

第4章 拡大して観察する（顕微鏡の使い方）

第1節 ルーペと実体顕微鏡

1.1 一個のレンズで拡大する

【ルーペによる拡大観察】

生物を観察するとき、目で直接見ることの出来ない微小な生物、あるいは微細構造を拡大して見る作業は欠かすことができない。そのなかで一番簡単なのはルーペ（凸レンズ）を利用することで、とくに野外など大きな機器を持ち運べない場合によく使われる。ルーペを使うときは、ルーペを目の近くに持ってきて、別の手で観察対象を動かすようにする。ルーペを対象の近くに置くやり方は、数倍しか拡大できずまた視野が限られるので勧められない。正しい方法でルーペを使うと、およそ5倍から20倍に拡大された像を見ることができる。これは図 3.1.1 に示すように、対象（標本）の虚像を明視距離（ものが肉眼でもっとも良く見える距離、通常 250 mm）につくり、それを観察することになるからである。このときレンズの焦点距離を f_e 、明視距離を D とすると、倍率 $= D / f_e$ となる。ところで、いま仮に焦点距離 2.5mm のルーペがあったとすると、その倍率は100倍 (250mm/2.5mm) となる。レーウエンフックの発明した顕微鏡は、このような単式顕微鏡であった。ただしこの単式顕微鏡は、視野が狭く標本の扱いなども厄介だったので、すぐ現在使われているような複式顕微鏡に取って変わられた。

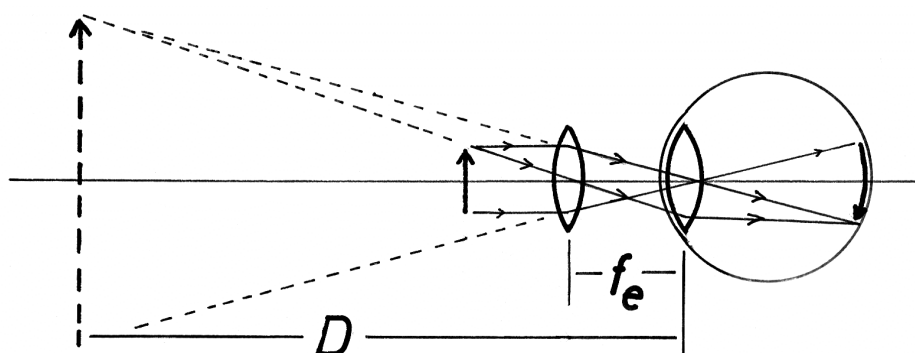


図 3.1.1 ルーペでの像の拡大，顕微鏡の接眼レンズも同じ原理。 D は明視距離 (= 250 mm)， f_e はルーペの焦点距離。

1.2 レンズを組合わせて拡大する → 顕微鏡

【顕微鏡とは】

一個のレンズでの拡大では倍率に限界があり、また目に非常に近い位置にレンズを置く必要があるため、2組のレンズを組み合わせて拡大することが考えられた。これが今の顕微鏡（複式顕微鏡）である。2種のレンズ系のうち、目に接するレンズ系を「接眼レンズ」、標本に接するレンズ系を「対物レンズ」と呼ぶ。一枚のレンズでは像のゆがみや色付き（収差

という)が生じるので、接眼レンズは数枚、対物レンズは数枚から十数枚のレンズを組み合わせてそれを最小限に抑えている。どちらも全体としては、凸レンズとして働くレンズ系である。なおページ数の関係で説明を簡略にしてあるので、詳しく知りたい諸君は顕微鏡関係の書籍を参考にするとよい。

【「顕微鏡」と「実体顕微鏡」】

広い意味での「顕微鏡」は、生物や物体の微細構造を観察する機器の総称であり、光を利用する光学顕微鏡のほかに電子線を利用する電子顕微鏡も含まれる。しかし普通に使われる「顕微鏡」はそれよりずっと狭い意味で使われ、「プレパラート」を透過光で拡大観察する光学機器をさす。歴史的に顕微鏡というと、この形式のものに限られる時期が長かったので、狭義の「顕微鏡」はプレパラートを作らずそのまま標本の表面を観察する「実体顕微鏡」を含んでいない。ここではまず、狭義の「顕微鏡」を例に拡大の原理を解説する。

