

生 物

(解答番号 1～44, 101～106)

〔 I 〕 次の文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

世界人口は2011年に70億人に達した。現在、地球では未知のものを含めると数千万種の生物が生活していると推定されている。これらの生物の基本は細胞である。 (1) 細胞は、DNAが膜に包まれておらず、細胞質基質中に存在する。一方、 (2) 細胞は、DNAが核膜に包まれている。現在では (1) 細胞から (2) 細胞への移行は、細胞内共生によって始まるとする共生説が支持されている。

生物は環境や生物どうしの間で密接な関係を持ち、生態系の平衡を保ちながら生活している。これらの生物を取り巻く生態系の中で、蝶などの幼虫が植物の葉を食べて成長する、あるいは植物の種子が鳥によって運ばれるような生物どうしが互いに影響を及ぼしあうことを (3) という。一方、生物の生活が温度・光・水・土壌などに大きく影響を受けることを (4) と呼び、植物が吸収および放出する二酸化炭素が環境にあたえる影響を (5) という。

人類もこの地球生態系の一員である。しかし、近年我々の生活や産業活動により、生態系の平衡が壊れつつある。国際自然保護連合(IUCN)は、現在約4万種類の動植物が絶滅危惧種であると報告しているのに加え、2012年には、コアラがオーストラリア東部で絶滅危惧種として認定され、また地球上で最後の1頭であるガラバゴスゾウガメ「ロンサムジョージ」の死亡により種が絶滅したニュースは記憶に新しい。今後、我々はどのように多種多様な生物と共存する環境を保全するのが大きな課題であり、さらに、未来の地球生態系の保全を考える責任と義務がある。

問 1 文章中の空欄 (1) 及び (2) に該当する適切な語句を漢字で答えなさい。

(1) の解答は、解答用紙の裏面の解答番号 101 に、

(2) の解答は解答番号 102 に記入しなさい。

問 2 下線部(ア)に該当する正しい生物の組み合わせを選びなさい。 1

- A 酵母菌・アカパンカビ・枯草菌
- B アナベナ・大腸菌・クロレラ
- C 大腸菌・酵母菌・枯草菌
- D クロレラ・アカパンカビ・アナベナ
- E 大腸菌・アナベナ・枯草菌
- F アカパンカビ・酵母菌・クロレラ

問 3 文章中の下線部(イ)に関連する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

2

- A ミトコンドリアや葉緑体の細胞小器官の膜は、共生する細胞内に入り込んだために二重膜になった。
- B 嫌気性細菌が変化してミトコンドリアになった。
- C マーグリスが 1967 年に細胞内共生説を提唱した。
- D ミトコンドリアや葉緑体は独自の DNA を持ち、細胞内で自己増殖することが可能である。
- E 核膜は細胞膜がくびれ、染色体を包むようにして形成された。
- F 葉緑体に存在する遺伝子はラン藻類のものと類似している。
- G 植物細胞は、共生によりミトコンドリアと葉緑体を得たために、多量のエネルギーが供給され、活発な生命活動を行うことが可能になった。

問 4 文章中の空欄 (3) から (5) に該当する適切な語句の組み合わせを選びなさい。 3

- A (3) 作用, (4) 反作用, (5) 相互作用
B (3) 反作用, (4) 作用, (5) 相互作用
C (3) 相互作用, (4) 反作用, (5) 作用
D (3) 作用, (4) 相互作用, (5) 反作用
E (3) 反作用, (4) 相互作用, (5) 作用
F (3) 相互作用, (4) 作用, (5) 反作用

問 5 生物の環境適応性に関する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。

4

- A クワの枝や幹では気温が低下するときに、貯蔵デンプンがスクロースなどの水溶性の糖類に変化し、細胞内の浸透圧を高め、細胞内の結水や細胞からの脱水を生じにくくしている。
- B チューリップやクロッカスの花卉の内側と外側の成長に適した温度が異なるため、温度変化による花の開閉運動がおきる。
- C サカダチゴミムシダマシは、夜間に発生した霧が体表についてできた水滴を水分として利用している。
- D 砂漠で生活しているカンガルーネズミは体内における食物の代謝過程で生じる水を再利用している。
- E 同一および近縁種の動物を比較すると、一般的に高緯度地方に生息する種の方が、低緯度地方に生息する種よりも、からだは小型で、からだの末端部は大きくなる傾向にある。
- F 陸上植物では、水分の保持のために表皮にクチクラとよばれる水を通しにくい層が発達している。
- G エンマコオロギは、秋に卵がふ化するのを防ぐために、暖地ほど休眠期間が長い。

