

## 【教育実践報告】 生物基礎の実習

町 田 明 弘 (生 物 科)

1学年の「生物基礎」2単位の授業時間は60時間程度である。そのうち、実習は授業時間内に9回、宿題として1回である。現行教育課程における「生物基礎」の実習マニュアルとして書き残しておきたい。原則として、現在本校にある器具や消耗品を使用している。

### 授業計画

- 1 学期 1. 生物の共通性と多様性    2. 植生と遷移  
          3. 生物とエネルギー
- 2 学期 4. 遺伝情報とDNA    5. 遺伝情報とタンパク質の合成  
          6. 情報の伝達    7. 体内環境の維持の仕組み
- 3 学期 8. 免 疫  
          9. 生態系と生物の多様性    10. 生態系のバランスと保全

1学期から新緑の季節に植生を扱い、3学期に免疫を扱うのが効果的である。「生物の共通性と多様性」の次に「樹木や森林」の話から入るのは新鮮である。さらに教科担当が樹木と亀、(生物とは関係ないが)鉄道に異常なほど詳しいとなれば、変な人として興味を示すものである。

要点はパワーポイントとクイズで短時間にまとめる。あとは話題を絞り込んで考えさせられてしまう題材を扱うのが理想である。自分で考えた事だけはいつまでも覚えているものである。

空欄補充式の要点プリントを、1か月分まとめて授業前に配信している。空欄には用語の頭文字を書いておく。それだけで教科書から探し出すのが楽しくなる。市販の問題集は穴埋め部分が①(        ), ②(        )となっている。㉿(        ), ㊀(        )としておけば楽しくなるのに残念である。㉿( 細胞膜 ), ㊀( リボソーム )と埋めればよい。自分でほぼ正しいと思える解答を見つけるという体験は心地よい。多くの生徒が配信後すぐにやっている。頭文字タイプで勉強させると期末試験の知識部分の平均点は飛躍的に上がる。必死になって教え込む必要もなくなる。

### 実習計画

必ずしも授業内容と進度をあわせているわけではない。2回以上学ぶことによって定着につながる。生物基礎は单元ごとに内容が大きく変わるが、思わぬところからそれらのつながりを感じさせることがある。

実習後の提出は原則として画像、動画またはスライドの形式である。実験プリントと解説動画(オリジナルYouTube)を用意して事前に配信する。オリジナルYouTubeは私が作成したが、生物同好会が新規作成したものに徐々に置き換えている。さらに英語版も作る予定である。

実習計画は次の通りである。

#### [1] 緑葉に含まれる色素の分離(4月)

過去の遺産として長型ろ紙の在庫が大量にあるのでペーパークロマトグラフィーを用いている。

#### [2] 樹木の観察(5月の宿題)

クラスごとにGoogleスライドを用いて、各クラスで発表しあっている。

#### [3] 顕微鏡の扱い方(5月)

スマホで撮影することを目的とすることで、顕微鏡操作を習得する時間は大幅に短縮される。

#### [4] 細胞の観察(6月)

1枚のスライドガラスに条件の異なる標本を2つ作って観察する。

【5】カタラーゼの性質(6月)

レバーを使った定番の実験。変性をさせてから基質を入れる。

【6】DNAの抽出(9月)

抽出したDNAと染色液で作品を作る。

【7】細胞周期の観察(10月)

【8】ゾウリムシの観察(11月)

培養しているゾウリムシを動いているまま動画撮影。

【9】アルコール発酵(1月)

大量のキューネ発酵管があったので、定量実験の練習として行う。

【10】唾腺染色体の観察(2月)

それぞれの実習の概要

顕微鏡や電子ばかり、恒温器などの機器を除いて、器具は1つの実習専用に行っている。試験管やビーカーなどは他の実験に用いない。洗浄が不備で酵素や薬品が残っているということがある。専用にしておけば洗浄が雑であっても実験が成功した気になるからである。実験セットを作っておけば準備が手間取らない。実習ごとに専用の棚を用意している。

各クラスで2人の生物係がいる。実習直前の準備やプリントの配布、実験後の器具回収や接眼レンズの消毒などを頼んでいる。生物同好会にも準備を依頼している。実習前に見せる動画の作成や、実習材料を変えたときの予備実験、顕微鏡の充電や整備などである。

Chromebook導入に伴い、予習復習用の要点や授業で使用したパワーポイントを配信している。実習でもGoogle Classroomの宿題配信やGoogleスライドを利用している。期末試験以外に紙での提出はない。得点やコメントをつけて返信をすると、生徒はさらに良いものを再提出してくるので効果的ではあるが、300人を相手にすると大変なことになるので今年度は返信をせず、提出は一回としている。

実習当日にプリントを配布し10分程度の動画を見る。その後で実際に実習

を行い、その画像や動画をとって提出する。スケッチをさせる場合でも、そのスケッチを撮影して画像で提出させる。

プリントと動画は配信しているので、Chromebookで確認しながら実習を行うこともできる。撮影にはChromebookよりスマホの方が簡単なので、実験室には筆記具とスマホだけをもってきてよい。

紙ではなく画像や動画を提出となると、生徒はよりよい画像をとるために競うようになる。背後に黒い下敷きを立ててみたり、スマホを置く台を持参する生徒もいる。顕微鏡撮影では、採光を安定させるために接眼レンズの上にマスキングテープを置くという工夫もみられる。

新しいYouTubeやパワーポイントで採用させてもらいたいと言うと、素晴らしい動画や画像が提出される。教員も楽しくなくてはいけないので、提出物は興味本位に見ている。理解度は期末試験でみることにしている。

#### 【1】 緑葉に含まれる色素の分離(ペーパークロマトグラフィー)

最初に行う実験として映えるものを用意した。「生物基礎」の範囲を超えるが、「植生と遷移」に関連した内容として扱っている。「生物の共通性と多様性」の進化の項目にもつながる。

導入としては、「ヒトの血液が赤いのは赤血球にヘモグロビンという赤い色素が含まれているためですが、植物の葉が緑色なのは葉の細胞に何という色素が含まれているためでしょうか。答えはクロロフィルです。実際にはいくつかの光合成色素が含まれて緑色に見えています。植物の光合成色素には、緑色のクロロフィルa、黄緑色のクロロフィルb、黄色のルテイン(キサントフィル)、濃い黄色のβカロテンがあります。これらを分離してみるのが今回の実験です。」

ホウレンソウの葉に含まれる色素をペーパークロマトグラフィー法により分離する。コマツナやシソでもよい。シリカゲル薄層プレートではなくペーパークロマトグラフィーを使用しているのは、長形ろ紙が大量(あと5年分)にあるからである。この実験は、試験管たてを4人で共用するものの1人ずつ行う。



撮影しながら隣人どうしの協調性が自然発生する。

前もって、実験準備から終了までを10分以内でまとめたオリジナル YouTube動画を作成した。

URL
-----

<https://youtu.be/dtMx1YU6bqU>  
実習と全く同じ簡単なものである。

#### 準備するもの

1 クラス40人(1班4人×10班)×8クラス, 1学年320人とする。■は常備品。  
▲は消耗品または毎年準備するもの。●は教員用または準備するために必要なもの。( )内に教員用を含めた必要数を示した。他の実習も同様。

■大型試験管たて。試験管を4本以上立てられる。1班に1個。(11個)

■大型試験管+ゴム栓8号 1人1セット。ゴム栓には切り込みを入れておく。

前もって大型試験管に展開液を入れ、ゴム栓をして大型試験管たてに立てておく。展開液が緑色になったものは交換する。(予備を含めて60セット)

■鉛筆と定規 1班に2セット。持ってこなかった生徒用である。(21セット)

■ピンセット 1人1個 (41個)

▲長形ろ紙 1枚を17.8cmに切っておく。1枚から2片とることができる。失敗する生徒がいるので1クラス10片の予備を用意する。(200枚, 400片)

▲プリント (321枚)

▲展開液 石油ベンジン：石油エーテル：アセトン=4：1：1を大型試験管に7mLずつ入れておく。40本なので初めの2クラスは280mLで足りるが、2クラスごとに減った分(約2mL)を加えていく。液が緑色になった場合は大型試験管ごと取りかえる。(750mLは用意した用意した方がよい。化学科に発注している。使用後も廃液処理を依頼する)

▲ハウレンソウ 2人で葉1枚 (8束, 1クラス1束で足りる。)

●5mLピペット+シリコン栓(1セット, 展開液を大型試験管に入れるため)

●廃液用の褐色ガラスびん。

●プロジェクター, スクリーン, 教員用Chromebook。あらかじめ宿題配信をしておく。(授業やほかの実習でも必要なものなので, 以下は省略する)。

### 実習前の教員や係の仕事

- は教員または生物同好会、■は生物係(5分前)。
- 前日までに長形ろ紙を17.8cmの長さに切る。切り口をゴム栓にはさむ側にするので、きれいに切らなくてもよい。生物同好会に依頼する。
- 展開液が減少したときの補充は教員が行う。
- 実習直前(生徒に見せる15分前)に教員が1つ行って、色素が分離したろ紙を見本として作っておく。
- プリント(1人1枚)とハウレンソウの葉(1班2枚)を配布する。

### 実習 45分

0～10分 オリジナルYouTube動画(4分10秒)を見る。

宿題配信への提出方法の説明。

「長形ろ紙の色素をなぞり、中心に点を打ちます。さらに色素名とRf値を書き込んだものを撮影します。その画像を提出とします。色素は消えてしまうので、すぐになぞります。色素が分離していく様子を撮影した動画(タイムラプスまたは10倍速がよい)は任意提出とします。よいものは新作YouTube等に採用します。」

確認と注意をプリントにメモさせる。最初の実験なので丁寧に説明する。

「① 展開液は石油ベンジン、石油エーテル、アセトン要するに石油です。

万一、目に入ったら保健室に行って、何を使ったか言って下さい。

② ハウレンソウは2人で1枚使ってください。手でちぎれば大丈夫です。

色素をつけるときにはハウレンソウの上にとろ紙を置きます。裏表につけてください。動画のようにピンセットを扱いますが、目をつかないように注意です。原線より下に緑色が付いてしまった場合はセットしないで、新しいろ紙を取りに来てやり直します。

③ 大型試験管は持ち上げないで、その場所でセットして揺らさないでください。ゴム栓にはすでに切り込みが入っています。完成品はこれです。後ほど回ります。」

10～20分「では始めてください」と言えば、ほとんどの生徒はプリントと動画通りに行う。

長形ろ紙の下(切口側が上)から2cmのところを鉛筆と定規で線を引く。

ホウレンソウを手で切り裂いて分ける。ホウレンソウの上でろ紙を置き、原線の上でピンセットの肩の部分で数回押す。原線が濃い緑色になる。裏表に濃い緑色の線をつける。

色素が原線よりも下についてしまった場合、ろ紙を交換する。

ろ紙をゴム栓の切込みにはさみ、大型試験管に入れる。このとき大型試験管を持ち上げない。ろ紙の下端5mmが展開液に浸かるようにして静置する。

20分～35分 スマホの動画をセットする。生徒はパンケースで台を作ったり、黒い紙や白い紙をバックにしたりなど工夫している。見守りたい。

この間に完成品を持って回り、生徒の様子をみる。展開液が10cm程度上昇し、βカロテンとルテイン(キサントフィル)の間があいていれば、取り出すタイミングである。

ぬれているうちに分離した色素の帯を鉛筆でなぞる。最も濃い部分に点をうち、原線からの距離を測る。それぞれの点の横に、次のように色素名・測定値・計算値を書く。溶媒の最上部はすぐに消えてしまうので、βカロテンの最上部の位置をRf値の分母としている。

βカロテン 10.0cm Rf 1.0

キサントフィル 8.0cm Rf 0.8

クロロフィルa 7.2cm Rf 0.7

クロロフィルb 5.8cm Rf 0.6

長形ろ紙の横に、原線を0として定規をあてて撮影する。

35～45分 この時間までには、全員がろ紙を取り出している。

「まだ終わっていない生徒はなぞるところまでやって、後は教室に戻ってから大丈夫です。」

作業を止めさせて、プリントの答え合わせをする。プリントに示したように、

それぞれの光合成色素の組合せにより、藻類から植物への進化、シアノバクテリアが共生して葉緑体になったことまで話を進める。藻類やシアノバクテリア、植物というものが分かっていないが、説明し過ぎないようにして、「よくわからないことは検索して調べておきましょう」という程度にしたい。Chrombookをもっているの、なるべく自分で検索するようにさせたい。

#### 実習後

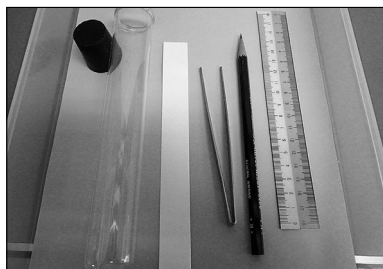
- 実験室を使った後の生物系の定番の仕事は、実習後にいすがきれいに机の下に収まっているか確認したり、忘れ物があれば自分のクラスに持ち帰る、である。
- 使用後のハウレンソウの葉は、生物係が集める。時間内でもよい。
- 展開液を補充する。展開液が緑色になっているものは大型試験管ごと交換する。
- 全クラス終了後に廃液はガラスびんにまとめて保管する。廃液と余りの展開液は化学室に返却する。大型試験管は乾いた後にかるく洗う。展開液が緑色になった大型試験管は洗剤をつけてよく洗う。
- 欠席、出席停止、公欠者、再挑戦者は後日、全クラスまとめて実習を行う。5セット程度は残しておく。

#### 評価とその後

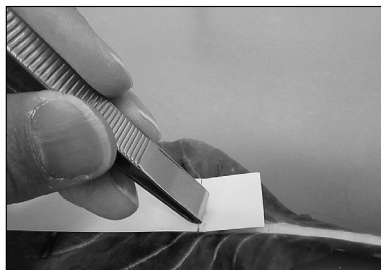
評価は「よい」「ふつう」「未提出」くらい。「未提出」に目くじらを立てない。すぐに撮影するのを忘れてしまい、色がとれてしまったために撮影できなかったというケースが多い。実験を楽しくやったという事が大切であり、提出が本質ではない。実習内容と実験の原理、進化の話に至る問題を、10点分くらい期末試験で出題する。

- 生物同好会と再挑戦者で、発展的な実験としてお茶やアカジソ、ツバキでもやってみた。お茶とツバキの場合、乳鉢に入れ、アセトンを加えてすりつぶしてから、溶液をガラス毛细管で原線につけた。抽出した液の余りは試験管に入れ、直視分光器をあてて覗いた。この発展実験には、乳鉢、乳棒、ガラス毛细管、アセトン、試験管、直視分光器が必要である。

写真



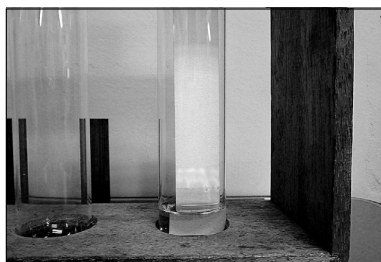
1 用意するもの



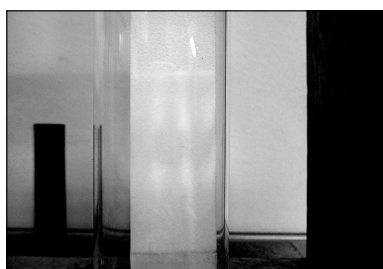
2 原線に色素をつける



3 緑色に染まった原線



4 ろ紙を大型試験管にセット



5 色素が移動する



6 ろ紙を取り出して鉛筆でなぞる

資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 資料1

生物  
実習

## 1 緑葉に含まれる色素の分離

### 1 【光合成色素】

光エネルギーを吸収して光合成のエネルギー源に変換する色素は①<sub>3</sub>( )といわれる。光合成色素はタンパク質と結合して葉緑体内部の②<sub>3</sub>( )膜に存在する。

	植物	緑藻類	紅藻類	褐藻類	シアノバクテリア	光合成細菌
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	緑			●		
バクテリオクロフィル	青緑					●
βカロテン	橙	●	●	●	●	●
キサントフィル(ルテイン)	黄	●	●	●		
フコキサンチン	褐			●		
フィコシアニン	青		●		●	
フィコエリトリン	紅		●		●	

クロロフィルは、すべての植物や藻類、シアノバクテリアに含まれる。中心に③<sub>3</sub>( )を含む疎水性の物質である。

植物に含まれる光合成色素は、青緑色の④<sub>3</sub>( ), 黄緑色の⑤<sub>3</sub>( ), 橙色の⑥<sub>3</sub>( ), 黄色の⑦<sub>3</sub>( )である。

### 2 【緑葉に含まれる色素の分離】

#### I ペーパークロマトグラフィー

【この実験は換気を十分に・火気厳禁】  
【目的】光合成を行う緑葉中には、いろいろな色素が含まれている。ペーパークロマトグラフィーにより分離して調べる。

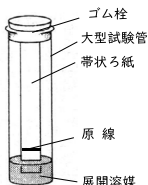
【材料】緑葉(ホウレンソウまたはシソ),  
【器具】大型試験管, 大型試験管たて, 帯状ろ紙(17.8cm), ゴム栓(下側に切れ込みを入れる), 鉛筆, 色鉛筆, ビンセット, 目盛りのある定規, のり

【薬品】展開溶媒(ベンジン:エーテル:アセトン = 4:1:1)  
【方法】

- 大型試験管に展開溶媒7mLを入れ, ゴム栓をさす。  
《実験終了後は流さずに保管する》
- 帯状ろ紙の下端から2cmのところに鉛筆で線を引く(これを原線とする)。
- 葉の上にもろ紙をおき, 原線の上でピンセットの肩で数回おす。原線が濃い緑色になる。
- ゴム栓にはさみ, 大型試験管に入れる。このとき, 帯状ろ紙の下端5mmだけが展開溶媒に浸るようにして静置する。

【注意】色素が展開溶媒に浸らないようにする。

色素が上昇して分離する様子を動画撮影する(任意)。



1年 組 番 氏名

ろ紙添付

- 展開溶媒が原線より7~10cm程度上昇したら, 取り出す。**帯状ろ紙がぬれているうちに, 展開溶媒の先端の位置と分離した各色素の帯を鉛筆でなぞる。**各色素の濃い部分に点を打っておく。右の添付欄にろ紙を添付する。

#### 発展II 吸収光の確認

- 【器具】直視分光器, 試験管, 乳鉢, 乳棒  
【薬品】抽出液(メタノール:アセトン = 3:1)  
【方法】6. 緑葉を細かく刻んで乳鉢に入れ, 抽出液を4mL加えて色素を抽出し, 小型試験管に入れる。  
7. 直視分光器を蛍光灯の光源に向けてのぞき, 可視光域の帯の色が見えていることを確認する。  
8. 直視分光器のすぐ前に抽出液の入っている試験管を置き, 各色の帯のうち黒く変わるところを調べる(吸収光)。

#### 発展III クロロフィルの分離

- 【薬品】エーテル  
【方法】9. 6の抽出液と同量のエーテルを加え, さらに少量の水を静かに加える。よく振ると上下2層に分かれる。上層(エーテル層)がクロロフィルa, 下層(メタノール層)がクロロフィルb。

#### 結果とまとめ

- 材料( )
- ろ紙に次の①~④を鉛筆で書き込む。  
① ろ紙に色の境界線 ② 濃い部分に×  
③ ×の横に色素の名称  
④ ×の横に原線からの距離(mm)
- 方法5の結果, Rf値(移動率)を求める。

Rf値 = 色素の上昇距離 ÷ 展開溶媒の先端までの移動距離  
色素の上昇距離は, 原線から最も濃い地点までの距離  
展開溶媒の移動距離は, 原線から先端までの距離

色素名	色	距離	Rf値
展開溶媒の先端までの距離	—		—

【参考】展開溶媒が ベンジン:エーテル:アセトン = 4:1:1 のときのペーパークロマトグラフィーによる Rf 値  
クロロフィル b (黄緑 0.6~0.7), クロロフィル a (緑 0.7~0.8), キサントフィル (黄色 0.8~0.9), βカロテン(橙色 0.9~1.0)

Web 提出の場合 Rf 値も書き込み, ろ紙を撮影する。動画は任意。

## 資料2

### 期末試験出題例

次の文章を読み、後の問い(問1~8)に答えよ。

植物の葉に含まれる光合成色素を、ペーパークロマトグラフィーにより分離する次の実験を行った。

**実験** ホウレンソウの葉から色素を抽出し、細長い紙の一点(これを原点とする)につけた。(1)このろ紙を、展開液が入っている大型試験管に入れて密閉し、色素を分離した。数分後にろ紙を取り出した。

**結果** 図1のように4つの色素に分かれた。それぞれ、①が濃い黄色、②がうすい黄色、③が緑色、④が黄緑色であった。

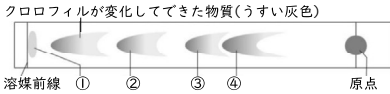


図1

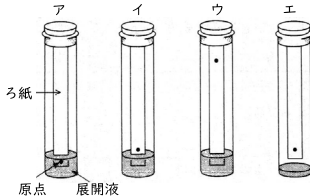
**問1** 展開液として利用するのに最も適したものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 水
- イ 食塩水
- ウ エタノール
- エ ベンゼン・エーテル・アセトン混合液

