

研究紀要 第77号

石川の自然 第33集 生物編(17)

教材生物の飼育と観察

— 入 門 編 —



平成21年 3 月
石川県教育センター

「石川の自然」第33集 生物編(17)発刊にあたって

平成20年度「石川の自然」第33集 生物編(17)の研究をまとめ、石川県教育センター研究紀要第77号として発刊することとなりました。

平成20年1月に公表された中央教育審議会の答申で、理数教育の充実があげられ、思考力や表現力等の育成のために、理科の観察・実験がますます大切になってきます。

しかしその一方で、特に小学校の先生の中には、理科の指導を苦手と感じ、観察・実験についての知識・技能を大学でもっと学んでおけば良かったと思っている人が多くいるという調査結果（「平成20年度小学校理科教育実態調査」国立教育政策研究所）もあります。

そこで、本稿では「入門編」として「教材生物の飼育」と「観察器具の活用」の基本的な内容を取りあげました。飼育や観察器具に慣れていない先生にもわかりやすい内容となっています。

学校現場で教材となる生き物を飼育し、観察・実験を行うことは、生命を身近なものとして学んでいく助けになると思います。写真や映像ばかりでなく生き物に触れて学ぶという経験は大切です。また、顕微鏡などの器具を使い、肉眼ではよく見えなかった小さな生き物の姿や生命の営みを目にすることで生徒が心を躍らせ、生命の本質に興味を持つようになれば、理科にとっての大きな成果となります。生物の観察や実験の準備の場面で、あるいは観察器具の使い方の指導にあたって、本稿を有効に活用していただければ幸いです。

最後になりましたが、本稿発刊にあたり、ご支援ご協力いただきました方々に対し、心からお礼申し上げますとともに、さらなるご指導ご鞭撻をお願い申し上げます。

平成21年3月

石川県教育センター

所長 加茂達子

目 次

「石川の自然」第33集 生物編(17)発刊にあたって

はじめに	1
I 教材生物の飼育・栽培の現状	2
II 生物の飼育方法	4
1 メダカ（淡水魚）	4
2 オオカナダモ	10
3 ゾウリムシ	10
4 アメーバ	11
5 ブレフアリスマ	11
6 プラナリア	11
III 観察器具とその活用	12
1 ルーペ（虫眼鏡）	12
2 解剖顕微鏡	13
3 双眼実体顕微鏡	13
4 光学顕微鏡	14
IV 飼育生物の活用場面	18
1 メダカ	18
2 オオカナダモ	19
3 原生動物（アメーバ・ゾウリムシ・ブレフアリスマ）	20
4 プラナリア	21
付 録（ペットボトル顕微鏡）	22
あとがき	24
参考文献	24

教材生物の飼育と観察

－ 入 門 編 －

※梅 本 浩 照

はじめに

生物分野の学習は本来、身近な生き物を観察するところから始まるべきである。そういった観点から野外における自然観察の大切については大切であり、石川の自然第32集の中でも述べてきた。そして、次の段階として、実際の生物を通して生物の特徴や働きを観察し、調べていくことになる。今回取り上げる教材生物は、この段階でよく用いられる、教科書でもなじみの深い生物である。

実際の生物（生命）に触れる経験は大切であり、できるだけ多くの教材生物を、教科書の写真だけでなく本物を通して学んでほしい。身近に飼育していれば、活用しやすく、活用の機会も自ずと増えてくると思う。さらに、生物の飼育は教材の提供ということ以外にも効果がある。かつて勤務していた高校で、職員室に水槽を置き、キンギョ、メダカ、ドジョウ、シマドジョウ、タイリクバラタナゴ、ヤリタナゴ、オイカワ、アブラハヤ、トミヨ（これは現在では県の許可が必要）など様々な淡水魚を飼っていた。水槽をきっかけとして教師どうしや生徒との間で会話がうまれることもあった。プラナリアについても数人の生徒ではあったが集まってきた。生き物のいる環境は、潤いのある明るい環境を作り出す。アメーバやゾウリムシでは潤いは難しいかもしれないが、是非とも気軽に生き物の飼育に取り組んでもらいたい。

本書では大きく分けて、教材生物の飼育と活用についてと、顕微鏡等の観察器具の特徴や使い方の2点について紹介する。

観察器具の特徴や使い方については、今年度より始めた初任者研修フォローアップ研修で、小学校の先生方に紹介した内容をベースに構成した。自分自身が授業を通して気付いた反省点や、生徒が陥る失敗を基に、問題点や注意点を踏まえて記述した。

また、生物の飼育については、長年淡水魚を飼育してきた中で試行錯誤した経験や、ゾウリムシなど、当センターでの飼育の取り組みの中から、できるだけ簡単で確実な方法を紹介する。

「入門編」とあるように、特に必要ないと思われる点について、詳細は省いているので、もっと詳しく知りたいという方は参考文献として挙げた書物などを参照してほしい。逆に、普通なら操作や手順しか説明してないような内容について、その意味に触れているところもある。このようなところは、書物に書かれている通りにやるだけでなく、その意味を考えて自分なりに工夫し、よりよい方法や説明を考えてほしいと思う。

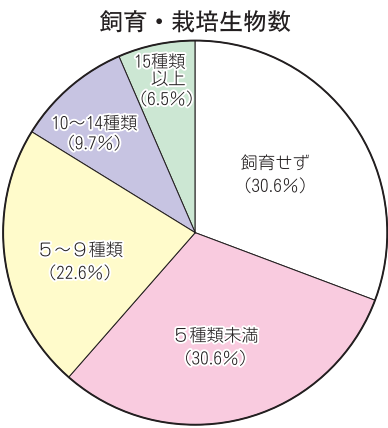
本書を作成するにあたっては、生物分野についてあまり自信がないという方が利用しやすいように配慮したつもりである。ただ、自信のある方であっても、基本の再確認のためや、生徒への指導の場面で本書を活用していただければありがたい。観察・実験を楽しむ児童生徒が増える一助となれば幸いである。

I 教材生物の飼育・栽培の現状

1. アンケート調査より

教材生物の飼育や栽培は、各学校で行うことが望ましい。しかし、経験や知識の不足、時間や場所等の制約などのため、飼育や栽培が難しい生物もあるであろう。そこでまず、各都道府県で、教科研修の中核となるべき教育センターでどのような生物が飼育されているかの現状と、学校現場から提供依頼の多い生物について調査を行った。

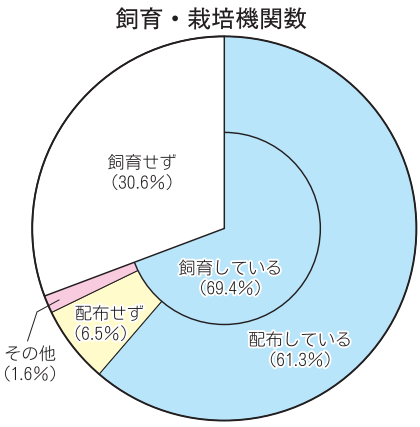
全国の都道府県および指定都市の教育センター62カ所より回答が得られた。このうち何らかの生物教材を飼育している所は43カ所、69%であった。3割近くで飼育・栽培が行われていないことに驚かされた。教育センターによっては、研修講座のために飼育していて学校への提供を行っていない所もあったが、全体の61%で学校への教材生物の提供を行っていた。



飼育・栽培している生物の種類数については、多い機関では15種類を超えるが、平均すると5種類程度が一般的である。飼育・栽培されている生物の例としては、植物では被子植物や緑藻類、動物では両生類や魚類、甲殻類、原生動物など多岐にわたるが、多くは教科書や実験書でなじみのあるものである。中には粘菌類の飼育を行っているところも見られた。

最も多くのセンターで飼育されている生物はメダカ（クロメダカ）の27機関、次いでゾウリムシの17機関、オオカナダモの15機関、と続く（表1）。学校から提供依頼の多い生物も、メダカ、オオカナダモ、ゾウリムシと、飼育している順とほぼ一致している（表2）。要望が多いから飼育しているのか、飼育しているから配布の要望に応えやすいのかは機関によるだろうが、教材として活用場面が多く、飼育が比較的簡単である生物といえる。本県ではメダカについての問い合わせや依頼は少ない。これは、まだ十分に野外での採集が可能なことによると思われる。

次に、飼育・栽培されている生物の種類について少し詳しく見てみることにする。まず顕微鏡観察で定番の淡水産の原生動物であるアメーバやゾウリムシ、ミドリムシ、ラッパムシ等、さらに緑藻類のボルボックスやイカダモ、接合藻類のミカヅキモ



最も多くのセンターで飼育されている生物はメダカ（クロメダカ）の27機関、次いでゾウリムシの17機関、オオカナダモの15機関、と続く（表1）。学校から提供依頼の多い

表1 飼育している生物

生 物 名	機関数
メダカ	27
ゾウリムシ	17
オオカナダモ	15
ミジンコ	13
ミドリムシ	12
ヒドラ	11
ボルボックス	10
ムラサキツユクサ	8
ミカヅキモ	8
アメーバ	8
ユキノシタ	7
ブレファリスマ	7
プラナリア	6

表2 提供依頼の多い生物

生 物 名	機関数
メダカ	12
ゾウリムシ	11
オオカナダモ	9
ミジンコ	6
ミドリムシ	7
ヒドラ	3
ボルボックス	5
ムラサキツユクサ	1
ミカヅキモ	3
アメーバ	4
ユキノシタ	0
ブレファリスマ	2
プラナリア	2

