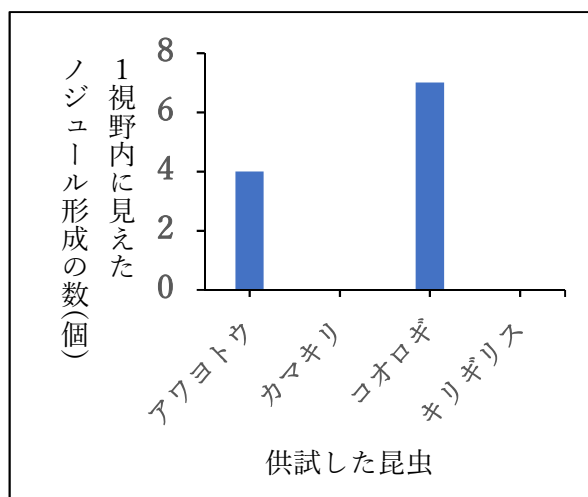


図6 4種類の昆虫それぞれに墨汁を注入した際のノジュール形成の数

4. 考察

アヲヨトウ幼虫に様々な異物を注入したところ、他の異物と比べて墨汁を注入したアヲヨトウが、食作用の割合が高かった。このことから、免疫反応を調査する上で、墨汁を異物として注入することが適していると考えられる。4種類の昆虫に異物を注入した際の免疫反応の違いにおいては、体サイズが一番大きいカマキリが最も免疫反応を示すと仮説を立てて実験を行った。結果はカマキリよりも体サイズの小さいアヲヨトウ幼虫とコオロギにおいて食作用の割合が高くなった。このことから、免疫反応に体サイズは関係が無いと考えられる。カマキリは体液量と血球数が少ないといわれているため、免疫反応を示さなかったと考えている。

5. 今後について

今回は4種類の昆虫でしか免疫反応を比較することが出来なかった。そこで今後は、他の昆虫(コウチュウ目、カメムシ目)の免疫反応も比較を行い、種類によって免疫反応に差が出る要因についても詳しく探っていく。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり指導をしていただいた先生方やアヲヨトウ幼虫を提供していただいた皇学館大学教育学部生物学研究室・理科教育学研究室に感謝申し上げます。

7. 参考文献

- 澤友美・中松豊(2014) 50分でできる昆虫の血球の食作用の観察 生物教育 55(1):14-23
 和合治久(1995) 昆虫の生体防御反応 日本応用動物昆虫学会誌 39(1):1-13

1. 研究の動機

四年生の時の自由研究で、色々な川について調べたときに、安濃川についても調べました。今年は安濃川をより詳しく知ろうと安濃川沿いを散策したところ、堰が沢山あることに気づき、そこに興味を持ち、この研究を始めました。

2. 材料と方法

- ・安濃川の地形や、治水、利水について詳しい方に、お話を伺う。

- ・実際に安濃川の地形や、治水、利水設備について、実際に観察しに行く。

- ・これらの観察や、伺った話をもとに、「川の地図」を作成する。

※治水とは水害から身を守ること

※利水とは、水を農業などに利用すること

3. 結果

(1) 安濃ダム

安濃ダムは、農家などに水を配布する、利水ダムです。安濃ダムが水を送っている田んぼや畑、果樹園は合計で3183haにもなるそうです。安濃ダムでためられた水は、地下にあるパイプを使って田畑などに送られているそうです。ダム底には、安濃ダムが出来た当初に予想していた量の180%の砂が、2020年時点でたまってしまっているそうです。このままではダムが砂で埋まってしまうので、貯砂堰堤で砂を取り除いたり、水が少ない夏に砂をとる工事などもしているそうです。安濃ダムでは、洪水が起こると予想される数日前に、ダムの水を放流し、貯水量を上げるという、治水機能も果たしているそうです。平成28年に、水力発電の設備ができました。流木が、安濃ダムの放水口に詰まってしまうといけなないので、船で取りに行くそうです。



安濃ダムの底の砂を採っている様子



安濃ダムに浮かんだ流木を採るための船

安濃ダムができる前（昭和47年）は水稻の収穫量が10a当たり402kgだったのに対し、安濃ダムができた後（平成23年）にはその約1.2倍の10a当たり478kgにまで増えているそうです。

(2) 横山池

安濃川流域には、利水設備として、ため池が90個ほどあります。最も大きいため池は、横山池で、178900㎡です。横山池は高い土手に囲まれていて、水があふれ出ないようにになっています。



横山池 （三重大学附属小学校前田昌志教諭撮影）

(3) 第三頭首工

安濃川には頭首工が、四つあります。頭首工とは、農業などに使う水を取る利水設備です。そのうち、第三頭首工を見学させていただきました。第三頭首工の取水口にはスクリーンというごみを通らせないようにする鉄格子のようなものがあり、そこに引っかかったゴミを自動で取り除いているそうです。（第一頭首工、第二頭首工、三泗頭首工は手作業です）。頭首工で水を止めたときに砂がたまってしまうため、洪水時は土砂吐けゲートを倒して土砂がたまらないようにしますが、それでも土砂がたまってしまうため、5～6年に一回、中勢用土地改良で土砂を取り除くそうです。



第三頭首工の泥吐け



第三頭首工全体の様子

(4) 安濃川の昔の治水、利水

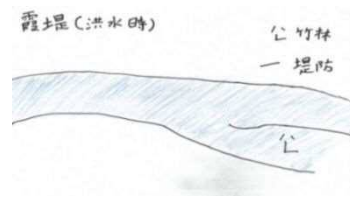
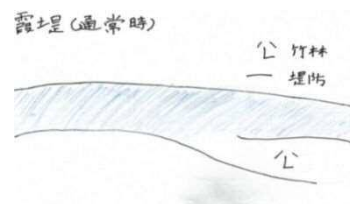
安濃ダム流域の田んぼでは、「古田優先」という、昔からある田んぼに水を優先するというものと、「上流優先」という、川や用水路の上流の田んぼに水を優先するという、2つのルールがあったそうで、どちらかという「古田優先」のほうが有力だったため、新しい田んぼに水が行くのは最後になっていたそうです。水をもらう順番を守っているかや、もらっている水の量を越えていないかなどを見張る「番水」という、役の人がいたそうです。どれだけの水が一晩に田んぼの地下に浸透しているかを（水深の減少分）×面積で計算していたそうで、その浸透していた水の量によってもらえる水の量が変わっていたそうです。昭和30年頃、堰を作るときには松の木を中心に金属をいれた120cmほどの杭に金属の塊を落として、打ち付けて、そこに金属の網をかけて、その中に石を入れる（蛇籠）という、とても難しく、時間のかかる方法で作っていました。それでも1年に1回は洪水で崩れてしまい、作り直さないといけないそうで、とても大変だったそうです。水を分けるときに「分木」というものを使い、水路を2つに分け、公平に水を分けていました。しかし、決して仲良く水を分けていたわけではなく、自分の村に水が欲しいからと、もう一方の水路をふさいでしまったりして、水争いがおこりました。川が渇水してしまうと、川の中にさらに川を掘り、地下から水を出していたそうで、このようなときには水争いをしていたところでも協力して作業をしたそうです。どのくらい掘るかという、幅1メートル、深さは人が1人入るくらい深く掘っていたそうです。時間も労力もかかるので、とても大変な仕事でしたが、昭和40年ごろからブルドーザーが使われ、効率が良くなったそうです。



実際に昔の人が、川堀をしていたところ。

(5) 霞堤

安濃川には、霞堤は三つあります。そのうちの一つ、四軒町の霞堤を観察しました。霞堤とは、この図のように、堤防を一部、途切れさせ、遊水地を作ることによって、霞堤より下流域の住民を洪水から守るという治水設備です。この堤防がないところ（無堤部）から出てきた水の勢いを抑えるために、竹林を、伐採せずに、残しているそうです。この霞堤の周辺には、人家はなく、住民が流れ出てきた水によって、人々に害することはないそうです。



堤防が、川からそれていく様子



霞堤を上空から見た様子。川と霞堤の間には竹林や森が広がっている。右側が安濃川 左側が堤防（霞堤）
（三重大学附属小学校前田昌志教諭撮影）



霞堤付近にあった竹林

（６）越流堤

越流堤とは、他の川に、水を流し込み、洪水から身を守るといふものです。この安濃川の場合は、増水時に、岩田川の支流である、三泗川に流し込んでいます。三泗川は、安濃川から水が流れ込んでいないときは、草に覆われていて、水が流れていません。



草に覆われて、水が流れていない三泗川。



安濃川と、三泗川の間には、道路があり、増水時には、道路をまたいで、水が流れ込んでいくそうです。その際に、道路のガードレールが妨げになって、水が流れ込めなくなってしまうため、三泗川付近の、ガードレールは、取り外しが可能になっています。



取り外しが可能なガードレール。



しかし、この越流堤はほとんど機能することはない、もっとも最近機能したのは、平成5年の、9月7日～9日（台風14号）だったそうです。



左上が安濃川で、右下が三泗川。

（三重大学附属小学校前田昌志教諭撮影）

納所橋付近では、川が蛇行しており、洪水が起きやすくなっています。この少し下流には、津城があります。納所橋付近で洪水が起きれば、津城にも被害が及びます。そのため、納所橋よりも少し上流のところに、越流堤ができたそうです。

（７）納所の自然堤防

納所橋付近（下流域）では、その自然堤防をもとにして高く、頑丈な堤防が作られ、周辺の人家を守っているそうです。

（８）安濃川流域の田畑に使われている水について

田畑が利用している水は安濃ダムは46%、安濃ダムより下の安濃川や、穴倉川、志登茂川などから39%、ため池などから15%となっているそうです。中勢水土地改良区では安濃川に関係する二つのため池を管理していますが、残りの九十ほどのため池は近住民が管理しているそうです。ため池は昔、安濃川流域の人々の農業などに大いに貢献していましたが、安濃ダムができてからは、あまり使われなくなっているそうです。

4. 考察

安濃川の治水設備の多くは、地形を活かしたり、木や竹林などの自然の物を活用しています。それに対して、利水設備は、人の手で一から作る、とても壮大なものだと感じた。そのおかげでたくさんの水が採れているので、利水設備には、このような一から人工的に作ったもののほうが適していることが分かった。特に農業に使う水の46%を補っている安濃ダムの存在は大きく、安濃ダムがなければ現在の農業は成り立たないのではないかと思います。安濃川流域の人々は、水と戦い、水に助けられて生きていることが分かった。昔の人の苦労や利水設備を管理する苦労を考えると、今、僕たちがお米や水が簡単に手に入ることは決して当たり前ではないと思います。

参考文献

津の本 第31号 三重タイムズ出版部

お世話になった方々

三重県河川課 喚阿宏真様、中井 惇弥様

安濃ダム管理室 西尾陽平様

中勢水土地改良区 久保勝様 農業 奥山久郎様 三重大

学名誉教授 木本 凱夫様 三重大学教育学部教授 荻原

彰様 三重大学附属小学校教諭 前田昌志様

放射線照射が神経発達に与える影響の解析

ーゼブラフィッシュの神経細胞のイメージ解析ー

近藤平

桑名市立藤が丘小学校 6年

Taira Kondo

要旨

この実験は、ゼブラフィッシュの受精卵に放射線を照射し、照射タイミングと放射線量によって、ニューロン、アストロサイトという2つの神経細胞に対する、発達の影響を調べる。また神経管閉鎖障害に効果がある葉酸を使用した場合についても、放射線被ばくに効果があるのかを調べた。実験の結果、放射線照射のタイミングが早く、照射する放射線の量が多いものほど神経発達に対して影響が大きいことがわかった。しかし、葉酸は放射線被ばくには、効果がないことが分かった。

キーワード:ニューロン、アストロサイト、Gy、蛍光イメージング、ホルミシス効果

1. はじめに

私は去年、放射線の定点計測を一年間行い、天気が雨の時は、晴れや曇りに比べ放射線量が高いことがわかりました。しかし、生き物に放射線が及ぼす影響を調べたことはありませんでした。「妊娠中は、放射線による治療は控えた方がよい。」という話をよく聞きますが、実際はどの程度影響があるのかを調べたいと思いました。

2. 実験1(実験方法)

実験1の内容は、照射タイミングや放射線量を変えてゼブラフィッシュの受精卵に、放射線を照射します。そして、孵化したゼブラフィッシュに対して、ニューロンとアストロサイトの神経細胞を調べます。神経細胞は、顕微鏡で撮った画像から神経細胞の面積を計測します。

(1) 実験動物

ゼブラフィッシュ・・・54匹

ゼブラフィッシュの受精卵360個を用意しました。死んでしまった個体などもあるので、実際には360匹よりも少ない数です。孵化したゼブラフィッシュから、サンプリングをしたので、神経細胞の計測したのは54匹です。

また、今回実験に使用したゼブラフィッシュはクラゲの遺伝子を組み合わせた特殊な品種で、神経細胞が光る特徴があります。普通のゼブラフィッシュと特殊なゼブラフィッシュを掛け合わせた受精卵を使用します。神経細胞が光るゼブラフィッシュ同士

で掛け合わせた時よりも数値が安定するためです。

(2) 実験方法

- ①6wellプレートに、受精卵を10個ずつ、合計30個を1プレートとします。

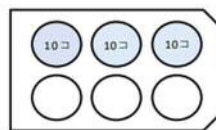


図1 6wellプレートのイメージ

- ②X線を照射します。

照射タイミングや放射線量のパターンは以下のとおりです。

-受精24時間後に3種類(4、8、12Gy)のX線を照射: G1-4、G1-8、G1-12

-受精36時間後に3種類(4、8、12Gy)のX線を照射: G2-4、G2-8、G2-12

-受精48時間後に3種類(4、8、12Gy)のX線を照射: G3-4、G3-8、G3-12

※X線照射なし: コントロール

- ③死亡個体、変形個体などを定期的にチェックします。

- ④蛍光イメージングを行います。

※受精後、5日目、6日目に実施



図2 蛍光イメージング（ニューロン）



図3 蛍光イメージング（アストロサイト）

- ⑤ ImageJ を使ってイメージ解析します。
 蛍光イメージングの画像ファイルを読み込み、
 ニューロン、アストロサイトの面積を求めます。
 ※ImageJ は画像処理ソフトです。科学研究にお
 ける画像解析に広く利用され、生物学ではデフ
 ザクト・スタンダードの解析ツールとなってい
 ます。

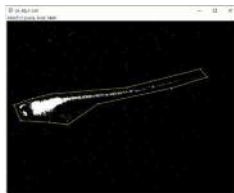


図4 ImageJでの解析イメージ

※①～④は三重大大学の研究室でないとできない作業のため、新型コロナウイルスの影響もあり、西村教授、安達さんにご対応いただきました。

3. 実験1（実験結果）

（1）ニューロン

表1と図5はニューロンの結果です。
 最も高かった結果はG3-4（48時間後に4Gy照射）でした。これはコントロールの結果よりも高かったです。
 最も低かった結果は、G1-12（24時間後に12Gy照射）でした。また、12Gyの結果は各グループで最も低かったです。

順位	種類	個体数(匹)	平均値
1	G3-4	4	5.47×10 の3乗
2	コントロール(6日目)	5	4.65×10 の3乗
3	G3-8	5	4.35×10 の3乗
4	G1-4	5	4.21×10 の3乗
5	コントロール(5日目)	5	4.17×10 の3乗
6	G2-4	5	4.03×10 の3乗
7	G3-12	5	3.82×10 の3乗
8	G2-8	5	3.53×10 の3乗
9	G1-8	5	2.99×10 の3乗
10	G2-12	5	2.50×10 の3乗
11	G1-12	5	1.20×10 の3乗

表1 実験1ニューロンの ImageJ 計測結果(表)

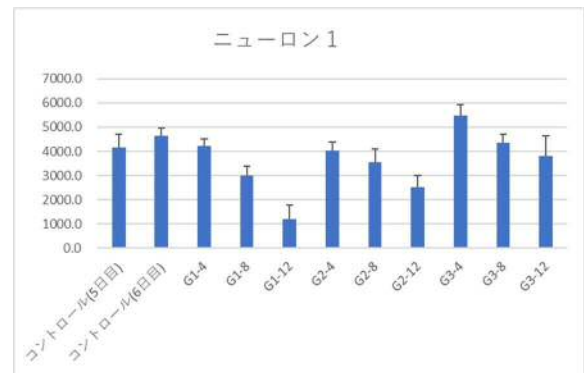


図5 実験1ニューロンの ImageJ 計測結果(グラフ)

（2）アストロサイト

表2と図6はアストロサイトの結果です。
 最も高かった結果はG3-8（48時間後に8Gy照射）でした。これはコントロールの結果よりも高かったです。
 最も低かった結果は、G2-12（36時間後に12Gy照射）でした。また、12Gyの結果は各グループで最も低かったです。

順位	種類	個体数(匹)	平均値
1	G3-8	5	8.77×10 の2乗
2	コントロール(5日目)	5	8.54×10 の2乗
3	G3-4	4	7.78×10 の2乗
4	G1-4	5	6.93×10 の2乗
5	G2-8	5	6.60×10 の2乗
6	コントロール(6日目)	5	6.55×10 の2乗
7	G2-4	5	5.99×10 の2乗
8	G3-12	5	5.91×10 の2乗
9	G1-8	5	5.46×10 の2乗
10	G1-12	5	4.03×10 の2乗
11	G2-12	5	2.68×10 の2乗

表2 実験1アストロサイトの ImageJ 計測結果(表)

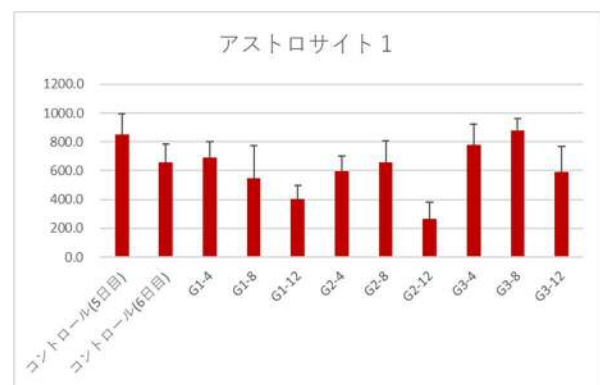


図6 実験1アストロサイトの ImageJ 計測結果(グラフ)

4. 実験 1（考察）

放射線を照射したタイミングが、早いほど、神経細胞の量が少ない。なぜそうなるのかは、受精後からの時間が早いほど、細胞分裂の速度が早く、細胞分裂の時は、DNA が 2 本鎖から 1 本鎖に変わり 1 本鎖の時は放射線が DNA に与える影響が増えます。そのため、受精後からの時間が早い場合、神経細胞に与える影響が多いと考えました。また照射する放射線量が多ければ多いものほど、神経細胞の量が少ない。なぜそうなるのかは、放射線が体の遺伝子などを破壊する量が増え、その結果、体に悪影響を与えるからと考えました。

実験を行う前は、コントロールの神経細胞がニューロン、アストロサイト共に一番多いと思いましたが、ニューロンの G3-4、アストロサイトの G3-8 がコントロールの値を上回る結果となりました。ホルミシス効果の可能性もありますが、1 パターン当たりの検体数が少ないため誤差の範囲の可能性があると考えました。

5. 実験 2（実験方法）

実験 2 ではパターン数を減らし、1 パターン当たりの検体数を増やして、有効な差異があるのかを調べます。また、放射線を照射する前のゼブラフィッシュに、葉酸 200 マイクロモル/l を含む飼育水に移したパターンを追加しました。葉酸については、妊娠前後の摂取が神経管閉鎖障害の発生リスクを軽減すると示されているため、放射線による被ばくを軽減させる効果があるのではと考えました。また、有効な差異を確認するために、実験 2 では t 検定を行います。

（1）実験動物

ゼブラフィッシュ・・・42 匹

ゼブラフィッシュの受精卵 225 個を用意しました。死んでしまった個体などもあるので、実際には 225 匹よりも少ない数です。孵化したゼブラフィッシュから、サンプリングをしたので、神経細胞の計測したのは 42 匹です。

（2）実験方法

基本的には実験 1 と同じですが、異なる点は以下のとおりです。

- ① 6 well プレートに、受精卵を 15 個ずつ、合計 45 個を 1 プレートとする。
- ② X 線を照射するパターンは以下のとおりです。
 - 受精 24 時間後に葉酸 200 マイクロモル/l を含む飼育水に移し、8Gy の X 線を照射：8gy-FA200
 - ※FA:葉酸 (folic acid)
 - 受精 24 時間後に 8Gy の X 線を照射：8gy
 - X 線照射なし：control

6. 実験 2（実験結果）

（1）ニューロン

表 3 と図 7 はニューロンの結果です。
高い順に、control、8gy-FA200、8gy でした。

実験種類	個体数（匹）	平均値
8gy-FA200	11	6.06×10^3 乗
8gy	15	5.73×10^3 乗
control	16	8.13×10^3 乗

表 3 実験 2 ニューロンの ImageJ 計測結果(表)

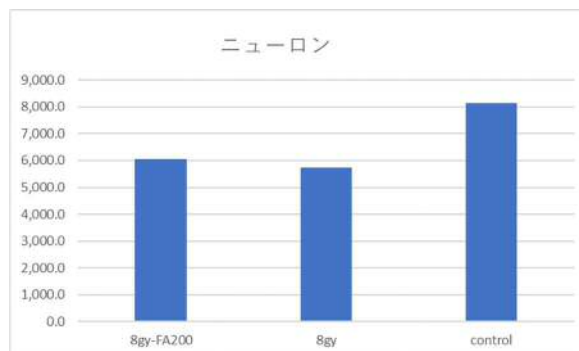


図 7 実験 2 ニューロンの ImageJ 計測結果(グラフ)

次に t 検定の結果です。

t 検定とは、二組の平均値を比較してそこに有効な違いがあるかどうかを調べる方法です。
ここでは p 値が 0.05 以下であれば、「有効な差異である」とします。

表 4 が t 検定の結果です。8gy-FA200 と 8gy の間には有効な差異はありませんでしたが、8gy-FA200 と control や 8gy と control では有効な差異がありました。

神経細胞	対象 1	対象 2	t 検定 p 値
ニューロン	8gy-FA200	8gy	0.23
ニューロン	8gy-FA200	control	4.17×10^{-6} 乗
ニューロン	8gy	control	4.07×10^{-8} 乗

表 4 実験 2 ニューロンの t 検定の結果

（2）アストロサイト

表 5 と図 8 はアストロサイトの結果です。
高い順に、control、8gy-FA200、8gy でした。

実験種類	個体数（匹）	平均値
8gy-FA200	11	2.86×10^3 乗
8gy	15	2.44×10^3 乗
control	16	3.62×10^3 乗

表 5 実験 2 アストロサイトの ImageJ 計測結果(表)

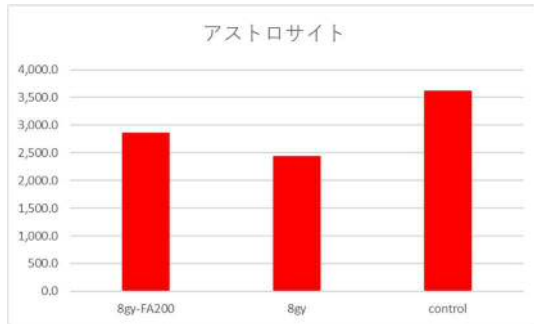


図 8 実験 2 アストロサイトの ImageJ 計測結果(グラフ)

次に t 検定の結果です。

表 6 が t 検定の結果です。8gy-FA200 と 8gy の間には有効な差異はありませんでしたが、8gy-FA200 と control や 8gy と control では有効な差異がありました。

神経細胞	対象 1	対象 2	t検定p値
アストロサイト	8gy-FA200	8gy	0.15
アストロサイト	8gy-FA200	control	4.57×10^{-3} 乗
アストロサイト	8gy	control	2.30×10^{-5} 乗

表 6 実験 2 ニューロンの t 検定の結果

7. 実験 2 (考察)

葉酸処理したもの(8gy-FA200)は、葉酸処理していないもの(8gy)に比べて、ニューロン、アストロサイト両方とも平均値は上回っていましたが、t 検定の結果を見ると 0.15 以上あり、有効な差異がないことがわかりました。また、コントロール(control)と葉酸処理したもの、葉酸処理していないものの間には有効な差異が見られました。そのため、放射線が神経発達に影響を及ぼすことがわかりました。また、葉酸は放射線が神経細胞に及ぼす影響に対して、あまり効果ないということがわかりました。

8. まとめ

(1) 全体の考察

実験 1 では、放射線量と照射タイミングが神経発達に影響を及ぼすことがわかりました。(生まれてから早ければ早いほど、放射線の影響を受けやすく、神経細胞の発達に影響を与えやすくなり、受精卵が大量の放射線を受けるとより、神経細胞の発達に影響を及ぼす。)しかし、放射線を照射した結果がコントロールよりも上回る場合もあり、個体差の影響を受けやすいことがわかりました。

