

# 第一章 細胞と個体の成り立ち

1] 細胞(cell)…ヒトの体は約 60 兆個の細胞からできている

(1) 細胞の発見と細胞説

① 1590 年頃… \_\_\_\_\_ [Netherlands] が \_\_\_\_\_ を発明

② 1665 年頃… \_\_\_\_\_ [England] が細胞を発見

← コルク片を観察し、小さな部屋(= \_\_\_\_\_)を発見

※ このとき実際に見たのは死んだ細胞の \_\_\_\_\_

③ 1674 年頃… \_\_\_\_\_ [Netherlands] が \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_ を発見

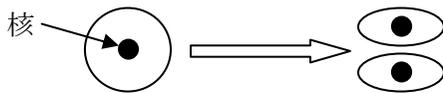
④ 1831 年… \_\_\_\_\_ [England] が核を発見

⑤ 1838 年… \_\_\_\_\_ [German] が「 \_\_\_\_\_ 」と発表

⑥ 1839 年… \_\_\_\_\_ [German] が「 \_\_\_\_\_ 」と発表

※ シュライデン・シュワンによって「 \_\_\_\_\_ 」という考えが生まれこの考えを \_\_\_\_\_ という

⑦ 1858 年… \_\_\_\_\_ [German] が \_\_\_\_\_ を観察



※ 「 \_\_\_\_\_ 」というスローガンのもとで細胞説が普及

(2) 細胞の観察

① 分解能といろいろな細胞の大きさ

ア) \_\_\_\_\_ …近接した 2 点を 2 点として見分けられる最小の間隔のこと

観察方法	分解能	観察例
肉眼	_____	大型の真核細胞
光学顕微鏡	_____	一般的な大きさの真核細胞・原核細胞・一般的な大きさの細胞小器官
電子顕微鏡	_____	小型の細胞小器官・生体膜・ウイルス・分子

イ) 細胞の大きさ

電子顕微鏡	0.2 $\mu$ m	光学顕微鏡	0.1mm	肉眼
DNA 分子(1nm) ATP 分子(2.5nm) ヘモグロビン分子(3nm) 細胞膜の厚さ(10nm) リボソーム(20nm) インフルエンザウイルス(100nm)	HIV(100nm)	ミトコンドリア(2 $\mu$ m) 大腸菌(3 $\mu$ m)	葉緑体(8 $\mu$ m) ヒト赤血球(7.5 $\mu$ m) クラミドモナス(20 $\mu$ m) アメーバ(40 $\mu$ m) ヒト精子(60 $\mu$ m) ミドリムシ(80 $\mu$ m)	ウニ卵(0.1mm) ヒト卵(0.14mm) ゾウリムシ(0.25mm) カエル卵(2mm) ニワトリ卵(2.5cm) ダチョウ卵(8cm) ヒト座骨神経(1m 以上)

※ 単位換算

$$1\text{m} = 10^2\text{cm} = 10^3\text{mm} = 10^6\mu\text{m} = 10^9\text{nm} = 10^{10}\text{\AA}$$

②肉眼

ア)大型の単細胞生物…\_\_\_\_\_

イ)多細胞生物の受精卵・卵…カエルの卵(2mm), \_\_\_\_\_(150 $\mu$ m), ウニ卵(100 $\mu$ m)

③光学顕微鏡

ア)一般的な大きさの単細胞生物…ミドリムシ(80 $\mu$ m), アメーバ(40 $\mu$ m)

イ)多細胞生物の一般的な真核細胞…ヒトの精子(60 $\mu$ m), \_\_\_\_\_(7~8 $\mu$ m), 酵母菌(10 $\mu$ m)

ウ)原核生物…\_\_\_\_\_ (3 $\mu$ m)

エ)一般的な大きさの細胞小器官…\_\_\_\_\_ (8 $\mu$ m), \_\_\_\_\_ (3 $\mu$ m)

④電子顕微鏡

ア)小型の細胞小器官…リボソーム(20nm)

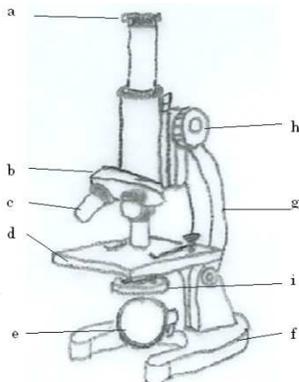
イ)\_\_\_\_\_ …細胞膜の厚さ(10nm)

ウ)\_\_\_\_\_ …インフルエンザウイルス(100nm), エイズウイルス(100nm)

エ)\_\_\_\_\_ …ヘモグロビン(3nm), DNA(1nm)

② 光学顕微鏡とマイクロメーターの使い方

(1)顕微鏡の各部の名称



◀光学顕微鏡

a \_\_\_\_\_

e \_\_\_\_\_

b \_\_\_\_\_

f \_\_\_\_\_

c \_\_\_\_\_

g \_\_\_\_\_ ( )

d \_\_\_\_\_

h \_\_\_\_\_

i \_\_\_\_\_

(2)光学顕微鏡の使い方

①顕微鏡は直射日光の当たらない明るい場所で、正しい姿勢で観察できる場所で使用する

← \_\_\_\_\_ ため

② \_\_\_\_\_ レンズを先につけてから対物レンズをつける

← \_\_\_\_\_ ため

③初めは低倍率で観察する

← \_\_\_\_\_ 倍率のほうが視野が \_\_\_\_\_ いので、観察材料が観察しやすいから

④接眼レンズをのぞきながら反射鏡を動かし、視野全体が最も明るくなるようにする

⑤プレパラートをステージの中央に置き、両端をクリップで留める

⑥レボルバーを回して、低倍率の対物レンズをセットする。横を見ながら調節ねじを回し、対物レンズの先をプレパラートに \_\_\_\_\_ づける。その後、接眼レンズを覗いて、プレパラートから対物レンズを \_\_\_\_\_ けながらピントを合わせる

← \_\_\_\_\_ ため

⑦プレパラートを動かし、観察対象が中央に来るようにする

→覗いているときに見える方向に動かす。例えば、右上に見えるなら\_\_\_\_に動かす

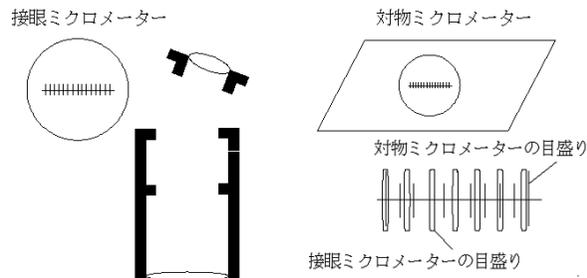
⑧絞りで光量を調節して、コントラストをつけて、見やすくする

(3)マイクロメーターの使い方

①接眼レンズの上部を回してレンズを外し、筒内に接眼マイクロメーターを入れ、レンズをもとに戻して、鏡筒にセットする。

②対物マイクロメーター(1目盛り\_\_\_\_)をステージに乗せ、低倍率で対物マイクロメーターに焦点を合わせ、接眼レンズを回して互いのマイクロメーターの目盛りを平行にする

③両方の目盛りが一致する2点を探し、その2点間距離をそれぞれ数え、次のように計算する



$$\text{接眼マイクロメーター1目盛りの大きさ}(\mu\text{m}) = \frac{\text{対物マイクロメーターの目盛り数}}{\text{接眼マイクロメーターの目盛り数}} \times 10(\mu\text{m})$$

④対物マイクロメーターを外し、プレパラートを乗せて、ピントを合わせる。

⑤観察対象が接眼マイクロメーターの何目盛り分に相当するか数え、1目盛りの大きさをかける

〔例題1〕 <計算>

問1 10倍の接眼レンズと10倍の対物レンズを用いたところ、対物マイクロメーターの8目盛りと接眼マイクロメーターの10目盛りが重なって観察された。この時、接眼マイクロメーターの1目盛りの大きさ( $\mu\text{m}$ )はいくらか。なお、対物マイクロメーターには1mmを100等分した目盛りが刻まれている。

問2 問1と同じ倍率である細胞を観察したところ、長径が接眼マイクロメーターの2目盛り分に相当した。この細胞の大きさ( $\mu\text{m}$ )はいくらか。

問3 問2の測定後、対物レンズだけを40倍の倍率のものに換えると接眼マイクロメーターの1目盛りの大きさはステージ上で何 $\mu\text{m}$ に相当するか。

