

| | |
|----|-----|
| 科目 | 生 物 |
|----|-----|

理学部・医学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから9ページにわたっています。
3. 解答用紙は6枚、下書き用紙は2枚で、問題冊子とは別になっています。
解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
4. 受験番号は、すべての解答用紙の上部の欄(2か所)に記入しなさい。
5. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出て下さい。
6. すべての解答用紙を提出して下さい。
7. 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰って下さい。
8. 問題は、**I** ~ **V** の5問です。**I**、**II**、**III**を必ず解答し、これに加えて、**IV**と**V**のいずれか1問を選び、解答して下さい。**IV**と**V**のうち、選んだ問題の解答用紙の所定の選択欄に○印をつけて下さい。所定の選択欄は問題番号の右横にあります。
IVと**V**のどちらにも○印をつけた場合、あるいはどちらにも○印をつけていない場合には、この2問は0点とします。

I

ヒトの血液の構成や幹細胞の分化に関する次の文章を読み、問い(問1～8)に答えなさい。

ヒトの血液は、血球と **a** からできている。血球は、有形成分で赤血球・白血球・血小板などからなる。赤血球は、円盤状で、 $6\sim 9\mu\text{m}$ の大きさで、**b** で作られ、肝臓やひ臓で破壊される。赤血球の寿命は約120日ほどで、内在する **c** は酸素の運搬を行う。白血球は、 $5\sim 20\mu\text{m}$ の不定形であり、アメーバ運動を行い食菌作用を持ち、**b** ・ひ臓・リンパ節で作られ、ひ臓で破壊される。血小板は不定形、無核で $2\sim 4\mu\text{m}$ である。血小板は **b** ができる細胞の破片で血液の凝固に関係している。無形成分である **a** は、体積で血液の約55%をしめ、その約90%は水である。血液を循環させる器官系を循環系といい、血管系が重要な役割をはたす。

ヒトの **b** で生産される幹細胞は分化し、抗体を作るB細胞やそれを助ける **d** などとなり抗原を排除する。**d** は **e** で成熟する。幹細胞は、抗原を取り込んで分解するマクロファージやその他の白血球にも分化できる能力を持っている。

問 1. 文中の **a** ～ **e** に適切な語を記入しなさい。

問 2. ヒトの血管系は動脈・毛細血管・静脈からなる。血液が心臓から出て肺を経て心臓にもどる経路を何とよぶか、書きなさい。

問 3. 毛細血管から放出される体液(組織液)はどのようにして血管にもどるのか、書きなさい。

問 4. ヒトの場合と異なり、バッタの血管系では動脈の末端がからだを構成している組織に直接ひらいている。このような血管系を何とよぶか、書きなさい。

問 5. ヒトの赤血球と白血球は有核か無核か、それぞれ答えなさい。

問 6. 細胞自身が抗原に直接作用するはたらきを細胞性免疫というのに対して、血液中の抗体が抗原を排除するはたらきを何とよぶか、書きなさい。

問 7. アトピー性皮膚炎・ぜんそく・鼻炎・結膜炎などのアレルギー症状(過敏症)を引き起こす抗原を何とよぶか、書きなさい。

問 8. 抗体は2本の長いペプチド鎖(H鎖)と2本の短いペプチド鎖(L鎖)からなるタンパク質である。このタンパク質を何とよぶか、書きなさい。

II キンギョを使ったホルモンや神経系の実験に関する次の文章を読み、問い(問1～7)に答えなさい。

多くの動物は、体色を環境に応じて変化させることができる。キンギョを使って次の実験を行った。黒い色のキンギョを白い背景の水槽でしばらく飼ったところ、黒色のウロコの色が淡くなりはじめ、からだが白っぽくなった。次に黒い背景の水槽に移したところ、からだは再び黒くなった。専門書を調べたところ、キンギョ^①の体色は、自律神経系の作用によってウロコの色素細胞(黒色素胞)中のメラニン顆粒^②が凝集することで白っぽくなること、また、自律神経系の作用の低下と黒色素胞刺激ホルモンの分泌によってウロコの黒色素胞中のメラニン顆粒が拡散することで黒くなることがわかった。

