

# 平成17年度 個別学力試験問題

## 理 科 (120分)

- 第一学群 (自然科学類)※地理歴史を選択する者は、地学を除いた理科1科目と合せて120分
- 第二学群 (生物学類, 生物資源学類)
- 第三学群 (情報学類, 工学システム学類, 工学基礎学類)
- 医学専門学群 (医学類, 看護・医療科学類(医療科学主専攻))  
(看護・医療科学類(看護学主専攻)は、1科目選択で60分)
- 図書館情報専門学群 (試験時間は、60分)

### 目 次

物	理	.....	1
化	学	.....	5
生	物	.....	13
地	学	.....	22

### 注 意

1. 問題冊子は1ページから29ページまでである。
2. 受験者は、下表の志望する各学群・学類の出題科目を解答すること。

学類・専門学群		出 題 科 目				備 考
		物理	化学	生物	地学	
自	然 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答又は地理歴史を選択する者は地学を除いた○印から1科目選択
生	物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生	物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
情	報 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
工	学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
工	学 基 礎 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印から1科目を選択解答
医 学 専 門 学 群	医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
	看護・医療科学類(看護学主専攻)	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
	看護・医療科学類(医療科学主専攻)	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
図書館情報専門学群		○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答

# 生 物

I 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

細胞は細胞膜によって中と外が隔てられ、細胞内の環境が一定に保たれている。細胞膜は主に 1 とタンパク質から構成されている。細胞膜のタンパク質は、イオンを通す、栄養素を通す、あるいは光を受容するなどの機能を担っている。また、細胞膜では中と外の 2 の差により水の出入りが可能である。

細胞は多様な形状をもつことにより異なる機能を担っている。図1から図4に模式的に示したほ乳類の細胞を例にとって考えてみよう。図1は眼にある 3 細胞であり、弱い光を受容している。細胞内には円盤状の膜の袋が層状に積み重なっている。<sup>(a)</sup> 図2は脳などにあるニューロンである。細胞の一部は樹状突起という多数の突起とな<sup>(b)</sup>っている。図3に示した小腸の上皮細胞では、小腸内面に向かって細胞膜の突起が多数伸びており、そこで栄養素の吸収が行われている。図4に示した精子の細胞は、頭部、中片と尾部からなり、<sup>(c)</sup> 遺伝情報を次世代に伝えるための最小限の細胞小器官しかもたない。<sup>(d)</sup>



図1

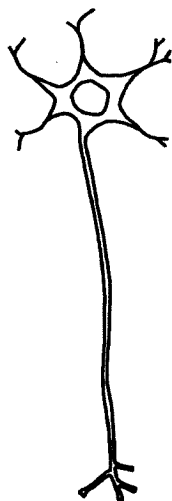


図2



図3

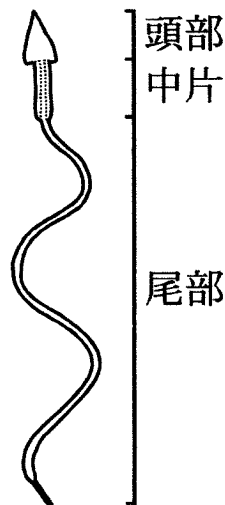


図4

問 1 空欄  ～  にあてはまる語を記せ。

問 2 下線部(a)の円盤状の膜はロドプシンという光を受容するタンパク質を含む。  
多くの膜が層状に重なっていることは、この細胞が機能を果たす上でどのように有利であるか、30 字以内で述べよ。

問 3 下線部(b)の突起の機能を 25 字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)のような構造は、栄養素の吸収という機能を果たす上でどのように有利であるか、20 字以内で述べよ。

問 5 下線部(d)から、頭部、中片ではそれぞれどのような細胞小器官が最も大きな体積を占めると考えられるか。次のア～カのうちから選び、それぞれ記号で答えよ。ただし、尾部はべん毛である。

