



科学部

菁々祭

第五十八回

顧問の一言

個性とチームワークの集大成。そんな科学部の一年だったと思います。新しい試みを引っ張る者、下級生を導く者、部以外の文化祭活動に頑張る者、仲間や後輩のフォローを気遣う者……。いろいろな立ち位置がありますが、全員がすべての役割をこなしていたと思います。その中でどの側面が多く現れているかは人によって違いますが、各自がその場の状況に合わせて動き、部全体として進んでいってるのだなと思って見ていました。

今年の特筆すべきこととしては、高2の活動はもちろん、下級生たちがそれぞれ自分たちのテーマを持ってさかんに活動していたことです。「目標やテーマを自分で見つける」というのはかんたんそうでとても難しいことです。この一年間の活動の素晴らしさを示していると思います。

東大寺学園に来て科学部の活動に参加したというのは偶然に導かれたものかもしれませんが。しかしそこで出会った仲間たちと、影響を受けたり影響を与えたり、意見がぶつかり合ったりしたことはみなさんの成長のための大きな財産です。何よりそこでの体験や仲間そのものが大きな財産だと思います。今後もみなさんに素晴らしい出会いや体験がずっと続くことを期待しています。

科学部顧問 T



←東大寺学園科学部 HP

第58回菁々祭特設ページです。

モノクロではわからない写真等をこちらでご確認ください。

※ネット版には名前等の一部編集があります。

部長の戯言

H

どうもこんにちは。部長をやらせてもらってるHです。戯言って何書きゃいいんだという感じですが、編集から書けるだけ書けとも言われてますし、何とか捻りだしますのでよろしくお願いしますね。この戯言コーナー、辿ってみたら始まったのは十年以上前でした。それまでは部長の挨拶とか部長の感想とか。内容は戯言と変わりません。

じゃあ部誌制作の事とか書きますか。中三から三年間表紙を担当させていただきましたが、今年のホントにこれでいいのでしょうか。

ぶっちゃけもとはただ暇で書いてた落書きです。ライ○ーの鎧の○人形態。影も形もありませんが。適当に手直ししていたら、急に普通のマッチョが書きたくなり、あもうこれ表紙でいいじゃんとなって今に至ります。最後にフラスコ追加してギリギリ科学部と言い張れなくもないように。友人からは愚○独歩とか言われましたけど。なんだア？てm((

こんなん表紙とか怒られそ…と思ってましたが、提出したら意外に好評でした。ホントにこれでいいんすか？

それよりこの戯言の方が怒られるギリギリです多分。まあいいや。時代や環境のせいじゃなくて…私が悪いんですよ。部誌の表紙がこんなものになったのは私のせいです。

これを書いている途中(八月下旬)、学校から「今年は文化祭、外部の人入れるよ」との発表があり、非常にやる気が出てまいりました。科学部の文化祭展示がどうなったかは、現地で直接この部誌を受け取ってくださった方はご覧になったかと思います。いかがでしたか？私はまだ見れてません。とても楽しみです。

やはり、多くの人に実際に見ていただけるというのはとても大きな動力源となりますね。完全に諦めていた中での決定でしたので僥倖も僥倖です。

今年一年の総括としては、コロナ禍以降、あまり部として外部に出向くような行事が行えておらず、ふがない気持ちが大きいです。関西生物部交流会への参加、灘高校の生物部の方々との採集会や、兵庫の科学館への遠足ができたのは良かったかな。

部長の仕事については、ろくな事書けないので割愛させてもろて。ろくでもない事し

かしてないのしょうがないですね。学校にある物でパンって作れるんですね。生の小松菜って茎はおいしいけど葉は死ぬほど苦いのでお勧めしません。あと生物室で爆裂魔法の詠唱はただの黒歴史にしかならないのでやらない方が良いでしょう。

机上の空論というか、計画だけ立てて実行できなかった実験が多いのが心残りでしょうか。失敗して途中で投げ出した実験も数知れずです。ゴカイの塩化リチウム水溶液下での体節形成の抑制とか。エクジステロイドによる節足動物の脱皮の促進とか。

最後に部員の方々へ。

どの学年も、とても頼りがいのある人が集まっており、自分のやりたいことが明確にある人が多いようで本当にうれしく思います。私が数年かけても見つけられなかったものを、ぱっぱと見つけてくるその姿にはとても驚くとともに後輩たちを導くことに大きなやりがいを感じていました。実際に導けていたかはともかくとして。

個人での活動が大きく、それを生かせる大会等も少ない科学部において、明確にやりたいこと・目標・自分の実験を持つことはとても重要なことです。是非ともそのまま、やりたいことに向かって突き進んでみてください。色々なことを経験するもよし、一つの実験を極めるもよしです。大事なのは結果ではなく、その目標へと向かう過程であると思います。失敗したとしても、その過程から何を見出すかです。結果だけを求めているはやる気も次第に失せていきますしね。イタリアの警察も言ってました。

部長が痛々しい事書いてて不安になってきますが、君たちなら大丈夫ですね。自慢の後輩たちですし。きっと何か凄いものを成し遂げてくれるでしょう。振りじゃないですよ。本心です。

仮にやりたいことが見つからなくても、ぜひ先輩たちに聞いてみてください。うちの部員はみんな優しいので、必ずヒントや助けをくれるでしょう。とりあえず何かに手を出してみるのが重要です。浅そう・簡単そうに見えた実験も、突き詰めればとても深い分野だった…とかよくある事です。炎色反応しかり、プランクトンの観察しかり。実験はするだけでも楽しいですよ。

三ページ目に突入するのはさすがにまずいので、そろそろ筆を置かせていただきます。ぜひ最後まで目を通していただければ幸いです。それでは失礼致します。

		目次				
05	光合成色素の抽出とペーパークロマトグラフィーによる分離					
09	レーザガン					
11	ルミノール反応と触媒に関する実験					
16	テレビリモコンの放つ赤外線の仕様					
18	音速と温度の関係性					
21	ヒメヒミズ?の液浸標本					
24	骨格標本班の歩み 2021~2022					
31	待機電力の咄					
36	樹脂標本の作成と挑戦					
42	大気汚染調査の小研究					
46	ウメノキゴケから作る pH 試験紙					
50	花卉に付着した酵母によるアルコール発酵について					
56	植物未分化細胞(カルス)の培養とその将来性					
01	顧問の一言					
02	部長の戯言					
64,65	編集後記					



SHIKISAI

光合成色素の抽出とペーパークロマトグラフィーによる分離

2年 M

1 光合成色素とは

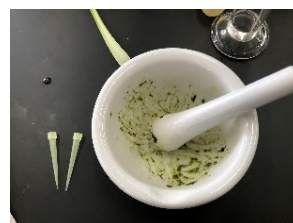
葉緑体中に含まれ光合成に必要な光エネルギーの吸収などを行う色素を指し、クロロフィル a,b,c、カロテノイド（カロテン、キサントフィル）、フィコビリリン（フィコエリトリン、フィコシアニン）などがあります。

○はその生物がその光合成色素をもつことを示す (◎はその中でも主要で特徴となる色素)				光合成細菌	シアノバクテリア	紅藻類	ケイ藻類	褐藻類	緑藻類	コケ・シダ植物
色素	化学的性質	光合成色素	色							
クロロフィル	Mgを中心金属とするポルフィリン環に、鎖状のフィトールが結合した脂溶性物質	クロロフィルa	青緑	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
		クロロフィルb	黄緑						◎	◎
		クロロフィルc					◎	◎		
		バクテリオクロロフィル			◎					
カロテノイド	鎖状の長い不飽和炭化水素で、脂溶性	カロテン	β-カロテン	橙黄	○	○	○	○	◎	◎
		キサントフィル	ルテイン	黄		○			◎	◎
			フコキサンチン	褐			◎	◎		
フィコビリリン	ポルフィリン環が開いた形で、中心金属をもたない。水溶性	フィコシアニン	青	◎	○					
		フィコエリトリン	紅	○	◎					

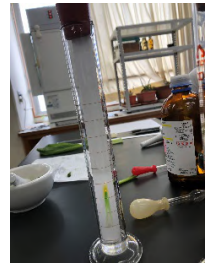
参考 視覚でとらえるフォトサイエンス生物図録（数研出版）

2 実験方法

- (1) メスシリンダーに展開溶媒としてキシレンを入れ、ゴム栓でふたをしておく。
- (2) 試料（ワカメ、コマツナ、キンカン）の葉を細かくちぎり、乳鉢に入れて乳棒ですりつぶす。ワカメだけはすりつぶしにくいので石英砂末をいれてすりつぶしやすくした。
- (3) ある程度すりつぶしてから抽出溶媒のジエチルエーテルを加え、抽出液を作る。
- (4) ろ紙の下から2～3 cmぐらいのところに鉛筆で線を引き、真ん中に液をつける原点を記す。
- (5) 毛細管で(4)の原点に抽出液をつける。
(ジエチルエーテルは揮発性が高くすぐ蒸発するので手早くしなければ抽出液がすぐになくなる。)

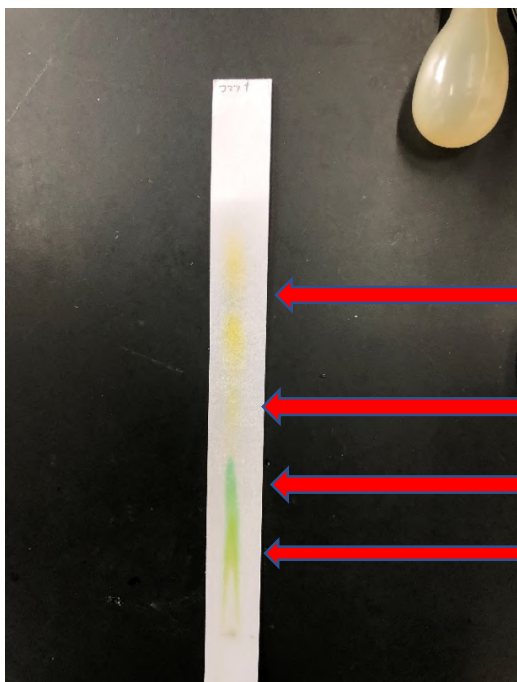


- (6) メスシリンダーの中に入れろ紙の下部がキシレンにつかるようにする。この時に原点がキシレンにつからないように気を付けなければならない。また、ろ紙の下部が液面と平行につかるようにする。平行でない場合、色素がろ紙の上に向かって広がらず失敗の原因となる恐れがある。
- (7) ろ紙の上部までキシレンが達したらろ紙をメスシリンダーから取り出す。



3 実験結果

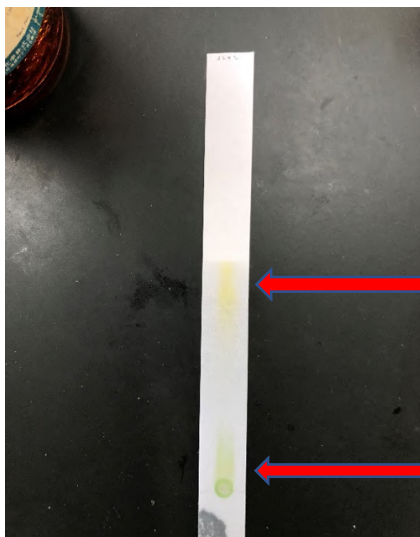
コマツナ



きれいに色が分かれ成功した。

- ← カロテン
- ← キサントフィル
- ← クロロフィル a
- ← クロロフィル b

キンカン

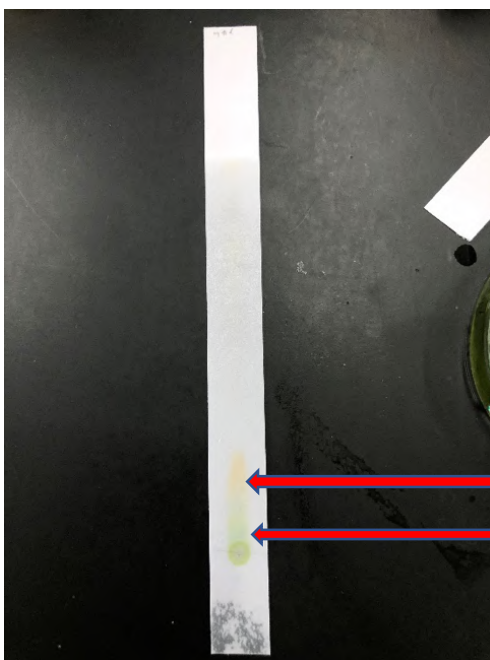


クロロフィルが2つにきれいに分かれず、ろ紙の上部までキシレンが達する前に取り外してしまいあまり上手くできなかった。

カロテン？

クロロフィル

ワカメ



ワカメでは濃い抽出液が作れず色が薄くなってしまい陸生植物のようにきれいにはできなかった。

ワカメは褐藻類でコマツナやキンカンなどとは種類が異なるので色の出方も異なりクロロフィルなんて出てこないだろうとおもっていたがクロロフィルを含んでいたことに驚いた。

フコキサンチン

クロロフィルc？

4 最後に

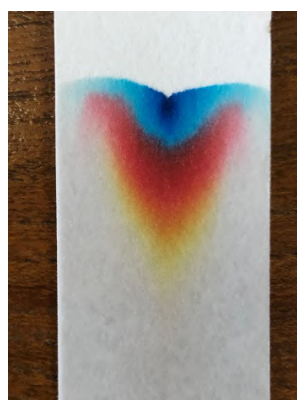
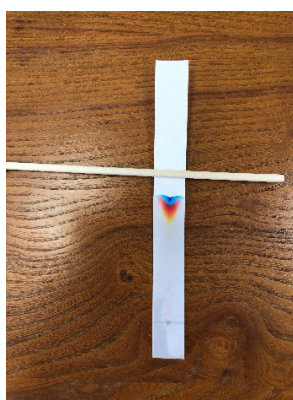
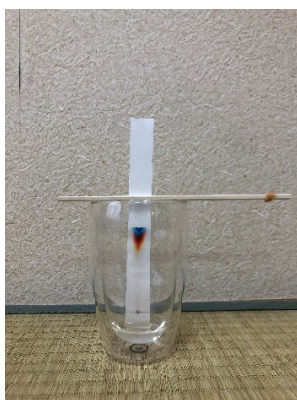
僕はこの実験で植物の光合成色素を分解してみました但同じような方法で水性ペンのインクも分けることができ、家でも簡単に出来るので興味を持った人はぜひやってみてください。以下にその方法をのせておきます。

【準備するもの】

コップ、割りばし、ろ紙、水性ペン

【方法】

- (1) 割りばしにろ紙をはさみ、ろ紙が動かないようにする。
- (2) ろ紙に水性ペンで点を描き、そこより下の部分を水につける。



0 はじめに

こんにちは。二年のTです。突然ですが「レールガン」なるものをご存じでしょうか。よくゲームやアニメなどで登場するあれです。実は今年、防衛省がミサイルの迎撃を主目的に研究をすると発表しました。レールガンについてあまり知っていることが多くないので調べてみました。つたない文章ですが、最後まで読んでいただくと幸いです。

1 構造

まず、レールガンとはなんのでしょうか。レールガンとは電気によって駆動するものではなく、電磁波によって弾丸を発射させる装置です。電磁波によってローレンツ力が発生し、弾丸を放ちます。ローレンツ力とは電磁場中で運動する稼働粒子が受ける力のことです。簡単に言えば電気の周りで発生する力。平行におかれた2つの電極をレールとし、その上に弾体となる金属片を置き、それぞれのレールを電源の電極につなげばレールガンは実現します。

