

(2017年度)

# 1 生物問題 (90分)

(この問題冊子は23ページ、6問である。)

## 受験についての注意

1. 試験監督者の指示があるまで、問題冊子を開いてはならない。
2. 試験開始前に、試験監督者から指示があったら、解答用紙の右上の番号が自分の受験番号と一致することを確認し、所定の欄に氏名を記入すること。次に、解答用紙の右側のミシン目にそって、きれいに折り曲げてから、受験番号と氏名が書かれた切片を切り離し、机上に置くこと。
3. 試験監督者から試験開始の指示があったら、この問題冊子が、上に記したページ数どおりそろっていることを確かめること。
4. 筆記具は、HかFかHBの黒鉛筆またはシャープペンシルに限る。万年筆・ボールペンなどを使用してはならない。時計に組み込まれたアラーム機能、計算機能、辞書機能やスマートウォッチなどのウェアラブル端末を使用してはならない。
5. 解答は、解答用紙の各問の選択肢の中から正解と思うものを選んで、そのマーク欄をぬりつぶすこと。
6. マークをするとき、マーク欄からはみ出したり、白い部分を残したり、文字や番号、○や×をつけたりしてはならない。また、マーク箇所以外の部分には何も書いてはならない。
7. 訂正する場合は、消しゴムでていねいに消すこと。消しきらずはきれいに取り除くこと。
8. 解答用紙を折り曲げたり、破ったりしてはならない。
9. 試験監督者の許可なく試験時間中に退場してはならない。
10. 解答用紙を持ち帰ってはならない。
11. 問題冊子、計算用紙は必ず持ち帰ること。

- 1 以下の問1～問7について、a)～e)のうちから正しいものを全て選べ。ただし、正しいものがない場合はf欄にマークせよ。

問1 光合成について

- a) 光が弱いために  $\text{CO}_2$  濃度を高めても光合成速度が増加しない場合、 $\text{CO}_2$  の濃度は限定要因になっているといえる。
- b) カロテンやキサントフィル、クロロフィルbなどの光合成色素はクロロフィルaとは異なった波長の光を吸収し、クロロフィルaにエネルギーを集める補助的な役割を果たす。
- c) 光化学系IIで放出された電子が電子伝達系を移動するときに遊離するエネルギーを使って、 $\text{H}^+$  がストロマ側からチラコイド内に能動輸送される。
- d) シアノバクテリアは光合成色素としてバクテリオクロロフィルを持っており、水の酸化的分解によって酸素を発生する。
- e) カルビン・ベンソン回路において、リブローズビスリン酸(リブローズ二リン酸)と  $\text{CO}_2$  それぞれ1分子からホスホグリセリン酸2分子が作られる。

問2 動物のホルモンについて

- a) ペプチドホルモンは細胞膜の受容体と結合して複合体を形成した後に核内に入り、DNAの特定の部位に結合して遺伝子の発現の調節に関与する。
- b) ホルモンは内分泌腺から血液中に放出され、体液の循環によって体中の全ての細胞に作用を引き起こす。
- c) 脳下垂体前葉ホルモンは神経分泌によって血液中に分泌される。
- d) 甲状腺ホルモンであるチロキシンには、甲状腺刺激ホルモンの分泌を抑制する働きがある。
- e) インスリンは肝臓や筋肉の細胞に作用して、グリコーゲンの分解を促進することによって血糖値を下げる。

問3 内部環境の調節について

- a) 腎臓の糸球体からボーマン嚢にこし出された原尿の塩分濃度は血しょうのそれとほぼ同じである。
- b) 原尿が細尿管を流れる間に、グルコースのほぼ全てが細尿管を取り巻く毛細血管内に再吸収される。
- c) 細尿管や集合管からの水と塩類の再吸収量は、どちらもホルモンによって調節されている。
- d) 海水魚は、外界の海水よりも体液の方が塩類濃度が低いため、海水をほとんど飲まず、体液と等しい濃度の尿を少量排出するとともに、余分の塩類をえらから排出する。
- e) ゾウリムシでは自己の体内よりも生息環境である淡水の方が塩類濃度が低いため、細胞内に水がたえず侵入する。この水を収縮胞に集めて体外に排出する。