**問2** 問1の展開液が有効なのは、光合成色素の性質によるためである。光合成色素に関する記述として正しいものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 光合成色素は液泡に含まれる親水性(水溶性)の物質である。
- イ 光合成色素は液泡に含まれる疎水性(水溶性でない)の物質である。
- ウ 光合成色素は葉緑体に含まれる親水性の物質である。
- エ 光合成色素は葉緑体に含まれる疎水性の物質である。

**問3** 下線部(1)の実験操作を示した図として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。



**問4** 別の実験から、この展開液によるRf値(移動率)は、クロロフィルbが0.4、クロロフィルaが0.5、キサントフィルが0.7、カロテンが0.9であることが分かっている。

Rf値は次の式で計算する。

Rf値 = 色素の上昇距離 ÷ 原点から溶媒前線までの距離

図1の①~④の色素の組合せとして正しいものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ①                      ②                      ③                      ④
- ア 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
- イ カロテン      キサントフィル      クロロフィルb      クロロフィルa
- ウ キサントフィル      カロテン      クロロフィルa      クロロフィルb
- エ キサントフィル      カロテン      クロロフィルb      クロロフィルa

**問5** クロロフィルaに吸収されにくい光の波長として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 420nm(紫色)                      イ 460nm(青色)
- ウ 530nm(緑色)                      エ 650nm(赤色)

**問6** 表1は、主な光合成色素がどの生物群に含まれるかを示したものである。藻類から植物への進化を考えるときに、着目すべき重要な色素はどれか。下のア~オのうちから1つ選んで記号で記せ。

	植物	緑藻類	紅藻類	褐藻類	シアノバクテリア	光合成細菌
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	緑				●	
バクテリオクロロフィル	青緑					●
βカロテン	橙	●	●	●	●	●
キサントフィル(ルテイン)	黄	●	●	●		

表1

- ア クロロフィルa                      イ クロロフィルb
- ウ βカロテン                              エ キサントフィル
- オ バクテリオクロロフィル

**問7** 植物と遺伝的に近縁な生物群を次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア シアノバクテリア                      イ 紅藻類(テングサなど)
- ウ 褐藻類(コンブなど)                      エ 緑藻類(アオサなど)

**問8** シアノバクテリアと光合成細菌はどちらも細菌のなかまであり、葉緑体をもたない。藻類は細胞内に葉緑体があり、その内部に光合成色素が含まれている。緑藻類や紅藻類に関して最も適当な記述を、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 緑藻類や紅藻類の葉緑体は、細胞内にシアノバクテリアが取り込まれて生じた。
- イ 緑藻類や紅藻類の葉緑体は、細胞内に光合成細菌が取り込まれて生じた。
- ウ 緑藻類や紅藻類は、シアノバクテリアが進化して生じた。
- エ 緑藻類や紅藻類は、光合成細菌が進化して生じた。

## 【2】 樹木の観察(Googleスライド)

Googleスライドを用いて提出させる。クラスごとに40枚のスライドを用意し、1人1枚のスライドを1か月で作成する。Chromebookに慣れることと、学習を通じてのクラスの親睦も目的である。

生徒は名前を聞いたことがある樹木は多いが、実物と結びついていない。写真の名前を当てさせる問題を、最初の3回の授業の中で数分間パワーポイントで行う。その際、写真には頭文字や漢字を表示し、思いつくきっかけを与えることで答えやすくなり定着する。このようなクイズは、鳥や花、動物園の動物、魚でもたびたび行っている。生物に関する知識をつけさせることにも使命感を感じている。

「植生と遷移」を生物学習の導入として、特に新緑の季節に扱っている。ここで遷移の必然性にも触れて科学的な考え方を学ばせる。次に、生物の系統と分類に入り、5界説、3ドメイン説に触れ、クイズ形式で様々な生物を思い出させている。分類だけでは羅列的になってしまうので、ある生物について熱く語ってみせるときもある。特定外来生物の問題については多くの生徒が関心を持っている。

**宿題の内容** 日本の樹木(外来種も可)のうち1つを選び、写真を撮る。

自分の出席番号のページに書き込む。

撮影した写真を大きめに入れる。

自分の出席番号、樹木の名称、解説、撮影した場所を記す。解説には科、常緑が落葉か、高木か低木か、樹形や花、葉の特徴、漢字、外来種なら原産地、この樹木を選んだ理由などを記す。

原則として、他の生徒と扱う樹木が重ならないようにするが、ただし、「練馬白山神社のケヤキ」「来宮神社のクスノキ」「神宮外苑のイチヨウ並木」「精子発見のイチヨウ」「縄文杉」「大王杉」など、有名な木(個体)に関しては同じ樹種であってもかまわない。

Googleスライドの1~4枚目には、注意事項やスライドの例を入れておく。



## 注意事項

自分のスライドに出席番号を書かせ、不測の事態にはクラスの生徒全員で対応する。他の生徒とは異なる植物のレポートを書かせるようにする。同じ植物を扱った生徒がいた時は、早い者勝ちまたは話し合って決める。Googleスライドは積極的にカンニングさせることができ、技術を競い合うことができる。生徒はまだ不慣れなので、白紙のスライドがコピーされて異常に増えていたり、書き途中の他人のスライドに入り込んでいたり、順番が変わっていたりする。いろいろな事が起こるが想定内であり見守りたい。最終的には全員のスライドを順番通りに移動させたり、未提出者に提出を促すリーダーが現れる。この過程を見守るのが面白い。

他人のスライドを誤って消してしまう生徒がいた場合には、履歴があるのでその時点まで戻り、こっそり復活させる必要がある。消した生徒とはG-mailでやり取りして、全体にはわからないように編集し直している。叱る必要はなく、システムを説明し同じ過ちを繰り返さないようにさせることが重要である。

スライドを変更したい場合には、上書きしたり消去したりせずにもう1枚書いて、片方には「ボツです」と書いておくのがよい。最終的にはスライドの最後尾に回す。注意するのは失敗前でも失敗後でもよい。

**評価** 生徒どうして評価をさせたい。宿題配信をして、Googleスライドを見ながら良かった3枚の作品の評価を書かせる。

全員に全員の評価をさせると、とても大変なので3つくらいにしておく。

評価は「よくやった、興味深い」「よい」「もう少し」。

**資料** スライドの注意事項と作品例

## 資料3

### スライドの例と提出物

【宿題レポート】 テーマ 樹木

自分の出席番号のスライドを使う。新規作成して置き換えてもよい。

- ・写真
- ・種名(タイトル)
- ・落葉広葉樹, 常緑広葉樹, 常緑針葉樹, 落葉針葉樹などの分類(裸子植物は針葉樹に分類)
- ・特徴や分布
- ・撮影地

(注意)

- ・他の生徒と同じ樹木を扱ってはいけない。
- ・マツ, サクラなど多くの種を包括してしまうようなタイトルはだめ。アカマツ, ゴヨウマツ, ソメイヨシノ, ヤマザクラ等にする(例1)。
- ・サトザクラやポンなど1つの種のなかで細かい品種がある場合は, タイトルは種名でよい(例2)。
- ・天然記念物になっている古樹などの特別な個体の場合, 同じ種が複数あってもかまわない(例3)。

クリックするとスピーチカーノートを追加できます

例1

カンヒザクラ

寒绯桜 バラ科  
落葉広葉樹

沖縄県に多い早咲きの桜です。

御茶ノ水駅の近くでみつけました。

(注意) サクラには多くの種があるので, タイトルをサクラとしない。

クリックするとスピーチカーノートを追加できます

# 資料4

例3

## 葛見神社の大クス

クスノキ 楠・樟 クスノキ科  
常緑広葉樹

幹囲20m。樹齢1000年以上で日本で2番目の老樟といわれています。葛見神社の御神木で、江戸時代の疫病退散を祀った祠があります。

静岡県伊東市

(注意)有名な古樹であれば、同じ種が重なってしまい、他の年徒がクスノキを扱っていてもかまわない。

クリツクとるスピーカーノートを追加できます

19

## ツツジ(ヒラドツツジ)

常緑広葉樹 (低木)

ツツジ科ツツジ属

葉は長さ4-11cmの長楕円形

ツツジの中では葉も花も大型

長崎県の平戸地方発祥

自宅の前で撮影

クリツクとるスピーカーノートを追加できます

### 【3】顕微鏡の扱い方(血球の観察)

中学校での顕微鏡操作の経験により、顕微鏡が得意な生徒と苦手と感じている生徒がいる。全員が顕微鏡操作を短時間でできるようにするのが目的である。苦手な生徒をわざわざつくるようなことはしない。

スケッチを全員に描かせるというような前世紀的なことはしない。映える画像や動画を撮らせることを最終目的とする。現代の生徒の興味を引き立てることが最も大切である。

2019年に理振でお願いして50台のNECROSを購入した。当時1クラスの生徒数が47人であったが、現在は最大42人であり台数に余裕がある。完全放電をさせないために全機を使いまわしている。以前に使用していたオリンパスの顕微鏡は光源がなかったためか、20年間で1機の不具合が起きただけである。新しい顕微鏡は光源のあるタイプで、その分部品が多いため不具合が起こることも多くなるが見込まれる。結果的に予備機が多くなったのは頼もしい限りである。1台当たりの価格は3分の1である。

顕微鏡の心臓ともいえるレンズがメーカー品でなくなるのが気になるが、高校生用としては使い勝手の方が大切であると割り切りたい。全員が使いこなさなければいけないのである。予算の都合で、接眼マイクロメーターは以前の顕微鏡から入れ換えた中古品である。

この顕微鏡は次のタイプのものである。これ以下でも以上でもなく必要十分である。単眼タイプで十分である。先がけて顕微鏡棚を購入していたため、箱は購入していない。接眼レンズの上に小さな袋をかけているだけである。

- 光源があるもの。できればLEDが望ましい。充電用コードを外すことができる。隣の顕微鏡から電源をとることができるようコンセントがあるため、バッテリー切れのときに隣機から電源をとることができる。
- 調節ねじには、微動ねじと粗動ねじの両方があるもの。微動ねじがないと高倍率でピントを合わせるのに時間がかかる。
- メカニカルステージがあるもの。後付けでもよい。クリップでは一枚のプレ

パラートに1つしか標本をつくることができない。プレパラートをつくるときに標本を、隣にもう1つつくと比較ができる。

- 対物レンズは4倍、10倍、スプリング付きの40倍。接眼レンズは15倍を基本とする。接眼レンズは外さない。4倍の対物レンズがあると観察対象を見つけるのが早い。

4倍、10倍では、レンズの先端を標本に近づけてからピントを合わせる必要はなく、往復させてピントを合わせる。40倍では微動ねじを上下させる。心配ならストッパーを仕掛けておけばよい。

- コンデンサーがついているものがよい。ゾウリムシを見るときやスマホで撮影するとき利用したい。操作部が増えてしまって混乱しやすいので、利用するときだけ使い方を教え、利用しないときには触らせない。しぼりやLEDの明るさを変えるだけでもなんとかなるが、映える顕微鏡動画を撮らせるときには必要である。映える動画や画像を撮ることを最終目的とすると、生徒は取扱説明書を見ながらいろいろ研究する。

- 接眼レンズに接眼マイクロメーターを入れておく。生徒が知りたいものがどこにあるかを確実に伝えることができる。接眼レンズを回転させることで、全ての位置を数字で表せる。1目盛りは、60倍で $25\mu\text{m}$ 、150倍で $10\mu\text{m}$ 、600倍で $2.5\mu\text{m}$ であることは、初めから伝えておくと同様初めから大きさも測定できる。対物マイクロメーターを用いるつまらない実験は慣れてからでよい。今の顕微鏡では、最初から接眼マイクロメーターを入れる場所が決まっているので、誤差があまりなく調べるまでもない。

準備するもの 1クラスの生徒を40人としている。

- 顕微鏡 教卓に2台、うち1台はカメラ用としてプロジェクターと接続しておく。(42台)

- プレパラート ヒト血球の永久プレパラート。市販品のものを使用しているが、赤血球の密度により色が薄いものや濃すぎるものがあるので、これらは処分した。だいたい10枚中1枚は初心者の使用に不向きのものであるので70

枚購入した。(42枚)

■プレパラートを4枚入れておく小さい箱 1班1個。(11個)

▲プリント (321枚)

▲任意であるが、生徒に大きさの異なるマスキングテープを2つ用意させた。高さ1cmの筒として、接眼レンズの上のせる。紙で作った筒でもよい。スマホで撮影するときに、接眼レンズと1cm程度離したいが、このとき横から光が入らない方が露出を安定させることができ撮影しやすい。顕微鏡写真用の製品が売られているが、取り付けたり外したりを頻繁に行くと接眼レンズを傷つけそうなので、現在はこの方法で撮影させている。

#### 実習前の教員や係の仕事

- 顕微鏡をやたらと動かしたくないため、机上に定位置をマークしておいた(右利き用)。油性マジックで顕微鏡の形を書いておくと、この上に固定したい気持ちにさせる。
  - 顕微鏡の充電(フル充電しておけば、10時間程度連続して使用できる。付けっ放しで放置されていた場合もあるので確認しておく。充電が間に合わない場合は電源コードを用いる。)
  - プレパラートの点検もかねて、最初のクラスはすべての顕微鏡で600倍でみられるようにセットし、白血球を中心にもってきておく。顕微鏡操作に慣れない生徒がいるので、生徒には初めに見るべきもの(ゴール)を見せておくと効果的である。前日に生物同好会にセットをお願いした。
- 生物係は、実験5分前からプリント(1人1枚)を配布する。その日の最初のクラスの場合、接眼レンズにかぶせた小さな袋は外して回収する。

#### 実習 45分

0～10分 最初に、生徒を前に集めて観察する対象を解説する。顕微鏡カメラからスクリーンに映して解説する。

60倍の画面から150倍、600倍へと変えていく。接眼マイクロメーター1目盛り長さも伝える。それぞれ $25\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 。

赤血球1000個に白血球1個しかない。60倍で探して、中央に持ってきてから150倍に拡大する。染色液の塊と白血球を間違えやすいので注意する。1色になっているのが染色液の塊。白血球(ほとんどが好中球)は核の形があり多核である。コロナ禍で生徒を集められなかった時には、事前授業でパワーポイントを用いて説明した。

10～20分 席に着かせる。まだ操作はさせない。説明前にすでに触っている生徒がいるが、叱るというより興味をもったということで誉めてあげたい。

自分の顕微鏡を目の前にして、パワーポイントで顕微鏡の各部分について解説。教卓で1台の顕微鏡を操作する。同時に実験プリントの空欄を埋めさせていく。

LEDを点灯して接眼レンズをのぞかせると、すでに白血球が中央にある状態を観察できる。

最初なので、同時に行っていく。元の状態に戻すところから始める。

- ①対物レンズを40倍から4倍にする。60倍になった。
- ②覗かずに、プレパラートをセットしてある状態をよく見る。クリップのようにメカニカルステージを使うと破損する。

プレパラートを外して標本を目で見る。再びセットするときに裏返しにならないよう注意する。標本部分以外は指紋をつけてもかまわない。

- ③メカニカルステージを縦横動かしてみる。
- ④粗動ねじと微動ねじを動かしてみる。
- ⑤接眼レンズを回す。接眼マイクロメーターを回すことができることを確認する。  
接眼マイクロメーターが裏返っていないか確認する。
- ⑥しぼりを触ってみる。開いた状態にさせる。コンデンサーが一番上にしておき、今回は使用しない。

20分～30分 最終目的を宣言する。「白血球を視野の中央においてスマホで撮影する。撮影した画像とスケッチを提出する。」

一緒にやっていく。変な操作をしている生徒は隣人が注意をする。

- ①プレパラートをメカニカルステージにセットしたところで、全員の顕微鏡をさっと見て点検する。奥までうまくセットできていない生徒がいる。最初から40倍の対物レンズを使おうとする生徒もいるので注意する。
- ②メカニカルステージをねじで縦横に動かして、標本を対物レンズの下に持つてくる。
- ③4倍の対物レンズにして粗動ねじでピントを合わせる。ここでは微動ねじは使用しない。上下に動かしてよいことは強調したい。メカニカルステージを動かして白血球を探させる。隣の人のものを接眼レンズから覗き込む生徒がいるので注意し、感染症防止のためにスマホに写して見せあうようにする。
- ④倍率を上げるときに、ステージを下に動かす生徒がいるので注意する。白血球が中央にくるように動かしたら、10倍の対物レンズにする。粗動ねじまたは微動ねじで倍率を微調整する。ピントの合う幅が狭くなるため微調整は必要である。

40倍では粗動ねじを使わない。40倍に上げるときに、対物レンズと標本がぶつかることを心配してステージを下げる生徒がいるが、その方が危険であるため絶対にステージを動かさないように注意する。40倍の対物レンズはスプリング付きであり、カバーガラスをしていたらぶつかってもかまわないと言うと安心する。微動ねじだけで調節していれば破損することはほとんどない。

### 30分～45分 撮影タイム

スマホの機種によっては写しづらいものがあるが、生徒同士で何とかなる。マスキングテープ2つを用いて筒をつくと撮影が容易になる。撮影がうまくいかないときには、自分の顕微鏡画像を隣人のスマホで撮り、自分のスマホに送信させればよい。今回は撮影技術よりも顕微鏡操作である。

時間に余裕があるので、簡単にスケッチをさせる。写真をスケッチしてもよい。

- (1) 赤血球と白血球を1つだけ輪郭をはっきり描く。



(2) 点描は必要ない。無駄に時間をとってしまうので、色を塗ってもよい。

(3) 倍率と大きさを書き込む。

スケッチの写真と顕微鏡画像の写真を、配信された宿題に提出する。

#### 実習後

ピントがあった状態でLEDを切って終わらせる。次のクラスも同様にできる。

生物係は全ての顕微鏡の接眼レンズを消毒する。エタノールをガーゼに浸み込ませて渡す。感染症予防ということでよいが、コロナ禍でないときにも拭かせていた。目の脂やラメ、まつ毛などが付いていることがあるので、それをふき取ることが目的である。

#### 評価

スマホで撮影したものを提出となると、生徒は誰もがやる気になる。評価は「よい」「ふつう」「未提出」くらい。写真撮影の良し悪しではなく、白血球をしっかりと見つけられたかである。画像の中にピントの合った白血球があれば「よい」。

撮影がうまくいかなかった生徒にはスケッチの画像の提出でもよい。

- 欠席生徒とやり直したい生徒は、全クラスまとめて放課後に実習を行う。欠席者の実習は、すでに終わった友人や生物同好会に指導させてもよい。
- 接眼マイクロメーター1目盛りの長さを調べるのは任意として、放課後に行う。欠席者の実習と同時にすると手間が省ける。対物マイクロメーターは40枚用意した。教科書を見てやりなさいというだけで見守る。

#### 次の授業(実習前の授業でもよい)

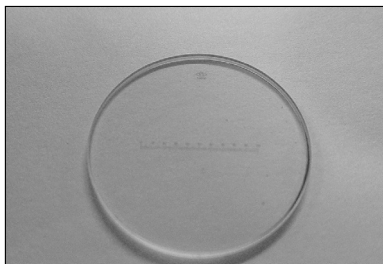
オリジナルYouTube動画(顕微鏡の扱い方と接眼マイクロメーター1目盛りの長さ)を見る。URL <https://youtube.com/BRjB7nEE3Xg>

対物マイクロメーターを用いて接眼マイクロメーター1目盛りの長さを調べ、その接眼マイクロメーターで標本の大きさを測定するという定番の試験問題を作成しやすくなる。

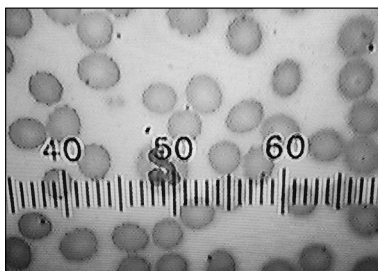
写真



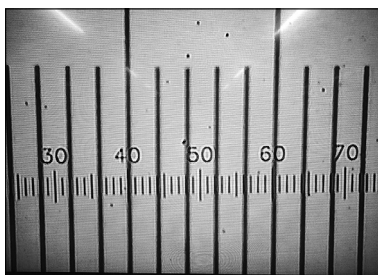
7 本校の顕微鏡



8 接眼マイクロメーター



9 顕微鏡画像(血球)