- 弾体を置いた状態で電源をつけることによって、回路が発生する。
- 同時に磁場が形成される。
- ローレンツ力が働き弾体は発射される。

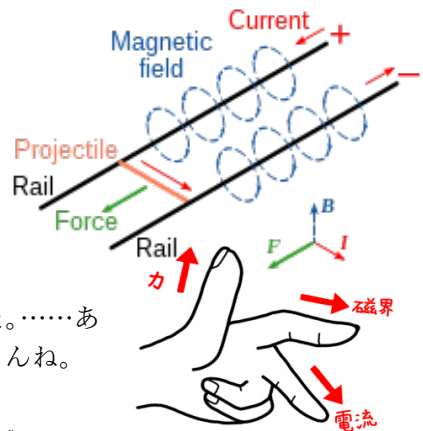
これが電源を入れてから発射されるまでの流れです。

次は原理を説明します。

2 原理

右の図を参考にしながら解説していきます。右下の図はフレミングの左手の法則を表す図で、電流、磁界、力の関係をまとめたものです。

弾体に入った時の電流を例にしましょう。この図では電流が奥から手前に向かって流れているので、磁界は弾体に垂直に、上向きに発生します。磁界と電流の指を図にあわせてみると、あら不思議、力の指の向きが弾体が発射する方向と一致しました。……あたりまえですね。力が加わって初めて発射しますもんね。



出典 Wikipedia
 (https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%83%B3)

2.5 補足

「磁場によって弾丸が発射されることはわかったけど、この回路だけでいくつも磁場が発生したよね。特にどれが発射にかかわっているの？」

いい質問です。特に弾丸の発射にかかわっているのは『「コ」の字の角の内側』です。

「コ」の面内で弾体の周囲に着目すると、磁場の向きは面に垂直かつ、「コ」の字

の内側と外側では逆になっています。さらに、「コの字」の内側は単純に磁場が強いため、弾速について支配的であるといえます。

つまり高出力を得るためにはレールの電流を強めるよりも、磁場源（磁石や電磁石）を置くほうが簡単に強くなります。

3 特性

メリット

- ・弾丸がミサイルと比べて安価
- ・火薬による砲弾の限界をはるかに超える高速度、かつ長射程を得やすい（つまりミサイル対策ということです）

デメリット

- ・レールと弾丸が接触していることで、ほかの電動駆動に比べエネルギーの損失が大きく電源要求（必要な電気の量）が多い
- ・速度表皮効果によって投入エネルギーの多くはジュール熱として奪われる
- ・温度上昇や接触不良、ジュール熱によって不要なプラズマが発生する（プラズマが発生することによって、電流がプラズマに流れてしまい、弾丸が受け取れるエネルギーが減ってしまう）

4 おわりに

いかがでしたでしょうか。~~2時間ほどで作ったので内容が濃いとは言えないですが、~~僕の記事を楽しんでくださったのなら大変光栄です。僕が好きなことを楽しんでもらえるならばと思い書きました。~~嘘です。先輩に圧かけられました。~~

ここまで読んでくれた方には感謝しかありません。ありがとうございました。

（参考）Wikipedia

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%82%AC%E3%83%B3>)

ルミノール反応と触媒に関する実験

4年 U

1. ルミノール反応とは

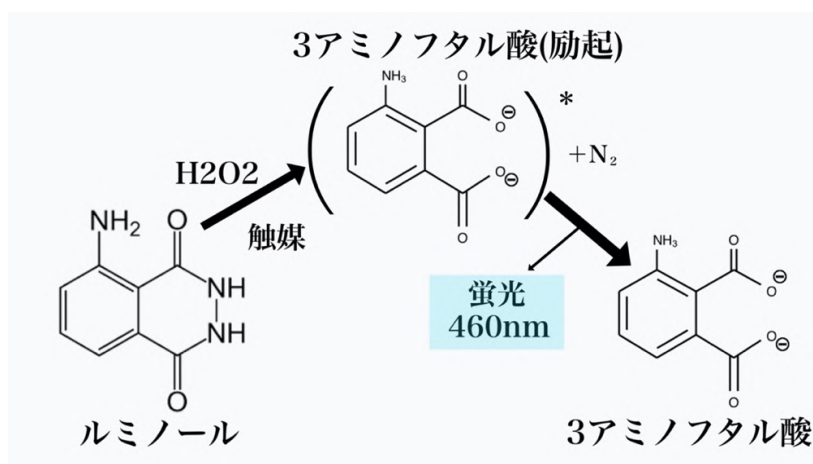
ルミノール(luminol)反応とは、ルミノール($C_8H_7N_3O_2$)という化合物が酸化されることで3-アミノフタル酸($C_8H_7NO_4$)に変化する反応で、青色に蛍光することが特徴の化学発光の一種です。ルミノール反応を観察するにあたってはルミノールを塩基性の溶液中で過酸化水素(H_2O_2)と反応させる必要があります、銅や鉄などの触媒が欠かせません。(下図) この反応は非常に高感度で、血液に含まれるヘモグロビンの鉄原子にも敏感に発光するため、科学捜査にも用いられているようです。反応の触媒として最もポピュラーなのはフェリシアン化カリウム (ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム、 $K_3[Fe(CN)_6]$) ですが、今回の実験ではいろいろな金属、金属塩で反応の様子を観察してみました。

硝酸鉄 (III)	$Fe(NO_3)_3$
硝酸銅	$Cu(NO_3)_2$
硫酸銅	$CuSO_4$
塩化鉄 (II)	$FeCl_2$
塩化鉄 (III)	$FeCl_3$
フェリシアン化カリウム	$K_3[Fe(CN)_6]$
アルミニウム (アルミ箔)	Al
アルミニウム (粉末)	Al

ルミノール反応の発光の様子はこちらのQRコードからどうぞ



(←使用金属)



2. 実験の手順

・溶液 A (ルミノール)

2mol の水酸化ナトリウム水溶液 (2MNaOH) 220ml に 3%の過酸化水素水 (H_2O_2) 100ml を加え、そこにルミノール ($\text{C}_8\text{H}_7\text{N}_3\text{O}_2$) 0.2g を溶かします。水酸化ナトリウムは溶液を塩基性にするために加えています。

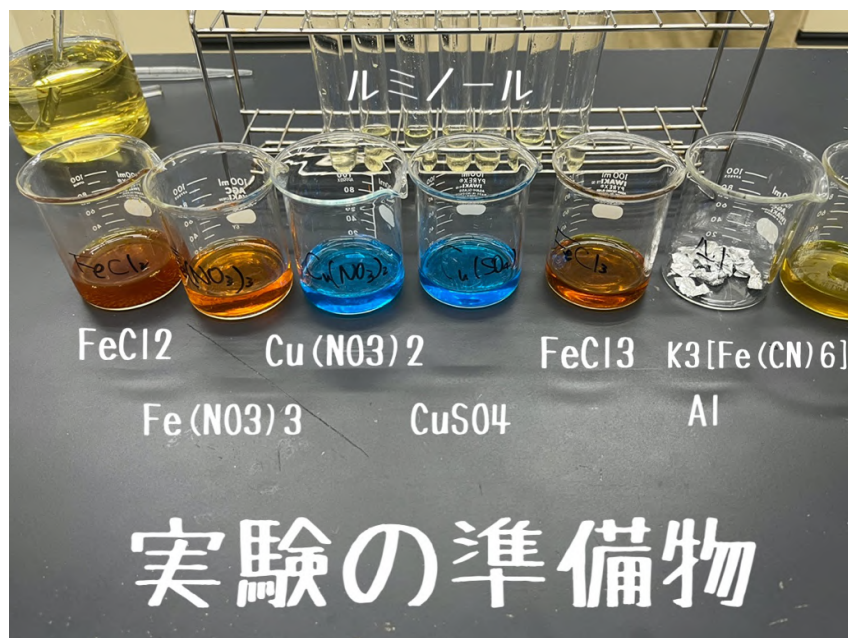
・溶液 B (触媒)

前ページで触れた 6 種類の金属塩 (アルミニウムはそのまま使用します) を、一旦 2g/10ml となるように水に溶かします。濃度を一旦揃えていますが、金属によっては触媒の性能が異なっていたため実験段階で薄めているものもあります。

・ルミノール反応

A 液に B 液を滴下します。この時、金属が触媒として有効であれば発光が起こります。また、一般的に触媒反応において触媒の濃度が高ければ反応速度は速く、濃度が低ければ遅くなることが知られています。今回の場合は、一瞬だけ発光するものは触媒の濃度が高く、緩やかに反応するものは金属の濃度が低いということになります。

鉄系の溶液は茶色っぽく、銅系の溶液は青っぽくなりました。↓



3. 実験

さて、手順を確認したところで実験をしていきます。発光の程度を測るために光度計を使うという手もあったのですが今回は暗室で目測しました。まずは、試験管にA液（ルミノール）を少量入れてB液の触媒が活躍するかどうか確認します。

触媒の金属塩、金属		反応の程度
硝酸鉄（Ⅲ）	Fe(NO ₃) ₃	△
硝酸銅	Cu(NO ₃) ₂	○
硫酸銅	CuSO ₄	◎
塩化鉄（Ⅱ）	FeCl ₂	○
塩化鉄（Ⅲ）	FeCl ₃	○
フェリシアン化カリウム	K ₃ [Fe(CN) ₆]	◎
アルミニウム（アルミ箔）	Al	△ ×
アルミニウム（粉末）	Al	△ ×

（発光を目測で区分）

・硝酸鉄（Ⅲ）について

発光は弱く感じられました。光もほんの一瞬しか出なかったため2g/10mlの濃度は濃すぎたのかもしれませんが。

・硝酸銅について

少し弱めでしたが十分目視できる光量で紫に近い色を放出しました。溶液を混ぜ合わせてから少し時間差で発光したので濃度が薄かったのかもしれませんが。

・硫酸銅について

明るく発光しました。これも少し遅く反応が起きました。

・塩化鉄（Ⅱ）について

弱めでしたが観察できる明るさの発光でした。発光は一瞬だったので濃度が濃かったのかもしれませんが。

・塩化鉄（Ⅲ）について

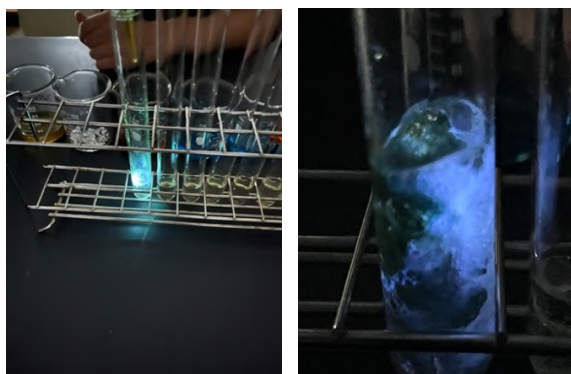
弱めでしたが観察できる明るさの発光でした。発光は一瞬だったので濃度が濃かったのかもしれませんが。

・フェリシアン化カリウムについて

とても明るく発光しました。濃度もちょうどいいようです。

・アルミニウム（アルミ箔）（粉末）

どちらも、発光しているのかどうか分かりにくく、発光よりも水酸化ナトリウムにアルミニウムが溶ける際の激しい反応が目立ちました。



(硫酸銅、フェリシアン化カリ)

試験管での実験を踏まえて、触媒の濃度に修正を施してから再度ビーカーで実験しました。

触媒の金属塩、金属		濃度	反応速度	程度
硝酸鉄 (III)	Fe(NO ₃) ₃	0.2g / 10ml	速い	△
塩化鉄 (II)	FeCl ₂	0.02g / 10ml	速い	△
塩化鉄 (III)	FeCl ₃	0.02g / 10ml	速い	△
フェリシアン化カリウム	K ₃ [Fe(CN) ₆]	2g / 10ml	ちょうど良い	◎
アルミニウム (アルミ箔)	Al	—	遅い?	△
アルミニウム (粉末)	Al	—	遅い?	△

・硝酸鉄 (III) について

先程の実験で反応速度が速かったので濃度を 10 倍に薄めてみましたが、反応速度は変わらず速いままでした。

・塩化鉄 (II) (III) について

硝酸鉄が 10 倍でまだ速かったので、100 倍に薄めてみました。しかし、反応速度が変わらないばかりか反応も薄くなってしまいました。

・フェリシアン化カリウムについて

めちゃくちゃ綺麗でした。反応の際の光について細かく観察してみたところ、青緑っぽい色から紫色に変化しながら反応していることがわかりました。

・アルミニウム (アルミ箔)

かろうじて反応が目視できました。アルミニウムを入れてからかなり時間が経ってから発光が起こりました。

・アルミニウム (粉末)

かろうじて反応が目視でき、薄く光っているのが確認できました。溶液全体が持続的に発光しているように感じました。

4. 考察

今回行った2つの実験について考察していきたいと思います。

実験で使用した金属は大きく分けて、鉄、銅、アルミニウムの3種類でした。触媒としての性能を分析していきます。

鉄は、発光の程度はまずまず（でも目視できる）で、反応速度はとても速かったです。現れる色は紫がかった青でした。

銅は、発光の程度はとても高く十分に目視できました。反応速度は遅く、溶液に投入してから十数秒後に発光が始まり、1分程度続きました。色は紫でした。

アルミニウムは、発光の程度が低くとてもわかりにくい印象、反応速度は不明です。薄く青色に発光しました。実験していて感じたのは、アルミニウム箔や粉末が投入されてすぐに発光するのではなく、水酸化ナトリウムと反応し溶けて初めて発光が起こっているのではないかということです。やはりイオン化した状態でないと触媒としての有効性は生まれないのでしょうか。

全体的に、反応速度は触媒溶液の濃度に左右されませんでした。途中のページで、触媒反応は触媒の量で反応速度が変わるということを申し上げましたが、ルミノール反応に関しては金属触媒自身に固有の反応速度があるのかもしれませんが、また、触媒によって微妙に異なる色の発光を示したのも関係があるかもしれません。

5. 終わりに

今回ルミノール反応に関して、数種類の金属や金属塩を実験しましたが、不明な点が多い結果となりました。この反応自体はルミノールの酸化反応でそこまで複雑な反応ではないはずですが、しかし、触媒となると反応環境を一定にしたり正確なデータを計測したりすることが難しくなり法則を見つけ出すことが出来ませんでした。今後の展望としては、金属触媒の種類を増やし、金属ごとの性質を観察できれば嬉しいです。典型金属と遷移金属の間にも、触媒としての性能の違いがあるのではないかと考えています。（あくまでも、仮説の段階で何の根拠もありませんが）実験環境を一定に保ち、各触媒のイオンも似たような状態にすることが重要かもしれません。

最後に、この実験に協力してくれた4年生、1年生ありがとうございました。



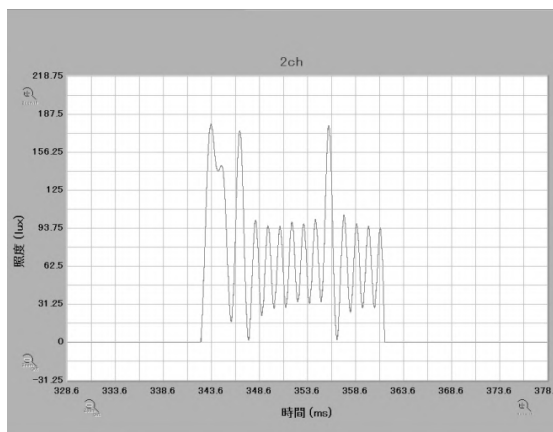
1 概要

現代のリモコンは先端部分から赤外線を出して、機械を操作していることはご存知だと思います。しかしながら、チャンネルや音量がどうやって正確に伝わっているのかまで知っている人は多くないと思いますので、本誌では光センサーの計測結果を基に書いていきます。

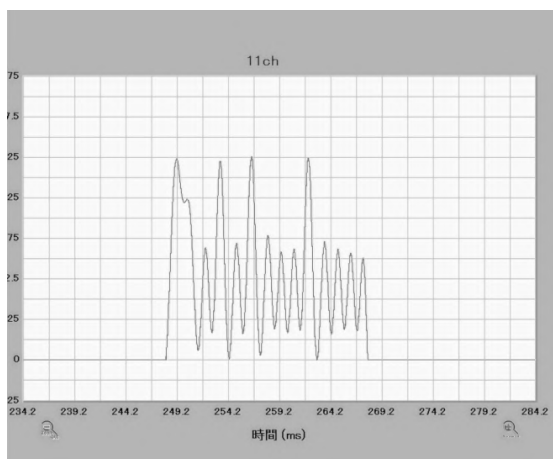
2 計測

リモコンから出た赤外線をセンサーが拾い、パソコン上で波として表示しています。

右上の画像は2チャンネルのボタンを押した時の波形となっています。1、2、9番目の波が大きく盛り上がっているのが分かりますが、どこの部分の波形が、2チャンネルのボタンが押された物であるという判断を、テレビが下したのかは分かりません。