問 6 下記の生物のなかで相利共生の関係でない正しい2つの組み合わせを選びなさい。 5

- (1) マメ科植物と根粒菌
- (2) トラマルハナバチとサクラソウの花
- (3) オニイトマキエイとコバンザメ
- (4) サンゴと褐虫藻
- (5) アリとアブラムシ
- (6) ナマコとカクレウオ

A (1) と (2)

B (3) と (4)

C (5) と (6)

D (2) と (4)

E (3) と (5)

F (4) と (6)

G (1) と (4)

H (2) と (5)

I (2) と (3)

J (2) と (6)

K (3) と (6)

L (1) と (5)

問 7 動物および植物細胞に関する記述の中で、正しいものを選びなさい。

6

- A 中心体は動物細胞では全般に見られるが、植物細胞では藻類やコケ・シダ植物の精子を造る細胞など一部にしかみられない。また中心体は鉄ヘマトキシリン染色液で黒色に染まる。中心体は核の近くに存在し、4個の中心粒とそれをとりまく不定形部分からなる。
- B 白血球やアメーバは細胞質がながれるように細胞の外形を変化させるアメーバ運動をおこなうが、植物細胞では原形質流動により物質の運搬などに役立っている。この原形質流動には、トリプシンとミオシンというタンパク質が関わっている。
- C 核は2枚の膜から成る核膜に囲まれ、核膜には核膜孔が多数存在し、物質の出入りを調節している。核の中にある染色体は、酢酸オルセインおよびヤヌスグリーンなどの色素によく染まる。
- D 液胞は植物細胞の成長にともなって大きく発達するが、動物細胞では発達していない。液胞は2枚の膜に囲まれ、その内部には無機塩類、糖、アミノ酸、キサントフィルやカロチンなどを含む細胞液が満たされている。
- E ほぼすべての生物の細胞膜には、水を通すチャネルであるアクアポリンが存在する。また細胞膜には特定の物質のエネルギーを用いることで濃度差に逆らって輸送する仕組みがあり、この輸送を受動輸送という。
- F ゴルジ体はイタリアのゴルジが1898年に発見した1枚膜からなる細胞小器官である。ゴルジ体は動物細胞の神経細胞や物質分泌に関係している細胞で特に発達しているが、植物細胞では観察しにくい。物質が細胞の外に分泌されるときには、ゴルジ体周辺部が膨らみ、それが切れて小胞となり細胞膜まで輸送され、細胞膜と融合してその内容物が細胞外に分泌される。

問 8 植物に関する記述の中で誤りであるものを選びなさい。

7

- A 木部の道管と仮導管は根から吸収した水や無機塩類の通路である。これらの部位を構成する細胞は、縦に連なる細長い管状の厚い細胞壁をもった死んだ細胞でできている。
- B 液胞は植物細胞で特に発達しており、物質の貯蔵や不用物をため込む役割を持っている。
- C 葉緑体は凹レンズ形や紡錘形をしているものが多い。その内部にはクロロフィルなどの光合成に関与する色素が含まれている。
- D 師管は生きた細胞が縦に連なる構造を持ち、上下の細胞間には、多数の小孔がある師板で仕切られている。この師管は光合成で作られた有機物を各部に運ぶ通り道である。
- E 細胞壁は細胞膜の外側にあり、セルロースにペクチンなどが組み合わさったものである。細胞壁は張力や圧力にも耐えられる構造を持ち、細胞を保護し、形を保持する役割を担っている。
- F 表皮細胞は葉緑体を持たず、外表面にはクチクラ層があり、水分の蒸発防止や内部の保護に適した構造になっている。

