

1

顕微鏡の使い方

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	一年中	1日	30分	40分

目的と内容

印刷物とバナナの細胞の簡単な観察を行い、光学顕微鏡の基本操作を身に付ける。また、スケッチの基本技術を確認する。

生徒達は、小学校や中学校でも顕微鏡での観察を行ってきているが、熟練度は低い。生物の観察、実験において、もっともよく使われる実験装置なので、今後の観察、実験をスムーズに進めるためにも、各生徒が顕微鏡に触れ、操作に慣れるように指導する。

顕微鏡がしっかり整備されていないと、観察、実験に支障が出るため、生徒用の各顕微鏡の年度初めの点検や観察後のメンテナンスなどを行う必要がある。

既習
事項

中学校：

顕微鏡の基本操作を扱っている。

高等学校で取り扱う内容と同じものを学習している。

留意点

【指導面】

- ・顕微鏡操作はすべての教科書で扱っている基本の技能であり、生物学的に探究する方法の習得が目標である。観察の基礎となる顕微鏡操作が未熟であることが多いため、今後の観察をスムーズに進めるためにも各生徒が顕微鏡に触れ、操作に慣れるようにすることを意識して指導する。
- ・観察の中心となる光学顕微鏡の基本操作を身に付けることがねらいであるので、すべての手順を生徒に実習させたい。

-
- ・小さくプリントされた文字、カラー広告の断片、紙幣、ちぎった紙の端など、必ず見ることができる教材を選び、生徒自身が自信をもち主体的に観察に取り組むように指導する。
 - ・反射鏡やしぼりの扱いに慣れていないことが多いので、バナナをこすり付けて作成したプレパラートなどを使って、視野の明るさの調節やコントラストの調節に慣れさせるように指導する。
 - ・「顕微鏡では物体がどのように見えるか」「プレパラートを左に動かすと像はどちらに動くか」「倍率を上げると視野の広さはどうなるか」「しぼりを絞るとコントラストはどうなるか」など、観察でどこに注目すべきか生徒が意識するように指導する。
 - ・倍率を変えるときにはレボルバーを回すことに慣れさせる。ただし、40倍に変える時はプレパラートと接触しないか横から確認しながらレボルバーを回し、接触しそうなら対物レンズを遠ざけて改めてピントを合わせるように指導する。
 - ・高倍率ではカバーガラスを割る可能性が高くなるので、調節ねじをどちらに回せば近づくのか意識しながら観察するように指導する。
 - ・「持ち運び方、使用場所など適切に顕微鏡を扱っているか」「視野の明るさを均一にしているか」「一度近づけてから遠ざけるようにしてピントを合わせているか」「見たいものを中央に移動しているか」「しぼりを使って、観察したいものが適切に見えるようにしているか」「高倍率への顕微鏡の操作を手際よく行っているか」などの観察にかかわる操作ができているか、スケッチはスケッチの仕方から描いているか、プリントやレポートなどに過程や結果の記録、整理をしているかなどを机間巡視して適宜指導する。

【安全面】

- ・顕微鏡で、太陽の光を直接反射させることは絶対にしてはいけない。失明する危険性が高い。反射鏡に日光の直接当たらない、明るいところで観察させる。明るさが足りなければ光源装置を用意する。
- ・接眼レンズをのぞきながら対物レンズをプレパラートに近づけさせない。特に高倍率では対物レンズがカバーガラスと近いので、カバーガラスを割る危険性がある。
- ・カミソリを使う場合、手を切らないように注意を促す。
- ・ガラスは水中で見えなくなるので、洗う際にはカバーガラスなどでケガをしないように注意を促す。
- ・破損ガラス入れを用意し、カバーガラスを割った場合、むやみに触れさせず教員が速やかに片付ける。

【その他】

- ・可能な限り、少人数の班を構成し、一人一人の生徒が顕微鏡操作に熟練できるようにする。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 器具の在庫確認
- 実験室の備品確認

～前日

- バナナの購入, カラー印刷物の確保
- 実験プリント作成・印刷
- 器具・教材の分配

当日

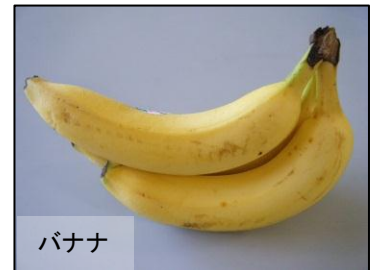
- バナナ, カラー印刷物の小分け
- 器具・教材・薬品の分配

☆教材の入手方法

・バナナの入手方法

スーパーマーケットで年中購入できる。デンプン粒の観察には熟れていない緑がかかったものがよい。シュガースポット(黒い点)が表面に現れたものは、デンプンの多くが糖になっているので観察には向かない。切り分けて使うので、クラスにつき数本で間に合う。

1房 300円前後



バナナ

・印刷物の入手方法

新聞などの折り込み広告でよい。5mm四方の中に様々な色が入るようなものがよい。可能であれば裏が白地のものが、印刷が透けて現れないので好ましい。手に入らない場合は、ファッション雑誌などがカラフルで使いやすい。切手や紙幣もよい材料になる。プリンターでのカラー印刷は、色がドットの集まりで表現されていないので、顕微鏡観察の材料には向かない。

準備

当日のセット

☆生徒用		
□光学顕微鏡	1台	
□スライドガラス	10枚程度	
□カバーガラス	1箱	
□光源装置	1台	
□先尖ピンセット	1つ	
□柄付き針	1つ	
□ろ紙（2つまたは4つ切り）	数枚	
□スポイト	1つ	
□50mL ビーカー	1つ	
□印刷物（カラー広告の断片、雑誌など）	1枚	
□バナナ	1切れ	

★教員用

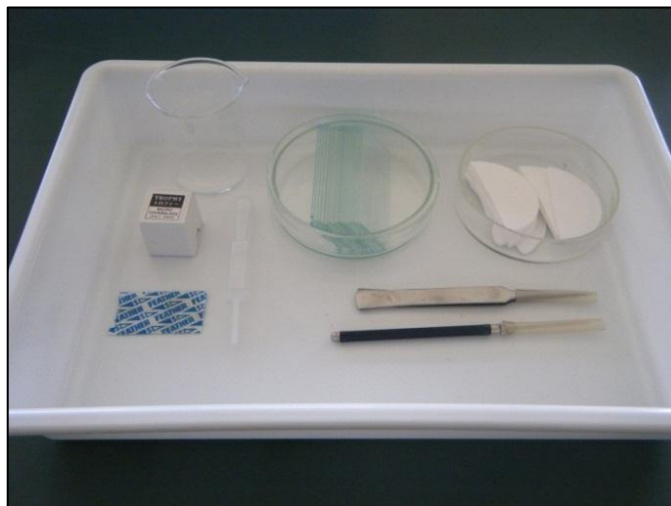
□生徒用と同じもの 1組



光源、バナナを切る用具、印刷物、容器などは代わりになるものを工夫してかまわない。

準備に必要な用具


- ・はさみ
- ・9 cm ペトリ皿
- ・はさみ
- ・包丁



①前日まで

印刷物、ろ紙を用意する。

カラー印刷物は5mm四方程度に切る。

文字を印刷する場合は、左右上下非対称で複雑ではない文字をフォントサイズ3～4ポイント程度にし、性能のよいプリンターで印刷したものを使用する。  フォントサイズ3ポイント以下は文字がつぶれ認識できない。大きすぎると字が視野に収まらない。

