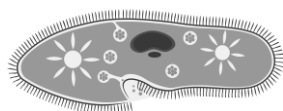


ゾウリムシやプラナリアなど自校で飼育していれば、いつでも観察することができ、実験の幅も広がります。今回は、県立加古川西高等学校の上根先生に教材となる生物の飼育について教えていただきます。また、昨年度の教育研修所実習教員講座で受講した『ブラウン運動の観察によるアボガドロ定数の測定』を自校に戻ってから実施された、六甲学院高等学校 実習教員山形さんに「ブラウン運動」について書いていただきました。実習教員講座での恒例企画「理科室拝見」のまとめは第3回です。その他、神戸支部実習教員研修会「大腸菌を用いた形質転換の実験」の報告も取上げています。



教材生物を飼育してみよう



兵庫県立加古川西高等学校 教諭 上根大輔

授業の動機付けや興味関心を持たせるため、教科書に出ている教材生物を可能な限り実物を生徒に見せたいと思い、長年、ゾウリムシとプラナリアとキイロショウジョウバエを飼育しています。以下に、私が行っている簡単な飼育法を紹介します。なお、私は、これらの教材生物を 20℃ に設定した定温恒温器で飼育しています。(一年間を通して、これらの教材生物を安定して飼育するにはこの定温恒温器が必需品です。)

<ゾウリムシ>

- ◆飼育容器：300mL 植物培養用フラスコに二重重ねのアルミホイルで蓋をする。空気が入るように密閉しないこと。(コーヒーの空き瓶やペットボトル、普通の三角フラスコなど、飼育容器は何でもよいのですが、容量や洗浄のし易さから、私は 300mL 植物培養用フラスコを使用しています。)

初めて理科実験を担当される 皆さんへ !!

おしらせ!

○実験準備、薬品取扱い等について

⇒『理科実習助手のための実験準備マニュアル改定版』、『NETWORK』をみる

実習教員部会が作成した『…マニュアル 改定版』には、実習教員の仕事に必要な実験準備、試薬の保管や調製など様々な仕事の注意点や工夫が載っています。各校に CD 版が配付・保管されていますので参考になさってください。また HP からも『…マニュアル』、情報誌『NETWORK』バックナンバー、研修講座「実験紹介」のまとめ等がご覧になれます。[実験準備マニュアル](#)で検索ください。

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/toppage.htm>

○スキルアップ、実習教員間の交流のために ⇒ 研修会に参加する (本誌4、5ページ参照)

- ・8月20日(月)に「実習教員部会 研修会」が開催されます。
 - ・県立教育研修所「実習教員のための観察・実験講座」は11月9日(金)です。
- 科学部会各支部の研修会にもご参加ください。

◆飼育方法：①容器に3分の2くらい蒸留水を入れ、ラビットフードを2～3粒入れる。ここに、他のゾウリムシを培養した容器のゾウリムシとラビットフードを栄養にして増殖したバクテリアの培養液を適量（10mL 程度）入れる。（5mL か 10mL の駒込ピペットを使用）

②数日すると、ラビットフードを栄養にしてバクテリアが増殖し、培養液が白濁する。

③培養液が白濁したら、他の培養容器の増殖したゾウリムシを適量（10mL 程度）入れる。

④数日で、ゾウリムシが増殖する。しばらくすると、ゾウリムシがバクテリアを補食するため、培養液が澄んでくる。このまま放置すると、ゾウリムシがバクテリアを捕食し尽くし、ゾウリムシが絶えてしまうので、そうなる前に、ラビットフードを2～3粒追加する。

なお、培養液表面に紅茶キノコのような膜ができるので、スプーンなどで適宜取り除く。

この要領で3回程度、減っては増殖させることができるが、3か月程度経過しゾウリムシが少なくなったものは捨てて、容器を洗浄する。（ブラシで水洗いで良い）

⑤増えたり減ったりするので、たくさん増殖した培養容器を維持するためには上記の要領で2週間程度ずつずらした培養容器を数本作成する。（私は、培養容器に直接油性マジックで月/日を記入しています。）週に一回程度は増減の変化を確認し、すべての容器のゾウリムシが絶えてしまわないように注意する。私は、ゾウリムシの確認は、5mL 駒込ピペットで培養液を吸い上げ、ルーペで確認しています。



