

# 令和 4 年 度

## 試 験 問 題 ②

# 学 科 試 験

(9時～12時)

### 【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ページ	解答用紙数	選 択 方 法
数 学	数 学	1～10	2 枚	数学、英語は必須解答とする。 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ。
英 語	英 語	11～14	3 枚	
理 科	化 学	15～26	2 枚	
	生 物	27～44	2 枚	
	物 理	45～52	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(10枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
  - ① すべての受験番号欄に受験番号を記入せよ。
  - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。  
上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

# 生 物

【1】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

生物のもつ遺伝情報の多くはDNAの塩基配列として存在し、このDNAの塩基配列情報にもとづいてタンパク質が合成される。ある遺伝子から機能をもつタンパク質が合成されることを遺伝子の  ① という。この過程において、DNAの塩基配列がRNAの塩基配列へと写しとられることを転写、RNAの塩基配列がアミノ酸配列へと置き換えられることを翻訳という。真核生物では、転写されたばかりのmRNA前駆体から  ② に対応する部分が取り除かれ、 に対応する領域が結合する。この過程をスプライシングという。

またスプライシング以外にもmRNA前駆体に対していくつかの修飾が行なわれ、 ③ mRNAとなる。なお、真核生物では、転写は核内で、翻訳は細胞質内で行われるが、④ 原核生物では、転写途中のmRNAはただちに翻訳される。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、DNAを構成するヌクレオチド4種類の塩基の中で、3つの水素結合を介して塩基対を形成する塩基の名称を2つ記せ。

問3 下線部②について、DNAがもつ遺伝情報が一方向に伝達されるという原則を何というか記せ。

問4 下線部③について、スプライシング以外のmRNA前駆体の修飾を2つ記せ。

問 5 図 1 は下線部④の様子を模式的に示したものである。

(1) 図 1 の (ア)~(エ) について、あてはまるものを以下の (あ)~(え) から 1 つずつ選び、その記号を記せ。

(あ) mRNA

(い) RNA ポリメラーゼ

(う) リボソーム

(え) 合成途中のタンパク質

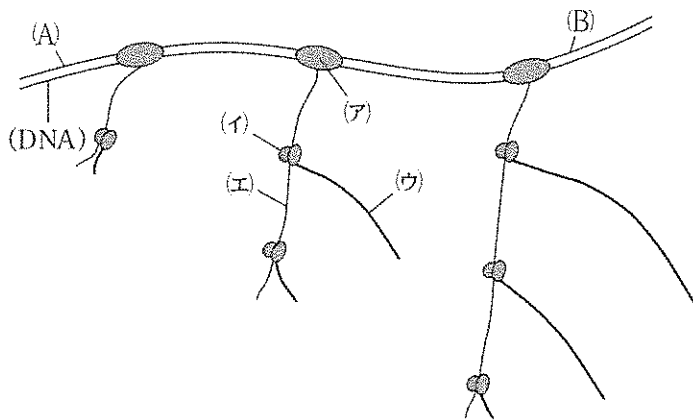


図 1

(2) 図 1 の (A)~(B) 間は、ある遺伝子の転写領域の一部であり、そのヌクレオチド鎖の長さは  $0.71 \mu\text{m}$  である。この領域から合成されるポリペプチドのアミノ酸数を求める計算式について、正しいものを以下の (あ)~(え) から選び、記号を記せ。ただし、この領域はすべて RNA に転写され、ポリペプチドに翻訳されるものとする。また DNA の 10 塩基対で構成されるヌクレオチド鎖の長さを  $3.4 \text{ nm}$  とする。

(あ)  $\frac{7.1 \times 10^{-7}}{3.4 \times 10^{-9}} \times \frac{1}{3}$

(い)  $\frac{7.1 \times 10^{-7}}{3.4 \times 10^{-9}} \times 3$

(う)  $\frac{7.1 \times 10^{-7}}{3.4 \times 10^{-10}} \times \frac{1}{3}$

(え)  $\frac{7.1 \times 10^{-7}}{3.4 \times 10^{-10}} \times 3$

【2】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

呼吸は、有機物の異化反応からエネルギーを得てATPを生産し、を消費してを排出するしくみである。光合成は、光エネルギーを利用して炭酸同化を行い、を有機物に変えてを発生するしくみである。<sup>①</sup>どちらも電子の伝達に伴う膜の内外での濃度勾配を形成し、ATP合成酵素を通したの流れこみによってATPを合成する。この点において、両者の反応は共通の枠組みをもっているといえる。

