

# 1. 細胞（さいぼう）とはなにか

## 1.1 生命の最小の構造と働きの単位は細胞である。



図1：フックのコルクの細胞のスケッチ

生物の体を顕微鏡で観察すると、小さな部屋のようなものがたくさん集まって出来ていることがわかります。

この部屋のようなものを「細胞」と呼びます。細胞は肉眼では確認できないため、その発見には顕微鏡の発明が必要でした。



図2：フックの自作の顕微鏡

はじめて細胞を発見したのはロバート・フック（英）1665である。彼は自作の顕微鏡を使ってコルクの切片（せっぺん）を観察し細胞を発見した。

ヒトは脳死（のうし）になっても臓器移植（ぞうきいしょく）が可能です。個体として

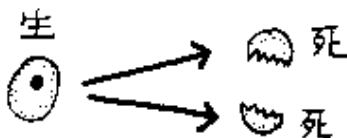
のヒトは死んでも臓器は生きています。

現在でも培養（ばいよう）され、多くの実験に使われている Hela（ヒーラ）細胞と呼ばれるヒトの子宮ガンの細胞は、50 年前に子宮ガンでなくなった、アメリカ人 Hela（Henrietta Lacks）の細胞です。

個体や内臓は死んでも細胞は生き続けます。しかし、細胞は分割すると死んでしまいます。

このことから、細胞は「生命の最小の単位」であると考えることが出来ます。

図3：細胞は生命の最小単位



このような細胞が生命の最小の単位であるとする考えを細胞説と呼ぶ。

細胞説はシュワンやシュライデンによって 19 世紀の中頃に発表された。このころから、カール・ツァ

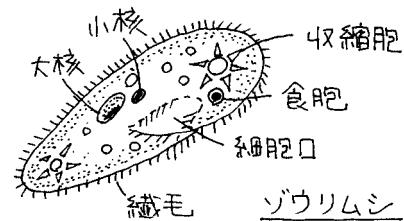
イス社によって現在のものと変わらない性能の顕微鏡が作られるようになっていた。

### 1.1.1 単細胞生物（たんさいぼうせいぶつ）

単細胞生物は一つの細胞で全ての活動を行う必要があります。そのために様々な細胞器官が発達し、複雑な構造を持つ細胞から出来ています

ゾウリムシは最も複雑な構造を持つ単細胞生物です。繊毛（せんもう）、細胞口、細胞肛門（さいぼうこうもん）、食胞（しょくほう）、収縮胞（しゅうしゆくほう）、大核、小核といった発達した細胞器官を持っています。

図4：ゾウリムシの細胞



### 1.1.2 多細胞生物

多細胞生物の体はたくさんの細胞から出来ています。

多細胞生物は1個の細胞で何でもやるのではなく、細胞間で役割を分担し、それぞれの細胞は分担された役割に適した形に変化しています。

この形の変化を「分化」と呼びます。

多細胞生物の体は多くの種類の細胞から出来ています。多くの場合、1つ1つの細胞の構造は単純です。

## 1.2 細胞の種類は多いが基本的な構造は共通である

### 1.2.1 いろいろな細胞

小さい細胞：マイコプラズマ直径 0.1 ~ 0.25  $\mu\text{m}$

(1000  $\mu\text{m}$  = 1mm)

大きい細胞：ダチョウの卵黄直径 7cm

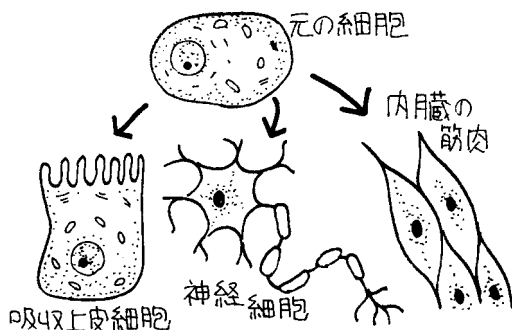
長い細胞：人の座骨神経（ざこつしんけい）の細胞長さ 1m 以上

例えば、骨格筋(こっかくきん)(腕などの骨についている筋肉)の細胞は細長く、筋繊維(きんせんい)と呼ばれている。この細胞の中には筋原繊維(きんげんせんい)と呼ばれる伸び縮みするタンパク質の繊維がたくさん入っている。