【対物レンズによる拡大】

凸レンズで焦点の少し外側に標本を置くと、その反対側に実像を結ばせることができる(図 3.1.2)。このとき、対物レンズの反対側の焦点から実像までの距離を、光学的筒長と呼び Δ (デルタ)であらわす。対物レンズの倍率はその焦点距離を f_o とすると、倍率 = Δ / f_o となる。なお光学的筒長は、対物レンズと接眼レンズの間隔などで決まるが 160 mm のことが多い。対物レンズの結ぶ実像は上下左右が反対(倒立という)となるが、これを拡大する接眼レンズでは像の上下左右が同じ(正立という)なので、二つを組み合わせた顕微鏡では全体として倒立像となり、標本を動かすと視野の中の像は反対の向きに動く。

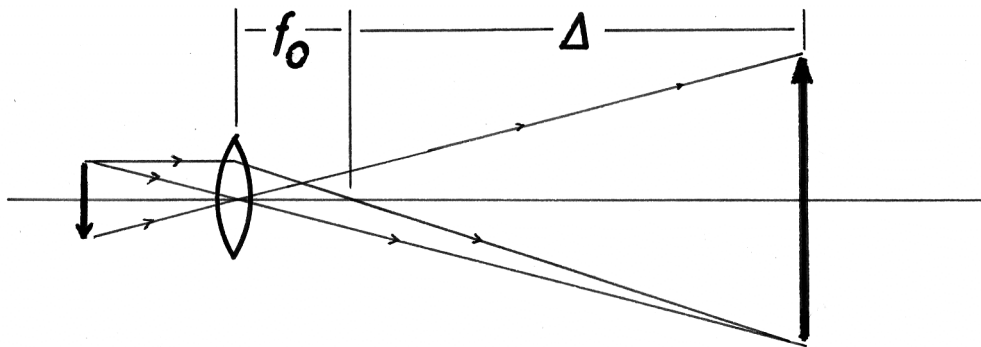


図 3.1.2 対物レンズ (objective lens) での像の拡大。 Δ (デルタ) は光学的筒長、 f_o は対物レンズの焦点距離。

【接眼レンズによる拡大】

対物レンズの結んだ実像を拡大するのが顕微鏡の接眼レンズで、原理はルーペと全く同じである。ルーペと同様に接眼レンズの倍率は焦点距離によって決まりそれぞれのレンズに記入されているが、普通に使われる接眼レンズは 10 倍である。顕微鏡全体の倍率(総合倍率と呼ぶ)は、対物レンズの倍率×接眼レンズの倍率となる。

1.3 実体顕微鏡の使い方

【実体顕微鏡とは】

対物レンズと接眼レンズの二組のレンズを組み合わせて標本を拡大する点では「顕微鏡」と同じであるが、標本の表面を直接観察し、場合によっては顕微鏡の下で標本を操作できるよう、1) 対物レンズが低倍率（1倍から10倍、1倍以下のこともある）で、標本との間隔（作動距離と呼ぶ）が大きい。2) 標本の上下左右と観察像の上下左右が同じになるように、プリズムで補正してある。3) 左右別々の光学系を使っている、という点に違いがある。このうち2)と3)は野外で使う双眼鏡とまったく同じで、正立像を立体的に見るための工夫である。なお双眼の顕微鏡は長時間観察しても疲れないう、対物レンズで作った一個の像を両眼で見えるようにしているもので、立体的に見えるわけではない。また透過光でなく反射光で表面を見るのが、通常行なわれる観察方法である。対物レンズは大きく簡単に交換できないので、レンズ倍率は固定か切替え式、あるいはズーム式になっている。

構造は対物レンズ・鏡筒・接眼レンズ部分が一体で、それをベースとアームで支持するようになっている。ピントは標本と本体の間隔を調節してあわせ、つまみは一個である。また収納のために、アーム部分が伸び縮み出来るようになっている機種もあり、こうした機種では観察時にはアームを伸ばす必要がある（収納時は縮めておく）。置き方は手前に本体を置き、アームが自分より遠い位置になるようにする。これは実体顕微鏡では、拡大した状態で作業をすることも多いので、その作業スペースを確保するためである。鏡筒部分はベースに対して回転できるので、接眼部がアーム方向に向いていれば、つまみを緩めて手前に向ける（つまみはまた、軽く締めておくこと）。

ベースの中央部分には試料を置く円盤がはめ込まれているが、実体顕微鏡を透過光で使う場合は、これを透明なガラス板と交換し下から照明を当てる。また片面が白・反対側が黒になっている場合は、標本にあわせて色を使い分ける。好みで使い分けてよいが、白っぽい標本や小さな標本は黒をバックにするほうが扱いやすい。