実験 2 では検体数を増やすことで、放射線照射のパターンとコントロールの間で有効な差異が見られたので、検体数を増やすことが重要だと思いました。また、葉酸は放射線が、神経細胞に与える影響を阻止する力はないということがわかりました。また、ホルミシス効果についてはよくわかりませんでした。成長した状態で少量の放射線量なら、神経発達を活性化させる可能性はあるのではと考えました。

(2) 所感

今年は新型コロナの影響で、三重大での作業をすることが難しく、実験を担当する範囲が狭かったのですが、12 月に三重大の生物実験棟を訪問して、分かったことがあります。

まず、実際に蛍光イメージングを体験しましたが、思っていた以上に大変でした。生きたまま横向きに向かせないといけないので、とても細かい作業でした。また、動かないようにして写真を撮影するのですが、途中で向きが変わってしまい、最初からやり直しとなります。自分がいつも何気なくイメージ解析している裏で沢山の苦労があるということが、改めて実感しました。

また生き物を実験で使う大変さを学びました。例えば、毎日欠かさず餌やりや水槽の異常をチェックする必要があることです。また、ゼブラフィッシュの水槽には 1 匹 1 匹に交配した親などの家系図のようなものが細かく書かれていました。ゼブラフィッシュ 1 匹 1 匹のことを家族のように大切にしていると感じました。

また生物実験棟は、消毒や殺菌が徹底されていました。また、カードを通さないと入れませんでした。小学校とは違う事が沢山ありました。

次に西村教授や安達さんからご指導を頂いたときに感じたことがあります。いくらゼブラフィッシュで実験結果が、いい結果が出せたとしても、人間に効果があるとは限らないということなどがわかりました。後は、実験を進めていく上でどうしても実験に使ったゼブラフィッシュの命を奪うことになるので、命の大切さというものを忘れてはならないと感じました。

最後に、今回実験に協力してくれた西村教授や、安達さん達に心から感謝しています。

参考文献

原子力教育を考える会 (2012) 放射線の大研究

PHP 研究所

多田順一郎 (2014) 疑問が解ける放射線・放射能の本
オーム社

厚生労働省 e-ヘルスネット

<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/food/e-05-002.html>

フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』

ImageJ 検索

<https://ja.wikipedia.org/wiki/ImageJ>

風力発電における羽の形による発電量の変化について

藤井悠至
津市立豊里中学校 1年

Yuji Fujii

要旨

地球温暖化の原因となるCO₂を出さない風力発電に興味を持ったので、実験装置や羽を自作して効率の良い風力発電の羽について研究した。変圧器で風の強さを変えながら、電力を測定した。風の強さに対して羽の形の適性があり、おおまかな傾向が分かったがどの羽が最も効率が良いかという詳しいところまでは分からなかった。今後、風の強さを大きくできる装置を考え、研究を継続していきたい。

キーワード 風力発電 電力 羽の形 風速

1. はじめに

地球温暖化の原因となるCO₂を出さない風力発電に興味を持った。羽の形や大きさは発電量にどう関係があるのか、どのような工夫をすれば効率よく発電できるのを調べようと思った。

2. 研究方法

(1) 実験装置

下記の材料で実験装置を作って実験した。

実験材料		
材料	詳細	数
発電機	直流モーター	1
羽	自作品と市販品を使用	13
風速計	市販品	1
発電回路	LEDやダイオードをつけて自作	1
Sparklink	PCで発電量を図るために使用	1
電流・電圧センサ	Sparklinkと一緒に使う	1
送風機	風を起こすために使用	1
交流電圧計	風速機の電圧を測定	1
変圧器	送風機の電圧を変える	1



(2) 実験方法

送風機を使って風を起こし変圧器、交流電圧計、

風速計を使って風速を測定する。

送風機からの風を羽を付けた直流発電機（直流モーター）に当て、電流—電圧センサーと SparkLink を使って電力をコンピューター（PC）で測定する。

- ① 自作の羽を含む13種類の羽の枚数、直径、重さを測定する。
- ② 送風機の前に発電機を置き、風を当てる。
- ③ 変圧器で送風機の風の強さを変えながら、風速と発電量を調べる。

次表は羽の枚数、直径、重さを測定した結果が（羽の測定結果一覧）である。

測定結果一覧表							
羽の形	A	B	C	D	E	F	G
半径(cm)	14	5	5	5	5	11	4
直径(cm)	28	10	10	10	10	22	8
重さ(g)	15.29	7.48	7.48	7.89	9.69	23.19	1.10
羽の枚数	4	16	4	8	4	4	3
最大電力(mW)	9.65	27.81	18.64	12.58	15.59	回らない	回らない
羽の形	H	I	J	K	L	M	
半径(cm)	3.0	5.0	4.0	7.0	5.0	4.0	
直径(cm)	6.0	10.0	8.0	14.0	10.0	8.0	
重さ(g)	1.50	5.29	9.09	12.69	2.89	3.29	
羽の枚数	4	3	5	4	3	6	
最大電力(mW)	5.38	27.81	11.20	12.58	回らない	3.99	

3. 実験経過

①予備実験

まず、送風機からどれくらいの距離の時に風速をコントロールしやすいか調べるため予備実験をした。送風機から発電機までの距離を10cm～100cmの間で、送風機の電圧を50V～100Vの間で変化させ、風速を測定した。

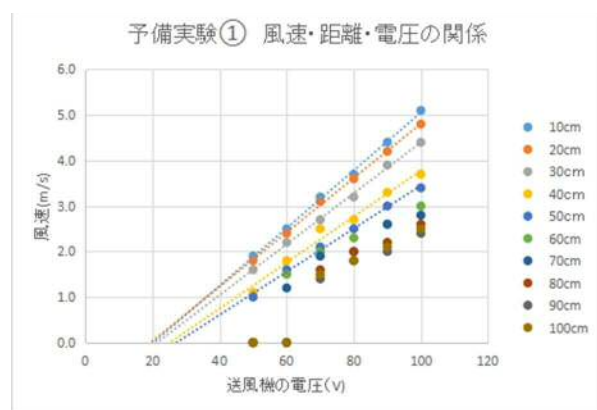
予備実験の結果

予備実験で下のような結果を得た。

- ・送風機から離れるほど風速は、弱くなる。
- ・10cm～25cm くらいが送風機の電圧と風速が比例している。
- ・この結果から送風機の電圧で風速を変えることができそう分かった。
- ・さらに近い5cmの距離の風速でもコントロールできそう分かったので本実験ではこの距離で測定することに決定した。

①予備実験 送風機の風速(m/s)

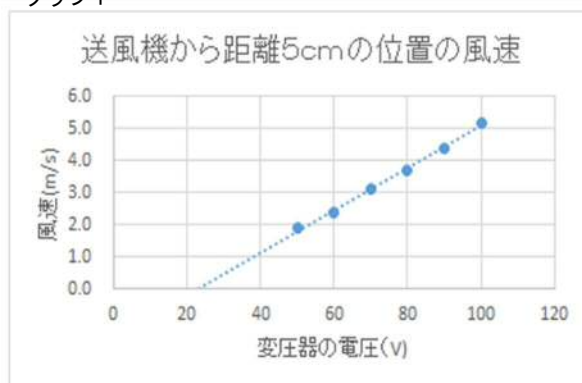
		変圧器の電圧(V)					
		50	60	70	80	90	100
送風機からの距離(cm)	10cm	1.9	2.5	3.2	3.7	4.4	5.1
	20cm	1.8	2.4	3.1	3.6	4.2	4.8
	30cm	1.6	2.2	2.7	3.2	3.9	4.4
	40cm	1.1	1.8	2.5	2.7	3.3	3.7
	50cm	1.0	1.6	2.1	2.5	3.0	3.4
	60cm	0.0	1.5	2.0	2.3	2.6	3.0
	70cm	0.0	1.2	1.9	2.0	2.6	2.8
	80cm	0.0	0.0	1.6	2.0	2.2	2.6
	90cm	0.0	0.0	1.4	1.8	2.0	2.4
	100cm	0.0	0.0	1.5	1.8	2.1	2.5



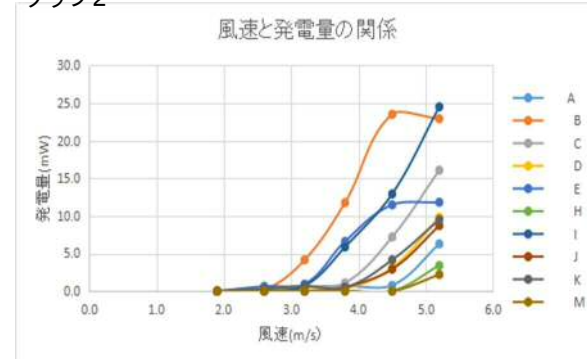
②本実験

- (1) まず、5cmの距離で送風機から風速計に風を当て変圧器の電圧を変えて風速を確認した。(グラフ1) 風速は電圧でコントロールできそうなのが分かった。
- (2) 次に羽の種類(A～M)を変えて送風機から発電機までの距離を5cmにし変圧器の電圧を50V～100Vで変化させ、発電機の発電量を測定した。その結果次のようなデータとグラフ2を得た。

グラフ1



グラフ2



4. 結果と考察

- ・ほとんどの羽で風が強いほど発電量が増える。
- ・羽の形状が発電量に関係している。羽の枚数の多さや羽の重さが単純に関係しているのではなかった。
- ・羽Bは羽の枚数が多いので弱い風でも効率よく受けているから良く発電しているのではないかと。羽Bは強い風の際は風が抜ける隙間がないので抵抗となって、発電量が落ちているのではないかと。

5. まとめ

- ・発電量は羽の枚数や大きさの他にも風を受ける角度に関係があり、風速によって向いている羽と不向きな羽があると思った。
- ・実験の結果では最大発電量が2種類の羽しか得られなかった。さらに強い風では実験出来なかったため、最大電力が得られた2種類の羽以外で強い風を出して実験してみたい。
- ・今回の結果をもとに羽の角度などについても詳しく調べて、効率の良い風力発電装置を作り研究してみたい。
- ・太陽光発電や蓄電装置と組み合わせて天候に左右されずに安定して発電できる仕組みを作りたいと考えている。

ヒットペットチャレンジの研究

柳谷 心葉
朝日町立朝日中学校 1年

Kokoha Yanagitani

要旨

ヒットペットチャレンジとは水入りのペットボトルのキャップ部分をはじき、再び起き上がらせる遊びです。水の量やはじく強さを変えると、立ち上がる確率も変わります。この研究ではヒットペットチャレンジの実験とシミュレーションを行い、ヒットペットが成功するのに必要な重さについて調べました。その結果ペットボトルに与えるエネルギーに応じて、ヒットペットが成功するための最適な重さがあるということが分かりました。

1. はじめに

「ヒットペットチャレンジ」という遊びがあります。これは少しだけ水を入れたペットボトルを立たせておき、キャップの部分を指で弾いて倒して、また立たせるという遊びです。ヒットペットを成功させるには、ペットボトルに入れる水の量や、ペットボトルを弾く強さなどを調節する必要があると考えられます。この研究では、どのような条件の時にヒットペットの成功率が高くなるかを調べました。

2. 方法

（1）実験



図1：ヒットペットチャレンジの実験

まずは実験をやってみました。CC レモンのペットボトル（500ml）に水を入れ、飲み口の部分を横から指で弾いて、ペットボトルが立ち上がるかどうかを確認しました（図1）。その際、底から測った水の高さを1cmから5cmまで変化させて、ヒットペットの成功確率を調べました。

（2）シミュレーション

実験をやってみると指が痛くなり、何度も実験するのは難しいことがわかりました。また、指で弾くと一

定の力で弾くのも難しいことがわかりました。そこでシミュレーションを用いてコンピュータ上で実験をすることにしました。

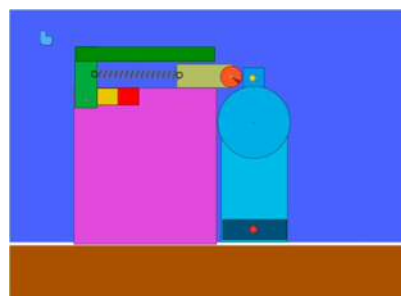


図2：ヒットペットチャレンジのシーン

シミュレーションは Algodoo（アルゴドゥ）という無料のアプリを使って行いました。Algodoo には様々な「シーン」が用意されており、ヒットペットチャレンジのシーンもあったので、それを使うことにしました。図2は Algodoo のヒットペットチャレンジのシーンで、右にペットボトルが配置されています。左にはばねでペットボトルを弾くための発射台が配置されています。このばねを縮めて離すことで、ペットボトルにばねの縮みに応じた大きさの弾性エネルギーを与えることができます。

3. 結果

（1）実験

10 回中何回ヒットペットが成功したかを調べ、表1にまとめました。この実験では、ペットボトルの底から3cmの高さまで水を入れると、最もヒットペットが成功する割合が高いことがわかりました。また、水の量を多くすると、成功する割合が低くなることもわかりました。このことから、ヒットペットが成功するために最適な水の量があることがわかりました。

表1：水の高さとヒットペットが成功する割合の関係

水の高さ	成功した回数(10 回中)
1 cm	0 回
2 cm	0 回
3 cm	2 回
4 cm	1 回
5 cm	0 回

(2) シミュレーション

シミュレーションでは、ばねの弾性エネルギーをペットボトルに与えることでペットボトルを弾き、ヒットペットが成功する割合を調べました。シミュレーションでは水の代わりに、ペットボトルの底におもりを固定してヒットペットを行いました。シミュレーションのシーンに出てくる発射装置のばね定数は 60.3N/m、ばねの自然長は 0.53m なので、ばねの弾性エネルギーは表2のようにまとめられます。

表2：ばねを縮める割合と弾性エネルギー

ばねを縮める割合	ばねの弾性エネルギー[J]
1/2	8
1/4	12
1/8	14

ばねの弾性エネルギーを一定にしてシミュレーションを実行し、最もヒットペットが成功するおもりの重さを調べました。

図3には、8Jの弾性エネルギーをペットボトルに与えたときの、ヒットペットの成功回数を示しました。横軸におもりの重さを取り、縦軸には10回中のヒットペットの成功回数を示しました。この場合、おもりが70gのときに最もヒットペットが成功することがわかりました。

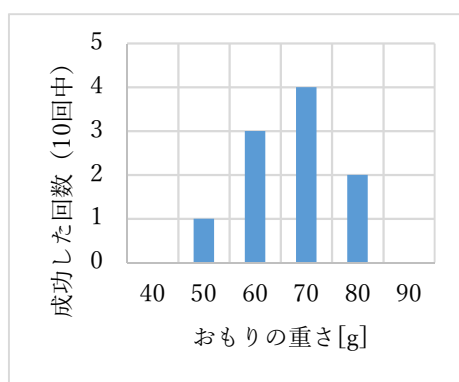


図3：おもりの重さとヒットペットの成功回数（8.0Jの弾性エネルギーを与えたとき）

表3：ばねの弾性エネルギーと成功する割合が高いおもりの重さの関係

ばねの弾性エネルギー [J]	成功する割合が高いおもりの重さ [g]
8	70
12	60
14	120

また、弾性エネルギーとヒットペットが成功する割合が最も高いおもりの重さの関係を、表3に示しました。このようにばねの弾性エネルギーを固定すると、成功する割合が最も高いおもりの重さがあることがわかりました。また、ばねの弾性エネルギーが大きくなると、その重さも大きくなることがわかりました。

4. 考察

矢島らの先行研究では、ペットボトルに与えるエネルギーが 0.4J 以上だとほぼ確実にペットボトルは立ち上がるという結果を得ていますが、本研究ではペットボトルに与えるエネルギーを大きくしても、そのエネルギーに対して、最適なおもりの重さがあることがわかりました。

シミュレーションは Algodoo に最初から保存されていたシーンを用いて行いましたが、ペットボトル内部に液体を入れるのではなく、おもりを底の方に固定しています。このため、おもりの重さを変えても重心の位置は変化することはありません。このようなシミュレーションの特徴が、先行研究との違いを生じたと考えられます。今後シミュレーションで用いているペットボトルのサイズを実物に近づけたり、おもりを水に変えたりすると、より実際のヒットペットチャレンジに近い状況をシミュレーションできると考えられます。

参考文献

矢島綾乃. 平成 29 年度「私たちの理科研究」中学生の部優良賞. http://www.fukui-c.ed.jp/~fec/siraberu/siraberu/rikaken/h29/html/tyuuPDF/j04_yashima.pdf

小学生男子の定番 「3秒ルール」は存在するのか？

山口雄大
津市立橋北中学校 1年

Yuta Yamaguchi

要旨

「3秒ルール」という、食品を落としてしまった時に3秒以内に拾ったら食べても大丈夫という小学生男子には定番のルールがある。落としてしまった食品についての安全性を、食品に付着した微生物数を評価し、またその種類を特定することで、科学的に検証した。今回の実験では、落とした時間を1分まで長くしても付着した微生物数の増加はみられなかった。また、今回の実験では、食中毒の問題になりやすい細菌は見つからなかった。

キーワード： 3秒ルール、微生物

1. はじめに

食中毒予防として、まず調理前後と食事前の手洗いが重要である。一方で「3秒ルール」という、食品を落としてしまった時に3秒以内に拾えば食べても害はないという小学生男子の定番ルールがある。これが本当に使えるのか科学的根拠を証明しようと考えた。

だんごを落とした時間・場所・水洗いによる違い、付着微生物の違いを調べることで、また付着した微生物を特定することによって、3秒ルールを検証することを目的とした。

2. 材料と方法

(1) 微生物数の評価

市販のだんごをキッチン床、テーブル下、ゴミステーションに落とした。一定時間後に落としただんごを手袋をして拾い、ファスナー付保存バッグに入れた。その後、だんごを入れたファスナー付保存バッグに滅菌生理食塩水を入れて振ることで、だんご表面を洗浄した。洗浄液を3M ペトリフィルム生菌数測定用 AC プレートに接種した。48時間室温で培養し、形成されたコロニー数を測定した。

(2) 微生物の種類の特

ペトリフィルム上に形成された微生物コロニーを採取した。16S rRNA 遺伝子を、27fプライマーと 1492rプライマーを用いて、PCR によって増幅した。増幅した DNA 塩基配列をシーケンサーによって解読した。得られた配列を BLAST 解析することで、微生物の種類を特定した。

3. 結果

床に落としただんごの表面に付着した微生物を3M ペトリフィルム生菌数測定用 AC プレートで培養し、形成したコロニー数を数えることで微生物数を評価した(図1、表1)。

まず、床に落としている時間と付着する微生物数の関係について調べた。キッチン床に落としている時間が3秒だった場合、だんご1gあたりに付着した微生物数は124個だった。落とした時間を10秒、1分と長くした場合、だんごに付着した微生物数はそれぞれ189個、99個だった。

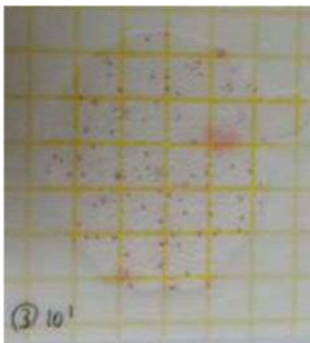


図1：ペトリフィルム上に形成された微生物コロニー

表1：だんご1gあたりに付着した微生物数

場 所	時間	1回目	2回目	平均値
キッチン床	3秒	120	128	124
キッチン床	10秒	193	185	189
キッチン床	1分	85	113	99
テーブル下	1分	106	84	95
ゴミステーション	1分	148	192	170
キッチン床	1分後水洗い	23	34	29
どこにも落とさない	0分	118	88	103

表 2：だんごに付着した微生物

キッチン床	<i>Cronobacter sakazakii</i>	<i>Streptococcus lutetiensis</i>		
テーブル下	<i>Microbacterium zeae</i>	<i>Rahnella bruchi</i>	<i>Moraxella osloensis</i>	
ゴミステーション	<i>Bacillus</i> sp.	<i>Lysinibacillus macroides</i>	<i>Massilia agri</i>	<i>Cronobacter malonaticus</i>
どこにも落とさない	<i>Stenotrophomonas</i> sp.	<i>Sphingomonas panni</i>	<i>Cronobacter malonaticus</i>	

次にだんごを落とす場所を変えて、付着する微生物数を比較した。キッチン床に1分間だんごを落とした場合付着した微生物数は99個だったが、テーブル下では95個、ゴミステーションでは170個だった。

続いて、床に落としただんごを洗浄し効果を調べた。1分間キッチン床に落としただんごを水洗いした場合、付着した微生物数は99個から29個に減少した。

形成した微生物コロニーをサンプルにして、そのDNAを調べることで、微生物の種類を特定した。だんごを落とした場所により、異なる微生物が見つかることがわかった(表2)。だんごには元々*Stenotrophomonas* sp.、*Sphingomonas panni*、*Cronobacter malonaticus*が付着していた。キッチン床からは*Cronobacter sakazakii*、*Streptococcus lutetiensis*、テーブル下からは*Microbacterium zeae*、*Rahnella bruchi*、*Moraxella osloensis*、ゴミステーションからは*Bacillus* sp.、*Lysinibacillus macroides*、*Massilia agri*、*Cronobacter malonaticus*が見つかった。今回の実験では、食中毒の問題になりやすい細菌は見つからなかった。

4. 考察

本研究では3秒ルールを科学的に検証することを目的とした。キッチン床にだんごを落とす時間を変えて付着する微生物数を確認したが、大きな変化はなかった(表1)。したがって、今回の実験では落としている時間と付着する微生物数に関係はなかった。キッチン床と比較して、ゴミステーションでは付着した微生物が多かったため、落とした場所によって付着する微生物数は異なることがわかった(表2)。落としただんごを洗うと微生物の数が1/10程度少なくなっており、洗浄の効果があることがわかった。生菓子の微生物検査では100,000コロニー/g以下というのが一つの基準になっており、今回の実験でだんごに付着した微生物数は問題にならないことが分かった。

5. 感想

食中毒の問題になりやすい細菌は見つからなかったことに驚いた。調理の前後と食事前に、20秒かけて石鹸で丁寧に手を洗うことが常識となったコロナ禍の中、落としたものを食べるという研究テーマは問題があるのではないかと不安になったときもあった。しかし、今回のだんごについては、常識的ではないが拾う前に手を洗えば食中毒の心配はないこととなる。

今回の実験では、落としただんごの微生物数を、その都度経過時間ごとに調べるのではなく、1時間弱ではあるがまとめて調べた。その間に微生物数に変化があるのではないかと予測したが、微生物の繁殖は予想したより遅く、研究の結果には影響がないようだった。

小学生であっても実際に3秒ルールを使うときは瞬時に清潔な場所か判断しているはずで、生肉や生魚の上に落とした場合はどんな大好物でも食べることはないと思う。今回の実験は科学だけでは考えられない壮大な、心理学や人類の歴史を考えさせられた。僕自身も仮に「3秒ルール」が存在しても、ゴミステーションに落としてしまっただんごは食べたくないと思った。

だんごを落とす場所をさらに検討したいと考えた。たとえば生肉や生魚の上に落としたら、時間によって付着微生物数に大きく差が出たり、食中毒の原因となる微生物が付着して、「3秒ルール」があてはまるかもしれないと考えた。

謝辞

本研究に協力いただいた三重大学教育学部理科教育講座の市川俊輔先生に感謝いたします。

参考文献

厚生労働省「細菌による食中毒」

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/shokuhin/syokuchu/saikin.html

株式会社食環境衛生研究所「一般生菌数」

<https://www.shokukanken.com/item/23>

『中日新聞』2020年5月30日朝刊「新型コロナミニ知識(食品の扱い、基本押さえて)」

魚の行動から薬の作用を調べる

長谷川 真理
高田中学校 2年

Mari Hasegawa

要旨

注意欠陥多動性障害 (ADHD) に関する遺伝子を特定するために、小型魚類であるゼブラフィッシュの行動を指標とした実験系について検討した。ヒトの場合 ADHD と診断される基準が決まっているが、魚の場合は基準が無いいため、鏡に対する魚の行動と、ヒトに対して現在使われている ADHD に治療薬 (ATX) の作用について調べた。ATX の投与によって魚は鏡の近くに長く滞在したことから、ADHD の薬理作用を調べるための実験系となることが示された。

キーワード: ゼブラフィッシュ 薬の作用 注意欠陥多動性障害

1. はじめに

この研究は特定の遺伝子を破壊したゼブラフィッシュが注意欠陥多動性障害 (ADHD) の症状を示すかどうかということを目的としている。

人の場合、注意欠陥多動性障害 (ADHD) の基準となる症状は決められている。しかし、魚の場合、症状の基準が決まっていない。基準となる症状が無いと、研究の目的である、注意欠陥多動性障害 (ADHD) の症状を示したのかどうかの判断がつかない。そのため、魚の場合の基準となる症状を決める必要がある。

すでに人に対する注意欠陥多動性障害 (ADHD) の治療薬であるアトモセチン (以後 ATX とする) を魚に投与し、ATX を投与した魚と、投与していない正常な魚で行動を比較し、どのように違うのかを調べた。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