鳥類の卵細胞(卵の黄身(らんおう)の部分)が1つの細胞である)の中には多量の卵黄が含まれ、細胞質は片隅に押しやられている(ほかの肉眼では見えない細胞と細胞質の量は大きく変わらない)。

しかし、多くの細胞には核、細胞膜、細胞壁、ミトコンドリア、葉緑体、ゴルジ体、細胞質基質(さいぼうしつきしつ)液胞(えきほう)などの共通の構造が光学顕微鏡で確認できます。

図5: いろいろな細胞



### 1.2.2 細胞小器官(さいぼうしょうきかん)のいろいろ(参考)

#### 核(かく)

核小体(かくしょうたい) 核内に一つか二つある。DNAの命令を細胞質に伝えるRNAと呼ばれる物質を持つ。

染色質(せんしよくしつ) DNAを持つ。

#### 細胞質

##### ミトコンドリア\*

呼吸で取り入れた酸素はここで使われ、活動に必要なエネルギーを作っている。この働きを好気呼吸と呼ぶ。

##### 細胞膜(さいぼうまく)

ただのしきりの幕ではなく生きて活動している生きて膜である。

##### 中心体\*

細胞分裂に必要である。

##### 小胞体(しょうほうたい)\*\*

細胞質基質中に網の目の様に張りめぐらされている物質の通路。

##### ゴルジ体\*

リボソーム\*\*核のDNAの指示に従ってタンパク質を作っている。タンパク質が実際に様々な活動を行う中心である。

細胞質基質(さいぼうしつきしつ) 何も無いように見える部分。

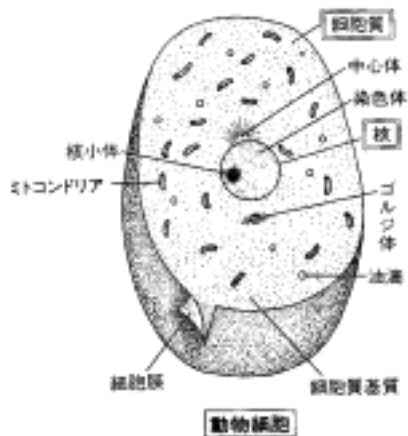


図6: 動物の細胞の模式図(三省堂生物 B)

植物ではさらに

葉緑体(ようりょくたい)

液胞(えきほう)

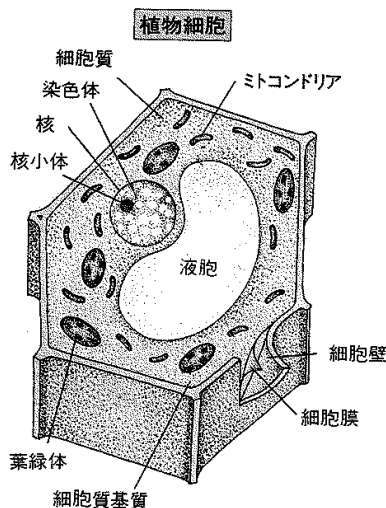
細胞壁(さいぼうへき)

注)\*\*は光学顕微鏡で

見ることが出来ない構造

\*は普通の方法では光学顕微鏡で見ることが出来ない構造。

図7: 植物の細胞の模式図(三省堂生物 B)



### 1.2.3 情報は核にある、働くのは細胞質

核に体の設計図が書き込まれている遺伝子がある。

遺伝子とは細胞の設計図です。この設計

図はデオキシリボ核酸(DNA)と呼ばれる物質に書き込まれています。

核とは、たくさんの情報が整理してある図書館のようなものです。

細胞質には実際に働く構造(細胞器官)がある。

細胞器官(さいぼうきかん)は核からの情報にしたがって活動しています。

必要な情報は図書館(核)にしまっているものを使います(これが遺伝子です)。

## 2. 顕微鏡の使い方

### 2.1 使い方の注意

1. 顕微鏡は決められた番号のものを使用し、運ぶときは両手で持ちます。
2. 顕微鏡のレンズに触ったり、薬品を付れたりしないように注意し、そのようなことがあったら速やかに申し出ます。
3. 顕微鏡の部品を他の顕微鏡のものと混ぜないようにします。