やアオミドロが見られる。高等植物では、気孔や花粉管、細胞分裂といった細胞レベルの観察に用いるツユクサ科やツリフネソウ科の植物、原形質流動や光合成の観察に用いられるトチカガミ科のオオカナダモやコカナダモ、生活史全般を観察対象とするアサガオやジャガイモ、イネなど種類数も多い。動物では水槽などの一定の閉鎖空間での飼育が行いやすいため、メダカをはじめとする淡水魚の飼育が多い。また、ショウジョウバエやカイコガなど、高等学校でも扱われるものもあるが、主に小学校で定番の昆虫類がよく飼育されている。

回答の中には、「淡水魚」などと書かれており生物名が特定できないものもあったが、挙げられていた全ての生物名を表3に示す。このほかにもシダ植物や各種細菌、菌類を飼育しているとの回答もあった。

表3 回答のあった飼育・栽培生物一覧

原生生物界	植物界			菌界	動物界				
	緑色植物門	被子植物門			脊椎動物門			節足動物門	その他
		双子葉類	単子葉類		爬虫類	両生類	魚類		
アメーバ	ボルボックス	ユキノシタ	ムラサキツユクサ	モジホコリ	スッポン	アフリカツメガエル	メダカ	ショウジョウバエ	軟体動物門
ゾウリムシ	ブレオドリナ	ベンケイソウ	トラデスカンチア		アオダイショウ	ニホンヒキガエル	グッピー	モンシロチョウ	インドヒラマキガイ
ブレファリスマ	イカダモ	コモチマンネンソウ	ブライダルベール		カラスヘビ	アホロートル	ドジョウ	カイコガ	タマビキガイ
ミドリゾウリムシ	クンショウモ	ゼラニウム	テッポウユリ			イモリ	フナ	コオロギ	扁形動物門
ミドリムシ	シャジクモ	ホウセンカ	オリヅルラン				オイカワ	バッタ類	プラナリア
イソラッパムシ	ミカズキモ	インパチェンス	ホテイアオイ				カワムツ	カブトムシ	刺胞動物門
ソライロラッパムシ	アオミドロ	オクラ	ミドリアマナ				アブラボテ	コクワガタ	ヒドラ
	ツツミモ	ワタ	イネ				タイリクバラタナゴ	コクヌストモドキ	
	クンショウチリモ	アブラナ	トウモロコシ				タナゴ	アメリカザリガニ	
		ホウライカガミ	クロモ					テナガエビ	
		ジャンボカボチャ	オオカナダモ					ダンゴムシ	
		マクワウリ	コカナダモ					ミジンコ	
		ヘチマ	マツモ					アルテミア	
		ヒョウタン						コナダニ	
		ナス						カブトガニ	
		キュウリ							
		トマト							
		ゴーヤ							
		ジャガイモ							
		サツマイモ							
		アサガオ							
		チョウマメ							
		オジギソウ							
		ドングリ類							

2. 本センターでの現状

本センターで飼育・栽培を行っている生物は、原生動物ではアメーバ、ゾウリムシ、ブレファリスマの3種、植物ではシャジクモ、オオカナダモ、コカナダモ、コダカラベンケイソウ、ミドリアマナ、ムラサキツユクサ、動物ではメダカ（クロメダカ）、グッピー、プラナリアである。また、ゾウリムシの飼育瓶の何本かにコンタミしたワムシが繁殖している。時期によってはボルボックスやミカズキモ、ミドリムシといった緑藻類も提供している。例年、ゾウリムシは30件程度、アメーバは20件程度、オオカナダモは10件程度の提供依頼に応えている。依頼が集中すると十分に対応できない場合もあるだろうが、少量ならば確実に提供できるようにしたいと考えているので問い合わせしてほしい。ゾウリムシなどの原生動物は、場所を取らず飼育も簡単なので、数日のゆとりがあれば十分ふやすことが可能である。

飼育しているわけではないが、外の池ではカエルの卵やオタマジャクシ、ヤゴ、アオミドロ、等が見られ、時期によっては提供可能である。また、提供はできないがハエトリソウやムシトリスミレ、ウツボカズラなどの食虫植物も一鉢ずつ育っている。貸し出しならば可能である。

Ⅱ 生物の飼育方法

今回の調査で、全国的にも提供依頼の多い生物とはそれだけ教材として活用されている生物と考え、メダカ（を含む淡水魚）、オオカナダモ、ゾウリムシ、アメーバ、ブレファリスマ、プラナリアについて、当センターが行っている方法を中心にその飼育方法について紹介したい。生物の世話は何かと時間と労力が必要であり、まったく手間をかけずにということは不可能ではあるが、これまでの経験もふまえてできるだけ手間をかけないような方向で紹介したいと思う。理科室や教室など、児童生徒の近くに生き物がいるというだけでも生物への興味関心を呼び起こすきっかけとなるので、是非とも飼育を行ってもらいたい。採集については石川の自然第30集「採集と観察のすすめ」の中でも紹介しているので参考にして欲しい。

1. メダカ（淡水魚）

メダカは色によりヒメダカ、アオメダカ、シロメダカなどと呼ばれる観賞用のメダカも見られるが、これらは通称クロメダカの突然変異体であり、日本では1種のみである。日本全国の田んぼの用水や池などで見られたが、現在では絶滅危惧種に指定されるに至っている。よく似た魚にカダヤシがいるが、こちらはボウフラを退治するためにアメリカから移入されたもので、熱帯魚のグッピーと近縁の種である。以前は同じ目^{もく}に分類されていたが、現在はメダカとは別の系統と考えられている。



メダカの飼育を池で行っているところもあるだろうが、池が無い場合や屋内で観察したい場合には水槽を用いることになる。水槽は自然界や外の池と比べると著しく狭い空間である。このため環境変化が非常に起こりやすく、この環境をいかに安定に保つかが大きな鍵となる。

水槽内の環境要因として、溶存酸素、排出物等による汚れ（アンモニア等）、水温、pHなどがある。魚の種類によっては水温やpHにも気をつけなければならないが、メダカやフナなどはそれほど気にしなくても良い。温度については急激な変化を避け、pHについては中性（pH 7）付近にするという程度である。重要なのは溶存酸素と汚れのろ過である。特に溶存酸素は魚が呼吸するためだけでなく、汚れをろ過する細菌の活動のためにも大切であり、十分な酸素を供給する必要がある。酸素の供給と汚れのろ過のポイントさえ押さえれば飼育は難しくはない。

これらのポイントを押さえながら、メダカに限らず一般的な淡水魚の飼育について、水槽選びから水槽のセット、普段の管理などについて紹介する。

◇水槽選び

水槽の形については、基本的にはどんなものでもかまわない。ただし、空気と接する水面でガス交換（酸素や二酸化炭素の出入り）が行われていることや、水面から水が蒸発することで水温の上昇を抑える効果があることから、水面部分が狭まっている形のもの（写真左手前）よりは底から開口部までまっすぐなものの方が良い。また、同じ水量の水槽であれば、高さのある水槽より水面の面積（通常は底面積に同じ）の広い水槽の方が良い。



（ただし、水草を育てるのが目的の場合は深さが必要になる）また、掃除のしやすさや空間効率を考えると四角形のものがよいと思う。標準的な形は、やや横長の角形水槽（写真右奥）である。

大きさについては飼育する魚の大きさや数にもよるが、60cm水槽が一般的である。通常60cm水槽と呼ばれるのは横幅が60cmのもので、規格品としてはそれより小さめの45cmや30cm、大きめの90cmや120cmのものがある。60cm水槽と45cm水槽を比べると、水の量は2倍以上の差があることから、小さいものは取り扱いが楽だというメリットがある一方で、飼育水の環境変化が起こりやすいというデメリットがあるといえる。水槽が大きくなる程、このメリットとデメリットが逆転していくと思えばよい。

最近ではポンプやろ過装置、照明などがセットになったインテリアとしての水槽など、いろいろな水槽が売られているが、学校現場では60cmの角形水槽をお薦めする。これは、市販されている水槽の中で標準的なものであるため価格も手ごろで、また、これに合わせた様々なオプション器具が売られているからである。このため、後で必要なものを買ったり、故障した器具だけを交換したりすることが簡単である。

おおよその目安であるが、60cm水槽では水を約50ℓ必要とし、水槽自体の重さや底砂、ろ過器等の器具を合わせると全体の重量は60～70kgになる。

◇エアレーション（曝気）

エアポンプを使って空気を送り、水中に入れたエアストーンからぶくぶくと泡が出て水中に酸素を供給することを、一般にエアレーションと呼んでいる。エアレーションによる効果は、水中へ酸素を溶け込ませると共に水中の二酸化炭素を排出するガス交換の促進と、水流を作り水槽内の水を攪拌することの2つである。

ぶくぶくと泡立つことで酸素がよく溶けていくような印象を受けるが、実際はそうではない。水槽選びのところで述べたように、酸素は水面に接する空気から少しずつ溶け込んでいるのである。エアレーションは、気泡の表面積分だけ水と空気との接する面積を増やしているだけと考えた方がよい。つまり、発生している気泡の表面積分だけ面積が広めの水槽に換えたのと同じ効果であるといえる。このことから、同じ空気量であれば細かい気泡のほうが、水と接する面積が増えることになりガス交換の効果が高いことがわかる。ただし、水槽の面積が広く、魚が少なければエアレーションは必要ない。