紙幣を使う場合は、生徒に持参するように連絡しておく。

ろ紙はペトリ皿に入る大きさに2つまたは4つ切りにする。

②当日

器具・教材・薬品を分配してセットを用意する。

バナナは1cm程度の厚さで輪切りにする。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

□導入

- ・顕微鏡観察の重要性を話す 答) ミクロの世界を観察することができ、構造を知ることができる
- ・顕微鏡を操作する技術の必要性を話す 答) 用具があっても使えなければ観察できない
- ・既習事項の確認

□目的を理解させる

□観察，実験

- ・手順の指導
- ・生徒へのアドバイス
- ・安全面の注意
- ・顕微鏡の使い方を確認する（本実験）

□結果のまとめ，考察

- ・観察からわかったこと
- ・細胞の大きさを知るにはどうすればよいか 答) ミクロメーターを使う

□後片付けの指示

手順

時間のめど（およそ 40 分）

※詳しい手順は付録「01 顕微鏡の使い方.pptx」を参照

① 光学顕微鏡の説明（15分）

光学顕微鏡の各部名称とそのはたらき，光学顕微鏡の基本操作，スケッチの仕方を確認する。



光学顕微鏡の基本操作は「器具の取り扱い」をもとに確認する。 事前に指導し，実際に扱う前の確認程度にする。



☆スケッチの仕方



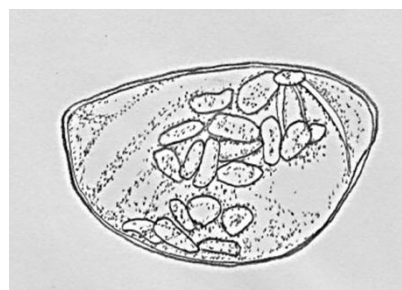
生物スケッチは，できるだけ大きく見えたとおりに描く作業を通して，細部をよく観察し記録するものである。一本の同じ太さの線で描き，周囲の線は必ず閉じる。デッサンのように，斜線や塗りつぶしなどによる影を付けたりしない。陰影や濃淡は，大きさや濃さが同じ点の密度の違いで描く。

悪い例




斜線で描かれ，線がつながっていない。
陰影を塗りつぶして描いてある。


よい例





一本の線で描き，周囲の線は必ず閉じる。
陰影を点描の密度で描いてある。

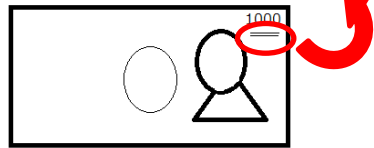
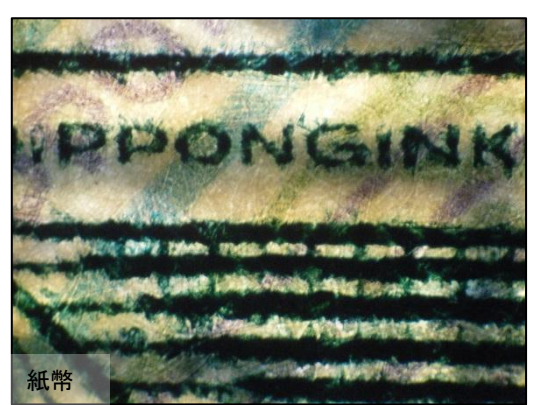
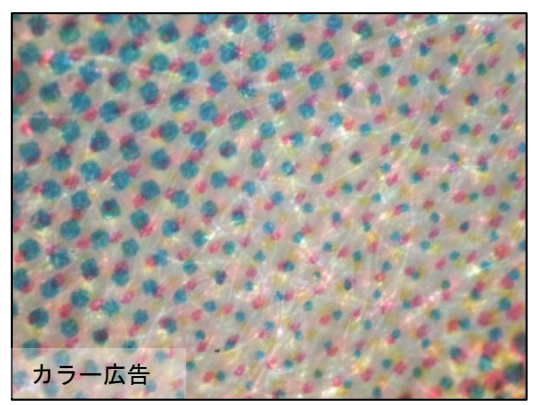
② 操作練習（5分）

小さく書かれた文字やカラー広告の断片などをスライドガラスの上に載せ、顕微鏡を基本操作に従って低倍率でピントを合わせる。見え方を確認した後、レボルバーを回し倍率を上げ、低倍率との見え方の違いを確認する。 →状態1～状態7（p.17, p.18）

 **顕微鏡では、載せた物体が180度回転して見え、プレパラートを左に動かすと像は右に動く。また、倍率を上げると視野の中の広さは狭くなり、明るさは面積あたりの光の量は変わらないため暗くなる。**


 調節ねじには可動域があり、スライドガラスを使わずそのまま紙幣を観察しようとしても、対物レンズはピントの合うところまで下がらない。このため、観察物がスライドガラス上にないとピントが合わない。


 紙幣を観察する場合は、スライドガラスで挟み込むなど、観察物が動かないような工夫が必要である。人物像の右上の額面の下にある「NIPPONGINKO」の文字が練習に適している。

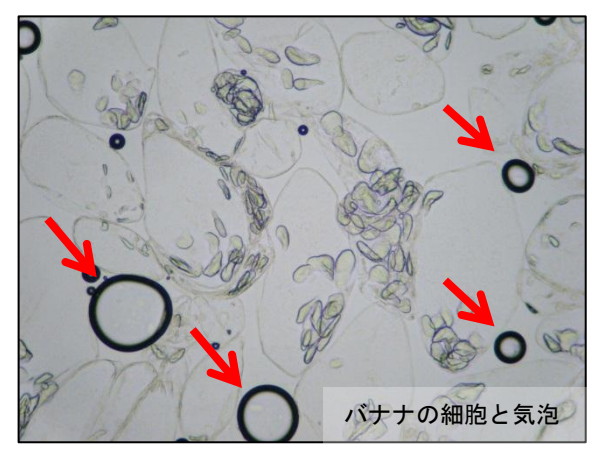
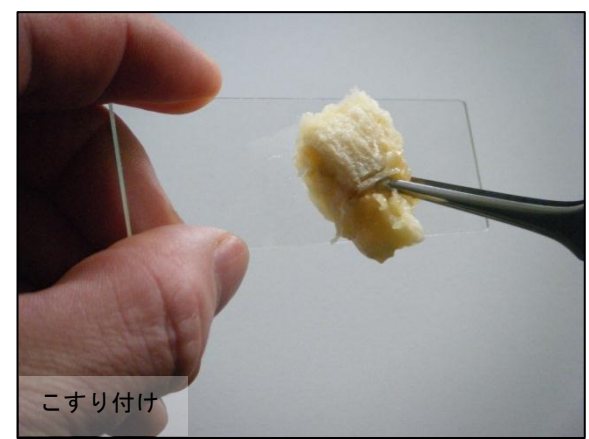


③ プレパラートの作成（5分）


バナナの果肉をスライドガラスにこすり付ける。ビーカーに水を入れ、スポイトで水を滴下してからカバーガラスを載せる。ろ紙でカバーガラスを覆った上から指で軽く押し広げる。