〔解答〕

問1                      問2                      問3

## ③ 細胞の構成要素→細胞内の構造体を一般的に細胞小器官という

		特徴と働き	電顕像
核	核膜	球形, 大型 _____構造で_____をもつ 細胞分裂中には消失	
	核小体 (仁)	1~数個含まれる 細胞分裂中には消失 RNA とタンパク質からなり, リボソーム合成に関与	
	染色体	_____と_____からなり, 遺伝子が存在 細胞分裂時にのみ観察可能(普段は分散) DNA(4nm)→染色体(5μm)	
細胞膜		リン脂質と膜貫通タンパク質からなる二重膜層 _____・_____により細胞保護に働く 能動輸送を行う	
(植)細胞壁		_____を含み, 膨圧により細胞の保持に働く リグニンにより木化, クチンによりクチクラ化, スベリンによりコルク化 全透性	
ミトコンドリア		紡錘形 _____構造で内膜が_____構造(_____をとる 好気呼吸によりエネルギー(ATP)を産生	
(植)葉緑体 (色素体)		紡錘形。ミトコンドリアより大型 _____構造で内部に多数の袋状構造を含む _____を含む 光合成によりグルコースなどの有機物を合成する	
液胞		内部は糖やアミノ酸などを含む_____で満たされる _____に働く _____ (赤紫色素)を含む 浸透圧の調節, 膨圧による植物体の強化 成熟した植物細胞で発達 一部の動物細胞にも存在(小型)	

中心体	核付近に存在 直交する一対の中空構造(中心粒)からなる _____時に両極へ移動し, 紡錘糸の基点となる 鞭毛・繊毛形成に関与 精子を作る植物にも存在する	
ゴルジ体	扇平な袋が数枚重なった構造 タンパク質の修飾・濃縮・_____を行う 植物細胞では小型(電顕)	
電顕 リボソーム	ダルマ型 RNA とタンパク質からなる _____ (_____)の場となる	
電顕 小胞体	リボソームが付着した_____小胞体と, 平滑な滑面 小胞体に区別 物質の修飾・_____に働く	
電顕 ペルオキシソーム	加水分解酵素を含み, _____(細胞小器官の 分解等)に働く 食細胞で発達	
電顕 リソソーム	_____などの酸化還元酵素を含む ミクロボディ(微小体)とも呼ばれる	
細胞質基質	糖, 脂質, タンパク質などを含み, 細胞骨格をもつ 生細胞では_____が見られる 細胞の形の維持, 細胞分裂, 物質輸送等に関与	

※電顕印は電子顕微鏡でのみ観察可能であることをしめす

※色素体

	含有色素	存在場所	働き
葉緑体	クロロフィル	緑葉	光合成
有色体	カロテノイド	黄葉, 紅葉, 花卉	糖の貯蔵・昆虫の誘引
白色体(アミロプラスト)	なし	根	デンプンの合成・貯蔵

※細胞骨格→これらと結合して働くミオシン・キネシン・ダイニンなどをモータータンパク質  
という

細胞骨格	直径	成分	はたらき
マイクロフィラメント	6~7nm	アクチン	原形質流動・アメーバ運動・筋収縮
中間径フィラメント	10nm	ケラチンなど	核の固定・細胞に強度を与える
微小管	25nm	チューブリン	紡錘糸・鞭毛・繊毛・細胞内の物質輸送



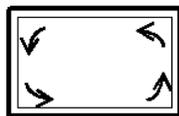
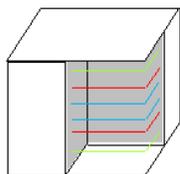
ミクロフィラメント



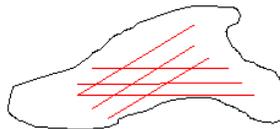
中間径フィラメント



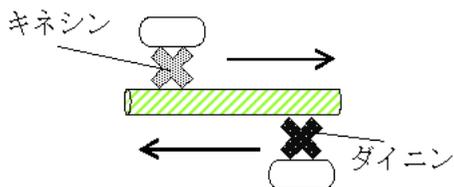
微小管



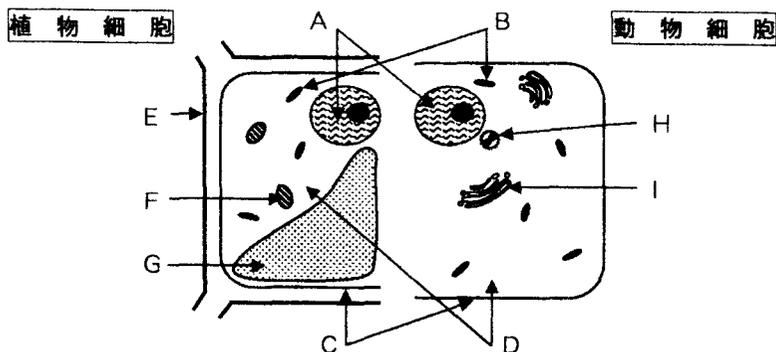
原形質流動



アメーバ運動



※動物細胞と植物細胞の光学顕微鏡像



※上図について

光学顕微鏡で、動物細胞・植物細胞のどちらでも観察できるもの

A:核 B:ミトコンドリア C:細胞膜 D:細胞質基質

光学顕微鏡では、植物細胞でのみ観察できるもの

E:細胞壁 F:葉緑体 G:液胞(一部の動物細胞にも存在するが、小型で観察できない)

光学顕微鏡では、動物細胞でのみ観察できるもの

H:中心体 I:ゴルジ体

※精子をつくる植物細胞にも存在

※植物細胞にも存在するが、少型で観察できない

※細胞小器官の生体膜

①膜なしの構造…中心体・リボソーム

②一重膜の構造…細胞膜・液胞・ゴルジ体・小胞体・リソソーム・ペルオキシソーム

③二重膜の構造…核・ミトコンドリア・葉緑体

④核の働き

細胞(原形質)は遺伝子の本体である DNA を含む核と核以外の細胞質に大別される

(1)アメーバの実験

⇒

(2)カサノリの実験

⇒

⑤原核細胞と真核細胞

	原核細胞	真核細胞
核膜	なし	あり
DNA	環状	鎖状(ヒストンあり)
生体膜をもつ細胞小器官	なし	あり

(1)原核生物

- ①細菌…大腸菌, 乳酸菌, 紅色硫黄細菌, 綠色硫黄細菌,  
硫黄細菌, 亜硝酸菌, 硝酸菌, 根粒菌, 肺炎双球菌

(注) \_\_\_\_\_・\_\_\_\_\_は真核生物(菌類)

- ②ラン藻類(シアノバクテリア)… \_\_\_\_\_,  
\_\_\_\_\_,  
アオコ・アナベナ

(2)真核生物の誕生… \_\_\_\_\_( )

①宿主である大型原核生物に小型の原核生物が共生して細胞小器官が生じたとする仮説

ア) \_\_\_\_\_の共生…ミトコンドリア

イ) \_\_\_\_\_の共生…葉緑体

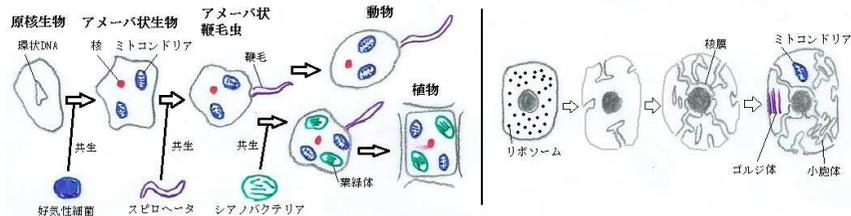
②共生説の根拠

ア) \_\_\_\_\_

→DNAの一部は核に移行しているため, 細胞外では分裂できない.

イ) \_\_\_\_\_

ウ)ミトコンドリアや葉緑体内のリボソームが原核生物のリボソームに酷似している



[6] 光学顕微鏡による細胞内構造の観察—押しつぶし法

①固定…生きていたときとほとんど同じ状態に保存すること

←固定液(ホルマリン・エタノール・酢酸・カルノア液)を用いる

↳無水エタノール：氷酢酸＝3：1

②解離…細胞どうしの接着を弱めること

←60℃に湯せんで温めた 3%の塩酸に 15 秒ほど浸す

③染色…特定の構造に色をつけ観察しやすくすること

ア)核(DNA)… \_\_\_\_\_( )・ \_\_\_\_\_( )・メチルグリーンピロニン(緑)

↳RNA を赤に染める.