問4 ショウジョウバエの初期発生について

- a) ビコイド遺伝子の mRNA は受精前から卵内にある。
- b) ビコイド遺伝子のタンパク質の濃度勾配は胚の背腹軸を決めるものとなる。
- c) 分節遺伝子が発現を始めるころには、胚の表層に膜で囲まれた細胞が多数並んでいる。
- d) ホメオティック遺伝子の発現パターンは分節遺伝子の発現の組み合わせで決まる。
- e) 選択肢 a) ~ d) に取り上げられた遺伝子は全て調節遺伝子(遺伝子の発現を調節するタンパク質の遺伝子)である。

問5 免疫について

- a) 抗原提示細胞は、取り込んだ非自己の物質の一部を MHC タンパク質の上に乗せて抗原として提示する。
- b) NK 細胞による異物の除去は獲得免疫の1つである。
- c) だ液には細菌を殺す働きはない。
- d) 臓器移植の際には、拒絶反応を防ぐために細胞性免疫を抑制する薬が使われる。
- e) 1種類の免疫グロブリンは1種類の抗原にのみ結合するため、1個の抗体産生細胞が複数種類の免疫グロブリンを産生することで、多くの異なる抗原に対応することができるようにしている。

問6 神経系の構造と働きについて

- a) 大脳では、外側の皮質には細胞体が、内側の髄質には神経繊維が集まっている。
- b) 辺縁皮質には欲求や感情にもとづく行動の中枢や記憶に関わる部位などがある。
- c) 視床下部は自律機能の調節・統合の重要な中枢で、血糖量、体温などの調節に関与している。
- d) 末梢神経系は受容器からの刺激を脳に伝える感覚神経系と、脳からの指令を効果器に伝える運動神経系の2つに分類される。
- e) 光の照射により瞳孔が収縮する反射の中枢は視床にある。

問7 植物の花器官の形成について

- a) 花の基本構造は花弁, がく片, おしべ, めしべである。
- b) 花器官形成は, 2つのクラスのホメオティック遺伝子の組み合わせによって調節されている。
- c) 花器官形成は, ホメオティック遺伝子の選択的スプライシングによって調節されている。
- d) 花器官形成は, ホメオティック遺伝子の翻訳の制御によって調節されている。
- e) 茎頂分裂組織の細胞分化の切りかえによって, 葉でなく花ができるようになる。

2

神経と筋肉に関する次の文章を読み、以下の問8～問13に答えよ。

文章 動物は刺激に応じて様々な反応を示す。刺激に対する代表的な反応は運動であり、そのための代表的な効果器の1つが骨格筋である。運動神経は骨格筋の筋細胞とシナプスを形成している。脊髄から運動神経を伝導してきた興奮は、神経繊維の終末に到達すると、そこでシナプス小胞の中の神経伝達物質を分泌させる。神経伝達物質が筋細胞の膜にある受容体に結合すると脱分極性の膜電位変化が生じ、膜電位が閾値を超えると筋細胞に活動電位が発生する。この興奮は神経繊維と同じように、筋細胞の全体へと急速に伝わっていく。

骨格筋を構成する筋細胞の細胞質には、アクチンフィラメントおよびミオシンフィラメントからなる筋原繊維が細胞の長軸方向に平行に走っている。これらの2種類のフィラメントが規則正しく重なり合った円柱状の構造を筋小胞体を取り囲むように分布している。この筋小胞体の内部には、 $\text{Ca}^{2+}$ が蓄えられていて、筋細胞が興奮すると、筋小胞体は $\text{Ca}^{2+}$ を細胞の内側に放出する。この $\text{Ca}^{2+}$ の作用によって、アクチンフィラメントが活性化された状態となり、アクチンはミオシンと相互作用できるようになるため、筋肉が収縮する。

問8 下線部(1)の運動神経についての記述として適切なものをa)～d)のうちから1つ選べ。

- a) 脊髄の白質に細胞体を持ち、軸索は腹根から脊髄を出る。
- b) 脊髄の灰白質に細胞体を持ち、軸索は腹根から脊髄を出る。
- c) 脊髄の白質に細胞体を持ち、軸索は背根から脊髄を出る。
- d) 脊髄の灰白質に細胞体を持ち、軸索は背根から脊髄を出る。