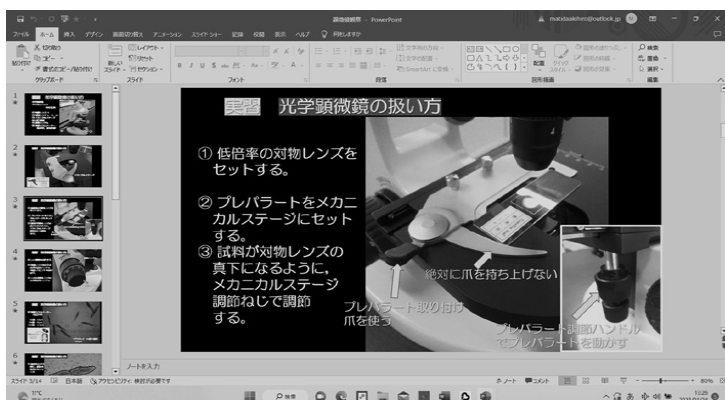
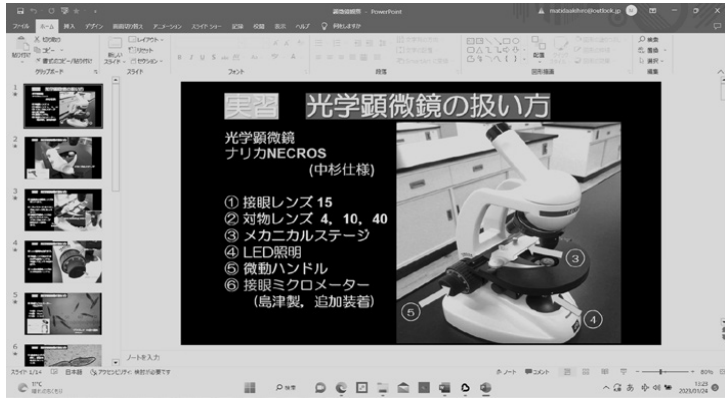
10 対物マイクロメーターの画像

資料

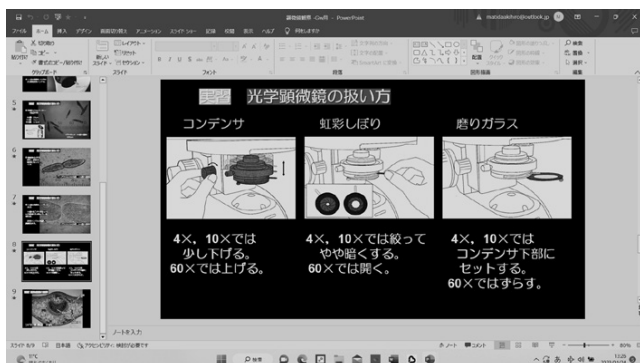
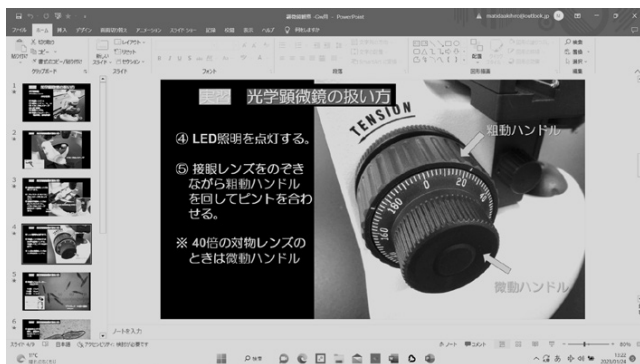
パワーポイント，実習プリント，期末試験の出題例

### 3/パワーポイント

#### パワーポイント



## 4パワーポイント



# 5実習プリント

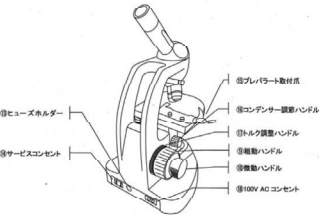
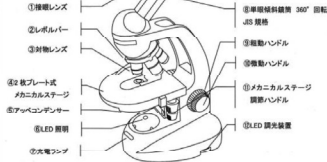
生物  
実習

## 3 顕微鏡の扱い方(血球の観察)

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

### 1【顕微鏡の扱い方】

- 目的** 光学顕微鏡で細胞を観察する。  
**準備** 光学顕微鏡(ナリカ NECROS), プレパラート  
**方法**

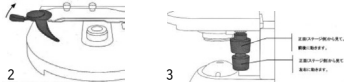


ナリカ NECROS(中杉仕様)の主な装備

- 接眼レンズ 15 倍, 対物レンズ 4 倍・10 倍・40 倍
- メカニカルステージ(ステージのクリップはない)
- LED 照明(反射鏡はない)
- コンデンサー, 虹彩絞り, 磨りガラス
- 接眼マイクロメーター(島津製, 追加装着)

1. 顕微鏡の主な部分の名称を知る。上図に印をつけよ。

- 接眼レンズ     対物レンズ     レボルバー  
 メカニカルステージ     プレパラート取り付け爪  
 メカニカルステージ調節ハンドル     LED 調光装置  
 粗動ハンドル(2 か所)     微動ハンドル(2 か所)



2. プレパラート取付爪を動かして, 標本をレンズの真下にセットする。  
 3. メカニカルステージ調節ハンドルを回して位置を調節する。



4. LED 調光装置を回して, LED 照明を点灯させる。  
 5. レボルバーを回して, 4 倍対物レンズをセットする。

4 倍の対物レンズでピントを合わせる

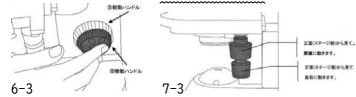
6. 粗動ハンドルを回してステージを一番上まで上げる。  
 接眼レンズをのぞきながら, ピントを調節する。  
 7. メカニカルステージ調節ハンドルを回して, 標本の位置を調節する。

10 倍の対物レンズで対象物を探す

- 5-2. レボルバーを回して, 10 倍対物レンズをセットする。  
 6-2. 接眼レンズをのぞきながら, 微動ハンドル(粗動ハンドルでもよい)を回してピントを調節する。  
 7-2. メカニカルステージ調節ハンドルを回して, 標本の位置を調節する。

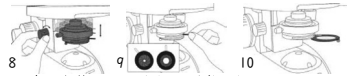
40 倍の対物レンズで詳細を観察する

- 5-3. レボルバーを回して, 40 倍対物レンズをセットする。



- 6-3. 接眼レンズをのぞきながら, 微動ハンドルを回してピントを微調整する。

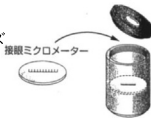
- 7-3. メカニカルステージ調節ハンドルを回して, 標本の位置を調節する。(以下は省略可)



8. コンデンサ調節ハンドルを上下に移動させる。  
 4×, 10×では, 下部に移動させて, 標本面に均一に光を当てる。  
 40×では, 上部に移動させて余分な光を入れない。  
 9. 虹彩絞りを左右に動かす。40×では 2/3 の開口で使用する。  
 10. 磨りガラスは, 4×, 10×では, コンデンサの下部にセットする。40×で, 光の強さが足りない時は必ずずらす。

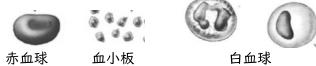
接眼マイクロメーター

接眼マイクロメーターは接眼レンズの中に入っている。1 目盛りの大きさは 150 倍では ( 10 ) μm  
 600 倍では ( 2.5 ) μm



### 2【血球の観察】

ギムザ染色によるヒト血球の標本を観察する。



- 赤血球 1 個と白血球 1 個をスケッチする。輪郭をはっきりと描く。名称と直径を書き入れる。枠と目盛りは描かない。  
 赤血球は約 500 万個/mm<sup>3</sup>, 白血球は約 5000 個/mm<sup>3</sup>。  
 白血球は赤血球( )個に 1 個の割合で存在する。

ヒトの血球 ( 600 ) 倍

赤血球 \_\_\_\_\_ μm      白血球 \_\_\_\_\_ μm

Web 提出の場合, 白血球の顕微鏡画像とスケッチ

## 6期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章を読み、後の問い(問1~7)に答えよ。

図1は光学顕微鏡である。

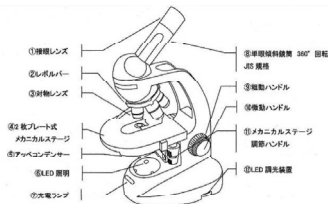


図1

細胞の大きさはまちまちであるが、10~100 $\mu\text{m}$ 程度のものが多い。分解能が約  $\boxed{a}$  である光学顕微鏡は細胞とその内部の構造を観察するのに適している。顕微鏡の像は、接眼レンズで拡大したものをさらに対物レンズで拡大して見ている。したがって、15倍の接眼レンズと40倍の対物レンズを使用すると、拡大倍率は  $\boxed{b}$  倍となる。40倍の対物レンズで見た視野の面積は、10倍の対物レンズで見た時の  $\boxed{c}$  倍である。

細胞の大きさを測定するのはマイクロメーターを用いる。マイクロメーターには  $\boxed{1}$  に入れる接眼マイクロメーターと、スライドガラスに目盛りがかかれた対物マイクロメーターとがある。接眼マイクロメーターの1目盛りの長さは、倍率によって異なるので、実際の測定に先立ちあらかじめ調べておく必要がある。対物マイクロメーターは  $\boxed{2}$  にセットする。対物マイクロメーターの1目盛りは10 $\mu\text{m}$ である。

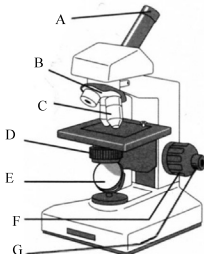
問1 空欄  $\boxed{a}$  ~  $\boxed{c}$  に入る数値・単位を、次のア~シのうちからそれぞれ1つずつ選んで記号で記せ。

- ア 2mm    イ 200 $\mu\text{m}$     ウ 2 $\mu\text{m}$   
 エ 0.2 $\mu\text{m}$     オ 15    カ 40  
 キ 600    ク 1500    ケ 4  
 コ 16    サ 4分の1    シ 16分の1

問2 空欄  $\boxed{1}$ 、 $\boxed{2}$  に入る語を、次のア~オのうちからそれぞれ1つずつ選んで記号で記せ。

- ア 接眼レンズ    イ 対物レンズ  
 ウ ステージ    エ LED照明  
 オ コンデンサー

(参考) 反射鏡のついた顕微鏡のイラスト



問3 接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターをセットしたところ、図2のように見た。接眼マイクロメーター1目盛りの長さを求めよ。

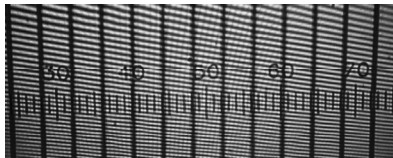


図2

問4 問3と同じ倍率で、ヒトの血球を観察したところ、図3のように見た。(1)赤血球と(2)白血球の直径として最も近い数値を、下のア~オのうちから1つずつ選んで記号で記せ。

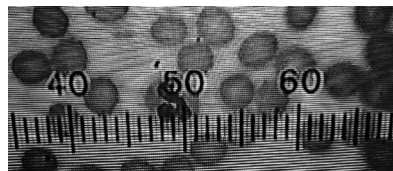


図3

- ア 8 $\mu\text{m}$     イ 12 $\mu\text{m}$     ウ 15 $\mu\text{m}$   
 エ 30 $\mu\text{m}$     オ 40 $\mu\text{m}$     カ 50 $\mu\text{m}$

問5 問4の図3は染色液で染めたものである。次の文中の空欄  $\boxed{3}$  ~  $\boxed{5}$  に入る最も適当な語を記せ。

白血球は、DNAを含む  $\boxed{3}$  の部分が青く染まっている。赤血球には赤い色素である  $\boxed{4}$  が含まれる。  $\boxed{4}$  は血液内で  $\boxed{5}$  を運搬する。

問6 次の文中の空欄  $\boxed{d}$ 、 $\boxed{6}$ 、 $\boxed{e}$  に入る最も適当な数値・語を記せ。

ヒトの赤血球は血液1 $\text{mm}^3$ あたり約  $\boxed{d}$  万个含まれる。白血球にはさまざまな種類がある。ヒトの血液中に最も多く含まれる白血球は  $\boxed{6}$  で、血液1 $\text{mm}^3$ あたり約5000個含まれる。ヒトの血液を顕微鏡で観察すると、赤血球と  $\boxed{6}$  の数の比は  $\boxed{e}$  : 1 である。

問7 白血球のうち好中球のはたらきとして最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 食作用により病原体を処理する。  
 イ グルコース(ブドウ糖)を各部の細胞に運搬する。  
 ウ 体温を維持する。  
 エ 血液凝固因子を放出する。

#### 【4】 細胞の観察(オオカナダモ)

顕微鏡操作のステップ2である。実際にプレパラートを作る。オオカナダモの葉に原形質分離を起こさせる。発展的に、原形質流動の観察や過酸化水素水をたらす実験を、教卓の顕微鏡からスクリーンにライブで映す。公開授業に最適な実験である。

ステップ2は自分でプレパラートをつくる事が目的である。その候補としては、タマネギの鱗片葉の細胞の大きさ測定、紫色のユキノシタの葉裏の表皮を用いての原形質分離、スギナの胞子が動く原因など何でもよい。ここ数年はオオカナダモを観察している。ゾウリムシの観察はステップ3である。

#### 準備するもの 1日に2クラスの場合

- 顕微鏡 教卓2台、そのうち1台はカメラ付きでライブ画像用。(42台)
- 箱 スライドガラス, カバーガラス, ろ紙を入れる箱。それぞれ1班1個 (33個)
- ピンセット 1人1個。葉片をとるために用いる。カバーガラスをかける時には用いない。(41個)
- ペトリ皿 2人で1個, この中に切ったオオカナダモ葉片を入れて配布。(41個, 2クラス分用意しておく場合)
- ▲スライドガラス (322枚。途中で洗えば半分でもよい。)
- ▲カバーガラス 1人2枚 (650枚, 使い捨て)
- ▲ろ紙 円形ろ紙を6分の1に切ったもの, 1人1枚。(55枚)
- ▲点眼びん+20%スククロース水溶液 長期保存はカビ防止のために冷凍庫に入れておくが, 授業前の解凍し忘れに注意。(11個)
- 点眼びん+0.4%過酸化水素水 教卓での演示用。(1個)
- カッター 教卓での演示用。(1個)
- はさみ オオカナダモを分けるときに使う。(1個)
- ▲実習プリント (321枚)

▲オオカナダモ（1束で8クラス可能，商品名はアナカリス）

前もって光をあてておき，薄めたスクロース水溶液を少し入れておくと，原形質流動を観察しやすい。演示する際に葉緑体の移動が見られたら紹介すればよいし，動かなければこの話に触れない。光をあてる時間が数日間にわたると細胞内が赤くなったり，ケイソウがついていたりすることがある。たまたま見られたらこの事に触れる。生徒が観察しているときにも現れる可能性がある。

当日は，その日のクラスの班の分だけ切り分けておく。ペトリ皿にオオカナダモの入っていた水を入れ，葉をだいたい5mm角(雑で良い)にはさみで切って入れる。葉片が大きいと標本にしたときにゆがんでしまいピントがあわせにくくなる。ペトリ皿1個に4片以上は必要。

- 300mL程度のビーカーに別の1束を入れたものを教卓につくり，全体像を見せる。6月頃だと白い花を水面に咲かせることがあるので，咲いている状態を見せられれば最高である。写真でもよい。アメリカ原産の帰化植物として生態系を脅かしていることも話しておきたい。
- スライドガラス洗浄用の洗い桶に薄めた洗浄液を入れて水をはっておく。

実習前の教員や係の仕事

- 顕微鏡の準備としては，カバーを外す。対物レンズを4倍にする。しぼりを開く。
- 1班にスライドガラス4枚，カバーガラス8枚，ろ紙4枚配る。箱に入れる。
- 実習プリントを1人1枚配布する。
- オオカナダモの入ったペトリ皿を1班に2個
- 教員は標本を1つ作っておく。スライドガラスの左側に水で封入した標本，右側にスクロース水溶液で封入した標本，どちらもカバーガラスをかけておく。ライブでも作成するが原形質分離は時間がたったものを見せると，生徒はゴールがはっきりする。



実習 45分

0~10分 生徒を前に集めて説明する。見るものをパワーポイントで見せてから実演する。実演内容は、

①1枚のスライドガラスに2つの標本をつくる。スライドガラスの左側に葉脈が横になるように葉片を置き、カバーガラスを手でかける。いちいちピンセットを使わない。

②スライドガラスの右側にスクロース水溶液で封入したものをつくる。葉片の水分をろ紙でふき取る。点眼びんからスクロース水溶液を1滴たらしカバーガラスをかける。1滴ならはみ出すことはないのでもろ紙は必要ない。カバーガラスを上から押す生徒がいるので、その必要はないと言う。

③状況によっては、実習前に作成しておいたものとしり替えて顕微鏡にセット。左は原形質流動が見られれば説明する。必ず起こるとは限らない。もし原形質流動が見られたら動画チャンスと伝える。

上下2層になっており、上側が大きな細胞。下側が小さな細胞。ピントをずらして説明したい。小さな細胞にピントを合わせると、大きな細胞の細胞壁が黒い影となる。周辺部のとげや葉脈も映したい。

原形質分離をしているものは、細胞壁と細胞膜が分離している。細胞膜はふだんは細胞壁にべったりとついている。葉緑体は細胞膜の内部でまとまる。細胞膜の外にあるように見える葉緑体は、別の層の細胞のものである。

④過酸化水素水をたらず実験を実演する。スライドガラスに大き目の葉片を置き、カッターで何本かの傷をつける。過酸化水素水をたらずしてすぐに顕微鏡にセット。たくさんの泡が出ているのを見させる。画面全体が泡だらけになってしまう。この泡は酸素である。

このときに、作った標本内に気泡があっても気にしないようにも伝える。光合成によっても酸素は発生し、切り口から泡が出ることがあるので、気泡が入らないように標本をつくっても仕方がない。

⑤注意事項

スクロース水溶液を接眼レンズやステージ、手につけないように注意する。片づけるときはカバーガラスをはずさずにプレパラートごと洗浄液へ入れる。40倍の対物レンズで、ピントが合わずにぼやけているものがあればすぐに報告する。スクロースがついてカビが発生すると視野が白いもやとなる。エタノールを浸み込ませたガーゼでふきとるとカビがとれて、顕微鏡は鮮明に見えるようになる。

原形質分離をしているものをNo1、普通の状態をNo2として顕微鏡画像またはスケッチの画像を、宿題配信に提出する。

10～30分 生徒を自分の席に戻して始めさせる。

スライドガラスをメカニカルステージにセットしているか確認する。まだ、クリップのように使う生徒がいる可能性がある。

カバーガラスをしない生徒がいるので注意する。

原形質分離をしていることに気がつかない生徒がいるが、たいてい隣人から指摘される。

150倍または600倍で撮影させる。マスキングテープで筒をつくるとスマホで撮影しやすくなる。

実験プリントにスケッチさせたいが時間が足りないので、後で写真からスケッチさせてもよい。

30～45分 片づけ。プレパラートはそのまま洗浄液の入った洗い桶に入れる。スライドガラスと2枚のカバーガラスはつけたままでよい。スクロース水溶液が手につくと、顕微鏡にもスクロースがつくことがあるので洗わせたくない。使用後のプレパラートは直接捨てさせてもよいが、できれば生徒の見ていないところで廃棄したい。本校ではスライドガラスは洗って再利用している。水洗い後すぐにふき取るときれいである。

ペトリ皿は教卓に回収する。使ったろ紙はごみ箱に捨てさせる。

顕微鏡は、対物レンズ4倍とし、LEDを切る。

振り返りとして、原形質流動や原形質分離がなぜ起こるのだろうか。過酸化

水素で泡がなぜ発生するのか。理由や原理を調べておきなさい。生徒たちが考えるには結構難しく、理解できるかどうかかわからないがそれでもいい。自分で調べてみたけどよくわからなかったという経験で十分である。

質問に来た生徒には浸透圧という語を使わず、細胞膜をはさんで同じ濃度になるという程度で話をしている。なめくじに塩をかける話から始めるとよい。細胞壁は大きな穴だらけのかたい壁という程度でよいだろう。

### 実習後

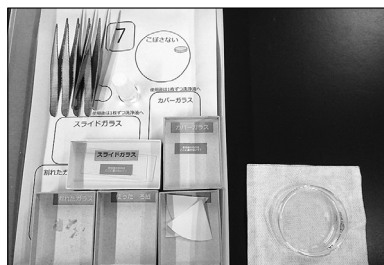
- 生物係は全ての顕微鏡の接眼レンズをエタノールで消毒する。顕微鏡の対物レンズ4倍，LED切を確認。
- 放課後，教員はステージや机にスクロースがついていないか確認する。スクロース水溶液が手につくと，気がつかないうちにあちこちにスクロースをつけている。たまに40倍の対物レンズを拭く。8クラス終了後充電。