 バナナの果肉は細胞同士の結合が比較的に弱いので、スライドガラスにこすり付けただけで、細胞を観察することができる。

細胞間に空気を含んでいることが多く気泡ができやすいため、気泡と細胞の構造物を区別する練習ができる。気泡は光を散乱させ、 のように丸く抜けて見える。

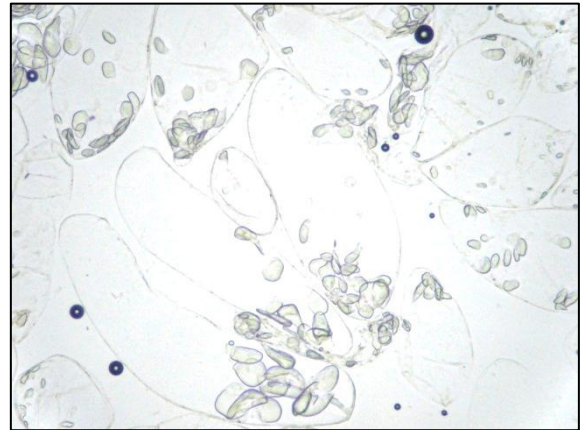


④ 観察, スケッチ (15分)

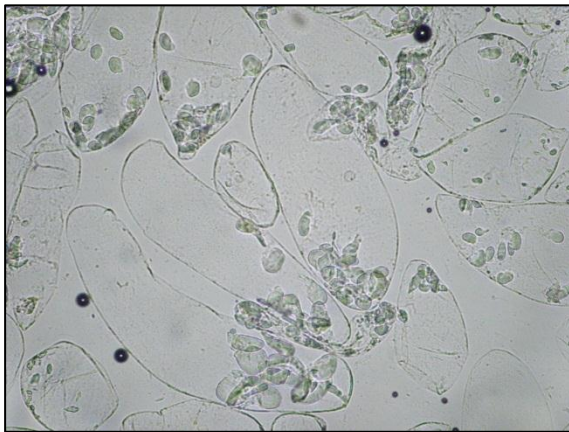
顕微鏡を基本操作に従って低倍率でピントを合わせる。しぼりを絞ってコントラスト調節を確認した後、レボルバーを回し倍率を上げ、プレパラートを観察し、スケッチする。  →状態1～状態4 (p. 17, p. 18)



しぼりを開いて観察すると、右のように明るい
が濃淡がわかりにくい。細部が識別しや
すい程度にしぼりを絞る。高倍率では暗くな
るので凹面鏡を使い、しぼりは開く。
スケッチは、1つの細胞を詳しく描く。



しぼりを開いたもの



しぼりを絞ったもの



バナナの細胞の高倍率

まとめ

- ① 光学顕微鏡の基本操作や注意すべき点があった。
- ② 光学顕微鏡での像の見え方が分かった。
- ③ しぼりの使い方が分かった。
- ④ スケッチの仕方が分かった。

◎後片付け

■後片付けのさせ方

- ・ 固形の材料は、燃えるゴミとして捨てさせる。
- ・ バットを水洗いさせてから、洗ったものを入れさせる。
- ・ スライドガラス、カバーガラスなどは洗剤で洗わせ、回収する。
- ・ 洗った器具は回収し、洗い方が不十分なものは再提出させる。
- ・ 異臭の原因になるため流しをきれいにさせ、十分な水で流させる。
- ・ 実験後、石けんで手を洗わせる。

■器具等の管理

- ・ スライドガラス、カバーガラスは乾かし、所定の器具置き場に戻す。

失敗例

●状態1 暗くてよく見えない

原因1 環境や装置が悪い

- ①光源側に遮るものがある→自然光を光源としている場合、物や人が遮らないようにする。しっかりと自然光を取り入れるか光源装置を使う。
- ②光源装置が悪い→電源が入っていない場合、電源を入れる（コンセントを入れる、電池を交換するなど）。電球や蛍光灯が切れている場合、新しい物と交換する。これらで直らなければ、光源装置が故障している可能性が高いので、修理する。
- ③対物レンズが汚れている→レンズ用のクリーニングペーパーにレンズクリーニング液をふくませ、中心から外側へ螺旋状にゆっくりふき、すぐに乾いたクリーニングペーパーで拭く。
- ④顕微鏡内にゴミや異物が入っている→取り除く。

原因2 操作が悪い

- ①反射鏡の角度が悪い→角度を正しく調節する。
- ②しぼりを絞りすぎている→しぼりを開く。
- ③ダイヤル式のしぼりが途中で止まっている→正しく、動かした時にカチッと止まる所に回す。
- ④レボルバーが途中で止まっている→正しく、動かした時にカチッと止まる所に回す。
- ⑤プレパラートの試料が厚すぎて光が透過しない→試料が薄くなるようにプレパラートを作り直す。
- ⑥プレパラートの染色液が多すぎる→余分な染色液をろ紙で吸う。

●状態2 ピントが合わない

原因 顕微鏡が悪い、技術的に未熟である

- ①調節ねじの可動域がピントの合う所とずれている→調節ねじの可動域を調節するねじを、正しく直す。
- ②対物レンズが取り付けられていない→対物レンズを取り付ける。
- ③しぼりを開き過ぎている→明るすぎて像が不鮮明なので、しぼりを絞る。
- ④調節ねじが緩んでいるため、鏡筒（またはステージ）が動いてしまう→調節ねじを締める。
- ⑤ピントが合っていない→低倍率で確実にピントを合わせ、見たい物を中央に移動してからレボルバーを回して高倍率にしていく。

●状態3 ピントは合うが、像が見えない

原因 プレパラートに問題がある

- ①試料が視野に入っていない→低倍率で確実にピントを合わせ、見たいものを中央に移動してからレボルバーを回して高倍率にしていく。
- ②プレパラートに試料が入っていないか、非常に少ない→プレパラートを作り直す。
- ③プレパラートの試料の染色が不十分→プレパラートを作り直す。
- ④プレパラートの試料が厚い→プレパラートを作り直す。
- ⑤原生動物など生きた観察物をつかった場合に、動きを追うことができず見失ってしまう。→動きを抑制する方法を施してプレパラートを作り直す。脱脂綿を少量ほぐして物理的に動きにくくする、粘性の高いメチルセルロース水溶液を用いて、物理的に動きにくくするなどがある。

●状態4 ピントは合うが、ゴミのような物が見え、プレパラートとともに動く

原因 プレパラートに問題がある

スライドガラス，カバーガラスが汚れている→新品またはよく洗ったスライドガラスやカバーガラスでプレパラートを作り直す。

●状態5 ピントは合うが、ゴミのような物が見え、接眼レンズを回すととともに動く

原因 接眼レンズに問題がある

①接眼レンズが汚れている→接眼レンズをきれいにする。

②接眼マイクロメーターが汚れている→接眼マイクロメーターをきれいにする。

●状態6 ピントは合うが、ゴミのような物が見え、倍率を変えるとゴミが無くなる

原因 対物レンズに問題がある

対物レンズが汚れている→対物レンズをきれいにする。

●状態7 ピントは合うが、ゴミのような物が見え、ゴミが動かない

原因 接眼レンズ，対物レンズ以外に問題がある

①自分がかけている眼鏡が汚れている→眼鏡をきれいにする。

②顕微鏡内部にゴミが入っている→顕微鏡内部をきれいにする。顕微鏡は精密なので，壊す危険性がある。
顕微鏡整備を業者に頼んだ方がよい。

別法

別法は特にないが，顕微鏡操作の基本を指導した上で，観察の機会を多くし慣れることが基本操作を身に付けることにつながる。プレパラートにするために手をあまり加える必要のない教材を考え，様々試すとよい。

