

(2017年度)

## 2 生物問題 (60分)

(この問題冊子は19ページ, 5問である。)

### 受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで, 問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に, 試験監督者から指示があったら, 解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し, 所定の欄に氏名を記入すること。次に, 解答用紙の右側のミシン目にそって, きれいに折り曲げてから, 受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し, 机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら, この問題冊子が, 上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は, HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能, 計算機能, 辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は, 解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで, そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき, マーク欄からはみ出したり, 白い部分を残したり, 文字や番号, ○や×をつけたりしてはならない。また, マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は, 消しゴムでていねいに消すこと。消しきずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり, 破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子, 計算用紙は必ず持ち帰ること。

- 1 以下の問1～問5について、a)～e)のうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合はf欄にマークせよ。

問1 同化について

- a) シアノバクテリアは光化学系Iと光化学系IIを備えており、 $\text{H}_2\text{O}$ から $e^-$ を得て炭酸同化を行う。
- b) 緑色硫黄細菌は光化学系Iと光化学系IIを備えており、 $\text{H}_2\text{S}$ から $e^-$ を得て炭酸同化を行う。
- c) 硫黄細菌は $\text{H}_2\text{S}$ を酸化して炭酸同化を行う。
- d) 亜硝酸菌は $\text{NO}_2^-$ を酸化して窒素同化を行う。
- e) 根粒菌は $\text{N}_2$ を酸化して窒素同化を行う。

問2 受容器について

- a) 音の強弱は、内耳のうずまき管にある基底膜のどの場所が振動するかによって識別される。
- b) 網膜の錐体細胞は、それぞれの細胞が、吸収する光の波長が異なる3種類の視物質を持っており、色の識別に関与する。
- c) 1つの味蕾(味覚芽)は、5種類の基本味のもとになる化学物質のうちの1種類のみを感知できる。
- d) 嗅上皮にある嗅細胞は、それぞれの細胞ごとに決まった種類のおい物質と結合する受容体を持っている。
- e) 膝蓋(しつがい)腱反射の受容器は、膝を曲げる筋肉中にある筋紡錘である。

問3 異化について

- a) 呼吸の解糖系で生じたピルビン酸は、ミトコンドリア内膜に組み込まれた酵素の働きによって $C_2$ 化合物に変えられ、マトリックス内に取り込まれてクエン酸回路に入る。
- b) 筋肉で酸素が不足した場合、解糖系で生じた還元型補酵素は乳酸の生成に使われる。
- c) 電子伝達系に電子を与えるのは、解糖系とクエン酸回路で生じた還元型補酵素である。
- d) 電子伝達系で電子が伝達される際に放出されたエネルギーは、ミトコンドリアの内膜と外膜の間の空間からマトリックス側に $H^+$ を運ぶことに使われる。
- e) クエン酸回路ではグルコース1分子あたり2分子のATPが作られる。

問4 植物ホルモンについて

- a) 両端を切断した枝では、どの部分を切断しても、茎頂側から芽が、基部側から根が再生するが、これにはオーキシンの極性移動が関係している。
- b) 落葉時の離層の形成はエチレンによって促進され、ジベレリンにより抑えられる。
- c) 乾燥状態になるとアブシシン酸が増加し、気孔を囲む孔辺細胞に作用して細胞の膨圧が低下するため気孔が閉じる。
- d) 光発芽種子では赤色光を受容するとジベレリンが合成され、発芽に必要な酵素などの合成を促進する。
- e) オーキシンは、茎の中で側芽の成長に必要なエチレンの合成を妨げることによって、側芽の成長を抑えている。

問5 被子植物の花粉と卵細胞について

- a) 花粉四分子とよばれる二倍体細胞から花粉管細胞ができる。
- b) 雄原細胞は一倍体である。
- c) 成熟した花粉は花粉管核だけでなく、他の一倍体細胞を持つ。
- d) 卵細胞を持つ胚珠は胚のう内に形成される。
- e) 胚珠は将来種子になる。