**評価** 原形質分離をしていることがよくわかる写真かどうか。映える細胞をチョイスしているかどうか。

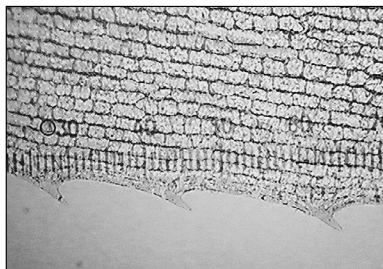
### 写真



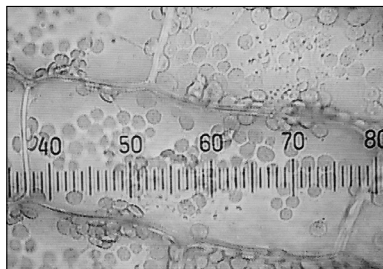
11 オオカナダモの花



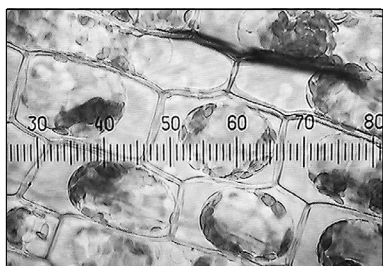
12 用意するもの



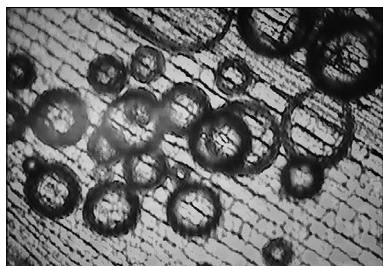
13 顕微鏡画像(150倍)



14 顕微鏡画像(600倍)



15 原形質分離



16 過酸化水素水をたらしたもの

資料 実習プリントと期末試験出題例

# 9実習プリント

生物  
実習

## 2 細胞の観察(オオカナダモ)

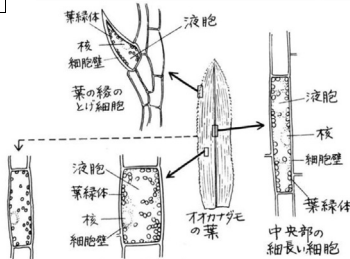
\_\_\_年\_\_\_組\_\_\_番 氏名\_\_\_\_\_

### 1【葉の観察】

- 目的** オオカナダモの細胞を観察する。
- 材料** オオカナダモの葉(沈水性の被子植物, 水面に白い花を咲かせる)
- 準備** 顕微鏡, 接眼マイクロメーター, スライドガラス, カバーガラス, ろ紙, ピンセット, ペトリ皿, はさみ
- 方法**

1. オオカナダモの葉を1枚とり, スライドガラスにのせる。
2. 水を1滴たらし, カバーガラスをかける。
3. 顕微鏡で葉をすみずみまで観察し, 形態の異なる細胞を見つけてスケッチする。

**結果**



裏側の通常の細胞 表側の通常の細胞

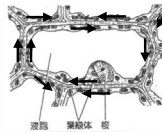
- ・葉のふちのうげは1つの細胞でできていた。葉緑体が少ない, 核が観察できた。
- ・中央部の細長い細胞では, 葉緑体が流れるのがみられた(原形質流動)。
- ・葉は2層の細胞でできている。表側の細胞の方が大きい。

### 2【原形質流動の観察】

- 目的** オオカナダモの葉の細胞を観察していると, 葉緑体が流れていくのが見える。これは原形質流動により葉緑体が移動しているためである。原形質流動の速度を求める。
- 方法** よく動く1つの葉緑体に着目し, 接眼マイクロメーターの10めもり(600倍では25 $\mu$ m)を移動するのに何秒かかるかを測定する。

**結果**

細胞10個の平均値



温度(°C)	10	20	30
距離( $\mu$ m)	25	25	25
時間(秒)	4.6	4.3	2.6
速度( $\mu$ m/秒)	5.4	5.8	9.6

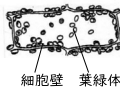
### 3【原形質分離の観察】

- 目的** 植物細胞を濃い水溶液に浸すと, 細胞膜が細胞壁から離れる。この現象(原形質分離)を観察する。
- 材料** オオカナダモの葉(5mm角程度)
- 器具** 顕微鏡, スライドガラス, カバーガラス, ろ紙, ピンセット, ペトリ皿, 点眼びん
- 薬品** 水, 20%スクロース水溶液
- 方法**

- 1枚のスライドガラス上に2つの標本をつくる。
1. 葉片をスライドガラス(左側)にのせ, 水を1滴たらし, カバーガラスをかける。(標本I)
- 2(1) 別の葉片をスライドガラス(右側)にのせ, ろ紙で葉の表面の水分を吸い取る。
- (2) スクロース水溶液を1滴たらし, カバーガラスをかける。(標本II)
3. 標本Iを顕微鏡で観察する。150倍で観察対象を探してから600倍に倍率を上げる。表側の細胞と裏側の細胞をよく意識(左を参照)し, どちらかの細胞1~2個をスケッチする。(スケッチI)
4. 数分後に標本2を顕微鏡で観察する。原形質分離をした細胞を探し, 違いがよくわかるようにスケッチする(スケッチII)。600倍では1目盛りが2.5 $\mu$ m

**結果** タイトルと倍率, 各部の名称や倍率を入れる。

I



I



II



II



植物細胞を濃い(浸透圧が高い)水溶液に浸すと, 細胞内から水が吸い出され原形質が縮み, (細胞膜)が(細胞壁)から離れる。この現象を(原形質分離)という。

【終了の仕方】

- ステージはビントの合う位置
  - 対物レンズ4倍
  - スライドガラスとカバーガラスをはなさずに洗浄液へ
- 【web提出】①原形質分離の写真 ②I・IIのスケッチ  
③原形質流動の動画(任意)

# 10-1期末試験の出題例

## 期末試験出題例

次の文章(I・II)を読み、後の問い(問1~10)に答えよ。  
(2018 共通テスト試行問題を参考に作成)

### I

オオカナダモの葉を光学顕微鏡で観察し、スケッチをした(図1)。微動ねじを回して対物レンズと標本の間の距離を広げていくと、最初は小さい細胞(図2)が見えて、その次に大きな細胞(図3)が見えた。

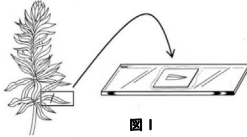


図1

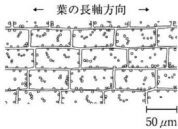


図2



図3

問1 オオカナダモはコカナダモとともにアメリカ大陸原産の多年生水中草本である。これらの生物についての記述として誤っているものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア オオカナダモが野生化した地域では在来種のクロモが激減している。
- イ コカナダモは琵琶湖や尾瀬沼などで繁殖が確認されている。
- ウ オオカナダモとコカナダモは、ともに生態系被害防止外来種(かつての要注意外来生物)に指定され、生態系への被害を及ぼすおそれがある。
- エ オオカナダモはメダカの産卵場所となるため、日本各地で自然繁殖をさせることが推奨されている。

問2 図4のP~Qで切断したときの葉の断面の一部を模式的に示した図はどれか。次のア~カのうちから最も適当なものを1つ選んで記号で記せ。上側の葉を表側とし、□はその位置の細胞の形と大きさを示している。

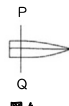
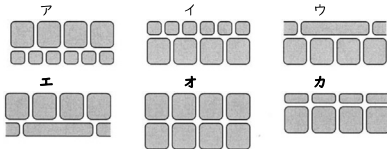


図4



問3 問2のような組織をつくっていると、葉の表側の細胞の体積として最も近い値を、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。単位は $\mu\text{m}^3$ とする。

- ア 2800      イ 5000      ウ 110000
- エ 250000

問4 観察しているうちに気泡が発生した。この気泡に関する記述として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア はじめからプレパラートに入っていた気体
- イ 周囲の液から発生した二酸化炭素
- ウ 光合成により発生した酸素
- エ 呼吸により発生した二酸化炭素

問5 観察していると、細胞内を動いている葉緑体が見つかった。この現象を原形質流動という。原形質流動についての記述として誤っているものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 細胞の外部と内部の間を移動している葉緑体がある。
- イ 葉緑体と結合したミオシンが、細胞内に張りめぐらされたアクチンフィラメントの上を移動することにより、葉緑体が移動しているように見える。
- ウ 原形質流動にはATPが必要である。
- エ 原形質流動は生きている細胞にしか見られない。

問6 葉緑体が接眼マイクロメーターの10目盛り(25 $\mu\text{m}$ )を移動するのに5秒かかった。原形質流動の速さを求めよ。単位は $\mu\text{m}/\text{秒}$ とする。

問7 葉緑体を拡大して見る事ができたが、内部の詳細な構造(チラコイドやグラナなど)を見ることはできなかった。その理由として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 内部の構造が光学顕微鏡の分解能より小さいため。
- イ 表面が緑色で、内部まで光が透過しないため。
- ウ 内部の構造が酵素により分解されていたため。
- エ 動きが速く、内部の観察が不可能であったため。

問8 カバーガラスをはずし、葉片をカミソリで備つけた後、3%過酸化水素水をたらした。顕微鏡で観察したときに起こっていることとして最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 葉緑体が緑色から赤色になる。
- イ 色素を失って白色になる。
- ウ 気泡が大量に発生する。
- エ 細胞壁がなくなり細胞が膨張する。

## 10-2期末試験の出題例

### II

オオカナダモの葉片に、20%スクロース水溶液をたらし、カバーガラスをかけて顕微鏡で観察したところ、細胞膜が細胞壁から離れて収縮していた(図5)。この現象を原形質分離という。これには、スクロース水溶液中のスクロース分子と水分子で、細胞膜の透過のしやすさの違いが関わっている。細胞膜には、水分子だけを透過させるアクアポリンという孔があり、細胞膜の内外での濃度の差をなくす方向に水分子を移動させる。一方、スクロース分子は細胞膜をほとんど透過できない。

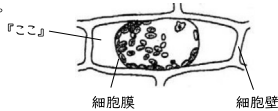


図5

問9 図5の『ここ』の部分には何があるか。最も適当なものを、次のア～エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 酸素
- イ 二酸化炭素
- ウ 水
- エ 20%よりも薄いスクロース水溶液

問10 原形質分離が起こっているときの現象として最も適当なものを、次のア～エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 細胞膜の内側から外側へ水が出て、細胞膜の内外の溶液濃度が等しくなる。
- イ 細胞膜の外側から内側へ水が入り、細胞膜の内外の溶液濃度が等しくなる。
- ウ 細胞膜の内側から外側へスクロース水溶液が出て、細胞膜の内外の溶液濃度が等しくなる。
- エ 細胞膜の外側から内側へスクロース水溶液が入り、細胞膜の内外の溶液濃度が等しくなる。

## 【5】カタラーゼの性質

豚または鳥のレバーに含まれる酵素カタラーゼを用いて、酵素の性質を調べる実験である。無機触媒との比較、強酸・強塩基・熱の影響、変化しない物質であることを確認する。定番の実験である。リングやジャガイモ、オオカナダモも使用して比較する。これらは演示でよい。

注射針を用いたり温度を変えて定量的に行うこともできるが、全員で行う必要はないだろう。ゼラチン、寒天とパイナップル、キウイを用いてタンパク質分解酵素の存在を調べることもできる。これも演示で十分である。

**準備するもの** 準備に手間がかかるので、4人でこれらの一連の実験を行うようにする。1日に2クラスとする。

■試験管たて 1班に1個、薬品小分け作業用に6個。(26個)

下に試験管に対応するシールを貼って使う位置を指定し、試験管6本を立てておく。クラスごとにセットごとすり替えてしまうので2クラス分。

■試験管 1班に6本 (126本、各色21本)

上から2cmのところの色シール(白, 赤, 青, 緑, 黄, 黒)を貼っておく。新品から状態に応じて、白→黄→緑・赤・青→黒と貼りかえていき、黒で汚れが落ちない試験管は廃棄する。

① 試験管(白)：4%過酸化水素水を約20mL入れておく。なるべく新品の試験管を使う。過酸化水素を入れて泡が発生した場合は別のシールに貼り変える。この試験管は洗わない。何本かは目盛り付き試験管にしておくと20 mLを入れるときに便利である。

② 試験管(赤)：10%塩酸を1mL入れておく。強酸性と酵素の性質を調べる試験管である。アルミ箔をかけておくと、小さな穴が開いているのでわかりやすい。

③ 試験管(青)：10%水酸化ナトリウム水溶液を1mL入れておく。強塩基性と酵素の性質を調べる試験管である。アルミ箔をかけておくと、アルミ箔が試験管上部にくっついているのでわかりやすい。



- ④ 試験管(緑)：豚レバーと過酸化水素を反応させる試験管である。脂で汚れたら赤・青・緑のシールになる。その都度洗うが根本的に汚れを落とすのは大変である。
- ⑤ 試験管(黄)：煮沸したレバーを入れる試験管である。緑・赤・青からの転用はさせない。
- ⑥ 試験管(黒)：酸化マンガン(IV)を入れる試験管である。酸化マンガン(IV)を入れたとたんに割れたり、黒い粉が付いたりするので、廃棄直前のものを使う。

緑と黒は泡が出てよいが、白と黄は泡が出てはいけない。赤と青は先に塩酸と水酸化ナトリウムを入れておくと、脂汚れがあってもカタラーゼが変性するので大丈夫である。洗うときに、ブラシについた脂がうつるのを避けたいので、白と黄は洗わないことにしている。これらの試験管は他の実験には使用していない。やらせ的な実験となるが、おかしな結果が出て生徒の記憶に残ることは避けたい。

■ペトリ皿蓋つき 1班に2個(53個) ■円形ろ紙 1班2枚(168枚)

ふたと本体横に色シール(緑, 黄, 黒)を貼っておく。

- ① ペトリ皿(緑)は生のレバー片を3片入れるためのもの。2クラス分用意したいので20個必要。円形のろ紙を敷いておく。生のレバー片を入れたら冷蔵庫に保管。
- ② ペトリ皿(黄)は煮たレバー片を1片入れるためのもの。20個必要。円形のろ紙を敷いておく。煮たレバー片を入れたら冷蔵庫に保管。
- ③ ペトリ皿(黒)は酸化マンガン(IV)を1個入れるためのもの。使いまわしが可能であるため10個(ふたと分ければ5個)で十分。

これらは敷いてあるろ紙を取りかえるだけで8クラス終えるまで洗わない。

■ピンセット 1班1個(11個) ▲竹串 1班1本(11本)

長い竹串は生レバー、ピンセットは酸化マンガン(IV)をそれぞれ過酸化水素水に入れるためのもの。それぞれ専用で使い回す。念のため、ピンセットに

は黒シールを貼っておく。

■ 2mLピペット+シリコン栓 1班1本(30本)

ピペットの先を紙(ろ紙で可)でカバーし、竹串やピンセットと接触させない。実験中に生レバーと接触させてしまうこともあるので、数本は予備があった方がよい。試験管(白)に入れた途端に細かい泡が出てしまったら交換する。塩酸または水酸化ナトリウム水溶液で洗浄すると復活できる。

ピペットを逆さにする生徒がいるので、ゴム栓は使わずにシリコン栓を使うことにしている。

▲ 4%過酸化水素水 1班20mL (2000mL)

1600mLで足りる。1班に15mLとすれば最低限1200mLあれば実験はできる。試験管(白)に初めから入れ、アルミホイルでふたをしておく。

● 小分け用の200mLビーカー(白)から直接分配する。

▲ 10%塩酸 1班1mL (100mL)

試験管(赤)に入れ、アルミホイルでふたをしておく。

● 小分け用の2mLピペット(赤)+シリコン栓。

▲ 10%水酸化ナトリウム水溶液 1班1mL (100mL)

試験管(青)に入れ、アルミホイルでふたをしておく。

● 小分け用の2mLピペット(青)+シリコン栓。

▲ 粒の酸化マンガン(IV) 11粒

ペトリ皿(黒)に入れておく。この酸化マンガン(IV)は毎年使い回している。20粒ほど気に入った形のものを見つけている。尖っていると試験管を割ってしまい、球形のものは反応が鈍いので、よく反応するものを見つけたらそれをずっと使い続けるとよい。使用后、流しで試験管(黒)から救い出すことで、無機触媒であることを意識させたい。

粉のタイプは試験管を汚すことと、使いまわしにくく触媒の意識が持てないので使用しない。

▲ 豚のレバー(鳥のレバーでも可) (1パック)

●はさみ, アルミ鍋(五木の天ぷらうどんなどのアルミ鍋), 使い捨て手袋, ガスレンジ, 冷蔵庫, ピンセット2個(緑, 黄), トレー4個  
スライスしたものが販売されているのでそれを利用するのがよい。スーパーの1パックで8クラスは十分に可能。冷蔵庫で1週間保存できる。冷凍すると反応しにくくなるので毎年購入したい。

はさみを使って, 約7mm角に切る。使い捨て手袋を使うと手を汚さない。  
2クラスで80片。

20片(以上)をアルミ鍋に入れ, 湯でよく煮る。ペトリ皿(黄)にピンセット(黄)で1片ずつ入れる。

生のレバーは, ペトリ皿(緑)にピンセット(緑)で3片ずつ入れる。

10皿ずつトレーに入れて, 冷蔵庫に入れておく。

●線香(16本)+点火棒(1個)

生徒にはやらせていない。教員が点火した線香をもっていくつかの班をまわり, 泡が出ている試験管(緑)に入れてよく燃えることを示す。演示でもよい。

●顕微鏡セット (8回分)

スクリーンを用いて演示する。細胞の観察でも見ている。

顕微鏡, 顕微鏡カメラ, スライドガラス, カバーガラス, ピンセット, 剃刀, 点眼びんに入れた4%過酸化水素水, オオカナダモの葉, ペトリ皿。

▲プリント 320枚

▲雑巾(使い捨てガーゼやティッシュ), 三角コーナー, ゴミ袋

#### 実習前の教員や係の仕事

●各班の実験セットの確認と追加, 交換。

●実験セット: 試験管たて(試験管6本白赤青には溶液が入っている), ペトリ皿(緑: 生レバー片3), ペトリ皿(黄: 煮レバー片1), ペトリ皿(黒, 酸化マンガン(IV)), ピペット(先端に紙), 竹串, ピンセット

■プリント(1人1枚)と実験セット(2クラスめの場合)の一部交換。実験器具が整っていない場合, 余裕をもってきれいに並べる。

実習 45分

0～15分 まず、オオカナダモに4%過酸化水素水をかけて泡が出る演示実験を行い、顕微鏡画像をスクリーンに映す。

オリジナルYoutube動画を見る。[URL](https://youtu.be/PtCc6q4OgZY) <https://youtu.be/PtCc6q4OgZY>  
4人1班である。テーブルにある器具、薬品の確認。

注意事項。酸化マンガン(IV)はピンセットで扱う。生レバーは竹串で扱う。煮たレバーは素手で扱う。ピペットは4%過酸化水素水を2mLだけ取りたいときに使う。先端に触媒や酵素(生レバー)をつけないようにする。ピペットを過酸化水素水に入れた途端に小さな泡が出た場合は交換する。

班の全員が見ているところで過酸化水素を注入すること。

15～25分 開始の合図。

生徒はプリントにしたがって実験を行う。

試験管(緑)：生レバーを竹串で入れる。

試験管(赤)：すでに塩酸が入っている。竹串で生レバーを入れて、よく浸らせて変性させる

試験管(青)：すでに水酸化ナトリウム水溶液が入っている。竹串で生レバーを入れて、よく浸らせて変性させる。塩酸とは異なる変性なのですぐ分かる。

試験管(黄)：煮たレバーを素手で入れる。

試験管(黒)：酸化マンガン(IV)をピンセットで入れる。

ここまでの下準備。スマホを準備する。全員がみているところで試験管(白)からピペットを用いて過酸化水素水を2mLずつとり、他の試験管に入れていく。ピペットに生レバーが付かないように試験管(緑など)の中に入れていないようにさせる。

ここまでの注意を開始前にしておいてもよい。

教員は、線香に火をつけていくつかの班を回る。

25～35分 余った過酸化水素水は、試験管(緑)と試験管(黒)に入れさせる。も

う比較する必要はないので、ピペットは使わずに試験管(白)から直接入れる。  
触媒と酵素が再利用できることの確認。

試験管(黄)なども試験管(緑)に追加する生徒もいたり、泡があふれ出たり大変なことになる場合もあるが見守りたい。

35～45分 片づけとまとめ

酸化マンガン(IV)を救い出して元のペトリ皿(黒)に戻す。洗いながらでよい。  
試験管(黒)だけ洗わせる。生レバーは三角コーナーに入れさせる。

本校では生徒に洗わせず、試験管たてごと全て回収している。洗わないはずの試験管を洗って酵素がついてしまった方があとあと面倒である。生レバーを入れた30本は、汚れた部分だけを軽く洗っている。