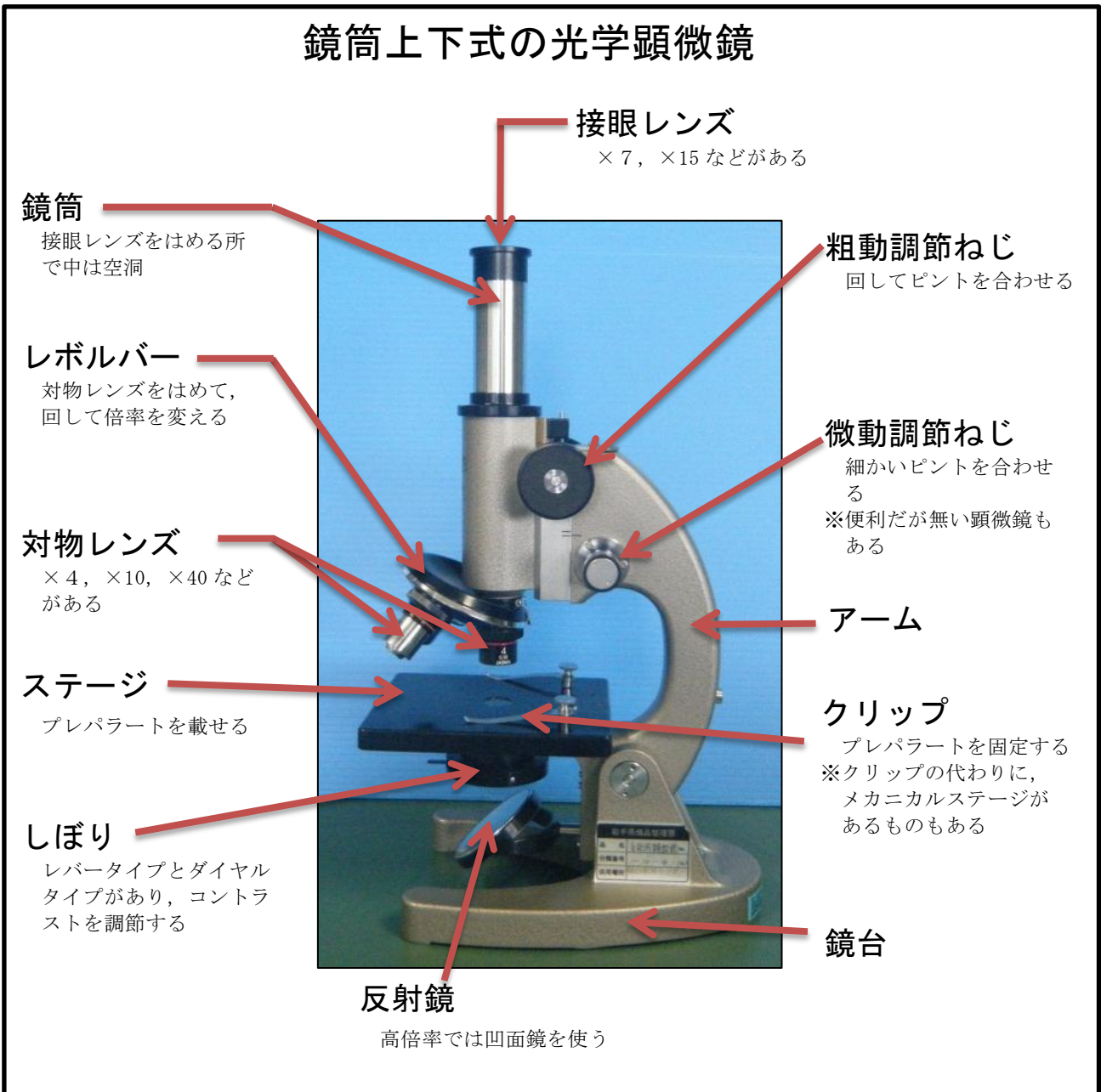
器具の取り扱い

・光学顕微鏡

☆光学顕微鏡の各部名称

顕微鏡は、対物レンズと接眼レンズによって像を拡大して観察する装置である。このとき、物体は倒立像（180度回転した像）として観察される。

光学顕微鏡は、鏡筒上下式の顕微鏡とステージ上下式の顕微鏡の2つのタイプがある。



サポート資料の見方

顕微鏡の使い方

生物の特徴

遺伝子とDNA

生物の体内環境の維持

生物の多様性と生態系

巻末資料

☆光学顕微鏡の基本操作

観察前の注意事項

- ・カビの発生しにくい、乾燥した場所に保管しておく。流しの下などは、湿度が高いため避ける。
- ・顕微鏡が箱に入っている場合、戸の部分の部分を体に向け、両手で箱を抱える。上部に取手があっても、戸のカギが閉まってないこともあるため、片手で振り回さない。
- ・顕微鏡本体は、一方の手でアームを握り、もう一方の手で鏡台を支えて両手で持ち運ぶ。本体を直射日光の当たらない明るく水平で安定した場所に置く。
- ・最初に低倍率の接眼レンズを鏡筒にはめ、次に対物レンズをレボルバーにねじ込んで取り付ける。

※順番の理由は、ホコリが対物レンズに入らないようにするため。学校現場では、対物レンズ、接眼レンズを付けたまま、保管していることが多い。

操作手順

顕微鏡の基本操作は次の通りである。

①光の取り入れ

レボルバーを静かに回して、対物レンズを低倍率にしてから、しぼりを開き、接眼レンズをのぞきながら反射鏡を動かして視野をむらなく明るくする（光源装置付きの顕微鏡は不要）。

※反射鏡には平面鏡と凹面鏡があり、明るさに応じて使い分ける。一般的に、低倍率で観察する時には平面鏡を使用し、高倍率で視野が暗い時には凹面鏡を使用する。

②観察物の移動

プレパラートをステージに載せ、観察したいところがおおよそステージの中央にくるようにする。

③ピント合わせの準備

横から見ながら調節ねじを回して、対物レンズをプレパラートに近づける。

※ねじをどちらに回せば近づくのかあらかじめ確認しておく。

④ピント合わせ

接眼レンズを覗きながら、対物レンズをプレパラートから遠ざけるように調節ねじを回してピントを合わせる。

⑤しぼりの調節

観察物が視野の中央になるようにプレパラートを動かし、しぼりを調節して、鮮明な像が見えるようにする。しぼりを開きすぎると像が不鮮明に、絞りすぎると視野が暗くなる。低倍率では絞ったほうがピントを合わせやすい。

開いた状態



絞った状態

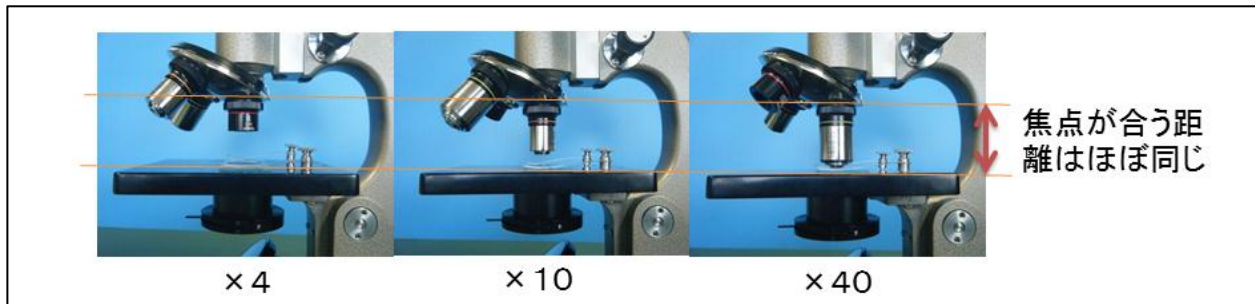


⑥倍率の変更

レボルバーを静かに回して、対物レンズの倍率を変える。必要に応じて、しぼりを調節する。

※焦点が合う距離は、どの対物レンズを使ってもほぼ同じなので、レボルバーを回転して微調整するだけでよいが、 $\times 40$ の対物レンズはプレパラートすれすれなので横から確認しながらレボルバーを回し、接触しそうならば鏡筒を遠ざけてからレボルバーを回し③からの操作をする。