2

動物の行動に関する文章1～文章3を読み、以下の問6～問11に答えよ。

文章1 体の両側に対称的な感覚器官を持っている動物は、左右の感覚器官で感知した刺激の強さを比較して、運動方向を決めることができる。たとえば、プラナリアは負の光走性を示すが、そのしくみは次のようになっている。図1に示すように、プラナリアの眼は杯の形をした単眼で、左右に1つずつある。左右の単眼の開口部は、それぞれ左前方と右前方を向いているため、片側から当たる光は、片側の単眼にしか入らない。眼の視細胞の2本の突起のうち1本は光受容部、もう1本は脳に光情報を送る視神経になっている。プラナリアは、脳で左右2つの視神経に生じる **ア** の **イ** を比較して、その **イ** が **ウ** ように体の向きを調節しながら、光の側とは反対側に直線的に進んでいくことになる。

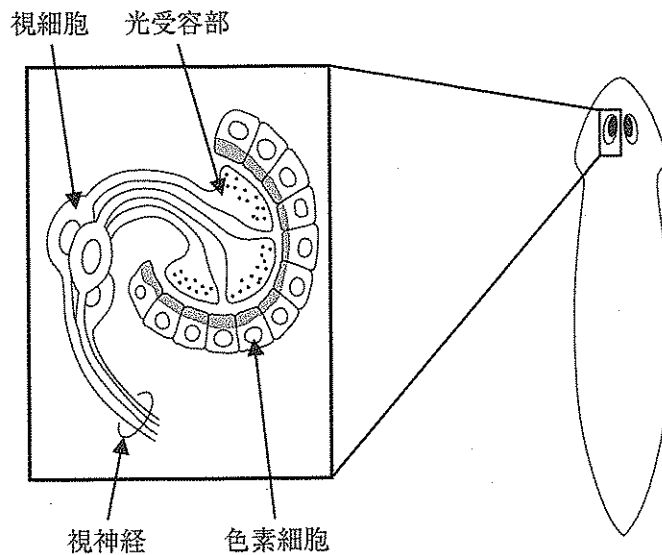


図1

問6 文章中の  にあてはまる語を a) ~ e) のうちから1つ選べ。  
a) 静止電位    b) 活動電位    c) 受容(器)電位    d) 終板電位  
e) シナプス後電位

問7 文章中の  にあてはまる語を a) ~ e) のうちから1つ選べ。  
a) 閾値    b) 振幅    c) 頻度    d) 不応期    e) 持続時間

問8 文章中の  にあてはまる記述を a) ~ e) のうちから1つ選べ。  
a) 左右同じになり, かつ最小となる  
b) 左右同じになり, かつ最大となる  
c) 左右の一方が最大となり, 他方が最小となる  
d) 一定の範囲で左右交互に変動する  
e) 一定の範囲で左右同期して変動する

文章2 餌場から花の蜜や花粉を持ち帰ったミツバチは、巣箱内に垂直に立てられた巢板の上で図2に示すような8の字ダンスを何回も繰り返す。8の字の中心で左右に尻を振りながら進む方向は、その時の太陽の方向を基準にした餌場の方向を示している。

図3は、正午に太陽が南中する北半球のある場所に置かれた巣箱内で、ミツバチが行ういろいろな向ききの8の字ダンスを示したものである。正午に **エ** のようなダンスをするハチは巣箱から真南の方向に餌場があることを仲間に知らせている。しかし、同じ餌場の位置を知らせるのに、午前9時には **オ** のようなダンスになり、午後6時には **カ** のようなダンスになる。これは太陽が1日のなかで刻々と位置を変えるからである。また、餌場からもどったミツバチは、しばらく巣箱の中において太陽を見ていなくても、自分の体内時計により、時間の経過とともに少しずつダンスの向きを変える。<sup>(1)</sup>このように、体内時計にもとづいた時刻の感覚と太陽の位置から方向を知るしくみを太陽コンパスという。