研究にはゼブラフィッシュの2系統 (A 系統と S 系統) を用いた。



図1. ゼブラフィッシュ

<https://livedoor.blogimg.jp/xcrex/imgs/4/0/401eb98c.jpg>

(2) 行動実験

- ① 白いケースの一面だけに鏡を付けておき、水を入れた。ケースより一回り小さい囲いで鏡が見えないようにしておいた。囲いの中に魚を1個体ず

つ入れた (図2)。魚が鏡を見えない状態で、ケースの真上から魚の動きを3分間動画撮影した。

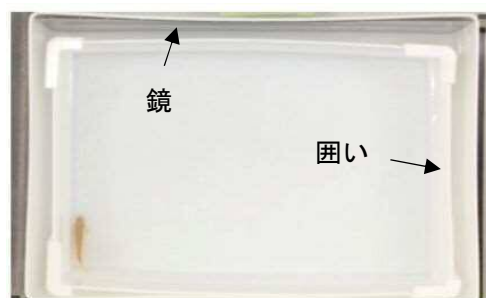


図2. 囲いの中のゼブラフィッシュ

- ② 3分後に囲いを外して、同様に魚の動きを3分間動画撮影した。1分ごとの記録を a, b, c として、講堂の軌跡を Fiji というソフトで解析した。そして、魚の鏡に対する行動について個体差の少ない時間帯 (a, b, c) を調べた。



図3. 囲いを外して魚が鏡を見える状態

- ③ ②の結果をもとに、体差が小さい時間帯で ATX (0.5ml/l) を投与した魚と、投与していない魚で行動を比較した。

3. 結果

(1) 行動に個体差が小さい時間帯

鏡の近くに滞在した時間を調べた結果は図4のようであり、A系統ではaの時間帯が最も長く、個体差も小さかった。S系統ではどの時間帯も長かったが、bの時間帯で最も個体差が小さかった。

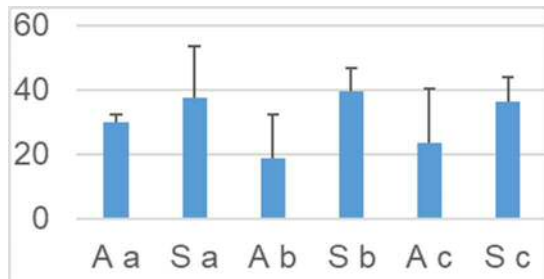


図4. 鏡の近くに魚が滞在した時間（単位：秒）

また、鏡の近くを泳いだ距離を調べた結果、A系統ではaの時間帯で個体差が小さく、S系統ではbの時間帯で個体差が小さかった（図5）。

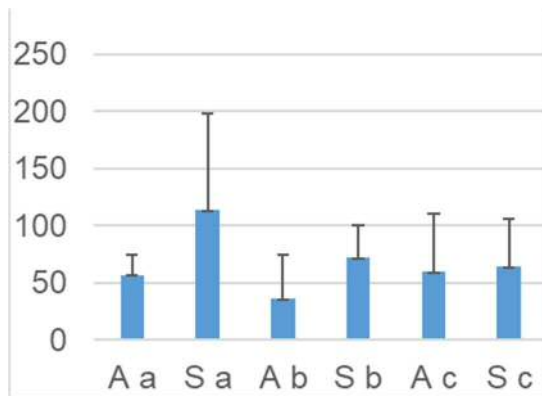


図5. 鏡の近くをゼブラフィッシュが泳いだ時間（単位：cm）

このことから、A系統ではaの時間帯、S系統ではbの時間帯が最も個体差が小さかった。

(2) ATXの影響

S系統を用いてATXを投与していない場合(ATX0p0)と投与した場合(ATX0p5)で鏡の近くに滞在した時間をbの時間帯で比較した(図6左)。その結果、ATXを与えた場合に鏡の近くを泳いでいた。

また、鏡の近くを泳いだ距離を比較したところ、ATXを与えたほうが鏡に近いところを泳いでいた(図6右)。

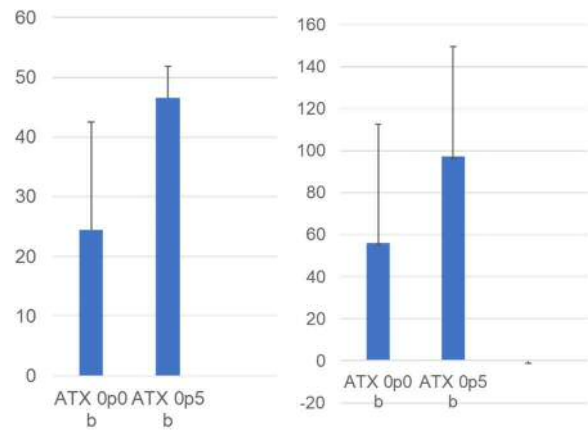


図6. 左 鏡の近くに滞在した時間 右 鏡の近くを泳いだ距離

4. 考察

ATXの投与によって、魚は鏡の近くを長く泳いでいたことから、ATXを与えることで鏡に興味を示したと言える。このことは、ATXにより魚は視覚刺激に対する反応が高まったことを示す。

今回の研究ではA系統の解析ができていないことから、解析を進めるとともに、ADHDに関与する遺伝子をノックアウトした魚について行動を解析したい。

ビタミンCの含有量と作用

堀口明日羽
私立三重中学校 2年

Asuha Horiguchi

要旨

身近にある食材とうがい薬を使ってビタミンCの含有量を調べた。水溶性で熱に弱いと言われるビタミンCを多く体内に摂り入れるには、野菜を加熱する場合レンジ調理が時短でビタミンCの減少が少なく、もしくは茹でた場合も茹で汁ごとスープなどに用いると良いことがわかった。また、ビタミンCを含む大根とビタミンC酸化酵素を含む人参を用いた実験では、ほぼ変化が見られなかったが酢やレモンと一緒に使用すると多少ビタミンC残存量が多かった。さらに美白にもビタミンCがよいということとでりんごを用いて抗酸化作用を観察した結果、ビタミンCが豊富なキウイなどに酸化防止、酸化還元効果が見られた。

キーワード: ビタミンC、水溶性、熱に弱い、ビタミンC酸化酵素、抗酸化作用

1. はじめに

よくテレビやネット、雑誌などで「ビタミンC」は身体に良いと聞く。

「ビタミンCは身体に良いから野菜を沢山摂ろう。」
「今は新型コロナが流行っているので免疫力をあげるためにビタミンCを摂ると良い。」「ビタミンCには抗酸化作用があるので身体が酸化するのを防ぐ。」「日焼けや美白にはビタミンCが良い」など、とても重要な栄養素であるようだ。

そこでビタミンCを摂るためには、ビタミンCがどのような食品に一番含まれているのか調べてみたいと思ったのがきっかけである。

2. 材料と方法

(1) 食品中のビタミンC含有量の測定

①実験材料(図1)

道具:メスシリンダー、ビーカー、スポイト、洗浄瓶、秤、ミキサー、しぼり器、ガーゼ、混ぜるもの、包丁、まな板

薬品:うがい薬、ビタミンC粉末、

試料:オレンジ、レモン、キウイ、ブロッコリー、トマト、緑茶(ペットボトル飲料)、じゃがいも、ビタミンCの含まれている化粧水、ビタミン類含有美容健康食品粉末

②実験方法

1) フルーツや野菜は、絞れるものは絞り、それ以外はミキサーにかけ、ガーゼで絞ったものを各々のカップに入れた。

2) 大きめの容器に300mlの浄水(カルキが抜かれた水)と、ヨウ素入りうがい薬を3mlいれてヨウ素液を調製

した。

3) 2)のヨウ素液10mlにしぼった果汁をスポイトで1滴ずつ落とし、ヨウ素液が透明になるまでの滴数を測定し、ビタミンC量を算出した。

式) $0.54\text{mg} \div (\text{滴数} \times 0.1)$

※0.54mgはヨウ素液10mlに反応するビタミンC量。

換算方法は以下のとおりである。

【ヨウ素液のビタミンC量への換算方法】

1) 1mlの水をスポイトで滴下したところ、11滴だったので、1滴は0.1mlであった。

式) $\frac{1\text{ml}}{11} = 0.0909 \dots \approx 0.1\text{ml}$

2) ビタミンCの粉末1500mgを水に溶かして300mlの水溶液を調製した。

3) ヨウ素を含んだうがい薬を水で20倍に薄めて、ヨウ素溶液を調製した。

4) 2)のヨウ素溶液5mlに、1)のビタミンCの水溶液を加え、色が消えるまでの滴数を3回測定し、ビタミンC量を算出したところ、0.26mg、0.28mg、0.28mgとなり平均0.273mgであった。ここで使用するヨウ素液はこれを5倍に薄めたものなので、ヨウ素液10mlにつきビタミンCが0.54mg反応する。



図1 基本的な実験道具

（２）ビタミンCに対する調理の影響

①実験材料（図２）

道具：メスシリンダー、ビーカー、スポイト、洗浄瓶、秤、ミキサー、しぼり器、ガーゼ、混ぜるもの、ビュレット

薬品：うがい薬、ビタミンC粉末

試料：大根

②実験方法

- 1) 大根を生、10分、20分、30分茹でる、電子レンジで2分、5分で加熱を行った。
- 2) それぞれの試料をおろして、ガーゼで絞って溶液にした。
- 3) ヨウ素溶液に試料の溶液を加えて、どのくらいで透明になるかしらべた。
- 4) 3回ずつ行い、平均をとった。



図２ 加熱実験による実験器具

（３）ビタミンC酸化酵素の影響

①実験材料

道具：メスシリンダー、ビーカー、スポイト、洗浄瓶、秤、ミキサー、しぼり器、ガーゼ、混ぜるもの、ビュレット

薬品：うがい薬、ビタミンC粉末

試料：大根、人参、レモン、酢

②実験方法

- 1) ヨウ素を含んだうがい薬を水で20倍に薄めて、ヨウ素溶液を調製した。
- 2) 大根150gと人参20gを混ぜてミキサーで粉碎し、ガーゼで絞り溶液にした。
- 3) そのままのもの、レモン汁、酢をそれぞれ30ml加えたものを用意した。
- 4) 粉碎した直後、10分後、20分後、30分後のビタミンC含有量を3回測定し平均をとった。

（４）ビタミンCの抗酸化作用

①実験材料

道具：メスシリンダー、ビーカー、スポイト、洗浄瓶、秤、ミキサー、しぼり器、ガーゼ、混ぜるもの、皿、ジップロック

試料：りんご、緑茶（ペットボトル飲料）、キウイ、オレンジジュース（果汁100%濃縮還元）、レモン、食塩、ビタミンC粉末

②実験方法（図３－５）

- 1) オレンジジュース、緑茶はそのまま使い、キウイ、レモンは絞り器で絞って果汁をとり、これを溶液とした。1%の食塩水と1%ビタミンC水溶液を作った。
- 2) りんごを切って1)の各溶液に入れ、またジップロックに入れて真空状態のものを用意した。
- 3) 30分、60分、120分に表面の観察をした。
- 4) その後、そのまま120分放置して褐色になったりんごを各溶液につけて時間経過10分、30分、60分でのりんごの酸化による褐色の変化を観察した。



図３ 抗酸化の実験材料



図４ 褐色になったりんごと準備した溶液



図５ 各溶液に浸けた状態

《図５は上段左から食塩水、ビタミンC水溶液、オレンジ、真ん中の段左からレモン、キウイ、下段左から緑茶、そのまま、ジップロック》

3. 結果

(1) 食品中のビタミンC含有量

実験の結果、美容食品、緑茶、キウイ、じゃがいもの順に多くなった(表1)。美容食品はビタミンCの顆粒のサプリメントである。緑茶(ペットボトル飲料)については、メーカーのHPを確認したところ「製造工程で失われる、緑茶本来のビタミンCを補うため」と書かれていたので多かったのだと考えた。キウイは食品成分表で確認しても69gとビタミンCが多いことがわかった。

表1 ビタミンC含有量の実験結果

材料	1回目	2回目	3回目	4回目	平均(滴)	含有量(mg)	食品成分表の値
ブロッコリー	11	13	14	11	12.25	44	140
緑茶	4	3	3	3	3.25	182	110
トマト	12	15	15	16	14.00	39	15
オレンジ	12	11	11	13	11.75	46	40
キウイ	8	8	8	7	7.75	69	71
じゃがいも	13	8	10	12	10.75	50	28
レモン	15	16	16	17	16.00	34	50
化粧水	100	x	x	x	100.00	5	
美容食品	0.7	0.7	0.7	0.7	0.70	771	
					(滴)	(100ml中)	

(美容食品は30mlで2滴だったので10mlに換算した。値はすべて四捨五入)

この実験は生の状態のビタミンCの結果である。熱に弱いと言われるビタミンCは調理方法で変化するのかを次に調べた。

(2) ビタミンCに対する調理の影響

図6に大根をゆでたときのビタミンC残存量を示す。生の状態でビタミンC量が17.1mgであったものが、大根を柔らかくなった30分まで茹でると図6のように11.2mgまで減少した。このとき、ビタミンCがお湯に溶けだしたと仮定して、茹で汁のビタミンC量を測定したところ、図7のように増えていることがわかる。

このときに、ジップロックに入れて茹でると水に溶けださないのではないかと考えジップロックで30分間茹でる追加実験をした。すると16.0mgとわずかな減少だった。減少したビタミンCはジップロックの中の水蒸気の中にあると考えたが採取できず確認できなかった。ジップロックでも柔らかくなり、蒸し器の状態と同じなのかも知れないと考えた。30分水にさらしただけの大根も17.1mgから13.5mgに減った。

また、電子レンジで2分、5分間(柔らかくなった時点)加熱したときのビタミンC量も測定したが、生が17.1mgとして、2分の測定の平均が16.7mg、5分が16.0mgと柔らかくなるのも速く、ビタミンC量の減少が少ないことがわかった。

ここまで加熱を調べたが反対に冷凍したらどうなる

のかと考え5時間冷凍して測定してみると、長時間冷凍したが残存量は平均15.7mgとわずかな減少だった。

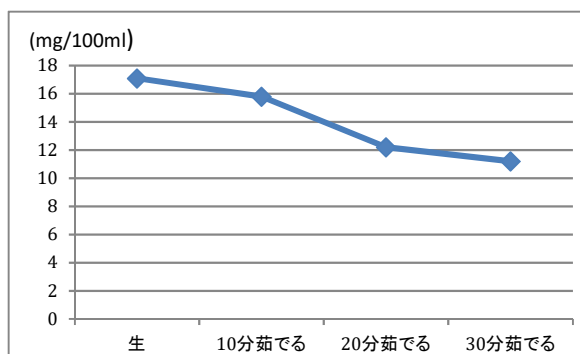


図6 茹で時間とビタミンC残存量

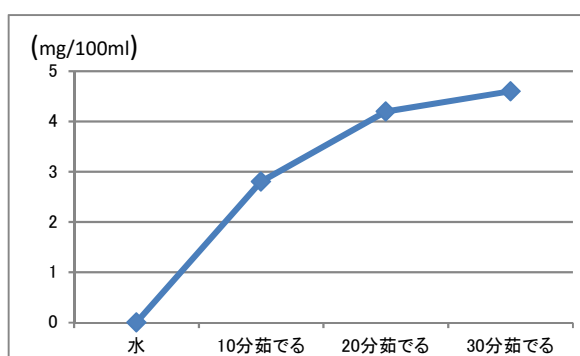


図7 茹で汁の中のビタミンC量の変化

(3) ビタミンC酸化酵素の影響

図8の青線が示す通り、大根おろしと人参のおろしを混ぜてそのまま置いておくと、ビタミンC量が減少した。人参の中にあるビタミンCを破壊されると言われるアスコルビン酸オキシターゼが含まれていることが影響しているが、酸に弱いと書かれていたので酢とレモンを加えて実験を行った。図8の赤線と緑線が示す通り、少しではあるが酢やレモンを加えることで、ビタミンCの減少量が少なかったと言える。

また、大根おろしはそのまま大根を切って放置するよりも、ビタミンC量の減少がわずかに多かった。

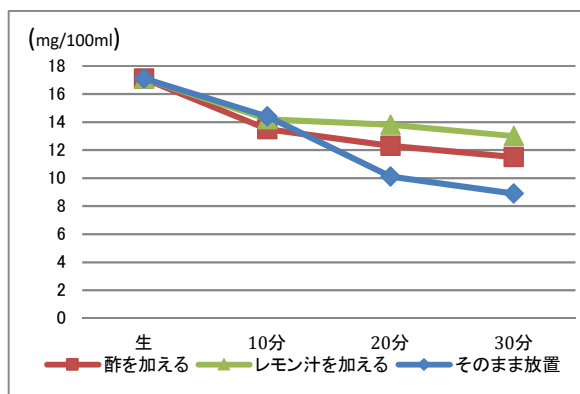


図8 ビタミンC酸化酵素と酸

(4) ビタミンCの抗酸化作用

30分後、60分後、120分後と溶液に浸しそれぞれ観察した結果、30分後、60分後も図9の120分後のものと同じような変化が見られた。

表2に変化の様子をまとめた。そのままとジップロックが芯の周りなど褐色になった。よく見るとビタミンCの粉末につけたものがはじめより白く感じた。また長時間浸していると色が濃い溶液の場合、溶液そのものの色が付いてしまいわかりにくくなった（オレンジジュース）。

酸化を防ぐにはビタミンCも有効であるが、空気に触れないことも酸化を防いでいるようだった。



図9 各溶液に120分浸漬後の状態

表2 りんごの色の变化

溶液の種類	30分	60分	120分
塩	変化なし	変化なし	変化なし
ビタミンC粉末	変化なし	少し白さがでた	はじめより白くなった
オレンジ	変化なし	変化なし	溶液の色がついた
レモン	変化なし	変化なし	変化なし
キウイ	変化なし	変化なし	変化なし
緑茶	変化なし	変化なし	変化なし
そのまま	少し褐色	褐色	褐色
ジップロック	少し褐色	褐色	褐色

次に褐色になったりんごを溶液に浸けた結果を表3に示す。60分浸けると図10のようにビタミンC、キウイ、緑茶が白くなった。塩水は変化なしのように見えた。ほかは微妙な変化だった。

ビタミンCが多く含まれているものは酸化したりんごを還元したと考える。

表3 褐色したりんごの色の变化

溶液の種類	10分	30分	60分
塩	変化なし	変化なし	変化なし
ビタミンC	変化なし	白くなった	白くなった
オレンジ	変化なし	変化なし	溶液の色がついた
レモン	変化なし	変化なし	変化なし
キウイ	変化なし	白くなった	白くなった
緑茶	変化なし	白くなった	白くなった

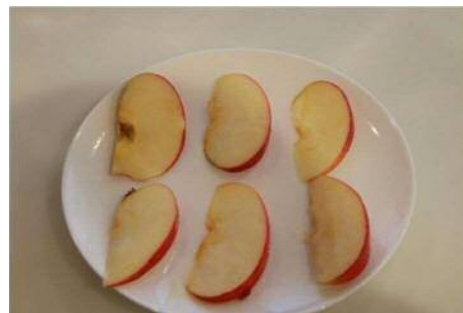


図10 各溶液に60分浸けた後のりんご

《上段左から食塩水、ビタミンC水溶液、オレンジ、下段左からレモン、キウイ、緑茶》

4. 考察

これらの結果より、ビタミンCの含有量が多い食材がわかった。また加熱によるビタミンC減少も確認できたが、レンジなどを使うと時短でビタミンC量の減少も少なく、スープなど茹で汁も一緒に使うとビタミンCの損失がほとんどなく摂取できることがわかった。また冷凍で保存するとビタミンCの減少はゆるやかになる。

担当の磯部先生より「ビタミンC酸化酵素」という言葉を教えていただき、調べていくと同時に食べるとビタミンCが破壊されるとあり、酸を足すと破壊されにくいということがわかり、レモンや酢を混ぜるとよいことが実験でわかった。食べる直前におろすことでビタミンCの減少も少なくて良いとわかった。

実験しているときに、よく野菜ジュースに人参が使われているがビタミンCは破壊しないのか気になり、HPで調べると茹でた人参を使っているので破壊する酵素が失活しているとあり熱もビタミンC酸化酵素の働きを止めるのに効果的であるとわかった。

美白にも良いと言われるビタミンCの抗酸化作用を調べたが、褐色を防止するだけでなく還元する作用も見られた。肌のメラニンに効果があるのかはわからないが、カラダの内外でビタミンCは良い影響を与えていると考える。

野菜に関しては旬の時期、水に溶けにくいビタミンCを持つもの、加熱の他の方法などまだまだ実験したい疑問が見つかった。

参考文献

化学だいすきクラブ ビタミンCの量を調べよう

https://kdc.csj.jp/learning/item_1846.html

うがい薬がビタミンCチェッカー

<http://www.bunseki.ac.jp/naruhodo/experiment/pop.php?id=183>

学びの場.com ビタミンCマジック

<https://www.manabinoba.com/shokuiku/015495.html>

森山三千江、大羽和子：大根3品種のVC量およびその合成・酸化酵素活性の貯蔵中の変化、日本家政学会誌、第53巻、p.1145-1151、2002

土屋律子：加熱調理に伴うジャガイモのビタミンC含量の変化、北海道浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要、第4巻、p.35-41、2004

KIRIN お客様相談室

https://faq.kirin.co.jp/faq_detail.html?id=253

SUNTORY お客様センター

<https://www.suntory.co.jp/customer/faq/001861.html>

鹿児島県民健康プラザ健康増進センター 健康メモ

http://www.kenpura.com/memo_e09.html

文部科学省：日本食品標準成分表2020年版（八訂）

https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/mext_01110.html

謝辞

研究を進めるにあたり、実験に使用した器具を快く貸し出してくださり、またご丁寧にご指導いただいた三重大学教育学部の磯部由香先生、また急な題材変更でしたのに中間発表までご指導いただいた栗原行人先生に感謝します。

インタラクティブアートの作成

牛尾華萌
名張市立南中学校 2年

Kaho Ushio

要旨

インタラクティブアートを作成する研究を行った。センサーにはリープモーションを使った。
作品1は、モニターの前で手を振ると手の位置に合わせて花が咲く。作品2は、金魚の写真を使ってアニメーションを作成し、手の位置をよけて反転する。センサーの感度が安定せず、それに合わせた動きを考えるのが難しかった。窓からの光が影響するようだ。特に奥行方向の値がまちまちで使えないので、今回の作品は手の奥行方向の座標は使っていない。
当初考えていたことは大体実現できたと思うが、もっと現実感があれば楽しいと思った。

キーワード: インタラクティブアート

1. 研究の動機

京都水族館で見た「WOW!金魚あそび」を見て、インタラクティブアートという何らかの形で観客が参加出来る新しい芸術に興味を持った。

家の中で自然やゲームの世界に入っていけると楽しそうだと思い、自分でも作れないか研究してみた。



京都水族館 WOW!金魚あそび



人の動きに合わせて映像が変化する

2. 装置の概要

開発環境は ScratchX を利用した。(https://scratchx.org/) Scratch はマサチューセッツ工科大学メディアラボで開発された教育用のプログラミング言語。

ScratchX は Scratch にセンサー等の追加機能が使えるようにしたバージョン。

センサーは Ultraleap 社が開発したリープモーションを使った。リープモーションはモニターの下に設置した。



図1 リープモーション

リープモーションはカメラが2つと赤外線センサーが2つ入っていて手の位置を検出できる。

利用した PC は以下になる。

Mac mini (Mid 2011)	macOS High Sierra 10.13.6
プロセッサ	2.7GHz デュアルコア Intel Core i7
メモリ	16GB
ストレージ	1TB ソリッドステートドライブ
グラフィックス	AMD Radeon HD 6630M 256MB

3. 結果

・ 作品 1

モニターの前で手を振ると手の位置に合わせて花が咲く。花の画像は庭にあった花の写真を撮って加工して制作した。

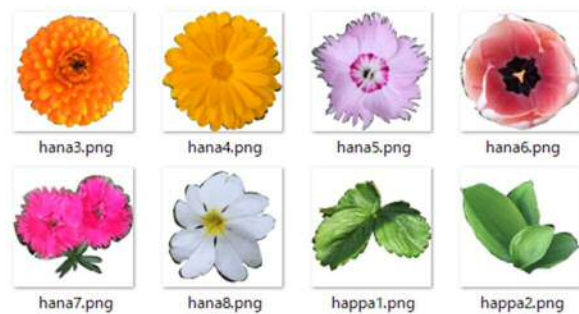


図2 作品 1

図 4 のセンサーのプログラムで手の動きに合わせて図 3 の花を複製した。

センサーの読み取り間隔は、画像の変化する速度に合わせて試行錯誤した。あまり細かくし過ぎると画像の切り替わりが早すぎて分かりづらかった。逆に大きくしすぎるとスムーズに移り変わって見えないので 0.1 秒にした。