### 2.2 使い方 (NikonYS100)

図8:



1. 安定した机の上に自分の体と直角に、右手が粗動ネジに左手が微動装置のノブに自然に届く位置に顕微鏡を置きます。向きはレバルバーが手前にアームが奥。鏡筒を固定してあるネジをゆるめ接眼レンズを手前側に向けます。
2. 低倍率の対物レンズ(10倍または4倍)をレバルバーを回してセットします。この時、レンズを持たないように注意します。
3. 光源装置のスイッチを入れ、光量を最大より少し暗い位置にします。絞りのレバーを対物レンズの倍率を示す数字に合わせます。
4. ステージにプレパラートをクリップで固定します。
5. ステージを対物レンズにぶつかる直前まで図の矢印の向きに粗動ネジ(外側のネジ)を回して

上げます(ねじを回す向きを覚えること)。横から見ながら、プレパラートを対物レンズにぶつけないように慎重に行います。

ストッパーでステージが止まっているのに無理に上げると壊れる。ストッパーの調節が悪くてステージが十分上げられないときは申し出ること。

6. 接眼レンズの間隔を自分の眼にあわせませす。顕微鏡は必ず両眼で見ます。接眼レンズの間隔を変えるとピントもずれるので先に間隔を調節します。
7. 右目でピントをあわせ、左目でもピントが合うように視度調節リングを調節します。
8. 接眼レンズをのぞきながら、粗動ネジ(外側のネジ)をステージを上げる向きに回しピントを合わせませす。像が見えたら像を見ながら微動ネジ(内側のネジ)を上下に動かしてピントを微調整します。失敗したら5からやり直します。

**像が見えていない状態でステージを上げる向きにネジを回さないこと。**

9. プレパラートを微動装置を使って動かし、観察したい部分を視野の中央に持ってきます。さらに。ピント、絞り、光源を調節し、鮮明な像が見えるようにします。

しぼりは光の量を調節するだけでなく、しぼりをあけるとピントの合う範囲がせまくなり、しぼるとピントの合う範囲が広がる。

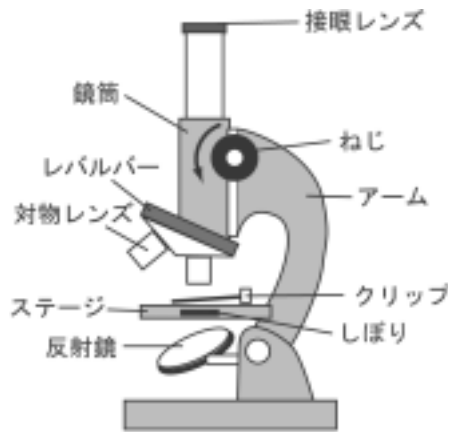
10. 倍率を高くするには、低倍率の対物レンズでピントを合わせ、観察したいものを視野の中央に持ってきます。次に、ネジを動かさずにレバルバーをゆっくり回して、高倍率の対物レンズをセットします。この時、横から見ながら対物レンズがプレパラートにぶつからないことを確認しながら行います。
11. 接眼レンズをのぞくとややぼけた像が見えるので像を見ながら微動ネジを上下に動かしピントの微調整を行います。いったんピントを合わせれば、対物レンズを換えてもピントは変わらないように顕微鏡は設計されています(同焦点)。

実際には少しずれる。ずれ方は顕微鏡によって異なるので自分の顕微鏡の癖を早く覚える。ピントあわせに失敗し、像が見えなくなったら、低倍率の対物レンズで再度ピントを合わせ直す(5からやり直し)。