【観察方法】

倍率が10倍程度で明るい部屋であれば、自然光だけで観察できるので、標本を対物レンズの下に置くだけで良い。光量が足りない場合は、ランプで補う。倍率が切り替えられるものやズーム式の場合は、最初低い倍率で観察する部分を視野の中央におき、ピントをあわせてから倍率を高くするのがよい。はじめから倍率を上げておくと、観察したい部分が探しにくいだけでなく、ピントもあわせにくい。

【接眼部の調節】

疲れなくて観察するためには、両方の眼で見るのが大切であるが、人によって視力や両眼の間隔（眼幅）が違うので最初に調整する。まず右目だけで覗いてピントをきちんとあわせ、次にその状態で左目で覗き像が鮮明に見えるよう接眼レンズ基部にある視度調節環をまわす（接眼部の左で調節する場合、右で調節する機種はこの逆。両眼に調節環がついている場合もある）。そして両眼を使って覗き、視野が一つに重なるように接眼レンズ基部を左右に動かして広くあるいは狭くする。このとき白い紙に書かれた文字など、コントラストがあり鮮明なものを置くと、調節が簡単である。

第2節 顕微鏡の使い方

2.1 顕微鏡の使い方

【一般的注意】

顕微鏡にはその使用目的に応じて様々なタイプがあり、それによって使い方が異なるが、ここでは実習に使う双眼の顕微鏡を通常の使用法（透過光明視野観察法という）で使う場合について説明する。これ以外の顕微鏡の使用法は、その機種に詳しい先生や先輩などに教えてもらうこと。また金属で出来ており、見た目より重量がある（5～10キロ、あるいはそれ以上）ので、移動するときなどは注意すること。

【置き方・収納の仕方】

通常木箱に収納されているが、この時アームが手前にあるので、アームを持ちベースを下から支えるようにして取り出す。机に置くときはステージが自分に近く、アームが向こう側になるように置く。接眼レンズが反対側をむいていれば、鏡筒の下部にあるつまみをゆるめて回転させ自分のほうに向ける。ゆるめたつまみは軽くしめておく。反対にするとアームやランプが邪魔になって作業が出来ない。収納はこの逆になるが、使い終わったとき本体などに汚れがあれば、乾いたティッシュペーパーなどで拭いておく。レンズ類は取り付けたままで良い。また接眼レンズにほこりがついていときは、ブロアーで吹き飛ばすのがもっとも良いが、レンズペーパーなどで軽く拭いてもよい。傷が付きやすいので、決してレンズの表面をこすってはいけない。また対物レンズが汚れていると感じたときは、教員に相談すること。木箱に入れないでキャビネットなどにそのまま収納するときも、次に取り出すときに便利なようアーム部分を手前に入れておく。このときビニールカバーなどがあれば必ずかけておく。

【観察方法】

- 1) 電源を入れる。電源コードをコンセントに差し込み、電源スイッチを入れる。明るさ調節ダイヤル（あるいは調節レバー）をまわし、コンデンサーレンズの上部が明るくなるよう、電圧を調節する。なお電源を切るときは、明るさ調節ダイヤルを暗くなる方向に廻しきってからスイッチを切るようにする。これは不用意に強い光を目に入れる事を防ぐためであり、あわせてランプの寿命を伸ばす効果もある。
- 2) 標本をセットする。レボルバを回して、10倍（10×）の対物レンズをセットしておく。粗動ハンドルを回してステージを、レンズの先端から2～3cm間隔があくように下げしておく。クレンメル固定レバーを動かしてクレンメルを開き、プレパラートのカバーガラスのある面が上になるようにステージに乗せ、クレンメルの間に入れる。クレンメルをゆっくり閉じて、プレパラートを挟む。ステージの移動つまみ（X軸、Y軸の二つある）を回して、観察したい部位がコンデンサのほぼ中央にくるよう動かしておく。粗動ハンドルをまわしてステージを一番上まで上げる。このとき横から覗いて、プレパラートが対物レンズにぶつからないよう、気をつけながら上げる。
- 3) ピントをあわせる。接眼レンズを覗きながら明るさ調節ダイヤルを動かし、眩しくない程度の明るさにする。その状態で覗きながら粗動ハンドルをゆっくり回し、ステージを下げて標本にピントをあわせる。ピントがあえばステージの移動つまみを回して、観察

したい部分を視野の中央に移動させる。微動ハンドルを回し、ピントをあわせ直す。

4) 倍率を変える.