接眼レンズを交換することでも、倍率が変わる。鏡筒に埃が入らないように素早く交換する。



⑦記録

観察したものを記録（スケッチ，写真撮影）する。

☆顕微鏡の整備の仕方

顕微鏡のレンズは、顕微鏡の命ともいえる大切なところである。レンズ面を、指で触ることはもちろん、息を吹きかけたり、ティッシュペーパーで拭いたりするのも厳禁である。観察後のメンテナンスを行う習慣をつけるとレンズの状態を悪化させにくい。年度毎に業者の点検を受けるとなおよい。

整備用具は、主にカメラ用品店で購入できる。用具は、眼鏡レンズ拭き、繊維が出ない紙（クリーニングペーパー、キムワイプなど）、レンズクリーニング液、ブローア、柔らかい毛の小筆、爪楊枝である。

手に付いている油分で汚すことがあるので、整備の前に手をよく洗っておく。

傷を付けないように、レンズは強くこすらない。埃などは、ブローアで空気を吹き付ける、柔らかい毛の小筆でそっと払う、乾いたクリーニングペーパーで拭くなどする。汚れがひどい場合、レンズ用のクリーニングペーパーにレンズクリーニング液を含ませ、中心から外側へ螺旋状にゆっくり拭き、すぐに乾いたクリーニングペーパーで拭く。細かい部分を拭くときは、爪楊枝の先にクリーニングペーパーを巻き付けて使う。

2

マイクロメーターの使い方

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	一年中	1日	30分	40分

目的と内容

光学顕微鏡観察で使用する、マイクロメーターの使い方を身に付ける。また、プレパラート作成の基本技術を確認する。

生徒達は、小学校、中学校でも顕微鏡での観察を行ってきているが、熟練度は低い。高等学校では、細胞などの大きさを測定する器具としてマイクロメーターを使用する。今後の観察、実験をスムーズに進めるためにも、各生徒がマイクロメーターに触れ、使い方に慣れるように指導する。

観察物と対物マイクロメーターのピントを同時に合わせることができないため、接眼マイクロメーターを使って間接的に対象物の大きさを測定する。練習として、オオカナダモを使って、プレパラート作成の基本技術とマイクロメーターの使い方を確認する。



既習
事項

なし

留意点

【指導面】

- ・マイクロメーターの使い方はすべての教科書で扱っている基本の技能であり、生物学的に探究する方法の習得が目標である。観察の基礎となる顕微鏡操作が未熟であることが多いため、今後の観察をスムーズに進めるためにも各生徒が顕微鏡に触れ、操作に慣れるようにすることを意識して指導する。
- ・光学顕微鏡での大きさの測定に使うマイクロメーターの使い方を身に付けることがねらいであるので、すべての手順を生徒に実習させたい。接眼マイクロメーター1目盛りを測定するものを限定したり、時間を制限したりすることで時間短縮が可能である。

-
- ・大きさを測定できることが、大きさの比較や速度の測定などの基本となるため、生徒自身がマイクロメーターを使えることの大切さを感じ、主体的に観察に取り組むように指導する。例えば、大きさが異なるA・B・Cの顕微鏡写真を見せ、実物はどれが大きいか考えさせて、画像だけでは大きさは分からないことに気付かせる。
 - ・直接、長さを測ることが難しい場合どうするかなど、生徒自身に考えさせ、マイクロメーターの原理を理解できるように指導する。例えば、机の大きさを定規以外のものを使って生徒に長さを測らせ、そのものの長さが分かれば、机の大きさが測定できることに気付かせる。
 - ・「マイクロメーターの表と裏の違いは何か」「数字が書かれているのはどちらのマイクロメーターか」「どうして直接ではなく、接眼マイクロメーターで測定するのか」「どうして接眼マイクロメーター1目盛りの長さが求められるのか」「プレパラートはどんな方法でつくるか」「観察しやすいプレパラートはどのようなものか」「空気を入れないようにするためにどうすればよいか」など、注目すべき点を生徒が意識するように指導する。
 - ・「適切に顕微鏡を扱っているか」「正しく接眼マイクロメーターを設置しているか」「目盛りの向きをしっかりと合わせているか」「目盛りを正しく読み取っているか」「接眼マイクロメーター1目盛りの長さを正しく求めているか」「プレパラートを正しく作成しているか」「観察物の大きさを求めているか」などの観察にかかわる操作ができているか、プリントやレポートなどに過程や結果の記録、整理をしているかなどを机間巡視して適宜指導する。

【安全面】

- ・顕微鏡の基本操作に従って、正しく扱うように注意を促す。
- ・ガラスは水中で見えなくなるので、洗う際にはカバーガラスなどでケガをしないように注意を促す。
- ・破損ガラス入れを用意し、カバーガラスを割った場合、むやみに触らせず速やかに片付ける。

【その他】

- ・マイクロメーターや顕微鏡のレンズに指紋や汚れなどが付かないように取り扱いに注意させる。
- ・スライドガラスやカバーガラスに指紋や汚れなどが付かないように取り扱いに注意させる。
- ・可能な限り、少人数の班を構成し、一人一人の生徒が顕微鏡操作に熟練できるようにする。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 器具の在庫確認
- 実験室の備品確認

～前日

- オオカナダモの入手
- 実験プリント作成・印刷

当日

- オオカナダモの小分け
- 器具・教材・薬品の分配

☆教材の入手方法

・オオカナダモ (またはコカナダモ) の入手方法

ペットショップ等で購入する。「アナカリス」の名前で売られている。実験室に置いている高校が多いので、近隣の高校から分けてもらってもよい。 1束 150円前後



オオカナダモ

教材の情報

・オオカナダモ

オオカナダモの葉の細胞は2層になっており、そのままプレパラートが作れるため、とても観察しやすい。表側の細胞はやや大きく、裏側の細胞は細長く小さい。

被子植物門トチカガミ科の沈水植物 ($2n=46$)

南アメリカ原産。葉は濃緑色で、よじれは少なくやわらかく折れにくく、輪生葉の数は3～6枚である。安価で入手しやすく、悪環境でも成長する。近縁種としてコカナダモ ($2n=52$) があり、これは輪生葉が3枚でねじれていることが多い。