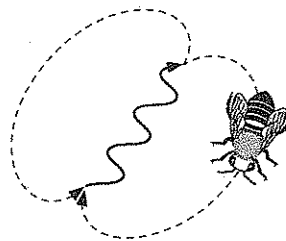


図2

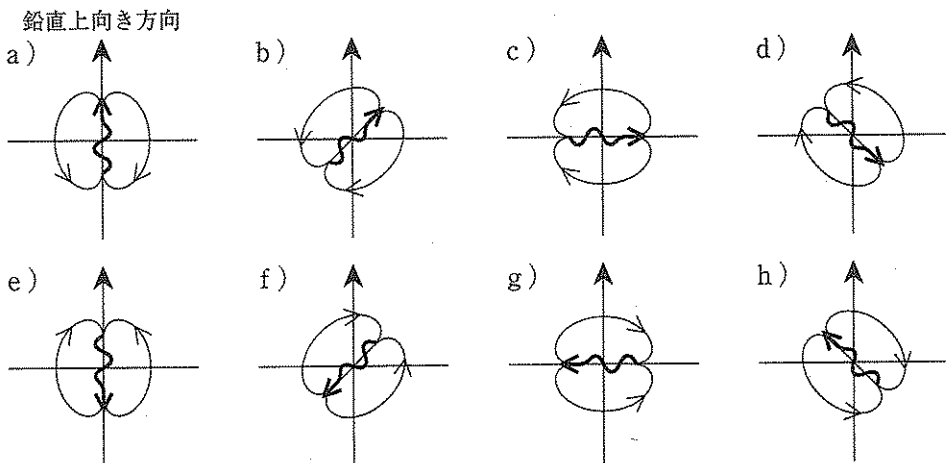


図3

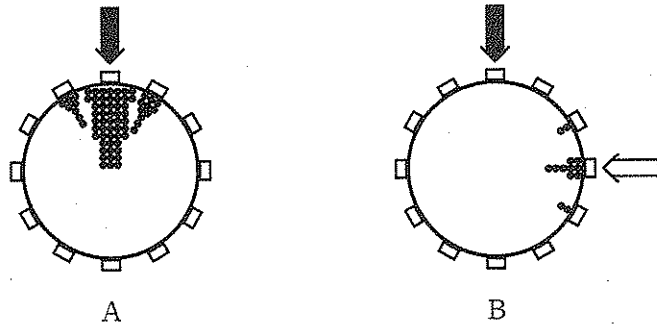
問9 文章中の  ～  にあてはまる図を、図3のa)～h)のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

問10 下線部(1)について、時間の経過にともなうダンスの向きの変わり方についての記述として最も適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 巣箱，餌場，太陽の位置関係によって，時計回りに変わっていく場合と，反時計回りに変わっていく場合がある。
- b) 巣箱から餌場までの距離によって，時計回りに変わっていく場合と，反時計回りに変わっていく場合がある。
- c) 1日の時間帯によって，時計回りに変わっていく場合と，反時計回りに変わっていく場合がある。
- d) 常に時計回りに変わっていく。
- e) 常に反時計回りに変わっていく。



文章3 ミツバチと同様に、渡り鳥の一種であるホシムクドリも太陽コンパスを用いて特定の方向を知ることができる。そのことを次のような実験で確かめた。北半球のある場所で、空が見えるように野外に置いた図4のような円形の檻(おり)に1羽のホシムクドリを入れ、この檻の12の方角に餌箱(図4の白い四角)を配置した。このうちのある1つの餌箱(黒矢印で示す)にのみ餌を入れ、自然の昼夜サイクルのもとで太陽の位置を手がかりにその餌箱から餌をとるように鳥を訓練した。このように訓練された鳥は、どの餌箱にも餌を入れずにテストした時も、訓練した方角の餌箱を選択した(図4 A)。そこで、その鳥を自然の昼夜サイクルから何時間かずれた人工明暗周期<sup>(2)</sup>で数日間飼って、体内時計をこの人工明暗周期に同調させた後、もとの檻に戻して自然光のもとで同様のテストをした。すると今度は、時計回りに90度ずれた方角の餌箱(図4 Bの白矢印で示す)を選んだ。



黒い点の数はホシムクドリがその方角の餌箱を選択した回数を表す。

図4 (Hoffmann K(1953) Naturwissenschaften 40 : 608-609 より)

問11 下線部(2)の人工明暗周期として最も適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- a) 自然の昼夜サイクルよりも3時間進ませたもの
- b) 自然の昼夜サイクルよりも6時間進ませたもの
- c) 自然の昼夜サイクルよりも9時間進ませたもの
- d) 自然の昼夜サイクルよりも3時間遅らせたもの
- e) 自然の昼夜サイクルよりも6時間遅らせたもの
- f) 自然の昼夜サイクルよりも9時間遅らせたもの