ア. 核

イ. ミトコンドリア

ウ. 葉緑体

エ. ゴルジ体

オ. リボソーム

カ. 液胞

Ⅱ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

図1と図2は、それぞれ根、茎、葉が分化した異なる陸上植物の生殖器官の模式図である。図1は胚珠が子房におおわれる植物群Ⅰのものである。図2は孢子でふえる植物群Ⅱのものである。なお、図はすべて受精前の状態を示し、灰色の丸は核を示している。ただし、図1と図2の縮尺は同じではない。

問1 以下の(1)~(4)に該当する部位はA~Hのどれか、当てはまるものをすべて選び、記号で記せ。また、該当するものがない場合は×印を記せ。

- (1) 核相が複相である。
- (2) 受精後、種皮になる。
- (3) 受精後、果皮になる。
- (4) 受精後、胚乳になる。

問2 植物群Ⅰ、Ⅱの名称は以下のア~クのどれか。それぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- ア. 渦べん毛植物    イ. 紅藻植物    ウ. コケ植物                      エ. シャジクモ植物  
オ. シダ植物            カ. 被子植物    キ. ミドリムシ植物    ク. 裸子植物

問3 植物群Ⅰにだけみられる受精様式を何というか。その名称を記せ。

問4 植物群Ⅰの雄性配偶体は花粉管をつくる。花粉管は陸上での生殖にとってどのような利点をもつと考えられるか。20字以内で述べよ。

問5 植物群ⅠとⅡは、その祖先と考えられる緑色藻類には存在しない陸上での生活に適した組織を共通してもっている。この組織の名称を1つ記せ。また、その働きを35字以内で述べよ。

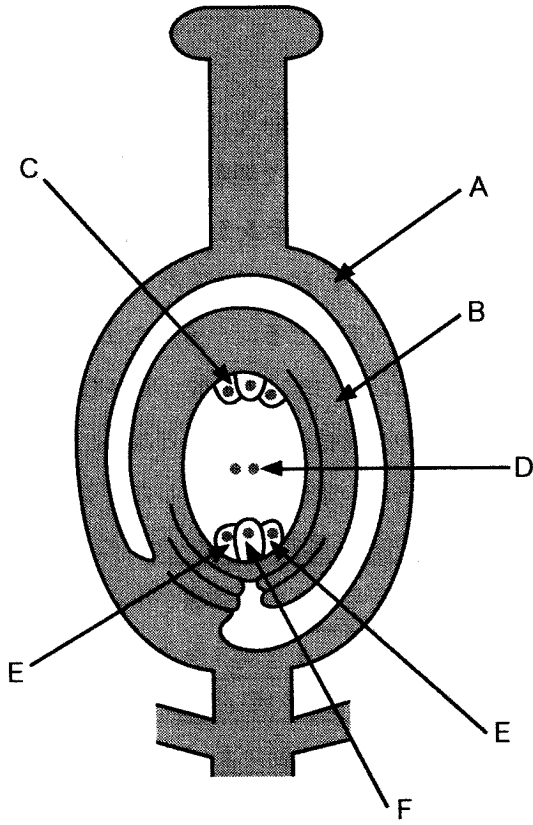


图 1

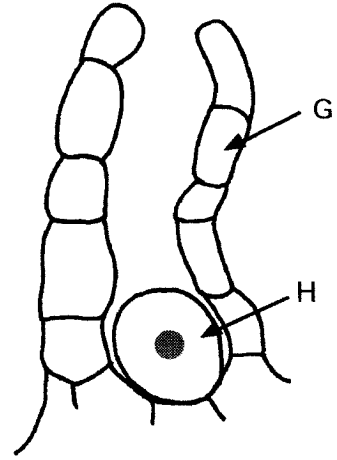


图 2

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

ニューロンでは電気的信号によって興奮の伝導が行われている。ニューロンの細胞膜の外側と内側ではイオン組成が異なる。あるほ乳類で測定すると、細胞外と細胞内のナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )の濃度はそれぞれおよそ  $8.2 \text{ g/l}$  と  $0.9 \text{ g/l}$ 、カリウムイオン( $\text{K}^+$ )の濃度はそれぞれおよそ  $0.6 \text{ g/l}$  と  $10.4 \text{ g/l}$  であった。この濃度差は、おもにエネルギーを使う  によって生じる。一方、ニューロンでは  の他に受動輸送も行われている。ニューロンが興奮していない状態では、おもに  $\text{K}^+$  が受動輸送され、他のイオンの受動輸送はほとんどない。