像が見えていない状態でねじをステージを上げる向きに動かしてはならない

## 2.3 使い方（古いオリンパスなど）

図9：



1. 低倍率の接眼レンズ（7倍または10倍）を、鏡筒にセットします。
2. 前方から光がくるように机の奥に光源を置き、自分の体と直角に顕微鏡を置きます。
3. 低倍率の対物レンズ（10倍）をレボルバーを回してセットする。この時、レンズを持たないように注意します。
4. しぼりの穴を最大から二つ目ぐらいにします、視野全体が明るくなるように反射鏡を調節します。反射鏡は平面鏡を使用します。

図10：



凹面鏡は高倍率にして光量が足りないときに使用する。

5. ステージを水平にして、ステージの穴の中央に観察したい物が来るような位置にプレパラートをクリップで固定します。
6. 対物レンズをプレパラートにぶつかる直前まで図の への向きにネジを回して下げます（ねじを回す向きを覚えること）。横から見ながら、レンズをプレパラートにぶつけないように慎重に行います。

ストッパーがついている機種もある。ストッパーでレンズが止まっているのに無理に下げると壊れる。ストッパーの調節が悪くてレンズが十分下げられないときは申し出ること。

7. 接眼レンズをのぞきながら、ネジを鏡筒を上げる向きに回しピントを合わせます。像が見えたら像を見ながらねじを上下に動かしてピントを微調整します。失敗したら6からやり直します。

**像が見えていない状態で鏡筒を下げる向きにネジを回さないこと。**

8. プレパラートを動かし、観察したい部分を視野の中央に持ってきます。この時、上下左右が逆に見えているので動かしたい方向の逆にプレパラートを動かします。さらに、ピント、絞り、反射鏡を調節し、鮮明な像が見えるようにします。

しぼりは光の量を調節するだけでなく、しぼりをあけるとピントの合う範囲がせまくなり、しぼるとピントの合う範囲が広がる。

9. 倍率を高くするには、低倍率の対物レンズでピントを合わせ、観察したいものを視野の中央に持ってきます。次に、ネジを動かさずにレボルバーをゆっくり回して、高倍率の対物レンズをセットします。この時、横から見ながら対物レンズがプレパラートにぶつからないことを確認しながらおこないます。

図11：



10. 接眼レンズをのぞくとぼけた像が見えるので像を見ながらねじを上下に動かしピントの微調整を行います。いったんピントを合わせれば、対物レンズを換えてもピントは変わらないように顕微鏡は設計されています（同焦点）。

実際には少しずれる。ずれ方は顕微鏡によって異なるので自分の顕微鏡の癖を早く覚える。

11. ピントあわせに失敗し、像が見えなくなったら、低倍率の対物レンズで再度ピントを合わせ直します（ からやり直し）。

像が見えていない状態でねじを下向きへ動かしてはならない

12. 観察が終了したら、接眼レンズを外しふたをします。レボルバーを回して低倍率のレンズをセットし、鏡筒を下げ、箱に収納します。

## 2.4 問題

問1. 対物レンズを高倍率にすると、視野は

(明るくなる、暗くなる、変わらない)

問2. 絞りを絞ると、ピントの合う範囲(焦点深度)は

(広くなる、狭くなる、変わらない)

問3. 図のように視野の右下にあるものを視野の中央に持ってくるためには、プレパラートをどちらに動かせばよいか。

(右上、右下、左上、左下)

## 3. 多細胞生物のいろいろな細胞の観察

### 3.1 目的

1. 顕微鏡を使えるようにします。
2. 様々な種類の細胞の観察を行い共通の構造、種類によって異なる構造を知ります。
3. 染色や顕微鏡の種類によって見え方が異なることを知ります。

### 3.2 準備

#### 3.2.1 材料

タマネギ、カナダモ、ムラサキツユクサのおしべの毛、ヒトのほおの粘膜細胞

#### 3.2.2 器具・薬品

顕鏡用具(けんきょうようぐ) ようじ、ピンセット、かみそり、ろ紙、スポイト、枝付き針(えつきばり)、酢酸(さくさん) オルセイン(赤紫)