という訳で右下の画像(11チャンネルの場合)を見ると、今度は1、3、5、9番目の波が盛り上がっています。この他のボタンを押した際に検出された波も1、9番目は盛り上がり、10～13番目は変化なし。2～8番目のみが変わっています。これらより、1番目と9～13番目の波によって電波を発した物が機械に対応した特定のリモコンであるということが分かります。この機構は電波が混在していても特定の信号のみを受信できるようにする、認証コードのような物なのです。



3 2～8 番目の波の意味

1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch
なし	2	3	2,3	4	2,4
7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
3,4	2,3,4	5	2,5	3,5	2,3,5

上の表は1～12チャンネルのボタンを押した際に2～8番目までの波で盛り上がった部分を下に洗い出したものです。この表だけ見ても規則性があると分かるだけだと思いますが、これを盛り上がった波を1、変化していない波を0とすると

1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch
0000000	1000000	0100000	1100000	0010000	1010000
7ch	8ch	9ch	10ch	11ch	12ch
0110000	1110000	0001000	1001000	0101000	1101000

この表のように変形できます。これは「2進数」という中学受験でも出てきた数の数え方を活用しています。

ふだん私たちの使っている数は「10進法」と言って、0～9の10個の記号を使い、1つの位に10以上の値が入ると1つ桁が上がるといふものです。これに対し、「2進数」とは、0と1の2つの記号だけを使い、1つの位に2以上の値が入ると1つ桁が上がるといふものなのです。1桁目には×1、2桁目には×2、3桁目には×4(2×2)、4桁目には×8(2×2×2)…というふうにすれば、押したボタンのチャンネルを正確に読み取ることが出来るのです。

試しに12チャンネルで換算してみますと、左端を1桁目として、 $1+2\times1+8\times1+1=12$ (最後の+1は1チャンネルの値を0としていることによる数値合わせをしているために付いている物です。)となって正しいことが証明されました。

これらの1～12チャンネル以外のボタンについても同様に波の形を1つ1つ決めることで、受信機は押されたボタンを正確に読み取って機械が動いているのです。

4 さいごに

これはあくまで1つのリモコンの仕様に過ぎないため、この他にも様々な方式がございます。参考程度にして頂ければ幸いです。「音速と温度の関係性」も同じ筆者が書いておりますのでこちらも併せてお読み下さい。

音速と温度の関係性

4年 T

1 概要

音速は温度によって変化し、温度が高ければ高いほど速くなるという性質があると
いわれています。

今回は半年かけて計測したデータを使ってこの性質と公式を検証します。

2 計測方法

まっすぐで長い筒の片端に栓をして、もう片端の入り口部分にマイクを設置しま
す。開いている筒の入り口から奥へマイクを挟んで手を叩き、最初にマイクが拾った
音と筒の中を通過して跳ね返って来た音の時間差から速度を求める、という方法です。

長さ 5.37m の兩極用の筒を使用しました。

3 音速の理論値

空気中における音速の公式は

$$\underline{0.6 \times \text{温度}(\text{°C}) + 331.5 = \text{速度}(\text{m/s})}$$

となっており、今回測った温度の近似値と基本的な温度の際の音速は

温度(°C)	10.0	12.0	15.0	20.0	23.0	25.0	30.5
速度(m/s)	337.5	338.7	340.5	343.5	345.3	346.5	349.8

このようになっています。この値に実測値が近く、作ったグラフの近似直線が上記に
酷似しているかどうかを見ていきます。

4 冬の音速

1月にとった記録です。「ms」とはミリ秒を表す単位であり、1秒は1000ミリ秒
として換算できます。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
温度(°C)	12.5	12.2	12.1	12.0	12.1	12.1
時間(ms)	15.8	15.9	15.7	15.8	15.7	15.9
速度(m/s)	338.8	338.3	341.7	338.8	341.7	337.7

5 春の音速

4月の記録です。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
温度(°C)	22.2	22.5	23.2	23.25	23.3	23.9
時間(ms)	15.3	15.6	15.6	15.6	15.5	15.6
速度(m/s)	351.7	344.6	343.4	345.2	346.3	345.2

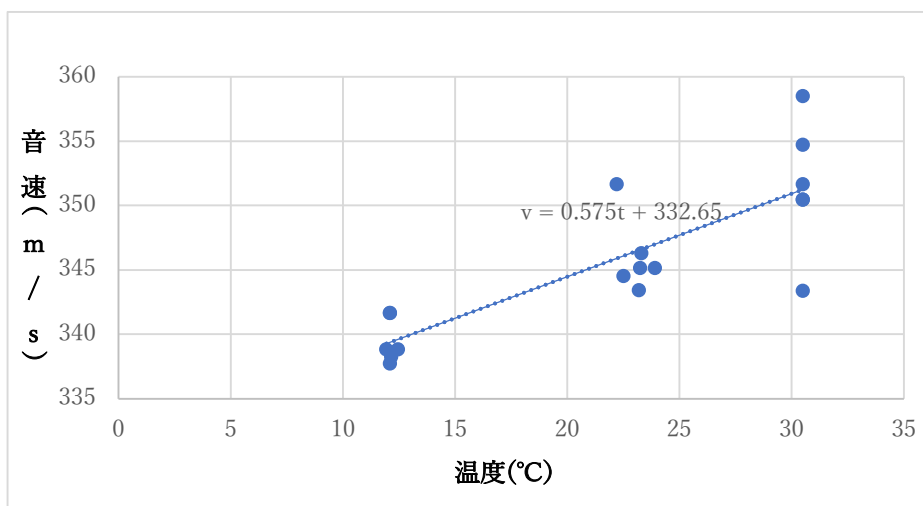
6 夏の音速

7月の記録です。

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目
温度(°C)	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
時間(ms)	15.0	15.6	15.3	15.3	15.3	15.1
速度(m/s)	358.5	343.4	350.5	350.5	351.7	354.7

7 公式の導出

4、5、6章の記録を使ってグラフを作ると



このようになりました。近似直線の値を見ると、

$$\underline{v \text{ (速度)} = 0.575 \times t \text{ (温度)} + 332.65}$$

となっており、公式の値と非常によく似た物となったので、正しい物と考えて差し支えないと判明しました。

8 さいごに

今回検証したこの公式はあくまで気体の空気中におけるものなので、液体や固体にする、あるいは空気以外の気体を使った場合は公式の値は変化します。実験を冬では暖房なし、夏では冷房なしの屋内で行ったため、データを取る時寒さに震えたり暑さで汗びっしょりになったりとそこそこ辛く感じました。

最後までお読みいただきありがとうございました。

第零章 はじめに

あっ、ども。はじめまして or おひさしぶりです。この挨拶をするのも最後になりました。平手友梨奈さんと山崎怜奈さんを推しております。ラストイヤーの5年生、Sです。ラストと言うことで気合いを入れて書きましたので是非最後までお読みください。

第一章 出逢い

それは突然訪れました。2022年4月14日15時(UTC+9)過ぎ、我々の部室、生物室に電子工作部員数名が塵取りを持って慌てた様子で来室しました。他の科学部員が私の名を呼び、振り返ると、その塵取りの上に何やら黒い物体が。「あれ?これ進○ゼミ図鑑で見たやつだ!」小学校低学年から小学館の動物図鑑を舐めるように読んでいた私にとって久しぶりのあの感覚。そこにいたのはヒメヒミズ(真無盲腸目モグラ科 *Dymecodon pilirostris* True, 1886)?(後述するように、種の特定ができなかった)の死体ではありませんか!まさか高校生の間に死体とはいえヒメヒミズ?と出会うことができるとは。とても興奮して変なテンションになったことを記憶しています。



第一・五章 ヒメヒミズについて

ヒメヒミズは、同じ真無盲腸目であるトガリネズミとモグラの中間、原始的なモグラのような種で、ヒミズ(同目同科 *Urotrichus talpoides* Temminck, 1841)と形態や生態がかなり似ています。トガリネズミとモグラは以下の様な相違点がありますが、ヒミズ・ヒメヒミズはその両方の特徴を併せ持ち、半地下生活に適応しています。

	トガリネズミ類	モグラ類	ヒミズ類
生活圏	地上	地下	半地下
前足	5本指	5本指だが第一指の付け根に鎌状骨がある	5本指
尾	比較的長い	比較的短い	比較的長い
眼	小さく退化	皮膚の下に埋没	小さく退化

耳介	ないものとあるものが混在	ない。触覚や嗅覚に頼る	ない。聴覚に頼る
----	--------------	-------------	----------

表中の鎌状骨とは、第一指のさらに内側に存在する棒状の骨で、これがあることによりモグラはより多くの土を一度にかくことができるようになっていきます。菁々祭ではコウベモグラ（同日同科 *Mogera wogura* (Temminck, 1842)) の骨格標本も展示されますのでそちらも是非ご参照ください。



また、ヒミズは「日不見」と書き、日光の下にほとんど現れないことからこの名が付けました。ちなみに、モグラは日にあると死ぬ、といった迷信がありますが、これは間違いです。モグラは地中で生活するため、地上では死体ばかりが見つかることからこの迷信が生まれたと考えられます。

第二章 葛藤

話を戻しましょう。興奮が落ち着いたところで、これをどう処理しようということになりました。小さすぎるので私が管轄する骨格標本はまず無理。透明骨格標本を管轄する安達氏に相談したところ、毛があるので無理。樹脂標本を担当する森本氏にも却下され、技術的に剥製又は半剥製なんて論外。そんなに標本の種類も知らない私の頭に残っていたのは、最後の切り札・液浸標本でした。

第三章 疾走そして完成

というわけで、顧問とも相談し、液浸標本を作ることに。しかし、その危険性（皮膚に触れると炎症を起こし、発癌性もあるらしい）から、ホルマリン($\text{CH}_2\text{O}_{\text{aq}}$)ではなく、触れてもちょっと酔うだけのエタノール水溶液($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{\text{aq}}$)を用いることになりました。用意するものは、

ゴム手袋、バット(棒並びにコウモリではない)、ヒメヒミズ(こちらはヒメヒミズ)、ピンセット、物差(定規ではない)、柄付き針、解剖鋏、駒込ピペット、体積パーセント濃度 60%エタノール水溶液、瓶
--

だけ！

まずは標本にする前に種々の記録です。採集場所、日付、性別(わかりませんでした)や体長、尾長などを記録します。これがなくては学術的に標本として成り立ちませ

んが、マジで忘れがちです。毎回死体を目の前にして気が逸っているのですが、私の、記録を忘れがちな癖はラストイヤーまで治りませんでした。反省。

気が済むまで記録観察写真撮影をしつくしたら、腹の下、肛門の上辺りに柄付き針などを駆使して小さな穴を開け、体内に駒込ピペットでエタノール水溶液を注ぎます。このエタノールが死体内部からの腐敗を防いでくれます。そして、瓶に死体が十分浸かる程度のエタノール水溶液を注ぎ、ヒメヒミズを入れ、気泡が取れるように振動を与えて完成です。



第四章 考察など

かなり小さな個体の標本作成でしたが、非常に綺麗にできたことに感動を覚えました。剥製や骨格標本とは異なり、直接触れられないという欠点もありますが、やはり生きていた姿のまま保存できる標本は美しいものです。内部の腐敗を防ぐために注いだエタノールが効いたのかは分かりませんが、破裂は起きていません。エタノール水溶液による脱色も懸念されましたが、今のところ目立った脱色は起こっていません。液がどんどん黄色くなっていくのは気になるのですが、、、

また、専門家の方に聞いたところ、この個体がヒメヒミズかヒミズかの正確な判断はできないということ。判断には歯の観察、頭と胴の比率などが必要だそうです。

第五章 後輩のみんなへ

標本作りは、Edison(1847-1931)の言葉を借りるなら、「1%の閃きと99%の努力」です。トラブルが起こったとき、いくら頑張ったところで打開策が思いつけなければ解決しないし、いくら妙案が浮かんだところで地道な努力がなければ完成しません。骨格標本は特にこの傾向が強いと思います。しかし、作るのが大変な分、完成した時の達成感は本当にすごいものですし、作り上げた標本は腐敗しない半永久的なものです。是非標本作りを受け継いでほしいのですが、ここは東大寺学園科学部。自分のしたいことをしたいだけできる環境です。この恵まれた環境をフル活用して、学校生活を楽しんでください。先輩として後世に遺せたものは殆どないので、このくらいのことしか言えませんがご了承ください。

4年半もの長き間、そして最後までお読みいただき本当にありがとうございました。

1. はじめに

皆さん、こんにちは。骨格標本班の5年のTです。3年のときに初めて部誌を書いてから今回で3回目、いよいよ部誌を書くのが最後になります。文章を書くのは下手くそですがご了承ください。さて、今回は今年製作したラットとウシガエルの骨格標本および、骨密度測定について話していこうと思います。今回は、骨格標本の製作過程についての説明は少し軽めですので、良ければ今年の部誌を読んでみてください。

2. 骨格標本の製作について

§1. 準備

骨格標本の製作にあたって必要なものをまとめておこうと思います。

● 動物

通販などで購入する。本校では、たまに校内の池で動物が亡くなっていることがあるので、それを標本にする。

● 接着剤

アロンアルファが好ましい。普通の接着剤では骨同士をくっつけるのが難しい。

● ピンセット、メス(解剖ばさみでもOK)、柄付き針

解体、除肉で使用する。

● ポリ袋

内臓や肉を捨てるため。

● バット

● ゴム手袋

● 酵素入り入れ歯洗浄剤

ポリドントを使うのがよい。タンパク質の分解や消毒、消臭、漂白の効果がある。

● ティーバッグ

小さい骨をポリドントに入れたりするとき、骨をなくさないためにする。

● ビーカー、シャーレ

骨の保存に使う。

● 発泡スチロール板、まち針

骨格標本の組み立てをするときにあったら便利。(筆者は、~~発泡スチロールの音が苦手なので、使わないですが。~~)

● 鍋、コンロ

やや大きめの動物のときは、一度茹でることが多い。
必要なものは大体こんな感じです。それでは本題に入りましょう。

§2. 製作記録

i ドブネズミ (ラット) *Rattus norvegicus*

① 入手

おそらく、先輩が4年以上前に通販で購入したものです。(通販で爬虫類などの餌用として売られています。)科学部の冷凍庫にありました。

② 製作

まず、冷凍されている状態のものは流水で解凍します。中途半端な解凍だと、皮がめくりにくく、内臓も取り出しにくいです。解凍が終わったら、肛門から首の手前にかけて内臓を傷つけないように慎重に皮を解剖ばさみで切っていきます。その後、皮を剥いていきます。皮を保存するつもりがなければ、無理に一度にすべての皮を剥く必要はありません。この時点では、肢の先などは皮が残っていても問題はありません。とにかく、骨を折らないように気を付けましょう。ある程度皮を剥いたら、内臓を取り出します。

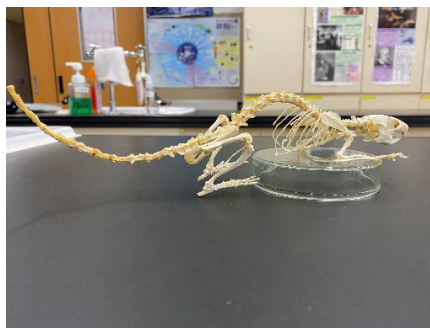
次に、大まかに除肉をしていきます。四肢と頭と尾を関節で外すと作業が行いやすいです。しかし、あまりに分解しすぎると、組み立てが大変になるので、ほどほどにしておきましょう。また、分けたものは、シャーレなどに入れて、どこの骨かわかるようにしましょう。万が一のために、写真を撮っておくとよいでしょう。大まかに除肉ができれば、ポリドントにつけます。2,3日つけるといい感じに肉が柔らかくなり、作業がしやすいです。ただし、くれぐれも、長くつけすぎないように注意しましょう。骨がばらばらになってしまうこともあります。また、同時に、靭帯もはがしていきましょう。

これらがすべて終わったら、オキシドールに20分~30分ほどつけて漂白します。20~30分というのは、あくまでも目安なので、その辺りは調整します。まだ、肉がある程度残っているのに、オキシドールにつけるのは、あまり好ましくありません。