問9 下線部(2)の運動神経の興奮部におけるイオンチャネルの開き方についての記述として適切なものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 電位依存性  $K^+$  チャネルと電位依存性  $Na^+$  チャネルが同時に開く。
- b) 電位依存性  $K^+$  チャネルが開き、少し遅れて電位依存性  $Na^+$  チャネルが開く。
- c) 電位依存性  $Na^+$  チャネルが開き、少し遅れて電位依存性  $K^+$  チャネルが開く。
- d) 電位依存性  $K^+$  チャネルのみが開く。
- e) 電位依存性  $Na^+$  チャネルのみが開く。

問10 下線部(3)の、運動神経の終末から分泌される神経伝達物質として適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- a) アセチルコリン      b)  $\gamma$ -アミノ酪酸      c) グリシン
- d) グルタミン酸      e) セロトニン      f) ノルアドレナリン

問11 下線部(4)の膜電位変化を引き起こす現象についての記述として最も適切なものをa)～f)のうちから1つ選べ。

- a) 伝達物質依存性のイオンチャネルが開き、 $K^+$  が細胞内に流入する。
- b) 伝達物質依存性のイオンチャネルが開き、 $Na^+$  が細胞内に流入する。
- c) 伝達物質依存性のイオンチャネルが開き、 $Cl^-$  が細胞内に流入する。
- d) 受容体からのシグナルがセカンドメッセンジャーに伝えられてイオンチャネルが開き、 $K^+$  が細胞内に流入する。
- e) 受容体からのシグナルがセカンドメッセンジャーに伝えられてイオンチャネルが開き、 $Na^+$  が細胞内に流入する。
- f) 受容体からのシグナルがセカンドメッセンジャーに伝えられてイオンチャネルが開き、 $Cl^-$  が細胞内に流入する。

問12 下線部(5)のアクチンフィラメントの活性化はどのようにして起こるか、最も適切な記述を a) ~ f) のうちから1つ選べ。

- a)  $\text{Ca}^{2+}$  がトロポミオシンに結合すると、アクチンフィラメントに付着しているトロポニンの構造が変化する。
- b)  $\text{Ca}^{2+}$  がトロポニンに結合すると、アクチンフィラメントに付着しているトロポミオシンの構造が変化する。
- c)  $\text{Ca}^{2+}$  がトロポニンに結合すると、トロポニンとミオシンが結合してトロポミオシンとなり、隣接するアクチンフィラメントの構造を変化させる。
- d)  $\text{Ca}^{2+}$  がミオシンに結合すると、ミオシンとトロポニンが結合してトロポミオシンとなり、隣接するアクチンフィラメントの構造を変化させる。
- e)  $\text{Ca}^{2+}$  が結合したトロポミオシンは、構造が変化してトロポニンから解離する。これによってアクチンフィラメントに付着しているトロポニンが分解される。
- f)  $\text{Ca}^{2+}$  が結合したトロポニンは、構造が変化してトロポミオシンから解離する。これによってアクチンフィラメントに付着しているトロポミオシンが分解される。



問13 下線部(6)のアクチンとミオシンの相互作用について、サルコメア中央に位置するミオシンフィラメントの両側からアクチンフィラメントが滑り込むとする滑り説が広く認められている。この説では、ミオシン頭部がアクチンフィラメントと相互作用することで、フィラメントの間の滑り運動が引き起こされる。図1は滑り説を説明するための図で、a～dはミオシン頭部とアクチンフィラメントの状態を、e～hは状態の変化を示している。下の(ア)と(イ)の状態として適切なものをa～dのうちから、(ウ)と(エ)の変化として適切なものをe～hのうちからそれぞれ1つずつ選べ。ただし、同じ選択肢を2回選んでもよい。