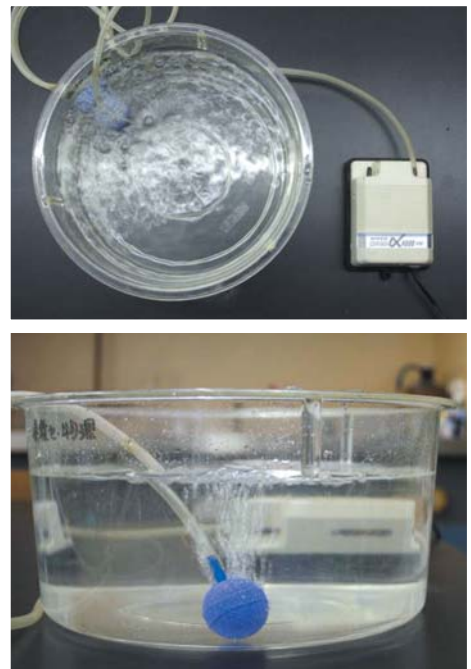
狭い水槽での激しいエアレーションは、大きな水流をつくり出すことになり、メダカなどの小さい魚の場合には疲れさせ、弱らせることになるので注意が必要である。

エアポンプにも大小いろいろあるが、60cm水槽で使うのならばエアの吐出量が毎分2ℓ以上のものを用意したい。吐出量が多ければ、分岐コックを使ってエアを逃がすことで調節可能である。

※ 気体の溶解度は固体の場合とは逆で、温度が高い程小さくなる。これに対して生物が必要とする酸素は温度が高い程多くなる。このため、同じ状態の水槽でも水温の上昇と共に酸素不足になりやすいため夏場は特に注意が必要である。

◇ろ過器（ストレーナー・フィルター）

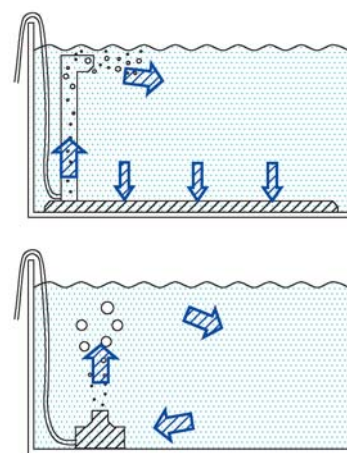
排泄物や食べ残し、生物の死骸などは、そのまま放置すると水質の悪化をまねく。また、ゴミなどの浮遊物は見た目にも良くない。そこで飼育水のろ過が必要になってくる。ろ過の方法は原



理的に大きく3つに大別できる。まず、網やスポンジ、化学繊維等でゴミ等をこし取る物理的ろ過。次に、排泄物の中で有毒なアンモニアなどを硝化細菌の働きで毒性の弱い物質に変化させる生物的ろ過。そして最後に、活性炭などを用いて水中に溶けている有害な物質を吸着させる化学的ろ過である。ろ過器の中に入れるろ材には様々な機能をうたったものが見られるが、基本的にはこの3つの方法のいくつかを組み合わせたり、特定の機能を強化したものである。単純なものはスポンジや化学繊維等のろ材を使い物理的ろ過が中心であるが、そのろ材に硝化細菌などのバクテリアが定着して生物的ろ過も行われる。ろ材の内部や表面に硝化細菌が定着しやすくして生物的ろ過能力を高めているものも見られる。また、ろ材内に活性炭やゼオライト、イオン交換樹脂などを入れて化学的ろ過を高めているものもある。底砂は、見栄えを良くするという効果もあるが、汚れが舞い上がらないようにする物理的ろ過と、石の表面に硝化細菌などが定着することによる生物的ろ過のためのろ材である。

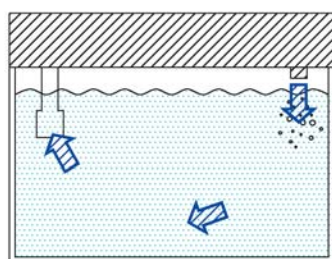
ろ過器にも様々なものがあるが、大きくは底面型と水中型、それに外部型の3タイプに分けられる。

底面型：すのこのようなろ過器を水槽の底に置き、その上に底砂を敷きろ材とする。水の循環にはエアレーションによるエアリフトか水中ポンプを用いる。普通は底砂の奥までは水が回らないため酸素不足のため汚れが十分分解されないが、底砂の間までしっかり水が通ることで全体に酸素が供給され分解が進む。ろ材の掃除は3タイプの中で一番大変である。

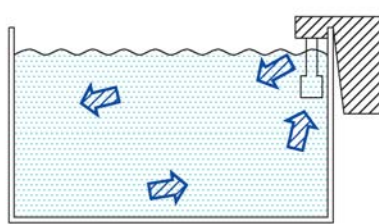


水中型：ろ材を入れた容器を水中に入れ、エアリフトか水中ポンプによって水を循環させる。

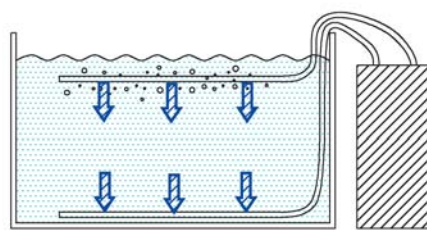
外部型：飼育水の外でろ過を行うため、ろ材の掃除や交換が一番簡単である。このタイプが一番ろ材の種類が多い。外部型はさらに上部型、外掛け型、外部密閉型などがある。酸素の供給や取り扱い、設置空間等を総合的に考えると、上部型が良いと思う。



上部型



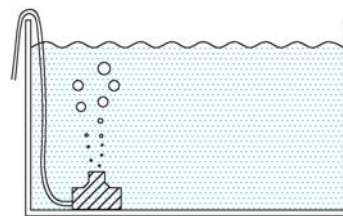
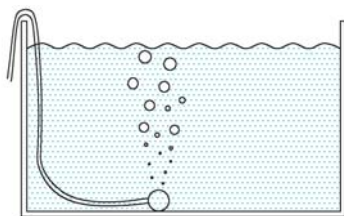
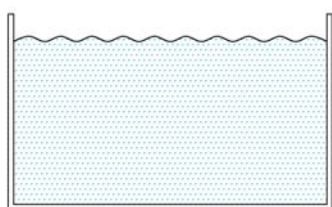
外掛け型



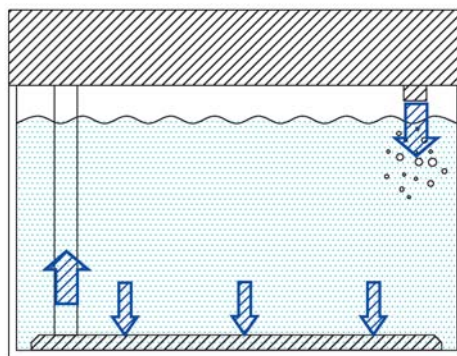
外部密閉型

◇水槽のセットとメンテナンス

A 一番簡単なセットは、水槽に水だけを入れたものである。底砂なども無い方が、食べ残しや糞などの沈殿物が目立つのでよい。底に沈殿物がたまったら沈殿物ごと水を1/3程度吸い出して捨て、新しい水を加える。



B 長期間の飼育を考える場合は水のろ過をしっかりと行う必要がある。水槽の隅々まで酸素を行き渡らせる底面ろ過と、ろ材の掃除や交換が簡単で酸素供給に有利な上部ろ過を組み合わせることでもろ過効率を上げる方法を紹介する。魚の数にもよるが、当センターではこの方法で、水換えや水槽内の掃除をせず、蒸発などで減った水を補給するだけで1年以上安定した状態を保っている。



〈準備するもの〉

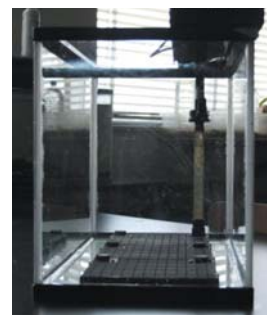
60cm角形水槽，上部ろ過槽，上部ろ過槽用ろ材，底面ろ過器，底砂（中粒）

※ 使う器具は1度水洗いする。ただし洗剤などは使わない。底砂は水槽やバケツで米をとぐ要領で洗う。洗浄が十分でないと水槽が白濁する原因にもなる。病気や寄生虫などが発生したものは特によく洗い、一晩塩水に浸しておくが良い。



〈セット手順〉

①底面ろ過器をセットし，上部ろ過槽のポンプとの接続を合わせて位置を決める。



②底砂を入れて底面ろ過器を固定する。底面ろ過器が見えなくなる程度の底砂を入れる。



③水を入れる。シャレなどを入れて底砂が散らないように水を受けさせる。



〈魚を入れる〉

セットが完了したら装置を動かし、1日程放置してから魚を入れる。魚はいきなり水槽の中へ入れず、まず採集地の水ごと別の容器に入れて水槽に浮かべ、徐々に水温を合わせてから移してやる。メダカはかなり広い範囲の温度で生きられる魚であり、飼育中の水槽の温度管理は必要ないが、体が小さいため、急激な温度変化には弱い。メダカに限らず新しく水槽に入れる魚は急激な温度変化を避け、徐々にならしてやるのが大切である。



なお、セットした水槽を1日程放置するのは、水道水中の塩素を抜くことと、水温を室温に合わせることが目的であり、すぐに魚を入れた場合は薬品を使って塩素を抜き、お湯や水で水温を調節してやる必要がある。