イ)ミトコンドリア… \_\_\_\_\_( )・ TTC 溶液(赤)

ウ)ゴルジ体・液胞…ニュートラルレッド(赤)

エ)中心体・紡錘体…鉄テマトキシリン(黒)

オ)細胞壁… \_\_\_\_\_( )

④押しつぶし…カバーガラスをかけて押しつぶす

→細胞が薄くなってピントが合いやすい



◎生命の定義◎

① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

↳体内での化学反応

③ \_\_\_\_\_

※ウイルス…生物ではない。生物と無生物の間

☆Point☆

生命活動の証拠…動いている

→動くためには \_\_\_\_\_ がある

↳呼吸という化学反応(=\_\_\_\_)でつくる

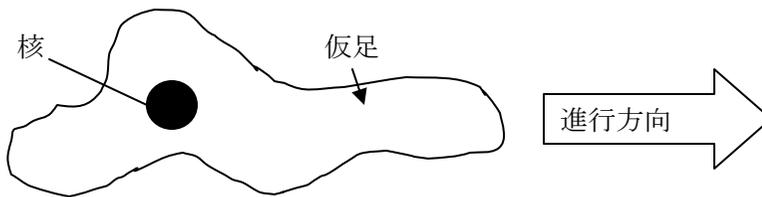
↳ \_\_\_\_\_ が関与

①体全体・部分…運動

②細胞内… \_\_\_\_\_

※アメーバ運動…細胞が流れるように動いて細胞の外形が変化する変形運動

例)アメーバ・好中球(白血球の一種)



<整理>細胞小器官の有無

	原核生物	菌類	藻類・コケ・シダ植物	種子植物	動物
核膜	×	○	○	○	○
細胞膜	○	○	○	○	○
細胞壁	○	○	○	○	×
ミトコンドリア	×	○	○	○	○
葉緑体	×	×	○	○	×
ゴルジ体	×	○(小型)	○(小型)	○(小型)	○
中心体	×	×	○	×	○
液胞	×	○	○	○	○(小型)
リボソーム	○	○	○	○	○

〔8〕細胞膜とその性質

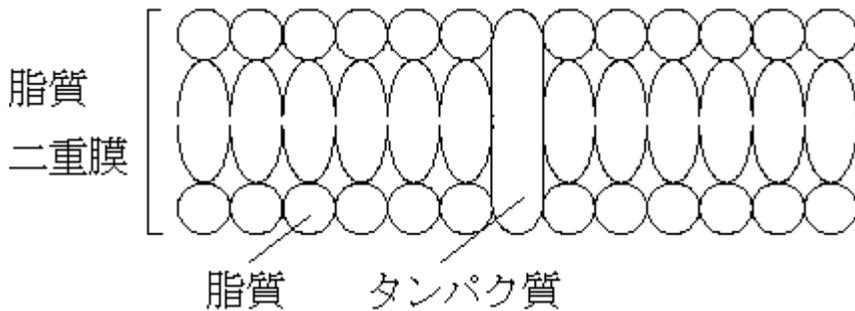
(1)成分… \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_

(2)構造… \_\_\_\_\_

(3)性質… \_\_\_\_\_ ・ \_\_\_\_\_

**STEP UP** 生体膜の構造と物質輸送

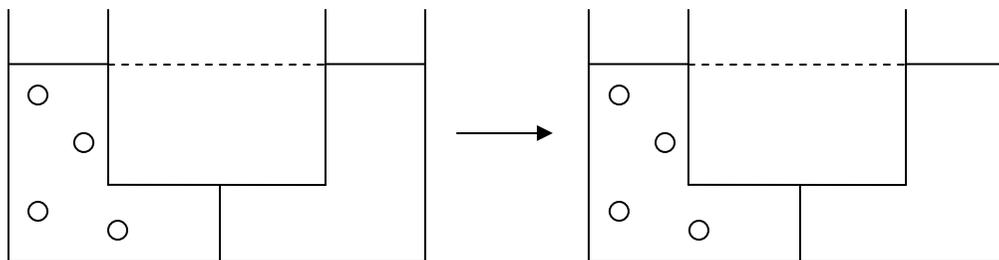
生体膜は、脂質やたんぱく質が組み合わさってできている。脂質の部分は細胞膜の基本構造を構成しており、脂質二重層を形成している。生体膜に存在するタンパク質は特定のイオンやグルコース、水などの受動輸送や能動輸送、各種物質の合成や分解などにかかわる。受動輸送では各物質ごとに特別な通路があり、イオンの場合は、カルシウムチャンネル、ナトリウムチャンネル、カリウムチャンネルなどが知られている。また、アミノ酸やグルコースのような水溶性有用分子は、このような生体膜にあるタンパク質を通して輸送される。また、能動輸送を行うナトリウムポンプ ( $\text{Na}^+ \cdot \text{K}^+ - \text{ATP}$  アーゼ) も同様に、このような生体膜上にあるタンパク質で構成されている。一方、生体膜における水の移動は近年まで謎に包まれていたが、1992年アフリカツメガエルの卵を用いた実験によって、水を通すチャンネル(アクアポリン)の存在が明らかになった。このアクアポリンは現在ではほぼすべての生物で存在が確認されている。このような生体膜に存在するタンパク質は膜タンパク質と呼ばれ、膜タンパク質は生体膜上にモザイクに存在する流動モザイクモデル(液体モザイクモデル)という考えがシンガーとニコルソンによって提唱された(1972年)。



9] 膜の透過性と浸透圧

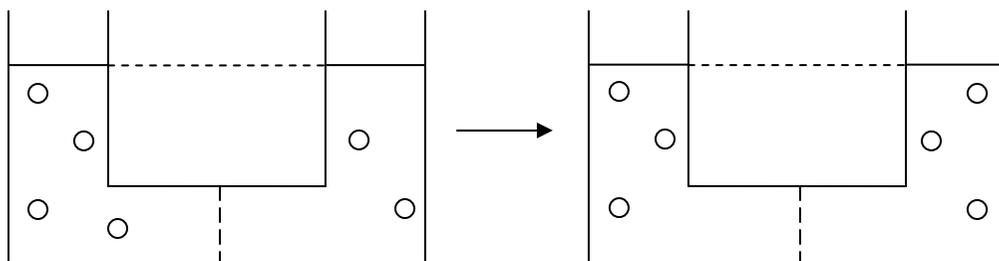
(1) \_\_\_\_\_…溶媒・溶質を共に\_\_\_\_\_膜(ラップフィルムなど).

→この膜を U 字管の仕切りにしても左の管と右の管に変化は見られない。



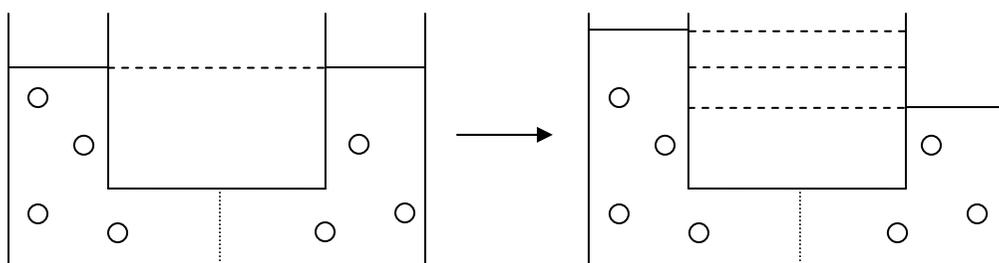
(2) \_\_\_\_\_…溶媒・溶質を共に\_\_\_\_\_膜(ろ紙・細胞壁など).

→この膜を U 字管の仕切りにすると、左右の管の濃度が等しくなる拡散が見られる。



(3) \_\_\_\_\_…溶媒は\_\_\_\_\_が、溶質は\_\_\_\_\_ (セロハン・細胞膜など).