※両種とも外来生物法の「要注意外来生物」に指定されているため、野外への逸出に十分留意する。



オオカナダモ

準備

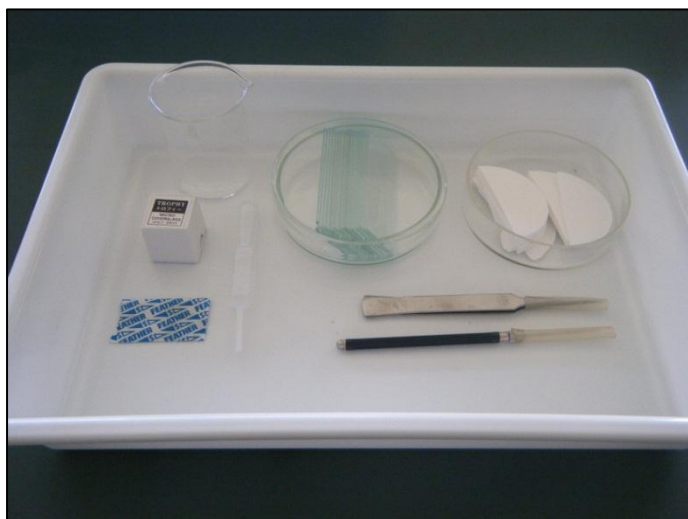
当日のセット

☆生徒用

<input type="checkbox"/> 光学顕微鏡	1台
<input type="checkbox"/> 接眼マイクロメーター	1つ
<input type="checkbox"/> 対物マイクロメーター	1つ
<input type="checkbox"/> スライドガラス	10枚程度
<input type="checkbox"/> カバーガラス	1箱
<input type="checkbox"/> 光源装置	1台
<input type="checkbox"/> 先尖ピンセット	1つ
<input type="checkbox"/> 柄付き針	1つ
<input type="checkbox"/> スポイト	1つ
<input type="checkbox"/> 50mL ビーカー	1つ
<input type="checkbox"/> カミソリ	1つ
<input type="checkbox"/> ろ紙（2つまたは4つ切り）	数枚
<input type="checkbox"/> オオカナダモ	1輪生葉

★教員用

生徒用と同じもの 1組



準備に必要な用具

- ・ はさみ
- ・ 9 cm ペトリ皿
- ・ ピンセット
- ・ 小分け用容器



光源、容器などは代わりになるものを工夫してかまわない。

サポート資料の見方

顕微鏡の使い方

生物の特徴

遺伝子とDNA

生物の体内環境の維持

生物の多様性と生態系

巻末資料

①前日まで

オオカナダモ、ろ紙を用意する。

ろ紙はペトリ皿に入る大きさに2つまたは4つ切りにする。

②当日

オオカナダモは、ピンセットなどで輪生葉の間の茎を折り小分けする。小さなペトリ皿などの容器に水とともに入れ、乾燥させないように注意する。器具・教材・薬品を分配してセットを用意する。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

□導入

- ・直接，長さを測ることが難しい場合どうするか 答) 別の用具を使って間接的に測定する
- ・細胞の大きさを知るにはどうすればよいか 答) 直接測定することができないため，マイクロメーターを使って間接的に測定する

・既習事項の確認

□目的を理解させる

□観察，実験

- ・手順の指導
- ・生徒へのアドバイス
- ・安全面の注意
- ・マイクロメーターの使い方を確認する（本実験）

□結果のまとめ，考察

- ・観察からわかったこと

□後片付けの指示


手順 時間のめど（およそ 40 分）

※詳しい手順は付録「02 マイクロメーターの使い方.pptx」「02 プレパラートの作成.pptx」を参照

① マイクロメーターの種類，原理，基本操作（10分）

マイクロメーターの種類，原理を確認する。対物マイクロメーターを，ステージに載せ低倍率でピントを合わせる。レボルバーを回し，高倍率に変えて対物マイクロメーターの見え方の違いを確認する。

接眼マイクロメーターを接眼レンズの中に入れる。対物マイクロメーターを外してから低倍率と高倍率でのぞき，目盛りの見え方に変化がないことを確認する。

再度，対物マイクロメーターをステージに載せ低倍率でピントを合わせる。接眼レンズを回して対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛りを平行にする。 →状態 1～状態 4（p. 30）

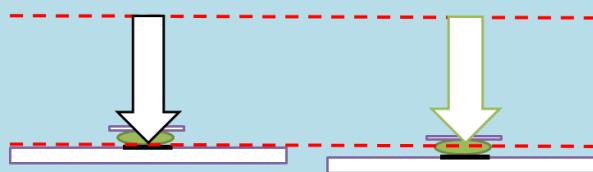


顕微鏡は，焦点が合う距離がほぼ一定になっている。そのため，位置の変わらない接眼マイクロメーターに置き換えて長さを測定する。生徒はマイクロメーターに馴染みがないので，実物を使いながら確認する。

対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛りを平行にする際，接眼レンズを回すことを周知させる。

マイクロメーターの原理

対物マイクロメーターの目盛りと試料の両方同時には焦点が合わないため，直接使用できない。



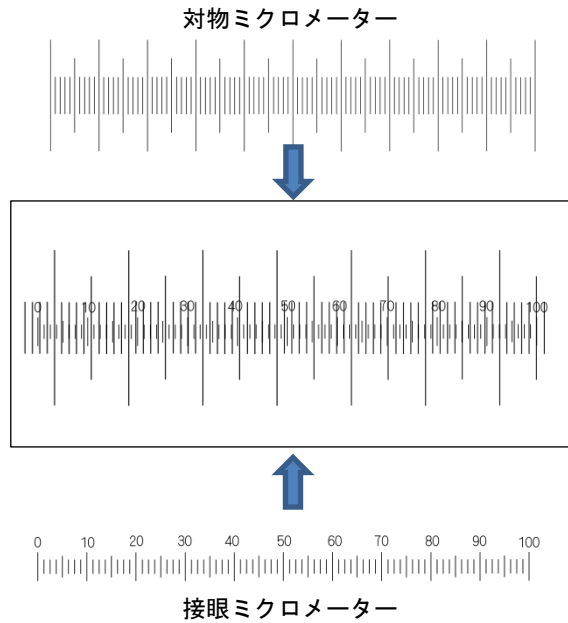
② 接眼マイクロメーター1目盛りの測定 (15分)

対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛り的一致した2点のそれぞれの目盛りを読み取り、接眼マイクロメーター1目盛りの長さを計算する。他の倍率についても同様に計算する。



2点間のそれぞれの目盛りの読み取り、接眼マイクロメーター1目盛りの計算に十分に時間を与える。

対物マイクロメーター1目盛りは $10\mu\text{m}$ である。数字が書いてあるほうが接眼マイクロメーターである。



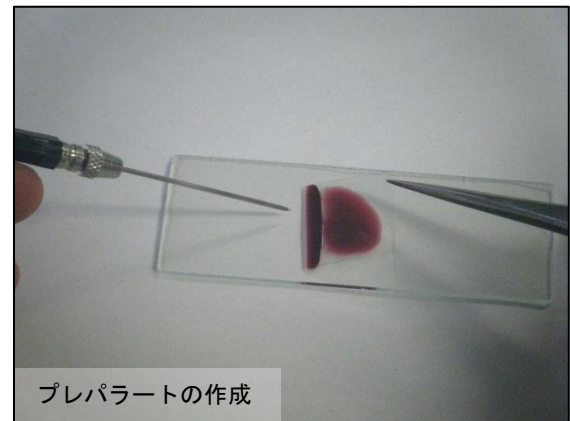
③ プレパラートの作成 (5分)