また花の透明度や大きさ、回転の角度がランダムで変わるようにした。

手の位置にスプライトを作成するだけだと、手を止めたとき同じ位置で花が重なって作成され続け不自然なので、手の位置を保存して同じ位置（5pt 以内）に作成しないようにした。

各花はずっと表示したままだと画面が見づらくきれいに見えない、また PC の負荷が大きすぎて動きがどんどん遅れて来るので、数秒後に消えるようにした。

0.1 秒間隔なので、2 秒後に最大 20 個が同時に表示されるくらいが丁度良い見え方に成った。

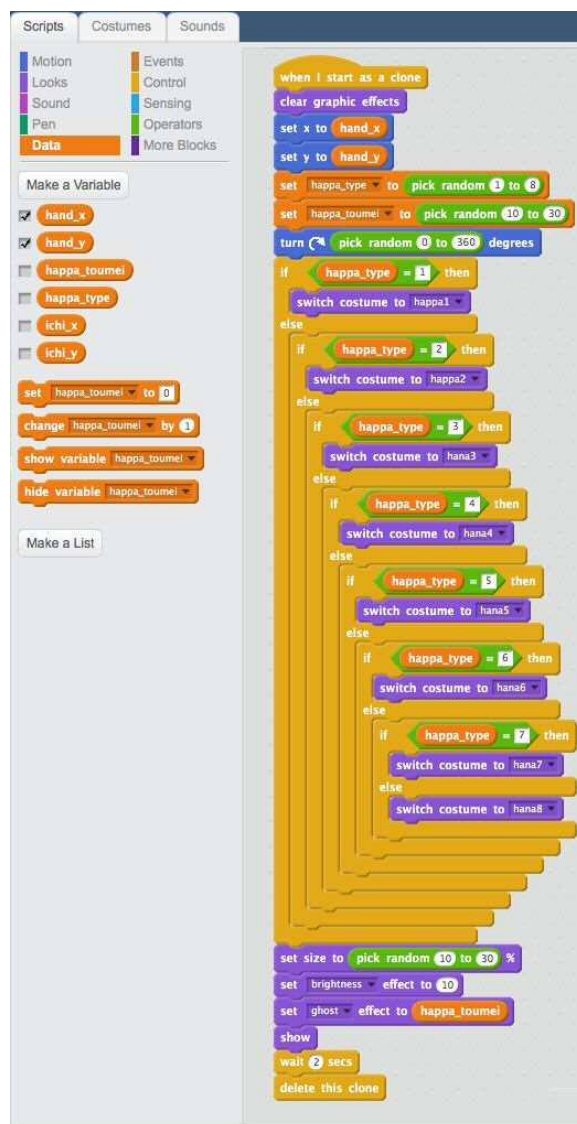


図3 花のプログラム

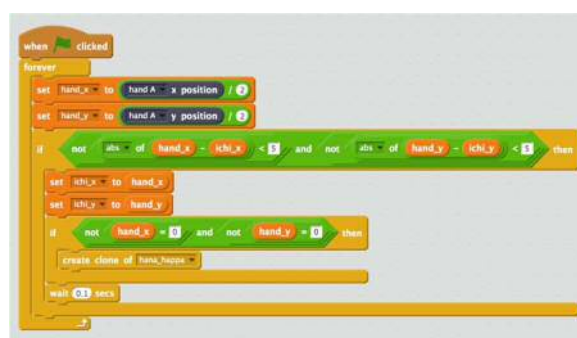


図4 センサーのプログラム

・ 作品 2

金魚の写真を使ってアニメーションを作成し、手の位置をよけて反転する。金魚の画像は飼っている水槽から写真を撮って加工して利用した。

常に泳いでいるので沢山の写真の中から使える部分を選んで切り出している。

位置や大きさもまちまちなのでコマが出来るだけつながらるように加工した。

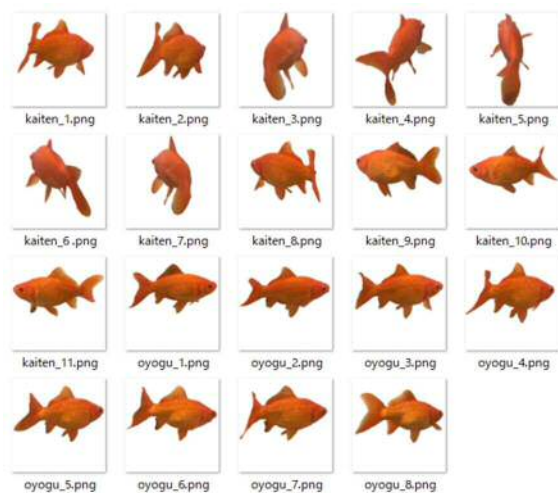


図 5 作品 2

金魚の方向や大きさ、位置や速さは乱数で毎回変わるようにした。乱数の範囲は不自然に成らない範囲で調節している。画面の端に来ると反対方向から出てくるようにした。また手が触れると反転するようにした。

図 7 は手の位置を表示する為のプログラム。

センサーの値と実際の位置にズレがあるので、手の位置に十字のマークを表示した。

図 8 のセンサーのプログラムで図 6 の金魚を 10 個複製している。また、手の位置に合わせて反応するようにセンサーの値を細かく調節した。

センサーの値の読み込み間隔は金魚の反応が 0.1 秒では少し遅く感じたので 0.05 秒間隔で行った。

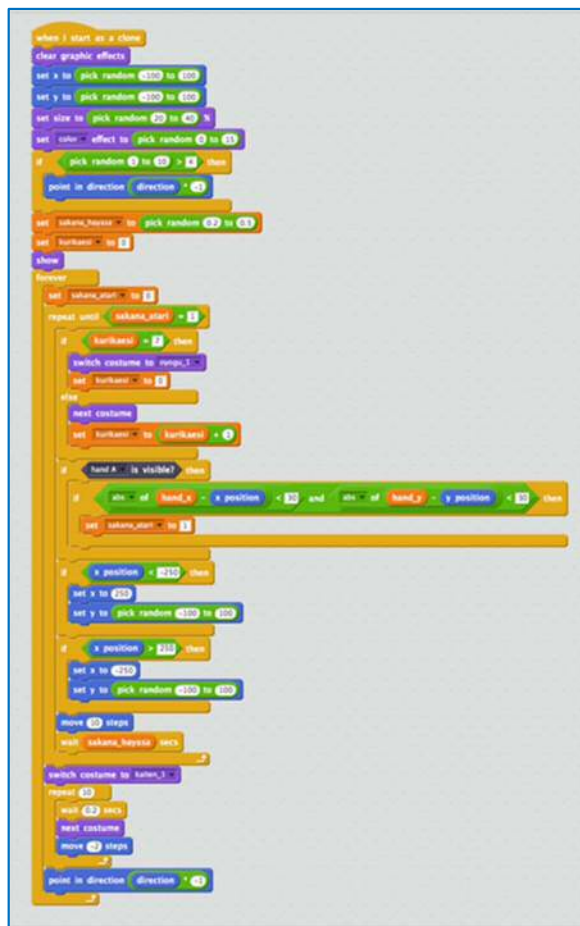


図 6 金魚のプログラム

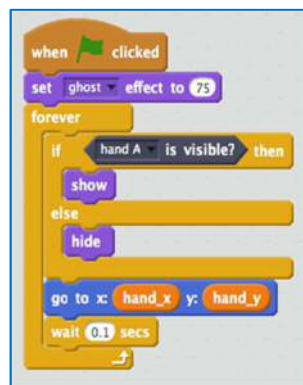


図 7 手の位置表示プログラム

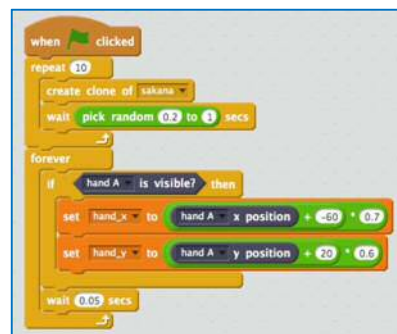


図 8 センサーのプログラム

4. 考察

滑らかに動くようにもっと写真の枚数を増やしたい。パソコンの処理が追い付かなかったので、もっと性能のいいパソコンで制作したい。

背景を複雑なものに変たり、金魚の数を増やすとかなりギクシャクした。

また、リープモーションには指先のタップ・スワイプ等を取得出来る機能があるが、センサーの値が不安定で使えなかった。

タップ・スワイプが使えると金魚をつつく、なでる等で違う動きをつける事が出来たと思う。

センサーの感度が安定せず、それに合わせた動きを考えるのが難しかった。

窓からの光が影響するようだ。インタラクティブアートの展示は窓の無い室内で行うか、超音波等の外からの光に影響されないセンサーが必要だと思う。

センサーの値は特に奥行方向の値がまちまちで使えないので、今回の作品は、手の奥行方向の座標は使っていない。

センサーの奥行方向が使えると、金魚を立体的に動かしてより複雑な作品が作れる。

当初考えていたことは大体実現できたと思うが、もっと現実感があれば楽しいと思った。

その為には、もっとなめらかに動かしたいし、もっと生き物っぽくいろいろな反応が無いとすぐ飽きられてしまう。

例えば、奥から手前に金魚が迫ってくるような動きもつけたい。また、もっと大きなプロジェクターでたくさんの人に触ってほしい。

その為には性能の良い PC とセンサーや本格的な開発環境と時間が必要だと思う。

ScratchX は、adobe 社の Flash を利用している。

Flash は、2020/12 に利用できなくなった。

今までのものは使えるが、ダウンロードできないので新しい PC にインストールは出来ない。次の作品は開発環境を変えて挑戦したいと思う。

参考文献

京都水族館「WOW! 金魚あそび」

https://www.kyoto-aquarium.com/wp/wp-content/uploads/2019/03/press_20180620.pdf

Scratch Leap Motion Extension

<https://khanning.github.io/scratch-leapmotion-extension/>

ScratchX - Japanese Scratch-Wiki

<https://ja.scratch-wiki.info/wiki/ScratchX/>

Leap Motion プログラミングガイド[改訂版] 中村 薫

小学生からはじめる わくわくプログラミング 岡部 和広

利用機器・ソフト

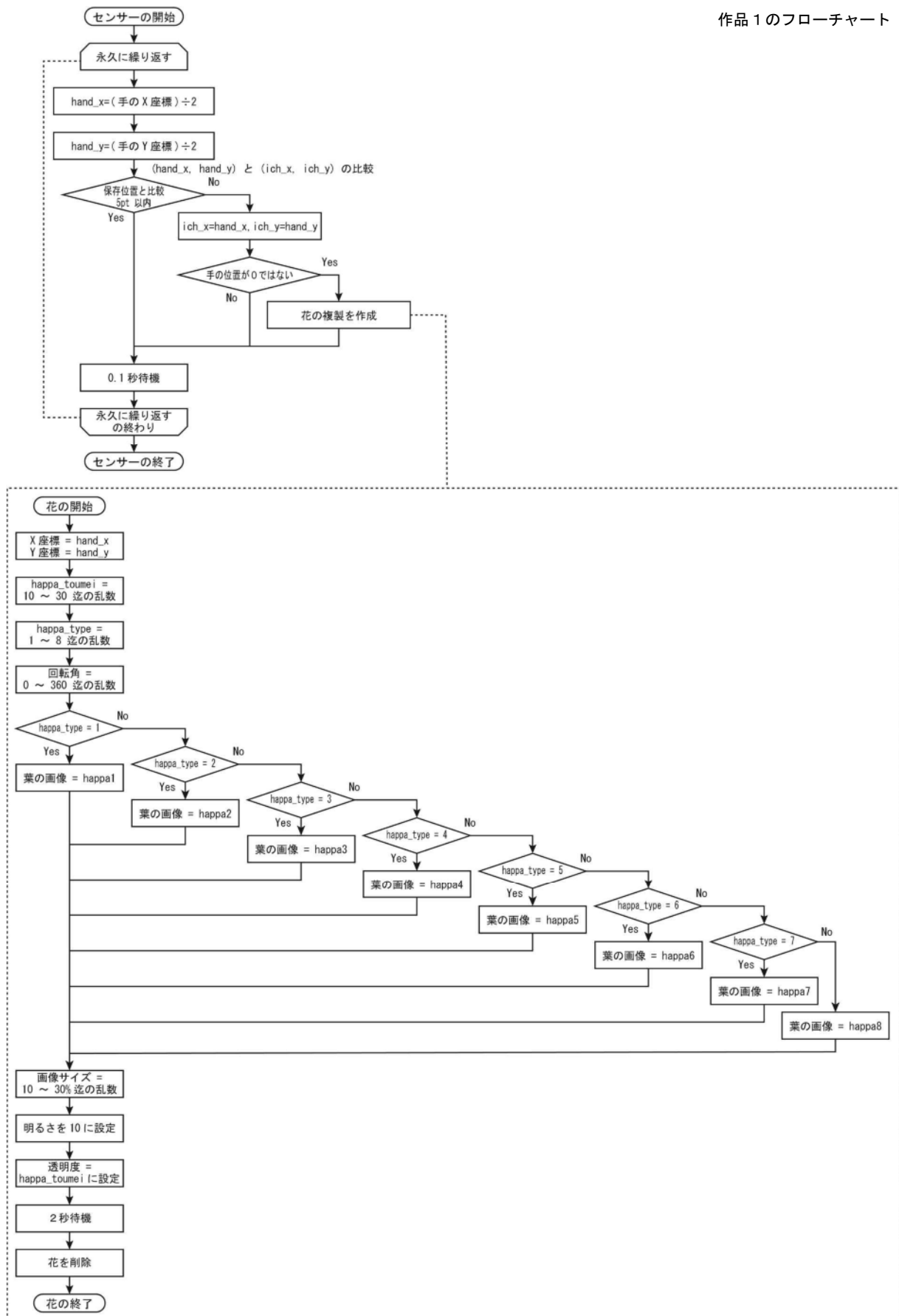
CLIP STUDIO PAINT 株式会社セルシス

Adobe Photoshop Adobe Inc.

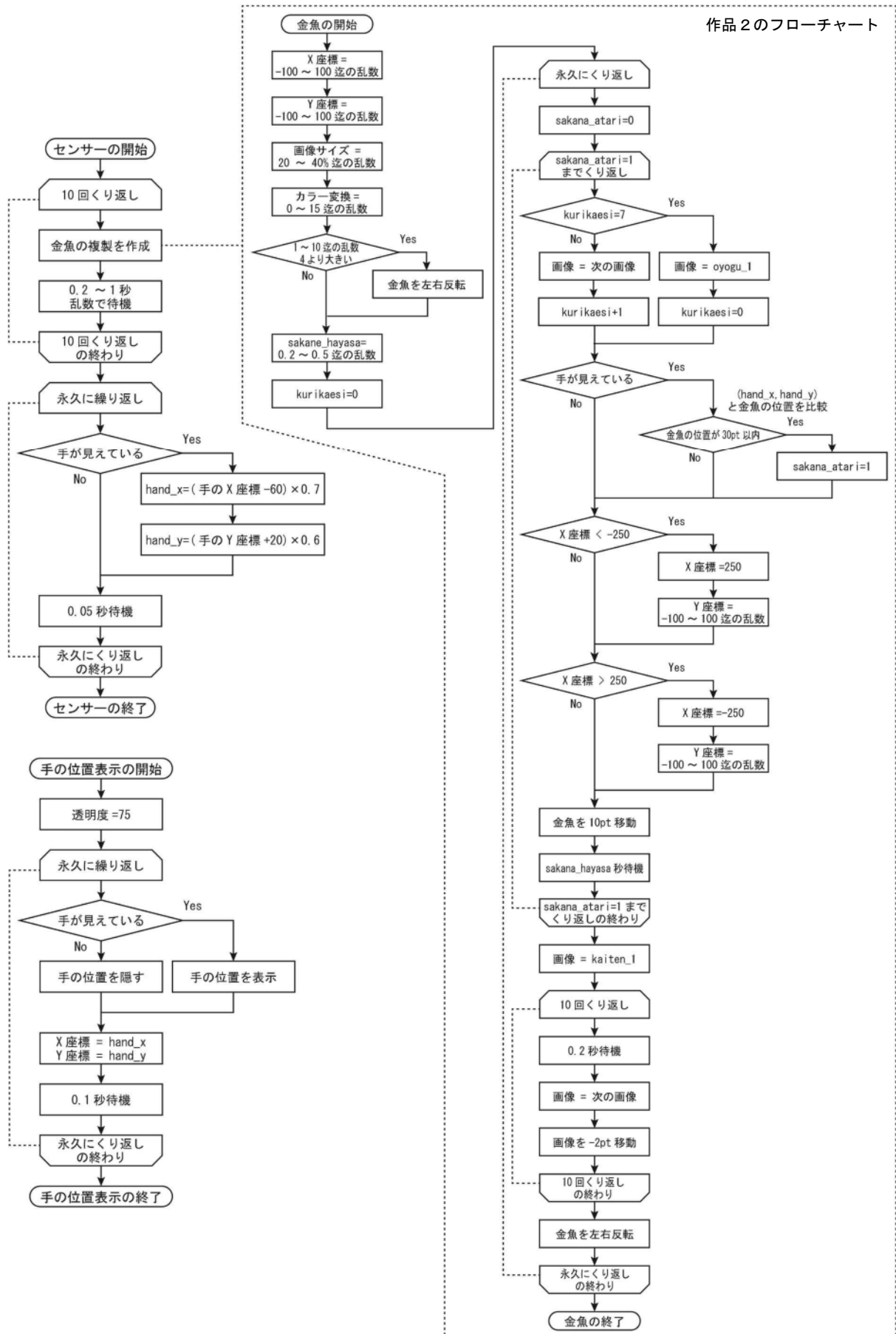
Leap Motion Ultraleap

Wacom One 液晶ペンタブレット 株式会社ワコム

作品1のフローチャート



作品 2 のフローチャート



カワニナが家の前の用水路で減った原因

石川恵雅
三重中学校 2 年

Ema Ishikawa

要旨

「カワニナが家の前の用水路で減った原因」というテーマで研究を行った。この研究では、カワニナが減った原因を知ることが目的に、①カワニナがどのような落ち葉を好んで食べているのか、②カワニナが水陸どちらを好むのか、③カワニナの天敵が用水路で増えているのかの 3 つの実験を行った。実験①では、カワニナは早く水に沈む落ち葉を好むことが分かった。実験②ではカワニナが水中を好むことも分かった。

キーワード カワニナ 生態 落ち葉

1. はじめに

私が、カワニナに興味を持ったきっかけは、小さいころから用水路で見ていた巻貝の名前が「カワニナ」だと分かった。そして、私が小さい時よりもカワニナが減っていることに気づき、なぜカワニナが用水路から減っているのかと感じたことから、カワニナが減少した原因を明らかにしたいと思い、研究を行った。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

実験①：カワニナ×3 落ち葉×5種類 カワニナを入れる容器×3 水

実験②：カワニナ×約 70 匹 水槽×1 レンガ×4 砂利×底が見えない程度 水×水槽の 3 分の 1 モーター×1 落ち葉×2

実験③：カワニナの天敵を調べるもの

(2) 行動実験

実験①：乾燥した落ち葉 1 cm×1 cm をカワニナ 1 匹に与える。その落ち葉をカワニナが食べ終わるのに何日かかるかを観察した。これを 3 セット行い、食べ終わるのにかかる平均時間を求めた。

実験②：水槽内のカワニナが陸に何匹いるのか観察した。



実験③：家の前の用水路で見つけた生物を同定し、その生物がカワニナの天敵であるかを調べた。

3. 結果

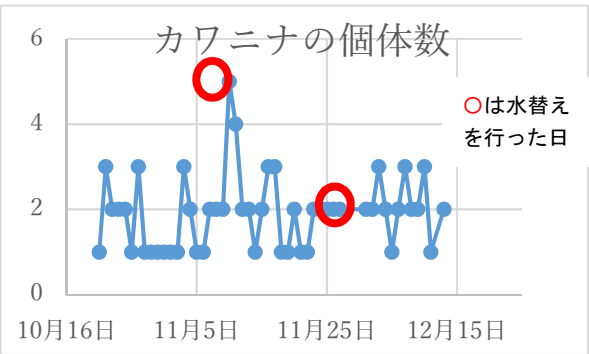
実験①



落ち葉の種類	かかった時間
落ち葉 1	13 日
落ち葉 2	失敗
落ち葉 3	失敗
落ち葉 4	6.5 日
落ち葉 5	3.5 日

カワニナは落ち葉 5、落ち葉 4、落ち葉 1 の順に好むことが分かった。

実験②



水槽内の約 70 匹カワニナの中で、陸にいた個体数は最大 5 匹だったことからカワニナは水中を好むことが分かった。

実験③

用水路で確認できたカワニナ为天敵

- ・ヒラタカワビル
- ・サワガニ
- ・ホタルの幼虫

4. 考察

- 実験① ・落ち葉 2 と落ち葉 3 の実験が失敗したのは、小さな容器に入れて暑いところに置いたことが原因。
- ・カワニナが好むのは、一番早く食べ終えた落ち葉 5 が水中に早く沈んだことから、水中に早く沈む落ち葉だと考えられる。
- 実験② ・カワニナの水槽の水を変えた時に、カワニナが他の日よりも多く陸にいたことから、カワニナが陸に多くいるのは水質が変わったからだと考えている。
- 実験③ ・カワニナ为天敵は分かったが、カワニナ为天敵が用水路で増えているかは分からない
- ・これまで用水路では見かけなかったサワガニをこの研究を始める少し前から見かけるようになったので、サワガニがいることが原因の一つだと考えている。

参考文献

- ・Wikipedia
<https://ja.wikipedia.org/wiki/カワニナ>
- ・森主一 動物生活のリズム

脳の働きに影響する遺伝子を調べる

前田一成
近畿大学附属新宮中学校 2年

Issei Maeda

要旨

2つの系統の魚が鏡を見た時の反応を、1度目と2度目で比較し、また、それらに認知症治療薬を投与した際の反応を分析した。その結果、2つの系統の魚は、どちらも1度目より、2度目の方が鏡付近に滞在した時間、距離が短く、1度目と比較すると、鏡に対する興味が失われていると言える。また、認知症治療薬を投与した際の反応には、規則性が見つけられなかった。それは、分析した材料がS系統の3個体の魚だけであり、個体数が少なかったためではないかと考えた。

1. はじめに

認知症は、僕の身近なところにある。一緒に住んでいる祖父は94歳で認知症を発症している。毎日スーパーでちぎり枝豆天を買って来るため、家の冷蔵庫は、ちぎり枝豆天であふれており、祖母に毎日叱られている。でも、僕は祖父は悪くなくて、認知症が悪いのに、祖父が叱られるのはかわいそうだと思っている。だから、なぜ認知症が起こるのか、認知症の発症には脳のどの部分に関わりがあり、何が発症を誘引するのかについて知り、将来的には認知症の治療薬の開発に携わりたいと考えている。今回は、“脳の働きに影響する遺伝子を調べる”を研究テーマとして頂き、先生の研究結果のデータを解析・考察させて頂いた。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

A 系統 縞のないゼブラフィッシュ (アルビノ)、
S 系統 縞のあるゼブラフィッシュ

(2) 行動実験

鏡を見た二つの系統の魚の動きの映像を解析し、そこから得たデータからそれぞれの系統の魚の反応の傾向を分析し、また、そのS系統A系統の二つの系統の魚を「DPZ 0 um」「DPZ 0.1 um」「DPZ 1 um」の3つに分け、認知症の治療薬を投与した時の反応の変化を分析した。

3. 結果

鏡を見た二つの系統の魚の反応の傾向は、S系統の個体6匹、A系統の個体8匹において、表1,2より、鏡の近くに滞在した時間(秒)はS,A両系統とも1st(初めて鏡を見た時のデータ)より、2nd(一度鏡を見ている2度目の反応のデータ)の方が短かった。

図1 二つの系統の鏡の近くに滞在した平均時間(表はデータ)

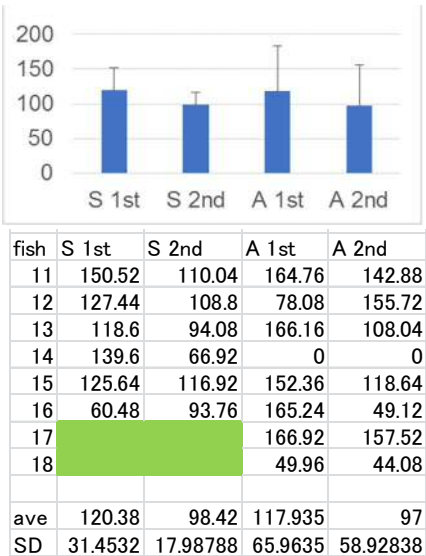


図2 二つの系統の鏡の近くを泳いだ平均距離(表はデータ)