<プラナリア>

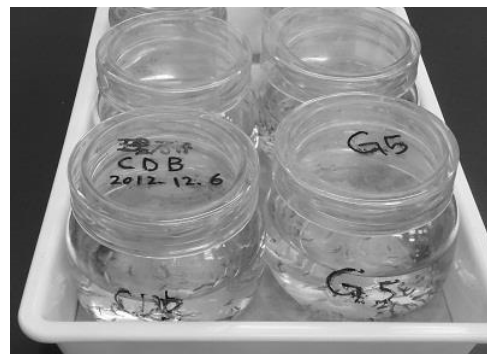
◆飼育容器：300mL 程度のジャム瓶などをペトリ皿でふたをする。（容器は、特にこれでないとも大丈夫というわけではありません。大学の研究室などでは、タッパーウェアなどを使用しているところもあります。扱いやすさと容量や洗浄のし易さから、私は 300mL 程度の丸いジャム瓶を使用しています。なお、丸い瓶が扱いやすいです。）

◆飼育方法：①容器に3分の2くらい汲み置き水を入れ、プラナリアを入れる。

②エサは1週間に1回、冷凍赤虫を解凍したものを与える。翌日、残ったエサを捨て、容器を洗浄する。1日経過すると、多くのプラナリアが水面に浮いているので、これを別容器（私は、茶碗くらいの大きさの丸いアルミ製ボールを使用）に移してから、残り餌を取り除くとより簡単に洗浄が可能である。

必ず、1日で洗浄すること。2日以上置くと水が汚れて多くのプラナリアが死ぬ。なお、朝早い時間にエサを与え、夕方に洗浄してもよい。一般に、レバーを与える場合が多いが、その日のうちにエサ洗浄が必要であるため、冷凍赤虫使用が楽である。

※畫道の小筆を使い、プラナリアをすくい取ったりして、プラナリアと残り餌を分けると作業しやすい。



<キイロショウジョウバエ>

◆飼育容器：50mL サンプル管（マルエム No.7 直径 35 mm）に、ウレタン培養栓 H-35（35 ×55 mm）で栓をする

◆培地：ショウジョウバエのインスタント培地

FORMULA 4-24（41,1.2 kg）instant dorosophila medium 和光純薬工業株式会社

A<培地作製法>

1. サンプル管にウレタン栓をつけ 150℃で 30 分間乾熱滅菌し、冷ましておく。
2. 上記インスタント培地を乳鉢やミルサーなどで粉末にしておく。
（私は、まとめて粉末にしたものを空き瓶に入れてストックしています）
3. サンプル管に粉末にしたインスタント培地を 3 g 入れる。
4. これに蒸留水 10mL を入れ、すばやくガラス棒などでかきまぜる。
5. 数分置いておくと、培地は固まり完成。

B<飼育法>

1. Aで作った培地に、ショウジョウバエを入れ、数日毎に移し替える。
サンプル管にマジックで『系統』『入れた月日』などを記入する。

例

w1	2/3
----	-----

 →

w2	2/9
----	-----

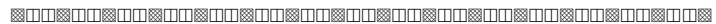
 →

w3	2/15
----	------

2. 500mL 試薬瓶に 50%のメタノールかエタノールを入れ、ハエ捨て瓶にする。
（ポリエチレン製のショウゴを使うとうまくハエを瓶に捨てられる）
3. 飼育瓶は 90℃で 30 分間、加熱滅菌後洗浄する。



昨年度の情報交換より



毎年、実習教員講座（県立教育研修所主催）では、実務に関する様々な疑問や工夫などの情報が交換されます。昨年度は「木製なのはなぜ？」「ギシギシいう、どうしたらいい？」など、実験室の椅子が話題になりました。背もたれのない四角い木製の椅子を使っている実験室も多いようです。金属製に比べ薬品に強い、床が傷みにくい、四角いので、縦や横に積み重ね、台にするなど実験に使える、背もたれが邪魔にならず何かあったとき逃げやすい、購入単価は高いが長く使える結果的には安くつくなど意見がだされました。その他の情報も活発にやり取りされています。今年の講座にも是非ご参加ください。実務に関する疑問や実験準備のコツは「理科実習助手のための実験準備マニュアル」「NETWORK」のバックナンバーも参考にしてください（Web 上で項目別索引がご覧になれます）。次号では酢酸オルセインなど試薬の小分けについて取り上げる予定です。