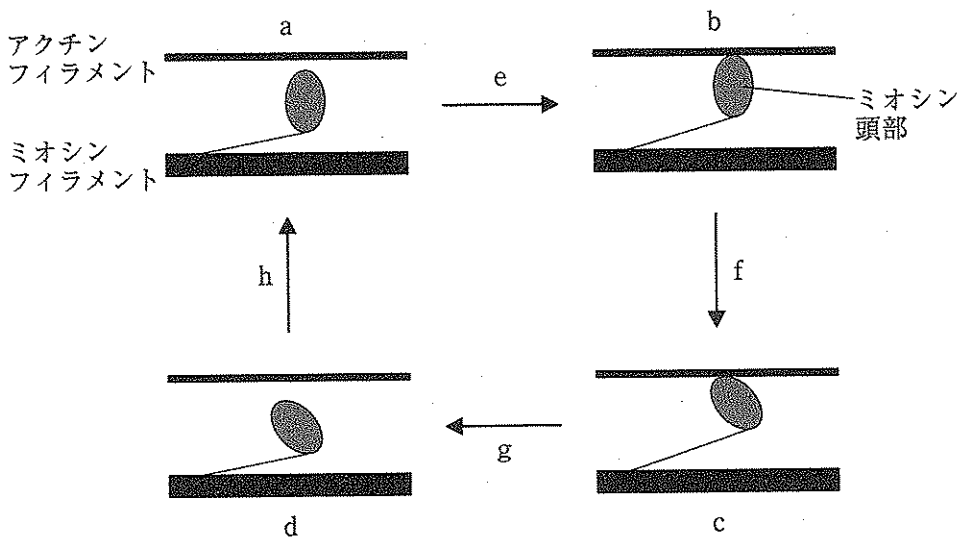


図1

- (ア) ミオシン頭部がATPと結合している状態
- (イ) 筋肉が弛緩している状態
- (ウ) ATPがADPとリン酸に分解される時に起きる変化
- (エ) ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントをたぐり寄せる変化

3

植物と光に関する文章1と文章2を読み、以下の問14～問21に答えよ。

文章1 植物の中には、レタスのように種子の発芽が赤色光と遠赤色光によって調節を受けるものがある。赤色光や遠赤色光は、種子に含まれているフィトクロムによって吸収される。フィトクロムには2つの状態があり、赤色光を当てるとPfr型に、遠赤色光を当てるとPr型になる。

問14 発芽の調節に赤色光と遠赤色光が用いられている理由を述べた記述として適切なものをa)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) 赤色光は、青色光や緑色光に比べて太陽光に特に多く含まれるからである。
- b) 赤色光は光合成に有効な光だからである。
- c) 遠赤色光は植物体に有害だからである。
- d) 遠赤色光は、葉を透過した太陽光に赤色光に比べて特に多く含まれるからである。

問15 フィトクロムに関する記述として適切なものをa)～e)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はf欄にマークせよ。

- a) フィトクロムは色素タンパク質である。
- b) フィトクロムのPfr型は遠赤色光をよく吸収する状態である。
- c) フィトクロムのPr型は赤色を呈する。
- d) フィトクロムは、赤色光を吸収する状態にあるとき、発芽を促進する活性を持つ。
- e) 光を一度も当てられていない種子に含まれるフィトクロムは、Pfr型とPr型のどちらの状態でもない。

問16 赤色光を当てていないレタスの種子も、ある植物ホルモンを与えれば暗所でも発芽する。そのホルモンとして最も適切なものを a) ~ e) のうちから1つ選べ。

- a) アブシシン酸    b) エチレン    c) サイトカイニン  
d) ジベレリン    e) ジャスモン酸

文章2 花芽の形成は光によって調節を受ける。長日植物である植物Aについて、次の実験を行った。植物Aの限界暗期は13時間である。2本の枝を持つこの植物を実験室に用意し、枝(あ)の葉のみを残してその他の葉を全て切り落とした(図1)。そして、枝(あ)のみを、実験室全体とは異なる光条件にコントロールできるようにした。枝(あ)を  , 実験室全体を  の光条件にして栽培したところ、どちらにも花芽は形成されなかった。ところが、枝(あ)を  , 実験室全体を  の光条件で栽培したところ、 に花芽が形成された。この実験結果から、花芽を形成させる物質の働き方が明らかになった。

花芽を形成させる働きを持つ物質が異なる種の間で共通に働くことは、 条件で栽培した植物Aの葉のついた枝を、長日条件で栽培した別の  植物Bに接ぎ木して長日条件で栽培を続けると、接ぎ木を受けた植物Bに花芽が形成されることから分かる。

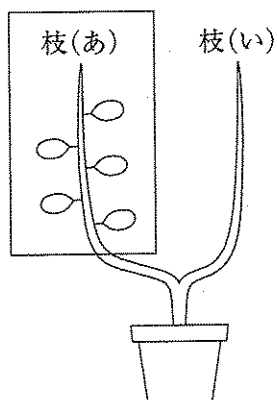


図1

問17  ,  にあてはまる光条件として適切なものを a) と b) のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- a) 明期 8 時間, 暗期 16 時間
- b) 明期 16 時間, 暗期 8 時間