3 動物の発生についての文章1と文章2を読み、以下の問12～問18に答えよ。

文章1 脊椎動物の体には前後、左右、背腹という3つの体軸がある。両生類では、背腹軸は受精時に決定される。その過程では、色素粒の多い動物極表層の細胞質が回転して灰色三日月環が生じる。図1はその時点の受精卵を植物極側から描いたもので、色素粒の多い細胞表層を斜線で、灰色三日月環を星印で示してある。

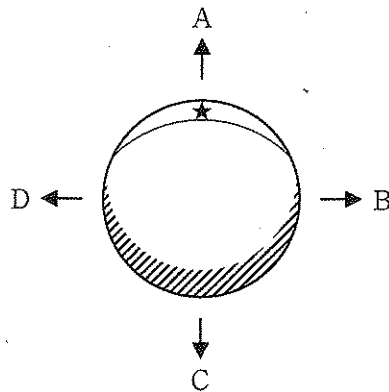


図1

問12 図1の胚の腹側および左側の方向として最も適切なものをa)～f)のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

胚の腹側の方向：

胚の左側の方向：

- a) Aの方向
- b) Bの方向
- c) Cの方向
- d) Dの方向
- e) 紙面に垂直に手前の方向
- f) 紙面に垂直に奥の方向

問13 受精卵の背側の細胞質に蓄積する因子として適切なものを a) ~ e) のうちから1つ選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。

- a)  $\beta$ カテニン      b) コーディン      c) ナノスタンパク  
d) ノギン            e) ノーダルタンパク

文章2 両生類胚の胞胚中期の動物極周辺にあり、予定中胚葉を含まない領域をアニマルキャップという。これを切り出して培養すると表皮に分化するが、これを別に切り出した植物極組織と組み合わせて培養すると中胚葉性の組織が分化してくる。これは植物極組織が分泌する中胚葉誘導因子による作用である。正常の胚発生では背側の中胚葉が神経誘導因子を分泌し、神経誘導を受けた外胚葉は神経板となり、その後、胚の中に陥入して神経管となる。

問14 アニマルキャップおよび植物極組織は、切り取られずに正常に発生して成体になるとどのような組織になるか、適切なものを a) ~ e) のうちからそれぞれ全て選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。

アニマルキャップ：

ウ
---

植物極組織：

エ
---

- a) 表皮      b) 脊索      c) 脊髄      d) 腸の上皮組織  
e) 腸の結合組織

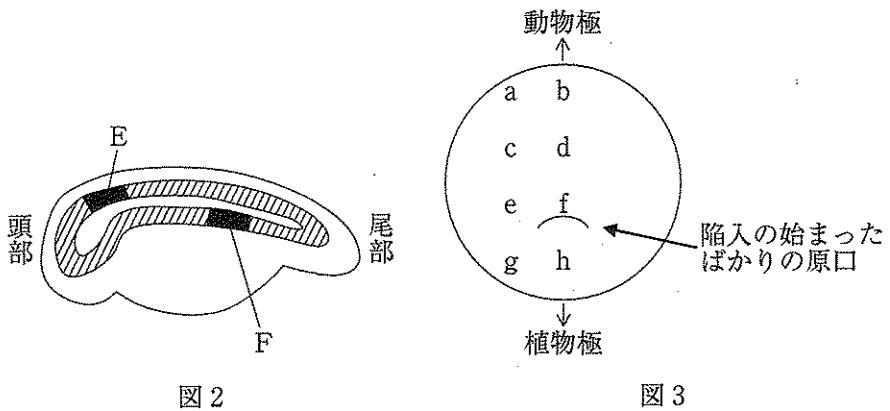
問15 中胚葉誘導因子についての記述として適切なものを a) ~ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) 植物極の細胞の細胞質にそれをコードする mRNA がある。  
b) アニマルキャップの細胞の細胞質にそれをコードする mRNA がある。  
c) 植物極の細胞の DNA に結合して遺伝子発現を調節する。  
d) アニマルキャップの細胞の DNA に結合して遺伝子発現を調節する。

問16 神経誘導因子として適切なものを a) ~ e) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は f 欄にマークせよ。