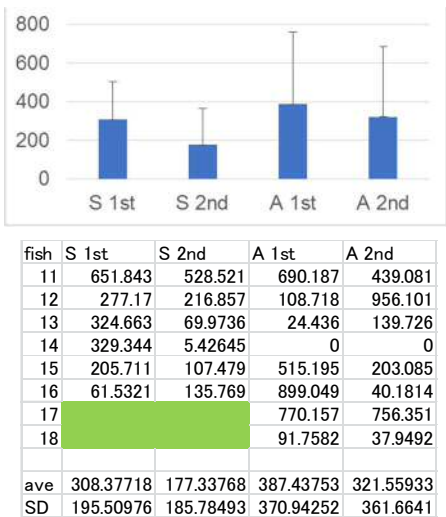


図3 認知症治療薬を投与した S 系統の魚の 1st の時間 (表はデータ)

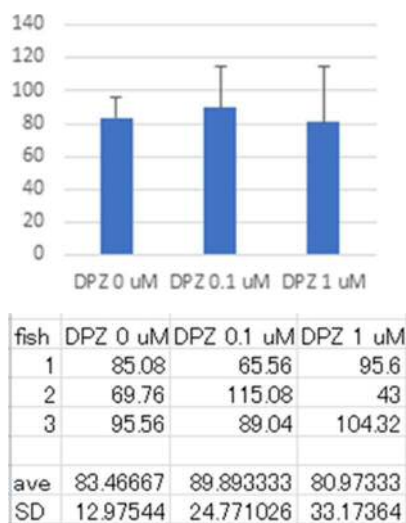
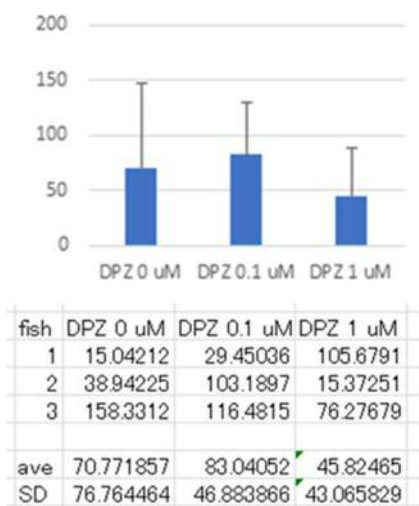


図4 認知症治療薬を投与した S 系統の魚の 1st の距離 (表はデータ)



また、二つの系統の魚に認知症の治療薬を投与した時の反応は、S 系統の魚をそれぞれ 3 個体ずつしか実験できていないため、そこまでの分析を行った。

DPZ 0 uM は、時間、距離ともに平均の値が 1st より 2nd のほうが大きかった。しかし、1st より 2nd のほうが値の大きい個体が時間だと 2 個体、距離だと 1 個体いた。

DPZ 0.1 uM は距離の値は 1st より 2nd のほうが平均の値が大きく、time も 1st より 2nd のほうが値の大きい個体が 1 個体いた。

しかし、DPZ 1 uM は、すべての個体の時間、距離の値が 1st より 2nd のほうが大きかった。

図5 認知症治療薬を投与した S 系統の魚の 2nd の時間 (表はデータ)

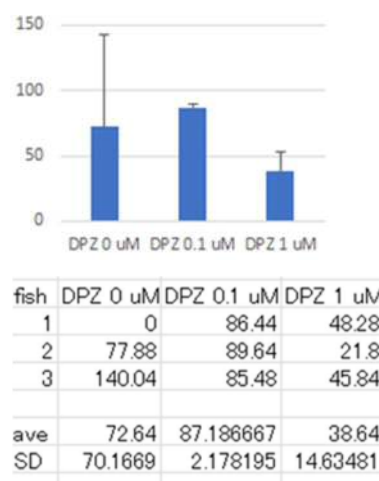
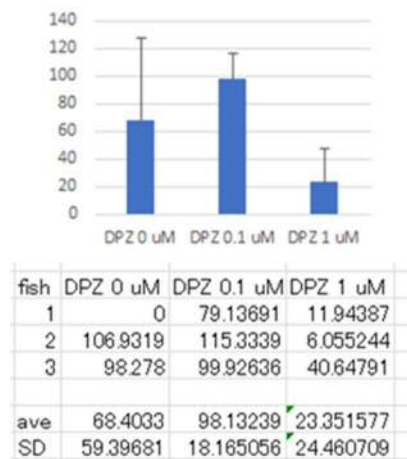


図6 認知症治療薬を投与した S 系統の魚の 2nd の距離 (表はデータ)



4. 考察

実験結果より、S, A 両系統ともに、1st に比べて 2nd の方が鏡に対しての興味が失われているといえる。

また、実験結果から、DPZ 0 uM, DPZ 0.1 uM は、あまり規則性が見いだせないことが分かる。これは、個体数が少ないことによる値のぶれで、個体数を増やせば、規則性のある値がとれるのではないかと考える。

また、DPZ 0.1 uM に着目すると、3 個体の値はほとんど散らばっていないことが分かるので、これらの値は、個体数を増やした時に収束する値ではないかと考えられる。

無意識の指の動き

人が指で物を掴むときの冗長性

上西八重子
三重中学校 3 年

Yaeko Uenishi

要旨

手指に関して、冗長性は本当に動きを助ける効果があるのかを調べた。その結果、指を立てない場合、小指を立てた場合、掴んでいる指以外全て立てた場合、それぞれが一番力が入る手首の角度、掴む位置があった

キーワード 冗長性

冗長性とは、ネットの辞書によれば「余分な部分が付加されていること。また、それにより機能の安定化が図られていること」「余剰性。リダンダンシー」余分な部分は、あった方が良い物（予備、主部分を助ける）と、邪魔な部分と、両方の意味がある。人の動きで言うと、ベストな動きが出来ない時でも、無駄やゆとりによって臨機応変に無意識で動くこと。。

1. はじめに

これまで二年続けて人間の手の動きや感覚について調べて来たので、今回ご指導いただいてヒトの手の冗長性を調べる事にした。

手の冗長性は作業を行うのにどのように利用されているのかを明らかにする。

今回は、「カップの取っ手を持つ際に自然と小指が立つ」事を元に、何パターンか指を立てる実験をして、その事によってカップを持つ指の力が大きくなるかを調べた。

また、無意識には掴まない指の組み合わせ、無意識には立たない、また意識しても立たせにくい指を立てた時に力が入らないのか肘を上げる人もいるので、手首の角度についても併せて調べた。

2. 材料と方法

厚さ 18mm のキッチンスケールを指で掴み、力を計測する（親指と別の指で掴む）

スケールに錘を置いて、正確に測れる場所を測定し、遠中近（後述）三カ所印をつけた（図1）。

指の組み合わせは、①親指と人差し指、②親指と中指、③親指と薬指、④親指と小指とした。

計測は以下の3カ所で行った。

- ・ 付け根から指先が遠い姿勢（付け根と掴む点の距離 70mm）
- ・ 自然な姿勢（付け根と掴む点の距離 55mm）
- ・ 近づけた姿勢（付け根と掴む点の距離 50mm）

各々について、別の指を全て立てた状態と、一本ずつ立てた状態で計測した（図2）。これらの組み合わせで計測を5回ずつ行い平均を求めた。



図1



図2

また、そのそれぞれについて手首を外側に曲げた（70°）状態、肘から手の甲までまっすぐな（0°）状態、手首を内側に曲げた（-60°）状態、3パターンで計測した（図3）。



図3

握む指	画像参照	楽な持ち方は薄青→苦しい持ち方は橙		握めた重さ (g)					
				1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値
親指と人差し指	①一般的な持ち方	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	62.8	64.8	65.1	67.3	59.7	62.83
			③中指を立てた状態	58	62.4	57.6	59.3	61.5	59.76
			④薬指を立てた状態	51.7	55.9	56	62.3	50.8	55.34
			⑤小指を立てた状態	63.7	63	70.2	68.4	60.2	65.1
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	70.1	69.7	78.1	75.3	70	72.64
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	45.8	50.3	51.2	49.8	45.1	48.44
			③中指を立てた状態	48.3	47.3	41.5	48.9	49	47
			④薬指を立てた状態	33.7	32.8	30.9	35.6	30.1	32.62
			⑤小指を立てた状態	42.7	44.4	45.1	49.7	40.8	44.54
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	49.2	48	45.9	51.6	50.4	49.02
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	66.6	68.5	60.7	63.9	61.2	64.18
			③中指を立てた状態	52.6	50.8	52.1	50	55.7	52.24
			④薬指を立てた状態	42.7	34.2	42.8	49.5	35.1	40.86
			⑤小指を立てた状態	48.9	52.1	50.1	45.7	46.1	48.58
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	60.1	58.9	61.1	55.2	48.8	56.82
	②付け根から遠い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	34.6	43.2	37.8	35.5	43.6	38.94
			③中指を立てた状態	43.7	48.6	45.9	32.8	45.3	43.26
			④薬指を立てた状態	37.4	38.6	42	40.9	35.7	38.92
			⑤小指を立てた状態	58.8	61.8	52	57.7	62.1	58.48
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	60.3	58.7	61.2	54.4	61.2	59.16
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	20.2	21.2	20	18.7	20.8	20.18
			③中指を立てた状態	34.7	33.2	34.1	28	30.2	32.04
			④薬指を立てた状態	32.1	33.6	30.2	31.9	29.6	31.48
			⑤小指を立てた状態	39.8	37.2	40.6	39.9	42.8	40.06
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	57.2	62.1	58.1	60	59.4	59.36
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	90.9	91.2	91.5	87.2	89.7	90.1
			③中指を立てた状態	68.4	70.1	67.3	71.2	68	69
			④薬指を立てた状態	46.2	47.9	46.6	48.7	50.2	47.92
			⑤小指を立てた状態	50.6	51.2	49.7	48.9	51.7	50.42
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	79.6	78.8	81.3	77.5	82.4	79.92
	③付け根から近い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	83.7	78.3	76.4	80.2	79.6	79.64
			③中指を立てた状態	62.8	59.6	62	58.1	60.1	60.52
			④薬指を立てた状態	53.4	55.5	50.2	56.3	50.1	53.1
			⑤小指を立てた状態	72.1	69.7	68.5	70.1	71.3	70.34
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	73.6	75.3	71.9	70.2	77.5	73.7
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	41.3	50.6	48.5	50.1	52.1	48.52
			③中指を立てた状態	40.9	39.8	37.5	42.7	45.3	41.24
			④薬指を立てた状態	36.2	38.2	34.9	41	40.2	38.1
			⑤小指を立てた状態	46	42.7	45.6	44.2	45.8	44.86
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	53.8	55.2	56.7	57.1	50.9	54.74
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	63	59.4	60.1	59.8	61.2	60.7
			③中指を立てた状態	51	50.3	49.4	53.8	48.9	50.68
			④薬指を立てた状態	45.6	45.9	42.8	46	43.9	44.84
			⑤小指を立てた状態	51.9	58.3	50.8	49.5	50.1	52.12
			③④⑤持っている指以外を立てた状態	40.8	37.6	45.1	39.8	41.2	40.9

握む指	画像参照	楽な持ち方は薄青→苦しい持ち方は橙		握めた重さ（g）					平均値
				1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
親指と中指	①一般的な持ち方	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	53.8	50.2	48.4	48.6	50.7	50.34
			②人差し指を立てた状態	56.3	54	51.9	53.2	55.8	54.24
			④薬指を立てた状態	31.4	33.4	30.7	32.5	35.6	32.72
			⑤小指を立てた状態	40.8	41.3	38.5	39.7	43.5	40.76
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	54.3	52.9	53.9	50.7	51.6	52.68
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	33.9	35	32.8	33.3	37.6	34.52
			②人差し指を立てた状態	39.7	41.5	40.9	38.5	41.3	40.38
			④薬指を立てた状態	35.6	37.5	34.8	36.6	32.9	35.48
			⑤小指を立てた状態	31	30.2	33.2	31.5	36.4	32.46
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	56.6	57.1	55.7	53.9	55.4	55.74
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	44.9	42.3	40.8	42.2	45.7	43.18
			②人差し指を立てた状態	47.2	49.6	44.9	45.3	48.6	47.12
			④薬指を立てた状態	43.7	41.9	42.1	40.9	45	42.72
			⑤小指を立てた状態	40.1	38.9	39.7	41.2	39.9	39.96
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	58.3	60.4	59	61.1	60.8	59.92
②付け根から遠い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	54	53.7	54.4	51.7	52.9	53.34	
		②人差し指を立てた状態	58.5	59.7	60.2	61.1	57.9	59.48	
		④薬指を立てた状態	41.7	40.9	41	40.8	42.3	41.34	
		⑤小指を立てた状態	60.9	61	62.1	59.8	61.4	61.04	
		②④⑤持っている指以外を立てた状態	78.6	75.8	76.3	77.4	80.1	77.64	
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	42.7	40.4	41.2	40.6	42.9	41.56
			②人差し指を立てた状態	41.7	40.3	42.5	38.7	39	40.44
			④薬指を立てた状態	50	48.6	51.4	47.9	46.8	48.94
			⑤小指を立てた状態	47.1	45.1	45	44.4	46.3	45.58
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	57.5	57.2	58.7	56.1	54.8	56.86
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	60.3	58.9	59.7	57.6	60.8	59.46
			②人差し指を立てた状態	48.7	51.2	51.2	49.7	49.5	50.06
			④薬指を立てた状態	—	—	—	—	—	—
			⑤小指を立てた状態	62.1	59.2	60.5	58.7	61.3	60.36
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	34.5	35.6	36.2	34.9	36	35.44
③付け根から近い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	58.7	59.2	60.2	59.6	61.4	59.82	
		②人差し指を立てた状態	62.5	61.1	59.1	58.9	60.7	60.46	
		④薬指を立てた状態	—	—	—	—	—	—	
		⑤小指を立てた状態	42.5	39.7	45.3	38.4	42.6	41.7	
		②④⑤持っている指以外を立てた状態	64.9	69.3	68.9	70.1	71.4	68.92	
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	49.9	45.6	48.6	45.2	50.1	47.88
			②人差し指を立てた状態	29.9	30.8	30.4	28.9	31.4	30.28
			④薬指を立てた状態	—	—	—	—	—	—
			⑤小指を立てた状態	43.6	41.7	40.8	38.9	40.8	41.16
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	52.4	50.6	51.3	48.7	50.9	50.78
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	72	67.8	70.4	68.3	71	69.9
			②人差し指を立てた状態	50.4	49.7	51.6	48	50.1	49.96
			④薬指を立てた状態	—	—	—	—	—	—
			⑤小指を立てた状態	43.6	42.2	41.9	40.4	43.5	42.32
			②④⑤持っている指以外を立てた状態	52.4	50.8	51.6	50.5	49.7	51

握む指	画像参照	楽な持ち方は薄青→苦しい持ち方は橙		握めた重さ (g)					
				1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均値
親指と薬指	①一般的な持ち方	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	40.3	39.9	40.8	39.7	41.5	40.44
			②人差し指を立てた状態	36.8	37	40.1	38.2	39.1	38.24
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	41.2	48.5	38.6	40.7	39.8	41.76
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	43.5	46.3	45.1	49.6	38.7	44.64
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	42.5	40.5	37.9	41.6	43.3	41.16
			②人差し指を立てた状態	38.9	37.4	40.1	35.6	39.4	38.28
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	40.2	44.1	42.3	44.5	37.4	41.7
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	35.6	40.6	36.4	37.8	40.1	38.1
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	46.2	44.2	45.8	46.9	47.5	46.12
			②人差し指を立てた状態	36.9	37.6	34.8	35.9	40.1	37.06
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	42.5	41.5	38.4	40.8	37.9	40.22
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	36.4	38.9	35.5	40.3	38.9	38
		②付け根から遠い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	38.4	28.1	36.1	37.1	29.7	33.88
			②人差し指を立てた状態	32.2	36.4	33.7	28.4	30.4	32.22
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	34.5	35.9	37.4	34.8	36.5	35.82
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	38.8	36.2	35.5	37.3	38.5	37.26
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	27.3	28.7	26	26.5	28.5	27.4
			②人差し指を立てた状態	25.3	26.8	27.4	24.9	28.6	26.6
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	30.6	32.5	36.8	29.8	36.4	33.22
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	35.5	30.7	36.5	38.5	38.9	36.02
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	45.3	37.9	40.2	41.8	42.6	41.56
			②人差し指を立てた状態	42.1	41.8	40.1	38.9	40.3	40.64
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	29	27.4	28.4	35.8	30.1	30.14
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	30.9	31.5	35.6	28.9	31.4	31.66
		③付け根から近い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	29.5	3.3	32.8	31.6	30.5	25.54
			②人差し指を立てた状態	40.1	42.7	40.3	39.8	41.5	40.88
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	34.6	35.4	29.6	31.8	33.3	32.94
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	34.3	32.5	30.4	37.7	36.2	34.22
		2.手首を内側に曲げた状態	①指を立てない状態	44.8	42.9	40.9	36.1	41.1	41.16
			②人差し指を立てた状態	42.2	40.8	47.1	48.1	37.9	43.22
			③中指を立てた状態	-	-	-	-	-	
			⑤小指を立てた状態	38.8	40	39.7	42.3	40.9	40.34
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	49.7	52.3	50.1	48.9	51.7	50.54
		3.手首を外側に曲げた状態	①指を立てない状態	34.5	38.1	23.3	35.6	29.5	32.2
			②人差し指を立てた状態	35.5	38.9	28.4	35.4	38.1	35.26
			③中指を立てた状態	27.1	30.3	29.6	32.5	26.1	29.12
			⑤小指を立てた状態	28.3	25.4	29.6	32.1	30.2	29.12
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	30.5	31.5	33.4	29.6	30.4	31.08

握む指	画像参照	楽な持ち方は薄青→苦しい持ち方は橙		握めた重さ (g)					
				1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均値
親指と小指	①一般的な持ち方	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	18.7	19.9	25.1	19.6	20.8	20.82
			②人差し指を立てた状態	19.1	20	21.3	18.9	20.6	19.98
			③中指を立てた状態	17.2	19.5	20.3	17.5	18.6	18.62
			④薬指を立てた状態	14.8	15.6	13.8	15.2	14.1	14.7
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	19	21.2	19.6	18.4	20.3	19.7
	2.手首を内側に曲げた状態		①指を立てない状態	13.2	14.8	13.2	15.3	12.9	13.88
			②人差し指を立てた状態	15.2	13.2	14.3	15.9	16.6	15.04
			③中指を立てた状態	14.8	15.9	16.3	13.8	13.2	14.8
			④薬指を立てた状態	12.3	11.4	19.3	12.7	13.8	13.9
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	10.2	12.3	13.6	9.7	14.1	11.98
	3.手首を外側に曲げた状態		①指を立てない状態	15.7	13.4	15.3	14.2	16.3	14.98
			②人差し指を立てた状態	13.9	15.6	12.4	16.3	14.2	14.48
			③中指を立てた状態	14.6	11.7	13.9	12.8	13.5	13.3
			④薬指を立てた状態	11.1	12	11.9	11.8	13.1	11.98
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	14.3	11.6	14.5	13.9	12.8	13.42
	②付け根から遠い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	11.2	12.8	10.8	9.4	12.1	11.26
			②人差し指を立てた状態	12.1	12.8	13.4	12.3	11.7	12.46
			③中指を立てた状態	11.9	12.4	10.8	13.1	10.7	11.78
			④薬指を立てた状態	10.5	9.9	10.7	12.7	11.6	11.08
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	11.8	13.1	10.8	9.7	10.5	11.18
	2.手首を内側に曲げた状態		①指を立てない状態	10.3	15.1	13.4	9.6	12.8	12.24
			②人差し指を立てた状態	12.2	10.6	13.8	12.4	10.8	11.96
			③中指を立てた状態	14.1	13.6	14.9	15.1	13.7	14.28
			④薬指を立てた状態	12.9	13.8	12.5	11.7	11.9	12.56
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	13.4	10.6	13.4	10.9	12.5	12.16
	3.手首を外側に曲げた状態		①指を立てない状態	15.2	14.2	16	13.9	14.5	14.76
			②人差し指を立てた状態	13.4	10.8	14.5	11.9	12.8	12.68
			③中指を立てた状態	12.7	11.4	10.9	13	12.4	12.08
			④薬指を立てた状態	13.6	10.8	13.4	11.4	12.4	12.32
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	12	11.4	13.4	10.4	12.5	11.94
	③付け根から近い姿勢	1.手首がまっすぐの状態	①指を立てない状態	23.5	25.2	20.7	22.6	24	23.2
			②人差し指を立てた状態	22.8	20.8	21.4	22.4	21.3	21.74
			③中指を立てた状態	21	20.4	21.4	18.7	20.7	20.44
			④薬指を立てた状態	24.2	23.7	21.6	20.5	23.1	22.62
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	23.8	17.3	15.9	25.6	24.3	21.38
	2.手首を内側に曲げた状態		①指を立てない状態	21	20.4	26.4	21.6	20.7	22.02
			②人差し指を立てた状態	20.9	17.7	21.9	19.4	18.7	19.72
			③中指を立てた状態	20.3	14.9	18.3	21.5	19.6	18.92
			④薬指を立てた状態	19.8	18.6	23.1	20.1	18.6	20.04
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	23.4	22.8	23.9	20.9	19.3	22.06
	3.手首を外側に曲げた状態		①指を立てない状態	19.9	18.7	21	20.3	15.7	19.12
			②人差し指を立てた状態	20.1	19.8	21.5	22.7	18.9	20.6
			③中指を立てた状態	20.6	22.1	18.7	21.4	19.6	20.48
			④薬指を立てた状態	21.1	20.6	18.6	19.9	21	20.24
			②③⑤持っている指以外を立てた状態	20.7	21.4	19.8	20.1	19.8	20.36

握む力の小さい順に、

ピン
ク

オレ
ンジ

黄色

緑

青

で表している

親指から小指にかけて①②③④⑤と番号を振り、立てている指に番号を振ってある指を立てていない状態を⑥とした。

3. 結果

・表の中で特に力が大きい（青色・緑色が集中している）3か所は、やはりいずれも親指と人差し指で掴んだ場合だった力が大きい3か所の内訳は

1・90.1 g /指の付け根から遠い位置で指を立てずに手首を外側に曲げる

2・79.92 g /指の付け根から遠い位置で掴んでいる指以外をすべて立て、手首を外側に曲げる

3・79.64 g /指の付け根から近い位置で指は立てず、手首はまっすぐだった。

・指先の位置も結果に影響はしたが、手首の角度の方が力を大きくする効果が大きい

指の付け根から遠い場所で掴む時は、手首を外側に曲げる（肘を上げる）と力が入りやすいことがわかった

・親指と小指ではとても掴みづらく、ほとんどが掴む力が小さくなった。

・小指を立てると発揮しやすくする作用があると考えたが、一本だけ立てる場合に関してだけ、小指を立てるのが一番力が入る事がわかった。

今回、親指と中指、親指と薬指、親指と小指も試みたが、意外とそちらの方が掴む力が大きいという事はなく、やはり親指と人差し指が掴む力が大きい。

4. まとめ

親指と人差し指で物を掴んだ時、指を立てると力が入る事がわかった。

掴んでいる以外の全ての指を立てる方が大きな力を発揮するのに役立つのに、小指が立っているイメージが強いのは、他の指は立っていても目立たなかったり、中指と薬指も人差し指に添える方が一般的なのではないか。

やはり親指と人差し指が掴む力が大きい。今回、親指と中指、親指と薬指、親指と小指も試みたが、意外とそちらの方が掴む力が大きいという事はなかった。

5. 今後に向けた検討

実際にカップの柄を持つ時は、親指、人差し指、中指の三本、あるいは薬指も添える事が多い。

三本で持つ時は、三本の力が等しければ、その付け根同士が等分に離れている（正三角形に近づく）ほど安定するはずだ。

人の指なら、親指、人差し指、薬指もしくは小指になるので、今後何故薬指や小指が発達していないのか、人差し指中指に比べて小さい事がどう有用なのか、調べたい。

謝辞

今回の研究にあたり終始丁寧にご指導を下さった三重大大学大学院工学研究科 電気電子工学教授の駒田 諭先生に深く感謝いたします。本当にお世話になりました。

また、このような貴重な機会を下さり温かく見守って下さった、三重ジュニアドクター育成塾後藤太一郎先生、ご協力いただいた先生方、ありがとうございました。

LED と消費電力の比較

宮田陽斗
三重中学校 3 年

Haruto Miyata

要旨

LED が従来の電球よりも優れているといわれるが、どの程度優れているのか、同じ明るさを得るための消費電力の比較をしようと考えた。できるだけ、同系色で同じ明るさの豆電球と LED を比較し、コンデンサーに蓄えた電気エネルギーの消費時間を使って照実験を行った結果、LED の方が約 5 倍長持ちするという結果を得た。

1. はじめに

近年、家電量販店では電球型の LED 電灯が主力になっており、フィラメント型の電球が少なくなった。パンフレットなどでも LED の方が省エネであり、電気代も節約でき、LED を推奨する宣伝も多い。中には耐用年数も考えると、10 倍とも 50 倍とも安価であるという説もあったりする。