最後に、組み立てです。必ず、完全に乾かしてからしましょう。アロンアルファで骨と骨を接着します。発泡スチロールとまち針を使って、骨を固定しながら組み立てると立体的にうまく仕上がります。

③ 感想

ドブネズミは体がそこまで大きくなく、骨も小さいので除肉・組み立ての難易度が高かったです。細い肋骨や肢の指の作業をするには細心の注意が必要です。ですが、今回はうまく鎖骨も残すことができたのでよかったです。鎖骨はあまりにも小さいので普段は知らないうちに消えてしまうことが多いです。最後に、完成後の写真を載せておきます。



ii ウシガエル *Lithobates catesbeianus*

① 入手

部員が池で捕まえてきたウシガエルを科学部の冷凍庫で保存していたので、それを使用しました。

② 解体・除肉

まず、解剖ばさみで肛門から口まで内臓を傷つけないように気を付けながら切り、背中の方まで皮を剥がします。哺乳類や鳥類と比べて皮は剥ぎやすいですが、強く引っ張りすぎて誤って骨を割ってしまわないよう気を付けましょう。皮を剥ぎ終わったら内臓を外します。そして、周りの筋肉や腱を外して四肢や頭を外して、除肉します。これについては、ラットとほぼ同じなので省略します。組み立ては、他のものに比べてやや易しいです。前肢と後肢の体幹に対する角度がカエルらしくなるようにうまく調整します。

③ 感想・考察

今までにカエルの標本を3,4回は作ったことがありますが、やはりカエルはほかの動物と比べて、明らかに骨の本数が少なく製作しやすいです。ぜひ、皆さんも作ってみてはいかがでしょうか？ ただし、ポリデントのつけすぎには注意しましょう。一度、頭骨がばらばらになって復元できなくなってしまったことがあります。

3. 骨密度測定

§1. はじめに

今回は、(実験した順に、)ニワトリ、ウシガエル、ドブネズミ(ラット)、アカミミガメの骨密度を測定しました。皆さんはどれが水に浮くか予想できますか？よく、鳥類は空を飛ぶために骨を軽くしているといえますよね。このことを実際に実験で調べてみたかったのでやってみることにしました。また、実験については、誤差が大きいと思いますが、ご了承ください。今回使用した骨はすべて肢の骨です。今回の実験方法は水に骨を入れるというものです。

§2. 準備

準備するものを簡単にまとめておきます。

- 測定するための骨

骨格標本の製作で、失敗して使えなかったものを再利用した。

- 電子天秤

- メスシリンダー

- 駒込ピペット

- 柄付き針

水に浮く骨を支える。

§3. 実験結果

まず、大まかに調べるために水に浮かべてみました。下の写真で、左から順にニワトリ、ラット、カエル、カメです。このうち、水に浮いたものは、ニワトリ、カエルでした。

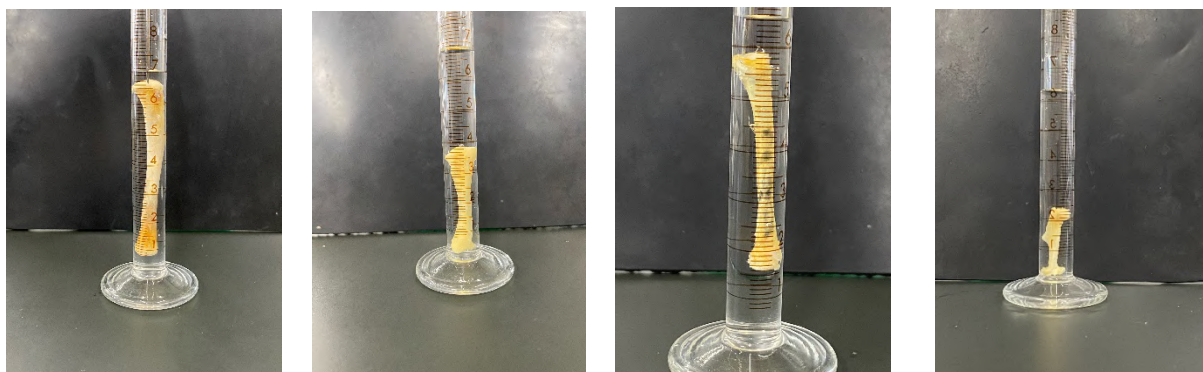


次に、実際の体積・質量から、密度を計算した結果は次の通りです：

	質量(g)	骨を入れる前の体積(cm ³)	骨を入れた後の体積(cm ³)	体積(cm ³)	密度(g/cm ³)
ニワトリ	0.87	6.02	7.01	0.99	0.88
アカミミガメ	1.08	6.03	6.81	0.78	1.39
ウシガエル	0.48	5.98	6.59	0.61	0.79
ラット	0.28	6.08	6.29	0.21	1.33

左から順にニワトリ、アカミミガメ、ウシガエル、ラットです。

予想通りニワトリの骨密度はかなり低いということがわかりましたが、ウシガエルはそれよりも低かったです。



§4. 考察

今回考えられる誤差の原因として、以下の2つが考えられました。(もちろん他にもたくさんあると思いますが…)

① 柄付き針を使用した際の、水につかる部分の影響

以下の場合で計算してみました：

- 柄付き針の先5.0mmが水につかっていたとして、さらにその形状が三角錐であり、先から5.0mmのところでの、柄付き針の太さ(断面の直径)は1.00mmである。この数値についてはマイクロメーターで計測した(写真1)。



結果

水につかった体積を V (cm^3), 半径を r (cm), 高さを h (cm) としたとき

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$

となるので、今回の値 つまり $r = 5.0 \times 10^{-2}$, $h = 5.0 \times 10^{-1}$ のとき、

$$V = \frac{\pi}{3} \times 1.25 \times 10^{-3} \approx 1.3 \times 10^{-3}$$

となり、 1.3×10^{-3} (cm^3) の誤差が生じます。

しかし、これは、このメスシリンダーの最小目盛り (0.1cm^3) の $\frac{1}{100}$ 程度であり、今回の測定にはあまり大きな影響を及ぼしていないと考えられます。

② メスシリンダーの誤差

10mL メスシリンダーでは目盛りの誤差が $\pm 0.1 \sim \pm 0.4\text{mL}$ 程度あるようなので実際に以下のように、調べてみました:

- 測定時に使用したメスシリンダーの 10cm^3 は正確には何 cm^3 であるのか? 今回は電子天秤での測定結果に誤差がなかったものと仮定した。

結果

まず、メスシリンダーを用いて純水 10mL (10.08mL でした) をできるだけ正確に測り、その質量を電子天秤で計測すると、次のようになりました。

メスシリンダーでの水 10.08mL は 9.92g

また、水温は 27°C であり、そのときの水の密度は $996.526(\text{g/L})$

(水の密度 (<https://www.ryutai.co.jp/shiryou/liquid/water-mitsudo-1.htm>) より)

であることを用いれば、実際の体積は

$$\frac{9.92\text{g}}{0.996526(\text{g/mL})} \approx 9.955\text{cm}^3$$

となるので、「(メスシリンダーで測った 10.08mL) = 9.955mL 」がわかり、

実際の体積はメスシリンダーで測った体積の約 98.8% であることがわかりました。これは、ある程度誤差を生じさせていると考えられます。骨密度を計算しなおしました。その結果は次の通りです:

ニワトリ: 0.889 (g/cm³)

アカミミガメ: 1.401 (g/cm³)

ウシガエル: 0.796 (g/cm³)

ラット: 1.350 (g/cm³)

§5. 感想

部誌を書く際に、骨格標本の製作について書くだけでは何か物足りなく、何をしようか考えていたとき、M先生に「骨格標本作ってるんだし、骨密度でも測定してみたら」という意見を頂きました。そうして、骨密度の測定を始めたのですが、初めに想像していたよりも何倍もいい実験でした。骨密度について測定していた時に、誤差などを考えたりできたのでいい経験になったと思います。最後に、この実験に協力して頂いたM先生、本当にありがとうございました。そして、この部誌をお読みになっていただいた皆さん、ありがとうございました。

待機電力の咄

5年 A

1. はじめに

どうも、はじめましての方ははじめまして。去年は透明骨格標本の記事を執筆しました、5年のAです。今年は最高学年として編集も担当しました。編集後記を執筆したのですが、そちらは読まなくても構いません。

さて、今年は、透明骨格標本の方で芳しい成果が得られなかったので、部誌を書くつもりはなかったのですが、少し書きたいことができ、筆を取った次第です。実験などを行ったわけではないので、ちょっとした小噺のつもりで読んでいただければ幸いです。

2. 待機電力とは？

みなさんは待機電力という言葉を知っているでしょうか。多くの方は知ることがあると思いますが、待機電力がどの程度のものかまで知っている方は少ないのではないのでしょうか？

待機電力とは、さまざまな家電において、使用していないときに消費する電力のことです。待機電力は個々では微々たるものですが、積もり積もれば無視できるものではなく、電気代への負担があるだけでなく、省エネの観点から見ても減らしていきたいものです。

3. 待機電力の発生する原因

待機電力の発生する原因として、家電の種類によってさまざまなものが挙げられます。

まず、給湯器、冷蔵庫、警報や家電のタイマー機能のような、使用をしていない際でもその機能のために主電源を切らずにおくものに発生する電力があります。待機電力自体に明確な定義がないため、場合によってはこれは待機電力と呼ばないこともあります。

次に、テレビ、オーディオ、エアコンなどのリモコンで操作する機械で、いつでもリモコン操作を受け付けられるようにするために必要な電力があります。意外と気づかない、盲点のような部分ですね。筆者も今まで着目することがありませんでした。

そして、充電器などの、コンセントに繋いでいるだけで発生する電力があります。例えば充電器の場合は、内部のACアダプタの動作を安定にするための回路が定期的

に電力を消費します。

最近の家電は省エネの工夫がなされているのでそれほど多くの待機電力を消費しないものも多いですが、一つ目と二つ目は比較的電力を消費しているため、減らせるものは減らしていきたいところです。

では、一体、各家電はどの程度の電力を消費しているのでしょうか。それぞれの種類の家電ごとに調べてみました。データは古いですがご了承ください。

4. それぞれの家電での待機電力（平成 20 年度の調査によるもの）（単位は W：ワット）

4.1. 映像・音響機器

テレビ（ブラウン管）	: 0.87
テレビ（液晶）	: 0.37
ビデオデッキ	: 2.60
HDD・DVD レコーダー等	: 3.40
オーディオ（一体型・セパレート型）	: 2.86
スピーカー	: 0.32

機器の最新化が早い分野の家電なので、今のものはこのデータより少ないと考えられます。テレビはやはり新しい液晶テレビの方が少ないデータになっており、ここには載せていませんがプラズマテレビはさらに少なく、0.28 との結果が出ていました。オーディオ機器やレコーダー、こちらもここには書いていないですが TV ブースター（2.93）、ホームターミナル（3.46）、テレビ放送チューナー（1.58）なども高い値で、発生する余分な電力を削りたいところですが、利便性に関わるので長期間家を空けるような時に、コンセントを抜いておくのがいいと思います。

4.2. 情報・通信機器

デスクトップパソコン（セパレート型・液晶）	: 2.41
デスクトップパソコン（一体型）	: 1.97
ノートパソコン	: 1.20
プリンタ	: 0.33
外部記憶装置	: 1.05
外付けモデム	: 6.64
ワープロ	: 0.00

電話機 (FAX 付)	: 3.36
電話機 (FAX なし)	: 2.83
FAX 専用機	: 7.29
インターネットターミナル	: 5.97

こちらも 4.1.と同様、実際の値はこれより低いと思われます。この調査結果によると、デスクトップパソコンよりもノートパソコンの方が電力を消費しないようです。また、昔はインターネットに接続するために不可欠であったモデムがかなり高い値になっていますが、現在よく利用されている光回線では ONU (5.97) に取って代わられているので若干減少しています。電話機は FAX がないものの方が低い値になっていますが、FAX 専用機が非常に高い値になっているので、よく FAX を利用するという方は FAX 付きの方が消費する待機電力が少なく済むということがわかります。

4.3. 家事・調理機器

洗濯機	: 0.47
洗濯乾燥機	: 0.04
衣類乾燥機	: 0.28
電子レンジ	: 1.09
電気オーブン	: 0.00
電気炊飯器	: 1.12
クッキングヒーター (=IH)	: 1.97
コーヒーマーカー	: 0.03
食器洗乾燥器	: 0.77
食器乾燥機	: 0.00

食器乾燥機や電気オーブンは 0.00 であることから伺えるように、全体的に少ないことがわかります。使用頻度も多いので、待機電力を考える必要はそれほどないかもしれません。

4.4. 給湯機器

給湯器 (ガス式床暖なし)	: 6.36
給湯器 (ガス式床暖あり)	: 11.02
給湯器 (石油式床暖なし)	: 8.17
給湯器 (石油式床暖あり)	: 3.52

ふろがま（石油式）	： 5.86
浴室換気乾燥器	： 3.61

ここでのカテゴリー分けは、引用した資料のものをそのまま使っているのですが、このカテゴリーは他の家電に比べて大きな値となっているためか、別カテゴリーとなっていました。ただ、この部分も、4.3.にも増して今から待機電力を減らすために何か行動することは難しいので、これから買い換えようと思っていられる方は考えてみるといいかもしれません。

4.5. 冷暖房・空調機器

冷暖房兼用エアコン	： 2.42
冷房専用エアコン	： 1.54
可搬式ストーブ（電気）	： 0.22
可搬式ストーブ（ガス）	： 2.54
可搬式ストーブ（石油）	： 2.03
電気こたつ	： 0.02
ホットカーペット	： 0.17
扇風機	： 0.52
空気清浄機	： 1.74

可搬式ストーブは電気のものの方が地球温暖化対策にもなり、いいようです。しかし、意外にも冷房と暖房をまとめた冷暖房兼用エアコンよりも冷房専用エアコンと可搬式ストーブ（電気）を使用した方が待機電力が抑えられることがわかります。一概にその方がいいとは言えませんし、待機電力以外では冷暖房兼用エアコンの方がいい、ということもあり得ますが、筆者は総じて一つの機器にした方が少ないと考えていたのでこれは意外な結果でした。

4.6. 充電機器

携帯電話	： 0.25
携帯音楽プレーヤー	： 1.04
ポータブルゲーム機	： 0.60
電動歯ブラシ	： 0.80
デジタルカメラ	： 0.56
ビデオカメラ	： 0.81

いずれも値はとても小さく、人によってはとても頻繁に使うだろうものも多く含まれていますので、待機電力を減らすためにと工夫するほどではないと思われます。

5. まとめ

4.1.と 4.2.で記したような家電は待機電力は大きいものの使用頻度もそれなりに多いため、長い間使わないと分かっている状況なら、コンセントを抜くなりして対策するのが良いでしょう。また、一部を除いて当然機能をまとめたものの方が待機電力を抑えることができますし、一度購入してしまうと値段的に買い換えるのが難しいものもありますので、この記事がこれから皆様が家電を購入する際に、その機能に加えて待機電力についても、一層よく考えて購入するきっかけになれたならと思っています。

6. おわりに

家電の進歩は凄まじいもので、現在はここで示したデータより低くなっているかもしれないですが、塵も積もれば山となり、1Wの待機電力を一年間放置すると、約237円の損失(1kWh=27円とする)となります。家電が集まっている場所にはスイッチ付きテーブルタップを利用するなどして、この損失を減らしてみてください。最後まで読んでいただきありがとうございました。

《参考文献》

平成20年度 待機時消費電力調査報告書 - 資源エネルギー庁

(<https://archive.org/details/manualzilla-id-6531074/page/n95/mode/2up>)

待機電力 - Wikipedia

(<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%BE%85%E6%A9%9F%E9%9B%BB%E5%8A%9B>)

樹脂標本の作成と挑戦

5年 M

1. はじめに

ほとんどの方は「はじめまして」だと思います。去年は、編集後記だけを担当しました。「去年の科学部の部誌なんて読んでないよ」という方は、科学部の HP から名前等の編集をしたネット版がダウンロードできます。編集後記は読まなくていいですが、部誌の他の部分は是非お読みください。(宣伝)