- a)  $\beta$ カテニン      b) コーディン      c) ナノスタンパク  
 d) ノギン              e) ノーダルタンパク

問17 図2はイモリ尾芽胚の縦断面である。神経管には斜線が引かれている。図3は初期原腸胚で、陥入の始まったばかりの原口が見えている。図2のEおよびFの部分は、図3のどの部分に由来するか。a~hのうちから最も適切なものをそれぞれ1つずつ選べ。



問18 発生において細胞は複数の誘導のステップを経て徐々に最終的な分化にたどり着く。その間に、細胞は次第に分化運命の選択肢を狭めていくと考えられている。このような変化が起きることによって生じる現象を a) ~ d) のうちから全て選べ。

- a) 細胞から取り出した核を未受精卵に移植して発生を進めさせる実験を行った場合、発生段階の進んだ細胞の核を使うと、進んでいない細胞の核を使ったときに比べて正常な成体まで発生する確率が低い。
- b) アニマルキャップをいろいろな濃度の中胚葉誘導因子で処理すると、濃度が高い時と低い時とでは分化する組織の種類が異なる。
- c) イモリ神経胚初期の予定表皮域を予定神経域に移植すると、移植片は表皮に分化する。
- d) ニワトリ胚の将来羽毛ができる背中の表皮を、将来うろこができる足の真皮と組み合わせて培養するとうろこができる。

4 体液に関する次の文章を読み、以下の問 19～問 25 に答えよ。

文章 ヒトの体の内部の細胞の周囲には体液とよばれる液体があり、どこにあるかによって組織液、血しょう、リンパ液に分けられる。

組織液は毛細血管から血しょう中の水、塩類などが浸み出すことで供給され、細胞との間で養分や老廃物の交換を行う。組織液と細胞との間の物質交換には細胞膜の選択的透過性という性質が重要な役割を果たす。

血液重量の約 55 % は血しょうであり、残りの約 45 % は赤血球などの有形成分である。血しょうには水、塩類、グルコースなどの他に微量のホルモンも含まれている。

体内の恒常性の維持のためには循環系が重要な役割を果たしている。安静時でも、血液は心臓から毎分約 5L の速さで全身へと送り出されている。心臓の拍動の頻度や収縮力の強さが全身への血液の循環速度を制御する。組織や器官には一時的に大量の血液を必要とするものもあり、各組織や器官への血流量の調節には毛細血管が関わっている。

問19 下線部(1)に関する記述として適切なものを a) ～ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) 大部分は毛細血管から静脈血に戻る。
- b) ホルモンは含まれていない。
- c) 細胞質基質よりナトリウムイオン濃度が高い。
- d) 細胞質基質よりカリウムイオン濃度が高い。

問20 下線部(2)に関する記述として適切なものを a) ~ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) アクアポリンは水分子を能動輸送する。
- b) 細胞膜にはタンパク質で構成された孔がある。
- c) グルコースを輸送するタンパク質はあるがアミノ酸を輸送するタンパク質はない。
- d) ナトリウムイオンを輸送するナトリウムポンプは ATP 分解酵素の働きを持つ。

問21 下線部(3)について、血糖値を上げる働きを持つホルモンのうち副腎皮質とすい臓で作られるものを a) ~ g) のうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし、適切なものがない場合は h 欄にマークせよ。

副腎皮質：

すい臓：

- a) アドレナリン                      b) インスリン                      c) グルカゴン
- d) 鉱質コルチコイド              e) 糖質コルチコイド              f) チロキシシン
- g) バソプレシン

問22 下線部(3)に関する記述として適切なものを a) ~ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) Gタンパク質はペプチドホルモンによる情報伝達を仲介することができる。
- b) 糖質コルチコイドは細胞膜に存在する受容体タンパク質と結合する。
- c) ホルモンが結合した受容体からのシグナルを伝えるセカンドメッセンジャーとして ATP が使われることがある。
- d) 水に溶けにくいホルモンは細胞膜にある受容体に結合する。

