

平成 30 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 ~ 12	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	13 ~ 16	3 枚	
理 科	化 学	17 ~ 28	2 枚	
	生 物	29 ~ 44	2 枚	
	物 理	45 ~ 54	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 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。

—余 白—

(このページに問題はありません)

生 物

【1】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

あるヒト遺伝子の発現過程をみると、先ず核内でプロモーターに結合した **a** が、2本鎖DNAの **b** 側の鎖を 鋳型として、RNAの合成、即ち転写を始める。このRNAはDNAの塩基配列を写し取ったものであり、骨格となる糖は **c** である。また、RNAではDNAのアデニンに相補的な塩基として **d** が使われる。転写を終えたRNAはmRNA前駆体であり、そこからイントロンが除かれてmRNAがつくられる。mRNAは **e** を通って細胞質に運ばれ翻訳される。

翻訳はリボソームにmRNAが結合して行われる。mRNAはアミノ酸配列の情報を担っている。リボソームがmRNA上を移動し開始コドンに来ると、メチオニンをつけた **f** がmRNAに結合し翻訳が始まる。この **f** にはmRNAのコドンと相補的な塩基配列をもつ **g** と呼ばれる部位が存在する。**g** に応じて特定のアミノ酸を運んできた **f** は、次々とmRNA上の相補的なコドンに結合する。リボソームのはたらきによってアミノ酸が **h** 結合で互いにつながれていくことにより、タンパク質が合成されていく。

問 1 文中の a ~ h にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 以下の (ア)~(エ) について, 正しいものには○, 誤っているものには×
をそれぞれの解答欄に記せ.

(ア) 下線部 ① の鋳型 DNA は 5' から 3' 方向に RNA に転写される.

(イ) 下線部 ② の RNA 合成にはプライマーとして岡崎フラグメントが必要である.

(ウ) 下線部 ③ の mRNA にはアミノ酸を指定していない部分がある.

(エ) 下線部 ④ のタンパク質の合成は, 原核生物の場合は転写と同時に起こる.

問 3 ゲノム解析により, 実際のヒト遺伝子の数が予想された数より少ないことがわかってきた. このことは 1 種類の mRNA 前駆体から 2 種類以上の mRNA が合成されていることを示している. この現象は何と呼ばれるか, 記せ.

【2】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

多細胞生物であるヒトでは約200種類の細胞が存在するとされているが、細胞を構成する構造物はほぼ全ての細胞で共通している。細胞の最外層は細胞膜と呼ばれる生体膜で、細胞膜によって細胞外と細胞内が区切られている。細胞内には、^(あ)さまざまな細胞小器官が存在している。核は核膜と呼ばれる生体膜と、その内部のクロマチン繊維などから構成される。ミトコンドリアは と呼ばれるエネルギーの受け渡しを行う物質を合成する。 は生体膜^(い)上で行われる と呼ばれる反応系と、マトリックスで行われる と呼ばれる反応系で合成される。リボソームはタンパク質の合成を行い、その一部は小胞体に付着している。小胞体は生体膜で構成されており、一部は核膜とつながっている。リボソームの付着した小胞体を特に と呼ぶ。これら細胞小器官の細胞内での位置を支え、細胞の形態を保持している繊維は細胞骨格と呼ばれ、主に3種類に分類される。その中で最も太い繊維で、直径が24～25 nmの は、 と呼ばれる球状のタンパク質が多数結合して管状構造となったものである。最も細い繊維である は直径7 nmの繊維で、 と呼ばれるタンパク質が構成単位となっている。

問1 文中の ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 ヒトの細胞のなかには、文中にあげた細胞小器官のうち一部を欠いているにもかかわらず、正常な機能をもつものが存在する。(1)その細胞の名称と、(2)欠いている細胞小器官の名称をそれぞれ記せ。

問3 下線部(あ)～(え)のうち、二重の脂質二重膜を示すものをすべて選び、その記号を記せ。

問4 ヒトの細胞には文中にあげた以外の細胞小器官も見られる。(1)そのような細胞小器官の名称を1つ記せ。また、(2)その役割を解答欄の枠内に記せ。

【3】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

動物では、発生初期における 卵内の物質の局在 とさまざまな遺伝子の発現調節が、からだの形成に重要な役割を果たしている。

ショウジョウバエの場合、卵の前端に 遺伝子の mRNA が、後端に 遺伝子の mRNA が局在している。受精後これらの mRNA は翻訳され、合成されたタンパク質は異なる遺伝子の転写や翻訳を調節し、それらと共に約 10 種類の 遺伝子の発現を抑制または活性化する。これにより 遺伝子群は胚の前後軸に沿って特定の領域で幅広く発現する。 遺伝子群から合成された調節タンパク質は複数のペアルール遺伝子の発現を調節する。ペアルール遺伝子は胚の前後軸に沿って 本の帯状の発現パターンを形成する。次にペアルール遺伝子群によって 遺伝子群が発現すると、それらは胚の前後軸に沿って 本の帯状の発現パターンを形成する。これにより胚の体節構造が決定していく。