今回の私の研究は、「ほんとうにそんなに安くなるのか、本当に LED の方が優れているのか」という疑問が研究動機である。

2. 研究方法

LED とフィラメント電球を耐用年数まで含めた実験が行えないので、同じ明るさを得るためにどれくらい電力を消費するか、実験を通して比較することにした。しかし、フィラメント型電球は薄いオレンジ色であるので、LED の方もできる限り近い色の LED を使うことにした。

(1) 実験装置

図のように暗室ボックスを作って、箱の上部に豆電球、LED をつける。電源は安定化電源を使い、スパークリンク（電圧電流センサー）をつないで、電力、電圧、電力を測定できるようにする。明るさは、カメラ撮影時に使う

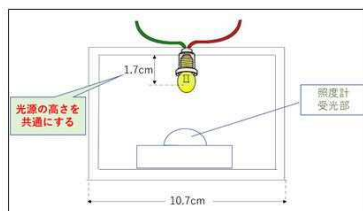


図1 暗室ボックス

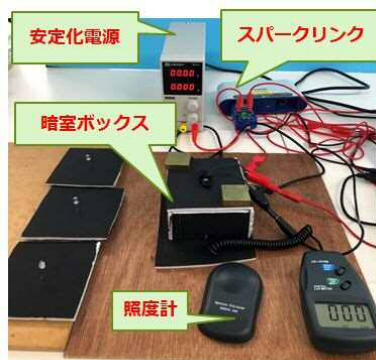


図2 実験装置

照度計を利用して測定できるようにする。なお、電球や LED から照度計までの距離を同じになるように、黒のスチレンボードを用いて暗室ボックスを作った。

(2) 実験方法

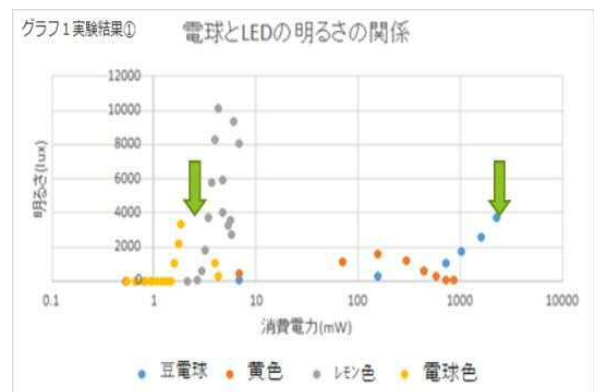
①【実験 1】まず、LED の色を電球の色に近い色の LED 光源（3 種；電球色 LED 黄色 LED レモン色 LED）について、暗室ボックスを用いて、照度計を同じ距離で照らして、その照度を測定する。安定化電源の電圧を上げながら消費電力と明るさの関係を調べる。

②【実験 2】①で用いた電球に近い明るさの LED を使い、同じコンデンサーに予め決めておいた電圧で電気を蓄電し、LED と電球にコンデンサーから電流を流し、それぞれ、最初の明るさの 20% の明るさになるまでの点灯時間を調べる。

③この時間を比較から電球と LED のどちらが電気を消費しやすいかを調べた。時間が長いほど電力を消費しにくいということになる。

3. 実験結果

(1) 【実験 1】の結果



【実験 1】の結果グラフ 1 のような消費電力と明るさの関係を求めることができた。また、電球とそれぞれの LED の最も照度が明るいときの消費電力を表 1 にまと

めた。Lemon 色と電球色は、消費電力が少ない割合に明るいことがわかった。また豆電球は電力を大きくすると明るくなるが、フィラメントが切れてしまった。電球色と豆電球を比較すると 4000Lux では約 1000 倍電力を消費していることがわかった。

この結果から、【実験 2】は電球色 LED を使って豆電球と比較することにした。

表 1 電球と 3 種の LED の比較

	mW	Lux
豆電球	2294	3690
黄色LED	156.1	1600
レモン色	4.248	10130
電球色	1.859	3370

(2) 【実験 2】の結果

豆電球と電球色 LED を 4V の電圧でコンデンサーを充電して点灯し、その明るさが最初の 20%になるまでの時間を測定する実験すると、結果は表 2 のようになった。

最初の明るさの20%になるまでの時間 (秒)							
	最初の明るさ (lux)	1回	2回	3回	4回	5回	平均
豆電球	2100	17.95	18.2	18.05			18.07
電球色LED	2020	80.5	83.9	81.45	83.8	85.05	82.94

表 2 電球と電球色 LED の点灯時間の比較

最初はほぼ同じ明るさであったので消費する電気と明るさが比較しやすかった。豆電球の点灯時間は 3 回

測定し、約 18 秒だった。電球色 LED は 3 回測定したがばらつきがあったので測定を 5 回にして平均をとることにした。LED と豆電球では最初の明るさの 20%に達するのに 4.59 倍の違いがあった。

4. 考察とまとめ

LED は豆電球よりも少ない電力で明るい光を出せるものがあることがわかった。点灯継続からは、LED の方がフィラメント電球より効率が良いことがわかった。このことから、LED の方は豆電球よりもはるかに消費電力が少なく済むことが再認識できた。

また、今回 3 種類の LED を使用し、その中で一番豆電球の色に近そうだった電球色で【実験②】を行ったが、あくまでも色は目視した際に一番近いと感じただけであって実際には、光の成分が分からないため、それぞれの色について調べたい。

豆電球は光が発散し、LED の光は照度計の一部分に当たっており、単純に照度が同じであるとも言えないのかも知れない。豆電球の明るさは LED 何個分かを調べ、明るさを双方均一にしたところでの消費電力を比較したい。

今日、コロナウイルスの影響で仕事がなくなったり不景気の状況がより一層深刻化してきているため様々な事柄で「節約」をよく目にする。そのような状況の中で電気代を節約するために照明を LED に変更するべきだという声もあるが、設備費や耐久性についても含めて、LED が総合的に電球よりも LED は優れているのかを検討する必要がある。

小さな川の環境と人間活動による影響

―道路造成工事による影響と生息する微生物―

川島 人和

四日市メリノール学院中学校3年

Nina Kawashima

要旨

私が幼少期より慣れ親しんだ竹谷川が、工事により川が濁り生物が減少したことから何か私に出来ることはないかと考え、調査・研究を始めた。工事中と工事後の比較により竹谷川への影響を明らかにするため酸性雨調査と水質調査を行った。また、川の微生物の役割に着目し、微生物の働きを探索するため細菌の培養実験と DNA 解析による細菌の同定を行い、水質との関係を調べた。その結果、6年にわたる調査・研究の中で、道路造成工事による影響だけでなく生活排水や畜産排水・農業汚染・大気汚染など多くの問題があり人間活動が環境に影響を及ぼしていることがわかった。今年度は新型コロナウイルスによる経済活動の自粛により大気・水質の改善が数値となり現れた。

キーワード：川、人間活動、酸性雨、水質、微生物、細菌

1. はじめに

竹谷川は三重県四日市市を流れる海蔵川の支流で、流路の延長 7,450 メートルの二級河川である。川の流路は、千種小学校のすぐ東側を起点とし、水田耕作地域を通過して赤水町へ流下して下海老町で海蔵川と合流している(図1)。竹谷川流域は田畑に囲まれており、農業用水としても利用され、多様な生物が見られる。下流の海蔵川は工場地帯となっており、伊勢湾台風以降はコンクリート護岸が整備されている。

過去に竹谷川は大雨により大規模な氾濫をおこし、昭和50年に河川改修工事が行われた。この工事に伴い生物が次々と姿を消したが、地域の方々が「竹谷川の蛍と桜を守る会」を立ち上げて自然保護活動を重ねた結果、ゲンジボタルや野鳥が戻り、桜並木も整備された。平成31年には菰野町と四日市の県地区の養豚場からの排水により高濃度の畜産排水有機汚濁による被害があることを四日市大学名誉教授・武本先生、四日市大学元教授・高橋先生、および県地区市民センター館長・「竹谷川の蛍と桜を守る会」が共同で調査を行い明らかにした(海蔵川の水質汚染について 四日市大学論集第30巻参照)。養豚場においては市の補助金があり、排水処理工事に着手することで水質悪化防止への取り組みが行われている。

そのような中、平成23年に竹谷川流域の菰野町内で新名神高速道路を造成する工事が始まり、平成27年には国道477号バイパス造成の工事も始まった。それに伴い、幼少期より私が慣れ親しみ、多様な生物が生息

していた竹谷川の上流域は濁り、生物が減少した。この工事を行うにあたって平成6年に環境影響評価書が作成されているが、私は竹谷川の変化を危惧し、工事中と工事後の比較をし、竹谷川の水質をはじめとした周辺環境への影響を調べたいと考え、平成27年7月より研究を始めた。調査・研究を始めて6年たった平成30年10月にはバイパス道路が、平成31年3月には高速道路も開通した。調査を続けてきた中で、汚染された川でもたくましく生息する微生物に心打たれ、自然界において小さな微生物が大きな役割を果たしているのではないかと考え、竹谷川の水質と周辺環境に係る事柄として、周辺の大気汚染の状態、川の水質、および生息する微生物に着目して研究することにした。



図1 竹谷川流域図

2. 研究方法

(1) 酸性雨調査

大気汚染の状態を知る指標として、2015 年 7 月～2020 年 8 月の期間に、雨水の酸性度を測定した。雨水を採取した場所は、竹谷川より南に約 10 メートル、工事現場より南に約 30 メートルの位置にした。地上から 1 メートルの高さにあるブロック塀の上に雨が降ったときにプラスチック容器を設置し、雨水を採取した。その際に温度計で気温を測定した。回収した雨水サンプルを、酸性雨調査試験紙(pH 判定範囲 3.4～6.4)につけ、比色表によって pH を測定した。酸性雨の判定は、酸性雨の一般的な定義とされている、pH5.6 以下の雨を酸性雨とした。

(2) 水質調査

川をとりまく環境と水質を調査するために代表的な地点を選び定点観測を行なった。各観測地点で採取した水をパックテスト(共立化学研究所製「川の水調査キット」)を用いて測定を行った。2020 年 4 月以降は竹谷川全域における環境と水質・微生物を調査するために調査範囲を拡大し、上流・中流・下流の 3 地点に分け調べた。

○観測地点と調査期間、および調査項目

A. 観測地点

i) 2015 年 7 月～2020 年 3 月：竹谷川上流の菰野町潤田周辺(図2)

(パックテストは A-3 地点を代表地点として実施)

- ・ A-1 …… 生活排水が流れてくる場所
- ・ A-2 …… 流れのない場所
- ・ A-3 …… 川の中央
- ・ A-4 …… 水が勢いよく流れ落ちる場所

ii) 2020 年 4 月～2020 年 8 月：竹谷川の上流、中流、下流域(図2)

- ・ A …… 菰野町潤田 2200 番地付近
(i)の期間の定点付近)
- ・ B …… 四日市赤水町 1200 番地付近
- ・ C …… 四日市西坂部 1300 番地付近



図2 2020 年 4 月以降の竹谷川定点観測地点図

B. 調査項目と値の評価の目安

- ・ 生息している動植物
- ・ 気温・水温(温度計を用いて測定)
- ・ 化学的酸素要求量(COD、0～5 mg/L)
- ・ アンモニウム態窒素(NH₄、0.2 mg/L)
- ・ 亜硝酸態窒素(NO₂、0.02 mg/L)
- ・ 硝酸態窒素(NO₃、1～2 mg/L)
- ・ リン酸態りん(P0₄、0.05 mg/L)
- ・ 塩素(Cl)(2020 年 8 月 5 日のみ)
- ・ pH(万能 pH 試験紙、pH1～14、2020 年 5 月 3 日から測定)
- ・ 透視度(50cm 透視度計で測定、2020 年 3 月 28 日より)

※他にも気がかりな地点を追加で調査した。

○水中微生物の顕微鏡観察

場所による水中微生物の違いを知るために、各観測地点でプランクトンネットを用いて水を採取し、顕微鏡で微生物の種類や数を観察・記録した。

(3) 細菌培養実験

川の汚染において私たちの日常生活も大きく関係していると考えられる。そこで、生活排水の中でも特に問題があると考えられる台所排水に注目し、普段よく使われる商品を水に加えることによって、細菌の増え方が変化しないかを確かめるために細菌培養の実験を行なった。採取した竹谷川の水をろ紙でこし、ミリポア法を用いて細菌の濃度を上げ MC-Media 一般生菌用キットと寒天培養を行なった。

○実験条件と実験の手順

A. 実験条件

(それぞれ 500mL ペットボトルの竹谷川の水に加えた量。)

- ・ No.1……竹谷川 A 地点の水のみ
- ・ No.2……キッコーマンこいくちしょうゆ 0.5mL
- ・ No.3……LION チャーミーマジカ酵素プラス 0.2 mL
- ・ No.4……日清キャノーラ油ナチュレイド 0.5 mL
- ・ No.5……あじのもとほんだし 0.2mL
- ・ No.6……上白糖 0.2mL
- ・ No.7……ヤシの実洗剤 0.5mL

B. 実験の手順

定点観測地 A-3 地点の水を、プランクトンネットを用いて 500ml ペットボトルに 6 本分を採取した。採取したサンプルをろ紙で濾過し、ミリポア法を用いて微生物

の濃度を上げた後、比較する製品を加え、ペットボトルのキャップを緩め 6 日間窓際の日が当たる場所に置いておき、これを MC-Media 一般生菌用キットの培養シートに 1ml 滴下して日陰に 5 日間置いておき、赤い点の数を数え比較した。寒天培養は上記の水を 1ml ずつ用いて寒天培地にまんべんなく塗布して培養し、2 日後のコロニー数をカウントした。培養後のコロニー数が多すぎてカウントが困難な場合は、上記の水 2ml に精製水 2ml を加えて希釈してから同様に培養した。

また細菌を同定するために、三重大学教育学部講師・市川先生の協力により細菌の DNA の解析とグラム染色を行った。

3. 結果

工事期間中は酸性雨の割合が高く、竹谷川の水質調査やパックテストの結果も高い数値を示した（図 3、4）。B 地点においては過去から窒素系の数値が高く NH_4 の基準値は 0.2 mg/L であったが、10 mg/L、 NO_2 の基準値は 0.02 mg/L 以下であり、1 mg/L、 NO_3 の基準値は 1~2 mg/L であったが、5 mg/L と高い数値を示した。

細菌培養実験での結果からはサラダ油と洗剤を川に流すと菌が生存しにくくなり、川の水に投入したものによって、見つかる菌の種類が異なった。

また、A 地点においては川の水質で問題視される大腸菌群は検出されなかった（表 1-3）。また、新型コロナウイルスによる自粛期間中は酸性雨が降らずパックテストの数値も低下し水質も改善された。

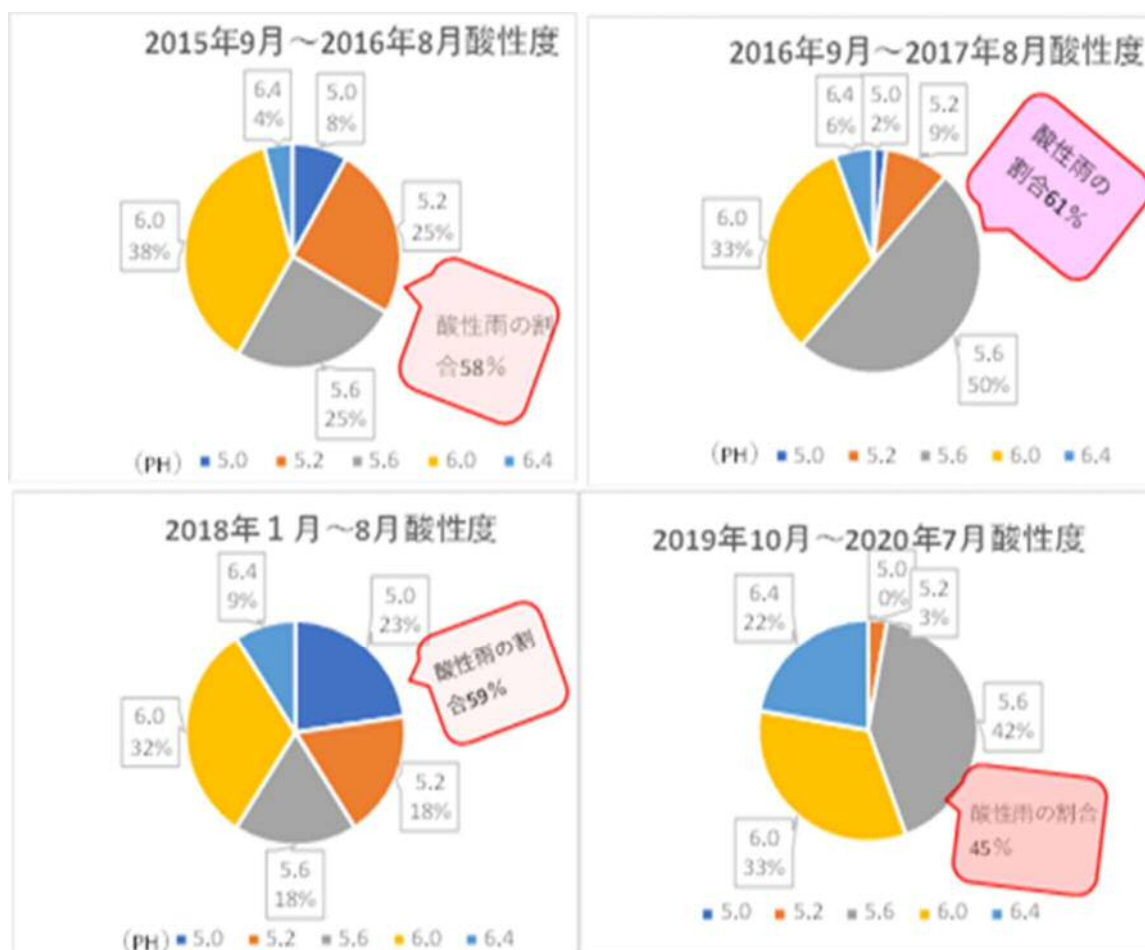


図3 年度別酸性度の割合

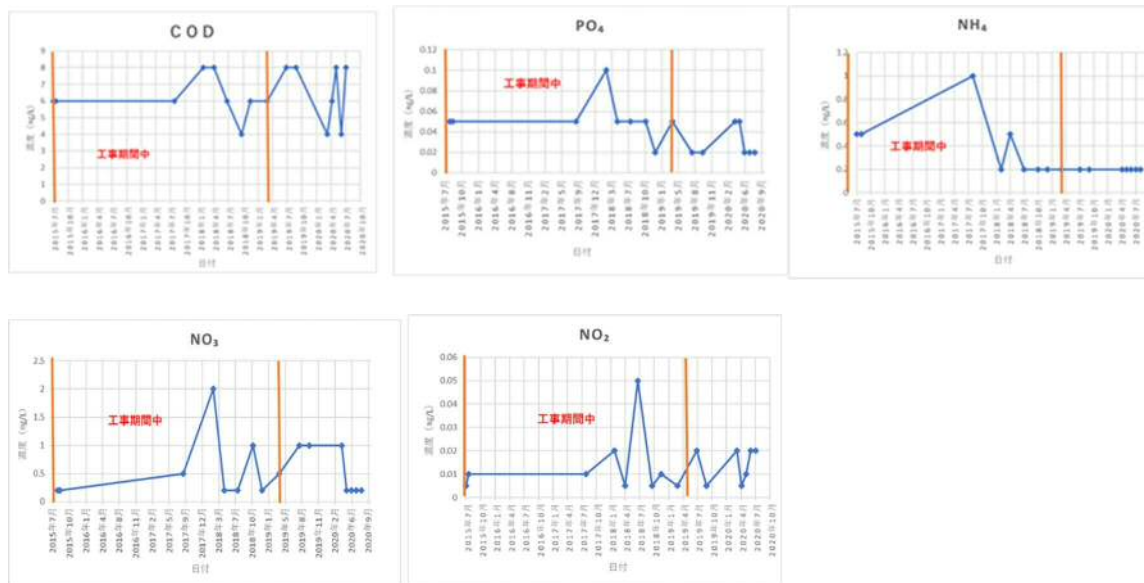


図4 C地点バックテストの結果

表1 MC-Media 一般生菌用キット結果

No	添加物	コロニー数
1	なし	342個
2	しょう油	574個
3	洗剤	10個
4	サラダ油	152個
5	だしの素	多数
6	砂糖	1340個
7	ヤシの実洗剤	414個

表2 細菌培養実験結果

No	添加物	形状
1	なし	グラム陰性球菌
2	しょう油	グラム陽性桿菌
3	洗剤	グラム陽性球菌
4	サラダ油	グラム陽性球菌
5	だしの素	グラム陽性桿菌
6	砂糖	グラム陰性球菌
7	ヤシの実洗剤	グラム陽性球菌

表3 DNA 解析の結果

	1	2	3
NO.1	<i>Bacillus aryabhattai</i>	<i>Bacillus aryabhattai</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
NO.2	<i>Acinetobacter radioresistens</i>	<i>Acinetobacter radioresistens</i>	<i>Bacillus aryabhattai</i>
NO.3	<i>Acinetobacter</i> sp.	<i>Acinetobacter parvus</i>	<i>Bacillus megaterium</i>
NO.4	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Bacillus megaterium</i>
NO.5	Porticocaceae	<i>Acinetobacter parvus</i>	—
NO.6	—	<i>Acinetobacter</i> sp.	<i>Acinetobacter parvus</i>
NO.7	<i>Acinetobacter parvus</i>	<i>Acinetobacter parvus</i>	<i>Acinetobacter</i> sp.