問18  にあてはまる枝を a) ~ c) のうちから1つ選べ。

- a) 枝(あ)のみ    b) 枝(い)のみ    c) 枝(あ)と枝(い)

問19  と  にあてはまる語の組み合わせとして正しいものを a) ~ d) のうちから1つ選べ。

- a) 短日    短日
- b) 短日    長日
- c) 長日    短日
- d) 長日    長日

問20 植物Cは短日植物であり, その限界暗期は11時間である。人工的に明暗を作り出せる部屋に植物Cを置き, 次のように1日に2回の明期を設定することにした。まず, 1回目の明期として午前0時から30分間, 部屋を一時的に明るくする。その後, 2回目の明期として, 決められた時刻から6時間連続して部屋を明るくする。それ以外の時間は部屋を暗い状態に保ち, 24時間周期でその設定を繰り返す。植物Cに花芽を形成させるためには, どの時刻に2回目の明期を始めればよいか, a) ~ d) のうちから適切なものを全て選べ。

- a) 午前4時    b) 午前8時    c) 午後0時    d) 午後4時

問21 ある短日植物は、東京では5月中旬に種子をまくと8月20日ごろに花を咲かせる。この植物は、日長が花芽形成に適した条件に達してから約10日後に花を咲かせる。東京よりも緯度の低い都市(那覇)で5月中旬にこの植物の種子をまいた。東京と那覇における1日の日長を測定したのが図2である。那覇では何月何日ごろに花が咲くと考えられるか。図2を用いて求め、a)～j)のうちから最も近いものを1つ選べ。ただし、日長以外の気象条件は考慮しないこととする。

- a) 6月20日ごろ    b) 7月1日ごろ    c) 7月10日ごろ  
 d) 7月20日ごろ    e) 8月1日ごろ    f) 8月10日ごろ  
 g) 8月20日ごろ    h) 9月1日ごろ    i) 9月10日ごろ  
 j) 9月20日ごろ

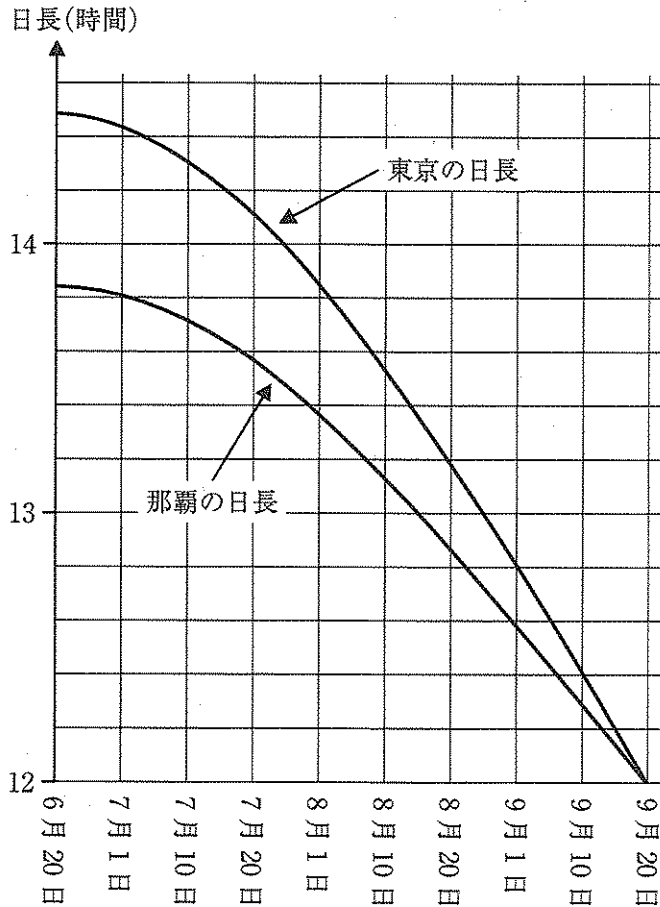


図2

4 遺伝情報の発現に関する文章1～文章3を読み、以下の問22～問27に答えよ。

文章1 生物の遺伝情報はDNAに保存されている。細胞が増殖するときDNAは半保存的に複製<sup>(1)</sup>される。遺伝子が発現するとき、DNAから転写<sup>(3)</sup>によりRNAがつくられる。そして、mRNAの塩基配列がタンパク質のアミノ酸配列に変換される。この過程を翻訳<sup>(4)</sup>という。このようなDNA→RNA→タンパク質の遺伝情報の一方向の流れをセントラルドグマという。