### 3.3 操作上の注意

1. 染色液は手や服につくと落ちないので取り扱いに注意します。
2. スライドガラス、カバーガラスは切り口を持ち、平面部分を持たないようにします。

### 3.4 固定と染色

酢酸オルセインには酢酸(さくさん)オルセインと呼ばれる赤紫の色素を酢酸に溶かしたものです。

酢酸は固定をオルセインは染色を行います。

#### 固定

ホルマリン、エタノール、酢酸、クロロホルムなどの薬品はタンパク質を固めてしまう作用を持っている。組織をこれらの薬品に浸すことでタンパク質を固め、細胞の構造を壊れにくくすることが出来る。

#### 染色

様々な染色液を使うと細胞の決まった部分を染めて見やすくする事が出来る。

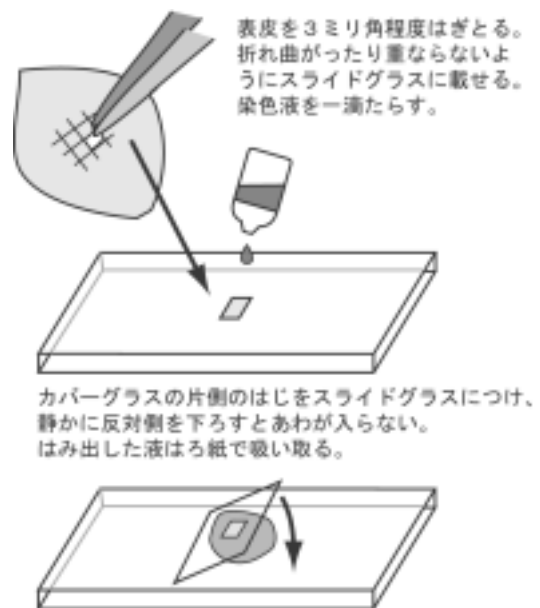
オルセインやカーミン、ヘマトキシリンは核を主に染める。

サフラニン(サフラニンは細胞壁。エオシン、ヨードチンキは細胞質。ヤヌスグリーンはミトコンドリアを染める。

### 3.5 タマネギの表皮細胞の観察方法

1. りんぺんの内側の表皮に図のようにかみそりで傷を付け2から3ミリ角の表皮をピンセットではぎ取ります。
2. スライドガラス上に試料(しりょう)をのせ、水を1滴垂らします。カバーガラスをかけ、はみ出した水はろ紙で吸い取ります。
3. 水の代わりに酢酸オルセインで固定染色(こていせんしょく)をします。この場合はすぐにカバーガラスをかけずに1~2分放置した後カバーガラスをかけます。

図12: タマネギの表皮組織の固定染色の方法。



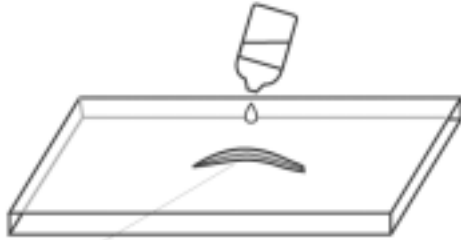
#### 3.5.1 観察のポイントと注意

1. 核、核小体、細胞壁(さいぼうへき)、細胞質(さいぼうじつ)、液胞を確認します。
2. ピントを変えて観察し、立体的な構造を考えます。
3. スケッチは細胞を1つを大きく描き、点や斜線(しゃせん)でごまかさずにきっちり線を引きます。また、ごみ、傷、泡など必要ないものは描かないようにします。
4. 材料、倍率、染色、各部の名称、色、気づいたことなど出来るだけ書き込みます。

### 3.6 カナダモの細胞の観察方法

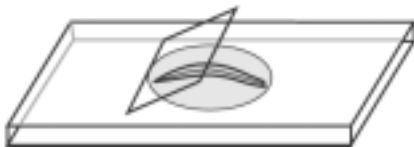
図 13:

葉の上面を上にしてスライドグラスに載せる。  
水を一滴たらしてカバーグラスをかぶせる。



そっているほうが上面。

カバーグラスをスライドグラスに密着させる。  
葉のそりが強くて浮き上がってしまうときは  
葉を小さく切ると良い



1. カナダモの葉を1枚取りスライドグラスに載せ、水を1滴垂らしてカバーグラスをかけます。余分な水はろ紙で吸い取ります。葉の上面を上になるように封入します。
2. 葉のそりが強くて、カバーグラスが浮いてしまうときは、葉を半分に切り小さくします。
3. 細胞が2層になっているため、細胞が重なって見えます。葉の上面の細胞が大きくて見やすい。40倍の対物レンズを使用し、しぼりをあげ、葉の上面の細胞の上側にピントを合わせます。

#### 3.6.1 観察のポイント

1. 細胞壁、葉緑体、液胞を確認します。
2. 葉緑体の動きで原形質流動を確認します。方向をスケッチに書き込みます。原形質流動が見られなかった場合はプレパラートをしばらく明るいところに放置した後、再度観察します。

### 3.7 ムラサキツククサのおしべの毛の観察方法

1. ムラサキツククサの花のおしべをはさみで切り取ります。
2. おしべからピンセットで毛を抜き取りスライドグラスに載せ水で封入します。

3. 毛は細長い細胞が1列につながってできています。適当な大きさの細胞を40倍の対物レンズで観察します。
4. 前にある顕微鏡を使い油浸100倍の対物レンズを使って観察します(1台しかないので交代で)。

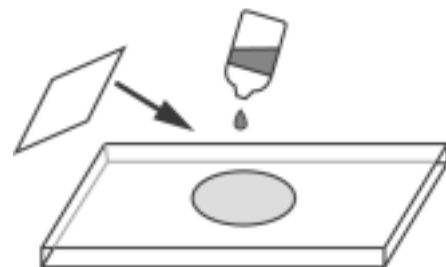
#### 3.7.1 観察のポイント

1. 細胞の中央には液胞があります。
2. 細胞のはじめに細胞質があります。
3. 細胞質中の粒子が移動している様子(原形質流動を観察します)

### 3.8 ヒトの粘膜上皮細胞の観察方法

図 14:

ようじをスライドグラスに擦り付ける。



粘膜細胞をなすりつけたあたりに  
メチレンブルーを滴下する。  
長めに放置しカバーグラスをかける。

1. ようじの丸い方でほおの内側を軽くこすり粘膜の細胞をとります。軽くこするだけで十分とれるので、力を入れすぎないように注意します。
2. ようじの先をスライドグラスになすりつけます。
3. 乾く前にメチレンブルーを1滴垂らし、1分程度放置した後、カバーグラスをかぶせ、はみ出した液はろ紙で吸い取ります。
4. 細胞壁がなく、細胞質は薄くしか染まらないので注意して探し、見栄えの良い細胞見つけたら最高倍率(対物40倍、接眼15倍)で観察します。

5. 無染色のものを教卓の前の位相差顕微鏡で観察します（一台しかないので交代で観察）。

### 3.8.1 観察のポイント

1. 核、細胞膜を確認。細胞が小さく染まり方も薄いので注意。
2. 核の周辺の顆粒を確認（ミトコンドリア）。

## 3.9 問題

- 問1. どの細胞にも共通な構造は何か。
- 問2. 動物と植物の細胞の違いは何か（違う部分の指摘だけでなく分だけでなく動物は・・・植物は・・・と答えること）
- 問3. カナダモの葉緑体が移動していた現象をなんと呼ぶか。