→この膜を U 字管の仕切りにすると、濃度の高い方の水位が上がる。



(4) \_\_\_\_\_

半透膜を境にして濃度の違う水溶液同士が接しているときに、半透膜を通して水が浸透しようとするときの圧力。見かけ上は、濃度の高い方に水が移動し、水の移動量は水溶液の濃度に比例する。式で表すと次の通り。

$$\pi V = nRT \Leftrightarrow \pi = cRT \text{ (ファント・ホッフの公式)}$$

( $\pi$  : 浸透圧,  $V$  : 体積,  $n$  : 溶質の物質質量,  $c$  : 溶質のモル濃度,  $R$  : 気体定数,  $T$  : 絶対温度)

10 物質の輸送

(1) \_\_\_\_\_ …膜にあるタンパク質が関与→受動輸送・能動輸送

例)ブドウ糖・アミノ酸・イオン( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ etc)

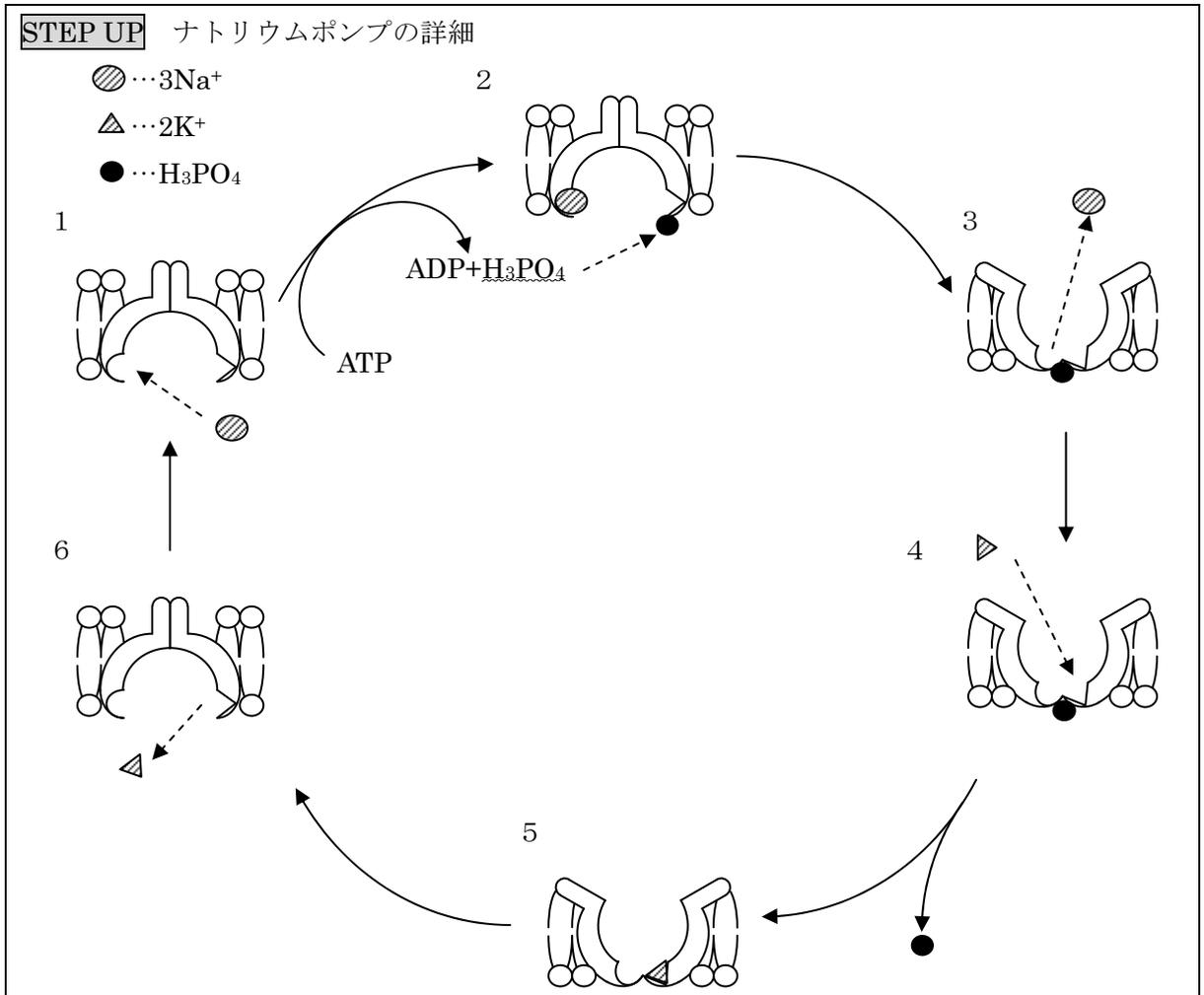
(2) \_\_\_\_\_ … \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

(3) \_\_\_\_\_ … \_\_\_\_\_ → \_\_\_\_\_

① \_\_\_\_\_ ( \_\_\_\_\_ )

ア)  $\text{Na}^+$ を細胞\_から細胞\_へ輸送.

イ)  $\text{K}^+$ を細胞\_から細胞\_へ輸送.



②能動輸送の利用

ア)小腸の柔毛などでのグルコースの吸収

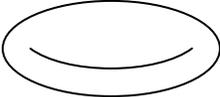
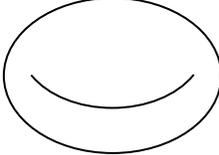
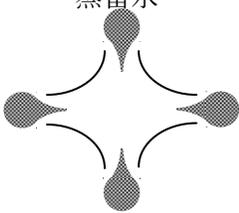
イ)植物の根で栄養分吸収

11 細胞膜と水の出入り

細胞を溶液に浸すと細胞内から水が流出して、細胞が収縮する溶液を\_\_\_\_\_といい、細胞を溶液に浸すと細胞内に水が流入し、細胞が膨張する溶液を\_\_\_\_\_という。また、細胞を浸しても、見かけ上、水の出入りがなく、細胞の大きさも変化しない溶液を\_\_\_\_\_という。

(1)動物細胞と浸透圧

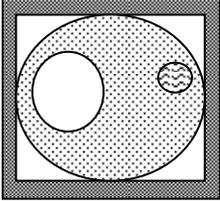
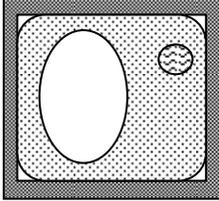
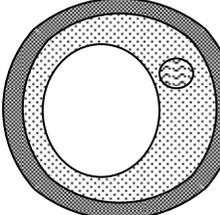
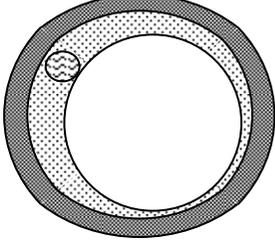
例)赤血球を浸す

高張液	等張液	低張液	蒸留水
			
縮む	変化なし	膨らむ	破裂する( )

※ \_\_\_\_\_ (ヒト: \_\_\_\_\_, カエル: \_\_\_\_\_)・ \_\_\_\_\_ などが等張液の例

※ “溶血” という用語は赤血球が被検体であるときのみ使う

(2)植物細胞と浸透圧…細胞壁は \_\_\_\_\_, 細胞膜は \_\_\_\_\_ であることに注意

高張液	等張液	低張液	蒸留水
			
_____	_____	膨らむ	緊張状態

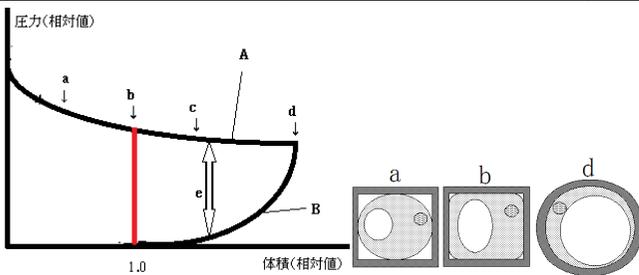
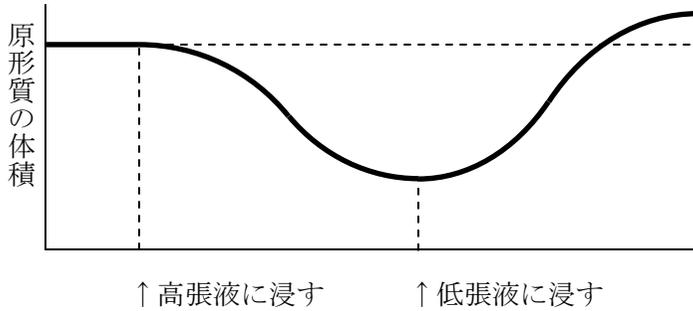


図 1 の A は細胞の浸透圧を表わし、B は膨圧(細胞内から細胞外へ向って働く力)を表わす。e は \_\_\_\_\_ (= \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_) = \_\_\_\_\_ を表わす。

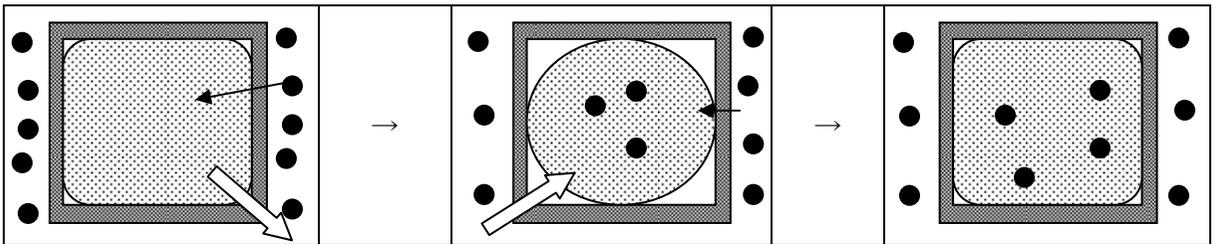
- ①緊張状態…一般的に植物細胞はこの状態にあり、細胞の様子は図 2-①のようになっている。この状態は図 1 では d の状態で、蒸留水に浸したときにも得られる。このとき、外液の浸透圧と膨圧はつりあっている(吸水力は \_\_\_\_\_)。
- ②限界原形質分離…細胞の様子は図 2-②のようになっている。この状態は図 1 では b の状態で、等張液に浸した時に得られる。
- ③原形質分離…細胞の様子は図 2-③のようになっている。この状態は図 1 では a の状態で、高張液に浸した時に得られる。また、原形質分離の状態にある植物細胞を低張液に浸すと \_\_\_\_\_ が見られる。(図 2-③→図 2-②)