問22 下線部(1)に関する記述として適切なものをa)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) DNAが相補的な二本鎖を形成するとき、アデニンとチミンの結合はグアニンとシトシンの結合より強い。
- b) DNAのヌクレオチド鎖には方向性があり、互いに逆向きのヌクレオチド鎖が二本鎖を形成する。
- c) 真核生物の核内のDNAはヒストンに結合している。
- d) 大半の原核生物のDNAは環状の構造をとる。

問23 下線部(2)と(3)について、複製と転写に共通する記述として適切なものをa)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) 同じ酵素がヌクレオチド鎖を合成する。
- b) プライマーが必要である。
- c) ヌクレオチド鎖の伸長は、糖の3番目の炭素と次のヌクレオチドの間に結合ができることで進む。
- d) 開始部位から両方向に進む。

問24 下線部(3)と(4)について、原核生物と真核生物に共通する記述として適切なものを a) ~ d) のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合は e 欄にマークせよ。

- a) 転写されつつある mRNA 分子で翻訳が始まる。
- b) mRNA には翻訳されない部分がある。
- c) 翻訳は細胞質にあるリボソームで行われる。
- d) 転写の開始には基本転写因子が必要である。

問25 下線部(4)について、下記の mRNA を翻訳したとき 3 番目のアミノ酸を運ぶ tRNA のアンチコドンの塩基配列を 5' 側から順に記すとどのようになるか。下の  ~  にあてはまるものを a) ~ e) のうちから 1 つずつ選べ。

mRNA の塩基配列：5' 末端 AGAUGGCGAUCUUGCCG..... → 3' の方向

アンチコドンの塩基配列：5'    3'

- a) アデニン    b) グアニン    c) シトシン    d) ウラシル
- e) チミン

文章2 大腸菌は生育のために通常はグルコースを使う。グルコースの代わりにラクトースがある場合、 $\beta$ -ガラクトシダーゼなどを合成することでラクトースを分解してグルコースを得て生育することができる。今、大腸菌の培地に未知の化合物Xを加える実験を行ったところ、グルコース存在下でも $\beta$ -ガラクトシダーゼが合成された。

問26 化合物Xはどのようにして $\beta$ -ガラクトシダーゼの合成を誘導したのか。その作用の可能性として考えられるものをa)～f)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はg欄にマークせよ。

- a) 化合物Xが、 $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子の発現を調節するリプレッサーの合成を促進した。
- b) 化合物Xが、 $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子の発現を調節するリプレッサーの合成を抑制した。
- c) 化合物Xが結合したリプレッサーが $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子のプロモーターに結合した。
- d) 化合物Xが結合したリプレッサーが $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子のオペレーターに結合した。
- e) 化合物Xが結合したリプレッサーが $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子のプロモーターから解離した。
- f) 化合物Xが結合したリプレッサーが $\beta$ -ガラクトシダーゼ遺伝子のオペレーターから解離した。



文章3 大腸菌のタンパク質Yはアミノ酸300個からなる。このタンパク質はアミノ酸275番目付近に結合する免疫グロブリンを用いて検出することができる。2つの突然変異株(A株とB株)について、A株ではこの免疫グロブリンによってタンパク質Yが検出できたが、B株では検出できなかった。これらの突然変異株の遺伝子を調べたところ、どちらの株でもタンパク質Yの遺伝子のアミノ酸1～250番目をコードする領域内に1か所の変化が見られた。

問27 2つの突然変異株(A株とB株)のタンパク質Yの遺伝子におきた変化はどのようなものであったか。それぞれについて考えられるものをa)～c)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はd欄にマークせよ。