- A) 40倍の場合. ピントのあった状態で、ゆっくりレボルバを回し、40倍の対物レンズに切り替える。倍率によって対物レンズ先端と標本の間隔（作動距離と呼ぶ）は違うが、レボルバを回してもレンズがぶつからないように、対物レンズ基部とステージの間隔は一定になるようつくられている。微動ハンドルでピントをあわせなおす。
- B) 100倍の場合. 100倍のレンズはふつう油浸レンズなので、40倍で観察部位を視野の中央に置いたあと粗動ハンドルでステージを下げ、観察位置のカバーガラス上面に油浸オイルを一滴落とす（ごく少量のオイルで油浸できるので、多くなりすぎないようにする）。100倍のレンズに変え、粗動ハンドルでステージをレンズとカバーガラスが接触する直前まで上げる。あとは10倍と同じようにステージを下げてピントをあわせ直す。このとき、油浸レンズの作動距離は0.1mmから0.15mmと非常に小さいので慎重に行なう。またカバーガラスとレンズの間に気泡が入ると、見え方が極端に悪くなるので注意する。気泡が入った場合は、一度ステージを下げてピンセットなどで気泡を取り除くか、油浸をやり直す。なお油浸レンズの性能を最高に発揮させるためには、コンデンサーとスライドガラスの間も油浸するが、これは教員の指示に従うこと。使用後は、柔らかいティッシュペーパーなどで、レンズに付いたオイルを拭き取っておく。

【コメント】

通常の観察では、4倍の対物レンズはあまり使わない。接眼レンズはふつう10倍なので総合倍率は40倍となり、この倍率では実体顕微鏡の方が使いやすいことが多いからである。必要があつて4倍の対物レンズを使用するときも、4倍でのピント合わせは難しいので、10倍でピントをあわせたあと4倍に変える方がよい。

【光学系の調整】

両眼できちんと観察できるよう、実体顕微鏡と同様に接眼部の調節を行う。コンデンサー関係は、先に使った人がいじっていなければ特に調節の必要は無いが、見え方がおかしいときや最高の状態で観察したいときは、附節を参考にして調整する。実習用の顕微鏡では、ピントをあわせようとして間違えてコンデンサーの上下つまみを動かしてしまうこともあるので、横から見てコンデンサーレンズの上端がステージ上面より数ミリ以上下がっていれば調整が必要である。

【プレパラート】

透過光型顕微鏡は、観察するものを2枚のガラス板の間に挟み、標本（プレパラート）にして観察する。下のガラス板をスライドガラスと呼び、標本の上にかぶせるガラス板をカバーガラスと呼ぶ。スライドガラスは長さ76mm、幅26mmのガラスの薄板で、厚さは0.9-1.2mmまたは1.2-1.5mmのものが良く使われる。スライドガラスの縁は切放し（切ったそのまま）のものもあるので、手を切らないよう注意する。またスライドガラスに付着した手の油脂やゴミなどは、プレパラートに悪影響を与えるので、端の部分を持つようにする。カバーグラ

スは 18mm の正方形のものを良く使うが、このほか長方形や円形など、標本によって違う形のものも利用される。厚さは 0.17mm が標準である。カバーガラスは薄くて割れやすいので、直接手で持たないでピンセットを使い端の方を持つ。プレパラートの作製方法は、個々の実験を参照すること。

2.2 マイクロメーターの使い方

【マイクロメーターとは】

顕微鏡で拡大して観察し長さを測る必要があるとき、マイクロメーターを利用する。マイクロメーターは、プレパラートの代わりに置く対物マイクロメーターと、接眼レンズに組み込んで使う接眼マイクロメーターがある。対物マイクロメーターは、スライドグラス上に全長 1 mm の目盛を 100 等分したスケールを封入したもので、一目盛が $10\ \mu\text{m}$ である。接眼マイクロメーターは、円形のガラス板に 10 mm を 100 等分した目盛を刻んだもので、接眼レンズの絞りの位置に入れて使用する。