問23 下線部(4)のうちの大動脈, 大静脈, 毛細血管について, ヒト1人の体内のこれら3種類の血管の断面積の合計, および血圧を比較するとどのようになるか。最も適切なものをa) ~ j) のうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし, 適切なものがない場合はk欄にマークせよ。なお, 選択肢の中で「A > B」は, Aの断面積の合計または血圧がBよりも大きい, または高いことを, 「A = B」はAの断面積の合計または血圧がBとほぼ同じであることを表す。

断面積の合計: 

ウ
---

血圧: 

エ
---

- a) 大動脈 > 大静脈 > 毛細血管
- b) 大動脈 = 大静脈 > 毛細血管
- c) 大動脈 > 大静脈 = 毛細血管
- d) 大動脈 > 毛細血管 > 大静脈
- e) 大静脈 > 大動脈 > 毛細血管
- f) 大静脈 > 毛細血管 > 大動脈
- g) 毛細血管 > 大動脈 > 大静脈
- h) 毛細血管 > 大静脈 > 大動脈
- i) 毛細血管 = 大静脈 > 大動脈
- j) 毛細血管 > 大動脈 = 大静脈

問24 下線部(5)について, 安静時の血流量が最も多いものをa) ~ e) のうちから1つ選べ。

- a) 肝臓    b) 骨格筋    c) 腎臓    d) 脳    e) 肺

問25 下線部(5)について, 激しい運動をしたときに血流量が著しく上昇するものをa) ~ f) のうちから2つ選べ。

- a) 肝臓    b) 骨格筋    c) 小腸    d) 腎臓    e) 脳    f) 肺



5

植物の細胞に関する次の文章を読み、以下の問 26～問 31 に答えよ。

文章 植物の細胞は細胞膜で仕切られており、さらにその外側は細胞壁で被われている。細胞小器官のうち、液胞は植物の細胞で特に発達しており、細胞内の水分量や物質の濃度の調節や老廃物の貯蔵、さらには細胞の形の維持にも関与している。また植物の細胞は、葉緑体とよばれる光合成を行う細胞小器官を持っている。葉緑体は、原色素体とよばれる構造体由来する。原色素体由来するほかの細胞小器官には有色体や白色体がある。中心体とよばれる細胞小器官は一般的には植物の細胞には見られないが、ある植物の精子を作る細胞などには見られる。

問26 細胞膜と同様に一重の生体膜でできている細胞小器官を a) ～ g) のうちから全て選べ。

- a) 液胞    b) 核    c) ゴルジ体    d) 小胞体  
e) ミトコンドリア    f) 葉緑体    g) リソソーム

問27 細胞膜と細胞壁についての記述として適切なものを a) ～ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) 細胞膜は全ての生物にあり、細胞壁は植物にしかない。  
b) 細胞膜は半透性を示し、細胞壁は全透性を示す。  
c) 植物の細胞を低張液にしばらく浸すと、細胞膜は破裂するが細胞壁は破裂しない。  
d) 植物の細胞を高張液にしばらく浸すと、細胞膜と細胞壁の間に隙間ができる。

問28 植物の成長にともなって1つの植物細胞が容積を拡大させるときに起こる事象についての記述として最も適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- a) 液胞の数がふえる。
- b) 液胞の体積がふえる。
- c) 核の体積がふえる。
- d) 細胞質基質の体積がふえる。
- e) 葉緑体や有色体、白色体の数がふえる。
- f) 葉緑体や有色体、白色体の体積がふえる。

問29 次の細胞小器官に含まれる主な色素をa)～e)のうちからそれぞれ全て選べ。ただし、適切なものがない場合はf欄にマークせよ。

液胞：

葉緑体：

有色体：

白色体：

- a) アントシアン      b) カロテン      c) キサントフィル
- d) クロロフィル      e) バクテリオクロロフィル

問30 葉緑体についての記述として適切なものをa)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) 葉緑体はシアノバクテリアにも含まれている。
- b) 葉緑体内のストロマとよばれる部分で二酸化炭素の固定が行われる。
- c) 葉緑体内で使われるタンパク質には細胞質基質に遊離したリボソームで合成されるものが含まれる。
- d) 葉緑体は遠心力を利用した細胞分画法によってミトコンドリアよりも先に分離される。

問31 中心体が一部の細胞に見られる植物として適切なものを a) ~ d) のうちから全て選べ。

- a) コケ植物      b) シダ植物      c) 被子植物      d) 裸子植物