さらに 遺伝子群とペアルール遺伝子群のはたらきにより、ホメオティック遺伝子群 がからだの前後軸に沿って特定の位置で発現する。ホメオティック遺伝子の発現領域の重なり方により、それぞれの体節が頭部、、腹部の何番目の体節になるのかが決まる。

問 1 文中の ～ にあてはまる適切な語句または数字を記せ。

問 2 下線部 ① について、卵に局在して蓄積し、受精卵の発生過程に影響を及ぼす物質は何と呼ばれるか。その名称を記せ。

問 3 下線部 ② について、ショウジョウバエのホメオティック遺伝子群に含まれる遺伝子または遺伝子複合体の名称を 2 つ記せ。

問 4 ショウジョウバエのホメオティック遺伝子と相同な遺伝子はほぼ全ての動物に存在している。(1) それらを総称して何と呼ぶか、記せ。また、(2) どのホメオティック遺伝子にも含まれる相同性の高い塩基配列を何と呼ぶか、記せ。

【4】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

ある赤色色素は植物細胞内で図1のように3つの酵素反応ステップを経て合成される。物質A、物質Bはそれぞれ酵素反応1、酵素反応2によってできる中間産物である。この色素の蓄積によって赤花を咲かせる2倍体の集団のなかに、この色素を蓄積しない3つの白花変異体を見出した。それらを白花株1、白花株2、白花株3とした。これらの変異体は図1におけるいずれか1つの酵素反応が突然変異によって機能しないことが分かっているが、それぞれどのステップが機能していないかは分からない。

それを知るために以下のような実験を行った。この3つの白花株をそれぞれ交雑し、それぞれのF₁を開花させた。それらの花の色は表1ようになった。次に、物質Aを3つの白花株の花弁に投与したところ、いずれにも変化は見られなかった。しかし、物質Bを投与したところ、白花株3の花弁のみが赤く着色した。さらに、3つの白花株およびそれぞれのF₁について、図1の3つの酵素タンパク質をコードするDNAの全長をそれぞれPCR法で増幅し、増幅産物をアガロースゲルで電気泳動した。各DNAの移動距離をもとの集団の赤花個体のものと比較した。



図1

表1 交雑の組み合わせとF₁の形質

交雑の組み合わせ	調査したF ₁ の数	白花株の数	赤花株の数
白花株1 × 白花株2	100	100	0
白花株1 × 白花株3	100	0	100
白花株2 × 白花株3	100	0	100

問 1 下線部①について、突然変異を起こした遺伝子は3つの白花株でどのような関係にあると推定されるか。正しいものを以下の(ア)～(オ)から1つ選び記号で記せ。

- (ア) 白花株1と白花株2では同じ遺伝子に変異したと考えられる。
- (イ) 白花株1と白花株3では同じ遺伝子に変異したと考えられる。
- (ウ) 白花株2と白花株3では同じ遺伝子に変異したと考えられる。
- (エ) すべての白花株ともに同じ遺伝子に変異したと考えられる。
- (オ) すべての白花株において変異した遺伝子はそれぞれ異なると考えらえる。

問 2 下線部②について、この実験から明らかになったことを以下の(ア)～(オ)から1つ選び記号で記せ。

- (ア) 白花株1では酵素反応2が機能していない。
- (イ) 白花株2では酵素反応2が機能していない。
- (ウ) 白花株3では酵素反応2が機能していない。
- (エ) 白花株1, 2, 3ともに酵素反応2が機能していない。
- (オ) 白花株1, 2, 3ともに酵素反応2は機能している。