本題に入ります。樹脂標本はご存知でしょうか？端的に言えば「琥珀のようなもの」です。その造形が美しいことからインテリアとして売られていることもあります。ひょっとしたら持っているという方もいらっしゃるかもしれません。

2. 作り方

やはり、作り方が気になりますよね？ここでは作り方を説明していきます。

☆準備☆

■ エポキシ樹脂

今回の部誌ではすべて日新クリスタルレジン NEO を使用しています。

■ ゴム手袋

エポキシ樹脂がわりと危険(手がかぶれる)なので、ゴム手袋をするべきです。

■ タッパー

樹脂を流し込む容器であればなんでもいいですが、取り出すのにタッパーだと少し楽です。底にポコッと突起があることがあります。天敵です。

■ 新聞紙

机等が汚れないようにするために使います。結構な確率でこぼしてしまうので、あった方が良いでしょう。

■ 電子天秤

作るのに重量を量る必要があるので、必須です。しかし、ある程度大雑把に量っても問題がなく、電子天秤が汚れる可能性もあるので、高性能・高級すぎる電子天秤を使う必要はないです。

■ 標本対象

甲虫などの、体内にそれほど水分を持たない昆虫などが標本作成しやすいです。

■ エタノール

本稿ではすべて 99% のものを殺菌や防腐、脱水を目的として使用しています。

準備が終わると、基本的に2工程しかありません。iiを繰り返し、完成させます。

i 標本にする物体から水分/空気を抜く。

ii 主剤と硬化剤を重さの比で2:1で量り取り、よく混ぜて、タッパーに入れる。

※上記の通り主剤と硬化剤を量りとり、混ぜたものを“混合液”と本稿では呼称する。

これで出来上がるので「ここで樹脂に関する原稿はおしまい」としたいところですが、他の部員からの睨みが怖いので続行します。もう少しお付き合いください。

<作業0>

タッパーに薄い樹脂の層を作ります。本稿ではこれを“底”と呼称します。この底があることで、標本対象が沈まずにすみます。なお、昆虫などの樹脂に浮くものが標本対象であった際はこの<作業0>は不要です。

<作業1>

標本対象から水分/空気を抜く必要があります。これをサボると、後述しますが、大失敗してしまいます。空気は出てきても少し見栄えが悪くなったり、ポコポコと穴が開いたりするだけなので、細心の注意を払うというほどではありません。対策は、iiのときに温めることです。これで空気は抜けます。

水分を抜くために僕はエタノールに浸けることかシリカゲルを使用することが多いです。ただ、水分を抜く方法はまだ完璧に確立できているわけではなく、今後の課題です。

<作業2>

タッパーに標本対象をいれ、そこに混合液を入れます。一度に入れすぎると、樹脂の硬化で熱が出て危険です。なので、タッパーに混合液を入れる回数を小分けにします。この<作業2>を繰り返すことになります。

<作業3>

出来上がった樹脂標本の表面を研磨したりして、より綺麗に仕上げる手段はあるのですが、僕はしていません。なぜかというと、めんどくさい研磨をしなくても売り物にするわけではないので、標本として十分綺麗に仕上がるからです。

3. 作成記録

ここからは樹脂標本の作成記録を紹介します。成功例、失敗例両方ありますが、ポーッと見ていただくと幸いです。モノクロ印刷なので、よくわからないという場合があるかもしれません。そのときは、是非ネット版を覗いてみてください。

① オオスズメバチ



この写真では非常に分かりにくくなっていますが、表面に膜が張り、うまく固まりませんでした。これを本稿では「膜張現象」と呼ぶことにします。

この標本を最後に「膜張現象」は起きていないので、原因は特定できていませんが、主剤と硬化剤がうまく混ざっていなかった、と予想されます。

② 花(キク科の一種)

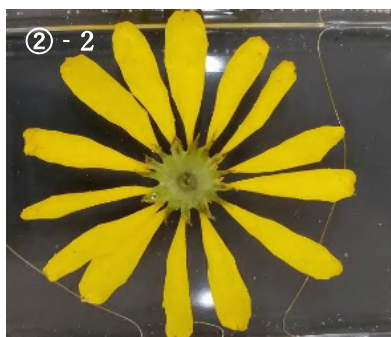


(②-1)

処理をせず、ただ樹脂に封じましたが、色は落ちませんでした。しかし、花弁がカールしてしまいました。

(②-2)

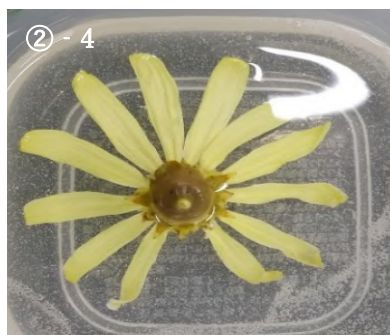
花をシリカゲルに沈めることで脱水し、その後、樹脂に封じました。花弁が少し縮む以外に影響はなく、脱色もせず、花弁がカールすることはありませんでした。後述しますが、花弁が少し縮むことにさえ目をつむれば、この方法が最もきれいに花の形を残すことができました。



(②-3)

<作業1>の項で少し触れましたが、脱水の方法として、シリカゲル以外にエタノールを使う方法があります。エタノールを脱水させる目的で使用しました。この写真の花はエタノールに1回浸けました。これを「エタノール処理1回」と本稿では表記します。「エタノール処理1回」では脱水が不完全なため、花弁の先がひどくボロボロになっています。また、少し色が薄れています。これは、エタノールが脱色する作用を併せ持つからです。





(2) - 4)

「エタノール処理 2 回」では脱水がしっかりとできたため、花卉のほとんどがまっすぐの状態です。樹脂に封じることができました。しかし、エタノールの脱色作用で、微妙にうすい黄色になってしまいました。

(2) - 5)

「エタノール処理 3 回」でシリカゲルで処理した時と大差がないほど脱水ができたので、採取時に近い形を保って樹脂に封じることができました。しかし、黄色かった花がエタノールの脱色作用でほとんど白色になってしまいました。



②の結論として、色をとるならシリカゲルを、形をとるならエタノールを、というふうに、何を目的とするかで、処理方法を変えるべきです。

③ キンカン



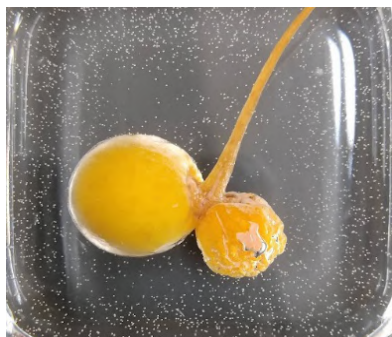
先ほどから何度か、脱水をする必要があると書いていますが、脱水をしないとどうなるのかというと、左の写真のようになります。気泡が入っているかのように見えますが、これはキンカン内の水分が外に飛び出した跡です。キンカンに脱水処理を何も行わなかったため、このように失敗してしまいました。水分を多く含むものを樹脂標本にすることが今後の課題です。

④ コンゴテトラ



樹脂に封じれば必要ないと思い、脱水、防腐処理をしなかったところ、樹脂に穴をあけ、体液が出てきてしまいました。これに伴って、異臭もし、悲惨な結果になりました。左の写真は、樹脂に穴が開いたときのもですが、この後、さらにもう一層樹脂を流し、完全に封じ切ったことで、においはほとんどなくなりました。ただ、体液のせいか、表面が曇ってしまいました。

⑤ ギンナン



樹脂に封じ込めた時、発されるにおいは閉じ込められるのか。という疑問から、後輩が持ってきてくれたギンナンを樹脂標本にしました。完成するまではギンナン特有のなかなか強烈なおいがしていたのですが、樹脂に封じると、ほとんどその匂いがしなくなりました。水分を多く含まず、においが強烈なものは樹脂標本にするのが手なのかもしれません。

⑥ 透明骨格標本(コンゴテトラ)



樹脂標本に透明骨格標本を入れるという課題は失敗しました。透明骨格標本の周りだけ樹脂が固まらなかったのです。また、④で「体液のせい、表面が曇りました」と書きましたが、それと同様のことがこの標本でも起こりました。透明骨格標本自体が貴重なことから、透明骨格標本を樹脂に封じる試みがほとんど行っていないことから、原因究明はできていません。

⑦ ギンヤンマ



全体的によくできたのですが、右下の写真(左の写真の一部を拡大)のように、翅の裏側に大きな気泡が入っています。樹脂標本で最も難しいといえるのが、気泡を抜くことでしょう。この対処は今後の課題です。



おまけ

スペースが余ったので、エタノールがどれくらい脱色するかを書いておきます。ツバキを1ヶ月エタノールに浸けました。



⑧ 骨格標本(カエル)

右の写真のように、骨格標本を樹脂に封じました。骨格標本は容易に封じられるということ、また、瞬間接着剤は樹脂硬化に影響しないことがわかります。



4. 樹脂標本の長所

- ・耐久性に優れている

少々落としても割れません。こちらとしても安心して展示できます。

- ・どの角度からでも見ることができる

下からも見ることができるというのは樹脂標本だからこそできることです。

- ・長期保存が可能

黄ばむことはありますが、昆虫標本のように中身が粉になったりはしません。

→博物館などでも実際に標本として使用されている。

5. 樹脂標本の短所

- ・基本的に取り出すことができない

取り出せないのも、後から研究に使用したりすることが困難です。

- ・樹脂標本を作成するのに必要なエポキシ樹脂が非常に高価

最近、値上げがあって、1.5kgのセットで約10000円します。

- ・直接触れることができない

鑑賞しかできないため、そこから発展させることが厳しいです。

→標本としての価値を考えると低く、観賞用としての域をでることが難しい。

6. さいごに

本稿では何度も「これは今後の課題です。」と書いてきました。ラストイヤーの今年、こんなにも今後の課題を残して科学部を去るのはなんとも心残りですが、これらの今後の課題は後輩に託すこととなります。実は、僕も10年ほど前の部誌で今後の課題とされていたものに挑戦していました。透明骨格標本を樹脂に封じるという試みです。ついには解決することができず、そのまま今後の課題となってしまいましたが、いつか、本稿での今後の課題たちが解決されることを切に願います。

樹脂標本作成に手伝ってくれた後輩、標本対象となった生物、などなど感謝しだすと止まりませんが、感謝しております。

最後までお読みいただきありがとうございました。

1. はじめに

たまにはデータの取れる実験をしてみようと思い、この実験を始めました。始めた時期が遅かったため、十分なデータをとれず、タイトルにあるようにこの原稿は短めとなりました。この実験では酸性雨の原因にもなる二酸化窒素(NO_2)の大気中の濃度について調べました。不正確な部分が多い結果となったことをおことわりしておきます。

2. 準備物

- i ザルツマン試薬
- ii トリエタノールアミン($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3$)
- iii アセトン($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)
- iv 標本瓶
- v 分光光度計

N-1 ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩
 ($\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{N}_2 \cdot 2\text{HCl}$)
 スルファニル酸
 ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}_3\text{S}$)
 酢酸
 (CH_3COOH)

3. 実験内容

- ① トリエタノールアミンを含ませたる紙に二酸化窒素が触れることで、二酸化窒素がトリエタノールアミン亜硝酸塩($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3\text{H} \cdot \text{NO}_2$)、トリエタノールアミン硝酸塩($\text{C}_6\text{H}_{15}\text{NO}_3\text{H} \cdot \text{NO}_3$)としてろ紙に取り込まれる。
- ② ここにザルツマン試薬を加えることで、ザルツマン試薬の主成分の一つであるスルファニル酸とトリエタノールアミン亜硝酸塩が反応しジアゾ化合物が生成される。
- ③ 生成した物質は、ザルツマン試薬のもう一つの主成分である N-1 ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩と反応し、カップリング反応によって赤橙色のアゾ染料の発色が見られる。
- ④ 分光光度計(右写真)を用いることで、発色を数値化してデータとしてとることができ、二酸化窒素濃度と二酸化窒素とザルツマン試薬の発色の関係を示した検量線から、大気中の二酸化窒素の濃度を調べることができる。



4. 実験方法

<1>ザルツマン試薬作成

- ① N-1 ナフチルエチレンジアミン二塩酸塩 $2.5 \times 10^{-2} \text{g}$ を純水 $5.0 \times 10 \text{ml}$ に溶かす。
- ② スルファニル酸 5.0g を $9.0 \times 10^2 \text{ml}$ の温水(酢酸 $5.0 \times 10 \text{ml}$ を含有する)に溶かす。
- ③ ②を冷却し、そこに①を加え、純水で 1.0L とする。

※実際には 1.0L もいらないので、比率を考え、これよりも少量で作成した。

※ザルツマン試薬は1か月ほどしか使用できないことに注意が必要である。

<2>二酸化窒素の濃度を求める

二酸化窒素の水溶液を様々な濃度で作成し、各々に対してザルツマン試薬がどれくらい発色するかを調べる。データを数値化するために分光光度計を使用して各溶液の吸光度を調べ、それをもとに吸光度と二酸化窒素濃度の関係をグラフ化し、これを検量線とする。

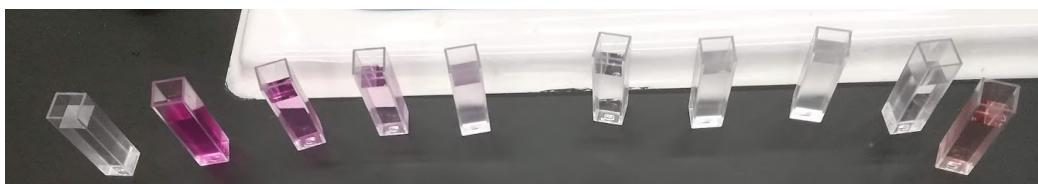
<3>捕集液作成

ii と iii を用いて、 $10 \text{vol}\%$ 溶液(ii が体積で 10% 含まれる溶液)を作成する。

<4>測定

<3>で作成した捕集液を含んだろ紙を各標本瓶に入れ数日間放置し、回収後、i を 2.0ml 、純水を 8.0ml 加え、変色させ、それを分光光度計にかけ、二酸化窒素濃度を測る。

以下のように変色した。



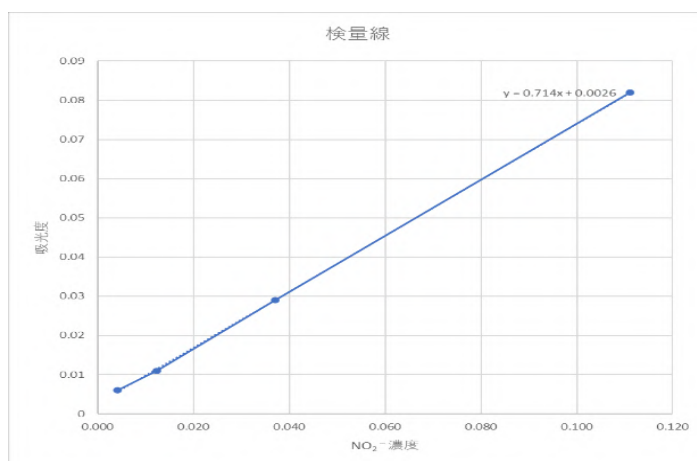
5. 結果

①検量線

亜硝酸ナトリウム(NaNO_2)を用いて求めた左の測定結果(測定値から外れ値は削除した)をもとに次の検量線を作成した。

<測定結果>

NO ₂ 濃度	吸光度
0.111	0.082
0.037	0.029
0.012	0.011
0.004	0.006



Excel の近似曲線の機能を用いると、

$$y = 0.714x + 0.0026$$

とわかる。

y は吸光度を、 x はNO₂の濃度をさしている。

②各測定結果

さまざまな箇所で測定をしたが、最も安定して測定でき、測定回数も多い「理科準備室前」のデータのみを掲載する。右下のQRコードで全データを公開している。

日付(設置)	日付(回収)	設置場所	結果(吸光度)	結果(μg/mL)
2022/3/26(土)	2022/3/29(火)	理科準備室前	0.084	0.114
2022/3/26(土)	2022/3/29(火)	理科準備室前	0.058	0.078
2022/4/11(月)	2022/4/14(木)	理科準備室前	0.082	0.111
2022/5/31(火)	2022/6/2(木)	理科準備室前	0.196	0.271
2022/5/31(火)	2022/6/2(木)	理科準備室前	0.066	0.089
2022/5/31(火)	2022/6/2(木)	理科準備室前	0.032	0.041
2022/6/11(土)	2022/6/14(火)	理科準備室前	0.008	0.008
2022/6/11(土)	2022/6/14(火)	理科準備室前	0.066	0.089
2022/6/11(土)	2022/6/14(火)	理科準備室前	0.012	0.013
2022/6/16(木)	2022/6/18(土)	理科準備室前	0.057	0.076
2022/6/16(木)	2022/6/18(土)	理科準備室前	0.047	0.062
2022/6/16(木)	2022/6/18(土)	理科準備室前	0.046	0.061