※原形質復帰



※植物細胞を高張な尿素液中に浸す

→尿素は透過速度において水には劣るが細胞膜を通過できる



※細胞膜と細胞壁の比較

	透過性→細胞の保護	硬さ→細胞の保持	関与する圧力
細胞膜	半透性 ○	伸縮する ×	浸透圧
細胞壁	全透性 ×	硬い ○	膨圧

※細胞壁を厚くすると、膨圧は\_\_\_\_\_が、浸透圧は\_\_\_\_\_

〔例題 2〕 <計算>

一般に、植物細胞にはペクチンやセルロースを主成分とする細胞壁があり、浸透圧によって細胞内に入ってきた水により生じる膨圧を支えている。細胞壁を酵素で処理すると、個々の細胞は球状になる。これをプロトプラストと呼ぶ。

問 1 0.25mol のショ糖液中で限界原形質分離の状態になる植物細胞を、無処理のまま蒸留水に浸しておくと、体積がもと(限界原形質分離のとき)の 1.25 倍になった。1.00mol のショ糖液の浸透圧が 24.00 気圧であったとすれば、もとの細胞の浸透圧は何気圧か。

問 2 蒸留水に浸した細胞の浸透圧は何気圧か。

問 3 この細胞を 0.15mol のショ糖液に浸しておくと、体積はもとの 1.15 倍になった。このときの細胞の膨圧は何気圧か。小数点第 3 位を四捨五入して求めよ。

問 4 この細胞を高張のショ糖液中で酵素を用いてプロトプラストにし、再び 0.25mol のショ糖液に浸すと、無処理のときと同じ体積になった。このプロトプラストを 0.20mol のショ糖液に浸すと、体積は何倍になるか。ただし、プロトプラストは細胞膜が破れて内容物が外に出ることはないものとする。

問 5 このときのプロトプラストの浸透圧は何気圧か。

[解答]

問 1

問 2

問 3

問 4

問 5

[解説]

外液浸透圧 C1	内液浸透圧 C2	細胞体積 V	細胞浸透圧 P
0.25mol/L	0.25	1.00	問 1
0mol/L(蒸留水)		1.25	問 2
0.15mol/L		1.15	問 3(膨圧)
0.20mol/L	0.20	問 4	問 5

☆point☆

浸透圧計算公式

①  $P : C = P' : C'$

②  $P \cdot V = P' \cdot V'$

③  $C \cdot V = C' \cdot V'$

④ 吸水力 = 細胞浸透圧 - 膨圧

⑤ 吸水力 = 外液浸透圧(平衡状態)

問 1

問 2

問 3

問 4

問 5

12 単細胞生物…ゾウリムシ・アメーバ・ミドリムシ・クラミドモナス・クロレラなど  
 →一つの細胞ですべての生命活動を行うので、特殊な細胞小器官が発達している  
 (1)ゾウリムシ

- \_\_\_\_\_…運動に関与
- 大核…栄養に関与
- 小核…生殖に関与
- 細胞口…食物の取り込みに関与
- 細胞咽頭…食物の運搬に関与
- 食胞…食物の消化に関与
- \_\_\_\_\_…浸透圧調節に関与  
 →放水

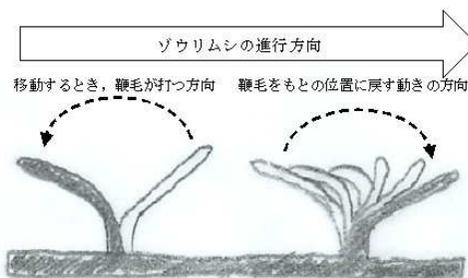
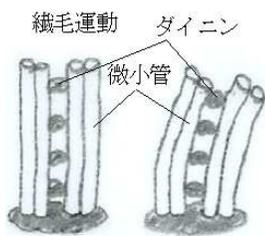
(2)その他の単細胞生物

細胞小器官	特徴・はたらき
	数が多く短い毛，運動にはたらく
	数が少なく長い毛，運動にはたらく
	水分の排出を行う，浸透圧・体積の保持にはたらく
食胞	消化にはたらく
仮足	運動にはたらく
細胞口	食物の取り込みにたらく
細胞肛門	不消化物の排出にはたらく
核	遺伝子を含む。ゾウリムシは2個(大核=栄養核・小核=生殖核)

※細胞観察時には\_\_\_\_\_または\_\_\_\_\_に入れる

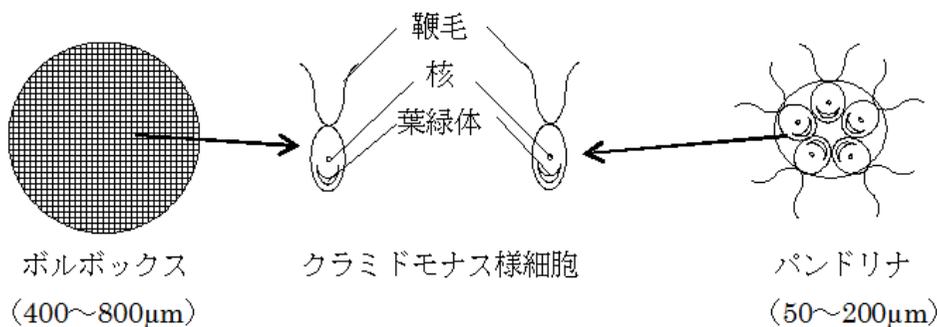
↳運動を止める

↳粘性が高い



13 細胞群体…ヨツメモ・パンドリナ・ユードリナ・ボルボックス(オオヒゲマワリ)など

→多数の細胞(100~1万個程度)がゆるく結合し、細胞間の分業がみられる(細胞の分化は不完全)



14 多細胞生物…機能・形が分化した細胞が集まって組織や器官をつくり、個体として機能する

(1)植物の体制…細胞→組織→組織系→器官→個体

①組織

ア)分裂組織…体細胞分裂を行う若い細胞からなる ⇨ 体細胞分裂

		植物体の____成長に働く
		植物体の____成長に働く

イ)永久組織

表皮組織	表面を覆い内部を保護する	クチクラ層が発達した一層の表皮細胞からなる
通道組織	物質の運搬に働く	道管(死細胞), 仮道管(死細胞), 師管
柔組織	光合成や物質の貯蔵に働く	柔細胞からなる同化組織, 貯蔵組織, 分泌組織
機械組織	植物体の支持に働く	木化した厚壁組織(死細胞), 厚角組織, 繊維組織(死細胞)

※分裂組織と永久組織の比較

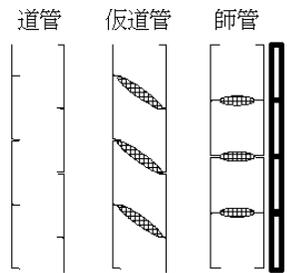
	細胞の大きさ	核の大きさ	細胞壁	液胞
分裂組織の細胞	小さい	一定	薄い	小さい
分化細胞	大きい	一定	厚い	大きい

②組織系

_____	表皮組織…表皮細胞,孔辺細胞,根毛	
(表面を覆い,内部を保護)		
_____		通道組織…道管,仮道管
		柔組織…木部柔細胞
		機械組織…木部繊維
(物質運搬,体の支持)		通道組織…師管,伴細胞
		柔組織…師部柔細胞
		機械組織…師部繊維
_____		柔組織
		柔組織
(光合成,物質の貯蔵など)		

cf.道管, 仮道管, 師管

	細胞		伴細胞	通過する物質
道管	死細胞	なし	なし	水・無機塩類
仮道管	(木化)	斜めで壁孔が存在		
師管	無核生細胞	小孔のあいた師板	あり	光合成産物