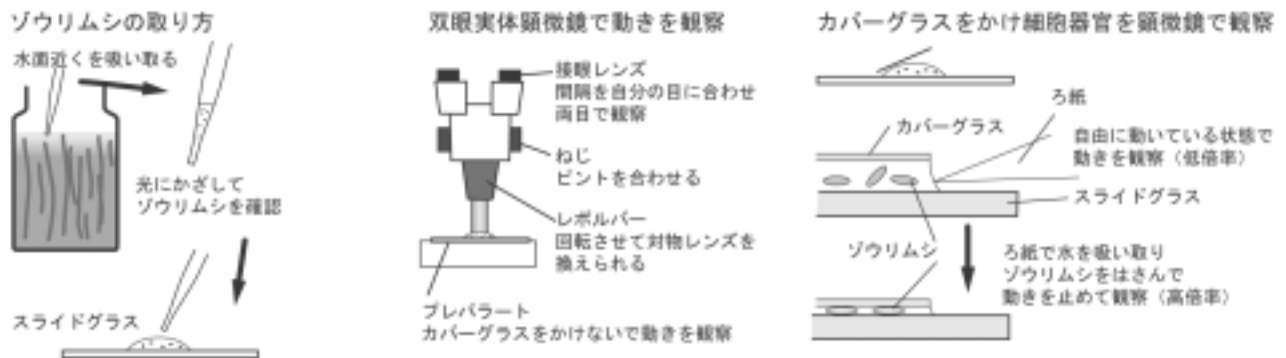


## 4. 単細胞生物（ゾウリムシ）の細胞の観察

### 4.1 目的

1. ゾウリムシを観察し、形、運動の特徴を観察します。
2. ゾウリムシの細胞器官（繊毛、大核、収縮胞、細胞口）を確認します。
3. 双眼実体顕微鏡の使い方を習得します。

図 15 :



### 4.2 準備

検鏡用具、パストゥールピペット、ゾウリムシ

### 4.3 方法

1. ゾウリムシは主に上層にいるので培養液の上層をパストゥールピペットで吸い取ります。吸い取る液は少量にして出来るだけ残った液を戻さないこと。培養液をかき混ぜないように注意します。
2. ピペットを光にかざしゾウリムシが入っていることを確認し、培養液をスライドグラスに滴下し、双眼実体顕微鏡でゾウリムシの大まかな形と運動を観察します。カバーグラスは使いません。
3. カバーグラスをかけ、スライドグラスとカバーグラスの間の水をあまり吸い取らずに低倍率で検鏡し、ゾウリムシが泳いでいる様子を観察します。
4. ゾウリムシと似た形の小さいものはテトラヒメナと呼ばれる小型の鞭毛虫類でゾウリムシではないので間違えないようにします。
5. ろ紙でスライドグラスとカバーグラスの間の水を少しずつ吸い取り、スライドグラスとカバーグラスの間隔を狭め、ゾウリムシをはさみ、動きを制限し高倍率で細胞器官を観察します。

水を吸い取りすぎてゾウリムシをつぶさないように注意。

### 4.4 実体顕微鏡の使い方

#### 4.4.1 特徴

1. 像が正しい向きに見えます。
2. 両目で見ることで立体的な像が見られます。
3. 接眼レンズとプレパラートの間の距離（ワーキングディスタンス）が大きく、解剖や容器ごと観察することが出来ます。

#### 4.4.2 使い方

1. 接眼レンズを自分の目の間隔に合わせ、必ず両目でのぞきます。両目でのぞくことで立体的な像が得られます。
2. 接眼レンズの根本の調節リングのない方の眼でピントを合わせ、次に調節リングのある方の眼は調節リングを回してピントを合わせます。
3. 光源が内蔵されていて透過照明と落射照明を切り替えられるので見やすい方で観察します。
4. 倍率は対物レンズのレボルバーを回すことで切り替えられます。

#### 4.4.3 観察のポイント

1. 運動の特徴を確認します。泳ぐ方向、泳ぐときの様子、障害物にぶつかったときの反応に注意します。

2. 細胞器官を観察（繊毛、口、収縮胞、食胞、大核、）します。
3. 2で収縮胞を確認できたら収縮の間隔を測定します。

#### 4.4.4 注意

1. パスツールピペットの先端部は不用意にふれるとけがの原因になります。注意して扱うこと。特に先端がおれると危険である。不用意にふれたり人に向けないこと。おれた場合はすぐに捨てること。
2. ピペットで培養液をかき混ぜないこと。