このニューロンに微小電極を挿入して細胞内外の電位差を測定したところ、細胞内が細胞外に対しておよそ  $-70 \text{ mV}$  の電位に保たれていた。<sup>(a)</sup> この電位を  という。このニューロンに電気刺激を与えても、刺激が小さいうちは活動電位が生じない。しかし、刺激の大きさが  を超えると、刺激した部分の細胞膜の  $\text{Na}^+$  に対する透過性<sup>(b)</sup>が急激に高まり、濃度勾配と電位勾配にしたがって  $\text{Na}^+$  が細胞内に流れ込む。このような陽イオンの移動によって、細胞内の電位はおよそ  $+50 \text{ mV}$  まで急速に上昇した。この電位変化は一時的なもので、 $1 \sim 2$  ミリ秒でもとの状態に戻った。また、同じイオン濃度のもとでは、刺激の強さにかかわらず一定であった。このことから、神経興奮はデジタル信号であると考えられる。すなわち、刺激の強さの情報は活動電位の大きさではなく、その発生の  として伝えられる。刺激によってニューロンの一部で生じた興奮は軸索中を伝導する。神経繊維には有髄神経繊維と無髄神経繊維があり、興奮が伝導する速度<sup>(c)</sup>は両者で大きく異なる。

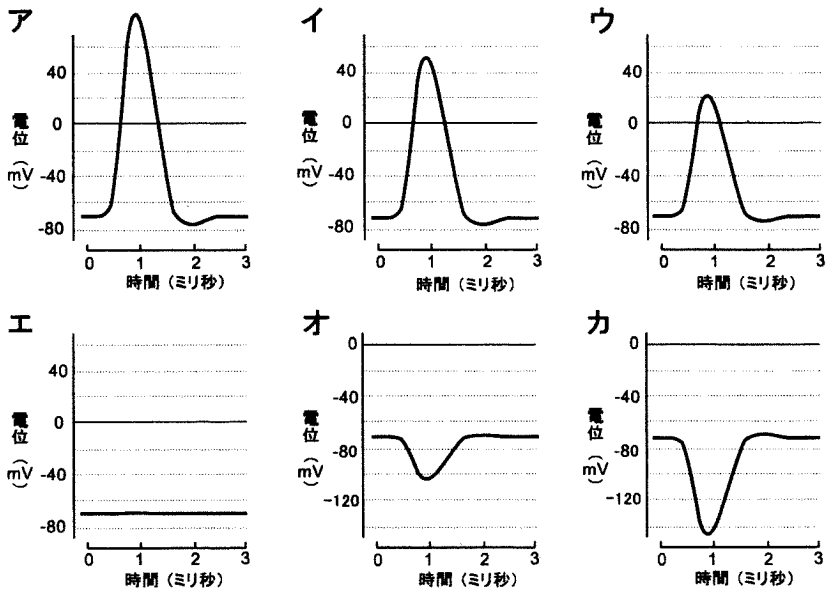
問 1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語を記せ。

問 2 ニューロンが興奮していない状態で、細胞外の溶液に  $\text{KCl}$  を加えることにより細胞外の  $\text{K}^+$  濃度を  $10.4 \text{ g/l}$  にすると、細胞内の電位はどのように変化すると予想されるか。次頁のア～オから最も適切なものを1つ選び、記号で記せ。ただし、浸透圧と  $\text{Cl}^-$  の影響は考慮しないものとする。