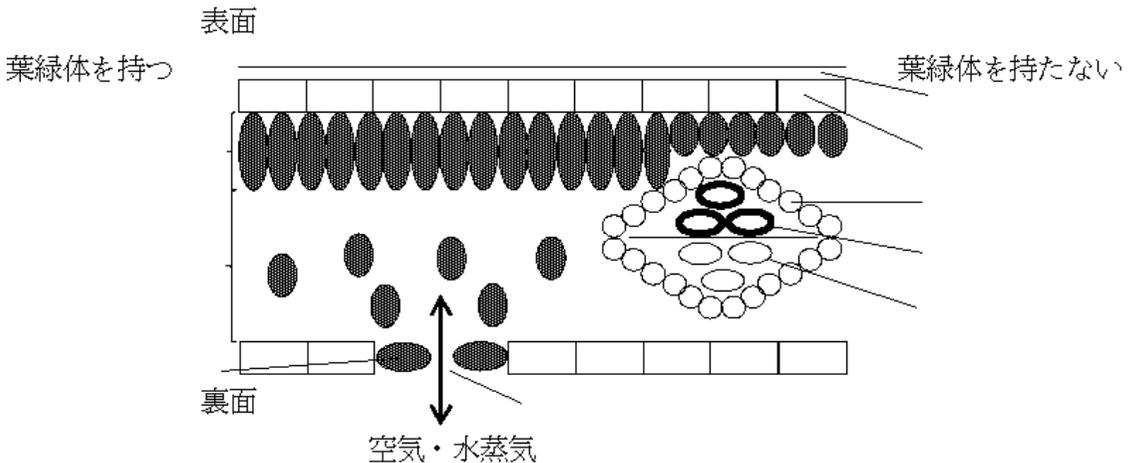


③器官

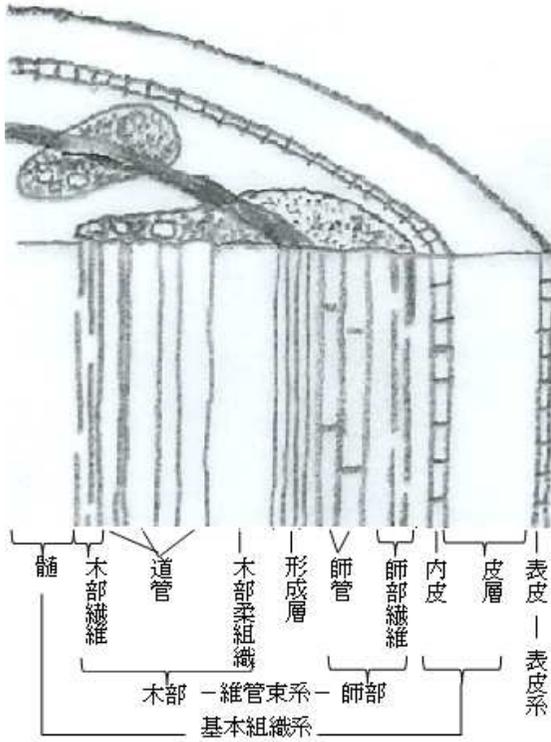
ア)生殖器官…花, 種子

イ)栄養器官…葉, 茎, 根

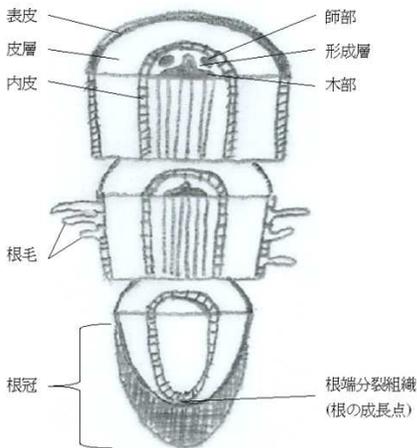
a.葉の構造



b. 茎の構造



c. 根の構造



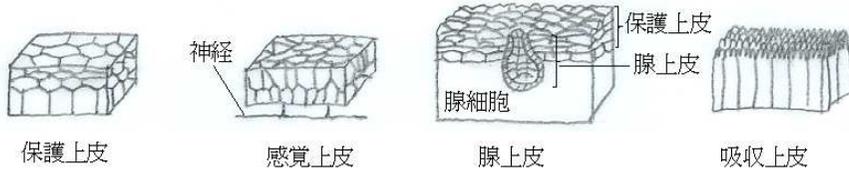
※植物の体制

			維管束	道管	仮道管	師管	形成層	例
種子	被子	双子葉						サクラ, ホウセンカ, ツバキ
		単子葉						イネ, トウモロコシ, ツユクサ
	裸子						イチヨウ, ソテツ, マツ, スギ	
シダ								ワラビ, ゼンマイ, クラマゴケ
コケ								ゼニゴケ, ミズゴケ, スギゴケ

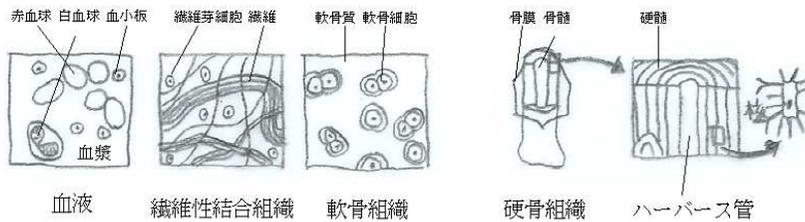
(2)動物の体制…細胞→組織→器官→器官系→個体

①組織

ア)上皮組織…体の外表面や血管・消化管などの内表面を覆う。細胞どうしが隙間なく密着



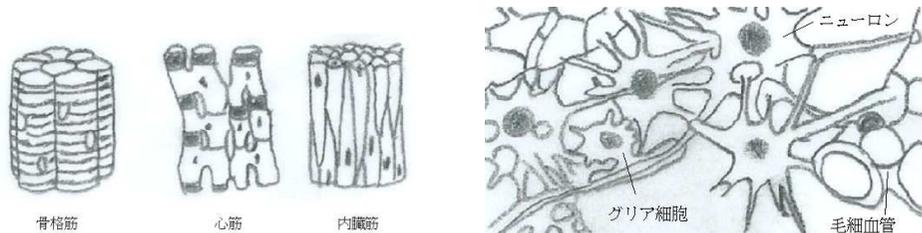
イ)結合組織…体内で最も割合が高い。細胞間物質が多く、細胞どうしが離れている



ウ)筋組織…収縮性に富む筋細胞(筋繊維)からなる

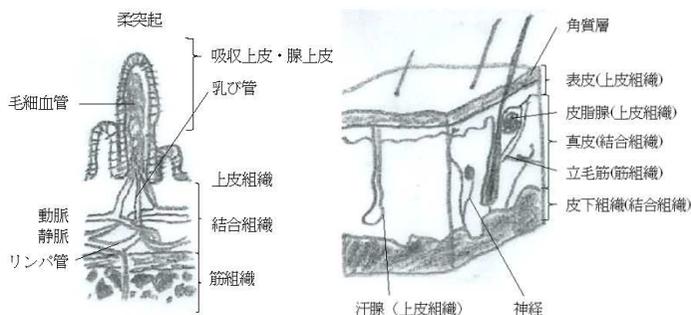
	場所	種類	細胞構造	力	筋疲労	随意性	神経支配
骨格筋	骨の周辺	横紋筋 (横紋あり)	長い, 多核	強い	しやすい	随意	運動神経
心筋	心臓		枝分かれ, 単核				
内臓筋	内臓, 血管	平滑筋 (横紋なし)	長い紡錘形, 単核	弱い	しにくい	不随意	自律神経

エ)神経組織…興奮を伝える。突起を持つニューロン, シュワン細胞, グリア細胞などで構成  
→中枢神経(脳, 脊髄), 末梢神経(感覚神経, 運動神経, 交感神経, 副交感神経)



②器官…いくつかの組織が集まって、機能的にまとまりのある器官をつくる

例)小腸・皮膚



## ③器官系…連携して働く器官の集まりを器官系と呼ぶ

器官系	
皮膚系	皮膚, 毛, 爪
消化系	食道, 胃, 小腸, 大腸, 肝臓, 膵臓, 胆のう
呼吸系	肺, 気管
循環系	心臓, 血管, 血液, リンパ管, リンパ液
排出系	腎臓, 膀胱, 輸尿管, 尿道
内分泌系	脳下垂体, 甲状腺, 副甲状腺, 副腎, 膵臓
感覚系	視覚器, 聴覚器, 嗅覚器, 味覚器
神経系	脳, 脊髄, 末梢神経
筋肉系	骨格筋, 心筋, 内臓筋
生殖系	卵巣, 精巣, 輸卵管, 輸精管
骨格系	頭骨, 脊椎骨, 四肢の骨