問 3 下線部③について、以下の(ア)～(オ)から正しいものを1つ選び記号で記せ。

- (ア) 赤花株由来のバンドと移動距離が異なれば、DNAの複製に異常があることを意味する。
- (イ) 赤花株由来のバンドと移動距離が異なれば、mRNAの長さが異なることを意味する。
- (ウ) 赤花株由来のバンドと移動距離が異なれば、mRNAの転写量が異なることを意味する。
- (エ) 赤花株由来のバンドと移動距離が異なれば、DNAに欠失や挿入があることを意味する。
- (オ) 赤花株由来のバンドと移動距離が同じであれば、調べたDNAは突然変異を起こしていないことを意味する。

【5】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

ヒトの肝臓は消化器官に属する最も大きな内臓器官で、1 mm ほどの大きさの と呼ばれる基本単位で構成されている。肝臓には、肝動脈と という異なる2つの血管を通して血液が流れ込んでいる。 からは で吸収されたグルコースやアミノ酸などを豊富に含む血液や、 で破壊された赤血球の成分を含む血液が肝臓に送られる。肝臓では、血中のグルコース濃度が高いときは、グルコースからグリコーゲンを合成し、それを肝細胞内に貯蔵することで、血中グルコース濃度を一定に保っている。また 血中の有害物質を分解し、比較的無害なものに変えている。さらに 肝臓は胆汁 ^② を生成する。生成された胆汁は胆のうに蓄えられ、十二指腸へと分泌される。 ^④

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、血液中のグルコース濃度が低いとき、それを上昇させるホルモンの名称を3つ記せ。

問3 下線部②について、タンパク質やアミノ酸などが分解されると有害物質が生じる。(1)この有害物質の名称と、(2)それが肝臓によって比較的無害な物質に変えられ排出されるとき物質の名称を記せ。

問4 下線部③について、胆汁の役割を2つ解答欄の枠内に記せ。

問5 下線部④について、胆汁はホルモンとは異なる方法で分泌される。その分泌方法について、ホルモンの分泌方法と比較して、解答欄の枠内に記せ。

【6】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

刺激を受けていないニューロンでは、細胞膜の外側は正、内側は負に帯電しており、その電位差は通常70 mV程度である。これを 電位という。

よりも強い刺激を受けるとチャネルが開いて Na^+ が流入し、細胞内外の電位の正負が逆転する。その後 が流出することで 電位に戻る。この一連の変化を 電位という。

軸索の末端では、わずかなすき間を介して他のニューロンと連絡している。この部分を という。 では、神経伝達物質が情報を伝える。神経伝達物質は軸先の末端にある に含まれており、 電位によって が流入することで放出される。

興奮性の神経伝達物質が 後膜に作用すると、チャネルが開いて Na^+ が流入し、 電位が発生する。一方、抑制性の神経伝達物質が作用すると Cl^- が流入し、細胞内外の電位差が 電位より大きくなる。その結果、興奮が抑えられる。

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、刺激を受けていないとき、 Na^+ の濃度は細胞内外で大きく異なる。これはナトリウムポンプと呼ばれる機構によって維持されている。ナトリウムポンプのしくみについて解答欄の枠内に記せ。

問3 下線部②について、 Cl^- は負電荷をもっているため、細胞内に流入する際には細胞内の負電荷と反発する。それにもかかわらずチャネルが開くと Cl^- が流入するのはなぜか、その理由を解答欄の枠内に記せ。