カルキ抜き

水道水には殺菌のために塩素が加えられています。塩素のことをカルキというわけではないのですが、通常カルキといえば水道水中に残る残留塩素のことを指します。この塩素が飼育生物にとって害になる場合があるため除去する必要があります。「カルキ抜き」とはこの「塩素の除去」のことをいいます。塩素を取り除くには水を汲んで1日程放置するのが一番簡単です。この水を「汲み置き水」といいます。急ぐ場合には市販の塩素中和剤を使用することになりますが、学校の薬品棚にチオ硫酸ナトリウムがあれば、わざわざ中和剤を買わなくてもそれで十分です。1粒指でつまみ、水槽を2、3回かき混ぜる程度で十分な効果が得られます。



〈維持・管理〉

水中の二酸化炭素や硝酸塩を消費するためにオオカナダモなどの水草を一緒に入れておくのも効果的である。

普段：魚への餌やりと減った水の補給だけで十分である。これは毎日行うのが良いが、実際には1週間程度放っておいても大丈夫である。土日や、数日学校を空けることがあってもまず大事にはいらない。あとは、生物の死骸やゴミなど、目についた時にタモ網ですくい取って除去する。

1～3ヶ月に1回：上部ろ過器のフィルターのろ材を少し強めの流水で洗い、目詰まりを取る。洗った後水気を切るときは、ろ材を軽く押さえて絞る程度にとどめる。汚れがひどい場合にはろ材を交換する。

1年に1回：1年も経つと底面ろ過器の下にかなりの沈殿物がたまってくる。底砂を取り出して大掃除を行う。

ただし、魚の様子や水のにおいなど、異変に気づいたら、早めの対処が大切である。普段からの観察の目はしっかりと持っていてほしい。



左は1年経ったもの。水の色に違いがあるように見えるが、これはガラス表面についた藻による。

◇その他

〈温度管理〉

熱帯魚を飼育する場合にはサーモスタットとヒーターが必要である。現在では安価なものでも通常の飼育には十分な精度が得られる。冬場に水温を少し高めにしておけばオオカナダモなどの成長を促すことができる。

上流域や湧水池に棲むような魚を、特に夏場を超えて飼育する場合はウォータークーラーが必要になる。こちらは少々高価である。

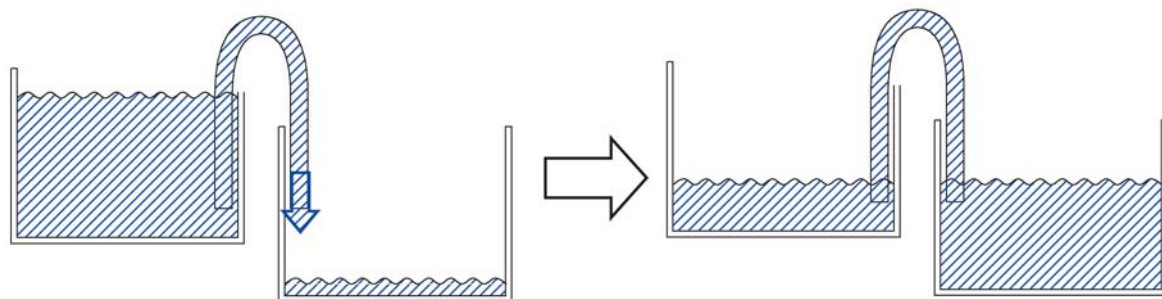
メダカやフナ、ドジョウ、ナマズ、タナゴ、オイカワ、アブラハヤなど、中下流域や周辺の池、沼など、身近なところで採集される多くの魚は温度管理にほとんど気を遣わなくても大丈夫である。真夏に水温が上がりすぎないかが唯一のポイントである。部屋の風通しを良くすると水が蒸発しやすく、多少温度を下げる効果が得られる。水面に扇風機などで風を当ててやるとさらに水の蒸発が促され、効果が上がる。

〈魚の種類〉

近くの川などで採集してきた魚を飼う場合には、その魚の特徴（特に食性）を調べておく必要がある。ドンコやウキゴリなどを入れると、翌日には他の魚がすべていなくなっているなどということがある。

サイフォンの原理を用いた水換え

高低差のある2つの液体を、液体を満たした管でつなぐと、両方の液体の水面が同じ高さになるまでエネルギーを加えることなく、高い方から低い方へ水が移動します。これがサイフォンの原理で、これを利用すると、ポンプなど無くとも水換えが容易に行えます。



- ① ホースを片側からゆっくりと水槽内に沈め、ホース内の空気を追い出し水で満たす。
- ② ホースの一方の口を指でふさぎ、水槽より低い位置に置いたバケツの中に持って行き指を離す。

（水を入れる時は、新しい水を入れたバケツを水槽より高い位置に置けば後は同じ要領。）



2. オオカナダモ

トチカガミ科に属する単子葉植物で、よく似た植物に小型のコカナダモや、在来種のクロモがある。これら2種もオオカナダモと同様の観察・実験に利用可能であるが、オオカナダモが一番大きく観察しやすい。ペットショップでは「アナカリス」の名で売られている。帰化植物で、在来種のクロモと比べて適応環境が広い¹⁾ため、全国の河川でクロモの生育場所を奪って増えているとされるが、採集のため野外を巡った印象ではむしろコカナダモの方があちこちで見られるようである。輪生葉の枚数などで区別されるが、栄養状態や環境要因によってはかなり紛らわしい状態になる。



屋内での管理はそれほど難しくはなく、水槽で育てておけばいつでも実験できる。水槽のセットは魚を飼う場合よりも簡単でかまわない。野外では緩やかな水流のある場所で見られることから、上部型か外掛け型のろ過器で流れを作っておけば良い。屋内であれば、温度管理もそれほど気にする必要はない。サーモスタットとヒーターを用いて水温を上げる(25℃程度)と冬場でもよく成長する。また、魚を飼っている水槽と一緒に入れてもかまわないが、その場合はメダカのような小型のものにとどめた方が良い。

オオカナダモ	葉は 4 (3～6) 枚。原産地は南米。冬芽を作り越冬する。
クロモ	葉は 6 (2～9) 枚。在来種(日本産)。冬は枯れる。
コカナダモ	葉は 3 (2～4) 枚。原産地は北米。常緑で越冬する。

3. ゾウリムシ

ゾウリムシは原生生物界、繊毛虫門に属する単細胞生物で、体長はおよそ200μmである。培養液中でバクテリアを培養し、それを餌としてゾウリムシを培養する。餌となるバクテリアには、肺炎桿菌(*Klebsilla pneumoniae*)や枯草菌(*Bacillus subtilis*)が用いられる。ただし、大腸菌が培養液中で増えると消化できず



にゾウリムシが弱っていき絶滅するので、無菌操作が大切である。培養液としてレタスジュースを用いる方法や、液体のカロリーメートを薄めた液を使う方法などがあるが、無菌操作などもあまり気にしなくて良いためワラの煮出し汁を用いるのが、最も簡単である。温度管理もそれほど気にしなくてよく、直射日光は避け、冷暗所に飼育びんを置いておけば良い。最適温度は25～27℃であり、実験前にこの温度にしておくとうまく増えるので良い。逆に10℃程で管理すると活性が低くなり長く飼育できる。ただし、5℃以下の低温や、32℃以上の高温は避ける。

培養液のゴミなどを取り除くには、ろうとにキムワイプかガーゼを敷き、培養液をろ過する。ゴミなどは引っかかり、ろ液にゾウリムシが残る。

◇ワラ煮汁培養液による飼育

①ワラの茎を4～5 cmに切り、1ℓの蒸留水に13 gの割合で入れる。

この量はあくまで目安であり煮汁の色などを見ながら自分でよい量を見つけてほしい。

②15分間煮沸して、冷やしたものを培養液とする。

※ 枯草菌の孢子(芽胞という)は熱に非常に強いため、煮沸によりほとんどの雑菌が死滅した後、枯草菌だけが増殖することになる。(ただしこの芽胞も、高圧蒸気滅菌や乾熱滅菌によって死滅する)培養液を作り置きしたい場合には高圧蒸気滅菌器(圧力鍋)で滅菌しておく。

③培養液を飼育びんに移し、必要ならばバクテリアを移植する。

※ 枯草菌は好気性のグラム陽性桿菌であるため、三角フラスコよりもビーカーなど口の広い容器を用いた方が良い。

④ゾウリムシを移植し、アルミホイルで蓋をして培養する。

※ 実験前に試験管に移しておくと、表面にゾウリムシが集まるため、ゴミなどを含まずゾウリムシだけを採取するのが容易になる。

4. アメーバ

アメーバは原生生物界、肉質鞭毛虫門に属する単細胞生物である。鞭毛虫のキロモナスなどを餌とする簡易培養法を用いる。

腰高のシャーレかビーカーにチョークレー液を1～3 cm程度入れ、そこに生米を3粒程度入れたものを培地として飼育する。

※チョークレー液

原液 (NaCl→5.0 g, KCl→0.2 g, CaCl₂→0.3 g, 水→500ml) を使用時に100倍に希釈して用いる。



5. プレファリスマ

プレファリスマは赤い色と形態から赤ゾウリムシと呼ばれることもあるが、分類学的にはゾウリムシよりはラップムシに近い単細胞生物である。体長はゾウリムシよりやや大きく300 μm程である。

培養方法はゾウリムシまたはアメーバで紹介した方法で良い。



6. プラナリア

プラナリア類は動物分類上、扁形動物門、渦虫綱の総称である。一般にプラナリアという場合、淡水生三岐腸類のナミウズムシを指していることが多い。日本に生息する淡水産プラナリアは、23種類とされていたが、熱帯魚などとともに入ったと思われる外来種を含めさらにその記載は増えている。大きさや形態、生態などは種類によりやや異なるが、日本全域に分布する最もポピュラーなナミウズムシは、眼は1対、頭は鈍三角形状、体長は15ミリ前後(30mmくらいまで)である。雌雄同体で有性生殖、無性生殖の両方を行う。水温の高い時期に無性生殖、水温の低い時期に有性生殖を行うとされるが、遺伝的に有性生殖しか行わないものや、無性生殖しか行わないものもある。