キンギョの中樞神経系より取り出した2つの神経細胞が、連絡した状態で、脳脊髄液と同等の組成の溶液を満たしたシャーレの中で生かされている(図1)。なお、2つの神経細胞には、図1のような記録用の内部電極と刺激用電極が装着されており、細胞膜の外側が基準(0 mV)となるようにした。刺激用電極1から電気刺激を行ったところ、図2のような電位変化が、すべての電圧計で観察された。

問 1. 自律神経系と内分泌系に関する次の説明文について、正しい場合には○を、誤っている場合には×を記入しなさい。

- a. 自律神経系は、脳や脊髄とは独立した神経系である。
- b. 自律神経系は、内臓等の機能を不随意に制御する。
- c. 暑くなったり緊張したりした時に汗をかくのは、自律神経系の働きによる。
- d. 内分泌系は、脳など神経系の支配を受けない独立した情報伝達系である。
- e. ホルモンは、血液を介して標的の細胞や組織に到達して作用する。
- f. 血糖値を下げる作用を持つホルモンは、インスリンと糖質コルチコイドである。

問 2. 下線部①について、脳下垂体を除去したキンギョでは、黒い背景に移してもからだは黒くならなかったが、黒色素胞刺激ホルモンを注射すると、からだは黒くなった。これらのことから、キンギョの体色を黒くする上で、脳下垂体が果たす役割を40字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部②について、ウロコの黒色素胞中のメラニン顆粒を凝集させる神経伝達物質をキンギョの腸に作用させたところ、腸が弛緩して伸びた。この神経伝達物質名と下線部②の自律神経系の名称を書きなさい。

問 4. 図1の a, b, c は神経細胞に特徴的な構造であり、d は神経伝達物質を用いて細胞が連絡している場(間隙)である。それぞれの名称を書きなさい。

問 5. 図2のアは、刺激前の静止電位の値を示している。適切だと思われる値を以下の中から選
びなさい。

- 60 mV 0 mV + 10 mV

問 6. 図2のイのような電位変化は、何とよばれるか、書きなさい。

問 7. 刺激用電極1で行ったものと同じ強さの電気刺激を、刺激用電極2から行った場合、図2
のような電位変化が観察されるすべての電圧計を番号で答えなさい。また、そう考えた理由
を60字以内で書きなさい。