Google Chrome 推奨→



6. 考察など

環境省の環境基準では「1時間値の1日平均値が0.04ppmから0.06ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。(中略)工業専用地域、車道その他一般公衆が通常生活していない地域又は場所については、適用しない。」となっているが、今回の実験ではこれを超えたものも散見された。奈良県大気環

境システムによると、0.030ppm を超えた日は確認できなかったので、今回の実験でのデータは大きく真値とずれた。

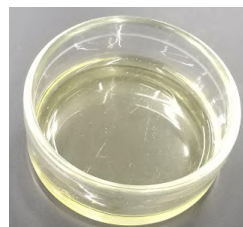
なぜそうなったかの仮説として、

- ①トリエタノールアミンやスルファニル酸が古く、本来とは違う働きをした。
- ②理科準備室の前では本来の大気中と異なる割合で二酸化窒素が存在した。
- ③ザルツマン試薬を数回作り直した関係上、発色が検量線と大きくかけ離れた。などといったものがあげられるが、データが少ないため、判別はできなかった。

7. さいごに

「5.結果」では数値は様々ですが、成功したものを載せています。実験中はコメディイのように次々と失敗しました。試行錯誤の連続でした。たとえば、いざ測定しようとしてザルツマン試薬をいれても全然発色しなくて途方にくれたりしました。ザルツマン試薬を作り間違ったのかと思い、ザルツマン試薬が正しく反応するかを調べるためにザルツマン試薬に少量の亜硝酸ナトリウムをふりかけてみたりしました。本当なら赤紫色になります。しかし、実際には黄色になりました。(右写真)

このように、あまりうれしくないことですが「なぜ?」「どうして?」「どうしたらいい?」が尽きない実験となりました。一筋縄ではいかない面白い実験だと思います。僕はうまくいきませんが、後輩たちにぜひ勧めたいです。残念ながら、研究結果と呼べるほどの結果がないですが、ここまでお読みいただきありがとうございました。



8. 参考にした資料等

<http://www.oct-net.ne.jp/kankyo/react.html>

http://www.oct-net.ne.jp/kankyo/no2_sousa.html

<https://www.env.go.jp/press/14868.html>

<https://nara-taiki.jp/graph.php>

初めに

ウメノキゴケ、という桜の木の幹によく生えている地衣類が存在します(もちろん梅の木にも生えています)。このウメノキゴケを用いて、酸・アルカリに反応する液体を作ってみましょう。

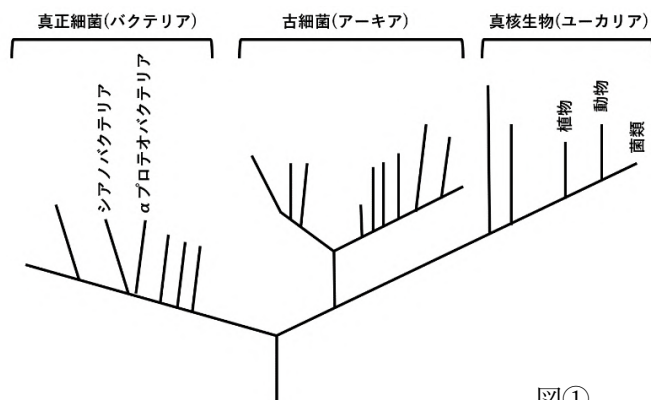


【地衣類】

地衣類とは、藍藻類(シアノバクテリア)と共生していることで生活している菌類です。光合成生物であり、コケ類とも共通点が多く、近い環境で生活します。

それゆえに日本語だけでなく多くの言語で「○○ゴケ」と命名され同一視されており、生物学の分野においても19世紀中期にベルリン大学の植物学者であるジーモン・シュヴェデンナー氏によって、「地衣類は菌類と藻類の共生体である」とする説が初めて提唱されるまでコケ植物とされていました。

実際のところ、コケ類と藍藻類はなんならドメインレベルで異なります(図①)。コケ類は真核生物(ユーカリア)のアーケプラスチダの陸上植物に属するのに対し、藍藻類は真正細菌(バクテリア)で約21億年前にαプロテオバクテリアと分かれた光合成細菌です。



図①

実験の手順

木の幹などを見てみると、何やらごわごわした青白い部分があるのが分かるかと思えます。これを引っぺがしましょう。他の種との識別は困難ではありますが、関東・関西ともに最もありふれた地衣類であるので適当に選んでもそれはたいいウメノキゴケです。

取ってきたウメノキゴケにアンモニア、過酸化水素を加え日光を遮り二週間ほど放置

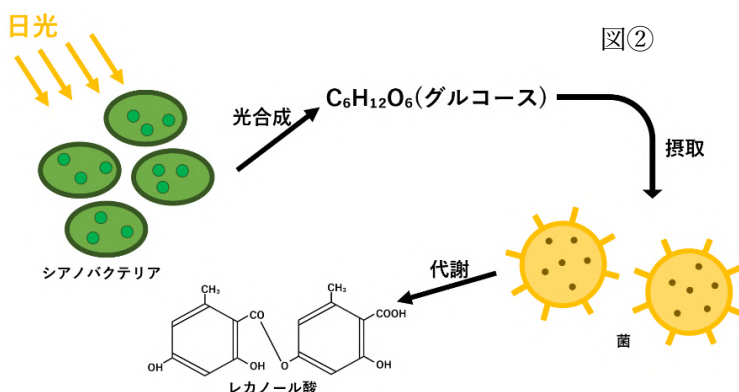
します。薬品を加えた直後は濁った茶色、二日ほどすれば明るい赤色、最終的に濃い紫になれば成功です。



色素が出てくる理由

ウメノキゴケには、同じ地衣類であるリトマスゴケにも含まれる、地衣類の中の藻類が光合成してできた糖類を、菌類が摂取した後にできた二次代謝生成物であるレカノール酸が含まれているためです(図②)。

リトマスゴケとはその名の通り、リトマス試験紙に使われています。そのため、リトマスゴケ・ウメノキゴケともに染料としても(地衣染め)、試験薬としても使われてきた歴史があります。



《ウメノキゴケ》

- 菌界
- 子囊菌門
- チャシブゴケ菌綱
- チャシブゴケ目
- ウメノキゴケ科
- ウメノキゴケ属

《リトマスゴケ》

- 菌界
- 子囊菌門
- ホシゴケ菌綱
- ホシゴケ目
- リトマスゴケ科
- リトマスゴケ属

リトマスゴケは主に地中海地方・西アフリカ沿岸に分布しており、日本には生息していません。見た目も全く違います。

【リトマス試験紙】

リトマス試験紙は、14世紀ごろにスペインの医師・薬剤師アルナルドゥス・デ・ビラ・ノバが発見したのが始まりです。かつては錬金術師であったなどとも言われており、あのアナーニ事件で憤死したポニファティウス8世とも関わりがあり、牢獄から助け出してもらったとか。最終的にクレメンス5世の治療のための航海中に難破しその生涯を閉じました。どちらも世界史における重要人物ですね。

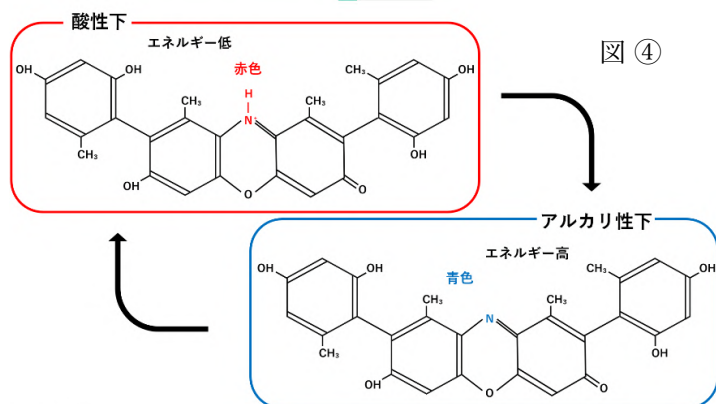
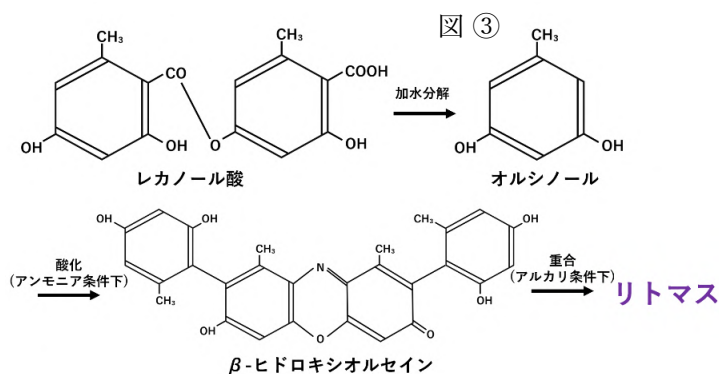
中世のキリスト教史、及びアリストテレスから始まる錬金術より連なる現代科学とも関わり深い人物です。

色が変わる理由

レカノール酸に過酸化水素を加え、加水分解することでオルシノールが得られます。このオルシノールをアンモニア下で酸化させることでβ-ヒドロキシオルセインになり、このβ-ヒドロキシオルセインがアルカリ条件下で重合したものがリトマス色素になります(図③)。

このβ-ヒドロキシオルセインは酸性やアルカリ性に反応して分子構造が変化します。すると分子のエネルギー量が変わり吸収する光の色(波長)が変化するため、色が変わります。酸性下では赤以外の色を吸収するので赤く、アルカリ性下では青以外の光を吸収するので青くなります。リトマス試験紙では予め弱めの酸・塩基で色を変化させてお

きより強い酸性と反応することで青が赤に、赤が青に変わるようになっています。赤色試験紙も青色試験紙も成分は同じものなんですよ。(図④)

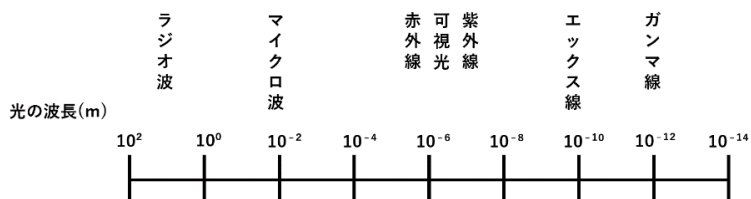


【光の色(波長)】

$$E = hv = hc/\lambda$$

E: エネルギー
h: プランク定数
v: 光の振動数
c: 光の速度
λ: 波長

光のエネルギー (E) と波長 (λ) は次の関係式で結び付けられます。光のエネルギーは振動数に比例し、波長とは反比例の関係にあります。エネルギーが低ければ波長は長く、高ければ短くなります。



後書き

この実験はもともと一年・二年生向けとして計画していたものでした。採取→薬品を使った処理→観察といった、実験の一通りの手順を体験できるのでは…と考えておりましたが、計画を立てるにあたりしっかり調べてみるとこれが意外と面白くてですね。私がコケについて興味を持ったきっかけである実験といえます。

役に立たないだのなんだのとよく言われているコケですが、他にも色々と活用法を考えてみたいですね。ちなみに役に立っていないということはなく、遷移の初期では先駆植物として自然界での役割はしっかりと果たしているんですよ。

花卉に付着した酵母によるアルコール発酵について

5年 H

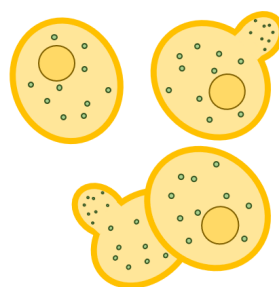
初めに

日本酒造りなどアルコール発酵を行う際、酵母と呼ばれる菌類が用いられます。この酵母はどこにでも付着しており、細菌培地を放置するだけで生えてくる事も。

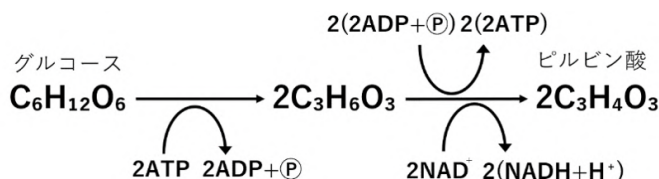
今回は花卉から培養した酵母でアルコール発酵を行おう…と計画した事を書いています。(つまり失敗しました。)

【酵母】

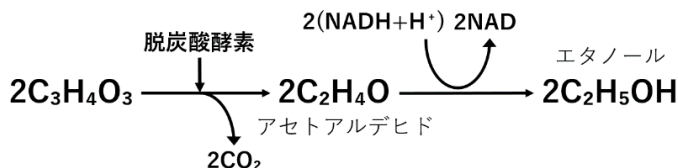
酵母という名称は正式な分類ではなく、生活環の一定期間において栄養体(生活を営む体)が単細胞性(多細胞生物の逆)になる、アルコール発酵を行う真菌類の総称です。糖をアルコールと炭酸ガスに分解することで生じたエネルギーで生活しています。基本は出芽により増え、形態は球形・卵形・楕円形、大きさは $5\mu\text{m}$ 前後のものが多いです。



アルコール発酵が起こる仕組みですが、まず解糖系によりグルコースがピルビン酸に分解されます。



これにより、二つの ATP が消費され四つの ATP が作られます(差し引き二つの ATP)。また、ピルビン酸は非常に不安定で酵母側からすれば早く別の物質に変えて(発酵させて)安定させてしまいたい存在であるため、炭酸とアルコールに分解されます。



実験の内容

今回はサンプルとしてツバキの花弁を用いました(冬だったので)。花弁に含まれる糖

分が多い種の方が、酵母が育ちやすく好ましいです。

(1)まず、花卉に付着している酵母と細菌・真菌とを分ける**酵母分離用培地**に花卉を植え付けます。この培地には糖分が20%・ペプトン・細菌や真菌の増殖を抑制するが、酵母に対しては毒性が低いプロピオン酸ナトリウムやクロラムフェニコール(抗生物質)が含まれます。

植え付けた培地から発泡が見られたり、甘いバナナのような香りがしてきたら成功です。

【ペプトン】

タンパク質を加水分解して得られる、アミノ酸の総称です。微生物のアミノ酸源として適しているためよく培地に添付されます。多くの微生物は高分子のタンパク質を取り込むことができず、プロテアーゼなどを用いてタンパク質を分解しアミノ酸にすることで体に取り込みますが、このような酵素を持っていない微生物(酵母・大腸菌)は培地にタンパク質を添付しても無駄であるため、このペプトンが適しています。

(2)次に酵母分離用培地を直接酵母を培養する際に使う**YPD寒天培地**に白金耳を用いて塗りつけます(画線培養)。酵母のコロニーができれば成功です。明らかに甘くない、体に悪そうな匂いがしたらそれは恐らくバクテリアです。