一方、電子の流れに注目してみると、呼吸と光合成の違いは最初に電子を与えるもの(電子供与体)と最後に電子を受け取るもの(電子受容体)の違いとして整理することができる。電子供与体は、呼吸では有機物の酸化の際に生じたと、光合成ではである。電子受容体は、呼吸では、光合成ではである。

電子の移動時のエネルギーの出入りにも違いがある。呼吸の場合は、がより還元する力が強い<sup>②</sup>ため、電子供与体から電子受容体への電子の移動は、エネルギーを放出しながら進む。光合成では、がよりも還元する力が強く、電子供与体から電子受容体に電子を移動させることにエネルギーが必要である。<sup>③</sup>

問 1 文中の a ~ g にあてはまる適切な化学式を以下より選び  
記せ.

$O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $NO_2$ ,  $NO_3$ ,  $NH_4^+$ ,  $H^+$ ,  $OH^-$ ,  
 $NAD^+$ ,  $NADP^+$ ,  $FAD$ ,  $NADH$ ,  $NADPH$ ,  $FADH_2$

問 2 文中の I ~ IV にあてはまる適切な語句の組み合わせを以  
下の(あ)~(え)から1つ選び, その記号を記せ.

	I	II	III	IV
(あ)	電子供与体	電子受容体	電子供与体	電子受容体
(い)	電子供与体	電子受容体	電子受容体	電子供与体
(う)	電子受容体	電子供与体	電子供与体	電子受容体
(え)	電子受容体	電子供与体	電子受容体	電子供与体

問 3 下線部 ① について, 光合成で炭酸同化が行われる回路状の反応経路の名  
称を記せ.

問 4 下線部 ② について, この電子が移動する場所を細胞小器官の名称ととも  
に記せ.

問 5 下線部 ③ について, この移動に必要なエネルギーを得る反応系について  
述べた以下の(1), (2)の文章のうち, 下線部が正しいものには○を, 間違っ  
ているものには適切な語句を解答欄に記せ.

- (1) この反応系はチラコイド膜上に存在する.
- (2) この反応系の中心にはシトクロムと呼ばれる色素が存在する.

【3】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

免疫は病原体からからだを守るために必要なしくみであるが、異常が生じると過剰な応答や本来攻撃すべきでない自己の組織を攻撃するなど負の側面ももっている。

例えば、外界のありふれた物質や食物に対して過敏な応答を起こすことがあり、これは  と呼ばれ、応答を引き起こす抗原を  と呼ぶ。 の1つである花粉症では、まず粘膜に付着した花粉から  が溶け出すとB細胞が特殊な抗体を産生するようになる。この抗体は粘膜に存在する  細胞に結合する。ここに再度  が結合すると鼻水や目のかゆみを誘導する  が産生される。からだ全体で強い  反応が起きると  低下や呼吸困難などを伴う  ショックが起き死亡することもある。

通常の免疫は自身の成分に反応しない状態にあるが、これに異常が生じると関節  やI型糖尿病などの  疾患が起きる。また、ヒト免疫不全ウイルス(HIV)により引き起こされるエイズ(後天性免疫不全症候群)などによって免疫が低下すると、健康な状態では感染しない病原体に感染するようになる。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、この状態を何と呼ぶか記せ。

問3 下線部②について、

- (1) このような感染を何と呼ぶか記せ。
- (2) 免疫が低下する理由を以下の用語を用いて解答欄の枠内に記せ。

獲得免疫、キラーT細胞、B細胞、ヘルパーT細胞

【4】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

ヒトの女性の場合、胎児の段階で卵巣内では一次卵母細胞の減数分裂の第一分裂が開始しており、出生時には乳児の卵巣内で後に配偶子となる細胞は全て第一分裂の  期に至りそこで止まっている。この一次卵母細胞の多くは、そのまま数十年にわたり卵巣内で維持される。思春期になると脳下垂体から周期的に分泌される生殖腺刺激ホルモンにより、周期ごとに1個の一次卵母細胞が減数分裂を再開して  を放出し、第二分裂の  期で再び停止する。この二次卵母細胞は卵巣から放出されて、 内に取り込まれ、そこで精子と出会ったのち受精する。受精卵は卵割を繰り返して、将来の胚となる  と胎盤の一部となる栄養外胚葉が生じる。このときの胚は胞胚に相当し、哺乳類では特に  と呼ばれる。これが子宮に到達すると、子宮の内側を覆う  に着床して胎盤を形成する。受精から約8～9週で大部分の器官と手と足が形成されると、胚は胎児と呼ばれるようになる。その後、成長して受精から一定の日数で誕生する。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、この現象を何と呼ぶか記せ。

