

# 生 物

## 注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまではこの冊子を開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて14ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示または板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配布された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げて申し出ること。次に解答用紙をミシン目に沿って落ちていて丁寧に別々に切り離し、学部名・受験番号・氏名を必ずすべて解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに横書きで記入すること。マス目のある記述問題は句読点も文字数に含まれます。

1

次の文章 1、文章 2 を読み、問 1～問 5 に答えなさい。

文章 1：遺伝情報が DNA → RNA →タンパク質のように一方向に流れていく概念は、( ア ) と呼ばれる。DNA の塩基は、アデニン、チミン、シトシンおよび( イ ) の 4 種類で、これらの 3 個続きの塩基すなわちコドンで一つのアミノ酸を指定する。コドンにより合計で( ウ ) 種類のアミノ酸が指定され、翻訳の開始や終止を指定するコドンもある。真核生物においては、開始コドンが主に指定するアミノ酸は( エ ) であり、終止コドンは通常 3 種類(TAA, TAG, TGA)が存在する。

真核生物では、DNA から転写された RNA は、不要な部分が除去されてからつなぎ合わされて mRNA となる。この転写された RNA から mRNA が構成される過程を( オ ) という。mRNA になる部分に対応する DNA 領域をエキソンといい、mRNA に残らない DNA 領域を( カ ) という。

DNA の配列において、偶発的に置換、欠失および挿入などが起こったとき、それを遺伝子( キ ) と呼ぶ。ゲノム上の同じ位置の塩基配列において、異なる配列が複数存在することを遺伝子多型と呼ぶ。生物集団では、たくさんの遺伝子多型が存在し、これら対立遺伝子の割合を遺伝子頻度という。一般に、任意交配集団では、次世代の遺伝子頻度は変化せず前世代と同じとなり、この現象を( ク ) の法則という。

特定の遺伝子がたまたま多く次世代に受け渡されることが起こりうるが、このような偶然による遺伝子頻度の変動を遺伝的( ケ ) という。何らかの原因による隔離集団の個体数の減少に伴って、遺伝的構成の偏りが生じることをびん首効果といい、そのような隔離集団では遺伝子頻度が他集団と大きく異なることがある。

集団が隔離される原因には、大陸の一部が離れて新しい島が生じる場合などがあり、これを地理的隔離という。さらに長い年月が経過して隔離集団の遺伝的变化が大きくなり、元の集団と交配できなくなる場合、これを( コ ) 的隔離という。( コ ) 的隔離が成立して新たな種が生じることを( サ ) という。

問 1 文章中の(ア)～(サ)に当てはまる適切な語句を答えなさい。ただし、(ウ)には数字を入れなさい。

問 2 下記の動物集団(100頭)における対立遺伝子 A および a の遺伝子頻度をそれぞれ計算し、小数点以下 1 桁の数値で答えなさい。

AA : 10 頭, Aa : 40 頭, aa : 50 頭

文章 2 : 代謝のうち、単純な物質から複雑な物質を合成する過程を同化といい、複雑な物質を単純な物質に分解する過程を( シ )という。エネルギー代謝は、主にアデノシン三リン酸(ATP)を介したエネルギーのやりとりで行われている。

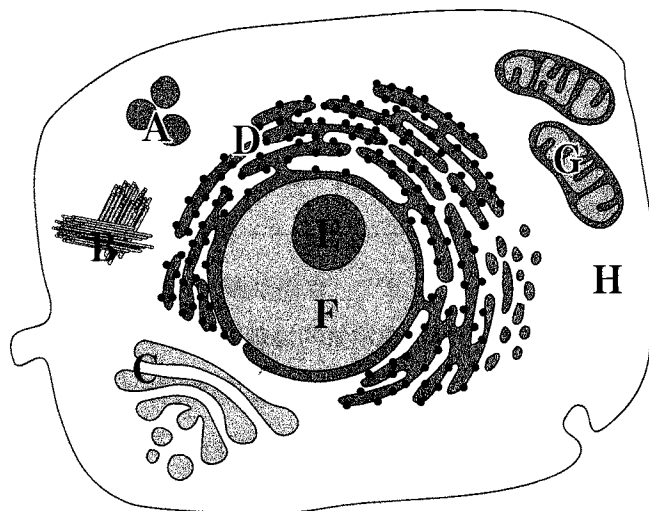
真核生物の行う呼吸によってグルコースが分解される過程は、細胞内の部位①に存在する( ス ), ならびに細胞内の部位②に存在する( セ )と電子伝達系の3つの反応系に大別される。( ス )の反応では、グルコース1分子は酸素を用いずに分解されて2分子の( ソ )になり、2分子の NADH と2分子の ATP が生成される。