県立教育研修所主催

* 実習教員講座「実習教員のための観察・実験講座」へのお誘い *

⇒ 11月9日(金)開催 ⇒

県立教育研修所では、毎年実習教員のための講座が開講されます。見学や実験実習・講義などが実施され、実習教員による発表や協議も活発におこなわれています。今年度の講座は11月9日(金)開催です。5月の「一括募集」期間終了後も、定員に空きがある限りは参加を申込みすることができます。個別に公文書は届きませんが、原則として「出張」で参加できます(管理職とご相談ください)。申し込み方法等は、各校に配布済の冊子「現職教職員研修 受講者募集のしおり」または県立教育研修所のWebページでご確認ください。

(<http://www.hyogo-c.ed.jp/kenshusho/> 講座番号 296151)

研修内容は・・・

午前は理科に関する講演・講座、ICT 講座などをおこないます。

午後は毎年、実習教員による発表や協議の時間です。

☆「**理科室拝見**」いろいろな学校の理科室における工夫を映像で取上げます(本誌最終ページをご覧ください)。

☆「**実験紹介・協議**」⇒今回は「酸化還元滴定」がテーマです。酸化還元の実験はどの学校でもよくおこなわれますが、ビュレットを使って“酸化還元滴定”までおこなうところは少ないのではないのでしょうか。あわせて“中和滴定”にも応用できる“滴定”操作についてや“酸化還元”実験全般についてもとりあげ、各校での工夫やコツ、疑問点など様々な情報交換をします。

☆ その他、実験準備や片付け、薬品の管理など実際の仕事に即した疑問や日々の工夫を情報交換する貴重な機会です。 **どうぞご参加ください!!**

○ **昨年度の講座内容は科学部会会誌に掲載されています。実習教員部会のHPからは今までの「実験紹介」の内容、昨年度おこなった「顕微鏡実験の材料と手法」について、実習内容や資料、事前に各校にご協力いただいたアンケートのまとめなどご覧いただけます。** **実験準備マニュアル**で検索ください。

申込み方法 Web 申込みです。

- ① Web ページから「受講願(Excel ファイル)」をダウンロードする。
- ② パスワード(「…しおり」に記載)を入力しデータを開く。
- ③ 指示に従い、「データ入力票」に入力する。
- ④ 「受講願」をいったん印刷し、管理職に参加を申し出て承認を受ける(「受講願(Excel ファイル)」は一旦 PC に保存しておく)。
- ⑤ 「データ入力票」の「管理職承認欄」にチェックをいれ、提出日を入力する。表示されるメールアドレスに「受講願」を送信する。
- ⑥ 研修所からの確認通知、受講決定通知が送信される。

(送信がない場合は研修所に問合せる→ 企画調査課 Tel0795-42-3101)

☆ 神戸市立、私学(「自由研修」で参加)は申し込み方法が異なります。詳しい申し込み方法は研修所にお問い合わせください。

○ 兵庫県高等学校教育研究会科学部会にもぜひご入会ください。

○ 実習教員向け研修会の他、科学部会各支部の研修会、研究発表大会もあります。

！ 実習教員部会の研修会が開催されます！

⇒ 県立 人と自然の博物館にて ⇒

日時：8月20日(月) 10:30 ~ 16:00

内容：特別セミナー「コケに隠された美と多様性」

秋山弘之 主任研究員

収蔵庫見学
情報交換

- ☆ 科学部会に実習教員部会が設置されて以来、隔年で開催されています。
- ☆ 他校の実習教員と情報交換し、実務に役立つスキルや新しい知識を得ることのできる交流の場です。

どうぞご参加ください!!

☆ 申込締切：7月28日(金)

☆ 申込・問合せ先：県立東播磨高等学校 藤原久美

TEL(079)492-3111 FAX(079)492-3139

- ※ 科学部会より各校の実習教員宛に研修会案内の公文書が発送されます。
7月半ばまでにお手元に届かない場合はご連絡ください



竹中大工道具館にて(平成28年度研修会)

「理科実習助手のための実験準備マニュアル」、「ネットワーク」のバックナンバー、「実験紹介」についてご覧になりたい方は兵庫県高等学校教育研究会科学部会 理科実習教員部会HP

<http://www.hyogo-c.ed.jp/~rikagaku/jjmanual/toppage.htm>

または、「実験準備マニュアル」で検索できます。

「NETWORK」に関する問合せ先は

県立北須磨高等学校 笠置りか

TEL(078)792-7661 FAX(078)792-7662

ブラウン運動

現在、原子や分子が実在していることに疑問を抱く人はいないでしょう。ところが、19世紀、分子（原子）が存在するかどうかを巡って激しい論争が繰り広げられました。当時『あなたは原子を見たことはあるのですか？』と問う人もいました。