問3 下線部②について、胎盤の役割を2つあげ、解答欄の枠内に記せ。

問4 下線部③について、「受精から一定の日数」に最も近いものを以下の日数から選び記せ。

248日、266日、280日、290日、310日

【5】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

すべての生物の細胞は、細胞膜と呼ばれる生体膜によって内外が仕切られている。細胞膜は水分子や一部の溶質は通すが、他の物質は通さない性質をもち、このような性質をもつ膜は  と呼ばれる。溶液と水を  で仕切ると、浸透圧によって水分子が溶液側に移動する。赤血球を純水のような低張液に入れると、細胞内に水が入り膨張し、細胞膜が壊れる。この現象は  と呼ばれる。一方、植物の細胞は細胞壁で囲まれており、細胞内外への水の出入りによって生じる膨圧の変化によって植物に動きが生じることがある。

孔辺細胞では、 色の光を光受容体である  が受容すると、細胞内外に電位差が生じ、細胞内に  イオンが流入し、浸透圧が上昇し、これにより水が  することで気孔が開く。また、植物が乾燥した条件におかれると  と呼ばれる植物ホルモンを介して孔辺細胞から  イオンが流出し、浸透圧が低下し、これにより水が  することで気孔が閉じる。すなわち、細胞の浸透圧の変化によって起こる水の出入りと、その結果生じる膨圧の変化によって孔辺細胞のかたちが変わり、気孔が開閉する。

問1 文中の  ～  にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 文中の  ,  にあてはまる適切な語句の組み合わせを以下の(あ)～(え)から1つ選び、その記号を記せ。

- | A      | B  |
|--------|----|
| (あ) 流入 | 流入 |
| (い) 流入 | 流出 |
| (う) 流出 | 流出 |
| (え) 流出 | 流入 |



問 3 以下の(1)~(4)について、それぞれの細胞のようすと膨圧の変化について適切なものを以下の解答群(あ)~(お)から選び、その記号を記せ。ただし、同じ記号をくり返し選んでもよい。

- (1) 接触によって葉を下垂させたオジギソウの葉柄の基部(葉枕)の下側の細胞。
- (2) 高張液内から等張液内に移した葉の表皮細胞。
- (3) 高張液内から低張液内に移した葉の表皮細胞。
- (4) 水を与えるのをやめて一時的にしおれさせた葉の表皮細胞。

(解答群)

- (あ) 細胞が縮小し、膨圧が低下する。
- (い) 細胞が破裂して、膨圧が低下する。
- (う) 細胞が肥大し、膨圧が上昇する。
- (え) 細胞が破裂して、膨圧が上昇する。
- (お) 細胞が肥大し、膨圧はほぼゼロのまま変化しない。

問 4 下線部①について、孔辺細胞のかたちの変化によって気孔が開くしくみを以下の用語を用いて解答欄の枠内で記せ。

孔辺細胞、細胞壁の厚さ、膨圧

【6】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

神経系では、神経細胞(ニューロン)が情報を伝達するはたらきをもつ。ニューロンは細胞体と、そこから伸びる樹状突起と軸索からなる。軸索では通常、興奮は細胞体から終末へと伝導される。軸索での興奮の伝導とは、膜電位(膜外に対する膜内の電位)の変化が伝わっていく現象である。

図1は刺激を受けたニューロンの膜電位を示している。このような膜電位の変化を **a** という。また、図1の(あ)における電位を **b** という。膜電位①の変化には生体膜を介したイオンの輸送が大きくかかわっている。軸索の末端では、シナプスを介して別のニューロンに情報を伝達する。シナプスには、興奮性シナプスと抑制性シナプスがあり、興奮性シナプスでは **c** や **d** などが神経伝達物質としてはたらく。一方、抑制性シナプスでは **e** などが神経伝達物質としてはたらく。神経伝達物質はシナプス間隙に②放出され、シナプス後膜にある受容体に結合する。

シナプスで情報が伝達されるとき、細胞に流入するイオンは、シナプス前膜では **f** , 興奮性シナプス後膜では **g** , 抑制性シナプス後膜では **h** である。