【マイクロメーターの校正】

- 1) 対物マイクロメーターを顕微鏡のステージにのせ、円の部分がコンデンサーのほぼ中央になるよう移動させる。
- 2) 観察する倍率を決め、対物レンズを選ぶ。
- 3) 接眼レンズに、それに合う接眼マイクロメーターを入れる。入れ方はレンズによって違い、二通りある。
 - a) 接眼レンズの鏡筒の下端にレンズがあり、視野絞りが外から見えない。
→ レンズの下部を持ち、上部を反時計方向に回して取り、視野絞りの位置（リングがある）にマイクロメーターの目盛を下にして入れ、上部レンズを元どおりねじ込む。
 - b) 接眼レンズ鏡筒の下側は筒状で、視野絞りが見える。
→ 接眼レンズを逆にし、押さえリングを反時計方向に回して取り、マイクロメーターの目盛が上になるように入れ、押さえリングをねじ込む。
- a) b) いずれの場合も接眼レンズを使う状態で、目盛は下になる。接眼レンズを顕微鏡に取り付ける前にそのままの状態で見え、数字が正しく読めればよい。もし裏返しなら、接眼マイクロメーターを入れ直す。
- 4) 接眼レンズを鏡筒にはめ（落とさないで、そっと入れる）、通常の観察と同じように対物マイクロメーターの目盛にピントを合わせる。接眼レンズを回して、接眼マイクロメーターの目盛が対物マイクロメーターの目盛と平行になるようにする。
- 5) 接眼マイクロメーターのゼロの目盛りを、対物マイクロメーターの任意の目盛と合わせ、次に二つの目盛の重なる部分で両方の目盛を読み取る。対物マイクロメーターの一目盛は $10\ \mu\text{m}$ なので、計算によって接眼マイクロメーター 1 目盛の実際の長さを求めることが出来る。
- 6) 異なる倍率で観察する予定がある場合は、レボルバを回して対物レンズを入れ替え、対物マイクロメーターの目盛を読み計算し直す。対物レンズ倍率と接眼マイクロメーター 1 目盛の実際の長さは、その顕微鏡については変わらないので、何度も計測する場合は換算表をつくっておくとよい。

【観察試料の測り方】

対物マイクロメーターを取り除き，計測しようとするプレパラートと交換する．試料と同時に接眼マイクロメーターの目盛が見えるので，その目盛から長さを測り，あとで実際の長さに換算する．

第3節（附節） 顕微鏡の構造と調整方法

3.1 顕微鏡の構造

【構造】

顕微鏡は本体を支えるベース（鏡台）、ベースと鏡筒をつなぐアーム（鏡柱）、標本にピントを合わせるための照準装置、標本（プレパラート）を乗せるステージ、標本をはさむクレンメルとそれを動かすつまみ、対物レンズを交換するためのレボルバーなどの機械的部分と、光を通す鏡筒、標本の近くにあつて像を拡大する対物レンズ、その像をさらに拡大するための接眼レンズ、標本に光を当てるための光源（ランプ）、光を集めて標本を照らすコンデンサーなどの光学的部分から構成されている。

小中学校で使う顕微鏡は、ふつう片方の目だけで覗く単眼鏡筒であるが、この場合目が疲れやすく長時間の観察には不適當である。そのため実習用の顕微鏡は両眼で観察できる双眼鏡筒になっている。このほかに顕微鏡写真を簡単に撮影できるよう、観察用に加えて写真用の鏡筒もついている場合がある。

ピントは、対物レンズとプレパラートの間隔を調整してあわせる。簡単な顕微鏡ではステージが固定されていて、鏡筒を上下させる方式のものもあるが、大型になると鏡筒やレンズ系の重さが増すので鏡筒やレンズはアームに固定し、ステージとコンデンサーレンズを上下する方式となる。また標本（プレパラート）を交換するときは、レンズとステージの間隔が広い方がよいので、ステージを大きく動かす粗動装置とピントを細かく調整するための微動装置の両方がついている。二つのつまみが同じ軸で、外側が粗動・内側が微動の場合が多いが、別々の位置についている機種もある。

対物レンズの交換は、鏡筒の下端についているレボルバという円盤状の装置を回転させて行なう。レボルバの周囲には滑らないよう細い溝（ローレット）が刻んであるので、レンズではなくその部分を持って廻すようにする。またレンズを正しい位置に固定するためのクリックがついているので、必ずその位置で止める。