河川の水質の指標生物として扱われ、水質に影響を受けることから、きれいな水(水質階級Ⅰ)の指標生物である。このため飼育水をきれいに保つことが大切であるが、飼育はそれほど難しくはない。飼育容器は何でもよいが、丸形のガラス水槽は取り扱いにも掃除にも便利である。文献等で調べると、飼育密度は2ℓのバットに100～200匹を入れるのが適当とされている。当センターではもっと小規模に、直径12cm～15cmのシャーレに汲み置きした水を2 cm程の深さに入れて10～20匹程を飼育している。なお、水温が低いと、2週間くらい換水しなくても水があまり汚れないこともあり、真夏は冷蔵庫(5～15℃)で飼育する方が安全である。

餌はウシやニワトリ等の肝臓を用いる方法がよく紹介されている。あまり細かくする必要はない。ただし、水が汚れるので、餌を与えた後はすぐに水を換える必要がある。ザリガニや淡水のエビ(海産のものは不可)の生肉、イトミミズ、ユスリカの幼虫などもよい餌として紹介されている。当センターでは冷凍赤虫を用いており、餌やりの後は半日以内に食べ残しを捨て、水換えを行っている。1週間以上餌をやらなくても死ぬことはないが、体は小さくなっていく。

Ⅲ 観察器具とその活用

ヒトの目の分解能（見分けることのできる二点間の最小距離）はおよそ $100\mu\text{m}$ （0.1mm）程度である。しかしこれはあるかないかが分かるという程度であり、実際に形や構造を実感するためにはもっと大きなものでないと無理である。細胞という小さな構成単位からできている生物の細かな構造や、細胞1個からできている原生生物を観察する場合には、器具を使って拡大して見る必要がある。

物体を拡大するためには、ルーペ（虫眼鏡）、解剖顕微鏡、双眼実体顕微鏡、顕微鏡（光学顕微鏡）などが用いられる。後のものほど一般に高倍率であり、より細かなところまで観察できる。しかし、高倍率になるほど焦点深度（同時にピントの合う奥行き）が狭くなるため観察や操作は難しくなる。以下にこれらの観察器具の特徴や使用時の注意点などについて紹介することにする。なお、これらの器具は凸レンズが使われており、**太陽を見ない（太陽からの直接光を入れない）**というのは基本原則である。

1. ルーペ（虫眼鏡）

ルーペとはドイツ語で虫眼鏡・拡大鏡のことを指すことから、右の写真は全てルーペであるといえる。しかし、写真の左側にある2つのようなものを「虫眼鏡」、右側の2つのような繰り出しルーペを「ルーペ」と呼び分けている場合もある。教科書に出てくるルーペはだいたいこれである。一般に虫眼鏡と呼ばれるものは、倍率が2～4倍程度と低いが、レンズ径が大きく操作は簡単である。これに対してルーペと呼ばれるものは20～30倍程度の倍率が得られる。



◇基本操作

ルーペを目に近づけて保持し、もう一方の手で観察物を前後させてピントを合わせて観察する。ルーペを持つ手を顔に付けて保持すれば、ルーペが安定する。このとき、見ていない方の目も開けておくと目が疲れにくい。

（虫眼鏡タイプのものはレンズ径も大きいため、レンズを見たいものに近づけたり遠ざけたりして見やすい距離を探すという方法でもかまわない。）

◇教具の工夫

透明なゴムホースをレンズの焦点距離に合わせて切り、レンズの部分に取り付けると、観察しやすくなる。ピント合わせが容易であるし、動き回る虫などを中に閉じこめて観察することができる。



※ 写真内の値はあくまで参考である。ルーペによって多少の違いがあるため、ルーペのレンズの外径に合った内径のビニルホースを準備し、ルーペの焦点距離に合った長さに切る。

※ ビニルホースの内径は規格で決まっているため、レンズ径に合うホースが無い場合もある。その場合は、レンズ径より少し小さめのホースを用い、ホースの口を熱して押し広げるなどする必要がある。

ミルビン（レンズ付き棒びん）

ルーペを使った観察では、観察対象物を手にとって観察することになります。そのため、昆虫など観察対象が苦手な児童生徒にとっては観察することが困難です。しかし、そのような児童生徒でも、容器の中に密封して（出てくる心配が無く）、直接触らずにすめば平気という場合もあるでしょう。中村理科工業株式会社製の「ミルビン」は棒びんのふたが凸レンズになっていて、倍率は低いが、手に取ることには抵抗のある生物、手に取るととることが危険な生物、水中の生物などの観察に適しています。



2. 解剖顕微鏡

機能的にはルーペに台が付いたものである。ピントを合わせた状態で固定でき、両手が自由になるため、観察や作業が行いやすい。

観察対象を分解するなど、細かい作業を行う場合は左右の板を取り付けた方（写真右）が行いやすい。



3. 双眼実体顕微鏡剖顕微鏡

倍率は10～100倍程度。両方の目で見るので立体的に見える。焦点深度が深い。視野で作業を行えるように、普通の顕微鏡とは異なり上下左右が反対にならない。普通の顕微鏡の見え方の像を「倒立像^{とうりつぞう}」、双眼実体顕微鏡の見え方の像を「正立像^{しょうりつぞう}」という。

◇基本操作

- ① ステージに観察対象を置く。
- ② 固定用ねじをゆるめて、支柱に沿って鏡体を静かに上下させ、大まかな焦点調節を行う。
- ③ 目の幅と接眼レンズの幅を合わせる。
- ④ 右目だけで試料を見て、調節ねじでピントを合わせる。
- ⑤ 左目だけで試料を見て、左レンズにある視度調節環を回してピントを合わせる。
(視度調節環が左右逆にある場合は④と⑤の左右が逆になる。)
- ⑥ 両眼で観察する。

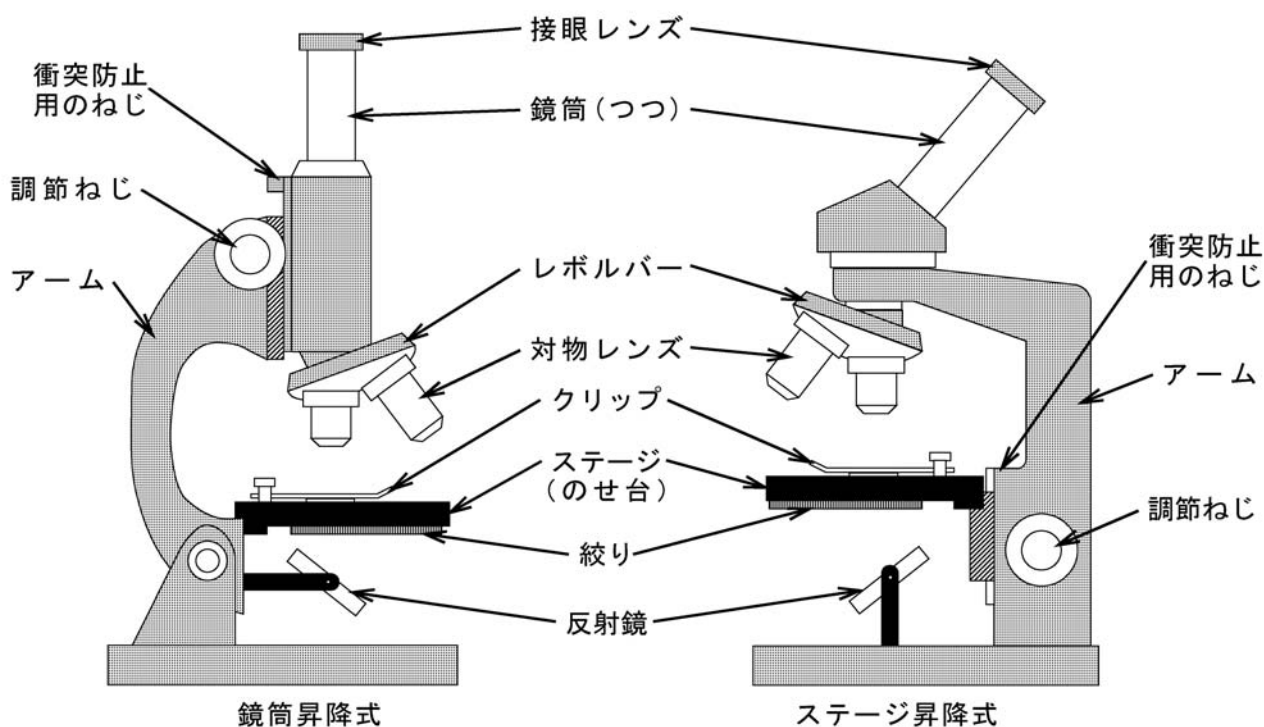


4. 光学顕微鏡

倍率は20～1500倍程度（通常の最高倍率は400～600倍まで）。光を透過させて観察するため、プレパラートの作成が必要である。

◇構造

ピント合わせのとき、プレパラートと対物レンズの距離を調節する。このとき、鏡筒が上下する鏡筒昇降式とステージが上下するステージ昇降式の2種類ある。以前は鏡筒昇降式が主流であったが、現在ではステージ昇降式へと変わってきている。基本的構造はどちらも同じである。下に2種類の顕微鏡の基本的な構造と名称を示す。



