

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	□1 ~ □3	1 ~ 6
化学	□1 ~ □3	7 ~ 11
生物	□1 ~ □3	12 ~ 21
地学	□1 ~ □4	22 ~ 27

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
 2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の2箇所受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
 3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
 4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
 5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
 6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
 7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。
- ※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

(問1) 以下の設問(ア)～(オ)に答えよ。

ヒト培養細胞のゲノム DNA 配列中に、下村脩博士が発見したオワンクラゲ由来の 遺伝子を発現させる DNA 配列を組み込むと、ヒト細胞が緑色の蛍光を発するようになる。導入する DNA 配列の中には、遺伝子の転写開始部位近くに、RNA ポリメラーゼが結合する と呼ばれる DNA 配列が存在する。RNA ポリメラーゼは、 と呼ばれる複数のタンパク質とともに転写複合体を形成し、 に結合する。遺伝子の DNA 配列の情報は、転写されて mRNA になり、mRNA の塩基配列に基づいて、リボソームにおいて翻訳が行われ、タンパク質が合成される。

(ア) 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

(イ) ヒト細胞の中で、導入された遺伝子の DNA 配列の転写および翻訳はそれぞれ核または細胞質のどちらで行われるか、答えよ。

(ウ) リボソームが付着している主な細胞小器官の名称を答えよ。

(エ) 翻訳を開始させる主な開始コドンに対応するアミノ酸の名称を答えよ。

(オ) 遺伝子組換えにおいて用いられる制限酵素のひとつである HindIII は、DNA 配列中の 5'-AAGCTT-3' の 6 塩基からなる塩基配列を認識し、その部分で DNA の 2 本鎖を切断する。HindIII が認識する塩基配列は理論上何塩基に 1 回出現するか答えよ。

(問 2) 以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

通常ヒトの1細胞には 本の染色体が含まれており、ヒトゲノムは約 塩基対から成り立っている。またタンパク質をコードする遺伝子数は約 であることが知られており、その中のわずかな塩基配列の違いが、個人における形質の違いを生み出している。その一例として、エタノールをアセトアルデヒドに分解する1B型アルコール脱水素酵素(ADH1B)が挙げられる。ヒトのアルコール代謝能は、ADH1Bの活性の強さにより違いがあることが知られているが、ADH1B遺伝子の塩基配列中には、集団内の一部の個体において、1塩基の違いが見られる部位が存在している。^{a)} この部位の塩基によって酵素活性が異なり、ある個人において、両方の染色体がGを持つ遺伝子型(G/G)は高活性型、GとAを持つ染色体が一つずつ存在する遺伝子型(G/A)は活性型、両方の染色体がAを持つ遺伝子型(A/A)は低活性型となる。父、母、子二人において、この部位の遺伝子型を決定した。^{b)}

(ア) 文章中の ~ に、下記①~⑫から適切な番号を入れよ。

- | | | | |
|--------|---------|-------|--------|
| ① 22 | ② 23 | ③ 44 | ④ 46 |
| ⑤ 2200 | ⑥ 22000 | ⑦ 22万 | ⑧ 220万 |
| ⑨ 300万 | ⑩ 3000万 | ⑪ 3億 | ⑫ 30億 |

(イ) 下線部 a) のような部位の名称を答えよ。

(ウ) 下線部 b) の実験の結果、子二人のADH1Bは、いずれも低活性型であった。この時、父、母について、ありうる遺伝子型(G/G, G/A, A/A)を(父、母)の順で全て記せ。ただしADH1B遺伝子は常染色体上に存在しているものとする。

(エ) ADH1Bの遺伝子型は地域によって頻度が異なることが知られており、東アジアにおける高活性型の頻度は9%である。この場合における、活性型、低活性型の頻度を求めよ。

(問 3) 以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

神経細胞内で電氣的に情報が伝わることを という。情報が神経終末に到達し、シナプスにおいて神経細胞間で情報が伝えられることを という。近年の研究により、シナプスでの が高頻度に起こると、そのシナプスの前側の軸索末端と後側の樹状突起でタンパク質合成量が数倍に増加するなどし、その結果、シナプスで情報^{a)}が伝えられる効率が変化して、その変化が長期間(数時間から一生)維持される^{b)}ことが明らかにされた。