問 9 文章中の下線部(ウ)に関連する記述の中で、誤りであるものを選びなさい。



8

- A 石炭、石油などの大量の化石燃料の燃焼や森林伐採により、地球上の二酸化炭素濃度は急激に増加している。
- B 冷蔵庫、空調機の冷媒やスプレーの噴霧剤などに使用されてきたメタンが、上空で紫外線によって分解されて生じた塩素原子が触媒のように働き、オゾン層を破壊している。
- C 人間の住宅開発により、植物や動物の生育地域が減少している。また個体数が少ないことによる血縁のある個体間での交配による悪影響が生じている。
- D 川や海などにおいて窒素やリンなどの無機物の蓄積による富栄養化が、植物プランクトンの異常な増殖を導き、魚介類の大量な死滅の原因となる。
- E 船や飛行機など輸送手段の発達に伴い、本来の生息地域から移入生物が運ばれ、帰化種として繁殖を拡大し、在来種の存続を脅かしている。
- F 窒素酸化物や硫黄酸化物が大気中の成分と反応した物質が上空の雨滴に溶け、強い酸性雨や酸性霧が発生して、湖沼の生態系に影響を与える。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

分子生物学や遺伝子工学を主体とした現在の生物学研究では、DNA の取り扱いが非常に重要である。下図は、コロイドである DNA をアガロースゲル中で電気泳動したときの泳動像の模式図を示している。DNA は負に帯電したコロイドであるため、アガロースゲル中で電圧をかけると陰極側から陽極側に移動する。^(ア)このとき、アガロースの網目による立体障害のため、短い/小さい DNA ほど速く、長い/大きい DNA ほど遅く移動する。この原理を利用し、DNA 断片を長さによって分離して視覚化することができる。

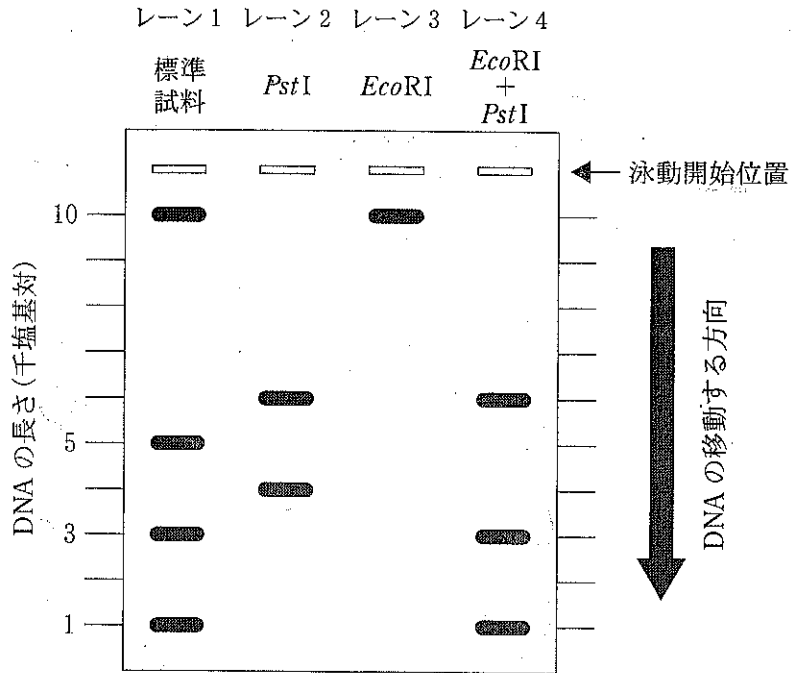
制限酵素は、特定の塩基配列を認識して二本鎖 DNA を切断する酵素である。*Pst*I と *Eco*RI はそれぞれ異なる 6 塩基の配列を認識する制限酵素で、認識配列の内部で二本鎖 DNA を一回切断する。

模式図では、図の上方の白い四角で示した小さな穴()に DNA を注入した位置を開始点として、その後に電圧をかけて上方から下方に向かって電気泳動を行っている。電気泳動後にアガロースゲル中で視覚化された二本鎖 DNA を黒く塗りつぶしたバンド()として示している。