図1

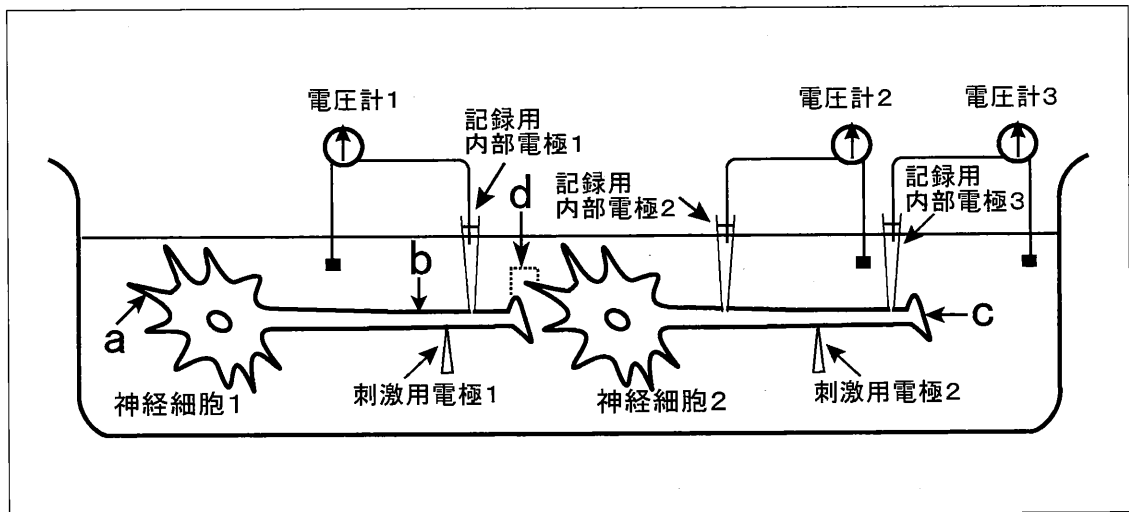
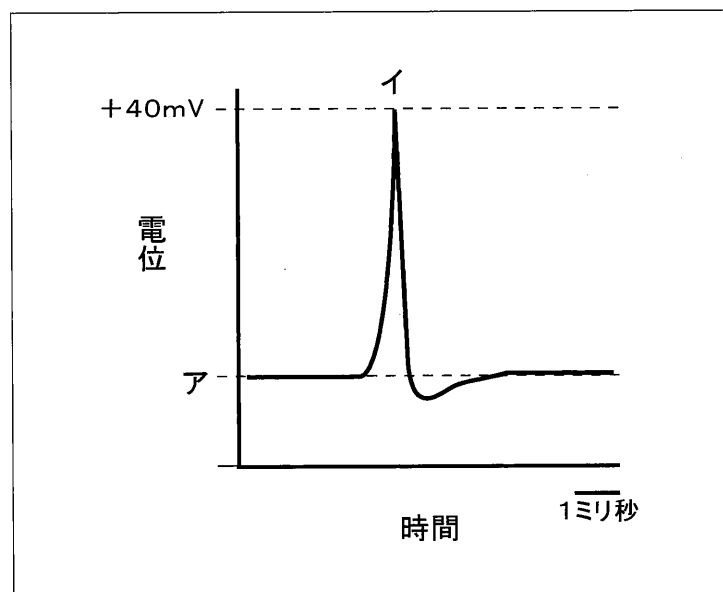


図2



Ⅲ

細胞に関する次の文章を読み、問い(問1～8)に答えなさい。

細胞は、細胞膜によって外界から区別されている。この膜は、脂質二重層にタンパク質がモザイク状に配置した構造をしており、細胞内外への物質の出入りは、この膜を介して行われている。細胞膜は半透性であるため、膜の内外に溶質の濃度差がある場合は、浸透圧が生じて水が移動する。そのため、高張液に入れると、赤血球は縮んでしまい、植物細胞では細胞膜が細胞壁から離れてしまう現象がみられる。一方、細胞膜は膜中のタンパク質によって構成されたポンプと呼ばれる構造を介してエネルギーを使った能動的な物質の輸送も行っている。ここで使われるエネルギーは、他の様々な生命活動に必要なエネルギーと同様に呼吸によって得られたものである。呼吸には多くの酵素が関与している。

細胞膜は、動植物共に脂質とタンパク質から構成されるが、細胞全体の構成成分をみると、動物細胞では通常、タンパク質は水の次に多い。生命体を構成する種々のタンパク質は、20種類のアミノ酸からなり、各タンパク質のアミノ酸配列は、遺伝子情報に基づいて決まっている。各組織に分化した細胞では、役割に応じたタンパク質が生産されている。たとえば、髪や爪に含まれる **a**、腱などの繊維性結合組織に存在する繊維状タンパク質の **b**、筋原繊維に存在し収縮を起こす太いフィラメントを構成する **c** と細いフィラメントを構成する **d** などがその例である。