生成された( ソ )は( セ )の反応系に入り、二酸化炭素と  $H^+$  や電子を生じ、受容体である  $NAD^+$  や  $FAD$  に受け渡され、NADH や  $FADH_2$  となる。この( セ )の反応系では、グルコース1分子につき( タ )分子の ATP が生成される。

最後に NADH や  $FADH_2$  などは、電子伝達系に入り、 $H^+$  と電子が放出され、電子は酸化還元反応を繰り返しながら、②の内膜に存在する分子に次々に受け渡される。このとき、電子がもっていたエネルギーと ATP 合成酵素の働きによりエネルギーが生成され、最後に電子は酸素に受容され、遊離していた  $H^+$  と反応して( チ )が生成される。この電子伝達系では、グルコース1分子につき最大で34分子の ATP が生成される。このように、物質が酸化される過程で生成されるエネルギーを用いて ATP を合成する反応は( ツ )と呼ばれる。

問 3 文章中の(シ)～(ツ)に当てはまる適切な語句を答えなさい。ただし、(タ)には数字を入れなさい。

問 4 文章中①および②で示された各反応系が存在する部位は、下図に示された細胞のどの部位か記号で答えなさい。また、その部位の名称も答えなさい。



問 5 文章で説明された「呼吸」および微生物等において行われる「発酵」についての次の①～⑤の記述のうち、正しいものに○を、誤っているものに×をつけなさい。

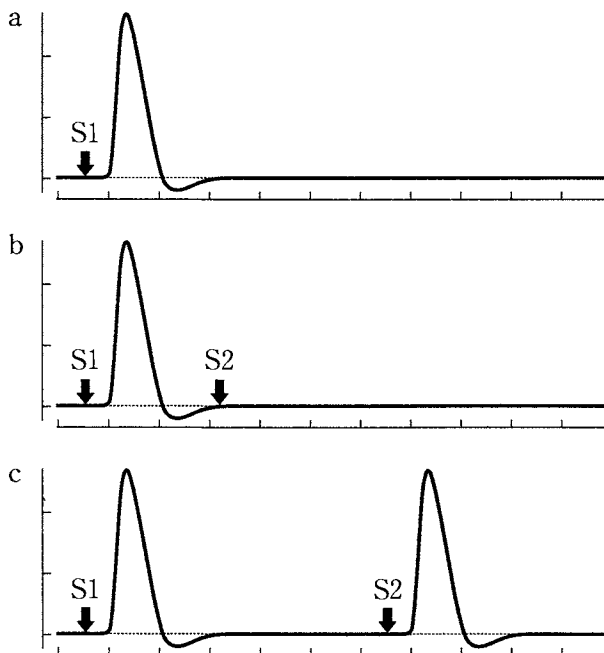
- ① グルコース 1 分子当たりの生成エネルギーは、呼吸の方が発酵よりも大きい。
- ② 最終的に還元され生成される物質が、無機物であるのが呼吸で、有機物であるのが発酵である。
- ③ 呼吸は酸素を必要とし、発酵は酸素を必要としない。
- ④ 呼吸も発酵もその代謝の過程でアルコールを生成する。
- ⑤ 脂肪とタンパク質もグルコースと同様に呼吸と発酵により代謝される。

2 次の問1～問8に答えなさい。

問1 下表は細胞膜をとおしての物質の輸送のしくみを表したものである。表の空欄に○、×を書き入れなさい。

特徴	輸送のしくみ			
	細胞膜を介した受動的な拡散	能動輸送	チャネルによる輸送	輸送体による受動輸送
細胞膜に存在する特別なタンパク質が必要				
ATPによるエネルギー供給が必要				
濃度勾配に逆らった物質輸送が可能				

問2 下図は神経細胞の軸索を電氣的に刺激し、その活動電位を記録した模式図である(縦軸;電位, 横軸;時間)。aでは1回の電気刺激(S1)を, bとcでは2回の電気刺激(S1, S2)を行った。bとcの結果の違いについて80字以内で説明しなさい。



問 3 同等の太さを持つ有髄神経と無髄神経での活動電位の伝導速度はどちらが速いか答えなさい。また、その理由を伝導方法の違いをふまえて、200字以内で説明しなさい。

問 4 細胞骨格について、次の言葉に関連する適切な語句を選びなさい。下の語句はすべて使うこと。

アクチンフィラメント ( ) ( )  
微小管 ( ) ( )  
中間径フィラメント ( ) ( )

語句：10 nm 筋収縮 細胞接着 チューブリン べん毛  
ミオシンフィラメント

問 5 受精に関する次の①～④の記述のうち、正しいものを一つ選びなさい。

- ① 受精膜には受精した精子の核以外の部分を卵外へ押し出す役割がある。
- ② 先体反応は精子から卵へカルシウムイオンを受け渡す反応である。
- ③ 精子のべん毛はミトコンドリアで合成されるアデノシン三リン酸(ATP)のエネルギーで動く。
- ④ 精子の先体は、受精膜を作る材料になる。