A株の遺伝子：

B株の遺伝子：

- a) 1塩基の置換
- b) 1塩基の欠失
- c) 1塩基の挿入

5 生体高分子の働きに関する文章1～文章3を読み、以下の問28～問30に答えよ。

文章1 我々の血液中の有形成分には、血液凝固因子を放出する  が含まれる。血液を採取して放置すると有形成分は沈殿する。このとき血液凝固因子と  イオンの働きで  が生成され、さらに  ができて血液中の有形成分を絡めとり、塊状の  となる。 とならない液体は  とよばれる。

問28  ～  にあてはまる適切なものをそれぞれの選択肢のうちから1つずつ選べ。ただし、同じ選択肢を2回以上選んでもよい。

【  ,  ,  の選択肢】

- a) 血清      b) 血しょう      c) 血ぺい      d) 免疫グロブリン  
e) 血小板      f) 白血球      g) 赤血球

【  ,  ,  の選択肢】

- a) ナトリウム      b) マグネシウム      c) カリウム  
d) カルシウム      e) プロトロンビン      f) トロンビン  
g) ペプシノーゲン      h) ペプシン      i) フィブリン  
j) フィブリノーゲン

文章2 我々の体内に侵入した異物は食作用を持つ細胞(食細胞)によって排除される。このとき食細胞の細胞膜にある **キ** とよばれるタンパク質が異物のある程度区別していることがわかってきた。何種類かある食細胞の中で主として **ク** が異物の情報を **ケ** に伝達する。情報を受け取った **ケ** は特定の **コ** を活性化して抗体産生をうながす。同様のしくみで **サ** を増殖させて細胞性免疫も活性化する。抗体と抗原の複合体は **ク** 以外の食細胞である **シ** や顆粒白血球である **ス** によって処理される。一度異物の情報を受けるとリンパ球の一部は免疫記憶細胞として残り、次に同じ抗原を持つ異物が侵入したときに速やかに、かつ強く反応する。ワクチンの投与によって感染症の予防が可能となるのはこのためである。**セ** の場合はワクチンの接種による強力な予防が可能だったため根絶に成功したが、**ソ** の場合は流行する病原体の型が毎年のように変化するため完全な予防は難しい。

問29 **キ** ~ **ソ** にあてはまる適切なものをそれぞれの選択肢のうちから1つずつ選べ。ただし、同じ選択肢を2回以上選んでもよい。

【 **キ** の選択肢】

- a) MHC    b) HLA    c) TCR    d) TLR

【 **ク** , **ケ** , **コ** , **サ** , **シ** , **ス** の選択肢】

- a) 抗体                      b) マスト細胞              c) マクロファージ  
d) 好中球                    e) B細胞                    f) NK細胞  
g) ヘルパーT細胞        h) キラーT細胞            i) 樹状細胞

【 **セ** , **ソ** の選択肢】

- a) 狂犬病    b) インフルエンザ    c) 天然痘    d) マラリア

文章3 細胞の中には様々な分子があるが、中でも核酸やタンパク質は生命活動に重要な働きをする高分子である。核酸は多くのヌクレオチドがリン酸を介した共有結合によって重合したもので、タンパク質では多くのアミノ酸がやはり共有結合である  結合によって重合している。これらの高分子の分子内、また分子間での高次構造の形成において重要な働きをするのは、共有結合よりはるかに弱い結合である  結合である。例えばDNAの二重らせん構造は  の構成成分である  間の  結合によって形成されている。

タンパク質は、分子内で二次構造とよばれる $\alpha$ ヘリックスや $\beta$ シートを形成することがあるが、これらはどちらも  間の  結合による。ケラチンの分子内に見られるように、タンパク質が三次構造をとる際には共有結合である  結合が関与する場合も多い。 結合はタンパク質の四次構造形成にもかかわる場合があり、例えば免疫グロブリン分子では  を結合している。

問30  ~  にあてはまる適切なものをそれぞれの選択肢のうちから1つずつ選べ。ただし、同じ選択肢を2回以上選んでもよい。

【  ,  ,  ,  の選択肢】

a) イオン    b) エステル    c) ペプチド    d) 水素    e) S-S

【  ,  ,  の選択肢】

a) ヌクレオチド    b) デオキシリボース    c) ヒストン  
d) シャペロン    e) 塩基    f) アミノ酸    g) リン酸  
h) クエン酸    i) カルボン酸    j) コハク酸