一番左のレーン 1 は二本鎖 DNA の長さを知るためのマーカーと呼ばれる標準試料である。模式図では、4 種類の DNA 断片が黒く塗りつぶしたバンドとして観察され、上から 1 万(10 千)塩基対、5 千塩基対、3 千塩基対、1 千塩基対の長さの DNA 断片の位置であることがわかる(それ以外の DNA 断片の長さは図中の左右の目盛りを参考に推定すること)。

レーン 2, 3, 4 は調べたい二本鎖 DNA を異なる制限酵素の組み合わせで切断し、標準試料と同時に電気泳動したときの DNA 断片の位置を黒く塗りつぶしたバンドで示している。レーン 2 は *Pst*I で切断したとき、レーン 3 は *Eco*RI で切断したとき、レーン 4 は *Pst*I と *Eco*RI で二重切断したときに生じる DNA 断片がバンドとして観察されている。ただし、それぞれのバンドは、すべて一種類の二本鎖 DNA 断片であり、塩基配列の異なる二種類以上の DNA 断片の混合物ではないことがわかっている。

以上の説明をもとに、設問 1 から 4 に答えなさい。



問 1 下線部(ア)の説明をもとに電圧をかけた方向を考えると、模式図の上から下の方向に向かってDNAが移動していることから、図の上方が (1) 極、下方が (2) 極である。また、図の上方にあるDNAほど移動度が小さいので (3) DNA、下に行くほど移動度が大きいので (4) DNAであることを示している。

文章中の空欄 (1) から (4) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。 9

- A (1) 陽, (2) 陰, (3) 長い, (4) 短い
- B (1) 陰, (2) 陽, (3) 短い, (4) 長い
- C (1) 陰, (2) 陽, (3) 長い, (4) 短い
- D (1) 陽, (2) 陰, (3) 短い, (4) 長い

問 2 二本鎖 DNA には、ヒトの染色体 DNA のように (5) の DNA と、大腸菌の DNA やプラスミドのように (6) の DNA の二種類が考えられる。レーン 2, 3, 4 は同じ二本鎖 DNA を二種類の制限酵素単独“*Pst*I のみ”または“*Eco*RI のみ”, または両方“*Pst*I と *Eco*RI で同時に処理”で切断したものである。この中で、レーン 3 の“*Eco*RI のみ”で切断した場合には 1 万 (10 千) 塩基対のバンドが一本だけ観察されることから、(5) DNA であれば、用いた DNA 中に *Eco*RI で切断される配列が存在しないことを示している。一方、(6) DNA の場合は、用いた DNA 中に *Eco*RI の切断部位が存在しないため (6) のままである、または一方所の *Eco*RI 切断部位が存在して (5) になっている、の両方の可能性が考えられる。