プレパラートの基本的な作成の仕方を確認する。練習として、オオカナダモの葉を1枚スライドガラスに載せ、水を滴下しカバーガラスを載せる。余分な水はろ紙で取り除く。

対物マイクロメーターは、以後使用しないのでケースに戻す。

このプレパラートの作成は、水で封じているため後片付けが楽である。

ただし、図はマウント液が分かるように染色液を使ったものである。



☆プレパラートの作成

光学顕微鏡の性質上、プレパラートは光を通す薄さの試料を用いる必要がある。そのため、試料の性質に応じて、そのまま載せる、はがす、こすり付ける、薄片に切る、押しつぶすなどの操作を行う。また、細胞が変形・変質しないように、酸やアルコールなどで生命活動を停止させる「固定」という操作が必要な場合がある。植物細胞の細胞壁はペクチンで接着していることが多く、根端分裂組織の観察などでは、塩酸などでペクチンを溶かす「解離」という処理が必要になる。さらに、観察しやすくするため、色素で選択的に着色する「染色」という操作を行うことが多い。

プレパラートを作成するには、観察の妨げになるため、中に気泡やゴミが入らないようにしたほうがよいが、熟練が必要なのでこだわりすぎず経験を積んだほうがよい。

スライドガラス、カバーガラスはきれいに洗ったものを用意し、指紋などで汚れないように必ず側面を持つようにする。また、先尖ピンセット、柄付き針、スポイト、ろ紙など必要な用具をそろえる。

プレパラートの作成の基本技術は次の通りである。

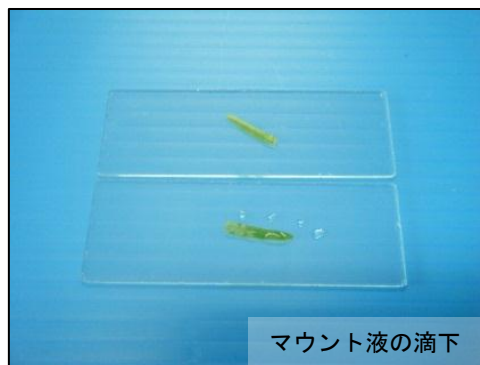
①試料の準備

観察の目的に応じて、試料を準備する。生きた細胞を観察する以外は、基本的に固定の操作を行っておく。特に、解離をする場合は固定が必要である。酢酸オルセインなどのように滴下時に固定と染色を兼ねて行う場合もある。

②マウント液の滴下

乾いた花粉などを観察する場合はマウント液は使用しない。マウント液とは、水や染色液などの封入剤のことである。

スライドガラス上に試料を置き、スポイトなどでマウント液を滴下する。この順番は逆でもかまわないが、試料の上下に空気が入らないように気を付ける。また、試料が重なっている場合はピンセットや柄付き針で広げる。



③カバーガラスによる被覆

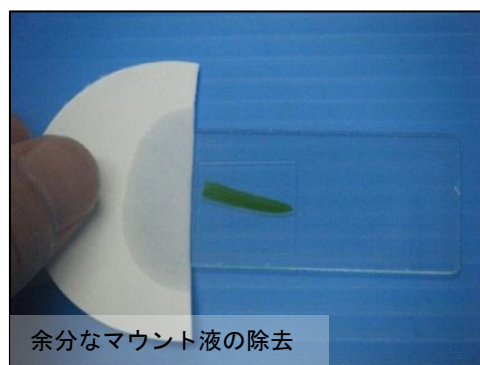
カバーガラスを気泡ができないように静かに載せる。カバーガラスを載せる際には、利き手にはピンセットを、もう片方の手には柄付き針を持つ。利き手のピンセットでカバーガラスを軽くはさみ一边をスライドガラスに付け、柄付き針の先端でカバーガラスの一边を支えながら、気泡を追い出すようにゆっくり試料の片側からカバーガラスを倒していく。

簡易的な方法として、図のようにカバーガラスの側面を指ではさみ、ゆっくりと指を降ろしながら離すものがある。



④余分なマウント液の除去

マウント液が過剰にあるとカバーガラスが水平方向に動くため、カバーガラスの側面にろ紙を付けて余分なマウント液を吸い取る。ただし、吸い取りすぎると気泡がカバーガラスの下に入ることがあるので注意する。



⑤細胞の展開

必要に応じて、押しつぶし法などで展開する。押しつぶし法とは、重なった細胞を押しつぶして、薄く広げるものである。展開は、カバーガラスを載せる前に行う場合もある。

④ 細胞の大きさの測定 (10分)

顕微鏡を基本操作に従って低倍率でピントを合わせる。測定したいものを中央に移動させ、レボルバーを回し倍率を上げる。接眼レンズを回し、測定したい部分を目盛りと合わせて測定する。

細部が識別しやすい程度にしぼりを絞る。接眼レンズの倍率と対物レンズの倍率を確認し、②で求めた接眼マイクロメーター1目盛りの長さと接眼マイクロメーターの目盛り数を掛け合わせて大きさを測定する。



まとめ

- ① マイクロメーターの原理が分かり、接眼マイクロメーターで1目盛りを求めることができた。
- ② プレパラートの作成方法が分かった。
- ③ 細胞の大きさを求めることができた。

◎後片付け

■後片付けのさせ方

- ・ 固形の材料は、燃えるゴミとして捨てさせる。
- ・ バットを水洗いさせてから、洗ったものを入れさせる。
- ・ スライドガラス、カバーガラスなどは洗剤で洗わせ、回収する。
- ・ 洗った器具は回収し、洗い方が不十分なものは再提出させる。
- ・ 異臭の原因になるため流しをきれいにさせ、十分な水で流させる。
- ・ 実験後、石けんで手を洗わせる。

■器具等の管理

- ・ スライドガラス、カバーガラスは乾かし、所定の器具置き場に戻す。

失敗例

●状態1 接眼マイクロメーターが入れられない

原因 接眼レンズ内に接眼マイクロメーターを載せる台がない

接眼マイクロメーターを載せる台がない顕微鏡もあるので、事前に確認しておく。入れられる顕微鏡を購入する。

●状態2 接眼マイクロメーターがよくみえない

原因 接眼マイクロメーターの設置がおかしい

①接眼マイクロメーターが裏になっている。正しく入れ直す。

②接眼マイクロメーターを載せる台に傾いて入れてしまった。正しく入れ直す。

③接眼マイクロメーターを載せる台自体が下がっている。修理に出す。

原因2 目盛りが見えにくい

古くなったものは、目盛りのインクが薄れ見えにくくなることもある。新しいものを購入する。

●状態3 対物マイクロメーターのピントが合わない

原因1 技術的に未熟である

目盛りが中央にない。低倍率で確実にピントを合わせ、目盛りを中央に移動してからレボルバーを回して高倍率にしていく。

原因2 顕微鏡が不備である

調節ねじの可動域がピントの合うところとずれている。調節ねじの可動域を決めているねじを調節する。

●状態4 対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛りが平行にならない

原因 技術的に未熟である

対物マイクロメーターの目盛りを中央に移動した上で、接眼レンズを回して接眼マイクロメーターを対物マイクロメーターの目盛りに合わせる。

別法

別法は特にないが、顕微鏡操作の基本を指導した上で、観察の機会を多くし慣れることが基本操作を身に付けることにつながる。プレパラートにするために手をあまり加える必要のない教材を考え、様々試すとよい。

器具の取り扱い

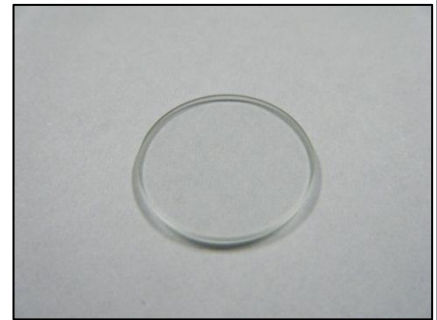
・マイクロメーター

☆マイクロメーターの種類

マイクロメーターは、接眼レンズ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刻まれた対物マイクロメーターがあり、これらを組み合わせて使う。