- ア. - 90 mV まで低下する。
- イ. - 70 mV のまま変化しない。
- ウ. - 20 mV まで上昇する。
- エ. 0 mV まで上昇する。
- オ. + 20 mV まで上昇する。

問 3 下線部(a)のような細胞内電位が生じる原因として受動輸送が関係すると考えられるが、細胞内の電位がマイナス(負)になる理由を 80 字以内で説明せよ。

問 4 細胞外の溶液から NaCl を減らすことにより細胞外の  $\text{Na}^+$  濃度を 4.1 g/l にしたとき、神経を興奮させるのに十分な電気刺激を行うと、どのような電位変化が予想されるか。下線部(b)の結果を参考にして、下のア～カから最も適切なものを 1 つ選び、記号で記せ。ただし、浸透圧と  $\text{Cl}^-$  の影響は考慮しないものとする。



問 5 下線部(c)で、伝導速度が速いのはどちらの種類の神経繊維か、解答欄に記せ。また、その神経繊維の伝導速度が速い理由を 30 字以内で説明せよ。

IV 真核生物の核, ミトコンドリア, 葉緑体それぞれの DNA および原核生物の DNA にはリボソーム RNA 遺伝子がある。それらの遺伝子から転写されるリボソーム RNA はリボソームの構成成分として同じ役割を担っている。その塩基配列は, 進化の過程で時間の経過とともに少しずつ変化するため, 生物種間で配列を比較すると違いがみられる。この違いの程度に基づき生物の系統進化の歴史を探ることができる。具体的には, リボソーム RNA 遺伝子の塩基配列の相違度を生物種や細胞小器官の間の進化的隔たりの度合い(進化的距離)とみなし, それをもとに系統関係を推測することができる。

表1は8つのリボソーム RNA 遺伝子について塩基配列の相違度を示したものである。表1のデータをもとに以下の問に答えよ。ただし, 進化の過程で塩基配列に違いが生ずる速さは系統が異なってもほぼ一定であると仮定せよ。

表1 リボソーム RNA 遺伝子間の塩基配列の相違度(%)

	1. トウモロコシの核	2. トウモロコシの葉緑体	3. アオコ(ラン藻)	4. 大腸菌	5. 乳酸菌	6. 好気性細菌	7. 高度好塩細菌	8. メタン生成細菌
1. トウモロコシの核	—	48	48	48	49	48	50	48
2. トウモロコシの葉緑体		—	13	20	21	21	34	30
3. アオコ(ラン藻)			—	20	21	20	33	29
4. 大腸菌				—	19	17	34	30
5. 乳酸菌					—	19	35	30
6. 好気性細菌						—	33	31
7. 高度好塩細菌							—	22
8. メタン生成細菌								—

〔注〕 相違度の算出例： 配列A：CATGAGCGTACA

配列B：CATTAGCATATA

のとき, 違っているのは12箇所中3箇所であるから, 相違度 =  $(3 \div 12) \times 100 = 25\%$  である。表1の場合, 約1,000箇所についての相違度を算出した。