上の文章の空欄 (5) 及び (6) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。 10

- A (5) 線 状, (6) 環 状
B (5) 環 状, (6) 線 状

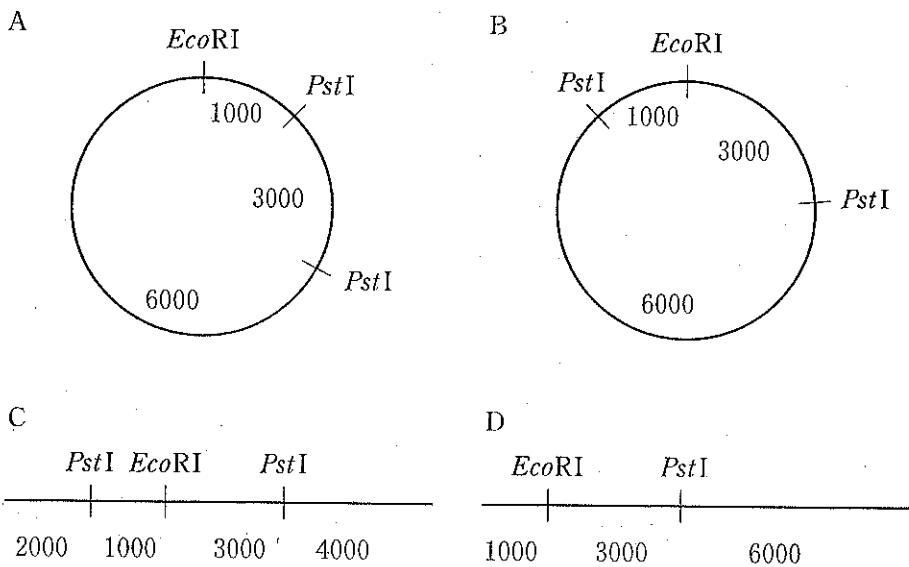
問 3 *Pst*I と *Eco*RI で二重切断したレーン 4 では、*Pst*I のみで切断したレーン 2 と比較してバンドが一本多いことから、*Pst*I のみで切断したレーン 2 の 千塩基対の断片が *Eco*RI によって一カ所で切断されて、二重切断したレーン 4 では 千塩基対と 千塩基対の二本の DNA 断片に別れたことがわかる。したがって *Eco*RI のみで切断したときの問 2 での考察から、用いた DNA の形状は であったことがわかる。さらに、用いた DNA のもとの長さが 1 万 (10 千) 塩基対であったことがわかる。

上の文章の空欄 から に該当する適切な数字の組み合わせを選びなさい。 また、解答用紙の裏面の解答番号 に入る言葉を記入しなさい。

- A (7) 五, (8) 三, (9) 二
- B (7) 五, (8) 四, (9) 一
- C (7) 六, (8) 四, (9) 二
- D (7) 四, (8) 三, (9) 一
- E (7) 四, (8) 二, (9) 二
- F (7) 十, (8) 六, (9) 四
- G (7) 六, (8) 三, (9) 一

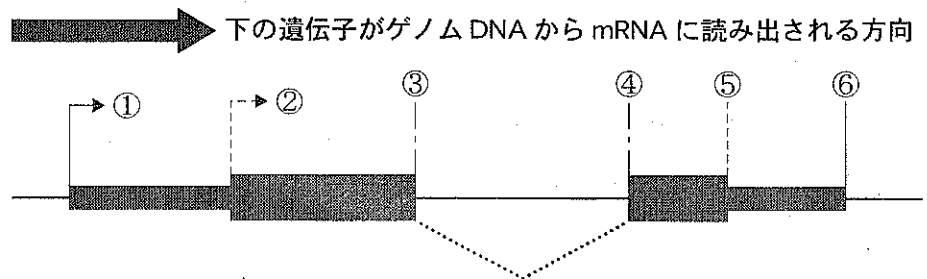
問 4 以上の記述を踏まえて、用いた DNA 上の *Pst*I 切断部位と *Eco*RI 切断部位の相対的な位置を模式図に示すとどのようになるか、最も適切なものを下記の図から選びなさい。 12

(円と横向きの直線は二本鎖 DNA、制限酵素名の下の子短い線はその制限酵素で切断される位置、数字は切断されたときの塩基対の長さを示す。)



〔Ⅲ〕 次の文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

ある生物にとって必要な一組の遺伝情報をゲノムとよぶ。真核生物では、遺伝情報は核内に存在する DNA(これをゲノム DNA という)にコードされている。下の図は、真核生物のゲノム DNA 上でタンパク質をコードしている遺伝子領域の構造を模式的に示している。真核生物のゲノム DNA 上では、遺伝子領域内に存在する①から⑥の六種類の典型的な配列/位置を見つけることによって、多くの生物で全ゲノム DNA 配列が解読された現在では、コンピューターによる配列解析のみで遺伝子領域を発見できる場合がほとんどである。このように様々な生物のゲノム DNA 配列が決定されたことで、これまでに同定されていなかったゲノム DNA 上の遺伝子領域が配列のみから推定可能になり、現在の分子生物学を基本とした生物学研究の進展を非常に加速させている。



問 1 ①, ②, ⑤, ⑥の四カ所は、模式図の遺伝子領域のゲノム DNA → mRNA → タンパク質への情報の流れで重要なゲノム DNA 上での遺伝子内の配列/位置を示している。転写・翻訳の基本機構と mRNA 上での位置関係を考慮して各配列/位置の働きとして正しい組み合わせを選びなさい。 13