(ア) 文章中の , に適切な語句を入れよ。

(イ) **下線部 a)** に関して、シナプスで高頻度に情報が伝えられた際に、軸索末端と樹状突起ではイオンチャネルなどの翻訳量が増える。シナプス近傍において、軸索末端側の主要なイオンチャネル分子に感知されてイオンを通過させやすくする主な刺激と、樹状突起側の主要なイオンチャネル分子に直接作用してイオンを通過させやすくする主な物質を、それぞれ答えよ。

(ウ) **下線部 b)** に関して、高頻度な刺激に応じてシナプスで情報が伝えられる効率が変化して維持されるという細胞レベルの応答は、個体レベルでは、一般にどのようにして個体の生存に役立つと考えられるか。20字以内で答えよ。

2 次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

動植物のからだは、形や大きさ、機能が異なる様々な種類の細胞からできている。ニワトリの卵のように肉眼で見ることができる細胞もあるが、多くの細胞は顕微鏡を用いないと見る^{a)}ことができない。細胞が集まってできた組織や器官は、互いに情報をやり取りすることで^{b)}個体としての統一性を保ちつつ、環境^{c)}応答を行っている。

(問1) 下線部 a) に関して、以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

(ア) ヒトの眼では、対象物との距離に応じて水晶体の厚さが変わり、焦点が調節されている。遠くを見るとき各部位の状態として適切なものを、表1の①～⑥から1つ選び、番号で答えよ。

表1

	毛様体	チン小帯	水晶体
①	弛緩	ゆるむ	厚くなる
②	緊張	緊張	薄くなる
③	弛緩	ゆるむ	薄くなる
④	弛緩	緊張	薄くなる
⑤	緊張	ゆるむ	厚くなる
⑥	緊張	緊張	厚くなる

(イ) 眼は光の受容器であり、ヒトの視細胞には桿体細胞と錐体細胞の2種類がある。桿体細胞に含まれる主要な視物質の名称を答えよ。

(ウ) 図1は、網膜における視細胞の分布を示している。錐体細胞の分布はA, Bのどちらか、答えよ。また①, ②で示す網膜の部分の名称を答えよ。

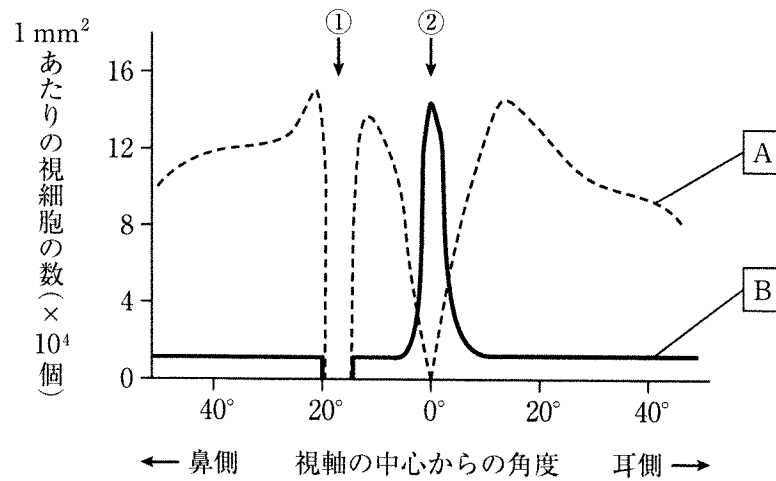


図1

(エ) 表2は、ヒトの適刺激と受容器の組み合わせの一部をまとめたものである。①～③の名称を答えよ。

表2

適刺激	受容器		感覚
光(可視光)	眼	網膜	視覚
空気中の化学物質	鼻	嗅上皮	嗅覚
液体中の化学物質	舌	①	味覚
音波	耳	②	聴覚
からだの回転		③	平衡覚

(問 2) 下線部 b) に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 細胞壁分解酵素を用いて、植物の葉から、細胞壁を取り除いた細胞であるプロトプラストを単離した。対物マイクロメーターと、接眼レンズ内の接眼マイクロメーターを用いて、プロトプラストの大きさを計測することにした。まず、対物マイクロメーターをステージに載せて、対物レンズ 40 倍(総合倍率 600 倍)でみたところ、図 2 のように見えた。対物マイクロメーターの目盛りは、1 mm の長さを 100 等分している。次に、プロトプラストをステージに載せたところ、1 つの細胞が図 3 のようにみえた。図 3 のプロトプラストの直径を求めなさい。直径の単位も記載し、計算の過程も記述すること。上から見た状態で、プロトプラストは真円とする。簡略化のために、細胞核以外の細胞小器官は省略している。