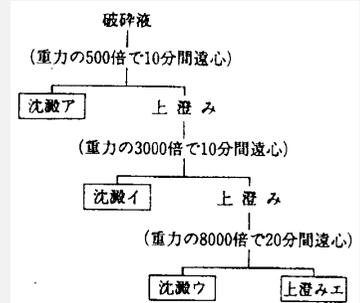
## 〔例題 3〕 &lt;知識&gt;

温和な条件下で植物細胞をすりつぶして破碎液を作り、右図のような遠心分画を行った。

問1 分画ア～エに分離された構造体を、次の①～④からそれぞれ一つ選べ。

①葉緑体 ②ミトコンドリア ③リボソーム ④核

問2 コハク酸脱水素酵素はどの分画に多く含まれるか。



## 〔解答〕

問1 ア イ ウ エ 問2

## 〔例題 4〕 &lt;知識・計算&gt;

光学顕微鏡による細胞構造の観察について、下の各問いに答えよ。

問1 15倍の接眼レンズと10倍および40倍の対物レンズがついている顕微鏡がある。これを用いて(a)ショウジョウバエの唾腺染色体、(b)ツバキの葉の断面構造を観察したい。次の①～④からそれぞれの観察に適切な操作を一つずつ選べ。

①はじめから10倍の対物レンズを用いて観察する。

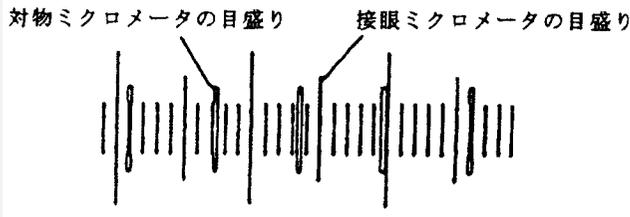
②はじめから40倍の対物レンズを用いて観察する。

③はじめに10倍の対物レンズを用いて観察し、次に40倍の対物レンズに変えて観察する。

④はじめに40倍の対物レンズを用いて観察し、次に10倍の対物レンズに変えて観察する。

問2 接眼マイクロメーターを装着した顕微鏡で対物マイクロメーターをのぞくと下図のように見

えた。次に同倍率である微生物の長径を測定したところ、接眼マイクロメーターの2目盛りに相当した。この微生物の長径はいくらか。なお、対物マイクロメーターの1目盛りは1mmを100等分したものである。



問3 問2の観察では10倍の対物レンズと10倍の接眼レンズを用いていた。ここで対物レンズを40倍に変えると、視野内において接眼マイクロメーターの1目盛りが表す長さはいくらになるか。

問4 次の①～⑧のうち、光学顕微鏡では観察できないものを二つ選べ。

- ①ゾウリムシ ②大腸菌 ③ヒトの卵 ④ヒトの精子 ⑤ヒトの赤血球の核  
⑥ヒトの赤血球のヘモグロビン ⑦ミトコンドリア ⑧葉緑体

[解答]

問1 (a) (b) 問2 問3 問4

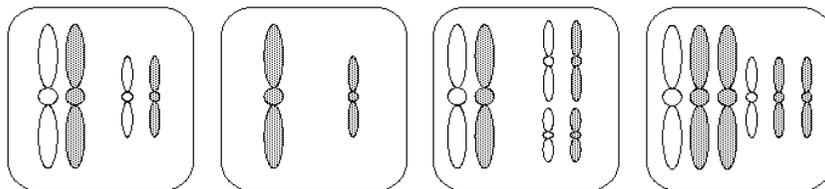
15 核相…相同染色体の組合せ

※相同染色体…同形同大の染色体

①受精の際に、両親から1本ずつ受け継ぐ

②減数分裂の際に、対合した後に別々の娘細胞へ分配される

(1)二倍体(複相) (2)一倍体(单相) (3)二倍体(複相) (4)三倍体



	(1)	(2)	(3)	(4)
染色体数	本	本	本	本
核相				

## 16 細胞分裂

(1)体細胞分裂…多細胞生物は主に成長，単細胞生物は増殖の為にを行う

- ①動物…皮膚や骨髄で盛んに見られる
- ②植物…主に分裂組織で見られる
- ③分裂の意義…細胞成長による個体成長に比べると

ア)細胞数が増加するので，様々な\_\_\_\_\_ができる

イ)細胞の表面積の割合が下がらないので，\_\_\_\_\_個体成長できる

(2)減数分裂…生殖細胞をつくる為に行う

- ①動物…\_\_\_\_\_をつくる時に行う☞配偶子の形成
- ②植物…\_\_\_\_\_をつくる時に行う☞生活環
- ③分裂の意義…単相にすることで，生殖時に\_\_\_\_\_できる

## 17 体細胞分裂

(1)間期

- ①G<sub>1</sub>期…DNA合成準備期。細胞成長が起こる
- ②S期…\_\_\_\_\_
- ③G<sub>2</sub>期…分裂準備期

cf.G<sub>0</sub>期…分化細胞

(2)前期

- ①染色体が太く凝縮し，\_\_\_\_\_する
- ②核膜・核小体の消失
- ③紡錘体の形成開始

(3)中期

- ①染色体が\_\_\_\_\_に並ぶ
- ②紡錘糸が染色体の動原体と結合し，紡錘体完成
- ア)動物…中心体が\_\_\_\_\_を形成，紡錘体形成
- イ)植物…中心体がないため，極帽を起点に紡錘体形成

(4)後期…各染色体の染色分体どうしが\_\_\_\_\_面で分かれ両極に分離する

(5)終期

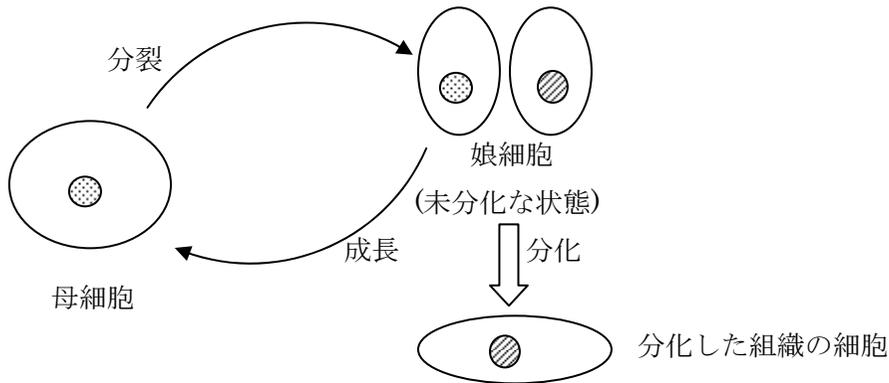
- ①染色体が細く分散し，見えなくなる
- ②核膜・核小体の復活，紡錘体の消失
- ③細胞質分裂

ア)動物…\_\_\_\_\_により，\_\_\_\_\_から二分

イ)植物…\_\_\_\_\_により，\_\_\_\_\_から二分

**STEP UP** 分化の調節

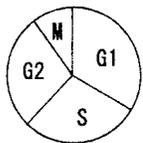
特定の形や働きを持たない未分化な細胞の段階では、分裂に関係している遺伝子が働いているが、分化に関係する遺伝子が働き始めると、特定の形や働きを持った細胞に分化していく。



☆point☆

細胞周期の計算

- ①世代時間＝細胞数が2倍になるのに要する時間
- ②観察される各期の細胞数の割合が、各期が要する時間の割合に一致する



《前提条件》

- a.各細胞の分裂速度が等しい(細胞周期が等しい)
- b.各細胞の分裂が非同調的(ランダム)である

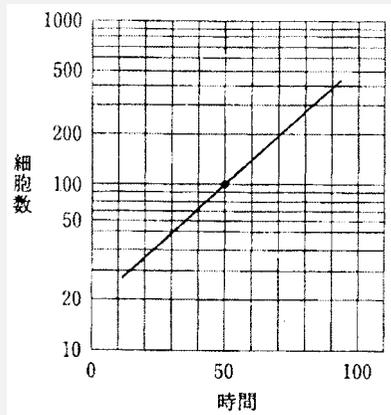
- ③チミジンの取り込みはS期にのみ行われる

→S期の先頭と最後尾をマーク

- ④DNA量→分裂の時期と対応
- ⑤細胞数→各期の長さに対応

〔例題5〕 <計算>

同一組織から取り出した細胞集団を観察したところ、右のグラフが得られた。この細胞集団の細胞周期を求めよ。



〔解答〕

## 〔例題 6〕 &lt;計算&gt;

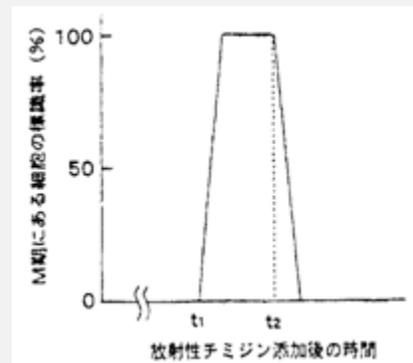
タマネギの根端細胞 200 個を顕微鏡観察したところ、下表の結果になった。1 回の分裂に要する時間を 20 時間とすると、後期に要する時間は何時間と考えられるか。