- | | | | | |
|---|---------|---------|---------|--------|
| A | ① 翻訳開始, | ② 転写開始, | ⑤ 転写終結, | ⑥ 翻訳終止 |
| B | ① 複製開始, | ② 転写開始, | ⑤ 転写終結, | ⑥ 複製終止 |
| C | ① 複製開始, | ② 複製終止, | ⑤ 転写開始, | ⑥ 転写終結 |
| D | ① 転写開始, | ② 複製開始, | ⑤ 複製終止, | ⑥ 転写終結 |
| E | ① 転写開始, | ② 転写終結, | ⑤ 複製開始, | ⑥ 複製終止 |
| F | ① 転写開始, | ② 翻訳開始, | ⑤ 翻訳終止, | ⑥ 転写終結 |

問 2 上記のゲノム DNA 上の遺伝子から mRNA に情報が変換されることについて考えたとき、以下の文章の空欄 (1) と (2) に該当する適切な言葉の組み合わせを選びなさい。 14

真核生物においてゲノム DNA 上で、点①の上流(図では①の左側)には DNA→RNA への読み出しを指令する (1) と呼ばれる制御領域が存在する。そこに適切な調節タンパク質が結合することで RNA への読み出しが決定され、いったん (2) の全配列が RNA として読み出される。点①では、読み出された RNA の先頭に 7-メチルグアノシン三リン酸が付加されたキャップ構造をとる。上の図の①から⑥の六種類の配列/位置のうち、点①だけは実際に mRNA を用いて実験的に同定する必要があるが、逆にゲノム DNA 上では (1) に典型的な配列が見られることが多いため、その情報と組み合わせて、ある程度は配列のみからも推定することが可能である。ゲノム DNA から RNA への読み出しは点⑥の下流で終了する。一般に点⑥にはポリ A シグナルと呼ばれる六塩基の配列が存在し、mRNA ではその下流にアデニンが長く連なったポリ A 配列が付加されており、キャップ構造とともに、mRNA の機能や安定性に重要である。

- A (1) オペロン, (2) ①から⑥
- B (1) オペロン, (2) ②から⑤
- C (1) オペロン, (2) ②から⑥
- D (1) プロモーター, (2) ①から⑥
- E (1) プロモーター, (2) ②から⑤
- F (1) プロモーター, (2) ②から⑥

問 3 上記のゲノム上の遺伝子から生成する mRNA について考えたとき、以下の文章の空欄 (3) と (4) に該当する適切な言葉の組み合わせを選びなさい。

15

生成する mRNA の配列は、①から③と④から⑥が連結された配列になり、①から③と④から⑥の配列を (3) と呼ぶ。③から④は一旦ゲノム DNA から RNA に読み出された後に取り除かれる配列であり、(4) と呼ぶ。この現象をスプライシングといい、ゲノム DNA 上で点③と点④の境界部分の配列は真核生物間で非常に保存された二塩基の配列である。このうち点③で (4) の開始は、ゲノム DNA 上では GT の二塩基となっている場合がほとんどである。一方、点④では (4) の終わりに見られる二塩基はほとんどが AG で、(3) の始まりは G であることが多い。この性質から、ゲノム DNA 上の遺伝子領域でスプライシングが起きる位置を配列から推定することが可能である。さらに mRNA の配列と比較することで、完全に同定することが可能である。真核生物の多くの遺伝子では、(3) と (4) が複数検出されるのが一般的であるが、単一 (3) のみで (4) を持たないものも存在する。

- A (3) ヒストン, (4) クロマチン
- B (3) クロマチン, (4) ヒストン
- C (3) エキソン, (4) イントロン
- D (3) イントロン, (4) エキソン
- E (3) 翻訳領域, (4) 非翻訳領域
- F (3) 非翻訳領域, (4) 翻訳領域