この他に、顕微鏡照明装置を内蔵したものや、ピント合わせのための調節ねじに微調整ができる微動ねじが付いたもの（粗動ねじと微動ねじが別々に付いている場合と、同じ軸の内側と外側に分かれている場合がある）、プレパラートを固定したまま前後・左右へスムーズに移動できるメカニカルステージが付いたものがある。少し高価になるが、あると便利である。



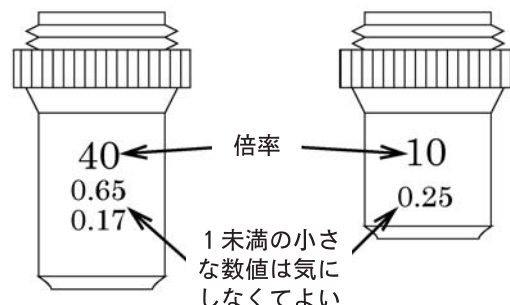
◇顕微鏡の設置

顕微鏡は直射日光の当たらない明るい場所に設置する。光源と顕微鏡の間に障害物のない状況をつくる。顕微鏡を移動させるときは、アームをもち、もう一方の手を台の下に添える。鏡筒を持つと、台ごと抜け落ちる場合があり、足の上などに落ちると大変危険である。

◇レンズの取り付け

接眼レンズと対物レンズの間に、埃など観察に邪魔になるものが入るおそれがある。レンズ一式を手元に置いた状態で素早くおこなう。一般的には、先に接眼レンズを取り付けてから、対物レンズを取り付ける。

接眼レンズの倍率は上面に「15×」などと書いてある。対物レンズの倍率は右の図のようにレンズに書かれている。接眼レンズ15倍、対物レンズ10倍で観察すれば（ $15 \times 10 = 150$ 倍）となる。



◇光量調節

当然明るい方が観察しやすい。小学校段階での観察では、明るすぎて見えにくくなるようなものはあまりないので、反射鏡としぼりとを使って、一番明るい状態に調節する。光量調節は、反射鏡としぼりとで行う。低倍率で、反射鏡を操作して、一番明るい状態をつくる。次にしぼりを動かしてみて、反射鏡の状態が同じであっても視野の明るさを変えられることを確認する。凹面鏡は高倍率時に用いる。

絞りには2種類ある。生徒用顕微鏡に多いのは写真左の円板式で、この絞り板を回して板にあいた大小の孔を替えることで光量を調節する。このため、円板が正しい位置で止まっていないと全く光が通らなくなる。これに対し写真右の虹彩式の絞りはレバーをスライドさせることで連続的に孔の大きさを変化させることができる。



◇ピント調節

まず低倍率で観察し、続いて高倍率で詳しく観察する。低倍率の方が、ピントの合う範囲が広く、ピントが合う時の対物レンズの位置もプレパラートから離れており合わせやすい。ピント調節の具体的手順は次のようになる。

- ① レンズとプレパラートがぶつかるのを避けるため、横からのぞき込んでプレパラートと対物レンズを最も近づけた状態にする。
- ② 接眼レンズをのぞきながら、鏡筒とステージを遠ざけるように調節ねじを動かし、ピントの合う位置を探す。

高倍率で観察するときは、見たいものを視野の中央へ動かしてからレボルバーを回し、高倍率の対物レンズに替える。通常はそれだけでピントも概ね合っており、わずかに調節ねじを動かすだけでよい。微動ねじがあると、より簡単である。レボルバーを回す時、プレパラートと対物レンズがぶつかるように見えるかもしれないが、通常ぶつかることはない。ただし、学校現場では新旧の顕微鏡のレンズが入れ替わっていたりして必ずしもそうならない場合があるので注意が必要。

高倍率にすると、視野が暗くなるので、しぼりや反射鏡を操作して明るさを確保する。

◇プレパレート作り

透過光による観察になるため、資料はできるだけ薄くする必要がある。微生物の観察では、中央が少しくぼんだホールスライドガラスを用いることもある。スライドガラスの中央にのせ、カバーガラスをかける。カバーガラスは一辺をスライドガラスにつけてから、斜めにゆっくり倒していく。染色液や余分な水分はろ紙などで吸い取る。

◇スケッチ

スケッチを書く方の手と反対の目で鏡筒をのぞく。経験を積むと、両方の目の視野を重ねることができるようになり、外形を写し取ることが容易になる。

◇顕微鏡の手入れ

顕微鏡の命はレンズである。汚れたまま湿気のある場所や風通しの悪い場所に置いておくとレンズにカビが生えて簡単に落ちなくなる。汚れのひどいものは業者に依頼してクリーニングしてもらうしかないが、それなりの金額が必要である。普段のちょっとした手入れが大切である。

〈本体〉

本体の汚れは布でふき取る。乾いたものか、水でぬらして固く絞ったものを使う。また、ピントの調節ねじが緩んでいると鏡筒が自身の重みで観察中に下がったりする（鏡筒昇降式）。左右の調節ねじを互いに逆方向に回すと締まったり緩んだりするので点検しておくが良い。

〈レンズ〉

顕微鏡はカメラと同じ光学機器であり、カメラ用の用具で充分である。レンズクリーナーやクリーニングペーパー、ブローなどでレンズに付いた汚れを落とすとよい。特に皮脂の汚れはカビの原因にもなるのでよく拭き取る。

観察の工夫

専用の器具がなくても、身近にあるものを用いて観察する工夫がいろいろあります。

〈チャック付きポリ袋〉

紹介している教科書も見かけるようになりましたが、水中生物を水とともに封じて生きたまま観察するのに便利です。水が多いとステージと対物レンズの間に収まりませんし、押さえたときに水がこぼれやすくなります。水はできるだけ少なめにしてください。

- ・メダカの尾びれでの血流の観察など（P18参照）

〈セロハンテープ〉

セロハンテープの粘着部に微小な資料をくっつけて、そのままスライドガラスに貼り付けるとプレパレートの完成です。セロハンテープはカバーガラスの代わりになります。

- ・花粉の観察など

〈レプリカ法〉

資料の型を別のものに写し取って観察する方法です。代表的な方法としてスンプ法が有名ですが、簡易的には木工用ボンドなどの接着剤や液体絆創膏などでも代用できます。資料の表面に木工用ボンド薄く塗り広げ、乾いたらボンドをはがします。はがれにくい場合はセロハンテープを端に付けてはがすと簡単にとれます。生物そのものではないため、そのまま永久プレパレートとして残すこともできます。

- ・気孔の観察（ツバキなどの表皮のはがれにくい植物のとき有効）

顕微鏡Q & A

1. 顕微鏡がケースから出ません。

○ケースに固定してありませんか。	・ケース底の固定ネジをはずす。
------------------	-----------------

2. 真っ暗で何も見えません。

○レンズがついていますか。	・接眼レンズと対物レンズを正しく装着する。
○反射鏡からきちんと光が入っていますか。	・顕微鏡を光源に近づけ、反射鏡を動かして光を入れる。
○絞りが絞り込まれていませんか。	・絞りを開く。円板式絞りの場合は一番大きな穴のところでカチッと止める。
○レボルバーが途中で止まっていませんか。	・レボルバーをカチッと止まるまで回す。

3. 明るいけど何も見えません。

○プレパラートが正しく置かれていますか。	・見たいものがステージの穴の中央に来るようにプレパラートを動かす。
○ピントが合っていますか。	・ピントを合わせる。
○明るすぎませんか。	・絞りを絞る。円板式絞りの場合小さな穴にかえてみる。

4. 像がぼんやりしています（像がうすくてよく見えません）。

○ピントが合っていますか。 （合わせようとするがそれ以上動かない。）	・衝突防止用のねじが合っていない場合が考えられます。ドライバーなど調節する。
○レンズが汚れていませんか。	・レンズを掃除する。（予備があれば、レンズを交換する。）
○明るすぎませんか。	・絞りを絞る。反射鏡を動かしてわざと少し暗くする。

5. 像は見えるけど暗いです。

○反射鏡の向きは正しいですか。	・反射鏡の向きをかえてみる。
○光源と反射鏡の間に人や物がありませんか。	・人や物にどいてもらう。
○絞りすぎていませんか。	・絞りを開く。円板式絞りの場合大きな穴にかえてみる。

6. 高倍率にしたら暗くなりました。

○当たり前です。 （大きく見える＝見える範囲が狭い＝光の量が減る）	・反射鏡を凹面鏡に変える。 ・絞りを開く。
○高倍率の対物レンズが汚れていませんか。	・レンズを掃除する。

IV 飼育生物の活用場面

ここでは、先に挙げた生物を用いた観察や実験について紹介する。ただし、教科書でよく扱われているものなど、よく知られているものについて、あらためて実験方法は扱わず、ポイントや注意点を紹介するにとどめる。

教科書に出てくる定番の実験としてだけでなく、探究的、発展的な学習につなげてもらいたい。

1. メダカ

◇生殖・発生

野生では5～6月頃に産卵するが、水温18～30℃、1日の日照を13時間ほどに保つと年中産卵する。卵は水温25℃ならば10日程で孵化する。

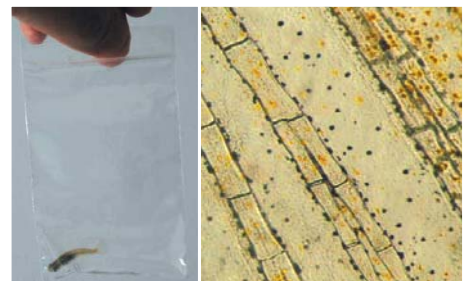
産卵した卵は、はじめは雌の尻に付いているが、やがて外れて水草などに付着する。そのままにしておくと親や他のメダカに食べられてしまうので、孵化用の水槽に移す必要がある。雌の尻に付いているものを移すときは、水中でピペットを用いて吸い取る。このとき、タモ網ですくって、遊泳範囲を狭めてやると作業しやすい。