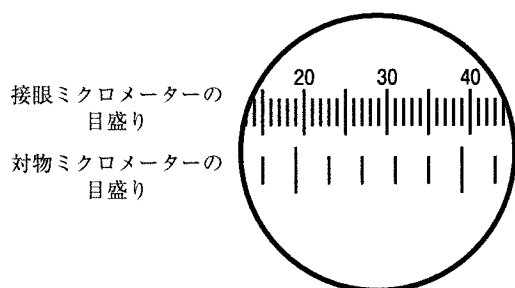


図 2

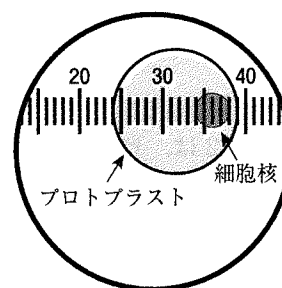


図 3

(イ) 植物の細胞壁には、隣り合う細胞どうしの細胞膜がつながり、物質交換等を行う構造が存在している。この構造の名称を答えよ。

(問 3) 下線部 c)に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

植物の茎や幼葉鞘は光屈性を示す。幼葉鞘の場合、光の刺激は先端部で感受され、それが下部に伝わる。下部では光が当たる側よりも陰側の方で細胞の がさかんになり、これにより屈曲が起こる。このときの光刺激の感受には という受容タンパク質が働いており、このタンパク質は 色光を吸収する。先端部で受容した刺激を下部に伝えるのは、植物ホルモンのオーキシンである。オーキシンには植物体の中を決まった方向に移動する性質があり、この移動を極性移動という。

(ア) 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

(イ) オーキシンの性質として当てはまるものを以下の①～⑥からすべて選び、番号で答えよ。

- ① 水溶性である
- ② 幼葉鞘や茎の細胞壁におけるセルロース繊維間の結合を強める
- ③ 側芽付近でのサイトカイニンの合成を抑制する
- ④ 組織培養においてサイトカイニンに対する濃度比が高いと発根が促進される
- ⑤ 種子の発芽を抑制する
- ⑥ 種子の発芽を促進する

(ウ) 根の先端部の根冠には、重力を感受する役割をもつ細胞が存在する。この細胞の名称を答えよ。

3 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

ヒラメなどの海水魚は、まわりの海水よりも塩類濃度が 体液をもつため、常に水が体外へと移動する。そのため、多量の海水を飲んで水を補給すると同時に、過剰な塩類をえらから する。一方、キンギョなどの淡水魚は、まわりの淡水よりも塩類濃度が 体液をもつため、常に水が体内へと侵入する。そのため、水中の塩類をえらから している。一部のサケ科魚類は、一生のうちに海水域と淡水域を往復することができるが、これは両方の水域で生息するための浸透圧調節のしくみが備わっているからである。^{a)}このように、生物は生育環境に応じて生体の恒常性を維持している。

(問1) 文章中の ～ に適切な語句を入れよ。

(問2) 下線部 a) に関して、ベニザケ(サケ科魚類)は生まれてからしばらくして、海洋型の浸透圧調節機能(海水適応能)を獲得する。図1は0歳魚の7月から1年魚の6月まで、淡水飼育したベニザケを海水移行して24時間後の血中ナトリウム濃度を示している。図1をみて以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

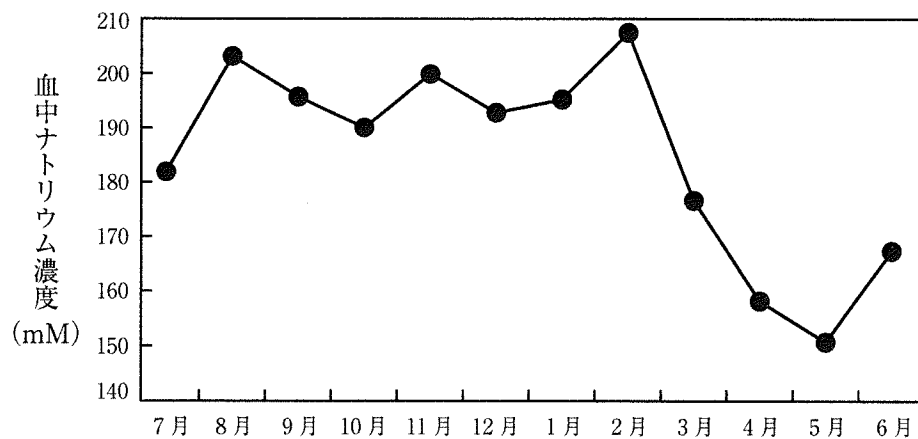


図1

- (ア) 図1の実験から、ベニザケの海水適応能が最も高い時期は何月と考えられるか、その理由も含めて答えよ。
- (イ) 10月と4月のベニザケでは、えらのナトリウムポンプ活性はどちらが高いと考えられるか、答えよ。