問 4 上記のゲノム DNA 上の遺伝子より生成する mRNA からタンパク質に情報が変換される場合について考えたとき、以下の文章の空欄 (5) から

(7) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。 16

また解答用紙の裏面の解答番号 104 に該当する塩基の略語を大文字で記述しなさい。

②から③と④から⑤の間はスプライシングを受けて完成した mRNA でアミノ酸をコードしている部分である。点②は mRNA の情報からタンパク質のアミノ酸配列情報への変換が始まる位置で、ゲノム DNA 上では必ずメチオニンをコードする ATG になっており、これを (5) コドンと呼ぶ。ただし、mRNA では 104 となって観察される。点⑤では、64 あるコドンのうちの TAA, TAG, TGA の 3 種のコドンのうちのいずれか一つが見出され、これら 3 つのコドンは (6) コドンと呼ばれる。mRNA では UAA, UAG, UGA のいずれか一つとして観察される。上記を踏まえると、一般に mRNA では、②から③と④から⑤の間で点②の ATG コドンが決定されると、それ以降は点⑤までに (6) コドンに対応するものは見つからないと考えられ、mRNA の読み枠を決定するときの一つの根拠になっている。また、64 種のコドンはすべて (7) の組み合わせで成り立っており、大腸菌や酵母などの下等生物から高等動植物までの広範な生物で、各コドンが指定するアミノ酸や (5) コドン、(6) コドンが完全に保存されている。このため、例えばヒトでは生体組織などサンプル使用に制約が大きいため研究が不可能なものについても、大腸菌や酵母などにヒトの遺伝子をコードする DNA を導入して、そこから転写・翻訳されるタンパク質を解析することも可能である。

- | | | | |
|---|----------|----------|---------|
| A | (5) 終 止, | (6) 開 始, | (7) 三塩基 |
| B | (5) 終 止, | (6) 開 始, | (7) 二塩基 |
| C | (5) 開 始, | (6) 終 止, | (7) 二塩基 |
| D | (5) 開 始, | (6) 終 止, | (7) 三塩基 |
| E | (5) 転 写, | (6) 翻 訳, | (7) 三塩基 |
| F | (5) 翻 訳, | (6) 転 写, | (7) 二塩基 |

[IV] 次の実験1～4に関する文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

<実験1>

[17] を調べるため、メチレンブルーと [18] を用いて次のような実験を行った。新鮮なニワトリのささみを、氷で冷やしたリン酸緩衝液に浸してすりつぶし、二重ガーゼでこした液を [18] の主室に入れ、コハク酸ナトリウム水溶液とメチレンブルーを [18] の副室に入れた。[19] で管内を減圧し、排気した後に、副室を回して密栓し、管を傾けて副室の液を主室に入れてよく混合し、[20] で40℃にあたためながらしばらく放置し、主室の色を観察した。この観察後に、副室を回して空気を入れ、よく振った場合の主室の色を観察した。

<実験2>

コハク酸ナトリウム水溶液の代わりにリンゴ酸ナトリウム水溶液を副室に添加して、実験1と同様に操作した。

<実験3>

ささみをすりつぶしたる液を、セロハンの袋に入れてリン酸緩衝液に浸して、しばらく放置した。このセロハン内液を主室に入れて、実験1と同様に操作した。

<実験4>

実験3のセロハン内液にNADHを追加添加して、実験1と同様に操作した。

問1 文章中の空欄 [17] にあてはまる最も適切なものを選びなさい。

- | | |
|---------------|---------------|
| A 脱炭酸酵素のはたらき | B 脱水素酵素のはたらき |
| C カタラーゼのはたらき | D ヘモグロビンのはたらき |
| E アクチビンAのはたらき | F シナプスのはたらき |
| G ATPのはたらき | H 呼吸商の値 |
| I アルコール発酵の能力 | |

問 2 文中の空欄 , , に該当する最も適切なものをそれぞれ選びなさい。

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| A 時計皿 | B ベトリ皿 | C オートクレーブ |
| D アルコール検知管 | E スクリュー管 | F ツンベルク管 |
| G ツルグレン装置 | H スターラー | I アセトン |
| J シリカゲル | K アスピレーター | L キサントフィル |
| M クロマトグラフィー | N ミクロトーム | O ウォーターバス |