【  の選択肢】

a) A鎖とB鎖    b)  $\alpha$ 鎖と $\beta$ 鎖    c) V鎖とC鎖    d) L鎖とH鎖

6 バイオテクノロジーに関する次の文章を読み、以下の問 31～問 35 に答えよ。

文章 バイオテクノロジーの技術は、医薬品の製造に応用されている。インスリンは血糖量の調節に働くホルモンで、1920年代から糖尿病の治療薬として用いられている。当初は、家畜であるブタやウシのすい臓から抽出したインスリンを治療薬として用いていたが、アレルギーなどの副作用が問題となっていた。そこで1980年代になると、バイオテクノロジーの技術で生産されたヒトのインスリンが治療薬として用いられるようになった。バイオテクノロジーによってヒトのインスリンを生産する手順の一例は以下のとおりである。

手順1：ヒトのインスリン遺伝子(あらかじめイントロンを除いてある)を  
PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)によって増幅させる。

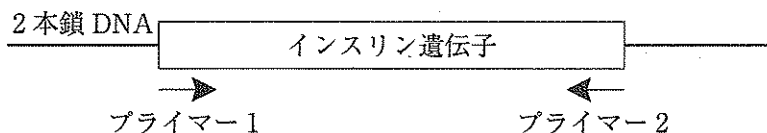
(1)  
手順2：大腸菌のプラスミドに、手順1で増幅させたヒトのインスリン遺  
(2)  
伝子を組みこむ。

手順3：手順2で作製したプラスミドを大腸菌へ導入する。

手順4：手順3で作製した大腸菌を増殖させる。その結果、ヒトのインスリンは大腸菌によって大量に合成される。

また、下線部(1)のPCR法は、たとえば以下の操作で行われる。

操作①：ヒトのインスリン遺伝子(あらかじめイントロンを除いてある)を一部に含む2本鎖DNA、2種類のDNAプライマー(増幅させたいインスリン遺伝子の両端に相補的な配列を持つDNA)、4種類の塩基のヌクレオチド、耐熱性のDNAポリメラーゼなどを混ぜて反応溶液を調製する(下図参照)。



操作②：反応溶液を 94℃ で1分間加熱する。

操作③：反応溶液を 55℃ まで急速冷却して1分間保つ。

操作④：反応溶液を 72℃ に加熱して2分間保つ。

操作②～④を複数回行う。

問31 インスリン遺伝子だけを持つ2本鎖DNAが初めて得られるのは、PCR法の操作②～④を何回行ったときか。下の四角にあてはまる数字をマークせよ。答えが99を超える場合はどちらの四角にも9をマークせよ。また、空欄となる四角には0をマークせよ。

回行ったとき  
十の位 一の位

問32 下線部(1)のPCR法を実際に行うと、DNAは様々な理由から原理どおりには増幅されない。たとえば、操作②～④を1回行ったときに、2割の確率でDNAの合成が開始されないと仮定すると、この操作②～④を3回行った後の2本鎖DNAの数は、DNAが原理どおりに増幅されると仮定した場合の数にくらべて約何%になるか。最も近いものをa)～e)のうちから1つ選べ。

- a) 約40%    b) 約50%    c) 約60%    d) 約70%  
e) 約80%

問33 下線部(2)についての記述として適切なものをa)～d)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はe欄にマークせよ。

- a) 遺伝子組換え技術で用いられるプラスミドはベクターとよばれる。  
b) 1つの細菌細胞あたり、プラスミドは1分子しか含まれない。  
c) プラスミドは、細菌の染色体DNAとは独立して複製される。  
d) プラスミドは、細菌の染色体DNAよりも小さい。

問34 文章の手順2の実験で用いる酵素をa)～f)のうちから全て選べ。ただし、適切なものがない場合はg欄にマークせよ。

- a) ATP合成酵素      b) DNAヘリカーゼ      c) DNAポリメラーゼ  
d) DNAリガーゼ      e) 逆転写酵素      f) 制限酵素

問35 ヒトのインスリンは、アミノ酸が重合した鎖が2本結合してできており、合計の分子量は5807で、2本の鎖の分子量の比は41:59である。アミノ酸の平均分子量を113としたとき、短い方の鎖のアミノ酸配列をコードするDNA領域は何塩基対でできているか。下の四角にあてはまる数字をマークせよ。答えが999を超える場合は全ての四角に9をマークせよ。また、空欄となる四角には0をマークせよ。

塩基対  
百の位      十の位      一の位