生きている卵は透明感があるが、死んでしまうと白く不透明になる。やがて表面に水カビが生えてきたりするので、死んでしまったものはピペットで取り除く。

卵や稚魚は小さくて弱いため、操作にはピペットを用いると良い。学校現場では、先が割れてしまったピペットが必ず出てくると思う。割れた先の部分をヤスリを用いて切り、ガスバーナーで面取りしたものをを用いると、口も広く、少し大きくなった稚魚も吸い取ることができる。

◇血液循環

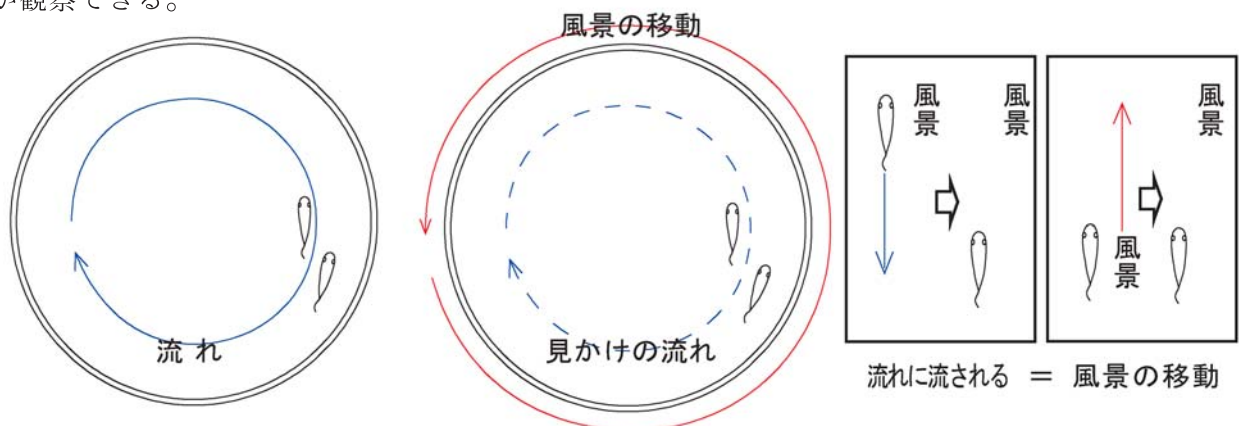
メダカの^{ひれ}鰭の部分^{ひれ}が細胞の重なりが少なく観察しやすい。先に紹介したが、チャック付きのポリ袋を用いると良い。ただし、この方法の良いところは、観察しやすさよりも、観察後のメダカの生存率が高い点にある。



◇流れ走性

魚類でよく見られる行動であるが、メダカは正の流れ走性を示す。正の流れ走性とは、水が流れてくる方向（上流側）に体を向け、泳ごうとする性質である。川の魚が海へ流されたりせず、常に同じような場所にいるためと説明されたりする。

魚類は測線で水流を感じ取ることができる。しかし、メダカの流れ走性は視覚によるところも大きい。このため、水槽に流れをつくった場合と、水槽の周りの風景を動かした場合で同じ行動が観察できる。



2. オオカナダモ

◇原形質流動

オオカナダモの葉は細胞の重なりも少なく，生きたままの細胞の観察に適している。葉緑体が観察しやすく，原形質流動の観察が容易である。動きのあまりない植物において，生命活動を感じ取ることができる。原形質流動は，細胞内の物質移動の手段であるがアメーバなどは，原形質流動をからだの移動にも利用している。

原形質流動はいつでも必ず観察できるとは限らない。寒いと細胞自体の活性が低くなるため起こりにくい。光を十分に当てた方が活発に起こるようである。はじめに顕微鏡で観察したときはほとんど見られなかったのに，そのまま置いておいた顕微鏡を20～30分後にもう一度覗いてみると盛んに原形質流動が起こっていたという経験が何度かある。顕微鏡光源の光と温度のためではないかと思われる。細胞のエネルギー源として0.10mol/l グルコース水溶液の液に封入すると起こりやすいという報告もある。

シャジクモも原形質流動の観察に適した植物である。

◇光合成

水中は空気中に比べ，気体のコントロールや観察が簡単である。沸騰させて溶けている気体を追い出し，あらためて必要な気体を溶かすことができるし，また発生する気体を気泡として観察できる。オオカナダモは水中で生育する植物であるため，光合成と気体（酸素，二酸化炭素）の関係を調べるのに適している。また，光の強さと発生する気体（酸素）の量の関係から光合成と光との関係を調べる実験にも利用される。

〈二酸化炭素と光合成〉

二酸化炭素を追い出した水と，二酸化炭素を溶かした水にそれぞれオオカナダモを入れて光を当て，変化を見る。

〈酸素の発生〉

炭酸用のペットボトルに水とオオカナダモを入れて観察する。植物と光源との距離を変えたりの操作が簡単で，発生した気体を集めるのも簡単である。光を当てて気泡の発生位置を探し観察すると，組織が壊れたと思われる位置である場合も多い。切断面や，折れた位置，つぶれた位置で気泡の発生が見られる。

- ① ペットボトルは炭酸飲料のものをを用いる。デザインは単純な方が，ペットボトルの内部を観察しやすい。
- ② 発生する気泡の数で酸素の発生を定量的に扱う場合には，茎の先端の方の節に，針で孔を開け，そこから生じる気泡を観察する。孔は垂直方向に対してやや斜めに開ける。
- ③ 容器内に1%炭酸水素ナトリウム水溶液を入れ，おもりを使ってオオカナダモの先端を上にして立てて入れる。
- ④ オオカナダモに光を当てる。気泡の発生位置を確認する。また，光源からの距離により気泡の発生の様子が異なることを確認する。
- ⑤ 発生した酸素は，水中でペットボトルの蓋を開けて，水上置換により試験管に集める。



3. 原生動物（ゾウリムシ・アメーバ・ブレファリスマ）

◇観察

いずれも真核細胞の単細胞生物である。ゾウリムシ、ブレファリスマは繊毛により運動するが、アメーバは原形質流動により仮足を伸ばして運動する。アメーバはゆっくりした運動で、観察は容易である。これに対しゾウリムシは動きが活発であるため、微細構造を観察したい場合には、何らかの方法で動きを止める必要がある。ブレファリスマは、ゾウリムシに比べると動きが緩やかであり、観察しやすい。

200 μ m 以上と比較的大きく、双眼実体顕微鏡でも光学顕微鏡でも観察可能である。ゾウリムシの収縮胞など、小器官を観察するには光学顕微鏡が必要である。ただし、この場合は動きを止めないと観察が難しい。以下に、ゾウリムシの動きを止める方法を記す。

〈メチルセルロース溶液を加える〉：溶液の粘性により動きを止める。

培養液をホールスライドグラスに取り、等量のメチルセルロース溶液を加える。メチルセルロース100…5 %程度や、メチルセルロース400…2 %程度が使いやすい。（メチルセルロースの後ろの数値は粘性を表し、数字が大きいほど粘性が強い）

※ 液の温度によっても粘性が変わるため、温度が高いときはもう少し濃いめの方が良い。

〈塩化ニッケル溶液を加える〉：ニッケルイオンにより繊毛の運動を阻害する。

塩化ニッケルには無水物と水和物があるため、%濃度の表示には注意が必要である。培養液や個体差による効果の違いもあるようだが、最終濃度がモル濃度で0.5～1 mmol程度を目安として実際にやってみると良い。5 mmol溶液を作り、培養液の1/10～等量程度加える。（薄いと麻酔の効果が無く、濃すぎると細胞が変形して死んでしまう。）麻酔の効果が現れると底に沈殿していくので、上澄み液をピペットで取り除き蒸留水を加えて洗う。

〈エタノールを加え、激しく振る〉：繊毛を折る（抜く）。

- ① 遠沈管に培養液を入れ、最終濃度が5 %になるようにエタノールを加える。
- ② 遠沈管を1～2分、上下に激しく振る。
- ③ 遠心分離器でゾウリムシを沈殿させ、上澄みをピペットで取り除き蒸留水を加えて洗う。

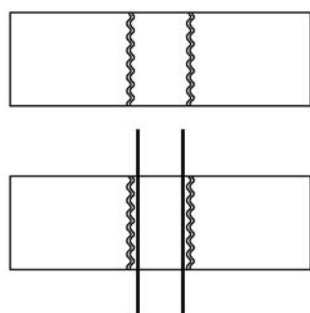
◇走性

ゾウリムシは、培養液中に微弱な電流を流すとマイナス極へ集まるという負の電気走性を示す。アメーバでは、負の光走性や酸に対する負の化学走性がある。以下にゾウリムシの電気走性を観察するための簡単な装置の作り方と、観察手順を示す。

〈装置の作成〉

材料：エポキシ樹脂ボンド、シャープペンシル芯（0.5mm）または金属針（0.5mmの虫ピン等）

※ シャープペンシルの芯の場合は折れやすいので注意が必要



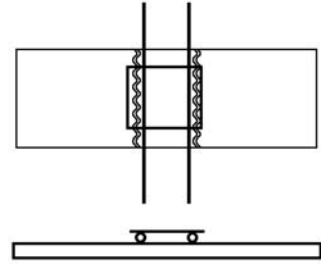
- ① スライドグラスにエポキシの樹脂ボンドを、カバーガラスの幅より狭めの間隔で2筋（）塗布する。