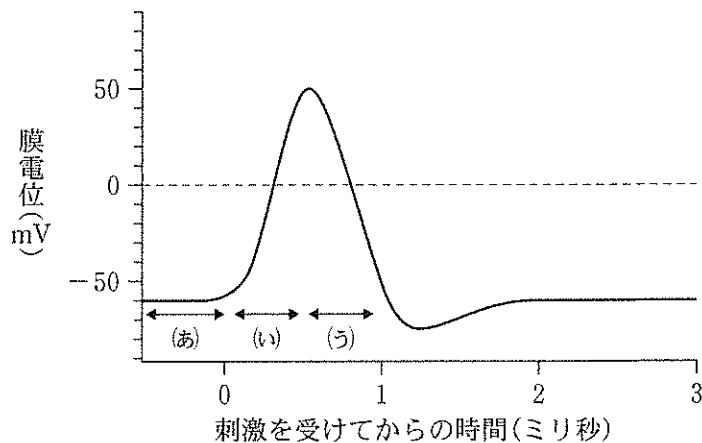


図1

問 1 文中の a ~ h にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部①について、ニューロンの興奮には、(1)電位非依存性  $K^+$  チャンネル、(2)電位依存性  $K^+$  チャンネル、(3)電位依存性  $Na^+$  チャンネルの開閉がかかわっている。それぞれのチャンネルが開いている期間を、図 1 の (あ)~(う) からすべて選び、記号を記せ。

問 3 下線部②について、この受容体は神経伝達物質を受容してイオンを通すように変化するチャンネルである。この受容体の名称を記せ。

【7】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

一定面積に密度を変えてダイズの種子をまくと、芽生えて間もない頃は、単位面積当たりの個体群の質量は個体群密度が高いほうが、個体群密度が低いほうよりも大きい。しかし、時間とともに差は減少し、やがて最初<sup>①</sup>にまいた密度にかかわらずに個体群の質量はほぼ一定の値になる。また、個体群密度当たりの個体の<sup>②</sup>平均質量は、時間が経過すると、個体群密度の高いほうが、個体群密度の低いほうよりも小さくなる。このように、個体群密度が高くなると、個体群の成長や構成する個体の発育や生理などが変化することがある。これを  といい、ある環境で維持できる個体群密度の上限を  という。

植物だけでなく動物でも  がみられる。例えば、トノサマバッタは、幼虫のとき低密度で飼育されると、体色は  色で、長い後あしをもつ成虫となり、単独生活をする。この型を  相という。しかし、高密度で飼育されると体色が黒ずみ、 の長い成虫となり、それらは集合性が強い。この型を  相という。野外の生息地においては、高密度で育ち、環境が悪化したとき、 相のトノサマバッタは新しい生息地を求めて集団で飛びたち移動する。このようにトノサマバッタでは、個体群密度に応じて個体の形態や色彩、行動に著しい違いが生じる。<sup>③</sup>

問 1 文中の a ~ f にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 下線部①について、このような法則を何というか記せ.

問 3 下線部②について、個体の平均質量は、個体群密度の低いほうよりも個体群密度の高いほうが、時間の経過とともに小さくなるのはなぜか。その理由を2つ、解答欄の枠内に記せ.

問 4 下線部③について、このような現象を何というか記せ.

【8】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

土壌は、地表から深さ約1～2mの比較的やわらかい層で、岩石の風化物や火山灰などの鉱物質に生物由来の  が混入して形成される。

森林の土壌の場合は、 の大半は落葉・落枝に由来する。それを植食性の  や  ，ササラダニなどが食べ、これら微小動物を捕食するクモや  ，カブリダニなどが食べる。これらの遺骸や排出物とともに腐植質が形成される。また、砂粒と腐植質がまとまった構造は団粒構造と呼ばれ、例えば環形動物の  が腐植質や微生物を食べ、粒状の糞として排泄することで、団粒構造の形成が促される。また、腐植質は、 や  によって  に分解される。このような食物連鎖は特に、 連鎖と呼ばれる。このように森林の土壌は、生物のはたらきによって形成される。

実際の森林の土壌を垂直に掘ってその断面を見ると図1に見られるような、X層、Y層、Z層の3層からなる層状構造が認められ、さらにその下には岩石(母岩)と呼ばれる風化前の岩石層がある。