なお各パーツの位置や形状は機種により異なるが、一例をこの節の最後のページに写真で示す。

【レンズ】

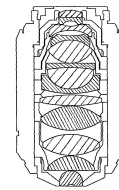
通常使う対物レンズの倍率は4倍（4×）・10倍・40倍・100倍で、レンズの側面にレンズの種類や開口数（簡単に言うと明るさ、数値が大きいほど明るく解像度が良い）などと一緒に記入してある。このうち4倍から40倍までのレンズは普通のレンズで乾燥系と呼び、標本と対物レンズの間は空気である。100倍のレンズはふつう油浸レンズで、標本と対物レンズの間を専用のオイル（油浸オイル）で満たして使う。これは解像度や明るさを上げる（開口数を増す）ために行なわれ、”oil”あるいは”HI”・”H”の表示がある。開口数のおよその値は、4倍で0.1-0.2、10倍で0.25-0.3、40倍で0.6-0.7、100倍の油浸レンズで1.2-1.4である。また近接した2点を区別できる能力（分解能）は、開口数の逆数に比例し、開口数1.40の100倍油浸レンズでおよそ0.25 μmである。

接眼レンズの倍率は、以前は5倍から20倍までであったが、現在は10倍しか用意されていないことが多い。これは顕微鏡の解像度は対物レンズで決まってしまうため、高倍率の接眼レンズを使ってもぼんやりと大きくなるだけで、鮮明な観察にとっては意味がないからで

ある。また接眼レンズには、視野絞りと呼ばれる数ミリ幅のリングが鏡筒内に取り付けられている。この場所は対物レンズの拡大像の位置にあたり、ここにマイクロメーターを挿入すると標本像の大きさを計測することが可能である。顕微鏡の総合倍率は、対物レンズの倍率×接眼レンズの倍率で、上の例では40倍から1000倍となる。なお光学顕微鏡の最大倍率は、解像度の制約からほぼ1000倍である。上に挙げた100倍油浸レンズは解像度が $0.25\mu\text{m}$ なので、1000倍に拡大すると明視距離で0.25mm離れた二つの点を見ることになる。人の目の解像度はふつうこれより良いので、いたずらに拡大しても鮮明にはならないことがわかるだろう。したがって、これ以上の倍率が必要なときは電子顕微鏡などを利用する。

【対物レンズの表記例】（注：研究用の最高級レンズ）

- 1) レンズの種類 - **SplanApo 100** - 倍率
 開口数 - - - - - **1.40 oil** - - 油浸レンズ
 光学的筒長(mm) - **160/0.17** - カバーガラス厚 (mm)



- 2) ↗

PlanApo

60x /1.40 Oil Ph3 - 位相差用レンズ
 $\infty/0.17$



13 枚のレンズ!

【無限遠補正系】

顕微鏡のなかには、対物レンズの光学的筒長が無限遠となっているものがある（上の $\infty/0.17$ ）。従来の顕微鏡では、対物レンズと接眼レンズの間に落射照明装置や落射蛍光装置などの光学系を挿入すると、ハーフミラーの裏面反射によってゴーストが発生したり、非点収差が発生したりする問題があった。そこで、物体から出た光を平行光に変換する無限遠補正対物レンズが開発された。結像するにはもう一つ別のレンズが必要であるが、これは顕微鏡の鏡筒内に収納されていて結像レンズと呼ぶ。対物レンズと結像レンズの間では光が平行になっていて、ハーフミラーがあってもゴーストや非点収差などが発生しない。ただし対物レンズと接眼レンズのそれぞれ単独で色収差を補正する必要があり、設計が困難だったので、最初は研究用に限られていたが、レンズの研究が進んだので実習用顕微鏡でも採用されるようになった。現在では一部の安価な機種を除き、無限遠補正が普通である。

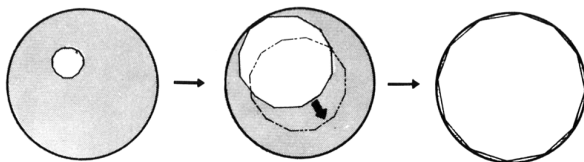
【照明系】

顕微鏡は標本を拡大して観察するため、非常に強い光を標本にあてる必要がある。たとえば100倍で観察すると、面積では一万倍に拡大していることになり、それだけ明るさが低下する。このように顕微鏡には明るい光源が不可欠なので、現在では電源さえあれば簡単に観察できるよう、実習用の顕微鏡であっても光源が組み込まれている。光源は低電圧（6または12ボルト）のハロゲンランプのことが多いが、そのために必要なトランスも普通は内蔵されている。照明系はベース（鏡台）の中に配置され、標本を下から照らす。したがって、標本をその中を通ってくる光（透過光）で観察することになる。照明系の中でコンデンサーレンズは、ステージのすぐ下であって外部から見えるが、それ以外は内蔵されていて調整などの必要はない。また照明系には、ランプの色を自然光に近づけるための青色フィルターなども含まれる。内蔵される照明系はほとんどの場合、明るく光のむらがなく、また標本に熱を伝えない、などの条件を満たす「ケーラー照明」になっている。