問 1 表 1 にあげた以下の生物が真核生物なら○印を，原核生物なら×印を記せ。

ア. アオコ(ラン藻)      イ. 乳酸菌      ウ. 好気性細菌

問 2 トウモロコシの葉緑体に進化的距離が最も近いものは何か。表 1 に示した番号を用いて答えよ。

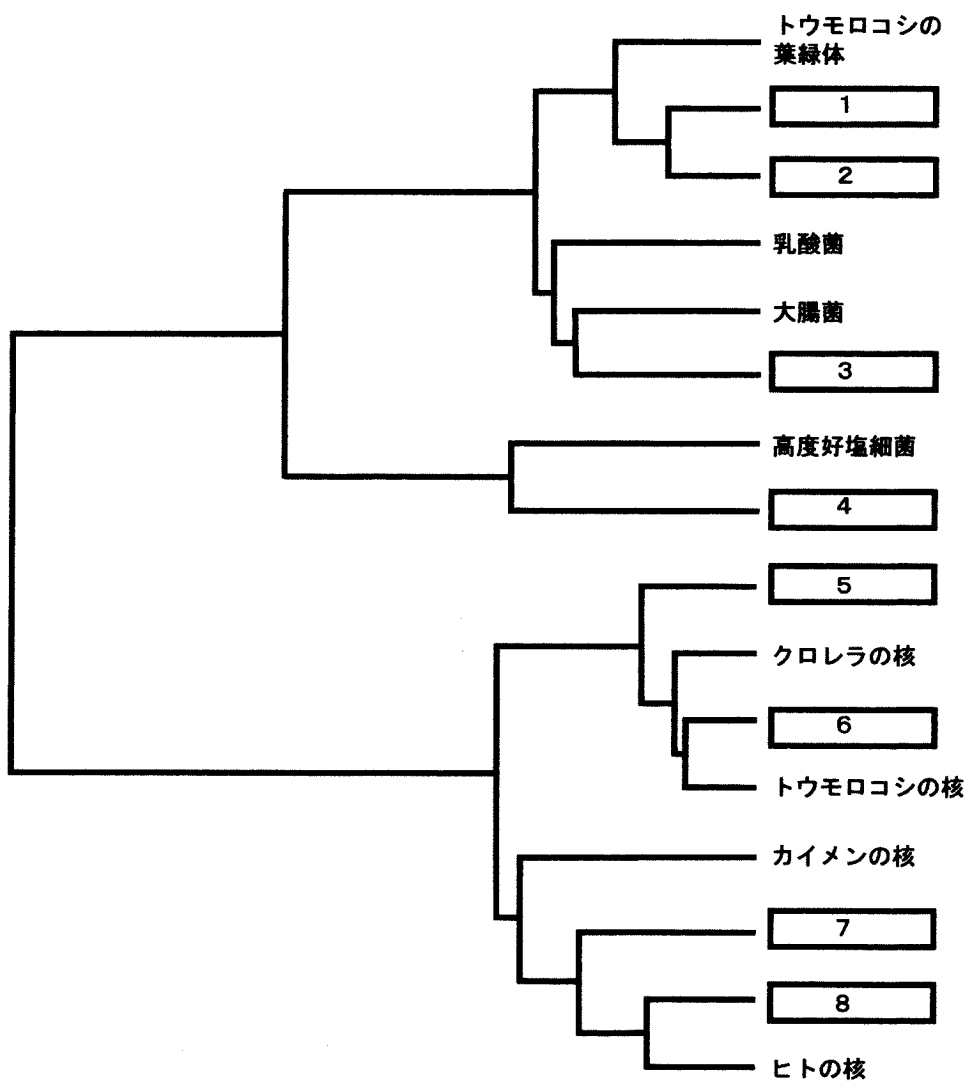
問 3 トウモロコシの葉緑体から進化的距離が最も遠いものは何か。表 1 に示した番号を用いて答えよ。

問 4 表 1 の 1～8 のリボソーム RNA 遺伝子を比較したなかで，ほかのどれからも進化的に同程度の距離にあるものは何か。表 1 に示した番号を用いて答えよ。

問 5 表 1 の結果は，葉緑体の進化的起源に関するある仮説を支持している。その仮説について，75 字以内で説明せよ。

問 6 表 1 にあげたリボソーム RNA 遺伝子にさらに 8 種類のリボソーム RNA 遺伝子を加え，合計 16 種類について塩基配列の相違度を求めた。図 1 はそのデータに基づいて描いた模式的な系統樹であり，生物の系統進化に関するこれまでの知見を支持している。□ 1 □ ～ □ 8 □ のそれぞれに対応するものを以下のア～クの中から選び，記号で記せ。

ア. アオコ      イ. ゼニゴケの核      ウ. ウニの核  
エ. メタン生成細菌      オ. コンプの核      カ. ショウジョウバエの核  
キ. ネンジュモ      ク. 好気性細菌



[注] この系統樹においては水平線の長さが進化的距離を表わす。

図 1