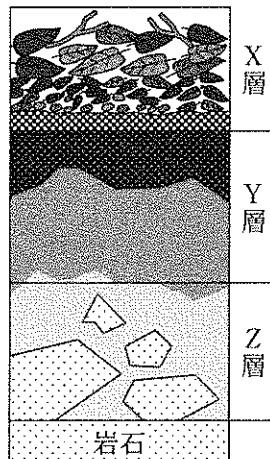


図1

問 1 文中の  ~  にあてはまる語句を下から選んで、解答欄に記せ。

有機物, 無機物, 窒素化合物, 腐食, 生食

問 2 文中の  ~  にあてはまるものを下から選んで、解答欄に記せ。

菌類, コケ類, 細菌, 地衣類, トビムシ, ミミズ, ムカデ, ワラジムシ

問 3 下線部①について、(1)X層、(2)Y層、(3)Z層にあてはまる記述を以下の(あ)~(か)から2つずつ選び、記号を記せ。

- (あ) 腐植質に富み腐植(土)層と呼ばれる。
- (い) この層の底部で、微生物による落葉などの分解が行われる。
- (う) 岩石が風化を受けてできる。
- (え) 落葉・落枝などの粗大物が集積し土壌の流出を防ぐ層でもある。
- (お) 土壌生物の遺骸・排泄物が分解された物質がたまる層である。
- (か) 地上の植物から伸びた根が多く、土壌動物の活動が活発な層である。

【9】 次の文Ⅰ、Ⅱを読み、問1～問3に答えよ。

[Ⅰ] 最古の生物化石は約35億年前の地層から発見されている。それは、核をもたない原核生物であったと考えられている。一方、真核生物と考えられる最も古い化石は、約21億年前になって初めて出現している。真核生物はその細胞内に核をもち、さらにミトコンドリア、葉緑体といった細胞小器官もっている。ミトコンドリアは、大型化した細胞内に  細菌が取り込まれて生じたと考えられ、さらに  が取り込まれて葉緑体になったと考えられている。このような考えは細胞内共生説と呼ばれている。この考えを支持する根拠の1つは、これらの細胞小器官が2枚の生体膜で包まれていることである。真核細胞は、ミトコンドリアと葉緑体の獲得によってその構造が複雑化する一方、呼吸や光合成などの効率のよい代謝のしくみも獲得したことになる。

問1 文中の  ,  にあてはまる適当な語句を記せ。

問2 下線部①について、このほかに、細胞内共生説を支持する根拠を2つ記せ。



[Ⅱ] 真核生物のうち、陸上に進出した植物は主に(1)コケ植物、(2)シダ植物、  
(3)裸子植物、(4)被子植物に分類される。

問 3 上記の(1)~(4)の各植物の特徴としてあてはまるものを、以下の(あ)~(け)からすべて選び、記号を記せ。

- (あ) 維管束をもつ。
- (い) 種子をもつ。
- (う) 含まれるすべての種が精子で受精する。
- (え) 胚珠をもつ。
- (お) 配偶体は前葉体といわれる。
- (か) 根・茎・葉の区別がある。
- (き) ふつう目にする植物体は配偶体である。
- (く) 子房をもつ。
- (け) 胞子で繁殖する。

[10] 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

生物多様性を評価するために、種数に基づいて種の多様性を調べる方法がある。<sup>①</sup>種数は、地域や生息地の環境条件によって大きく変化する。生息場所の平均気温が高く降水量が多いほど種数が多くなる。<sup>②</sup>同じ気候の地域の島では、面積が大きいほど種数が多い。さらに同じ面積の島では、大陸に近いほど、種数は多くなる。<sup>③</sup>

攪乱かくらんも種数に影響する。自然に生じる大規模な攪乱は、種の絶滅を引き起こし、種数は減少する。<sup>④</sup>人為的な攪乱でも同様に種の絶滅を引き起こし、種数は減少する。しかし、中小規模の攪乱の場合は、多様な環境を維持することによりむしろ種の多様性は高くなる。水田耕作による水環境の維持や人為的な山林の管理<sup>⑤</sup>によって、里山では種の多様性は高くなっている。

外来生物の移入も種の多様性に大きな影響を与える。外来生物による捕食により在来種の激滅や絶滅が引き起こされる場合もある。<sup>⑥</sup>

問1 下線部①について、生物多様性を評価するために、種の多様性以外の他の2つのとらえ方を記せ。

問2 下線部②について、(1)種数が最も多いと考えられるバイオームの名称と、(2)種数が最も少ないと考えられるバイオームの名称を記せ。

問3 下線部③について、大陸に近いほど種数が増える原因を1つ記せ。

問4 下線部④について、このような大規模な攪乱の例を2つ記せ。

問5 下線部⑤について、どのような管理が行われているか、人為的な管理の例を2つ記せ。

問6 下線部⑥について、捕食により在来種の生存に大きな影響を与えている外来種を2つ記せ。

— 余 白 —

(このページに問題はありません)