前期	中期	後期	終期	間期
20 個	10 個	3 個	7 個	160 個

## 〔解答〕

## 〔例題 7〕 &lt;計算&gt;

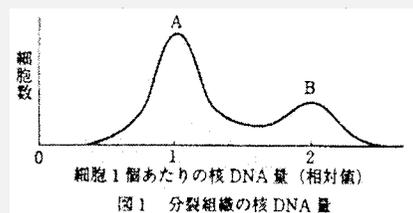
分裂を繰り返す細胞集団に放射性チミジンを短時間与えた後、放射性チミジンを含まない通常培地で培養を続け、一定時間ごとに「各期のすべての細胞数」と「放射性チミジン標識された M 期の細胞数」を計測し、図の結果を得た。放射性チミジンを与えた時間は無視できるとする時、図中の  $t_1$  および  $t_2$  を G<sub>1</sub> 期, S 期, G<sub>2</sub> 期, M 期の長さを用いて記せ。



## 〔解答〕

## 〔例題 8〕 &lt;知識&gt;

図 1 のピーク A, B はそれぞれ細胞周期のどの時期の細胞数か。



## 〔解答〕

ピーク A                  ピーク B

cf. 分裂時期によって色が変わる蛍光物質を染色体内に埋め込み、色によって分類するため、図 1 には誤差がある。

18 中心体の働き

(1)中心体は間期に複製され、前期に両極に移動する

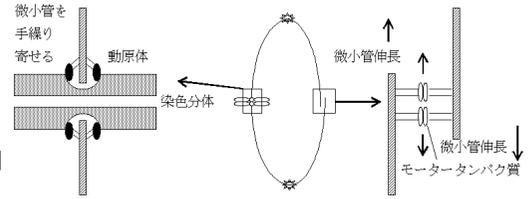
(2)中心体は多数の微小管(= \_\_\_\_\_)を伸ばし、  
\_\_\_\_\_を形成する

cf. \_\_\_\_\_で阻害される

(3)微小管は染色体の \_\_\_\_\_に付着する「 \_\_\_\_\_」

(4)微小管が伸長しながらスライドすることで、  
染色体が両極に移動する

※原核生物は \_\_\_\_\_を行う



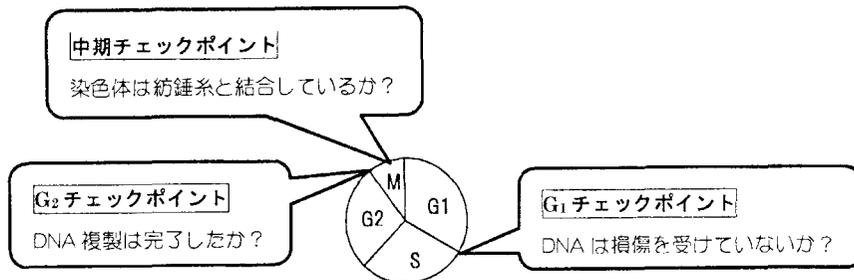
cf.細胞周期の制御

(1)細胞周期の各段階に \_\_\_\_\_があり、異常があれば進行を止めて修復を行う

修復が不可能な場合、 \_\_\_\_\_を誘導する遺伝子を活性化させ、細胞死に導く

→遺伝子の変異により進行を制御できず、異常増殖する細胞= \_\_\_\_\_細胞

(2)制御にはサイクリン依存性タンパクキナーゼ(Cdk)とサイクリン(Cdk 調節因子)の結合が関与する細胞周期の進行に伴って各サイクリンの量を変化させ、サイクリン Cdk 複合体の量を調節する



19 減数分裂…1つの娘細胞から4つの母細胞が生じる

(1)第一分裂…核相が複相から単相になる。

①前期…核内に広がっていた細い糸状の染色体が凝縮して、太く短い紐状になる。更に、相同染色体同士が平行に並んで接着(対合)する。これを二価染色体という。このとき、対合した2つの相同染色体はいずれも複製されており、それぞれ縦断している。したがって、二価染色体は4つの染色分体で構成されていることになる。

②中期…二価染色体が赤道面に並び、紡錘糸が動原体に付着して紡錘体ができる。

③後期…二価染色体を構成していた相同染色体が対合面で分離し、それぞれ両極へ移動する。

④終期…細胞質が二分される。

(2)第二分裂…核相は変化しない。

第二分裂はほぼ体細胞分裂と同様の過程をたどる。中期には縦裂した染色体が赤道面に並び、後期には染色体が縦裂面で分離して、それぞれ両極へ移動する。

## &lt;整理&gt;第一分裂と第二分裂の比較

	第一分裂	第二分裂
染色体が分離する面		
体細胞分裂と		

## &lt;整理&gt;体細胞分裂との比較

	体細胞分裂	減数分裂
分裂の回数	1回ずつ	
相同染色体	対合しない	
核相(染色体数)	不変	

## 20 細胞分裂の観察

(1)体細胞分裂の観察…タマネギの根端，ムラサキツユクサの若いつぼみの\_\_\_\_\_

(2)減数分裂の観察…ムラサキツユクサの若い\_\_\_\_\_

(注)開花直前・開花後はおしべの約では，\_\_\_\_\_しているため観察に適さない

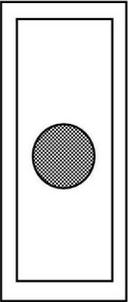
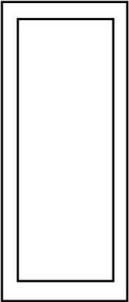
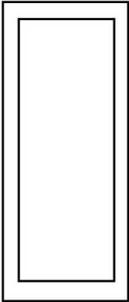
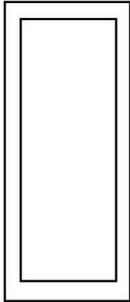
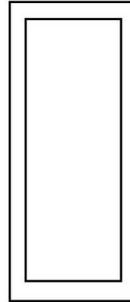
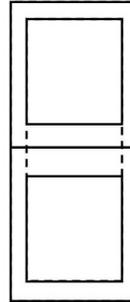
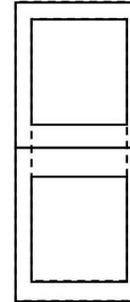
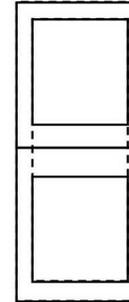
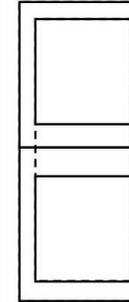
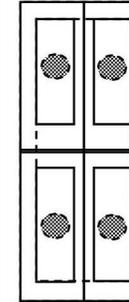
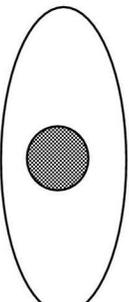
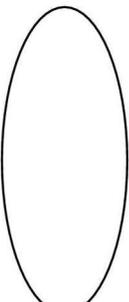
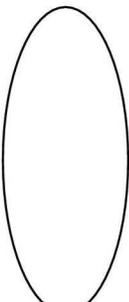
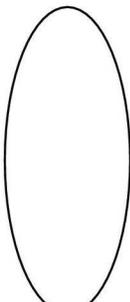
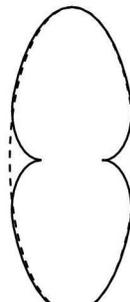
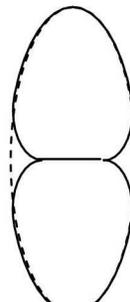
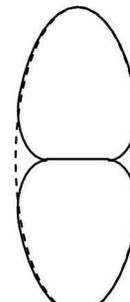
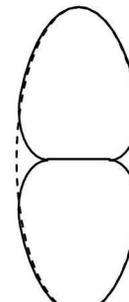
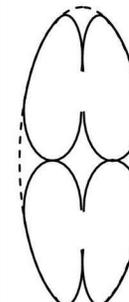
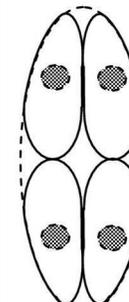

4-----

3-----

2-----

1-----

0-----

間期	第一分裂				第二分裂				間期
	前期	中期	後期	終期	前期	中期	後期	終期	
									
									
4----- 3----- 2----- 1----- 0-----									