1827年、植物学者ロバート・ブラウンは、水の浸透圧で破裂した花粉から水中に流出し浮遊した微粒子（後年、微粒子を花粉そのものと誤解されることが多く見受けられます）が、不規則に運動していることを顕微鏡下で観察中に、発見しました。この運動現象をブラウン運動とよんでいます。ブラウン運動は他の微細な粒子でも起こることが確認されました。この現象は長い間、原因不明のままでした。

1905年、アインシュタインは、溶媒分子の熱運動によってブラウン運動が生じることを理論的に証明し、その運動の方程式を導きました。その方程式は、多くの粒子の位置移動（変位）の平均をとれば、その値は時間や温度の平方根に比例し、粘性や粒子の半径の平方根に反比例するというものでした。水などの溶媒分子は常に運動し、微粒子に衝突し衝撃を与えます。（図1）分子が与える衝撃の大きさや方向は、衝突の仕方によって異なり、粒子が大きければ動きませんが、粒子が小さければ、各方向からの衝撃は一様でないで、その合力としてある方向に動くこととなります。このように粒子は不規則な運動をします。これがブラウン運動です。ブラウン運動は分子の熱運動が原因です。

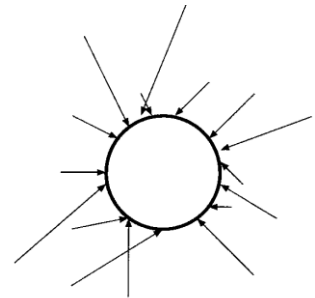


図1
水中の粒子のブラウン運動の模式図。丸は粒子、矢印は水分子の運動を表わす。
（慶應義塾大学 日吉物理学教室 実験「ブラウン運動と原子の実在」より）

後にペランはアインシュタインの方程式を実験により確かめ、アボガドロ定数を実験により求め、分子の実在性について最終的な確証を与えました。このことで、ペランは1926年ノーベル物理学賞を受賞しています。そしてペランは分子の存在を次のように例えています。＜分子とその運動とを直接に見ることができないのは、ちょうど海岸に立っている人に、沖の波の動きがわからないのと同じである。しかし、海上に一艘の船が現れると、それが揺り動かされているのがわかる。人は、この船の揺り動かされているのを見て、海には波がたっていることを知る。これと同じように、私たちは粒子の動く様子を見て、その粒子を動かしている周りの媒質分子の存在を知るのである＞ 科学の事典

『ブラウン運動の観察によるアボガドロ定数の測定』という講義に2017年度の実習教員講座で参加させていただき（講師：県立西脇北高等学校 三谷 治先生「観察・実験、実習に関する基本的な知識について」）、理論値に近い値が得られましたので本校（六甲学院高校）2年生対象に実験授業を行いました。

方法は、顔料（サクラクレパス）に水を加え、その粒子の動きを顕微鏡下でマイクロメーターを使用することにより、30秒後の位置移動（変位）を調べます。

右の式よりアボガドロ定数を求めることができます。

$$\overline{x^2} = \frac{RT}{3\pi\eta a N_A} \cdot t$$

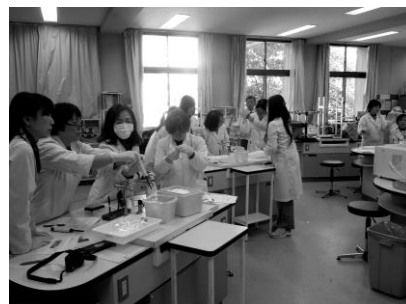
N_A : 求めるアボガドロ定数 $\overline{x^2}$: 粒子の平均2乗変位 → () m^2
 a : 粒子の半径 (単位は m) → () m ※ $a (\mu m) = a \times 10^{-6} (m)$
 $R = 8.31$ $T = 298$ ※ 25℃とする $\pi = 3.14$
 $\eta = 0.890 \times 10^{-3}$ ※ 25℃における水の粘性係数 $t = 30$

ブラウン運動は、物理、化学、生物の様々な分野で応用されており、それを観察し、アボガドロ定数を求めることができたのは生徒にとっても興味深い実験だったようです。

(六甲学院高等学校 山形賀代子)

平成 29 年度兵庫県高等学校教育研究会科学部会 第 2 回 神戸支部実習教員研修会報告

- 日 時 平成 29 年 12 月 6 日 (水) 13:00~
- 場 所 兵庫県立神戸高等学校 生物実験室
- 参加者 支部長、実習教員等 計 18 名
- 講義・実習 「大腸菌を用いた形質転換の実験」
- 講師 県立神戸高等学校 主幹教諭 繁戸克彦 氏