問 1. 文中の **a** ～ **d** に適切なタンパク質名を記入しなさい。

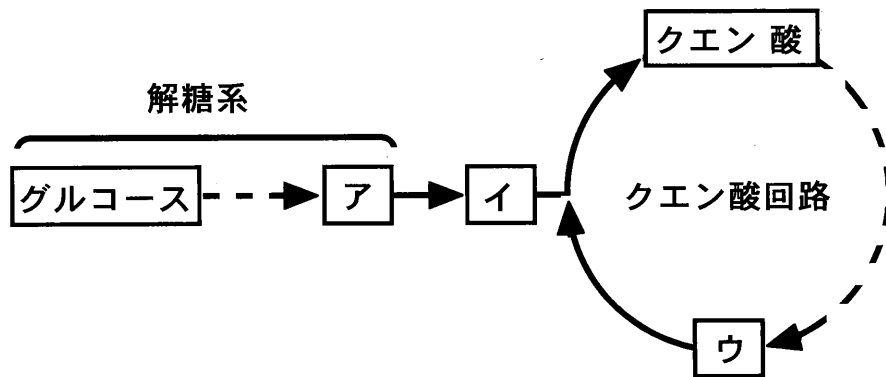
問 2. 下線部①について、ヒトの赤血球の形が変化しない食塩水(等張液)の濃度は何%か、書きなさい。

問 3. 下線部②の観察には、ユキノシタの葉の裏の表皮を用いることが多い。ユキノシタの表皮がこの観察に適している理由は何か、40字以内で書きなさい。

問 4. 呼吸において大きな役割を果たしている細胞小器官はミトコンドリアである。外膜、内膜、クリステが明確にわかるようにミトコンドリアの断面図を解答欄の破線内に描きなさい。次に解答欄の **クリステ** と **マトリックス** の文字と断面図内の該当部分を線で結びなさい。

問 5. 下の図は、グルコースを呼吸基質とした場合の好気呼吸の経路のうち、解糖系とクエン酸回路の略図である。これについて、次の(1)~(4)に答えなさい。

- (1) は、解糖系の最終産物である。 の物質名を答えなさい。
- (2) グルコース 1 分子は何分子の に分解されるか、答えなさい。
- (3) は、酵素複合体の反応によって になる。 の物質名を答えなさい。
- (4) は、 と反応してクエン酸になる。 の物質名を答えなさい。



問 6. 解糖系とクエン酸回路で作られた還元型補酵素は、ミトコンドリアの内膜に局在するタンパク質群に を受け渡す。 がこのタンパク質群を伝達される間に放出されたエネルギーを用いて、ATP 合成酵素が多量の ATP を生成することがわかっている。次の(1)と(2)に答えなさい。

- (1) タンパク質群間で受け渡される とは、次の a~f のうちのどれか、ひとつ選び記号で答えなさい。
 a. 電子 b. 塩素 c. 酸素 d. 水 e. ADP f. リン酸
- (2) はミトコンドリアの内膜のタンパク質群を移動した後どうなるか、30 字以内で答えなさい。

問 7. 一般に植物の若い組織では、文中の③の動物細胞とは異なり、水の次に多いのは炭水化物である。植物では 2 番目に多い細胞成分が炭水化物であるのはなぜか、50 字以内で書きなさい。

問 8. タンパク質のアミノ酸の配列は、タンパク質ごとに遺伝子の情報にしたがって決定されている。真核生物においては、転写直後の mRNA はスプライシングを受けて成熟した mRNA になる。スプライシングとはどのようなことか、50 字以内で書きなさい。

選択問題

IV 地球上の生命の歴史と生物群に関する次の文章を読み、問い(問1～8)に答えなさい。

光合成生物により放出された酸素が大気中に蓄積した結果、 が形成されて有害な紫外線が吸収されるようになると、淡水域で岸辺近くの浅い場所に生育していた光合成生物のあるものが陸上に進出し、陸上植物に進化していった。① 陸上では、植物は水中で生活しているときよりも強い光を利用できるが、乾燥に耐えねばならなかった。やがて、植物体のなかで水分や光合成産物などを輸送するための をもつ植物が進化し、胚と胚乳をそなえた種子を形成するようになった。また、種子植物のなかに胚珠が子房に包まれた花をもつものが現れ、それらの植物は芽ばえの葉のようすのちがいによって大きく2群に区別されている。②