4. 考察

酸性雨調査と水質調査・細菌培養実験の結果から、人間活動が竹谷川の環境に影響を与えるとともに、道路造成工事による環境への影響もあったと言える。ただし農業汚染や畜産排水・生活排水・国内の大気汚染・

国外から流れ込んでくる大気汚染などの多くの影響も関係していると考えられるので工事の影響は多くの問題の一つに過ぎないだろう。

水質調査の結果から農業汚染や畜産排水の問題が現在も続いていることが分かり、細菌培養実験の結果からは生活排水の成分は川の細菌の増殖に影響すると考えられる。今回の実験では、大腸菌群が検出されなかったことから現在のA地点の水質は比較的良好といえる。B地点・C地点でも同様の実験を行い水質と細菌の関係を明らかにしたい。

また、新型コロナウイルスの経済活動の自粛により私たち人間の活動が環境を左右することが分かったので、私たちの心掛けで自然環境を良くすることができるといえる。

5. 参考文献

- ・一般国道 477 号バイパス新設に係る環境影響調査報告書：
平成 6 年 2 月 三重県
- ・高橋正昭・千葉 賢・鶴見泰文・水谷伸匡（2011） 三又池
の水質環境. 四日市大学環境情報論集第 15 巻, pp. 49 -
58.
- ・高橋正昭・武本行正・郭 鵬（2012） 勢田水質の動向. 四
日市大学環境情報論集 第 16 巻, pp. 13 - 20.
- ・武本 行正・高橋 正昭・大八木 麻希・森川 裕三・竹内 佐
智恵・伊藤 薫・周 佳・宮岡 邦任・寺澤 爵典（2016）
四日市市・鎌谷川の水質汚濁について：四日市大学環境情
報論集 第 20 巻 pp. 31 - 38.
- ・武本行正・高橋正昭・大八木麻希・榊枝 正史・伊藤 二郎・
下村 直樹・寺沢 爵典 （2017）海蔵川の水質汚染につ
いて. 四日市大学環境情報論集 第 20 巻 pp. 171 - 181.
- ・四日市の身近な自然調査結果：平成 16 年 3 月 四日市市
- ・日本プランクトン学会（2015）「ずかんプランクトン」株式
会社技術評論社
- ・滋賀の理科教材研究委員会（2016）「やさしい日本の淡水ブ
ランクトン」合同出版株式会社
- ・国土交通省気象庁ホームページ：
<https://www.data.jma.go.jp>
- ・東京都下水道局：<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp>
- ・四日市大学生物学研究所オフィシャルサイト：
<https://web.yokkaichi-u.ac.jp>

6. 謝辞

研究活動を進めるにあたり熱心なご指導・ご協力を
頂きました三重大学 後藤太一郎先生に感謝いたしま
す。川の研究において調査の方法を丁寧に教えてくだ
さり、沢山の資料を提供くださいました四日市大学
高橋正昭先生に感謝いたします。細菌培養実験におい
ては三重大学 市川俊輔先生にご協力頂き研究をより
深く発展させることができましたことに感謝いたし
ます。今年度は三重ジュニアドクター育成塾に参加さ
せて頂いたお陰で研究を発展させることができ、また
新しい経験をさせて頂きましたことに感謝いたしま
す。沢山の方々のご厚意に心より感謝いたします。

放射線が発育に与える影響とその防護剤

新井沙都子

三重大学教育学部附属中学校 2年

Satoko Arai

要旨

葉酸は防護剤の働きをし、放射線の影響を抑える。今回の研究で、葉酸が放射線による顎の骨の発達への影響をおさえることがわかった。また、どうして葉酸が防護剤の働きをするのかを知ることができ、胎児が放射線の影響を受けやすい理由を推測することができた。

キーワード：葉酸、防護剤、放射線、顎の骨、ゼブラフィッシュ

防護剤…放射線などによる影響をできるだけ少なくする薬。がん治療の副作用を軽くするために使われる。

増感剤…少ない放射線でより大きな影響を与える薬。こちらも、がん治療に使われる。

葉酸……ビタミンの一種。レバー、量は限られるが、ほうれん草などの緑黄色野菜、果物などに、含まれる。ただし、調理や長期保存による酸化によって葉酸は壊れる。欠乏すると貧血を起こす。大量の飲酒は、葉酸の吸収、代謝をさげる。

1. はじめに

前回の中間発表で、放射線が発育に与える影響について、生まれる前に放射線を浴びると、生まれてきたあと、顎の骨の発達にどのような影響が及ぶのかをゼブラフィッシュを使って調べた。その結果、強い放射線を照射するほど、発達に大きな影響を及ぼし、ゼブラフィッシュの場合、受精後 12 時間から 24 時間の間の放射線照射が、特に顎骨形成に大きな影響を与えることがわかった。今回はその続きとして、放射線の影響と関係する薬の葉酸について研究することにした。

2. 材料と方法

(1) 実験動物

ゼブラフィッシュ 150 匹(生まれても実験前に死んでしまった個体もあるため、最終的には少なくなっている。)

(2) 実験方法

1. 自然採卵

2. 6well プレートを使用し、1well につき 5 個ずつ受精卵(その日の午前 9 時採卵)を入れる。(合計 5well)

3. 受精後 36 時間後、放射線照射の直前に葉酸処理

4. 8Gy の放射線照射

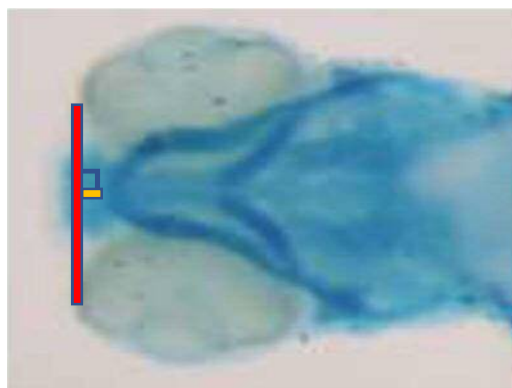
5. 死亡個体、変形個体は、定期的に確認。取り除く

6. 受精後 5 日アルシアンブルー染色

7. 観察

3. 結果

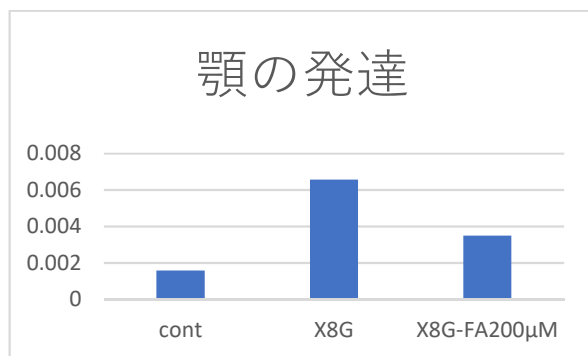
結果の求め方 (Fiji. app を使った)



1. まず、目と目の先端を結ぶ(赤線)。

2. 下顎の先端から 1 に垂直に線をひきその長さを調べる。(黄線)

2 の長さが短いほど、顎の骨が長いということになるから、顎骨が発達しているといえる。



葉酸処理をしたあと放射線照射をしたときは、処理をせずに放射線照射をしたものより顎の骨が正常に発達しており、放射線の影響を受けにくくなっている。

4. 考察

葉酸は放射線による顎の骨の発達の影響を抑える防癌剤だということがわかった。

葉酸が放射線による影響を抑えるしくみはがん治療で考えることができる。

がん治療では、手術が基本となるが、再発予防やそれ以上増悪しないようにするために、抗がん剤や放射線が使われる。

がん細胞は、正常細胞に比べて増殖スピードが速いため抗がん剤や放射線は、増殖速度の早い細胞に対して毒性を示す性質がある。この毒性によって、細胞を死滅させる。

細胞増殖を行うためには、DNAの複製が必要。DNA合成を阻害すれば、細胞増殖も起こらないため、抗がん剤や放射線はDNA合成を抑えることで癌細胞の増殖を止める。

DNA合成を行う過程の中で葉酸は必須であるため、葉酸を阻害することができる抗がん剤や放射線は細胞分裂を抑えることができる。

しかし、正常細胞の中にも、血球細胞や生殖細胞、髪の毛の細胞など比較的、増殖速度の速い細胞が存在する。抗がん剤などはこれらの細胞にも毒性を示すため強力な副作用が表れる。

つまり、抗がん剤、放射線は葉酸を阻害する働きがあるため、副作用を軽減するためにも葉酸を投与することで正常細胞への毒性を減らすことができる。

前回、放射線が顎の骨の発達に与える影響を研究したとき、骨が急速な発達の途中である胎児が特に放射線の影響を受けやすいということがわかった。今回のことと合わせて考えると、急速な発育途中というのは、細胞の増殖速度も速いため、放射線の影響を受けやすいのではないかと思った。よって、放射線の影響を強く受けるとき、その部分が特に発達していると考えることができる。

参考文献

役に立つ薬の情報～専門薬学

ロイコボリン、ユーゼル（ホリナート）の作用機序：葉酸製剤 (kusuri-jouhou.com)

<https://kusuri-jouhou.com/medi/cancer/folate.html>

マダイのオプシン遺伝子発現から 錐体細胞のモザイク配列を考察する

後藤瑞季

桑名市立光陵中学校 2年

Mizuki Goto

要旨

マダイとクロダイの視機能の違いを調べる目的で、マダイの網膜のオプシントタンパクの種類を調べ、モザイク配列との関係を検討した。網膜から RNA を抽出し、mRNA を元にして作った cDNA をもとに、5 種類すべてのオプシン遺伝子（ロドプシン、赤、緑、青、紫外線オプシン）を増やせるプライマーで PCR を行った。増やした PCR 産物を大腸菌にて形質転換してシーケンサーにより遺伝子配列を調べ、BLAST 解析を行うことで、マダイが持っている翻訳可能なオプシン遺伝子を同定した。その結果、マダイの網膜から緑色オプシン遺伝子である Rh2 が最も多く確認された (11/35 個)。青色オプシン遺伝子である SWS2 は今回の研究では確認できなかったが、偽遺伝子と考えられていた赤色オプシン遺伝子である LWS がわずかに見つかった (1/35 個)。マダイのオプシン遺伝子の結果から、マダイは緑色感知する双錐体細胞に加え、数は少ないかもしれないが、赤色/緑色感知複錐体細胞を持っている可能性が考えられた。

キーワード：マダイ・クロダイ・錐体細胞・オプシン遺伝子・シーケンサー

1, 背景と目的

去年の自由研究では、マダイとクロダイの視機能を調べる目的で、眼球網膜の組織標本を作製して錐体細胞のモザイク配列を解析したところ、クロダイの網膜にある錐体細胞のモザイク配列は、双錐体(又は複錐体)のみで、単錐体は確認されなかったが、マダイでは単錐体と双(複)錐体のどちらも観察された。文献のオプシントタンパク遺伝子の情報では、クロダイとマダイは赤色 (LWS)、青色 (SWS2)、緑色 (RH2) のオプシントタンパク遺伝子を持っているが、マダイでは、赤色 (LWS) オプシンは偽遺伝子化していてタンパク質発現はしていないことが報告されている[1]。私の研究ではクロダイの単錐体細胞が観察されず、青色 (SWS2) オプシンの存在について矛盾があった。私の錐体細胞のモザイク配列観察だけではどの色を感知する細胞なのかは知ることができないため、必要な考察が十分にできない。そこで、今回は各色のオプシントタンパクが発現しているかどうかを確かめるために、マダイの網膜より RNA を抽出し、オプシントタンパクの mRNA 発現を解析した。

2, 方法

- 1, マダイの眼球から網膜を取り出し、ISOGEN 2 試薬を用いて RNA を抽出した。
- 2, 抽出した RNA を逆転写反応にかけて安定な cDNA (相補 DNA) にする。
- 3, cDNA をオプシン遺伝子に対するユニバーサルプライマーを使い PCR 反応で増幅させた。
- 4, 増幅した cDNA をウィルスベクターに挿入し、大腸菌に形質転換させ、大量にふやした。
- 5, 大腸菌のコロニーから目的の DNA を抽出し、シーケンサーを用いて、遺伝子配列を解析した。
- 6, 得られた遺伝子配列を BLAST 解析[2]して遺伝子を同定した。

3, 結果

(1) マダイの BLAST 解析結果

マダイの cDNA を形質転換した大腸菌 35 個のコロニーを解析対象として解析したシーケンスデータから、BLAST 解析によって同定された遺伝子の結果を表 1. に示す。もっとも多かったのは桿体細胞に存在するロドプシン遺伝子で、22/35 に発現が見られた。次に多かったのは緑色オプシントタン

パクである Rh2A で、11/35 に発現が見られた。赤色オプシンである LWS も 1 つ見つかったが、青色オプシンである SWS2 と紫外線オプシンである SWS1 は確認できなかった。

表 1. マダいの遺伝子配列解析結果

No.	SQ	No.	SQ
1	Rh1	19	Rh1
2	Rh1	20	Rh2
3	LWS	21	Rh1
4	Rh2	22	Rh1
5	Rh2	23	Rh2
6	Rh2	24	Rh1
7	Rh1	25	Rh1
8	Rh1	26	Rh1
9	Rh1	27	—
10	Rh2	28	Rh1
11	Rh1	29	Rh2
12	Rh1	30	Rh1
13	Rh2	31	Rh2
14	Rh1	32	Rh1
15	Rh1	33	Rh2
16	Rh1	34	Rh2
17	Rh1	35	Rh1
18	Rh1		

Ph2: 緑色オプシン, LWS: 赤色オプシン
Ph1: ロドプシン, —: 同定できず

4. 考察

マダいの網膜から RNA を抽出し、オプシンタンパクの mRNA 発現を見ることで、遺伝子を持っているかどうかだけではなく、タンパク質に翻訳されているかどうかが明らかになる。Wang らはゲノム DNA を対象にオプシンタンパクの遺伝子があるかどうかを調べていて、マダイには紫外線を感じする錐体細胞に存在する SWS1 遺伝子を除く全てのオプシン遺伝子 (Rh2A, LWS, SWS2) が存在して

いること、LWS は、遺伝子はあるが偽遺伝子として存在していて、赤色を感じする錐体細胞は存在しないことを報告していた。しかしながら、今回の研究で、たった一つであるが、LWS の mRNA 発現が確認された。このことは、マダいの LWS は偽遺伝子ではなく、わずかではあるがタンパク質に翻訳されることを示していて、マダイにもわずかではあるが、赤色錐体細胞が存在する可能性が考えられる初めての発見かもしれない。もしその考えが正しければ、マダイ網膜には緑色を感じする双錐体細胞だけでなく、赤色/緑色を感じする複錐体細胞も存在していることになる。

今回の研究では、マダイに青色オプシン遺伝子の SWS2 の mRNA は見つからなかった。昨年発表したマダイ網膜のモザイク配列の結果では、マダイには双(複)錐体細胞だけでなく、単錐体細胞の存在が観察されている。単錐体細胞として存在するのは紫外線感受錐体細胞と青色感受錐体細胞だけだが、マダイやクロダイには紫外線感受錐体細胞はない。マダイには青色オプシンは存在するはずであるが、見つからなかったのは、数が少なく、今回のサンプル数では検出できなかった可能性がある。青色オプシンの存在の有無については、サンプルを増やして SWS2 遺伝子の発現を確認する必要があると思う。

5. 今後の予定

去年のクロダイのモザイク配列の結果にも、オプシン遺伝子の文献報告と矛盾があるため(私: 青色単錐体なし, 文献: 青色オプシン遺伝子あり)、クロダイでも PCR による遺伝子発現解析を行い、事実を明らかにしたいと思う。

6. 参考文献

- [1] Wang FY, Yan HY, *et al.* Adaptation of visual spectra and opsin genes in seabreams. Vision Research 2009, 49: P18
- [2] <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov>

1/f ゆらぎのある音を聞くと人はどのような気持ちになるか

西井 晴菜

三重大学教育学部附属中学校3 年年

Haruna Nishii

要旨

様々な自然現象に存在する 1/f ゆらぎにリラックス効果があると言われている。今回の研究では、音楽の持つ音程と強度の周波数分析を行い、1/f ゆらぎの程度を分析した。さらに分析した音楽を被験者に聞いてもらったあとに、アンケートに回答してもらうことで印象評価を実施した。これらの実験の結果、今回実施した研究の範囲内では、周波数ゆらぎには印象はあまり影響されないことが分かった。一方で、音の強度のゆらぎが 1/f に近いほど好印象となることが分かった。

キーワード： 1/f ゆらぎ、フーリエ解析、印象評価、SD 法

1. はじめに

波の音や風の流れなど自然現象に”1/f ゆらぎ”が含まれていて、リラックス効果があると言われている。音楽にも”1/f ゆらぎ”があることが知られており[1]、インターネット上では、音楽がもつ 1/f ゆらぎをメインテーマにした研究結果が発表されている[2]。実際に音楽を聴いた人が受ける印象が”1/f ゆらぎ”の存在で変化するか調査したいと思った。

2. 研究方法

研究の方法は2つに分かれている。1つは音楽のゆらぎの分析であり、もうひとつは被験者を募っての印象評価である。それぞれの研究方法を以下で述べる。

（1）ゆらぎの分析

音楽の主要な要素は音程（周波数）と音の強度（信号強度）で、それぞれに“ゆらぎ”が存在する。音程のゆらぎは例えばビブラートのように音程が微妙に上下するゆらぎで、時間にして 0.1 秒程度ゆらぎである[3]。また、同じフレーズが繰り返されると、音程や音の強弱がゆらぐ場合は数秒から数 10 秒程度のゆらぎが

存在すると考えられる[3]。ゆらぎの分析に使用したソフトウェアは“ゆらぎアナライザー”[3]である。このソフトウェアでは音楽の周波数ゆらぎと音量のゆらぎをフーリエ解析により求める。今回の解析では音楽を解析するためのサンプリング周期は 25 ミリ秒とした。これにより 20Hz 以下のゆらぎが解析できる。また、今回準備した印象評価用の音楽の長さは 1 分であるため、最低のゆらぎの周波数は約 0.03Hz となる。今回は、0.1Hz-2Hz（時間にして、0.5 秒から 10 秒）のゆらぎに注目して解析を行った。

（2）印象評価

印象評価はゆらぎ分析したフリーの音源[4]を4つ使用した。印象評価の手法は Semantic Differential 法（SD 法）を採用した。SD 法では正反対の意味を持つ形容詞対（例えば、明るい-暗い など）を5-7段階で被験者に回答してもらうことで、対象の印象を評価する手法である。今回の評価では表1の7つの形容詞対



図1 ゆらぎアナライザの設定画面

図2 GoogleFormを利用して構築したアンケートサイトの回答フォーム

表1 使用した形容詞対

心地よい		不快
明るい		暗い
落ち着く		不安になる
派手な		地味な
軽やかな		重々しい
楽しい		つまらない
綺麗な		汚い

を用い、5段階で評価した。

印象評価に協力頂いた被験者は 22 名であり、GoogleForm を利用して自作したアンケート回答サイトを通じて回答してもらった。

3. 結果

実験用に準備したフリー音源は A から D の 4 曲である。A は曲調の落ち着いたピアノ曲であり、個人的には若干暗めの印象を受ける。B は明るい印象を受ける。C は落ち着いていてさわやかな印象を受ける。D は軽やかなピアノ曲であり、個人的には軽い印象を受ける。

各曲のフーリエ解析結果を図3に示す。上から A, B, C, D の順である。それぞれのグラフを見てみると、周波数の高い領域はどれもよく似ている。低周波側の傾きは様々であり、低周波側のゆらぎに曲の特徴があると考えられる。図中の γ は周波数 $f=0.1\text{Hz}-2\text{Hz}$ のデータから計算された値（ゆらぎが $1/f^\gamma$ に比例するとした）であり、0.5 秒から 10 秒程度周期をもつゆらぎの特徴を示しており、1 に近いほどゆらぎが $1/f$ に近いことになる。A の周波数ゆらぎは $1/f$ に近いが、信号強度ゆらぎは小さい。B はどちらのゆらぎも非常に小さく、周波数ゆらぎはランダムゆらぎ（ホワイトノイズ）に近いようである[2]。C は両方のゆらぎが $1/f$ に近い。D の周波数ゆらぎは小さいが、信号強度ゆらぎは $1/f$ に近いことが分かった。

図4に印象評価アンケート結果のスネークチャートを示す。チャートの点数は、それぞれの質問に対する被験者が答えた点数の平均である。数値は低い程好印象となる。特徴的な結果とし、A の曲は静かなピアノ曲であったが、不安になる、地味な、つまらないなどの回答が多かった。D は同じくピアノ曲であるが、全体的に好印象となる結果であった。

4. 考察

表2にゆらぎの解析と印象評価の結果をまとめた。印象評価結果は全ての項目について各評価点×人数の和とした。印象評価の点数はより点数が低いものほど好印象となっている。

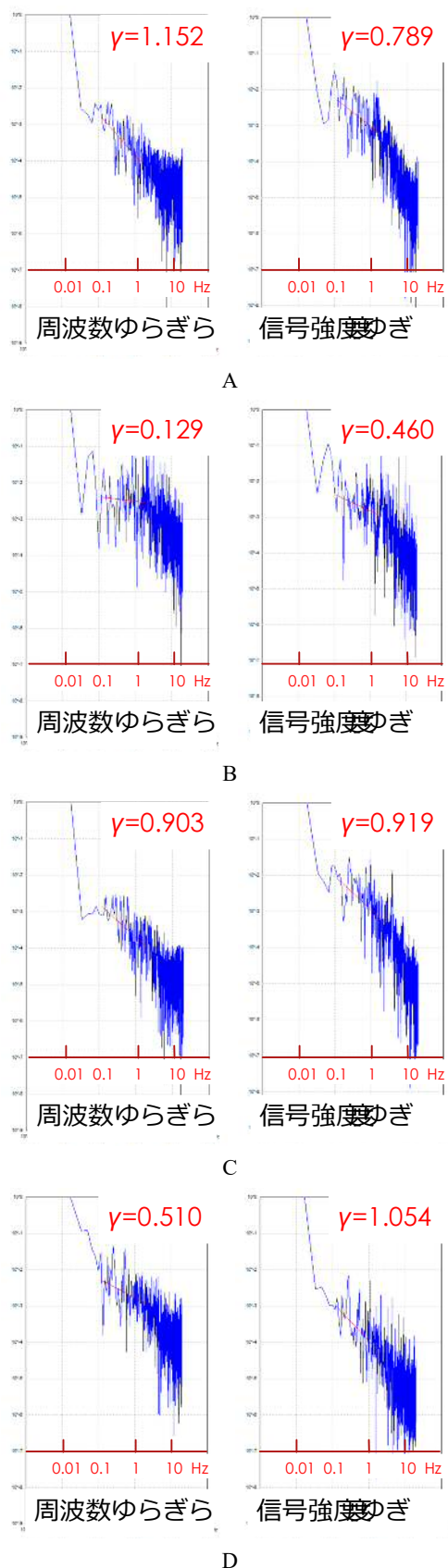


図3 ゆらぎ解析結果

表 2 から、周波数ゆらぎにおいては 1 より小さい音ほど好印象を与えていて、1 に近い音ほどあまり良い印象を持たないことが分かる。また信号強度ゆらぎにおいては 1 に近い音ほど好印象を与えていて、1 より小さい音ほどあまり良い印象を持たないことが分かる。これらの結果から、今回の研究の範囲内では、周波数ゆらぎには印象はあまり影響されないことが分かった。一方で、音の強度のゆらぎが $1/f$ に近いほど好印象となることが分かった。

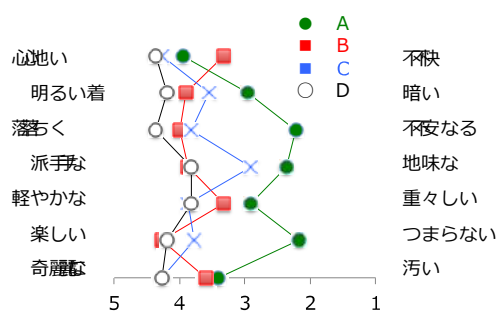


図 4 印象評価結果

表 2 ゆらぎ解析と印象評価のまとめ

	A	B	C	D
周波数ゆらぎ	1.152	0.129	0.903	0.510
信号強度ゆらぎ	0.785	0.460	0.919	1.054
印象評価結果	484	346	341	281

5. まとめとこれからの展望

今回の結果から周波数ゆらぎよりも信号強度ゆらぎの影響が大きいことが分かる。このことから、周波数ゆらぎは印象評価に大きな影響を与えていないことが分かった。また、B の曲の結果が他の結果の傾向と違っている。B の曲はピアノ曲ではなかった。そのため、楽器によっても、結果が変化してしまうと思った。今回の実験結果では、周波数ゆらぎよりも、信号強度ゆらぎが人が心地よい音と覚えることに影響を与えることが分かる。次は信号強度ゆらぎが 1 よりも明らかに大きい音を使って心地よい音について調べたいと思った。また、使われている楽器を変えて調べてみたいと思った。

参考文献

- [1] R. F. Voss and J. Clarke, J. Acoust. Soc. Am., **63**, 258 (1978): “ $1/f$ noise” in music: Music from $1/f$ noise.
- [2] 例えば, 菅井桂子, 齋藤兆古, 堀井清之, 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 23, 103 (2010): 音楽に伴う $1/f$ ゆらぎ周波数成分の抽出とその人間生理への応用.
- [3] <https://mahoroba.logical-arts.jp/>: 音楽における $1/f$ ゆらぎ.
- [4] https://youtu.be/_X99_IpxwWM
<https://youtu.be/UU1IYFQnU1M>
https://youtu.be/oveg_k_nUmw
https://youtu.be/8_l-WSHg2eg

雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響について

梅村 理紗子
高田中学校 3年

Risako Umemura

要旨

ウツボカズラの袋の上部には、ふたのような形をしたものがあり、それが雨水の侵入を防ぐ役割をしている。一方で、サラセニアは葉が大きく上に空いているので、雨が降った際には、袋に雨水が侵入することになる。本研究では雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響について検証した。種によっては、雨水を入れると消化液のタンパク質分解力が高まることが示唆された。雨水によってタンパク質分解力が高まった消化液は酸性を示し、また微生物数が多いことがわかった。本研究では、雨水が入った消化液から微生物を取得することができ、その中に、タンパク質分解力を持っている微生物がいることが確認できた。これらの結果から、雨水によって消化液中の微生物の増殖を促進され、タンパク質分解力が向上される可能性があることがわかった。

キーワード:食虫植物、微生物、雨水、タンパク質分解力

1. はじめに

私は小学生の時に図書館の図鑑で食虫植物を知って以来、食虫植物がとてもお気に入りである。その独特な姿や生態はとても魅力的である。特に、生育していくために、光合成だけではなく捕虫を行い消化することで必要な栄養素を吸収していることはとてもユニークである。そのことを確かめてみたいと思い、昨年、ウツボカズラの消化液について実験を行い、消化液にタンパク質を分解する力があることを確認できた。

今年は、サラセニアを使って消化液のタンパク質分解力を調べることとした(図1)。前回の実験で使用したウツボカズラとサラセニアには捕虫葉の形状が大きく違うところがある。ウツボカズラには消化液がたまっている袋の上部にふたのような形をしたものがあり、それが雨水の侵入を防ぐ役割をしている。一方で、サラセニアは葉が大きく上に空いているので、雨が降った際には、袋に雨水が侵入することになる(図1)。サラセニアの捕虫葉の酵素を分泌する器官もあまり発達しておらず、消化液中の虫を分解する酵素は微量で、雨水が侵入した際には消化酵素が薄まった状態になるが、このとき消化液中で微生物が繁殖して消化を助けているそう(植物の育て方図鑑ヤサシイエンゲイ)。このことから、サラセニアにとって雨水の侵入は必ずしもマイナス要素ではないことが考えられる。以上の背景より、本研究では雨水がサラセニアの消化液分解力に与える影響、特に消化液のタンパク質の分解力、消化液のpH、消化液中の微生物数について検証することとした。

2. 研究方法

(1) 消化液の採取

本研究では、A種・B種の二種類のサラセニアを用いた。サラセニアの袋は、A①、A②、B①、B②、B③、B④として管理した(図2)。

サラセニアの消化液をすべて取り除き、超純水でサラセニアの袋の中を簡単に洗浄した。サラセニアの袋の中に雨水または超純水を約5ml入れ、雨水が入らない場所で一週間おいた。一週間後にサラセニアの袋の中の消化液をスポイトで採取し、滅菌チューブに入れて冷凍保存した(図3)。