(ウ) 海水適応能に関わっているホルモンを、以下の①～⑤から1つ選び、番号で答えよ。

- ① アドレナリン ② インスリン ③ 成長ホルモン
④ チロキシン ⑤ グルカゴン

(問 3) 以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 図2の魚類の心血管系模式図を参考にして、脳、肺、からだの各部から心臓につながる血管を書き込みヒトの心血管系模式図を完成させなさい。その際、洞房結節の位置を●で、わかりやすく図の中に書き込みなさい。なお、図中のRAは右心房、RVは右心室、LAは左心房、LVは左心室を示している。

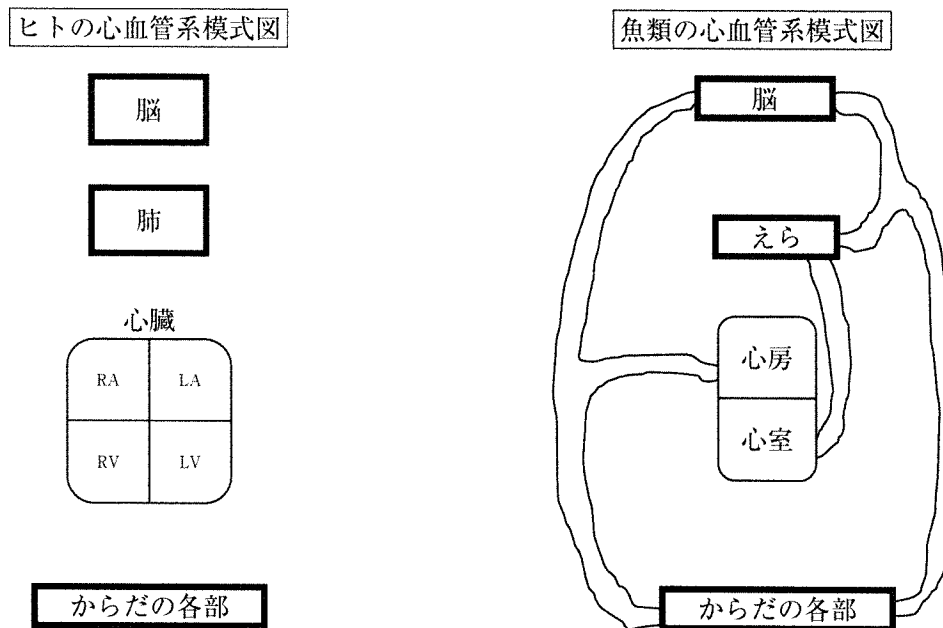


図2

(イ) ヒトの赤血球は、どのような方法でエネルギーを得ているのか、白血球との違いを説明せよ。

(ウ) 細い注射針でヒトの血液を採取(採血)すると、赤血球の破裂(溶血)が起こることがある。すべての赤血球が溶血した時、採取した血清中のナトリウム、カリウムの値はどのように変化すると考えられるか、その理由も含めて答えよ。

(問 4) 以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

- (ア) 上位の栄養段階の生物は、被食者―捕食者相互関係を介して、下位の栄養段階の種の増減に影響を及ぼす。例えば、種間競争する一次消費者の A 種と B 種がバランスを保って生息していたとする。その場合、A 種と B 種を共に捕食できる捕食者 C 種はそのバランス維持にどのような影響を与えていると考えられるか、50 字程度で説明せよ。
- (イ) ヒトは栄養段階の最上位に位置する生物である。その捕食について、近年、家畜肉からダイズを原料とした「植物肉」の需要が増加しつつある。ヒトが家畜肉から、ダイズなどの植物肉への「補食」に切り替えることで、生態系のエネルギー効率はどうに変化するか、その理由とともに説明せよ。