【7】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

生態系では、炭素・窒素・硫黄などは、さまざまな化学物質として利用されながら循環する。窒素に注目すると、生態系内の窒素循環は図1のようになる。

なお、実線は生物を介した窒素の移動を、破線は非生物のおよび人為的な窒素の移動を示す。

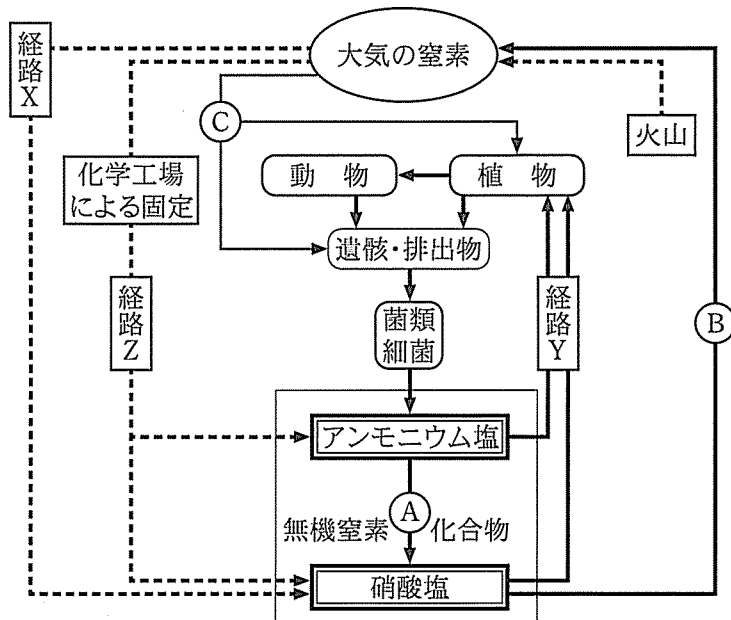


図1

問 1 図 1 において、経路 X によって、大気中の窒素が無機窒素化合物として土壌中へ移動することがある。どのような現象が経路 X を引き起こしているか、その現象名を記せ。

問 2 図 1 において、植物は土壌中から無機窒素化合物を経路 Y により取り込み、タンパク質・核酸等の有機窒素化合物をつくっている。このような生物のはたらきを何と呼ぶか、記せ。

問 3 生態系内の窒素循環において、細菌は大きな役割を担っている。図 1 の A～C は、窒素循環のさまざまな経路に関与する細菌を表す。また、経路によっては、関わる細菌の種類が多数存在することが知られている。

A～C にあてはまる適切な細菌名を〔I 群〕よりすべて選び、また各細菌が窒素循環で行うはたらきの名称を〔II 群〕より選び、それぞれ記号で記せ。

〔I 群〕

- | | |
|-----------|--------------|
| (あ) 脱窒素細菌 | (い) クロストリジウム |
| (う) 亜硝酸菌 | (え) アゾトバクター |
| (お) ネンジュモ | (か) 硝酸菌 |

〔II 群〕

- | | |
|------------|----------|
| (ア) 脱水作用 | (イ) 窒素固定 |
| (ウ) 硝化(作用) | (エ) 脱 窒 |

問 4 図 1 の経路 Z に示すように、大気中の窒素を工業的に利用している。しかし、その工業製品の過剰利用によって、窒素が土壌を通して川や湖沼に流れ、富栄養化を引き起こす原因となっている。どのように窒素が利用されているか、解答欄の枠内に記せ。

【8】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

ある地域に生息する a の個体のまとまりを個体群という。個体群の特徴を考える上で重要な尺度として、個体群の大きさと個体群の密度がある。また、個体群の大きさが増加することを個体群の b という。つがいのショウジョウバエを、餌の^{えさ}入ったビンの中で飼育すると成虫の個体数変化は、図1のようになり、一定の環境のもとでの個体群の大きさには限界があることが分かる。これは、餌や c の不足、さらに、d の蓄積などによって生活環境が悪化し、個体数の増加が抑えられるためである。個体群の密度が高くなると、同じ資源をめぐる個体間の e が激しくなり、出生率の低下や死亡率の増加が起こる。このように、個体群密度の変化が、個体群や個体の性質に影響を及ぼすことを f という。なお、個体群密度に応じて同一種の個体の形態や行動に著しい違いが生じる現象も知られている^①。この場合、低密度時に出現する個体の型を g ，高密度時に出現する個体の型を h と呼んでいる。

植物においても、個体群密度の影響が認められる。一定面積に、密度を変えてダイズを栽培すると、種子が発芽して間もない頃は、単位面積当たりの総ダイズ重量は密度が高い方が大きい。しかし、時間経過に伴い、高い密度で栽培した個体は低い密度で栽培した個体に比べ、成長は遅く、小さな個体は葉の重なり合いから枯れ、残った個体のみ成長する。さらに、栽培時間が十分に経過すると、単位面積当たりの最終的な総重量は、ダイズをまいたときの密度に関係なくほぼ一定の値に達する。^②

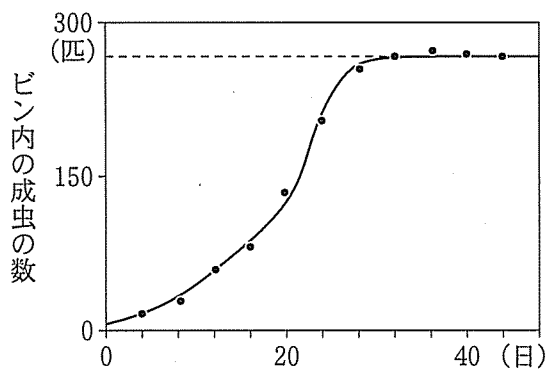


図 1

問 1 文中の a ~ h にあてはまる適切な語句を記せ.