植物が陸上に進出した後、動物も陸上に分布を拡げていった。魚類のあるものは鰓のほかに肺をもち鱗に丈夫な骨をもっていた。③ これらの原始魚類から、移動に適した四肢をもつ が進化した。彼らは繁殖のために水辺を離れることはできなかった。完全に陸上生活に適応した脊椎動物は、は虫類からである。④ は虫類は多様化して、地上には恐竜、水中には魚竜など、さらに空中には翼竜が進出した。これらの恐竜のなかまが絶滅した後、脊椎動物では、鳥類や哺乳類が多様に進化した。⑤ 一方、昆虫類などの節足動物も多様に進化した。現在も繁栄している。

地球上には気候変動や大陸移動のほか、さまざまな要因によって多様な種が分化してきた。⑥ これらの生物の種について、人々は、自分が属する社会で一般につかわれている言語で慣用的に名前をつけるとともに、国際的な共通の約束のもとに学術用語として をつけている。⑦

問 1. 文中の ～ に適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①に最も関連の深い生物を、下の1～5から選び、番号を記入しなさい。

- | | | |
|----------|-----------|--------|
| 1. ミドリムシ | 2. ボルボックス | 3. アオサ |
| 4. シャジクモ | 5. ネンジュモ | |

問 3. 下線部②の2群(ここではA, B群)にふくまれる植物の組み合わせとして適切なものを、下の1～5から選び、番号を記入しなさい。

- | A 群 | B 群 |
|---------------|--------------|
| 1. ケヤキ, ウルシ | — アカザ, ニンジン |
| 2. アブラナ, ヨモギ | — ススキ, チカラシバ |
| 3. パンコムギ, ワラビ | — トマト, イタドリ |
| 4. ソテツ, イチョウ | — ゼニゴケ, スギゴケ |
| 5. ツバキ, ヘゴ | — ユリ, イネ |

問 4. 下線部③に最も関連の深い生物を、下の1～5から選び、番号を記入しなさい。

1. ヤツメウナギ
2. ユーステノプテロン
3. サメ
4. アンモナイト
5. イクチオステガ

問 5. 下線部④のように、は虫類が陸上生活に適応できた理由を、60字以内で説明しなさい。

問 6. 下線部⑤に関連して、多様化した動物と植物との関係を述べた以下の説明(1～4)から、誤っているものを選び、番号を記入しなさい。

1. 被子植物のなかには、送粉者の動物が認識しやすいように、花卉にさまざまな波長の光を反射する模様をもつものがある。
2. 被子植物のあるものは、果肉を発達させ、動物が果実を食べることで種子が散布されるように進化した。
3. 送粉者のハチドリは、花の奥にある蜜腺から蜜を吸えるように長いくちばしをもち、空中で停止できるように羽を動かすことができる。
4. 多くの植物は、送粉者を花に誘引するため、デンプンを蓄積できるように花の構造を進化させた。

問 7. 下線部⑥に関連して、現在オーストラリアのみでカンガルーやコアラなどの有袋類が繁栄している理由を、100字以内で説明しなさい。

問 8. 下線部⑦に関連して、生物の「種」について以下の説明(1～5)のうち、正しいものに○を、誤っているものに×を記入しなさい。

1. ライオンとヒョウの間には飼育下では子供がうまれるので、「両者は別種である」とは言い切れない。
2. イヌ科にはチワワ、秋田犬などの生物学的に異なる種が含まれている。
3. 進化によって新しい種が生まれるには、通常、集団どうしが何らかの方法で生殖的に隔離されることが必要である。
4. 日本と大陸のツキノワグマは、自然界で交雑することがあり得ないので別種とされる。
5. オオシモフリエダシャク^{はね}の翅の黒いタイプ(暗色型)と白いタイプ(明色型)は工業化に適応した種分化の例である。

選択問題

V 地球環境と生物に関する以下の文章(A, B)を読み、問い(問1～6)に答えなさい。

A.