図1：食虫植物の例

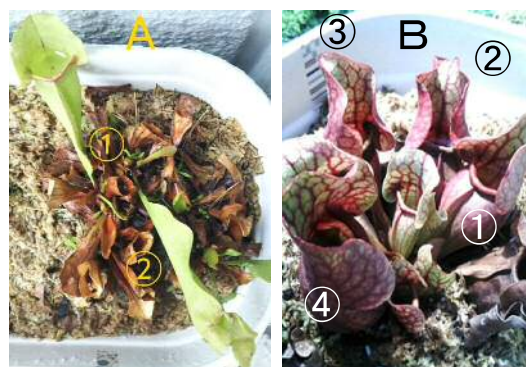


図2：本研究で使ったサラセニアA種(左)とB種(右)、

その捕虫葉



図3：サンプリングに用いた滅菌スポイト（左）と滅菌チューブ（右）



図4：タンパク質分解力測定の酵素反応（右と中央）と遠心分離（右）の様子

（2）消化液のタンパク質分解力の測定

採取した消化液 500 μ L に、タンパク質として 1% カゼイン溶液 100 μ L を加え、30℃ のウォーターバスで 4 時間おいた（図 4）。5% トリクロロ酢酸溶液を 500 μ L 添加し、タンパク質を沈殿させた。15,000rpm で 5 分遠心分離して、上清を回収した。上清中の、タンパク質が分解されて生じた芳香族アミノ酸（チロシン、トリプトファン）の濃度を、波長 280nm の吸光度を測定することで評価した。

（3）消化液の pH 測定

採取した消化液、超純水、雨水の pH を、pH メーター LAQUAtwin（堀場製作所）によって測定した。

（4）消化液中の微生物数の測定

BBL Trypticase Soy Broth 24g、超純水 800ml、寒天 12g を混ぜて、高圧蒸気滅菌機を使って 121℃ で 1 時間加熱し、滅菌シャーレに注いで固めることで、トリプチケースソイ寒天培地を作成した。採取した消化液を 1/10000 倍に希釈し、寒天培地上に塗布し、生じた微生物コロニー数を調べた。

（5）消化液中の微生物数の種類

実験に使用した雨水、雨水が入った A 種の消化液、超純水が入った A 種の消化液の中の微生物の種類を、消化液中の DNA を解析することで調査した。まず、サンプル溶液中の 16S rRNA 遺伝子 V3-V4 領域を、フォワードプライマー（TCGTCGGCAGCGTCAGATGTGT-ATAAGAGACAGNCTACGGGNGGCWGCAG）とリバースプライマー（GTCTCGTGGGCTCGGAGATGTGT-

ATAAGAGACAGNGACTACHVGGGTATCTAATCC）を

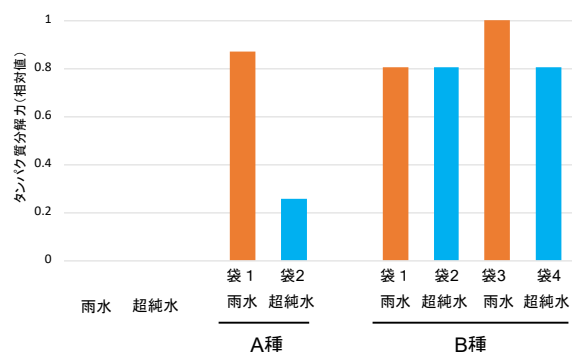


図5：雨水のサラセニア消化液のタンパク質分解力に与える影響

用いて、PCR によって増幅した。PCR 産物を精製し、illumina Miseq によってシーケンス配列解読を行なった。配列データを Qiime 1 で解析することで、菌叢情報を抽出した。

（6）タンパク質分解微生物の同定

0.5% スキムミルク寒天培地上で、消化液中の微生物を培養した。形成された微生物コロニーを 5 つピックアップした。16S rRNA 遺伝子配列を、フォワードプライマー（AGAGTTTGATCCTGGCTCAG）とリバースプライマー（TACGGTTACCTTGTACGACTT）を用いて PCR にて増幅した。PCR 産物の DNA 配列解析を行い、微生物を同定した。

（7）単離した微生物のタンパク質分解力

単離した微生物を 0.5% スキムミルク培地中で、30 度で 10 日間培養した。微生物培養液の遠心分離を行い、培養液上清を回収した。培養液上清のカゼインタンパク質の分解力を、フォーリン試薬を用いて測定した。

3. 結果と考察

サラセニアの袋には雨水が入る。雨水には様々な物質が含まれており、消化液の分解力への影響があるものと想定した。本研究では、サラセニアの袋の中に雨水を入れたときの、消化液のタンパク質分解力、消化液の pH、消化液中の微生物数と微生物のタンパク質分解力について調べた。

まず、雨水がサラセニア消化液のタンパク質分解力に与える影響について検証した。サラセニアの袋に入れた超純水と雨水のタンパク質分解力は検出されなかった。サラセニア A 種について、雨水を入れた方が超純水を入れた方より高いタンパク質分解力を示した（図 5）。一方でサラセニア B 種については、雨水を入れた袋と超純水を入れた袋でタンパク質分解力はあま

表 1：雨水のサラセニア消化液の pH に与える影響

	超純水	雨水	A 1 (雨水)	A 2 (超純水)	B 1 (雨水)	B 2 (超純水)	B 3 (雨水)	B 4 (超純水)
pH	5.97	4.73	4.84	6.69	7.16	7.39	4.8	3.91

表 2：サラセニア消化液の微生物数

	A 1 (雨水)	A 2 (超純水)	B 1 (雨水)	B 2 (超純水)	B 3 (雨水)	B 4 (超純水)
微生物コロニー数 (/ml)	3.5×10^4	1.1×10^4	1.5×10^6	3.3×10^4	1.0×10^3	4.5×10^2

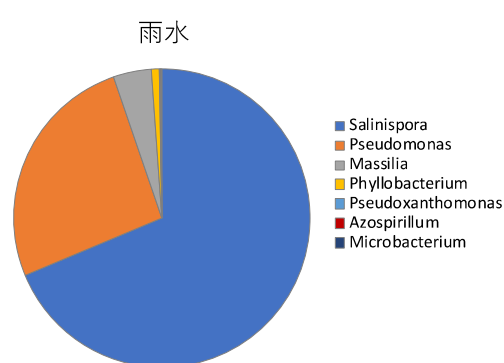
り変わらなかった。したがって、A種のサラセニアは、雨水が消化液のタンパク質の分解力を高めている可能性があると考えた。B種のサラセニアでは雨水を入れてもタンパク質の分解力に影響をあまり与えなかったように、その効果は種によって異なる可能性も考えられた。

次に、消化液の pH を調べた。サラセニアの袋に入れた超純水と雨水の pH はそれぞれ、5.97 と 4.73 であった。サラセニア A 種について、雨水を入れた袋①では pH 4.84、超純水を入れた袋②では pH 6.69 であり、雨水を入れた方がより強い酸性を示した(表 1)。一方でサラセニア B 種については、雨水を入れた袋①、③の pH はそれぞれ 7.16、4.80、超純水を入れた袋②、④の pH はそれぞれ 7.39、3.91 であり、雨水と超純水を入れた場合で消化液の pH に差はあまりみられなかった。

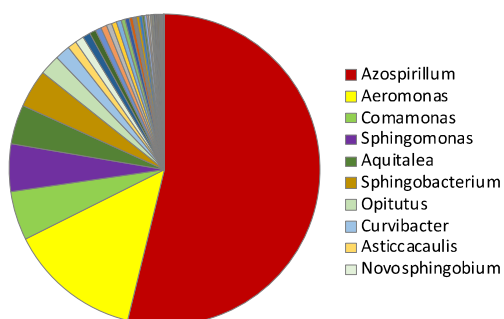
なお、2008 年倉田、矢ヶ部によると、ウツボカズラは、蓋が開いてからの消化液では pH が 5.5 - 8.2 と幅が広く、加えてほとんどの消化液は中性か、もしくはアルカリ性を示したとされており、今回の結果と異なっている。

一般的に、微生物が増殖すると pH は酸性になる。サラセニアの消化液のはたらきは、微生物の作用により助けられているのではないかと考え、消化液中の微生物数について検証した。消化液をうすめて寒天培地にぬり、30℃で培養し、形成されたコロニー数を数えた。雨水や超純水からはほとんど微生物が検出されなかった。A 種では、雨水が入った消化液の方が、超純水が入った消化液より、約 3 倍微生物が多い結果となった。B 種では、ばらつきが大きく、微生物の数の明確な差はみとめられなかった(表 2)。

つづいて、実験に使用した雨水、雨水が入った A 種の消化液、超純水が入った A 種の消化液の中の微生物の種類を、消化液中の DNA を解析することで調査した(図 6)。まず、雨水に含まれる微生物と、消化液に



雨水が入ったA種の消化液



超純水が入ったA種の消化液

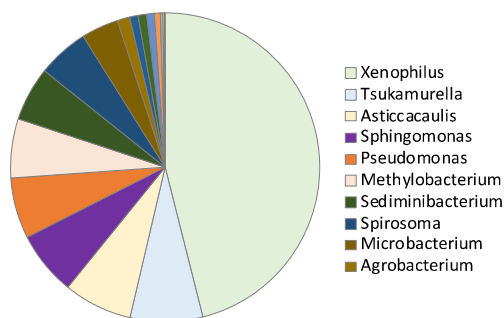


図 6：消化液の菌叢解析

図

表3：消化液から単離された微生物

A1.1	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
A1.2	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
A1.3	<i>Rhizobium pusense</i>
A1.4	類似の微生物が見つからない
A1.5	<i>Pedobacter nutrimenti</i>
B1.1	<i>Achromobacter mucicolens</i>
B1.2	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.3	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.4	<i>Chryseobacterium nepalense</i>
B1.5	<i>Stenotrophomonas indicatrix</i>

含まれる微生物は全く異なることがわかった。雨水の入った消化液と、超純水の入った消化液とも、微生物の種類は大きく異なった。タンパク質分解力が高かった雨水の入った消化液では、たとえば *Azospirillum* などの植物共生細菌が多く存在した。

雨水が入った消化液中では微生物の数が増えていたため、その中にタンパク質分解細菌がいるのではないかと考えた。A 種①と B 種①サンプル中の微生物をスキムミルク寒天培地上で培養し、単離してその種類を DNA 解析することによって確認した。A、B 種の雨水を入れた消化液から、タンパク質を含む培地で増殖する微生物を 5 つずつ取得することができた（表 3）。DNA を解析することで、種類を調べることができた。A 種の消化液からは、*Pedobacter* や、*Rhizobium* といった微生物が、B 種の消化液からは、*Achromobacter*、*Chryseobacterium*、*Stenotrophomonas* といった細菌が見つかった。ここで見つかった微生物は、消化液中の少数派の微生物だった（図 6）。

確認できた微生物について、スキムミルク培地中で 30℃で培養し、10 日目の様子を観察したところ、B1.2 と B1.4 の溶液は透き通って見え、タンパク質が分解されたと考えられた（図 7）。

また、培養液のカゼイン分解活性を測定した結果、A 種の微生物 A1.2 *Pedobacter nutrimenti* と B 種の微生物 B1.4 *Chryseobacterium nepalense* のタンパク質分解力が特に高いことがわかった（図 8）。*Pedobacter* は、雨水の入った消化液のみでみつかっており、超純水の入った消化液からは見つからなかった。以上のとおり、A、B 種とも雨水の入った消化液中にタンパク質分解力のある微生物がいることがわかった。

以上より、消化液のタンパク質分解力への雨水の影響は、サラセニア種によって異なることがわかった。サラセニア A 種では、雨水によって消化液中の微生物の増殖を促進され、タンパク質分解力が向上される可能性があることがわかった。

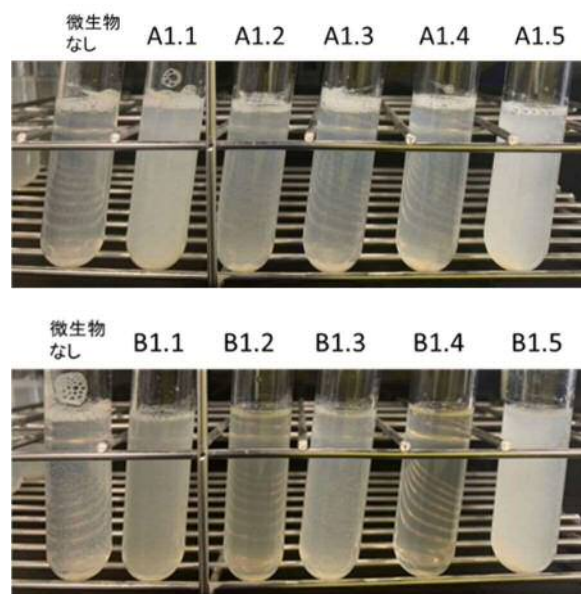


図7：単離した微生物のタンパク質分解力

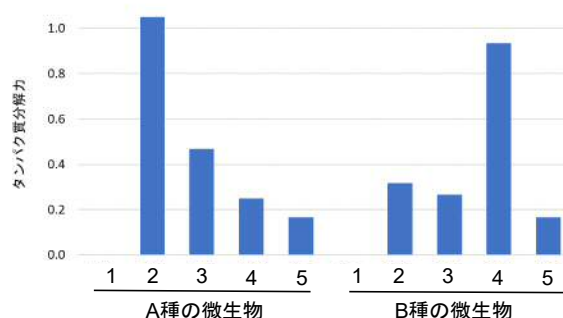


図8：単離微生物培養液のカゼイン分解活性

謝辞

研究を進めるにあたり、丁寧にご指導いただいた三重大学教育学部の市川俊輔先生に感謝します。また、このような貴重な機会をあたえていただいた三重ジュニアドクター育成塾の後藤太郎先生をはじめ、ご協力いただいた先生方に感謝いたします。実験に使用したサラセニアのご提供や、食虫植物の研究についてアドバイスいただいた基礎生物学研究所の長谷部光泰先生に感謝いたします。消化液中の微生物の種類を明らかにするために、DNA の解析（菌叢解析）にご協力いただきました谷口歯科医院の谷口誠先生に感謝いたします。

参考文献

- Clarke C (1997) *Nepenthes of Borneo*. Natural Publications (Borneo), Kota Kinabalu, Malaysia.
- 倉田薫子、矢ヶ部重隆 (2008) *Nepenthes rajah* における消化液の pH 特性、共通教育センター紀要、1、31-37

諸星知宏、及川学、佐藤祥子、菊池典子、加藤紀弘、池田幸 (2011) 食虫植物ウツボカズラ消化液内共生細菌メタゲノムライブラリーからの新規リパーゼ遺伝子のスクリーニング、JBB、Vol.112、№4、315-320

植物の育て方図鑑やさしいエンゲイ（京都けえ園芸企画舎）

BotanyWEB 筑波大学生物学類

注目！キウイフルーツの旨味成分

ー何処にある？旨味を感じる場所を探せ！

野村 茉央
三重大学付属中学校 3年

Mao Nomura

昨年キウイフルーツに DNA と RNA を分解する核酸分解酵素が多く入っていることから、キウイフルーツの中心部・種子・外側に分けて乾燥したものを味噌汁に入れてうまみを作る酵素が味噌汁を更においしくさせるのかという実験を行った。この実験を踏まえて今回は、乾燥キウイフルーツのどの部分に旨味成分を作る酵素が含まれているのかを調べる実験をした

キーワード： キウイフルーツ・旨味成分・数値

1. はじめに

私は、ブロッコリーからDNAを含む核酸を取る実験を行った。この実験で、タンパク質を分解するために、パイナップルとキウイの果汁を加えたところ取れる核酸の量が減ることに気づいた。そこで、大腸菌の核酸を使ってキウイとパイナップルの核酸分解の実験を行い、その結果、キウイ果汁には、DNAとRNAを分解する核酸分解酵素が多く入っていることがわかった。また、キウイにはタンパク質分解酵素があることが知られている、分解物のアミノ酸とRNA分解でできるヌクレオチドが旨味成分であることから、味噌汁にキウイを入れることで、キウイに含まれる旨味を作る酵素が味噌汁を更においしくできるかどうかを乾燥したキウイの中心部・種子・外側に分けたものを味噌汁に入れて調べると3つの中で中心部分に味噌汁だけのものとは違う味を感じた。そこで、今年はキウイフルーツのどの部分に旨味成分を作る酵素が含まれているのかを調べる実験をした。

2. 方法

(1) タンパク質とRNAの分解酵素を確認

- 1) ポリアクリルアミドのゲルを作る
- 2) サンプルを2×SDS サンプルバッファーと混ぜる
サンプルは、
 - ①マーカー
 - ②皮無し中心部に近い緑の部分
 - ③皮無し外側に近い緑の部分
 - ④皮あり中心部に近い緑の部分
 - ⑤皮あり外側に近い緑の部分
- 3) サンプルを温め、ゲルのくぼみに入れて電気泳動装置でたんぱく質の分解酵素の確認をする

- 4) 大腸菌のRNAをとり、その溶液に3)で獲れたゲルの断片のタンパク質溶液を2μl入れ、37.0度で1時間反応させた
- 5) 寒天ゲルの電気泳動でRNAの分解を確認する
- 6) この時、確認をすることが出来なかったため37.0度で1日おいて、もう一度④と⑤と同じことをおこなった

3. 結果

(1) タンパク質の確認

ポリアクリルアミドゲル電気泳動による下記の写真1からキウイには、タンパク質が全ての部分に入っていることが分かった。
キウイのどの部分もタンパク質の量にあまり差がなかった。

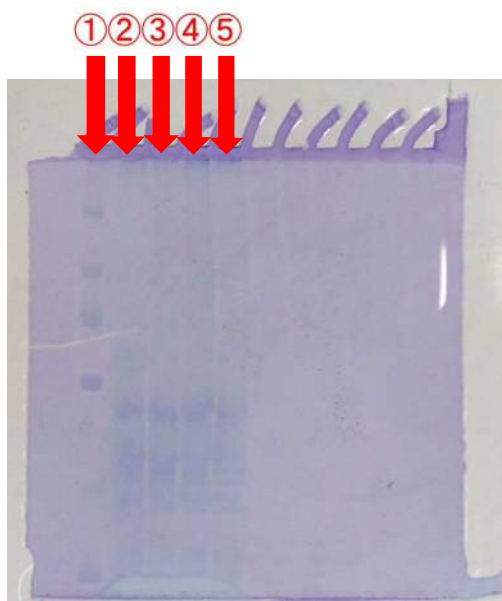


写真1 タンパク質の電気泳動の写真

(2) RNA 分解酵素

タンパク質の分子量で5つのバンドに分けて、ゲルを切り出し、そのRNA分解力を調べた。

	たんぱく質分子量	RNAの移動距離
バンド1	30.0KDa	8.9cm
バンド2	26.0KDa	9.9cm
バンド3	23.5KDa	11.1cm
バンド4	22.0KDa	12.1cm
バンド5	20.1KDa	13.1cm

表1 5つのバンド内訳

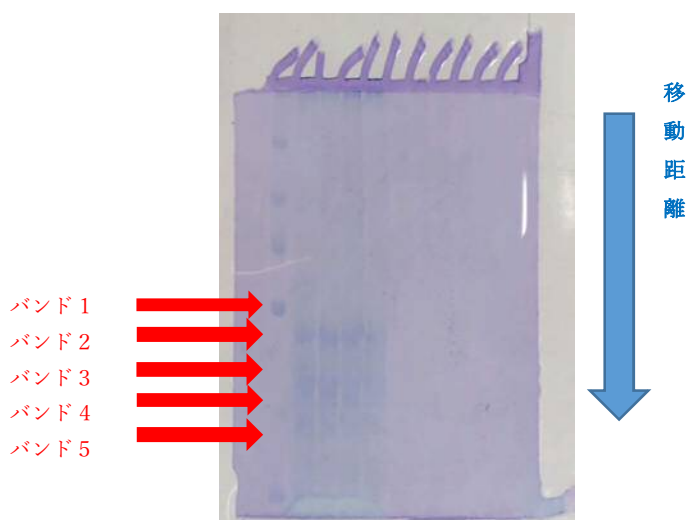
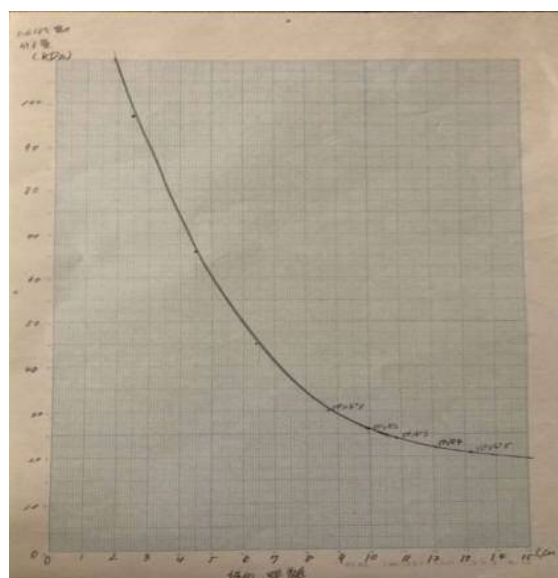


写真3 タンパク質の電気泳動の写真



グラフ1 タンパク質の移動距離と分子量の関係

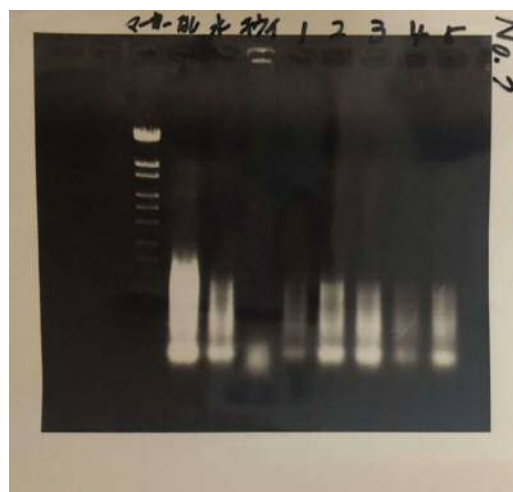


写真2 RNA分解酵素の存在位置の確認

(左からマーカー なし 水 キウイ バンド1から5)

その結果、写真2でわかるように特にバンド1とバンド4の部分にRNAを分解する酵素がたくさん含まれているという結果を得られた。

(3) まとめ

タンパク質の電気泳動図から、タンパク質は部分で変わらなかったため、キウイのどの部分も均等にRNA分解酵素が含まれていることが分かった。しかし、ゲルを切って酵素活性があるところをみると、①と④にRNAの分解活性があり、大きさの違う2種類のRNA分解酵素が含まれていることが分かった。

4. 考察

今回の実験は、キウイのどこの部分に旨味を作る酵素が入っているかを調べる実験をした。前の実験で、キウイの中心部分を入れた味噌汁が美味しく感じたので、中心部分に酵素があるかと思ったが、電気泳動では、どの部分でも同じようなタンパク質が含まれていることがわかった。RNA分解酵素は大きさの違うものが、少なくとも2つあることがわかった。キウイには、タンパク質分解酵素とRNA分解酵素が入っていて、これを料理に加えることで、美味しくなると考えられる。キウイの入った美味しいと思ってもらえる料理を次回は考えてみたい。また、新型コロナウイルスは、RNAでできていると聞いたので、キウイの果汁で分解できるかもしれないと思った。

謝辞

三重大学生物資源学部教授荻田修一先生にご指導頂きました（RNAやDNAの分解に関する実験）

2020 年度第二段階教育プログラム指導教員

受講年	名前	指導教員
1 年目	鵜飼 柳之介	皇學館大学・中松豊
	清水 誠吾	教育学部・荻原彰
	近藤 平	医学研究科・西村有平
	藤井 悠至	シニアメンター 阿部幸夫
	柳谷 心葉	教育学部・國仲寛人
	山口 雄大	教育学部・市川俊輔
	長谷川 真理	医学研究科・西村有平
	堀口 明日羽	教育学部・磯部由香
	牛尾 華萌	工学研究科・藤原裕司
	石川 恵雅	わかば学園・中野環
	前田 一成	医学研究科・西村有平
	上西 八重子	工学研究科・駒田諭
	宮田 陽斗	シニアメンター 阿部幸夫
	川島 人和	教育学部・市川俊輔 教育学部・後藤太一郎
2 年目	新井 沙都子	医学研究科・西村有平
	後藤 瑞季	生物資源学研究科・宮崎多恵子
	梅村 理紗子	教育学部・市川俊輔
	西井 晴菜	工学研究科・藤原裕司 教養教育院・野呂雄一
	野村 茉央	生物資源学研究科・荻田修一

2021 年3月 発行

三重ジュニアドクターレポート 第2号

発行	国立大学法人三重大学 地域理数教育推進室 津市栗真町屋町 1577 TEL/FAX 059-231-9949 E メール mie-cst@ab.mie-u.ac.jp URL http://cst.pj.mie-u.ac.jp/index.html
----	--