- ② シャープペンシルの芯を、内側から外側の樹脂ボンドに押しつけるように接着する。

※ 芯は電極となるため、全体が樹脂でコーティングされないように注意

〈観察手順〉

- ① 芯の間に培養液を入れ、カバーガラスで蓋をする。
※ 両方の芯に培養液がつくように培養液の量を調節する。
- ② 芯にリード線をつなぐ。
- ③ 検鏡しながらリード線と電池をつなぎ、行動を観察する。
※ 電圧は行動が観察できることと安全面の両方から3 V程度が適当と思われるが、はっきりしない場合は電圧をもう少し上げてみる。



◇浸透圧調節

ゾウリムシは収縮胞によって体内に入ってくる水を外へ排出し、細胞の浸透圧を維持している。このため、外液の浸透圧を変化させると、収縮胞の動きが変化する。濃度の異なる食塩水を用いる。(理論上、等張な溶液中では、収縮胞の活動が見られないはずである。)

4. プラナリア

◇再生

体を2つに切ると、頭からは尾が、尾からは頭が生えて元に戻り2匹になる。人為的に切らなくとも自分自身で体を半分に切って増える無性生殖を行う。体が伸びた状態の時に新しいカミソリで真上から切る。再生中は餌を食べない(食べられない)ため、体長25mm程度の大きめのものを用いると良い。

◇体細胞分裂

再生しているということは、体細胞分裂を行い細胞をふやしているはずである。体細胞分裂の観察はタマネギの根など植物を用いたものが多く、動物ではあまり行われない。植物の方が観察は容易であるが、動物細胞でも観察は可能である。

〈準備〉

氷(アイスプレート)、カミソリ、ピペット、スライドガラス、カバーガラス、ろ紙、シャーレ、固定液(酢酸3:エタノール3:蒸留水4)、染色液(酢酸オルセイン等)、 10^{-5} M コルヒチン液、0.1% K C 1 液

〈手順〉

- ① 2~4日間再生させたプラナリアを、ろ紙を敷いた氷(アイスプレート)の上に置き、カミソリの刃を用いて、再生芽の部分を切り取り小断片を作る。
- ② 小断片をコルヒチン液に3~4時間浸す。
- ③ ピペットで小断片を吸い取り、スライドガラスの上に置き、ろ紙で余分な液を吸い取った後、K C 1 液を数滴かける。(シャーレをかけて10分放置)
- ④ 液をろ紙で吸い取った後、染色液を数滴落とし、シャーレをかけて10分間染色する。
- ⑤ カバーガラスをかけ、押しつぶして検鏡する。

◇走性

プラナリアは負の光走性を示す。

ペットボトル顕微鏡

単式顕微鏡（レーヴェンフック型）を作製します。
スクリュー式のフタを用いることでピントの調節が
より行いやすくなります。

準備するもの

ペットボトル（透明，炭酸用が望ましい）
ガラスビーズ（直径 2 mm）
セロハンテープ，キリまたは千枚通し
カッターナイフ，はさみ



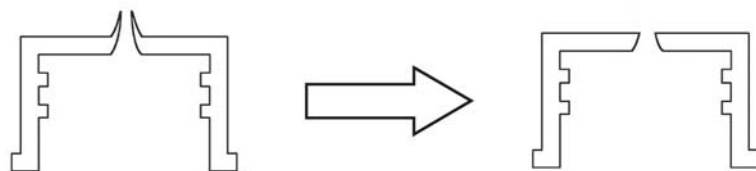
作り方

①接眼レンズづくり

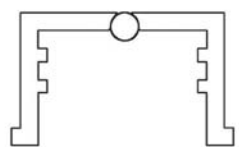
1. ペットボトルのフタは，内側に凹凸の無いものを準備。



2. フタの中央に，内側から穴を開け，出っ張りをカッターで取り除く。



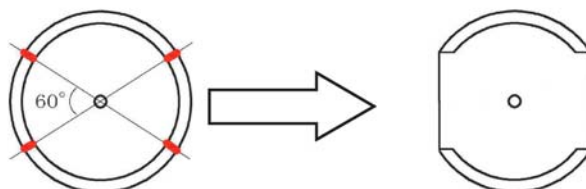
3. 穴にガラスビーズを押し込み固定する。



炭酸用のものを使うと、内側の青いシートが
ストッパーとなり、ビーズを固してくれる。
内側にシートのないものは、ビーズをテープな
どで固定する。

4. 60度程度の角度で，フタのふちに印を付け，カッターとはさみで切り取る

これはあくまで目安
です。実際は隙間に
通すスライドガラス
の幅との兼ね合いで
変更してください。

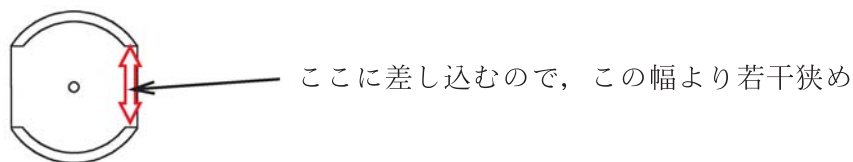


②観察台づくり

1. ペットボトルの注ぎ口周辺を適当な大きさに切る。

③スライドガラスづくり

1. ペットボトルの残った部分の平らな部分を、フタの切り込みの幅より心持ち狭い幅で切り出す。(スライドガラスのかわり)

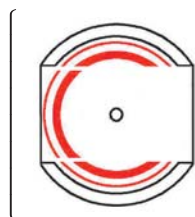


④観察

1. スライドガラスの上に資料をのせ、上からセロハンテープを貼り付け、フタの隙間に差し込む。
2. 下からのぞいて、資料がレンズの真下に来ていることを確認する。
3. 明るい方へ観察台を向け、レンズを目に当て観察台をゆっくり回していく。

※太陽を直接見ないように注意。

注1)



内側に出っ張りのあるフタでも、手順4でフタの横を切った後、カッターで横から出っ張りを削り取ってフラットにすることで使うことは可能である。



参考 ・ 神田亮二「クラフトビーズを利用した手作り顕微鏡」日本生物教育会第56回全国大会
・ ケニス株式会社ホームページ おもしろ実験 ☆ペットボトルで顕微鏡を作ろう
http://www.kenis.co.jp/experiment/index_res.html

あとがき

今回は取り上げた生物の種類も少なく、教材生物としてとても十分なものとは言えない。しかしながら、いずれも管理が比較的簡単で、一年を通して観察、実験が可能なものばかりである。飼育の基本となるポイントも含まれており、入門編としては良い生物ばかりであると考えている。これを手始めとして、他の生物についても挑戦してもらいたい。

また、観察器具についても、十分に分かっている方には参考となる点はあまり無いかもしれない。しかし、そのような場合でも、このテキストを児童生徒への説明などに利用してもらえればと考える。観察器具をどんどん活用し、観^みることの楽しさを子供たちに体験させて欲しい。

参考文献等

- 今堀宏三・山極 隆・山田卓三 「生物観察実験ハンドブック」 1985 朝倉出版
井上 勤監修 「顕微鏡観察の基本」 1998 地人書館
大滝 末男・石戸 忠 「日本水生植物図鑑」1980 北隆館
角間 匡之(富山県総合教育センター) 「身近な素材を生かした自然観察ガイドブック(小学校)について」
2005 平成17年度都道府県指定都市教育センター所長協議会生物部会資料
川勝 正治他 「プラナリアの採集・飼育・観察・実験」 1978 「採集と飼育」第40巻1号,2号
川勝 正治 「扁形動物門・ウズムシ綱」 1998 「日本産野生生物目録無脊椎動物編Ⅲ」.環境庁編
工藤みずほ 「きまぐれな原形質流動への挑戦」 p72-75 遺伝 2006年1月 エヌ・ディー・エス
佐々木玄祐 プラナリア原色図説(川勝正治)http://www2u.biglobe.ne.jp/~gen-yu/plaj_list.html
手代木 渉 「プラナリアの生物学」 1987 立出版
日本放送協会編集 「家庭水族館」 1993 日本放送出版協会
浜島繁隆・須賀瑛文 「ため池と水田の生き物図鑑 植物編」 2005 トンボ出版
広崎 芳次 「水生動物飼育法」 1972 学習研究社
平賀 徹 「探求活動におけるプラナリアの教材化」 2007 岡山県総合教育センター
山村紳一郎 「顕微鏡大作戦」 2005 誠文堂新光社

抄 録 カ ー ド

石川の自然 第33集 生物編(17)

教材生物の飼育について調べ、利用度が高く、飼育が容易なメダカ、ゾウリムシ、アメーバ、ブレファリスマ、プラナリアの飼育とその活用例について紹介した。また、ルーペや顕微鏡など観察器具の特徴や使用について紹介した。

教材生物の飼育と観察

－入 門 編－

石川県教育センター生物研究室
梅本 浩照

- I 教材生物の飼育・栽培の現状
- II 生物の飼育方法
- III 観察器具とその活用
- IV 飼育生物の活用場面
- 付録 ペットボトル顕微鏡

石川県教育センター紀要 第77号

平成21年(2009)3月19日 発行

発行所 石川県教育センター

〒921-8153 石川県金沢市高尾町ウ31番地 1

T E L 076-298-3515

F A X 076-298-3518

<http://www.ishikawa-c.ed.jp>

代表者 加 茂 達 子

印 刷 株式会社小林太一印刷所