ペトリ皿(緑)・ペトリ皿(黄)は、ろ紙を捨てて回収。机上には竹串とピンセット、ペトリ皿(黒)だけが残ることになる。

この実験は時間にかなり余裕があるので、まとめの時間をとることができる。  
酵素が生レバーに含まれるカタラーゼ、基質が過酸化水素であることを確認。  
どちらだかわからずに実験を行う生徒もいる。

ジャガイモ片やリンゴ片でも演示して、カタラーゼが多くて生物に含まれていることを示す。オオカナダモは実習4で実験済みなので省略できる。

過酸化水素はオキシドールの主成分である。発生する活性酸素に殺菌効果がある。傷口にオキシドールをぬったときの反応と効果を思い出させる。

**実習後** 2クラスごとに、ピペットの先端を酵素がついていないか確認した方がよい。過酸化水素水の中に先端を入れてみればすぐに分かる。泡が出たら、先端に塩酸をつけて洗浄すると復活させることができる。

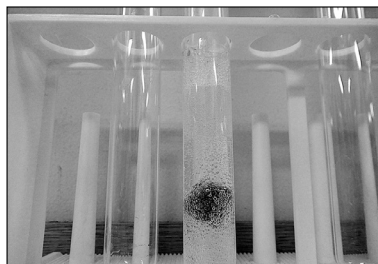
**評価** 提出は、結果をまとめたプリントを撮影したもの。任意で動画。動画は班ごとでよい。「よい」「未提出」くらい。

この実験の内容は期末試験で出題しやすいので、実験の評価は不要。試験では発展的に、パイナップルのタンパク質分解酵素によるゼラチンや寒天との反応の実験も出題できる。

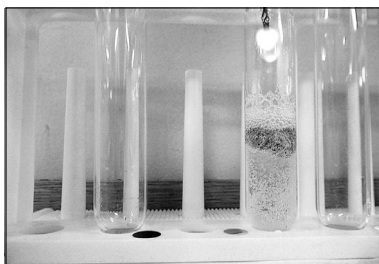
写真



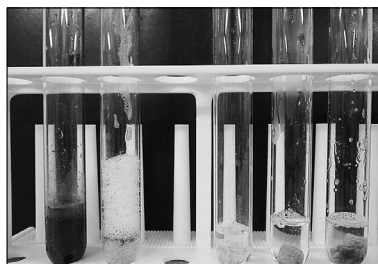
17 1班に用意するもの(線香は不要)



18 試験管(緑)から気泡発生



19 線香を入れた



20 まとめ

資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 11 実習プリント

生物  
実習

## 5 酵素の性質 (カタラーゼ)

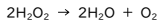
1年 組 番 氏名

### 【酵素の性質】

**目的** 酵素カタラーゼを使って酵素のはたらきを確認する。

血液中のさまざまな有害分子は過酸化水素によって酸化されて解毒化される。細胞内に過酸化水素は必要であるが、過酸化水素自体にも毒性があるため、過剰に蓄積するとだちに水と酸素に分解されるしくみがある。

酵素カタラーゼは、血液中で次の反応を触媒する。



材料	レバー片 (酵素カタラーゼを含む)、オオカナダモ
器具	試験管、ピンセット、ピペット、竹串、ガラス棒、検鏡器具
薬品	4%過酸化水素水 試験管(白) 約15mL 入れて配布 10%塩酸 試験管 F(赤) 1mL 入れて配布 10%酸化ナトリウム水溶液 試験管 G(青) 1mL 入れて配布 酸化マンガン(IV)MnO <sub>2</sub> (1粒) 試験管 B(黒)

**要点** レバーは酵素、酸化マンガン(IV)は無機触媒。  
過酸化水素水は分解される基質である。  
下記のようにまぜて反応を比較する。試験管A・Dは省略する。

試験管 A	過酸化水素水	+ 石英砂
試験管 B(黒)	過酸化水素水	+ 酸化マンガン(IV)
試験管 C(緑)	過酸化水素水	+ レバー
試験管 D	水	+ レバー
試験管 E(黄)	過酸化水素水	+ 加熱したレバー
試験管 F(赤)	過酸化水素水 + 塩酸	+ レバー
試験管 G(青)	過酸化水素水 + NaOH	+ レバー

**注意** 生レバーや酸化マンガン(IV)が少しでもまざると反応がおこるので、ピペットやピンセット、竹串の扱いは十分に注意する。以下の手順に示した器具だけを用いる。

- 手順1** 試験管 B(黒)にピンセットを用いて酸化マンガン(IV)1粒を入れる。  
試験管 C(緑)・試験管 F(赤)・試験管 G(青)に竹串を用いて生のレバーをそれぞれ1切れずつ入れる。  
試験管 E(黄)に煮手で煮たレバーを1切れ入れる。  
酸化マンガン(IV)や生のレバーと接触させないため。

### 1【無機触媒と酵素カタラーゼの作用を調べる】

- 試験管 B(黒)と試験管 C(緑)を比較する。  
**手順2** 試験管 B(黒)・試験管 C(緑)のそれぞれにピペットを用いて、4%過酸化水素水を2mLずつ入れる。  
**発展** 気体が発生した試験管に、火のついた線香をさしこんでようすをみる。

### 2【温度の影響を調べる】

- 試験管 C(緑)と試験管 E(黄)を比較する。  
**手順3** 試験管 E(黄)にピペットを用いて、4%過酸化水素水を2mL入れる。

### 3【酸・アルカリの影響を調べる】

- 試験管 C(緑)・試験管 F(赤)・試験管 G(青)を比較する。  
**手順4** 試験管 F(赤)・試験管 G(青)のそれぞれにピペットを用いて、4%過酸化水素水を2mLずつ入れる。

### 4【触媒と酵素が変化しないことを調べる】

- 手順5** 試験管 C(緑)・試験管 B(黒)に、さらに4%過酸化水素水を加え、ようすをみる。試験管から試験管に直接移してよい。

### 5【顕微鏡観察】

- 手順6** **発展** オオカナダモの葉に傷をつけ、過酸化水素水をたらして、顕微鏡で観察する。

**発展** レバーの代わりにリングゴやジャガイモなどを使って同様の実験を行う。カタラーゼは、植物細胞にも存在する。

### 【はじめ】 酵素の性質について調べる。

酵素は、生体内の①<sub>a</sub>( )を促進する触媒として働く。代謝は酵素が働いて進行する。酵素の主成分は②<sub>p</sub>( )である。酵素は特定の物質(この物質を③<sub>q</sub>( )という)と結合して作用を示す。これを④<sub>r</sub>( )という。一般に化学反応の速度は温度が高くなると上昇するが、酵素反応の速度は35~40℃で最大値(この温度を⑤<sub>s</sub>( )という)を示し、55~60℃以上になると反応速度は低下する。酵素反応はpHによっても影響を受け、それぞれ特定のpHの範囲内で作用する。

- 問1** 触媒とはどのような物質か。  
( )  
**問2** 高温になると酵素の作用が失われる。理由を述べよ。  
( )

**実験結果** 試験管A~Gを全て行ったものとして考察する。  
対照実験(試験管A・D)は省略した。

- 手順2・3・4** において  
気体が発生した試験管は( )と( )  
発生した気体は( )  
化学反応式は( )  
気体が発生しなかった試験管とその理由は  
( A )理由( )  
( D )理由( )  
( )理由( )  
( )理由( )  
( )理由( )  
**手順5**から確認できる触媒と酵素の性質は  
( )

Web 提出 実験結果を撮影して提出

## 12期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章(I・II)を読み、後の問い(問1~10)に答えよ。

I

生体内には、呼吸で生じる有害な過酸化水素を分解するカタラーゼという酵素が存在する。カタラーゼの性質を調べるために次の**実験1**を行った。

**実験1** 試験管A~Fを用意し、B~Eに生のブタの肝臓片を、Fに加熱したブタの肝臓片を入れた。Dには10%塩酸2mLを、Eには水酸化ナトリウム水溶液2mLを入れた。

続いて、試験管A・C~Fに3%過酸化水素水5mLを、Bに水5mLを加えた。(表1)

表1

A	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
B	H <sub>2</sub> O + 生肝臓片
C	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 生肝臓片
D	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + HCl + 生肝臓片
E	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + NaOH + 生肝臓片
F	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 加熱した肝臓片

試験管Cは気泡が発生した。

**問1** この実験において基質は何か。最も適当なものを次のア~オのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 過酸化水素                      イ 塩酸  
ウ 水酸化ナトリウム              エ 肝臓  
オ 水

**問2** この実験で、カタラーゼが含まれるのはどれか。最も適当なものを次のア~オのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 過酸化水素                      イ 塩酸  
ウ 水酸化ナトリウム              エ 肝臓  
オ 水

**問3** 試験管Cで発生する気体は何か。最も適当なものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 水蒸気                          イ 水素  
ウ 酸素                              エ 二酸化炭素

**問4** 試験管C、DおよびEの結果から考えられる結論として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア この酵素は熱すると活性を失う。  
イ この酵素は熱の影響を受けない。  
ウ この酵素はpHの影響を受けない。  
エ この酵素は中性付近でよくはたらく。

**問5** 試験管CとFの結果から考えられる結論として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア この酵素は熱すると活性を失う。  
イ この酵素は熱の影響を受けない。  
ウ この酵素はpHの影響を受けない。  
エ この酵素は中性付近でよくはたらく。

**問6** 試験管Cにさらに、過酸化水素水を加えると、どうなると考えられるか。最も適当なものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 酵素は変化しないので、再び気泡が発生する。  
イ 酵素は変化しないので、気泡は発生しない。

- ウ 酵素が失活しているため、再び気泡が発生する。  
エ 酵素が失活しているため、気泡は発生しない。

**問7** この実験で、ブタの肝臓片の代わりに生のダイコン片を用いた場合どのようになるか。最も適当なものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 試験管BとCで気泡が発生する。  
イ 試験管C、DおよびEで気泡が発生する。  
ウ 試験管CとFで気泡が発生する。  
エ 試験管Cだけで気泡が発生する。

**問8** これらの実験結果は、カタラーゼがある物質からできていることを示している。その物質として最も適当なものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 炭水化物                          イ タンパク質  
ウ 脂質                                エ 核酸

**問9** この実験においては、気体の発生が酵素の触媒作用によるものではなく、「何らかの物質を加えることによる物理的刺激によって過酸化水素が分解される」という可能性がある。この可能性を検証するために行う実験として最も適当なものを次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 過酸化水素水に酸化マンガン(IV)を加える。  
イ 生の肝臓片に酸化マンガン(IV)を加える。  
ウ 過酸化水素水に石英砂を加える。  
エ 水に石英砂を加える。

II

パイナップルに含まれる酵素について調べるために次の**実験2**を行った。タンパク質を主成分とするゼラチンと、炭水化物を主成分とする寒天は、どちらも50℃程度の湯に溶け、冷やすと固まる。

**実験2** ゼラチン粉末を湯に溶かしてゼラチン溶液を、寒天粉末を湯に溶かして寒天溶液を作成し、表2のように添加物を加えて50℃で10分間放置した後、冷却して固まるかどうかを観察した。表2に結果も示した。

表2

ゼラチンまたは寒天 + 添加物	結果
① ゼラチン溶液+水	固まった
② ゼラチン溶液+タンパク質分解酵素	固まらなかった
③ ゼラチン溶液+パイナップル果汁	固まらなかった
④ 寒天溶液 + 水	固まった
⑤ 寒天溶液 + 炭水化物分解酵素	固まらなかった
⑥ 寒天溶液 + タンパク質分解酵素	固まった
⑦ 寒天溶液 + パイナップル果汁	固まった

**問10** この実験から考えられることとして最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア パイナップル果汁は、タンパク質分解酵素と炭水化物分解酵素の両方を含む。  
イ パイナップル果汁は、タンパク質分解酵素を含むが、炭水化物分解酵素を含まない。  
ウ パイナップル果汁は、炭水化物分解酵素を含むが、タンパク質分解酵素を含まない。  
エ 寒天はタンパク質分解酵素の働きを阻害する。  
オ ゼラチンはタンパク質分解酵素の働きを阻害する。



## 【6】 DNAの抽出(ブロッコリー)

この実験は中学校でも行っていることが多いが、ここではDNAと酢酸オルセインで作品をつくらせるところまでやって楽しみたい。

細胞内のタンパク質を除去し、エタノールにDNAを沈殿させる。沈殿を取り出して、どうしたらこの中にDNAが多く含まれていることがわかるか。酢酸オルセインで核を染色して観察したことを思い出させる。

白子やタマネギを使ってもよいが、映えや臭いを考えるとブロッコリーの花芽がよい。なぜ、ブロッコリーの花芽を使うのか。小さい細胞が多数あることが重要である。

### 準備するもの

4人で1班とし、1日に2クラス。2人で1班でもよいが2倍量になる。

■乳鉢+乳棒 2人1個 (21個)

乳鉢にブロッコリーの花芽を入れて配布するので、2クラス分必要。

■試験管 2クラスまで連続可能な本数 (43本)

上から2cmのところの色シール(赤, 青)を貼っておく。目盛り付き試験管が何本かあると便利。

① 試験管(赤) : DNA抽出液を15mL入れる。300mLビーカー4個(水をはる)に分散して立てかけ、恒温水槽に入れる。(21本)

② 試験管(青) : 60%エタノールを20mL入れる。試験管たて2個に立てかけ冷蔵庫に入れる。小分け用の200mLビーカーを使用。(21本)

● DNA抽出液作成用試験管1本

■100mLビーカー 2人で1個 全クラス使い回しにする。(11個)

●300mLビーカー 恒温水槽用4個, DNA抽出液作成用2個。(6個)

●200mLビーカー エタノール小分け用。(1個)

■管びん 分離した見本として次のクラスで使用する分もある。(25個)

■ピンセットまたは短いガラス棒 DNAを絡み取るのに使う。(11個)

▲ガーゼ ろ過するときを使う。以前にガーゼを大量購入した余りを使っている。茶こし10個でもよい。(88枚)

▲ペトリ皿+円形ろ紙 染色に使う。21個+88枚

■保冷剤 保冷剤の中身(ポリアクリル硫酸ナトリウム)を小さなチャック付き袋に入れている。平らにしないと乗せた管びんがひっくり返ってしまう。トレーに入れて冷凍庫に保管。使用後は机上に並べて十分に乾いてから冷凍庫に入れる。(22個)

▲ブロッコリー 花芽7gをとる。2クラス分は3個。乳鉢を電子トレーに置き、大型はさみで花芽の部分7gを切って入れる。茎の部分をあまり入れないように注意したい。右の軍手を使うと楽。実験当日の朝に用意する。ビニール袋に入れて冷蔵庫に入れておくと1週間はもつ。黄色くなった古い花芽は映えないので使いたくない。(12個)

▲DNA抽出液 1クラス300mL。(2400mL)

食塩(320g), 中性洗剤(240mL)

300mLビーカーで作成する。電子はかりに300mLビーカーを置き、食塩40gを加える。水を少し加えて溶かす。ガラス棒またはスターラーを使う。試験管に中性洗剤30mL入れてビーカーに加える。試験管に残った分は水を入れてかき出す。水で薄めて最終的に300mLにする。これが1クラス分。

中性洗剤は「ジョイ」がよい。アルキルエーテル硫酸エステルナトリウムが入っているものを使用すると失敗が少ない。

2クラス分、試験管(赤)20本に15mLずつ入れ、300mLビーカー4個に立てかけ、恒温水槽に入れる。300mLビーカー内には水を入れる。

試験管は使い回して、全クラス終了後に洗う。

▲60%エタノール 1クラス600mL。(4800mL)

2クラス分、試験管(青)20本に20mLずつ入れ、試験管たて2個に立てて冷蔵庫に入れておく。試験管は全クラス終了後に洗う。

▲酢酸オルセイン 点眼びんに入れて使用 (110mL, 点眼びん11個)

点眼びん11本に10mLずつ入れておけば、8クラスは余裕で使用できる。点眼びんに取り分けるときにピペット、シリコン栓、使い捨て手袋を使う。

▲プリント (320枚)

▲洗浄バット, ゴミ箱

#### 実習前の教員や係の仕事

- 1時間以上前に恒温水槽を80℃にセットして始動させる。
- ブロッコリーの花芽7gを切り分ける。
- 実験器具を各班にセットする。ピンセット, 乳鉢(ブロッコリー7g入り), 乳棒, 100mLビーカー, 管びん, ろ紙をセットしたペトリ皿。ガーゼ。昨年のお手本も各班に置いておくとよい。2クラスめの場合, ピンセットだけ使い直し。
- プリント(1人1枚)を配布する。

#### 実習 45分

0~15分 オリジナルYouTube動画を見る。

URL <https://youtube/xEHX9m-EcVU>

4人1班。待ち時間に、器具の洗浄、ゴミ捨て、試験管の回収をする。

1人は抽出までの過程を動画撮影していてもよい。本日はエタノールに浮かぶDNAを撮影。

15~30分 開始の合図。

花芽を乳鉢で素早くしっかりつぶしたい。混ぜているだけの生徒もいるので、見てあげてもよい。時間をかけすぎてもよくない。

すりつぶした頃に80℃恒温水槽からDNA抽出液をとっていく。抽出液が15mLしか入っていないので、試験管が熱くなって持てないということはない。

2分程度静置してる間に、ビーカーにガーゼをセット。この間に生物係が試験管を回収する。

エタノールを冷蔵庫から、保冷剤を冷凍庫から取り出す。各班に持って行かせる。

ビーカーにろ過し、保冷剤の上で冷やす。少ししてから管びんに移す。管びんに移す理由は液面を高くして側面からの撮影しやすくするためである。映えが必要なければ移さなくてもよい。

手を洗いたい場合は、ろ過したガーゼと乳鉢・乳棒も同時に同時に洗うようにさせる。

エタノールは、乗せるように静かに加える。混ぜる生徒がいるので注意したい。管びんごと保冷剤の上に置いておくが、倒れないように上の方を軽く押さえておく。

この間に、エタノールの試験管を回収。乳鉢、乳棒、ビーカーは洗浄。ガーゼは捨てる。

DNAが出てくる様子の画像、または動画撮影。

30～45分

机上を整理して染色するだけにする。ろ紙には班員の名前を書かせる。

ピンセットでDNAを巻き取りろ紙に付けさせる。この作業はペトリ皿内でさせる。DNAで文字を書く生徒が多い。

うまく抽出できていなくても、溶液にDNAが含まれていることが多いのでそのままやらせてもよい。予備でつくったものや前クラスのものでやらせてもよい。

DNAを付けたところに酢酸オルセインをたらし、ペトリ皿のふたをする。

時間的には余裕があるので、実験の原理の説明する。

染色には1晩かかるので、次の授業時に持っていく。

ペトリ皿と余りのDNAの入った管びん、保冷剤を回収。机上にはピンセットだけが残る。

## 実習後

- 保冷剤の入った袋はよく乾かしてから冷凍庫に入れる。管びんの溶液は翌日の見本として保管できる。
- 染色したろ紙は、取り出して窓際で乾かす。乾いた後、よく染まっているDNAの部分を鉛筆で囲っておく。次の授業で、実験の結果(ろ紙)を生徒に渡す。結果を撮影し、実験中に撮影したものとあわせて2枚を提出する。全体像ではなく、染色の様子がよくわかるように撮影する。

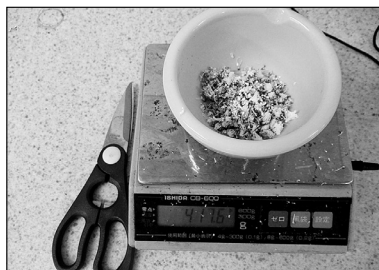
## 評価

DNAの抽出時と染色後の写真を提出させる。実験直後に提出していた生徒は返却して再提出させる。

## 写真



21 1班に用意するもの



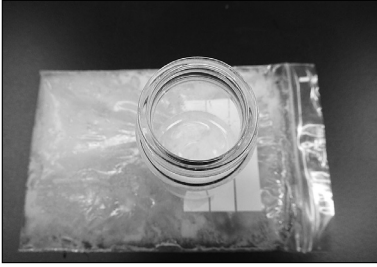
22 ブロッコリーの花芽7g



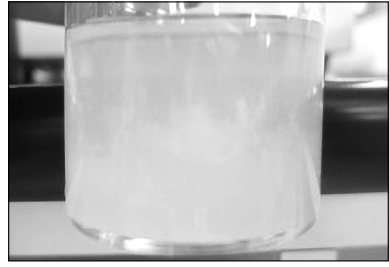
23 すりつぶす



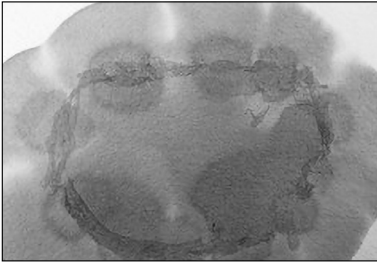
24 抽出液の用意



25 エタノールを加えて冷却



26 DNAが沈殿する



27 DNAを染色

資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 13 実習プリント

<b>生物 実習</b>	<h2 style="margin: 0;">6 DNA の抽出 (ブロッコリー)</h2>	年 組 番 氏名 _____
------------------	--	----------------