問 6 卵割と通常の細胞分裂に関する次の①～④の記述のうち、正しいものを一つ選びなさい。

- ① 卵割では、分裂するたびDNAの量が減っていく。
- ② 卵割では、分裂するたび細胞の大きさが小さくなっていく。
- ③ どちらも分裂によってDNAの量も細胞の大きさも変わらないが、受精卵に起こるものを卵割という。
- ④ 動物極と植物極を含む面で分裂(経割)するものを細胞分裂、赤道面で分裂(緯割)するものを卵割という。

問 7 カエルの発生では、原腸胚になると次の3種類の胚葉に分かれる。この3つの胚葉から分化する器官を下の語句から選びなさい。語句はすべて使うこと。

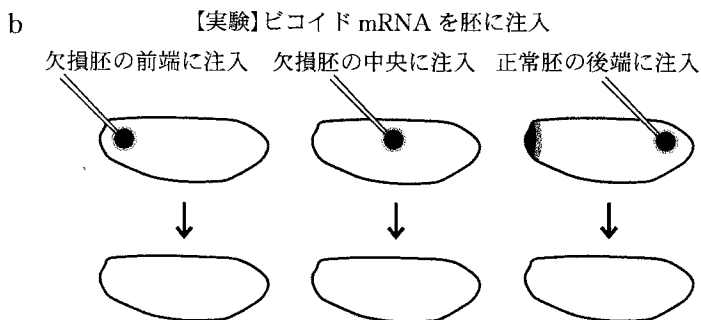
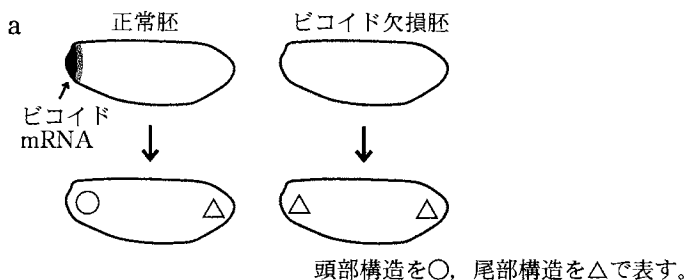
内胚葉(            )(            )(            )(            )

中胚葉(            )(            )(            )(            )

外胚葉(            )(            )(            )(            )

語句：胃 肝臓 血球 心臓 腎臓 真皮 水晶体 脊髄 大腸 脳 肺  
表皮

問 8 ショウジョウバエの胚発生ではピコイドタンパク質の濃度勾配が、胚の前方と後方を決める。その濃度は前端で最も高く、後端に近づくに従い低くなる。ピコイドタンパク質は、頭部構造を形成する作用をもつことが知られていて、ピコイド欠損胚は下図 a に示したように、2つの尾部構造を持つ。b のようなピコイド mRNA を注入する実験を行った場合、どのような結果が期待できるか、解答欄の図中に頭部構造を○、尾部構造を△で示しなさい。





3

次の文章1、文章2を読み、問1～問7に答えなさい。

文章1：ヒトをはじめとする高等脊椎動物には、体外から侵入した異物を排除する免疫の仕組みがある。免疫には、細菌などに共通する特徴を認識して迅速に攻撃を行う(ア)免疫という機構とともに、個々の病原体の特徴をより厳密に認識し、特異的な防御機構を働かせる(イ)免疫という機構が存在している。どちらも、体液中の白血球が深く関わっているが、(イ)免疫において主要な役割を果たすのが、白血球の一種である(ウ)と(エ)である。(ウ)は、ウィルスが感染した細胞を見つけだし、細胞ごと殺すことによって、病原体の増殖を防ぐ。それに対して、(エ)は、体外から侵入してきた病原体に対する抗体を大量に合成・分泌することによって生体を防御している。また、一度体内に侵入した病原体のために増殖した、(ウ)や(エ)の一部は、(オ)としてリンパ節などに残り、次に同じ病原体が侵入した時に備えている。

問1 文章中の(ア)～(オ)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 抗体は何と呼ばれるタンパク質でできているのか答えなさい。

問3 免疫において、自己を攻撃しない仕組みを免疫(自己)寛容という。この仕組みについて、下の用語をすべて用いて80字以内で説明しなさい。

用語：胸腺、リンパ球、自己、死滅、成熟

文章 2 : 有性生殖を行う生物では、減数分裂により配偶子が形成される過程で、もとの細胞のもつ 2 本の ( a ) 染色体のうち、父方に由来するものと母方に由来するものの中からランダムに 1 本の染色体だけが配偶子に伝達される。ここで減数分裂時の ( b ) がなければ、それぞれの染色体は中身が変わることなく一つのセットとして子孫に伝達される。