本来分布していなかった地域に人為的に持ち込まれ、定着した生物を外来生物という。その中には、持ち込まれた地域に昔から生息していた在来の生物に や , あるいは伝染病の持ち込みなどによって影響を及ぼし、ついには絶滅させてしまうものもあり、大きな問題となる場合がある。

の例として、在来の淡水魚を数多く食べてしまうブラックバス(オオクチバスなど数種の肉食魚の総称)、 の例として、在来の植物と光などを奪い合うセイダカアワダチソウが挙げられる。また、在来の生物は、長期にわたる世代交代の末に地域ごとの環境条件に適した性質を獲得していることが多いが、^①同じ種の別の個体群に属する個体が他の地域から持ち込まれると交雑を起し、その性質が変化してしまうという問題もある。「自然保護」や「環境教育」の目的で、生物群集や生態系の中に他の場所から生物を持ち込んで放す場合には、こうした問題に^③十分配慮する^④必要がある。

問 1. 文中の と に適切な用語を記入しなさい。

問 2. 下線部①に相当する適切な用語を下の1～5から選び、番号で答えなさい。

1. 順 応 2. 選 択 3. 変 異 4. 種分化 5. 適 応

問 3. 下線部②は生物の集団を表す用語であるが、下の1～5から、これに相当しない「集団」を2つ選び、番号で答えなさい。

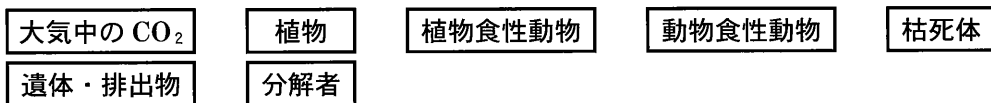
1. 沖縄県の西表島いりおもてには、約100頭のイリオモテヤマネコの集団が見られる。
2. 日本のタヌキは、ユーラシア大陸各地の同種の集団から海によって隔離されている。
3. ニホンザルの集団は、通常1頭の雄のリーダーと多数の雌、子、その他の雄を含む。
4. アフリカの草原では、シマウマやキリンが一つの集団を形成している。
5. 日本各地に見られるオオクチバスの集団は、神奈川県の芦ノ湖に導入された一群が再放流によって拡散したものである。

問 4. 下線部③および下線部④の用語について、それぞれ35字以内で説明しなさい。

B.

地球上の炭素は、大気・陸域・海洋にさまざまな形で存在している。大気と陸上生態系との間では 120 ギガ t/年、大気と海洋表層との間では 90 ギガ t/年の炭素の出入りがある。大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度は、過去数万年にわたって 0.028 % 程度であったが、18 世紀にイギリスで産業革命が始まった頃から急激に増加し、現在では 0.0375 % に達している。大気中の CO₂ 増加量は、化石燃料から放出される量の約半分であり、残りの炭素は、陸上生態系や海洋表層に吸収されている。大気 CO₂ 濃度は、特に北半球で顕著な季節変動を示す。人間活動の結果による大気 CO₂ などの温室効果ガスの増加が、温暖化を引き起こしているという気候モデルの計算結果をもとに、温室効果ガスの排出削減をもとめた地球温暖化防止条約(京都議定書)が多くの国で批准されている。

問 5. 下線部⑤について、陸上生態系における炭素の循環についての模式図を描きなさい。図中には、以下の要素を描き、その間の炭素の移動方向を矢印で示しなさい。



問 6. 下線部⑥について、その理由を 50 字以内で説明しなさい