**【DNA の抽出】**

**目的** ブロッコリーの花芽から DNA を抽出する。

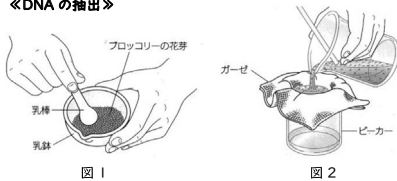
**材料** ブロッコリーの花芽 7g

**器具** 乳鉢、乳棒、試験管、ピーカー、管びん、ガーゼ、ろ紙、ピンセット、保冷剤(ポリアクリル酸ナトリウム)

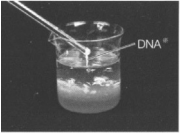
**薬品** 80℃の DNA 抽出液(中性洗剤を含む食塩水)  
 食塩 2g と中性洗剤(アルキルエーテル硫酸エステルナトリウムを含む)1.5ml に水を加えて 15ml としたもの。  
 冷やした 60%エタノール  
 酢酸オルセイン

**方法**

《DNA の抽出》



1. ブロッコリーの花芽 7g を乳鉢に入れ、乳棒を用いて、粒がなくなるまでよくすりつぶす(図1)。  
 常温では細胞内の○( )がはたらくので、すばやく行う。
2. 80℃の○( )を 15ml 加えて混ぜ、約 3 分間放置する。
3. この破砕液を、二重にしたガーゼで 100ml ピーカーにこす(図2)。  
 ろ液を管びんに移し、保冷剤の上のせて冷やす。
4. ろ液に、冷やした 60%エ( )20ml を、上下 2 層にわかれるように静かにゆっくりと注ぐ。  
**振ったり混ぜたりしない**
5. 透明なエタノールの層に白い繊維状のものが現れる。この中に○( )が多く含まれる(図3)。



《DNA の精製》 **省略**

5 の液(上澄みを除く)に食塩水 15ml を加える。3~5 の過程をくり返す。

- 《DNA の確認》
6. DNA を含む白い繊維をピンセットでゆっくりと巻き取り、ろ紙につける。
  7. DNA の上に○( )を 1 滴たらす。
  8. 乾くと DNA が濃く染まっている。

**まとめ**

±( ) ⇒ 膜構造を破壊する。  
 ♪( )水 ⇒ タンパク質を沈殿させる。DNA はよく溶ける。  
 ♫( ) ⇒ DNA を沈殿させる。冷やすと溶解度が下がるため沈殿しやすい。  
 ♪( ) ⇒ DNA を染色する。

植物細胞の細胞膜の外側には、( )に囲まれているので、まず細胞壁を含む構造を破壊するために、花芽を( )に入れ、乳棒を用いてすりつぶした。  
 DNA は、細胞の中の( )、呼吸に関与する細胞小器官であるミ( )、および光合成に関与する細胞小器官である( )に含まれている。これらの膜構造を破壊するために、花芽をすりつぶしたものに( )を含む( )の水を加えて混ぜ、3 分間放置した。  
 この破砕液をガーゼでろ過し、ろ液に冷やした( )を静かに注いだ。ろ液とエタノールの境界面に( )が含まれる繊維状の物質が析出した。

- 問 1** 正しい記述を 1 つ選べ。( )
- ア ブロッコリーの花芽から抽出した DNA がもつ遺伝情報と、同じ個体のブロッコリーの葉から抽出した DNA がもつ遺伝情報は一致する。
- イ ブロッコリーの花芽から抽出した DNA には、ブロッコリーの花芽に存在するタンパク質のアミノ酸配列に関する遺伝情報のみが存在する。
- ウ ブロッコリーの花芽から抽出した DNA には、ブロッコリーの根の発生に関わる遺伝子は含まれない。
- エ ブロッコリーの花芽から抽出した DNA の全塩基配列と、同じ個体のブロッコリーの花芽から抽出した RNA の全塩基配列は一致する。
- 問 2** ブロッコリーの染色体数は  $2n = 18$ 、DNA 量は体細胞 1 個当たり 12 億塩基対である。塩基対と塩基対の間の距離は 0.34nm である。  
 体細胞 1 個に含まれる DNA の長さは何 m か。  
 ( ) = ( ) m  
 染色体 1 本に含まれる DNA の長さの平均は何 mm か。  
 ( ) = ( ) mm

**気がついたこと**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Web 提出**

①方法 5 の画像 ②方法 8 の画像(DNA をクローズアップ)

## 14 期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章を読み、あとの問い(問1~5)に答えよ。

**DNAの抽出**を目的とする次の**実験1**を行った。

#### 実験1

**手順1** ブロッコリーの花芽をすりつぶした。

**手順2** DNA抽出液を加え、よく混ぜて数分放置した。DNA抽出液は、界面活性剤と食塩水の混合液である。

**手順3** ガーゼを使ってろ過し、ろ液を冷却した。

**手順4** ろ液に冷やしたエタノールを静かに入れると、下層がろ液の層、上層が透明なエタノールの層になった。エタノールの層には白い繊維が現れた。

**手順5** 白い繊維をガラス棒でとり、ろ紙につけ酢酸オルセインをたらしした。

**問1** 次のア~オのうち、DNAの抽出に**不適切な実験材料**は何か。1つ選んで記号で記せ。

- |   |           |   |       |
|---|-----------|---|-------|
| ア | タラの精巣     | イ | ブタの肝臓 |
| ウ | ヒトの赤血球    | エ | バナナ   |
| オ | ブロッコリーの花芽 |   |       |

**問2** **手順1**では、素早くすりつぶす必要がある。その理由として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア 細胞自身のDNA分解酵素が、DNAを破壊するため。
- イ 生じる熱によりDNAが破壊されるため。
- ウ 細胞内のタンパク質が、DNAと結合してしまうため。
- エ 花芽内部にある粘液が、細胞を硬くしてしまうため。

**問3** **手順2**は、DNAとタンパク質を分離することが目的である。このことに関する文として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア DNAは溶けだし、タンパク質は沈殿している。
- イ タンパク質は溶けだし、DNAは沈殿している。
- ウ タンパク質もDNAも別々に沈殿している。
- エ DNAに結合していたタンパク質が分解されている。

**問4** **手順4**では、DNAの性質を利用してDNAを抽出している。DNAの性質として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア DNAは水に溶けない。
- イ DNAは冷却すると沈殿する。
- ウ DNAはエタノールによく溶ける。
- エ DNAはエタノールに溶けない。

**問5** **手順5**は、DNAの性質を利用してDNAを確認している。DNAの性質として最も適当なものを、次のア~エのうちから1つ選んで記号で記せ。

- ア DNAは酢酸オルセインにより赤く染まる。
- イ DNAは酢酸オルセインにより青く染まる。
- ウ DNAは酢酸オルセインにより破壊される。
- エ DNAは酢酸オルセインとは反応しない。



## 【7】 細胞周期の観察(タマネギ根端の永久プレパラート)

タマネギ根端の体細胞分裂の永久プレパラートを見せる。固定・解離・染色という過程でプレパラートを作成したこともあったが、切断した切片の方が観察しやすい。細胞の並び方や各時期の細胞数、染色体数を調べることができる。タマネギの染色体数は16本である。

タマネギ種子を発根させたものを見せるだけである。生物同好会ではタマネギだけでなくいろいろな種子を発根させて観察させることができる。

### 準備するもの

■顕微鏡 1人1台。教卓1台カメラ付き。(41台)

■プレパラート 1人1枚、ライブ映像用1枚。(41枚)

▲実習プリント (320枚)

●ペトリ皿にガーゼを敷き水で湿らせる。その上に種をまく。常温で2～3日すると発芽して5～8mm程度になる。ある程度伸びたら、カビ防止のため冷蔵庫に入れる。演示用である。

### 実習前の教員と係の仕事

●接眼レンズのカバーを外す。対物レンズを4倍にする。しぼりを開く。充電の確認。

■実習プリントを1人1枚配布する。

### 実習 45分

0～10分 スクリーンでライブ映像。

60～150倍で全体像を見せる。先端、分裂している部分、分裂が終了して伸長している部分。

600倍で分裂期を探す。間期・前期・中期・後期・終期をそれぞれ見せる。何%あるか調べる方法を、実際に数えてみる。

10～45分 中期を中央に持ってきた写真、後期を中央に持ってきた写真の2枚を提出させる。

各時期のスケッチをさせてもよい。解説も書かせる。各時期の特徴がはっきりするため、細胞数を数えるにも都合がよい。

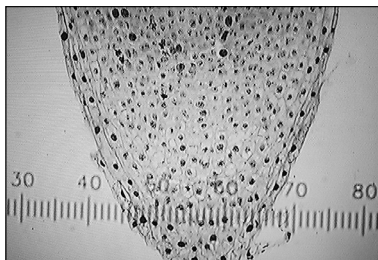
実習プリントにはスケッチ例を載せておき、間違えないようにする。

ここで、細胞や染色体の大きさを意識させておくと、唾腺染色体の観察をしたときに比較できる。根が細いので、4倍の対物レンズがないと探すのに苦労する。顕微鏡操作に時間がかからなければ、のんびりした時間になる。各時期が何個あって、何%あるか調べさせる。

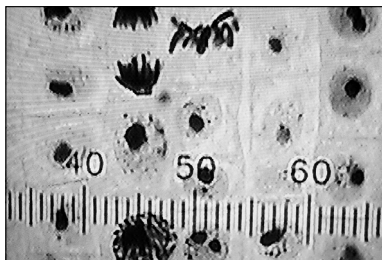
見つかる個数とその時間に書かせる時間に比例することに気付かせる。この考え方を教えておくと、期末試験で出題しやすくなる。

評価 中期と後期を正しく撮影しているか。スケッチの場合は、各時期を正しく判定しているか。

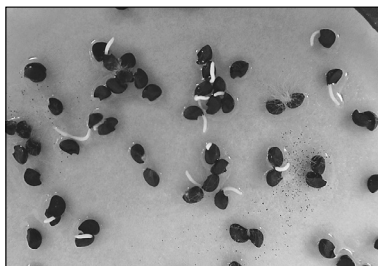
写真



28 タマネギ根端(150倍)



29 体細胞分裂(600倍)



30 発根させたタマネギ種子

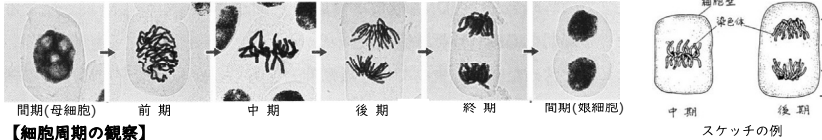
資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 15 実習プリント

生物  
実習

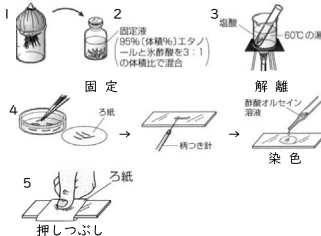
## 7 細胞周期の観察

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_



### 【細胞周期の観察】

- 目的** タマネギの根端を用いて細胞周期を観察する。
- 材料** タマネギの種子(根)
- 薬品** 45%酢酸, 4%希塩酸, 酢酸オルセイン溶液
- 準備** 顕微鏡, 接眼ミクロメーター, スライドガラス, 剃刀, カバーガラス, ろ紙, ピンセット, 柄つき針, ベトリ皿
- 方法** 時間がない場合は, 永久プレパラートを使用
1. タマネギの種子を発根させ, 1cm程度にのびた根を材料とする(発根後3~4日)。
  2. ①(固定) 根を冷やした固定液に10分間入れる。
  3. ②(解離) 根端を約60°Cの4%塩酸に30秒浸す。
  4. ③(染色) 根端をスライドガラス上にのせ, 先端から2mmを残す。酢酸オルセイン溶液を1滴たらし, 10分間放置する。
  5. ④(押しつぶし) カバーガラスをかけ, ろ紙をかけて指でしっかり押しつぶす。
  6. 顕微鏡観察 150倍で分裂している部分を探し, 次に600倍にして観察する。分裂期のそれぞれの時期の細胞を探し, 数を数える。



### 【結果と考察の例】

1. 染色体は, 前期に細い糸状から太い棒状に変化し, 中期に赤道面に並び, 後期に二分して両極に移動して, 終期に一度集まってから丸く広がっていくことがわかった。
2. 観察できた細胞の核分裂の各時期ごとの数を表1に示す。核分裂の各過程では, 前期が多く, 中期から終期は少なかった。

表1

	間期	前期	中期	後期	終期	合計
細胞数	165	15	4	2	9	195
%	84	8	2	1	5	100

3. 長い時間を要する時期の細胞ほど多く観察できると考えられる。細胞の数が2倍になるのに+時間かかるとすると, 表2のようになる。

表2

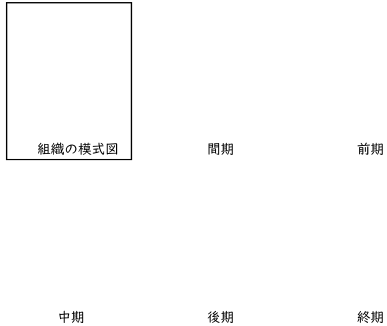
	間期	前期	中期	後期	終期	合計
所要時間	0.84+	0.08+	0.02+	0.01+	0.05+	f

### 【顕微鏡の取り扱い】

1. 接眼レンズ15倍, **対物レンズ4倍**, しぼりを開く。
2. プレパラートのセット  
**メカニカルステージ**にプレパラートを正しくセットする。メカニカルステージの2つのねじを用いる。
4. ピント合わせ  
**粗動ねじ**を回してピントを合わせる。
5. 観察する部分を探す  
観察する部分を視野の中央にもつてくる。
6. 倍率の調節  
10倍の対物レンズに変える。**微動ねじ**を少し回して調節する。観察する部分を視野の中央に持つてくる。  
40倍の対物レンズに変える。**微動ねじ**を少し回して調節する。
7. 接眼ミクロメーター  
**150倍**(15×10)では接眼ミクロメーター目盛りの長さは**10μm**  
**600倍**(15×40)では接眼ミクロメーター目盛りの長さは**2.5μm**

**スケッチ** 150倍で観察対象を探し, 600倍に対物レンズを変え, 微動ねじで調節する。時間がないときは永久プレパラートを用いる。

①( )の④( ) ( )倍



	間期	前期	中期	後期	終期	合計
細胞数						
%						100

間期 DNA(遺伝子)が複製される。

前期 ①( )が②( )してひも状になる。

中期 染色体が細胞の③( )に並び。

後期 染色体が2つに分離し, 細胞の④( )に移動する。

終期 染色体が再び分散し, ⑤( )に含まれる。細胞質分裂がはじまり, DNAが娘細胞に分配される。

## 16 期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章(I・II)を読み、後の問い(問1～)に答えよ。

センター試験から作成。

I

分裂している細胞は、間期と分裂期をくり返している。間期にDNAが複製される。

図1はタマネギの根端部分を染色して押しつぶし、顕微鏡で観察したときの写真である。間期や分裂期のさまざまな状態にある細胞を識別できる。

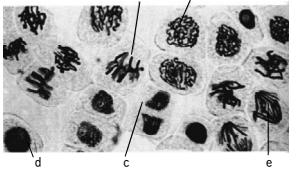


図1

問1 間期はさらにG<sub>1</sub>期、S期、G<sub>2</sub>期に分けられる。次のア～エの記述のうち正しいものを1つ選んで記号で記せ。

ア G<sub>2</sub>期の核内には、G<sub>1</sub>期の核内に存在していたDNAの2倍量のDNAが存在する。

イ G<sub>2</sub>期の核内には、G<sub>1</sub>期の核内に存在していたDNAの2分の1の量のDNAが存在する。

ウ G<sub>2</sub>期の核内には、G<sub>1</sub>期の核内に存在していたDNAと同量のDNAが存在する。

エ G<sub>1</sub>期の核内ではDNAの合成が行われ、分裂直後の核内に存在していたDNAの2倍量のDNAが存在する。

問2 図1の中に細胞が20個(核の数は21個)が見られるが、このうち間期の細胞は何個あるか。数値で答えよ(単位不要)。

問3 図1の中でa～eの記号をつけた細胞を、細胞分裂の進行の順に並べるとどうなるか。次のア～カのうちから正しいものを1つ選んで記号で記せ。

ア d→a→b→c→e      イ d→a→b→e→c

ウ d→b→a→e→c      エ d→b→e→a→c

オ d→c→b→e→a      カ d→c→e→b→a

問4 分裂期に関する記述として誤っているものを、次のア～エのうちから1つ選んで記号で記せ。

ア 前期には、染色体は光学顕微鏡では観察できない。

イ 中期には、棒状に凝縮した染色体が細胞中央部の赤道面に並び、

ウ 後期には、染色体が裂け目から二つに分かれ、それぞれ細胞の両極へ移動する。

エ 終期には、染色体の形が崩れ、核膜が再び現れる。

II

細胞が体細胞分裂をして増殖しているとき、細胞はM期(分裂期)、G<sub>1</sub>期(分裂期のあとDNA合成開始までの時期)、S期(DNA合成の時期)、およびG<sub>2</sub>期(DNA合成のあと分裂期開始までの時期)の4つの時期を繰り返す。これを細胞周期という。

図1は、マウスの培養細胞の集団の増殖を示す。グラフから細胞周期の1回に要する時間Tが読み取ることができ

また、この培養細胞では、細胞周期のそれぞれの時間に要する時間tは、次の式により計算できる。

$$t = T \times \frac{n}{N}$$

ただし、Nは集団から試料として取った全細胞数、nは試料中のそれぞれの時期の細胞数である。

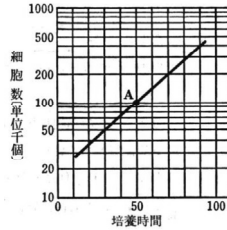


図2(縦軸は対数目盛)

問5 I回の細胞周期に要する時間は何時間か。次のア～オのうちから1つ選んで記号で記せ。

ア 10時間      イ 20時間      ウ 30時間

エ 40時間      オ 50時間

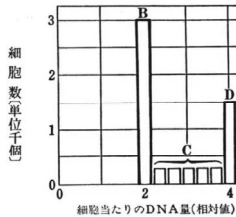


図3

問6 次の文中の[1]～[3]に入れるのに最も適当なものとはどれか。下のア～カのうちから正しいものを1つずつ選んで記号で記せ。

図3は、図2のAの時点で6000個の細胞を採取して、細胞当たりのDNA量を測定した結果である。図2の棒グラフの[1]はS期の細胞である。[2]は、G<sub>2</sub>期とM期の両方の細胞を含む。[3]はG<sub>1</sub>期の細胞である。

ア B      イ C      ウ D

エ B+C      オ B+D      カ C+D

問7 次の文中の[X]～[Z]に入れるのに最も適当な数値はどれか。下のア～ケのうちから1つずつ選んで記号で記せ。

図3で、測定した6000個の細胞のうち、S期の細胞数は1500個、M期の細胞は300個であった。

細胞周期1回に要する時間を100%とすると、M期には[X]%, G<sub>1</sub>期には[Y]%, S期には[Z]%の時間を要する。

ア 1      イ 2.5      ウ 5      エ 10

オ 15      カ 20      キ 25      ク 50

ケ 70

## 【8】ゾウリムシの観察

動きのある生物のプレパラートをつくる実習，顕微鏡観察のステップ3である。ゾウリムシは培養，観察ともに簡単である。全員で時間内に見るのは，早い動きや収縮胞，食胞である。排出や接合，分裂は見られるときと全く見られないときがある。