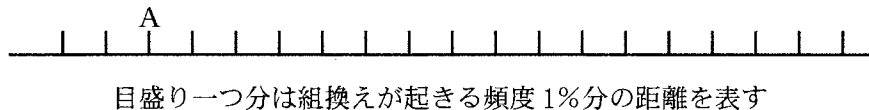
減数分裂では、1 回の DNA の複製で連続した二度の細胞分裂を起こすため、体細胞分裂とはその細胞周期が異なり、一細胞あたりの染色体数および DNA 量は ( c ) になる。第一減数分裂前期において、1 組の ( a ) 染色体が対合を起こし 2 価染色体となっているときに ( b ) は起こる。すなわち、それぞれ別の ( a ) 染色体の一部が部分的に切断され、別な ( a ) 染色体の同じ位置で再結合する。こうして再構成された染色体は、それに続く第二減数分裂においてそれぞれ別の ( d ) に分配され、その結果として遺伝子の組換えが生じる。組換えが起こる頻度を ( e ) といい、0 ~ 50% の間の数値で表される。

問 4 文章中の( a )～( e )に当てはまる語句あるいは数字を、下の①～⑱から選んで記入しなさい。

- ① 性 ② 常 ③ 相同 ④ 2倍 ⑤ 3倍 ⑥ 4倍 ⑦ 1/2  
⑧ 1/3 ⑨ 1/4 ⑩ ゲノム ⑪ 核 ⑫ 配偶子 ⑬ 組換え価  
⑭ 分離比 ⑮ 乗換え ⑯ 接合子 ⑰ 動原体 ⑱ 頻度

問 5 ある生物の二倍体の体細胞は8本の染色体をもっている。このことは、その生物の配偶子では最低でも何通りの異なる染色体の組み合わせが可能であることを意味するか答えなさい。

問 6 ある生物の染色体において、3つの遺伝子(A, B および C)が連鎖している。遺伝子 A と B と C の組換えが起こる頻度が A—B 間で 12%, A—C 間で 2%, B—C 間で 10%であったとき、解答欄の染色体地図を完成させなさい。



問 7 減数分裂によって遺伝的多様性が生み出される仕組みについて、2つ例をあげなさい。

4 次の文章1、文章2を読み、問1～問6に答えなさい。

文章1：ある一定地域で生活する同種の個体の集まりを個体群とよぶ。個体群において、単位面積や単位体積などの単位生活空間当たりの個体数を（ア）という。（ア）が高くなると、資源をめぐる個体間の競争が激しくなり、出生率の低下や死亡率の増加などが起きる。このように（ア）の変化にともなって、個体群を構成する個体の発育・生理などが変化することを（イ）といい、ある環境で存在できる最大の個体数を（ウ）という。

（イ）が個体の形態や行動に現れる例は昆虫類に多い。例えばトノサマバッタを卵期から低密度で飼育すると、体が緑色の成虫となり、一方、数世代にわたり高密度で飼育すると、体色が黒ずんだ成虫となる。前者を孤独相、後者を群生相という。（ア）の違いによって生じるこのような現象を（エ）とよぶ。

問1 文章中の（ア）～（エ）に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部の孤独相と群生相のトノサマバッタについてそれぞれ、後脚、翅の長さ、集合性の違いについて90字以内で説明しなさい。

問3 個体数を推定する方法として区画法と標識再捕法が挙げられるが、区画法と標識再捕法はそれぞれどのような生物に対して用いられるのか、60字以内で説明しなさい。

文章 2：生産者である植物は、光合成によって無機物である二酸化炭素と水から、デンプンなどの有機物を生産している。このように生産者が無機物から有機物を生産することを物質生産という。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の総量は(オ)と呼ばれる。生産者は光合成を行うと同時に、合成した有機物を呼吸で消費する。(オ)から呼吸で消費された有機物量(呼吸量)を差し引いたものは純生産量と呼ばれる。純生産量から(カ)と枯死量を差し引いた残りが、生産者の(キ)となる。

問 4 文章中の(オ)～(キ)に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問 5 地球全体での純生産量の総計が最も大きな生態系を、次の中から選びなさい。

森林      草原      湿原

問 6 ある生態系において、太陽エネルギーが 499262、生産者の純生産量が 468、呼吸量が 98 である場合(単位は全て  $J/(cm^2 \cdot 年)$ )、生産者のエネルギー効率(%)を算出なさい。小数点以下 3 桁目を四捨五入し、小数点以下 2 桁で記すこと。