①接眼マイクロメーター

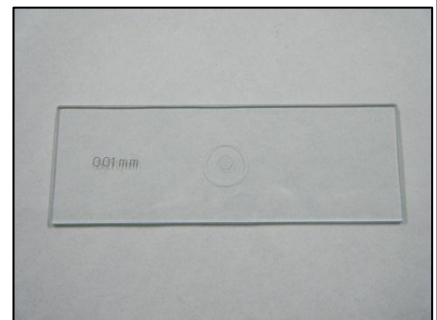
接眼マイクロメーターは円形をしており、中央部には普通1 cm を100等分した目盛りが刻んである。10目盛りごとに数字が書かれており、普通に読める側が上になる。接眼レンズの筒の中に入れて使用する。測定前に対物マイクロメーターと組み合わせることで接眼マイクロメーター1目盛りの長さを求めておき、実際の測定に使用するのは接眼マイクロメーターのみである。



接眼マイクロメーター

②対物マイクロメーター

対物マイクロメーター中央の円内には1 mm を100等分した目盛りが刻んであり、数字は書かれていない。左に「0.01mm」と書かれていて、これが読める側が上になる。この対物マイクロメーターに直接観察物を載せて観察すれば、細胞などの大きさを測定できそうだが、観察物と対物マイクロメーターの両方にピントを合わせることができない。接眼マイクロメーターを使って間接的に対象物の大きさを測定する。対物マイクロメーターは1枚4,200円程度と高価であり、スライドガラスとして使用させないように注意する。



対物マイクロメーター

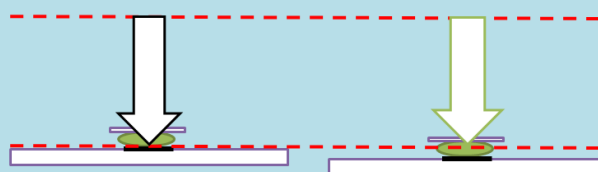
☆マイクロメーターの原理

対物マイクロメーターの目盛りと観察物の両方には同時に焦点が合わないため、対物マイクロメーターのみでの測定はできない。測定前に接眼マイクロメーター1目盛りの長さを求め、間接的に対象物の大きさを測定する。

接眼レンズは同じものを使用し、対物レンズの倍率を変える。すると、接眼マイクロメーターの見え方は変わらないが、接眼マイクロメーターの1目盛りが表す長さは変わる。一方、対物マイクロメーターの見え方は変わるが、対物マイクロメーターの1目盛りの長さは変化しない。

マイクロメーターの原理

対物マイクロメーターの目盛りと試料の両方同時には焦点が合わないため、直接使用できない。



☆マイクロメーターの使い方

①接眼マイクロメーターの設置

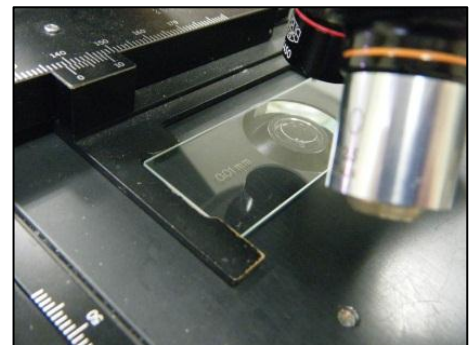
接眼レンズの上側のレンズは回すとはずれるようになって
いる。内部には接眼マイクロメーターを載せる台があり（ない
ために接眼マイクロメーターを入れられないものもある）、表
側を上にして台に載せる。入れる際は、目盛りに汚れが付か
ないように端をつまむ。接眼レンズの上側のレンズを元に戻
して、顕微鏡にセットする。



接眼マイクロメーターの設置

②対物マイクロメーターの設置

対物マイクロメーターをステージに載せ、中央の円がおおよ
そステージの中央にくるようにする。



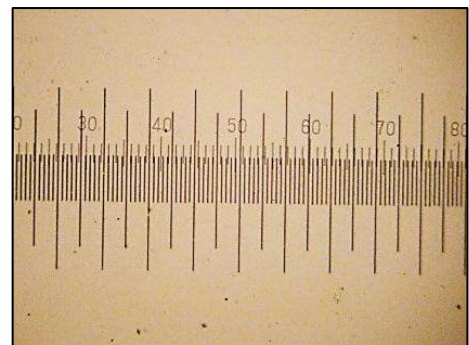
対物マイクロメーターの設置

③目盛りのそろえ

対物マイクロメーターにピントを合わせてから、接眼レンズ
を回して、対物マイクロメーターと接眼マイクロメーターの目盛
りの向きをそろえ、両方の目盛りが重なっているところを2
点探す。誤差が少なくなるようにできるだけ離れた2点を選ぶ。

④目盛りの読み取り

重なっている2点の間の、対物マイクロメーターの目盛りの
数と接眼マイクロメーターの目盛りの数を数える。数字の書か
れている目盛りのほうが接眼マイクロメーターの目盛りなので、
間違えないように注意する。



目盛りのそろえと読み取り

⑤接眼マイクロメーター1目盛りの長さの計算

読み取った目盛りの数から、接眼マイクロメーター1目盛りの長さ（ x ）を計算する。対物マイクロメーターの1目盛りは $10\mu\text{m}$ なので、2点間の長さは、対物マイクロメーターの目盛りの数 $\times 10\mu\text{m}$ である。これは、接眼マイクロメーターの目盛りの数 \times 接眼マイクロメーター1目盛りの長さ（ x ） μm と同じ長さだから、次の式で求めることができる。

$$\text{接眼マイクロメーター1目盛りの長さ (x) } \mu\text{m} = \frac{\text{対物マイクロメーターの目盛りの数} \times 10\mu\text{m}}{\text{接眼マイクロメーターの目盛りの数}}$$

⑥それぞれの倍率での接眼マイクロメーター1目盛りの長さの計算

理論的には、例えば対物レンズ4倍のとき接眼マイクロメーター1目盛りの長さが $16\mu\text{m}$ と読み取ったとき、対物レンズを10倍にすれば接眼マイクロメーター1目盛りは $6.4\mu\text{m}$ 、対物レンズを40倍にすれば接眼マイクロメーター1目盛りは $1.6\mu\text{m}$ となるはずである。実際には、ピントがわずかに違うことが多いため、それぞれの倍率について接眼マイクロメーター1目盛りの長さを求め、顕微鏡ごとに表にまとめておく。
まとめ方の例：接眼マイクロメーター1目盛りの長さ

接眼レンズの倍率	対物レンズの倍率		
	4倍	10倍	40倍
7倍	$41.7\mu\text{m}$	$16.4\mu\text{m}$	$4.1\mu\text{m}$
15倍	$25.5\mu\text{m}$	$10.0\mu\text{m}$	$2.5\mu\text{m}$

⑦大きさの測定

実際の測定に使用するのは接眼マイクロメーターのみである。対物マイクロメーターをはずして、測定するプレパラートを置く。ピントを合わせ、観察物を中央に移動する。接眼レンズを回して接眼マイクロメーターの目盛りを測定する方向にそろえる。目盛りを数え、観察物の大きさを求める。

例：オオカナダモ細胞の長径

接眼レンズ7倍×対物レンズ40倍で測定

接眼マイクロメーター38目盛り× $4.1\mu\text{m}$ = $155.8\mu\text{m}$