放課後も利用すると，電気を流しての走性も観察できる。培養液を作成させることもある。

他に見せたいものとしては，ヒドラ，ボルボックス，イシクラゲ，前葉体，プラナリアなどがあるが，ゾウリムシが一番面白い。

## ゾウリムシの培養

インスタントコーヒーのびんが最も培養しやすく，増殖の様子を観察しやすい。円柱形のは，肉眼でゾウリムシを見にくい。

夏期は1か月ごと，他は2か月ごとに培養液を交換する。びんは15本程度用意している。培養がうまくいったびんは重宝し，廃棄しない。培養は一度に5本ずつにしている。

稲わら 牧場で大量に買ったものがあり，5年以上使ってもまだ余っている。通販で買ったものも併用している。通販で買ったものもよいが，かびが生えたりゾウリムシが死滅したりするものがあるので，何種類か仕入れて併用するとよい。10cm程度に切って使用している。

大鍋に稲わらを入れ，水を加えてガスレンジで煮る。稲わらについている熱に強い細菌がえきになるといわれている。

熱いうちにピンセットを使ってびんに稲わらを入れる。稲わらを入れた方がゆったりと増殖して長持ちする。次に煮汁をびんの肩あたりまで入れる。稲わらが水面から上に出ているとカビが生えるので，すべて浸かるようにする。熱いうちにアルミホイルでふたをし，雑菌が入らないようにする。アルミホイルにはピンセットで小さな穴を開け，マジックで月日を書く。

2日くらい冷ますと液の色が濃くなってくる。稲わらによっては色が薄くなるものがある。このタイプはカビが生えやすいので使用をやめた方がよい。数日で黴臭くなってくる。びんも廃棄している。

2日後、5mLバイオペットで古い培養液から新しい培養液に、ゾウリムシをほんの少しとって移す。古い培養液のゾウリムシから何枚かプレパラートを作り、他の原生生物が混ざっていないか調べることもある。数 $\mu\text{m}$ の鞭毛をもった原生生物やミドリムシが混入することがある。

2週間くらいで高密度になって、観察実習に都合がよくなる。

実習では年に1回しか使わないが、1年を通じていつでも観察できる。生物同好会で、①電気による走性の実験をしたり、②青インクを食べさせて食胞をつくらせ、排出するまでの動画を撮ったり、③寒天を入れて環境を悪化させ接合しているものを撮影する。また、④文化祭で流す映像用に「ゾウリムシの探検」なる2時間動画を撮影した。1個体のゾウリムシをひたすら追いかけ続ける。前もってスライドガラスに塗っておいたプリット糊に引っかかったら、倍率を上げて収縮胞をクローズアップする。

肉眼でも見えて日々増殖していくのがわかるので、欲しがる生徒もいる。管びんに入れてもたせている。

準備するもの 2クラス連続を想定する。

■顕微鏡 1人1台。教卓1台カメラ付き (41台)

■ゾウリムシ観察専用スライドガラス 1人1枚。途中で洗えば半分でもよい。(328枚)。

太めの白のビニールテープをはり、カッターで切りこんで、10mm×10mmの池を2つつくっている。深さと面積が絶妙である。ゾウリムシが平面的にしか動くことができず、常にピントが合った状態になる。市販の2穴のホールスライドガラスでは穴の深さが一様でないのでピントが合わせにくい。

▲カバーガラス 1人2枚。(656枚)

- ▲ガーゼ 標本を作り直すときにスライドガラスをふく。うまくできていれば使用しない。(200枚)
- 箱 スライドガラス、カバーガラス、それぞれ1班1個の箱に入れる。(21個)
- スポイト+シリコン栓 1人1個。(41個)
- 時計皿 2人で1個 ゾウリムシ培養液を2mL入れて配布。ゾウリムシが高密度で入っている方がよい。(42個)
- ▲点眼びん+0.1%塩化ニッケル水溶液 全体で100mL。5mL入っていれば8クラスは十分。(21個)
- ▲実習プリント (320枚)
- 小分け用の管びんと5mLバイオピペット

#### 実習前の教員と係の仕事

- 顕微鏡の準備は、カバーを外す。対物レンズを4倍にする。しぼりを開く。コンデンサーを少し下げる。コンデンサーを使うとゾウリムシがパールオレンジのような色になり、イメージ通りのものになる。
- 1班にスライドガラス4枚、カバーガラス8枚、ガーゼ4枚。
- 実習プリントを1人1枚配布する。
- ゾウリムシの培養液を時計皿に小分けし、1班に2個置いていく。
- 演示用のスクリーン、教卓上にカメラ付きセットをつくっておき、実習中は常時映しだせるようにしておく。大量のゾウリムシが動いている標本、動きを止めて収縮胞を見せる標本を1枚のスライドガラスに並べてつくっておくと見せやすい。ライブ画像の方がよい。分裂後の半分の個体や接合している個体も見せられるとよいが、これをつくるには慣れが必要であったり、数枚つくる必要があるので、生徒が見つけたらそのプレパラートをもらって次の時間のクラスから見せればよい。朝作成したものは、その日の放課後までは大丈夫である。

実習 45分

0～10分 生徒を前に集めて説明する。見るものをパワーポイントまたはオリジナルYouTubeで見せたあと、実演する。『顕微鏡観察の方法』と『食胞の観察と排出』『収縮胞の観察』を見せた後、顕微鏡ライブ画像にして60倍で観察して大群を見せる。ライブで動いている個体を見せる方がインパクトがある。YouTubeは非常用である。150倍と600倍。

URL [https://youtube/\\_JwAUhNXWQ](https://youtube/_JwAUhNXWQ)

URL <https://youtube/xcw-XJKagFg>

説明 特別に作ったスライドガラスであることを強調したい。市販のスライドガラスは深さが一様ではないので使いにくいので開発した。

「まず、培養液中にいるゾウリムシを目で見てください。結構いますね。動いているのがよく分かりますね。」

「スポイトで、ゾウリムシの群れをめがけて吸い取りますが、ほんの少しだけ、先端3mmくらいだけとります。多くとるとゾウリムシがスポイト上部に集まるので、1個体もないことになります。少なければ少ないほどゾウリムシが動ける範囲が狭くなるので観察しやすいです。」

「もし、いないようならガーゼでふき取ってすぐに作り直しましょう。」

「まずは動いているものを観察してみましょう。」

「これは動画撮影ものです。スケッチ欄にスケッチしてもいいです。教科書には漫画のような絵しかないので、実際に見たものを描いてください。核はよく見えなと思います。」

「その後、2人が納得したら塩化ニッケル水溶液を加えてみましょう。」

塩化ニッケル水溶液を1滴加えるのは時計皿である。スライドガラス上に直接たらしとホールからあふれてしまう。各班に2つある培養液の片方にたらしても4人で使ってもよい。

カバーガラスを必ず使う。カバーガラスをかけると培養液の深さが一様になって観察しやすい。

今回は顕微鏡のコンデンサを使う。4分の1回転分くらい下げると。ゾ



ウリムシが少し茶色っぽくなって動画が映える。ピントは枠にあわせると合わせやすい。60倍で探す。

10～40分 観察には十分に時間をとりたい。動画撮影を目的としておけば積極的に観察する。分裂や接合があれば動画をすぐに提出してもらって共有する。

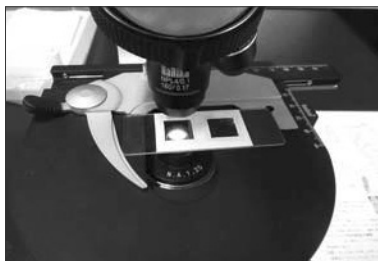
もし、時計皿をダイレクトでステージに置く場合は60倍だけにする。

40～45分 片づけ。対物レンズ4倍にする。スライドガラスはガーゼでふき取る。スライドガラス、カバーガラス、時計皿、使用済みのガーゼを回収する。提出するのは画像、動画、スケッチどれか1つでよい。

### 実習後

■生物係は全ての顕微鏡の接眼レンズをエタノールで消毒する。顕微鏡の対物レンズ4倍、LED切を確認。8クラス終了後充電。

### 写真



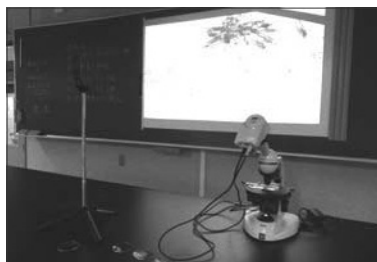
31 専用スライドガラス



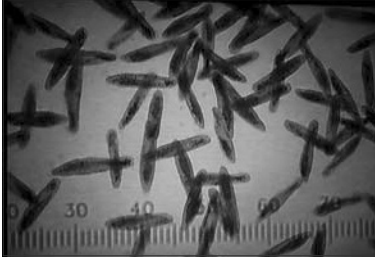
32 準備



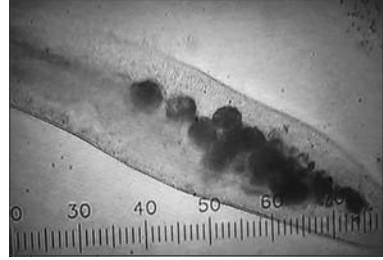
33 時計皿に分配



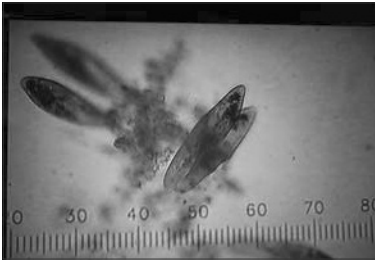
34 スクリーンに映す



35 ゾウリムシ(60倍)



36 インクによる食胞(600倍)



37 接合(150倍)



38 分裂(150倍)

資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 17 実習プリント

生物  
実習

## 7 微生物の観察 (ゾウリムシ)

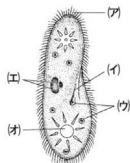
\_\_\_年 \_\_\_組 \_\_\_番 氏名 \_\_\_\_\_

### 1 【ゾウリムシ】

#### 1. ゾウリムシの培養

ゾウリムシは、池や水田にいる (単細胞) 生物である。池をながめていても見えるような生物ではないが、びんにとれば目で見るができる。

- ① わらを煮る(茶色になる)。
  - ② 1日放置し、培養びんにわらと一緒に入れる。
  - ③ 数日後、ゾウリムシを入れる。
- わらには枯草菌がついていて、100℃でも死なない胞子がある。ゾウリムシは枯草菌を食べて、増殖する。



#### 2. ゾウリムシの食事

繊毛で水流を起こし、えさを細胞口の中に取り込む。入ったえさは細胞口の奥の部分の細胞膜がびれることにより包まれる。こうして(食胞)ができ、その中でえさを消化する。食胞の膜を通して吸収され栄養となる。

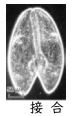
#### 3. ゾウリムシの(分裂)

培養液に入れて数日たつと、さかんに増殖するようになる。ゾウリムシは(分裂)によってふえる。



#### 4. ゾウリムシの(接合)

ゾウリムシをえがけない状態にすると、接合(交尾)をするようになる。核の一部を交換してから離れる。遺伝子が多様化することになる。



#### 5. ゾウリムシの(走性)

ゾウリムシはうすい塩酸に近づいたり、食塩水から遠ざかる性質がある。また、重力にさからってビンの上のほうに集まる。ゾウリムシの溶液に電気を流すと、陰極に集まってくる。

#### 6. ゾウリムシの体内濃度の調節

(収縮胞)は、体内に入ってきた余分な水分を、外に出す排出器官である。

**実験** 水、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.2%のそれぞれの食塩水にゾウリムシを入れ、さらに塩化ニッケルを加えて顕微鏡で観察する。各溶液ごとに、1分間あたりの収縮回数を計測する。

**結果と考察** 1分間あたりの収縮回数。5個体について、各個体2回ずつ平均値。

塩分濃度	水	0.2%	0.4%	0.6%	0.8%	1.2%
平均値	12.2	7.8	4.8	2.4	0.2	0

栄養分や酸素を体内に取り込み、代謝によって生じるさまざまな物質により、細胞内は外液に比べ濃い濃度になっている。そのため体内には、細胞膜を通してたえず水が浸入している。この水を(収縮胞)から排出している。

外液の塩分濃度が上がるにつれて収縮回数が減少することから、ゾウリムシの細胞内は、塩分濃度約 1.0%の水溶液と同じ濃度であると考えられる。

### 2 【ゾウリムシの観察】

**目的** 単細胞生物であるゾウリムシを観察する。

体表面の(繊毛)を動かし、1秒間に3mm程度移動する。60倍で泳ぎ方、反転の仕方を観察する。塩化ニッケルで繊毛を麻痺させてから、150倍(または600倍)で収縮胞や食胞を観察する。

- 材料** ゾウリムシ
- 器具** 顕微鏡、専用スライドガラス(二穴)、カバーガラス、時計皿、ピペット
- 薬品** 0.1%塩化ニッケル水溶液
- 方法**

1. 時計皿にゾウリムシ培養液を約2mlとり、多くのゾウリムシがいることを目で確認する。
  2. 専用スライドガラス(二穴)の左穴に、ピペットを使ってゾウリムシをとり(液量はかなり少なめ)、カバーガラスをかける。
  3. 専用スライドガラスを顕微鏡のメカニカルステージに取り付けて観察する。コンデンサを少し下げる。  
⇒60倍で動き方を観察する。
- 動き方 \_\_\_\_\_

4. **時計皿**の培養液に、0.1%塩化ニッケル水溶液を1滴たらし。

- 注意** 塩化ニッケル水溶液をスライドガラスにたらしさない。
- 5. 専用スライドガラス(二穴)の右穴に、ピペットを使って4の液をとり(液量はかなり少なめ)、カバーガラスをかける。
- 6. 専用スライドガラスを顕微鏡のメカニカルステージに取り付けて観察する。  
⇒右穴のものは、数分で動きがとまるので、**150倍(または600倍)で詳細を観察してスケッチする。**  
収縮胞の動きが見られる(10秒間に1回程度排出する)。

- 60倍では1目盛りが25μm
- 150倍では1目盛りが10μm
- 600倍では1目盛りが2.5μm

**スケッチ** 収縮胞や食胞を観察。倍率、大きさも記入。

\_\_\_\_\_ ( )倍

Web 提出 顕微鏡画像(250倍)またはスケッチ  
任意 動画 ①動き(250倍) ②収縮胞(600倍)

## 18 期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章(I・II)を読み、後の問い(問1~4)に答えよ。

#### I

図1~3はゾウリムシのスケッチや写真である。



図1

図2

図3

ゾウリムシ(*Paramecium*属)は、淡水中に生息する単細胞生物で、1ドメインに分類される。緑藻を共生させて光合成を行うものもあるが、多くは2を捕食して栄養を得る。ゾウリムシの平均的な体長は3ほどで、目で存在を確認できる。4による運動により活発に動き、重力に逆らったり、通電すると陰極に集まるという5という性質がある。ゾウリムシには、生殖に関するものと栄養などの生態維持に関するもの2つの6がある。

食物を細胞口から細胞内に取り込み、7をつくって消化する。また、体の前後の2か所に丸くて大きさが絶えず変わっている8がみられる。8のはたらしきによって9。

図2は10をしているゾウリムシで、この方法での生殖ではすべての個体のDNAが同じである。また、図3のように11によって核の一部を交換することがあり、遺伝的に多様性が生じる。

問1 上の文章中の1~11に入る最も適当なものを、それぞれの選択肢ア~エのうちから1つずつ選んで記号で記せ。

- 1の選択肢  
ア 真核生物 イ 古細菌 ウ 細菌  
エ ウィルス
- 2の選択肢  
ア 原生動物 イ 細菌 ウ 動物  
エ ウィルス
- 3の選択肢  
ア 2μm イ 20μm ウ 200μm エ 2mm
- 4の選択肢  
ア 繊毛 イ 鞭毛  
ウ アメーバ運動 エ 原形質流動
- 5の選択肢  
ア 屈性 イ 接合 ウ 走性  
エ 興奮
- 6~8の選択肢  
ア 収縮胞 イ 食胞 ウ 刺胞  
エ 核
- 9の選択肢  
ア 水を吸収する イ 水を排出する  
ウ 塩分を吸収する エ 塩分を排出する
- 10・11の選択肢  
ア 接合 イ 分裂 ウ 出芽  
エ 捕食

#### II

ゾウリムシの細胞膜の表面には多数の繊毛があり、波打つように振り動かすことで水流を起こして移動する。前進するだけでなく、障害物に衝突すると後進する(図4)。

1~6の番号は一定時間ごとの繊毛の位置と形を表す。

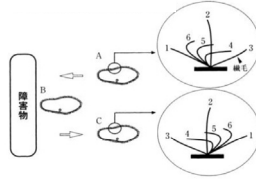


図4

ゾウリムシを塩化ニッケル水溶液を用いて動きを遅くし、衝突時にかかる圧力と同じ程度の機械刺激を与え、記録電極により細胞膜の内外の電圧を測定した。その結果、前部への機械刺激を与えたときには、電圧が0.1秒間変化し再び元に戻るとともに、繊毛が180度方向を変えた。後部への機械刺激を与えたときには、これらの変化は起こらなかった。

このことから次のように説明できる。

ゾウリムシは衝突すると、この刺激により細胞膜にあるタンパク質の一種である1が開く。このとき(5)細胞外から細胞内に2が流入する。この一連の変化にともなう、3の繊毛運動から4の繊毛運動に変化する。このようにして障害物から離れる。

問2 上の文章中の1・2に入れるのに最も適当な語を、次のア~キのうちからそれぞれ1つずつ選んで記号で記せ。

- ア イオンチャネル イ 細胞口  
ウ ナトリウムポンプ エ 陽イオン  
オ グルコース カ アミノ酸  
キ セルロース

問3 上の文章中の3・4に入る語の組合せとして最も適当なものを、次のア~カのうちから1つずつ選んで記号で記せ。

- |          |          |
|----------|----------|
| <u>3</u> | <u>4</u> |
| ア 前進     | 後進       |
| イ 前進     | 停止       |
| ウ 後進     | 前進       |
| エ 後進     | 停止       |
| オ 停止     | 前進       |
| カ 停止     | 後進       |

問4 下線部(5)に関して、流入した2はこの後、エネルギーを用いて細胞内から細胞外に排出される。排出に関わる酵素は何か。最も適当なものを、次のア~エのうちから1つずつ選んで記号で記せ。

- ア ATP合成酵素 イ ATP分解酵素  
ウ DNA合成酵素 エ DNA分解酵素

## [9] アルコール発酵

前もって呼吸について触れておく必要がある。酸素がなくても生命活動に必要なATPをつくる方法がある。授業時間に余裕があれば、乳酸発酵、解糖、アルコール発酵について1時間使いたい。授業時間がとれなければ、微生物の働きによるもので酵素反応である程度でもよい。酒作りの話、パン作りの話でもよい。酵母というのは哺乳類というのと同じくらいバラエティーに富む種類があって、酒用とパン用は全く異なるグループである。

酵母がつくった酵素により、グルコースが二酸化炭素とエタノールに分解される。細胞自体が生きていなくても酵素さえあれば触媒作用がおこる。

生イーストでもよいが、ドライイーストを用いた方が定量的に実験をしやすい。定量実験の練習とする。

生物同好会では、発展的に温度を変えたり、いろいろなジュースを使ってやってみて動画にしたい。

### 準備するもの

2人で1つの実験を行うようにする。1日に2クラスまでとする。

#### ■キューネ発酵管 1班に2個 (42個)

乾いてなくても使用できるので、1クラス分21個でも可能。

#### ■100mLビーカー (44個、赤シール22個、白シール22個)

##### ①ビーカー(赤シール)：1テーブルに1個

キューネ発酵管2個分。ドライイースト3gと酵母3gを入れた状態で各テーブルに配布。当日に使わない場合は冷蔵庫に入れておく。

ドライイースト3gを右の方に入れ、上から酵母3gを左の方に入れる。分かれていた方がよい。

ビーカー(白シール)：1クラス11個、水60mL(蒸発分を考慮して約70mL)入れて50℃恒温器に入れる。

#### ■温度計 使い回し (11本)

- ガラス棒 温度計でかき混ぜさせてしまえば必要ない。(11本)
- ▲綿栓 1クラス21片 (168片) 脱脂綿を2cm角に切っておく。
- ▲大きめの円形ろ紙 1クラス21枚 (168枚) コースター代わりに使うので、ガーゼでもよい。
- ▲キッチンタイマー+LR44 (21個) 電池は外して保管しておく。使用前に作動するかどうか確かめておく。時間の計測は各自のスマホでもよいが、スマホは画像や動画用に使いたい。
- ▲乾燥酵母 33g×8 菓子パン用の乾燥酵母(フランス製)500g入りを用いる。冷蔵庫で保管。(300g)
- ▲グルコース 33g×8 (300g)
- 10%水酸化ナトリウム水溶液 1mL×21×8 (200mL) 省略可。
- 三角フラスコ+2mLピペット (2セット) 水酸化ナトリウム水溶液用。教卓に置いておく。省略可。ピペットは発酵管の内部奥まで入れる。⑨⑩は2クラスごとに洗浄して取り換える。
- 恒温器 50℃にセットしておく
- 電子はかり、葉包紙、葉さじ、はさみ(綿栓をつくる)
- ▲プリント (320枚)
- ▲雑巾(使い捨てガーゼやティッシュ)、ゴミ箱