問 2 図 1 のグラフを何と呼ぶか, 記せ.

問 3 下線部①について, (1)このような現象を何と呼ぶか. また, (2)この現象が見られる代表的な昆虫名を 1 つ記せ.

問 4 下線部②について, ダイズの栽培で認められるような法則を何と呼ぶか, 記せ.

【9】 次の文を読み、問1、問2に答えよ。

背骨をもつ動物群である脊椎動物は、少なくとも発生の初期に [a] を備えており、 [a] 動物門に含まれる。原始的な脊椎動物には口はあるが、顎がない。顎は [b] の軟骨の一部からつくられ、これによって大きな獲物を捕食可能になった。これらの動物は海に生息し、広い意味で魚類と呼ばれている。初期の魚類の骨格は軟骨であった。顎のある軟骨魚類から、軟骨が [c] に置き換わるものが現れた。このグループを [d] 魚類という。このうち、淡水域に侵入し、筋肉質の鱭^{ひれ}をもつ一群から、陸上に進出したものが [e] である。しかし、 [e] は水中で産卵し、幼生期に水中で生活するので、幼生は [b] を備えている。幼生が成長すると [b] が退化して、 [f] に移行し、尾鱭が退化して上陸する。

陸上生活に完全に適応し、水なしで発生できるようになったものが [g] である。その卵は殻^{おほ}に覆われ、胚は [h] に包まれ、そのなかで発生し、孵化する。これによって、 [g] は水から離れて生活できるようになった。中生代には、この中から大型の草食や肉食の [i] が出現し大繁栄したが、白亜紀の終わりに絶滅してしまった。その唯一の生き残りが羽毛を発達させ、恒温性で飛ぶことのできる [j] である。 [k] の祖先は別の系統から進化し、体毛を発達させ、恒温性となり [i] の絶滅後、新生代にはいって大放散した。

問 1 文中の a ~ k にあてはまる適切な語句を下の語群から選び、解答欄に記せ。

[語群]

顎 鰓^{えら} 脊索 骨 硬骨 軟骨 羊膜
鰓呼吸 肺呼吸 皮膚呼吸 恐竜類 鳥類 爬虫類
哺乳類 両生類

問 2 次の(1)と(2)に対する解答を下の動物群から選んで解答欄に記せ。正しい答えをすべてあげる必要はない。指定した数だけ答えよ。

- (1) 下線部①の動物群に含まれる現生種を2種記せ。
- (2) 下線部②の動物群に含まれる現生種を2種記せ。

[動物群]

アカエイ イリエワニ シロワニ チョウザメ
ニホンウナギ ヌタウナギ ホオジロザメ ヤツメウナギ
ラブカ

【10】 次の問 1，問 2 に答えよ。

問 1 以下の文 (1)~(9) について，下線部が正しい場合は○を，間違っている場合は正しい語句や表現を解答欄に記せ。

- (1) 真核生物の細胞の起源について，ミトコンドリアは細胞内に好気性細菌が共生した結果できたという説が有力である。
- (2) 植物のイチョウとソテツのなかまでは胚のうで精子が形成され，シダ植物の精子と同じように自力で卵細胞まで泳いでいく。
- (3) 生物の分類階層(級)は，種から綱，科，属，界，門，目の順に上位になる。
- (4) 種子植物のなかで最初に出現した植物は被子植物である。
- (5) DNA の塩基配列が変化する突然変異を染色体突然変異という。
- (6) 地衣類は，子の菌類や担子菌類に緑藻類またはシアノバクテリアが共生したものである。
- (7) シダ植物の 1 種であるイヌワラビの葉の裏をみると胞子が入っている胞子体がみられる。
- (8) 菌類の多くは固着生活をし，ほかの生物が生産した有機物を分解して栄養分を得ている独立栄養生物である。
- (9) 2 種の生物間における DNA 塩基配列やアミノ酸配列の違いは，それらの種が共通祖先から分岐してからの時間におよそ比例している。塩基やアミノ酸の置換が一定の速度で進んでいるとみなし，遺伝子時計という考え方が生まれている。

問 2 生物が自己増殖する際には，遺伝情報を担う染色体と，その複製を触媒する酵素の両方が必要である。生物進化において(1)RNA ワールドと(2)DNA ワールドという捉え方がある。それぞれ何か，解答欄の枠内に記せ。また，(1)か(2)の解答のいずれかに「現在の生物」という表現を含めよ。

—余 白—

(このページに問題はありません)