みんなで実験中

大腸菌に紫外線を当てると緑色に光るタンパク質をつくる遺伝子(GFP 遺伝子)を導入して、大腸菌の性質(形質)を緑色に光るように変化(転換)させる実験に挑戦しました。「緑色蛍光タンパク質(Green Fluorescent Protein; GFP)」とは、2008年に下村脩博士が、その発見と応用でノーベル化学賞を受賞されています。

受講者は、ノーベル賞に関わる実験ができること、さらに、初めてマイクロピペットを使う者もあり、緊張の中で実験は始まりました。繁戸先生に、丁寧に指導いただき、全員が無事最後まで実験を終えることができました。1日時間をおいて紫外線で結果を確認していただくと、すべて理論どおりうまくいったそうです。

繁戸先生からは、今回の実験の指導だけでなく、豊富な実験の指導から得られた、たくさんのアドバイスをいただきました。

例えば…

- 図録を見るだけで済まらずに実験をする意義は、「においや立体感」を実感すること。
- 実験には、プリントに書かれていない(暗黙の)手順がある。

例 試料をどの培地から加えていくか。(試薬をどの溶液から加えていくか)

- 実験を失敗しないためにも、「整理して並べる」ということは大事。

プリントに書かれている(図示されている)順には意味がある。

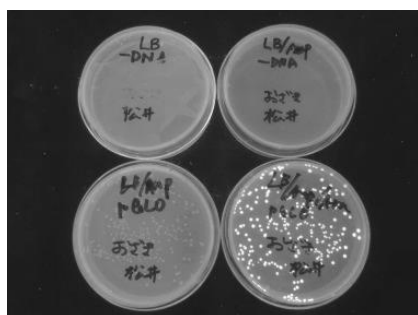
- 実験の準備作業等すべての課程を、1つ1つ丁寧にしているとは、場所も時間も足りなくなる。何が正確でなければならないか。何が適当でよいか等を考えて作業をすることが大切である。 などです。

さらに、同校の実習教員の深澤先生、桑田先生にも大変お世話になりました。

ありがとうございました。

(県立神戸高塚高等学校長 宮垣 寛)

(研修会担当：県立伊川谷高等学校 梶村美登里、県立神戸鈴蘭台高等学校 木村佳子)



実験結果

理科室拝見!

平成13年度から始まった「理科室拝見」。県内の高等学校の理科室で実習教員が見つけた何気ない工夫を紹介する企画です。これまで紹介した中から項目ごとにピックアップし、全6回の特集で紹介します。

<第3回> 薬品について

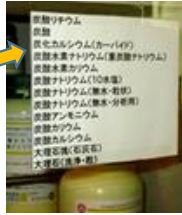
●ちょっとした工夫



棚にラベル



ガラスに大きく薬品名



●あったらいいな

自作 薬品転倒防止棒



引き出す縦型の薬品戸棚



●薬品庫



倒れないよう、穴が開けてある



薬品の地図を下げる

●500mLより大容量の薬品



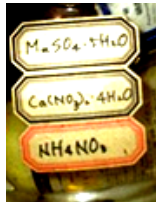
一斗缶 18Lと 石油ポンプ 移し替えの時の必需品



ガロン瓶 3L

米英で用いる1ガロン容器と形が似ている事にちなむだけで、容量は1ガロン(英約4.5L・米約3.8L)ではなく 3L

●潮解性の薬品にはデシケーター



例えば
 $MnSO_4 \cdot 5H_2O$
 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$
 NH_4NO_3
 $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

●安価な混合エタノール



エタノール	87.9%
イソプロピルアルコール	10.4%
メチルエチルケトン	1.7%
8アセチル化ショ糖	0.1%
水	0.2%以下

●使用量管理 天秤に箱カバー

☆試薬をつかったらこの中の天秤でびんごと重さをはかり薬品使用メモに記入してください。
 ☆この天秤は持ち出し禁止です。

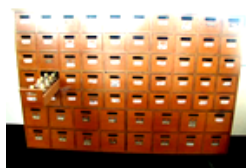


●廃液



鉛	無	無	有
ク	機	機	機
ロ	酸	機	
ム	性	基	
		性	

●試薬瓶の収納 一般薬品



木箱で、箱ごとそのまま出せます

●捨てるぞ

いらない薬品には、緑ラベル



実験室後ろに廃液だめ

(「NETWORK」38号) ※「理科室拝見」は現在も継続中で、毎年、秋の研修会で紹介しています。