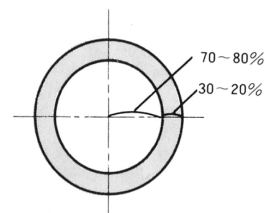
3.2 照明系の調節（ケーラー照明の場合）

【コンデンサーの調整】

- 1) レボルバを回して、10倍の対物レンズをセットする。
- 2) プレパラートがある場合は、それを使ってピントを合わせ、横に移動して試料の無い部分がコンデンサーの上に来るように動かしておく。スライドガラスをステージに乗せ、上に乗っているゴミなどを利用して上面にピントを合わせてもよい。
- 3) コンデンサーの上下つまみを回し、コンデンサーを上限まで上げる。
- 4) 視野絞り環を閉じる方向に最後まで回し、視野を絞る。
- 5) その状態で接眼レンズを覗きながらコンデンサーを下げてゆくと、視野絞りの像が見えるが、その輪郭がはっきり見えるようにコンデンサーの位置を調節する。つぎに、視野絞り像が見えなくなるまで、視野絞り環を開く方向に回す。もし視野絞り像の中心と、顕微鏡の視野の中心があっていなければ、8)「コンデンサーの芯出し」をする。
- 6) コンデンサーの開口絞り環に開口数目盛がついているときは、その目盛を対物レンズの開口数の70~80%の値に合わせる。
- 7) コンデンサーの開口絞り環に開口数目盛がついていないとき。
どちらか一方の接眼レンズを外す。その穴から鏡筒の中を覗き、開口絞り環を回して開口絞り像の直径が視野の直径の70~80%くらいになるように調整し、接眼レンズを元に戻す。対物レンズの開口数は倍率によって異なるので、この作業は対物レンズを変更するごとに必要である。
- 8) 「コンデンサーの芯出し」コンデンサーの下側、手前にハの字型に出ている二本のコンデンサー芯出つまみを回し、視野絞り像を視野の中心に移動させる。このとき視野絞りの像が顕微鏡の視野のほぼ一杯になるよう視野絞り環を開き、周囲の黒い部分の幅が同じになるようにすると、簡単に調節できる。

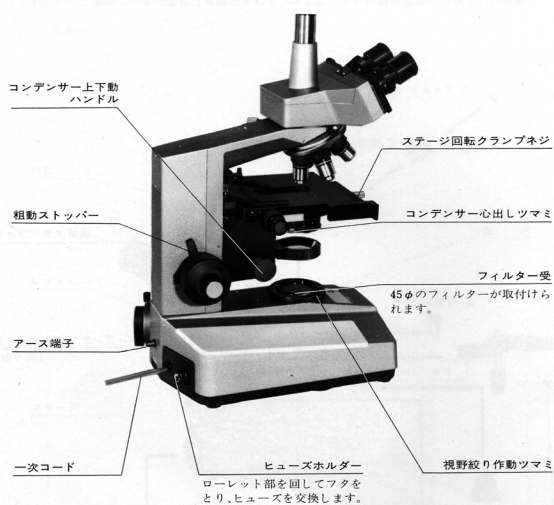
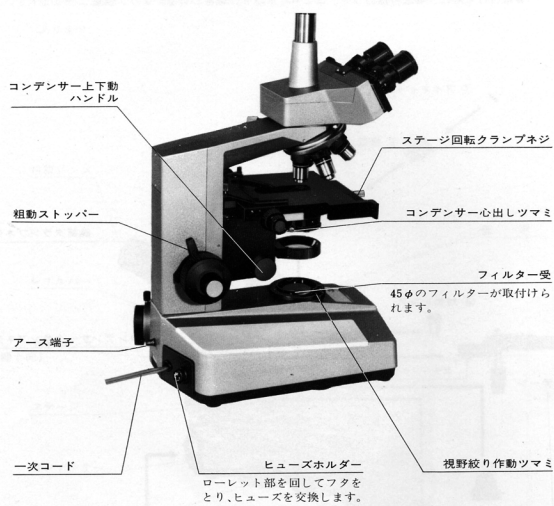
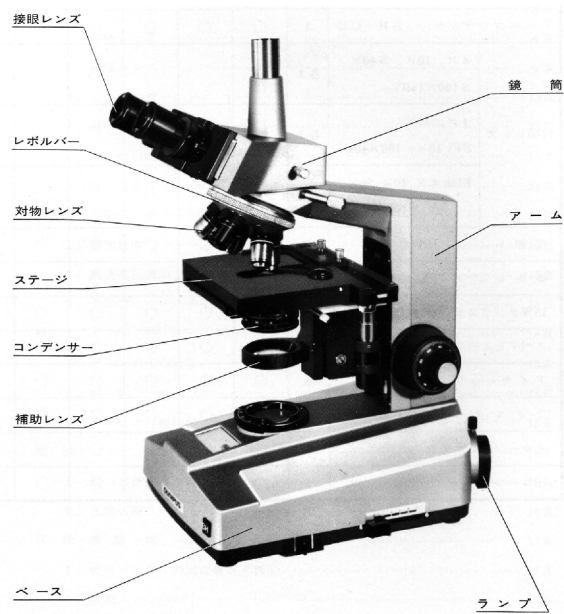