画線培養



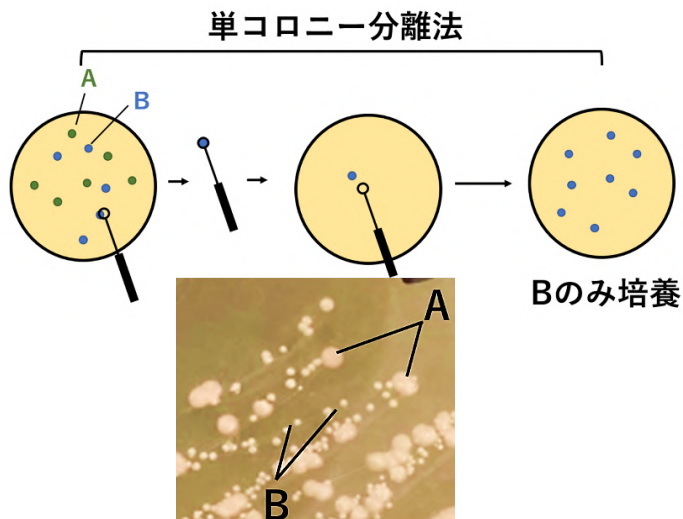
とまあここまで書きはしましたが、いくらやってもバクテリアしか生えてこず、この段階で挫折しました。今考えてもかなりの初期段階ですね…。単純に無菌操作の技術が未熟だったのか、バクテリア対策が不十分だったのか。後者であるならば、抗生物質の濃度を上げれば上手くいったのかもしれませんが。

よってここからは、「上手いこと事が運んだら行うはずだった予定の工程」を書いていきます。成功しなかった実験を紹介するのはどうなんだとも思いますが、それも実験の一部ですよ。だから写真とかはないんです。大体イラストです。ごめんなさい。

(3)酵母のコロニーを単コロニー分離法を用いて、コロニーの色・形・大きさを頼りに何種類かに分類します。

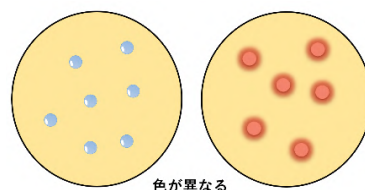
【単コロニー分離法】

AとBの二種類のコロニーがあった場合、Bのコロニーだけを他の培地に移すことで、Bのみを培養する方法の事です。



(4)次にこの単離したコロニーを**クロムアガーカンジダ培地**に塗布し、生育後コロニーの色を観察します。清酒には、赤くなった酵母が好ましいとのこと。

クロムアガーカンジダ培地には、微生物が産生する酵素に分解されることによって発色する人工発色源が含まれているので、微生物の性質を色で大まかに判別することができます。

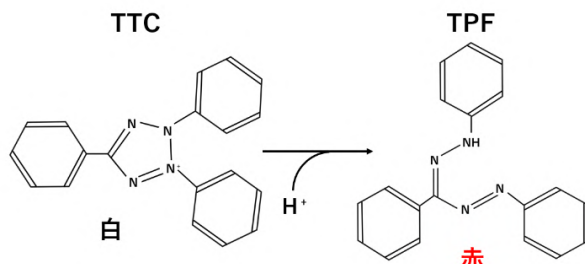


(5)選別した酵母が呼吸や代謝をきちんと行えているかを検査するために、TTC 培地に塗布します。ここで赤色になればその酵母は呼吸をしっかりと行えているということです。

【トリフェニルテトラゾリウムクロライド(Triphenyl Tetrazolium Chloride, TTC)】

トリフェニルテトラゾリウムクロライドは酸化還元指示薬の一つです。TTC は

もともと白色ですが、呼吸の過程であるクエン酸回路で用いられる、コハク酸脱水素酵素(コハク酸デヒドロゲナーゼ)により遊離した水素によって還元され、不溶性で赤色の TPF へと変化します。そのため、TTC はミトコンドリアの観察などにも使用されます。

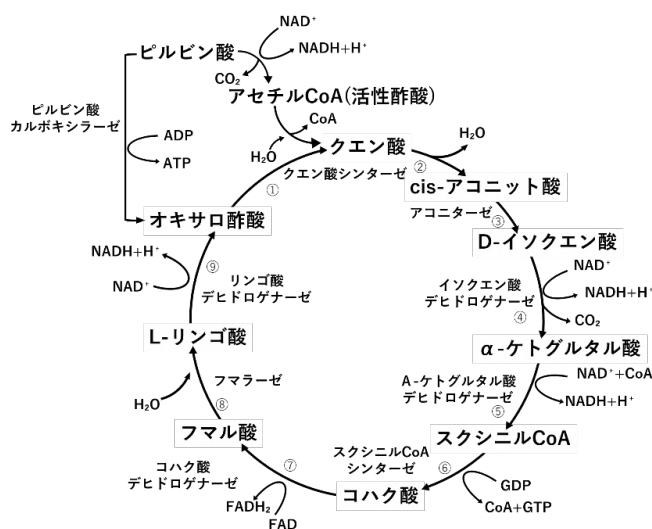


【クエン酸回路】

クエン酸回路とは、ミトコンドリアのマトリックスにて行われる、好気呼吸に関する重要な化学反応回路です。脂肪酸のβ酸化や解糖によって生産されるアセチル CoA が酸化されることによって、電子伝達系などで使われる NADH などが生じ、効率の良いエネルギー生産が行われています。

①でアセチル CoA をオキサロ酢酸と縮合させてC6 化合物(クエン酸)に変化させ、②・③段階でクエン酸をイソクエン酸に変換することで第三アルコールであるクエン酸を、より酸化され易い第二アルコール(イソクエン酸)に変化させます。

また、⑥～⑨を経て前半で生じたスクシニル CoA をオキサロ酢酸に戻します。



(6)エタノール耐性を持っているかを確認します。中には自分が作ったエタノールで死滅する種もありますからね。

YPD 液体培地の入った試験管にエタノールを添付、5・10・15%のエタノールを含んだ培地を作製し、酵母をそれぞれ植菌し二日間ほど培養します。その濁度によりエタノール耐性を計測します。エタノール下で増殖しやすい株が望ましいので、濁って

いる方が好ましいです。

(7)最後に酵母のアルコール生産能力を評価するために、実際に酒造場にて行われている三段仕込みを用いた実験を行います。

【三段仕込み】

日本酒の製造過程において、酒母に麴・蒸し米・水を加えて発酵させ、醪（もろみ）を造る工程の事です。

仕込みの際に全量を一気に発酵させると、酒母の中の酸性が薄くなり、酵母菌の増殖が抑制され発酵が遅れてしまうのに加え、酒母は酸性を保てなくなると雑菌が繁殖してしまうのです。よって酵母の様子を見ながら数回に分けて加え、ゆっくりと発酵させることが重要です。

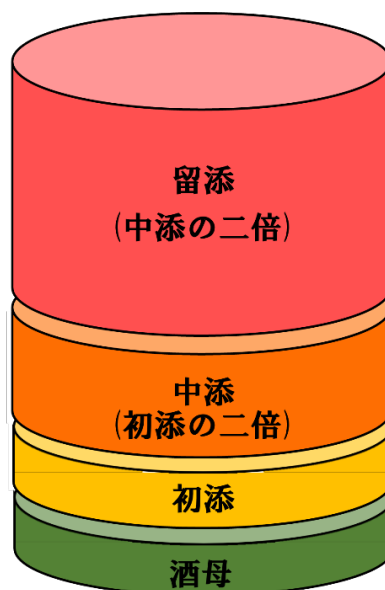
三回に分けて発酵させる仕込み方が一般的で、これを三段仕込みと呼びます。

一日目、**初添**。少量の麴と蒸し米、水を加えよくかき混ぜます。これにより、酵母がより繁殖しやすくなります。

二日目、**踊り**。何もしないで様子を見る日。たとえ少量であったとしても、麴や蒸し米が入ってきたことは酵母にとって大きな環境の変化であるため、酵母をゆっくりとかき混ぜながら放置し、新しい環境に慣らしてやる必要があるからです。また、温度計もなかった時代、蔵人たちは表面の泡立ちの様子を観察し、いくつかの段階に分けることで醪の発酵状況を把握していました。この泡立ちの状況を**泡の状貌**といいます。

三日目、**中添**。初添の二倍の量の麴と蒸し米をぶち込みます。

四日目、**留添**。中添の二倍の量の麴と蒸し米をぶち込みます。



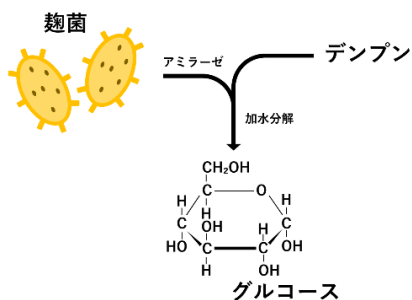
仕込みという技術は、日本に近代科学が伝わるよりはるか前より始まっており、室町時代に書かれた文献にはその方法が記されています。この技術を用いると醪

母が活性を失うことなく発酵を進めることができるため、最後には 20% という醸造酒としては非常に高いアルコール度数に達します。

【麴(こうじ)】

麴(日本では糀とも)とは原料となる穀物(米・麦・豆)を蒸したものに麴菌を付着させ培養したものです。

日本酒の製造で用いる米に含まれる多糖類であるデンプンは、酵母がそのままではアルコール発酵を行うことができないため、分子量の低い糖へと分解する必要があります。酒造において、麴はデンプンを加水分解するアミラーゼを含み、発酵の下ごしらえとしてデンプンを分解しグルコースを生成する役割を担います(糖化)。



古代中国を初めとするアジア圏では、この麴が重要な要素として食文化が発達したため、カビ文化圏とも称されます。

対してヨーロッパ圏では、ワイン(葡萄酒)やリンゴ酒などの原料であるブドウ・リンゴにはすでにグルコースが含まれるため糖化の段階を踏む必要がないことから、麴の文化が発生することもなく、代わりに短発酵酒の製造技術が発達しました。

この東洋と西洋の酒造時のデンプンの糖化の必要性の有無が、味噌や醤油の誕生を左右したとも。

最後に

結局失敗のまま放置していた実験について色々と書きましたが。まあ実験なんて上手くいかないことの方が多いですね。特に生物学なんて同じ過程を踏んだからといって、同じ結果が出るわけがありません。そういう意味では科学の中でも異質なのかな。

さて、この後ろにコケの話と酵母の話に加えてもう一つ書かせていただきました。こちらの方も読んでいただければ幸いです。

初めに

カルスとは、植物が傷ついた部位を再生する時に、傷口にできる細胞の塊の事です。周囲の細胞を分裂させ、傷を塞いで病原菌の侵入を防ぐという行程は、植物・動物に違いはありません。しかし植物は細胞を分裂させる際に、一度その傷口の周囲の細胞を幹細胞のような状態に巻き戻し、再び必要な細胞に再分化させるという手順をとっています。

これは植物細胞が、個体を構成する様々な種類の細胞どれにでも分化することができる能力を持っている為に可能であることです。この能力を持っていることを「分化全能性(totipotency)を保持している」といいます。

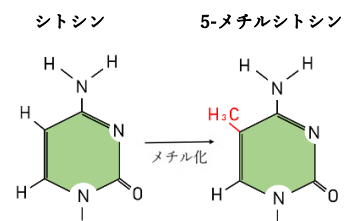
通常、動物細胞は初期発生の中に、幹細胞を除いてこの分化全能性は失われており、一つの細胞からの個体の再生は不可能です。動物の受精卵は卵割を繰り返し、最初は同じ性質を持っていた細胞が分裂・分化し様々な性質を持った細胞になります。この細胞分裂の各段階で、DNAに鍵がかけられ特定の遺伝子が働かなくなることでより(メチル化)、分化全能が言わば封印されてしまうのです。

【メチル化】

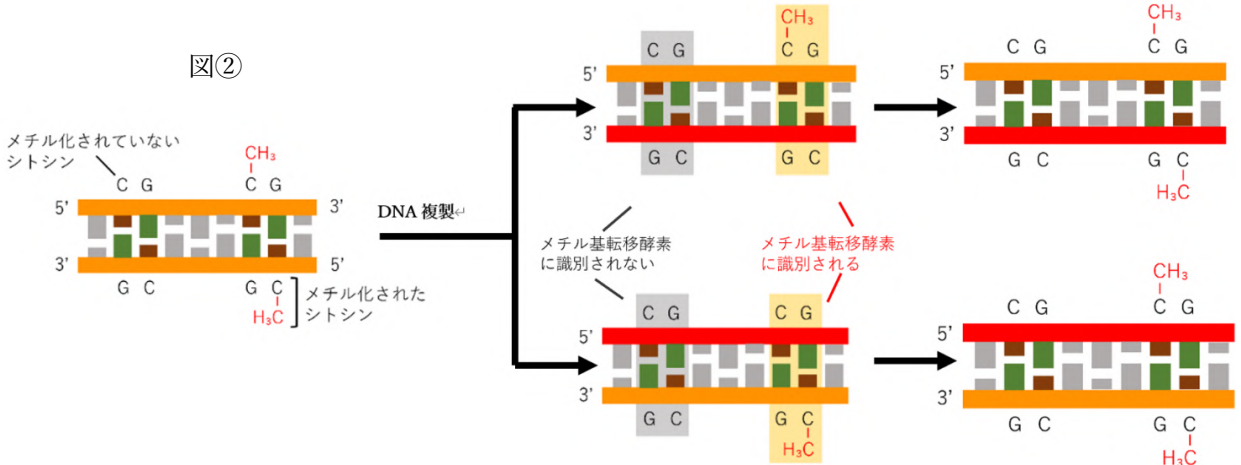
DNAのメチル化は最もよく知られたエピジェネティックな修飾の一つ(DNAの塩基配列の変化によらない遺伝子発現の制御)であり、シトシン塩基の第五炭素原子にメチル基が結合することで①、転写因子の結合の阻害・メチル化DNAを特異的に認識するタンパク質によって、転写不活性なクロマチンの形成により、遺伝子発現が抑制されます。逆に遺伝子発現を促進するアセチル化という修飾も存在します。

がん細胞では CpG アイランド(C と G がホスホジエステル結合した CpG 配列が集中して存在している領域)の異常なメチル化により、がん抑制因子の発現が抑制されています。

図①

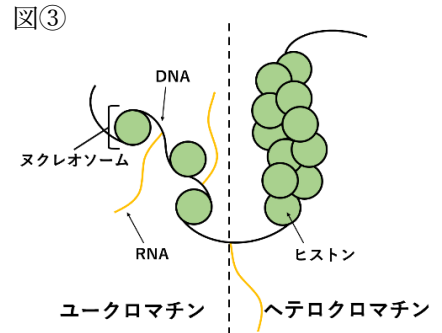


DNA メチル化パターンは娘 DNA 鎖の合成直後に親 DNA 鎖のメチル化パターンを写し取るメチル基転移酵素が働くため、子孫細胞へ受け継がれます(図②)。



【クロマチン】

真核生物のDNAは、ヒストンと呼ばれる塩基性タンパク質に巻き付く形で「ヌクレオソーム」と呼ばれる構造を形成しています。クロマチン構造は、このヌクレオソームをいくつも数珠上につなげた構造体の事を言います(図③)。転写がより多く行われているユークロマチンと、ヌクレオソームが凝集したヘテロクロマチンがあり、ヘテロクロマチンは染色体末端のテロメアなど、他の染色体領域と隔てられた染色体テリトリーを持つ特異な領域に存在しています。



傷の周囲の細胞は、分化している状態を逆戻りし(脱分化)、分化全能を再獲得します。そこから、ホルモンにより必要な部位へと再分化させ傷を修復しています。

実験の内容

ホルモン調節により分化する細胞が決定されるのならば、私たちの手でそのホルモンを与えてやれば、その分化先を決定できるのではないかと考え、ニンジンの欠片から個体の再生を目標に実験を行いました。

使用したホルモンは「オーキシン」と「サイトカイニン」の2つです。培地はMS

培地を使用しました。MS 培地(ムラシゲスクーグ培地)とは金属やビタミン、有機化合物を含む植物細胞の培養に用いられる培地です。

この MS 培地にニンジンの組織片を植え付け、培養します。

カルスの出来方①(傷害誘導によるカルス形成)

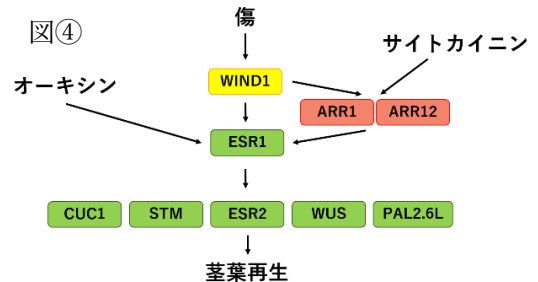
先程の 2 つのホルモンは、

オーキシン…細胞の伸長成長を促す作用を持つ植物ホルモンの総称

サイトカイニン…オーキシン存在下での細胞分裂の促進・シュート形成の誘導といった働きをそれぞれ持っており、このホルモンの濃度の違いにより、根に分化するか茎に分化するかが変化します。サイトカイニンが多ければ茎に。オーキシンが多ければ根になるのです。