#### 実習前の教員や係の仕事

- 恒温器を50℃にし、70mL程度の水(100mLビーカー(白))を温めておく。
  - 実験セット(1テーブル)：キューネ管2個(下に円形ろ紙を敷く)、ビーカー(赤)1個、綿栓2個を各班に用意する。
  - プリント(1人1枚)と実験セット(2クラスめの場合)を配布する。
- 使い回し用は、ガラス棒、温度計、キッチンタイマー

実習 45分

0～15分 YouTube動画を見る。[URL](https://youtu.be/F28oiHVddAY) <https://youtu.be/F28oiHVddAY>

キューネ発酵管についての説明。特に持ち方と溶液の入れ方を、水を使って実演する。実験そのものを最初から最後まですべて実演してもよい。

テーブルにある器具の確認。2人1組で実験を行うが、溶液は2班分(1テーブル分)まとめてつくる。すばやくつくとしないと冷めてしまう。

恒温水槽に入っているビーカーの液量はやや多めなので注意。キューネ発酵管に入れるときに温度を測定する。立てた時を0分としてキッチンタイマーで測定する。定量的な実験を行う練習である。温度がどんどん下がってしまうので、キューネ発酵管の1本目と2本目でスタート時の温度が異なる。0℃～80℃というように、さまざまな温度で実験をやってもよいが、発酵が起こらないのはつまらないので最適温度付近で実験を行っている。

水酸化ナトリウム水溶液は教卓の前で入れる。ピペットをキューネ発酵管の奥までピペットを入れて注入する。自分の席に戻って、もう1人にもわかるように親指のふたをする。これは省略することがある。

プリントに1テーブル分の2つのグラフを書いて写真を撮って提出。キューネ発酵管を立ててから泡が出て気体がたまっていく様子を動画撮影する。これは任意。

15分～30分 開始の合図。

生徒はプリントにしたがって実験を行う。測定時間は約10分である。

水のビーカー(白)はすぐに回収。ただちに水を入れて恒温器に入れておけば11個で全クラス回せる。

においがどう変わったか。ビーカーの中でも発酵は進んでいるので、残っている方で嗅いでみる。エタノールのにおいがわずかにつんと感じられる。キューネ発酵管には水酸化ナトリウム水溶液が入っているので絶対に舐めてはいけない。お酒ときけば舐めてみたくなる生徒がいるので、舐める生徒がいそうであれば水酸化ナトリウム水溶液は最初から用意しない。パン酵母を使っているのでおいしいお酒になるということはない。

30～45分 片づけとまとめ。

ビーカー(赤), キューネ発酵管を洗浄して洗い桶に入れる。

綿栓とろ紙はごみ箱へ。テーブルが汚れたらガーゼで拭く。

実験の解説。発生した気体は二酸化炭素である。

エタノールの確認は、教卓上でやっておいてもよい。十分に発酵した後の液を試験管にとり、10%水酸化ナトリウム水溶液1mLを加え、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を2mL加え、80°C(電気ポット)の湯の入ったビーカーに入れておく。1分くらいでヨードホルムのにおいがしてくる。においがしてから生徒のテーブルを回っている。原理だけを説明し、発酵液の代わりにエタノールを使ってもよい。生物係は片づけを確認する。

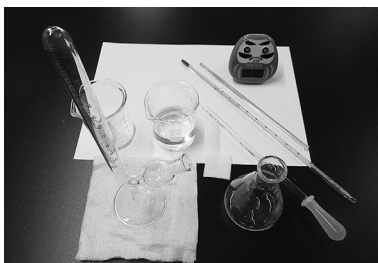
**評価** 提出は、結果をまとめたプリントを撮影したもの。任意で動画。

定量実験の練習である。2つの温度(初めに入れた方が45°C, 後の方が35°Cくらい)で比較をするグラフになるが、1人でやったわけではないので方針が定まらず、予想通りにはならない。要領が悪いと気体の量が0の時間が長い、初めから1mL以上になっている。キューネ発酵管を立てるまでの時間や0分を設定するタイミングがずれるので、傾きを比較する。どちらも最終的には10mLたまる。

生物同好会や有志なら、放課後により正確な実験を行うことができる。0°C, 20°C, 40°C, 50°C, 60°C, 80°Cで測定させる。0°Cは反応しない。60°C, 80°Cでは反応は最初に一気に進むが、10mLまで達しないで反応が終了することがある。



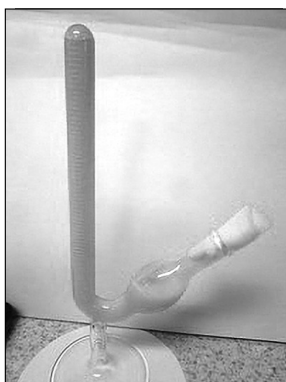
写真



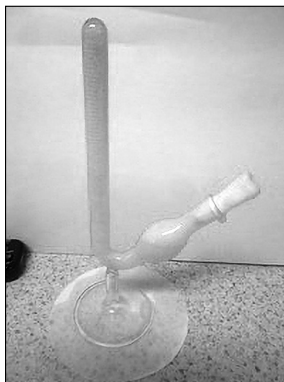
39 用意するもの



40 ドライイースト



41 キューネ発酵管を設置



42 発酵が進んだようす

資料 実習プリントと期末試験の出題例

# 19 実習プリント

生物  
実習

## 9 アルコール発酵

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

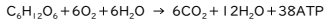
### 1 【発酵】

**発酵**は、①<sub>y</sub>( 酸素 )を用いないでグルコースなどの有機物を分解する反応である。代表的な発酵は、**アルコール発酵**と**乳酸発酵**である。

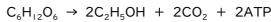
**酵母菌**は、呼吸と**アルコール発酵**の両方を行う。アルコール発酵の分解産物は、②<sub>z</sub>( エタノール )と③<sub>z</sub>( 二酸化炭素 )で、同量のグルコースを分解した場合、得られるATPは呼吸より少ない。酸素が少なくなると、アルコール発酵の割合が多くなり、④<sub>z</sub>( ミトコンドリア )が減少する。

**乳酸菌**が行う**乳酸発酵**の分解産物は、⑤<sub>z</sub>( 乳酸 )である。同じ反応は、動物の筋肉でも起こり、⑥<sub>z</sub>( 解糖 )といわれる。

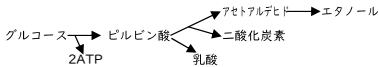
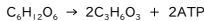
#### 呼吸の反応式



#### アルコール発酵の反応式



#### 乳酸発酵・解糖の反応式



### 2 【アルコール発酵の実験】

**目的** 乾燥パン酵母を用い、温度条件を変えてアルコール発酵を行う。二酸化炭素の発生量を測定することで、温度による反応速度の違いを比較する(今回の実験では一定温度)。

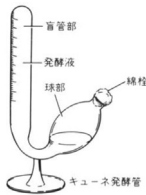
**材料** 乾燥パン酵母

**器具** キューネ発酵管、ビーカー、ガラス棒、脱脂綿、ガーゼ、タイマー(ここまで各班)、温度計、ピペット、恒温槽

**薬品** グルコース、10%水酸化ナトリウム水溶液、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液(発展)、50℃の湯

#### 方法

- 100mL ビーカーに、酵母 3g とグルコース 3g を入れ、50℃程度の湯を 60mL 加えてよく混ぜる(発酵管 2 本分)。温度を測定する。
- この混合液を、**キューネ発酵管の直管部に空気が入らないよう**にして入れて、綿で栓をする。
- キューネ発酵管をろ紙の上にてたてる。このときの時間を 0 分とし、1 分ごとに気体の発生量を記録する。(1 目盛り 0.2mL、最大 10mL)
- 気体が多たまったら(6~10mL 程度)測定をやめ、綿栓をとり、おいをかいてみる。
- ピペットで水酸化ナトリウム水溶液を 0.5mL 入れ(発酵管の口につかないように)、口を親指ですまのまないようにおさえ、発酵管をよく振って感触を確かめる(二酸化炭素の確認)。



6. **発展** 5. の液を 3mL 程度試験管にとり、さらに 10%水酸化ナトリウム水溶液を 1mL 加え、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液を 2mL 加える(液が黄色になる)。これを 80℃の湯の入ったビーカーに約 1 分間入れてあたためる。試験管を取り出して、おいをかぐ。(エタノールの確認)

#### 結果

3. 測定結果(発酵管 2 本分) 時間(分)、気体の発生(mL)  
始めた時の温度を記す。気体の発生量を測定する。

時間(分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A(℃)										
B(℃)										

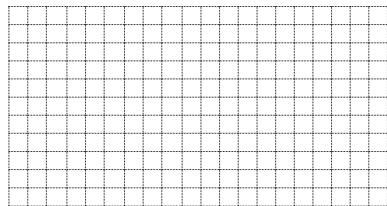
時間(分)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A										
B										

4. 結果 \_\_\_\_\_

5. 結果 \_\_\_\_\_

#### まとめ

1. 測定結果をグラフに表し、発酵速度を求めよ。(2 本分)  
目盛りを入れる。横軸に時間(分)、縦軸に気体の発生量(mL)



2. 気がついたこと  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 参考

二酸化炭素と水酸化ナトリウムの反応  
 $2NaOH + CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$   
 気体の  $CO_2$  が吸収されて、 $Na_2CO_3$  の沈殿になるので、体積が減少する  
 エタノールとヨウ素の反応  
 $C_2H_5OH + 6NaOH + 4I_2 \rightarrow CHI_3 + 5NaI + HCOONa + 5H_2O$   
 消毒薬のにおいのするヨードホルム  $CHI_3$  の沈殿が生じる。

## 20 期末試験の出題例

### 期末試験出題例

次の文章(Ⅰ・Ⅱ)を読み、後の問い(問1～ )に答えよ。

#### Ⅰ

ワインやビールの製造など人類が古来より利用してきた発酵について、19世紀半ばにパスツールが、アルコール発酵は酵母が[1]のない状態で行う反応であることを明らかにし、反応には生きた酵母が必要であると主張した。1897年に、ブフナーが細胞を含まない酵母のしぼり汁だけで発酵が起こることを証明し、酵母の細胞内の[2]があれば発酵が起こることを明らかにした。

アルコール発酵のようすを調べるために、次の実験を行った。

実験 グルコース水溶液をビーカーにとり、乾燥酵母を加えてよく混ぜ発酵液をつくる。

発酵液をキューネ発酵管(図1)に、盲管部に空気が入らないように注ぎ込む。

発酵液の温度を、10℃の場合と30℃の場合で、この実験を行った。

30℃の方が、盲管部にはやく気体がたまった。管内に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、気体が水に溶けた。



図1

問1 文章中の[1]・[2]に入る語を記せ。

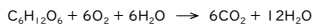
問2 この実験で盲管部にたまった気体は何か。名称を記せ。

問3 この実験で、発生した気体の他に生成した物質は何か。  
この物質は、ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液と反応してヨードホルムの沈殿を生じる。

問4 この実験は、10℃の場合と30℃の場合で気体が発生するはやさが大きく異なる。その要因を記せ。

#### Ⅱ

酵母は、次の2つの反応式で表される反応を同時に行う。



問5 酵母が、酸素を0.3mol吸収し、二酸化炭素を0.4mol放出したとする。

(1) 分解されたグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  は何 mol か。

(2) 生成する  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  は何 mol か。

#### 【10】 唾腺染色体の観察(ショウジョウバエ幼虫)

かつてはアカムシ(アカムシユスリカの幼虫)やコサシ(ショウジョウバエの幼虫)から唾腺を取り出し、押しつぶして観察させるのが定番であった。アカムシとはいえ殺生を生徒全員に強要するのは好ましくない。放課後の生物同好会で動画作成のために行うくらいである。

永久プレパラートを使って観察させる。2人1組で、タマネギ根端と唾腺染色体を同時に観察させて比較させてもよい。2回分の実験が1回で済む。

キイロショウジョウバエの染色体数は8本である。相同染色体が離れず、1か所で全ての染色体が付着している。明確なパフがみられる場合がある。

#### 準備するもの

- 顕微鏡 1人1台。教卓1台カメラ付き (41台)
- プレパラート 41枚。1人1枚、ライブ映像用1枚 (41枚)
- ▲実習プリント (320枚)
- 飼育しているキイロショウジョウバエ(痕跡翅, 野生型, 白色眼)とその幼虫を見せている。痕跡翅(コサシ)はペットショップや釣具店等で販売している。野生型は野外(室内)で採集。白色眼は継体培養している。アカムシも釣具店で販売されているが、河原でも採集できる。

#### 実習前の教員や係の仕事

- 顕微鏡の準備としては、カバーを外す。対物レンズを4倍にする。しぼりを開く。実習プリントを1人1枚配布する。

#### 実習 45分

0～10分 スクリーンでライブ画像。タマネギの根端の染色体と大きさを比較したい。どれが染色体なのか分からない生徒がいるので、どれが染色体であるか説明したい。

10分～35分 600倍にして観察。撮影。

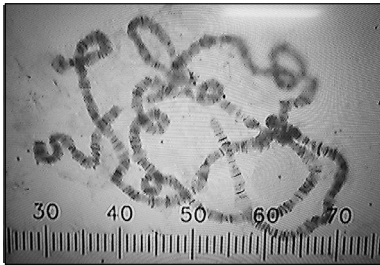
## 35～45分 まとめ

ショウジョウバエが遺伝の法則を調べるのに都合がいい生物であったこと。白眼が見つかって伴性遺伝すること，X線により様々な突然変異が見つかったこと。そこから連鎖地図がつけられたこと。

幼虫に唾腺があり，さらに巨大な唾腺染色体があるという奇跡により，染色体上の遺伝子の並び方を研究するのに，最適な生物となった。

その後，染色体の研究からDNAの研究へと変わり，使用する生物は大腸菌やファージへと変わっていった。

### 写真



① 唾液腺染色体



② ショウジョウバエの培養

### ショウジョウバエの培養

野生型，痕跡翅，白眼(それぞれのオス，メスは見分けやすい)を培養し，一遺伝子雑種や伴性遺伝の分離比を調べる程度に使っている。1世代は2～3週間であり，通常は1か月に1回入れ換えている。生物同好会に継体培養させる。今までに継体培養をさせたことがある生物は，ゾウリムシ，ショウジョウバエ，プラナリア，ヒドラ，ボルボックスである。プラナリア，ヒドラ，ボルボックスは現在培養していない。季節が重要であるが，採集場所を決めているので野外で採集ができる。

管びんに培地をつくりショウジョウバエを飼育している。培地の材料はドライイースト，グルコース，プロピオン酸，寒天である。

計画していないが、授業時間に余裕があるときに行った実験

- 【11】 キイロシヨウジョウバエを用いて遺伝の法則を調べる。(3週間)
- 【12】 ピーナッツを燃やして含まれる熱量を調べる。
- 【13】 ウシの目を解剖する。
- 【14】 鶏頭水煮を用いて、ニワトリの脳を観察する。
- 【15】 ホウセンカの花粉管の発芽に必要なものを調べる。

資料 実習プリント

# 21 実習プリント

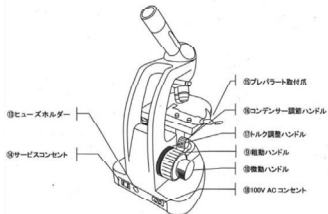
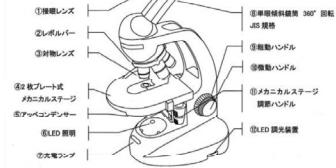
生物  
実習

## 10 唾腺染色体の観察

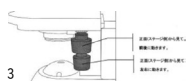
\_\_\_年 \_\_\_組 \_\_\_番 氏名 \_\_\_\_\_

### I 【顕微鏡の扱い方】

- 目的** 光学顕微鏡で細胞を観察する。  
**準備** 光学顕微鏡(ナリカ NECROS), プレパラート  
**方法**



1. 顕微鏡の主な部分の名称を知る。上図に印をつけよ。  
 接眼レンズ  対物レンズ  レボルバー  
 メカニカルステージ  プレパラート取り付け爪  
 メカニカルステージ調節ハンドル  LED 調光装置  
 粗動ハンドル(2か所)  微動ハンドル(2か所)



2. プレパラート取付爪を動かして、標本をレンズの真下にセットする。  
 3. メカニカルステージ調節ハンドルを回して位置を調節する。



4. LED 調光装置を回して、LED 照明を点灯させる。  
 5. レボルバーを回して、4倍対物レンズをセットする。

#### 4倍の対物レンズでピントを合わせる

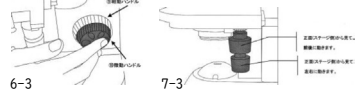
6. 粗動ハンドルを回してステージを一番上まで上げる。  
接眼レンズをのぞきながら、ピントを調節する。  
 7. メカニカルステージ調節ハンドルを回して、標本の位置を調節する。

#### 10倍の対物レンズで対象物を探す

- 5-2. レボルバーを回して、10倍対物レンズをセットする。  
 6-2. 接眼レンズをのぞきながら、微動ハンドル(粗動ハンドルでもよい)を回してピントを調節する。  
 7-2. メカニカルステージ調節ハンドルを回して、標本の位置を調節する。

#### 40倍の対物レンズで詳細を観察する

- 5-3. レボルバーを回して、40倍対物レンズをセットする。



- 6-3. 接眼レンズをのぞきながら、微動ハンドルを回してピントを微調整する。

- 7-3. メカニカルステージ調節ハンドルを回して、標本の位置を調節する。

#### 接眼マイクロメーター

接眼マイクロメーターは接眼レンズの中に入っている。1目盛りの大きさは 150倍では( 10 ) $\mu\text{m}$   
 600倍では( 2.5 ) $\mu\text{m}$



### 2 【スケッチ】

ピントをあわせて輪郭をはっきりと描く。図で表せないところは説明を入れる。観察したときの倍率やスケール、各部の名称を書き入れる。

顕微鏡の視野の円形の枠は書かない。対象物が視野に入りにくいときは、視野を動かしながらスケッチする。



### 3 【唾腺染色体の観察】

ショウジョウバエなどの双翅類の幼虫の唾腺の細胞には、① $\mu$ ( )とよばれる巨大な染色体がある。この染色体は通常の染色体の100倍以上の大きさで、② $\mu$ ( )などの染色液でよく染まる多数の横じまがある。横じまは遺伝子の位置に対応している。ところどころに③ $\mu$ ( )といわれるふくらんだ部分がある。バフでは、遺伝子の④ $\mu$ ( )の過程が起こっており、⑤ $m$ ( )が合成されている。ショウジョウバエの幼虫では、発生の時期によってバフの位置が一定の順序で変化する。これは、特定の遺伝子が一定の順序で次々と発現することで、幼虫が正常に発生することを示している。

$\mu$ ( )の $\mu$ ( ) ( )倍

## 最後に

4単位の選択「生物」では、2時間続きの授業として、課題の設定から実験の方法までを考えさせるべきであり、失敗して結果が得られなくともその過程を重要視することが大切である。

それに対して、2単位で全員が履修する「生物基礎」では、全員に最低限の知識や技術を身につけさせることが重要である。実習を失敗した場合、理科そのものに苦手意識を持ち、自分は理系に進むことができないと考えてしまうことがある。失敗した場合は、無意味な実習時間を過ごしただけとなる。

失敗も重要である「生物」に対して、全員に知識・技術を身につけさせる「生物基礎」。そのための覚え書きを詳しく記したつもりである。

スマホを利用するようになってから、実習は簡単にできるようになった。スマホの利用は、今の高校生にとっては得意であることを自負したいものである。スマホと組み合わせることによって顕微鏡観察の技術は向上するし、実験は動画をとることでより要領よく行うようになる。生徒どうして技術を高めよう。スマホやChromebookの後押しがあつて、教員の労力は自ずと半減した。ただし、実習中にメモをとるのだけは紙の方が勝手がよく、そのためのプリントは印刷して配布する。

今回は「生物基礎」の実習についての覚え書きであるが、生物の課題はもう1つある。

教科書的な勉強しかしてこなかった生徒は、「樹木」「花」「鳥」「魚」などの知識が信じられないほど少ない。これらの知識をつけさせるのも生物の教員の使命なのかもしれない。「生物基礎」の授業においては教科書の内容だけでなく、生物の種類についても多くの時間を割いている。

生物教員として生化学や生物学史に通ずることは当たり前である。それに加えて野山や動物園・水族館・博物館を歩き、常に生物に関する知識を身につけたい。特に生態系については、自分の足で得た知識も含めて授業に臨みたい。何歳になっても初めて知る知識が多すぎて、歩いても歩いても歩き足りないのである。