視野絞りとコンデンサーの芯出し



開口絞りの調整
(鏡筒内を覗いた状態)

【コメント】視野絞りは、標本の観察する部分だけを照らすためにあり、これは不必要な部分からの散乱光によって標本のコントラストが低下することを防ぐ。いっぽう開口絞りは、標本を照らす光線の入射角を絞る働きをするので、絞ると視野は暗くなる。標本のコントラストが低く見えにくいときは、開口絞りを対物レンズの開口数の50%程度まで絞り込むと、視野は暗くなるがコントラストが上がり見やすくなる。開口絞りをこれ以上絞るのは、解像度が低下するので勧められないが、透明な標本の輪郭を見るようなときには絞ることもある。このようなときは、ランプの光量を上げて明るさを補うことが必要となる。



第5章 分離操作

第1節 遠心分離

遠心分離操作は、物質の密度の違いを利用して、遠心力により分離を行う操作であり、液体中に浮遊する沈殿の分離や水とクロロホルムのように相互に混じり合わない液体を分離する際などに利用される。実際の遠心分離操作は、遠心機を使って行われる。

1.1 遠心機

遠心機には回転数や大きさ、冷却装置の有無などによって、超遠心機、高速冷却遠心機、微量冷却遠心機、卓上遠心機などなどがあり、それぞれの大まかな特徴は以下の通りである。

卓上遠心機： 容量 50 mL までのチューブを回す卓上で使えるサイズの遠心機である。サイズが小さいことから、回転数は 5,000 rpm 程度までと低く冷却装置を備えていないものが多いが、最近では 15,000 rpm 程度までの回転が可能で、冷却装置を備えているものもある。

微量遠心機： 容量 2 mL までのマイクロチューブを回すための遠心機である。回転数の上限は 15,000 rpm 程度であり、冷却装置を備えているものが多い。

高速遠心機： 主に容量 50 mL のチューブから 500 mL 程度のボトルを回すための遠心機であり、冷却装置は備えられている。

超遠心機： 回転数の上限が数万 rpm から 150,000 rpm 程度の超遠心機には、分離用のものと分析用のものがある。非常に高速で、また長時間（数日に及ぶこともある）ローターを回すことが多いので、冷却装置や真空ポンプなども備えられており、他の遠心機と比較して装置が大きなものが多いが、最近では卓上に設置可能な小型のものもある。

1.2 ローター

遠心機の回転軸に取り付けて回転させる部分のことをローターという。ローターは遠心管を支える部分であり、ローターを取り替えることによって、同じ遠心機を用いて様々な種類の遠心管を回転させることが出来る。ローターには、大きくわけて、アングルローターとスイングローターの2種類がある。超遠心機で使うアングルローターには遠心管を垂直に保持する物もあるが、一般の遠心機用のアングルローターでは、遠心管は斜めに保持される。スイングローターは遠心管を保持する部分が可動構造になっており、重力と遠心力の合力が常に遠心管の長軸方向にかかるようになっている。



アングルローター



スイングローター