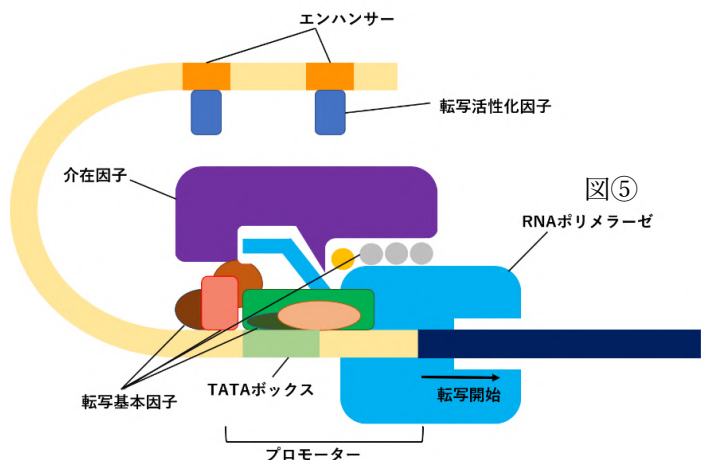
さて、カルスができる際に植物細胞の中では様々な反応が起こっていますが、ここではある一つの反応に目を向けてみましょう。

植物細胞では傷害誘導を受けると、WIND1 と呼ばれる転写因子が発現しています。この転写因子はサイトカイニンの細胞への応答性を高めるとともに、ESR1 という転写因子を増大させます(図④)。ESR1 転写因子は細胞の脱分化(カルス化)の促進・カルスから生じる茎葉の再生能を取り戻させる働きを持ちます。



【転写因子】(図⑤)

転写因子とは、DNA の遺伝情報を RNA に転写する過程を促進、あるいは抑制するタンパク質の総称です。RNA ポリメラーゼ単体では DNA のどこから転写を開始するのかかわらないところに、転写因子が DNA



プロモーター領域に結合し RNA ポリメラーゼの目印の役割を果たすことで、遺伝子の発現の調節を行います。

この転写因子の増大をリアルタイム PCR で観察できれば相当面白いと思うのですが…残念ながらうちには設備がありませんでした。

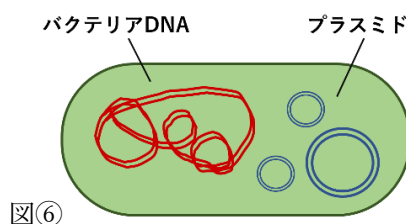
カルスが出来方②(他生物によるカルス形成)

バクテリアの一種に、多くの植物種に根頭癌腫病(植物のできもの)を引き起こす、アグロバクテリア(*Rhizobium rhizogenes*)という種が存在します。

アグロバクテリアは、Ti プラスミドと呼ばれる巨大なプラスミドを有しており、その一部である T-RNA を植物の細胞内に注入します。この T-RNA にはオーキシン合成遺伝子・サイトカイニン合成遺伝子・オパインという特殊なアミノ酸を作る遺伝子がコードされており、T-RNA は遺伝子の非相同組み換えにより、ゲノムに挿入されます。

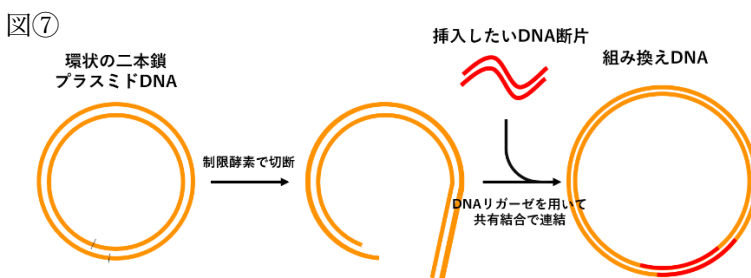
【プラスミド】

染色体から独立した、細菌内の小さな二本鎖の環状 DNA の事です(図⑥)。細菌や古細菌で多く見られます。細菌のプラスミドは宿主細菌に抗生物質耐性を与える遺伝子を運ぶものとして発見されました。



このため、過去には良く効くとされた抗生物質(ペニシリンなど)も、抗生物質耐性プラスミドが遺伝子の水平伝播によって細菌間に広まったため、今日の感染症細菌の多くには最早効かなくなっています。

しかし悪い話だけでなく、役に立つ遺伝子がコードされている DNA 断片をプラスミドに挿入することで(図⑦)、そのプラスミド自体が薬になったり、薬になるタンパク質を生産してくれる大腸菌を作る事が可能になります。



これによって感染した細胞では、オーキシシンとサイトカイニンが過剰に分泌され、傷口にカルスの塊(できもの)ができ、活発に分裂する細胞内ではアグロバクテリアの好物であるオパインが生成され、アグロバクテリアに寄生されてしまうのです。

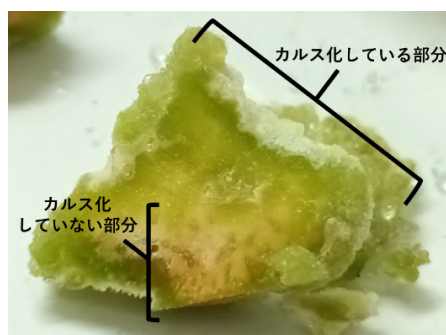
ちなみに根粒菌などの窒素固定細菌とは異なり、アグロバクテリアは寄生先にメリットはありません。

このアグロバクテリアの植物ホルモン合成遺伝子をゲノムに直接挿入するという手法は、数いるバクテリアたちの間でもかなりの離れ業です。植物細胞に感染してDNAを送り込む(形質転換)性質により、植物のバイオテクノロジーでよく利用されています(アグロバクテリウム法)。

実験の結果

実験の成果としてそれなりに形になったものを少しだけ掲載させていただきます。

n代目とは、他の培地に植え替えたかの回数を表します。何回もカルスとなった部位を切り分け植え替えることでカルスの純度が上がり、また実験サンプルの数を増やすことができます(図⑧)。



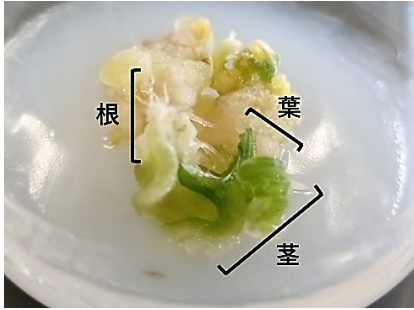
図⑧



ニンジン(一代目)

根に分化しました。

土に植えてみましたが、数日後には跡形もなく消失しました。分解されたのかな…



ニンジン(五代目)

根・茎・葉すべてに分化した部位が確認できます。

植え替えも視野に入れつつ、経過観察中です。
(これ書いてる途中に枯れました)

ニンジン(七代目)



茎と葉と根に分化しました。これほどきれいに葉っぱができたのは初めてで、とりあえず土に植えてみましたが見る見るうちにしおれていきました。『火の鳥』未来編の猿田博士の気分を味わいました(伝われ)。悲しかったです。

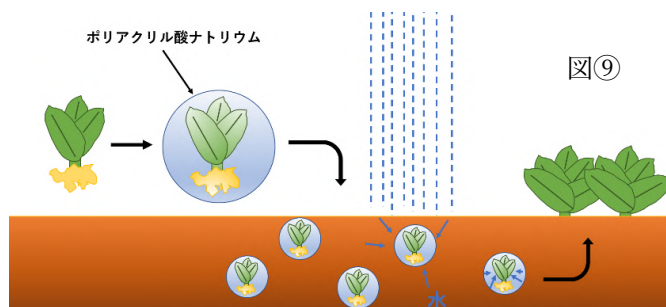


カルスの活用

(1)組織培養

カルスを用いれば、わずかな組織片から多くの個体を再生できます。その特徴を利用して、カルスからできたキャベツの芽をポリアクリル酸ナトリウム(通称・吸水ポリマー)で包んで砂漠にでも蒔けば畑になる(図⑨)…といった緑化政策が、カルス研究が盛んになった1980年当時にはあったらしいのですが、これには少々問題があったようでして。

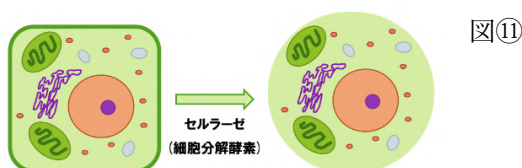
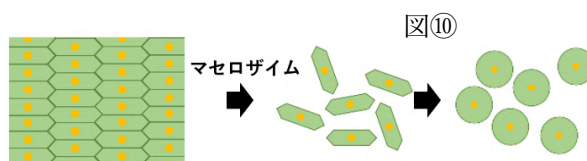
吸水ポリマーが水分を保持しつつ、芽と水の取り合いをしたら芽が勝つので砂漠などの農業に適さない土地でも比較的容易に栽培ができる上に、一個のキャベツから数千個もの種が作れるという夢のある計画なのですが、再分化個体は変異幅が大きく、突然変異が非常に起きやすいという危険性を孕んでいます。



その一方でこの突然変異の起こりやすさから、我々に都合の良い性質を持った個体を作り出すといった利用方法があります。病気に強いイネや、花粉症が起りにくいスギなどはカルス培養により作られました。

(2) 雑種細胞の作成

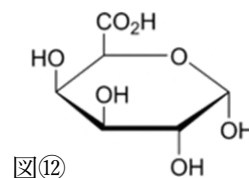
植物細胞には細胞壁という壁があり、これをマセロザイム(図⑩)とセルラーゼ(図⑪)という酵素で分解することで、植物細胞は表面張力により丸まります。この状態の細胞をプロトプラストと呼び、プロトプラストどうしは結合する性質を持っています。異なる種の細胞同士であっても(近い種に限りますが)結合し、時間がたてば細胞壁が再生し、細胞分裂を開始しカルスとなります。このカルスから個体を再生することで雑種植物の出来上がりです。この手法によりポマトといった種類が作られています。



【マセロザイム】

マセロザイムは細胞壁どうしの結合を解く酵素です。

細胞壁には、ガラクトロン酸(図⑫)がグリコシド結合により形成する、ポリガラクトロン酸を主成分とするペクチンが含まれています。このペクチンのグリコシド結合を加水分解する酵素がマセロザイムの主な成分です。



【セルラーゼ】

セルラーゼは細胞壁の主成分であるセルロースのグリコシド結合を加水分解する酵素です。ウシやヒツジなどの草食動物は消化管にセルラーゼを産生する細菌を生息させており、セルロースの植物繊維の消化を可能にしています。

後書き

こんにちは、今回の部誌で三回目になりましたHと申します。先輩のおこぼれにあやかって掲載させていただいた分を含めると四回目かな。

四回目ともなると、執筆も慣れてくるかなと思っていたのですが、全然そんなことはありませんでしたね。毎回題名と文体で四苦八苦しております。多少は論文みたいに終始真面目に進めるべきか、もっとポップにするべきか。

将来読み返した際に恥ずかしくない内容に…と心がけてはおりますが、すでに去年のが恥ずかしくて読めたもんじゃないので、恐らくそんな最強の部誌は私には執筆不可能です。

でもまあ毎年「自分の実験に興味を持ってくれる人ができたらいいなあ」を念頭に、精一杯書かせていただきました。

科学部の皆様方、顧問の先生、5年間ありがとうございました。

《出典》

キャンベル生物学(丸善出版)

Essential 細胞生物学(南江堂)

編集後記

5年 M

今年の部誌はいかがだったでしょうか。5年生は7月初旬に修学旅行があったのですが、修学旅行中に執筆をするため、わざわざパソコンを持って行った部員もいました。中高生が夜なべして書いたものですので、お捨てにならないようお願いいたします。

さて、編集後記を書くのも2回目となりました。昨年は私1人で部誌を編集しましたが、編集力の不足を覚えました。なので、よりよい部誌を目指して、今年は編集者2人体制をとっています。ぜひ、次のページの編集後記もお読みください。なぜか、部誌の中で編集後記をもっとも楽しみにしている部員もいるので、期待に応えられるよう気合を入れてこの編集後記を執筆しています。

今年は灘高校との共同採集会といった初めての試みもありました。残念ながら、私は不参加でしたので詳細はわかりませんが、参加した部員に聞くと、みんな口をそろえてよかったと言っていました。例のウイルスが蔓延するご時世で、交流会を企画することは今まで以上にハードルが高いですが、個人的にはいろんな学校と交流することはいい経験だと思いますし、交流が簡単にできる環境になるよう、例のウイルスの収束を願っています。

本校の文化部は基本的に高校2年生(5年)の文化祭後に部活を引退します。ですので、こうして部誌を書いて、文化祭の準備をしていると、私が科学部活動をできる残り時間が少なくなっていることを痛感します。後輩たちに何を残せるか、負の遺産を残していないか、そんなことを頭の片隅に入れ続けた一年となりました。頼まれたことを忘れたり、面倒くさがったりと私はあまり「頼れる先輩」ではなかったと思います。その点は非常に申し訳なく思いますし、反省もしています。ただ、私が科学部に在籍してきたここ4年の中で、私ほど後輩である部員と仲良く過ごした最高学年生を知りません。このことだけは胸を張って言えます。と、ここまで書きながら、仲良く過ごせたと思っているのが自分だけだったらどうしようかと思うあたりが私の悪癖ですね。とにかく、後輩に手伝いをお願いしたことは数知れず、感謝しかありません。結局、後輩たちに残せたものなんてほぼありませんが、できる範囲で、無理をせず科学部生活を謳歌してほしいです。そうであるよう、祈っています。

ここまでお読みいただきありがとうございます。長くなりましたが、ここで科学部の更なる飛躍を祈って筆をおこうと思います。

P.S. 次のページの編集後記もぜひお読みください。

編集後記

5年 A

編集を担当しました、Aです。今年の部誌は、そしてご来校して下さった方々におかれましては今年の科学部の展示も、お楽しみいただけましたか？実際にご来校して下さった方々も、デジタル版をお読みの方々も、本当にありがとうございました。科学部一同、この菁々祭に向けて今年度の始まりから、主に夏休みに、準備をしてきましたので、楽しんでいただけたならば何よりです。

私は去年、透明骨格標本に関する記事を書き、編集作業に入るのは今年からになりました。仕事が増えるので大変ではありますが、校正過程で提出されたすべての記事に目を通すことになるので、普段からよく話す部員からあまり交流のないような部員まで、全員の活動してきた成果が実感できて励みにもなり、読むこと自体にも楽しませていただきました。

また、長期にわたって世界中で猛威を奮っている感染症の影響で、しばらくの間、菁々祭に外部の方が参加できないという事態が続いており、外部の方が参加する菁々祭を経験したことのない学年も増えてきていました。その上今年も危ういという状況でしたので、今年、人数制限はありながらも外部からの参加があると発表されて、安心しました。

中学一年の時から今まで5年（正確には4年半）科学部に所属してきて、透明骨格標本の製作を主として毎年の菁々祭準備や、今は行われなくなりましたが、合宿への参加など様々な活動をしてきました。

そして最高学年、ラストイヤーの今年、私は科学部の会計として予算折衝等の仕事に携わりました。これまで透明骨格標本班として長い間過ごしてきて、芳しい成果を得られなかったのが、何かやりがいのある仕事をしたいと思い、軽い気持ちで引き受けた仕事でしたが、これからは役に立てられるいい経験になったと思います。

先輩として何か残せたかはわかりませんが、せめて負の遺産は残さないようにしようと思っています。私は前のページのもう一人の編集者のように後輩たちと親しく接することはできませんでしたが、後輩たちに知る限りの情報を引き継いで、少しでも今後の科学部のためになることをして去りたいと思います。

透明骨格標本班にも、新しいメンバーが数名加入しましたので、来年以降に期待したいですね。では、ここまで読んでくださった方々、ありがとうございました。

これからも東大寺学園科学部をよろしくお願いします。

表紙・裏表紙：H