問 3 実験 1 から実験 4 において、主室と副室の液を最初に混合した後の主室の色と、この後に空気を入れてよく振った後の主室の色の適切な組み合わせを選びなさい。

実験 1 , 実験 2 , 実験 3 ,
実験 4

- | | |
|------------------|------------------|
| A (ア) 青色, (イ) 青色 | B (ア) 青色, (イ) 無色 |
| C (ア) 青色, (イ) 白色 | D (ア) 無色, (イ) 青色 |
| E (ア) 無色, (イ) 無色 | F (ア) 無色, (イ) 白色 |
| G (ア) 白色, (イ) 青色 | H (ア) 白色, (イ) 無色 |
| I (ア) 白色, (イ) 白色 | |

問 4 実験 1 において、コハク酸ナトリウムが 60 分子含まれていたとすると、主室の色を観察した時には、いくらの酸素分子が使われたと考えられるか。

(イ) 解答用紙の裏面の解答番号 に記入しなさい。

問 5 実験 1 で作用している触媒物質が存在する細胞内小器官を選びなさい。

- | | | |
|-----------|---------|-------|
| A 細胞膜 | B 小胞体 | C 核 |
| D ミトコンドリア | E 細胞質基質 | F 葉緑体 |
| G リソソーム | H ゴルジ体 | |

[V] 次の文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

哺乳類の体内の細胞は、体液と呼ばれる液体に囲まれている。体液は、
 に分けられる。細胞は、酸素や栄養分などの必要な物質を体液中から取り入れ、二酸化炭素や老廃物を体液中に排出する。細胞が正常な活動を安定して行うために、生体にはこれらの変化を感知して、一定に保つはたらきがある。このはたらきを という。

腎臓は水や塩分の排出量を調節し、体液の浸透圧をほぼ一定に維持している。また、腎臓を通過する血しょう成分のうち、不要な物質などは尿として排出される。腎臓は と呼ばれる構造が単位となり尿をつくっている。
 は腎小体と腎細管からなり、片方の腎臓に約 100 万個ある。腎小体は毛細血管が集まった とそれを包みこむ からなり、ここで血しょうから原尿がつくられる。

原尿は腎細管に送られ、ここで水分をはじめ有用な成分の多くは腎細管を取り囲む毛細血管に再吸収される。腎細管を通った原尿は集合管に送られ、ここでさらに水分が再吸収されるため、原尿中のほとんどの水分は再吸収される。一方、不要な成分は再吸収率が低く、濃縮されて尿として体外に排出される。

下の表は、正常な状態における血しょう、原尿、尿に含まれている一部の成分の濃度を比較したものである。なお物質 X は人工的に静脈中に注入したもので、まったく再吸収されない物質である。

成分	濃度 (g/100 ml)		
	血しょう	原尿	尿
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.05
グルコース	0.1	①	②
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
ナトリウム	0.32	0.32	0.35

物質 X	0.001	0.001	0.12
------	-------	-------	------

問 1 文章中の空欄 (1) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。

26

- A 細胞液・組織液・リンパ液
- B 血液・細胞液・リンパ液
- C 血液・組織液・細胞液
- D 血液・組織液・リンパ液

問 2 文章中の空欄 (2) に該当するもっとも適切な語句を選びなさい。

27

- A フィードバック
- B 内部環境
- C ホメオスタシス
- D 生体防御
- E 誘導
- F 選択的透過性

問 3 文章中の空欄 (3) から (5) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。

28

- | | | |
|---------------|-------------|------------|
| A (3) ボーマンのう, | (4) ネフロン, | (5) 糸球体 |
| B (3) ボーマンのう, | (4) 糸球体, | (5) ネフロン |
| C (3) 糸球体, | (4) ボーマンのう, | (5) ネフロン |
| D (3) 糸球体, | (4) ネフロン, | (5) ボーマンのう |
| E (3) ネフロン, | (4) ボーマンのう, | (5) 糸球体 |
| F (3) ネフロン, | (4) 糸球体, | (5) ボーマンのう |

問 4 腎小体における原尿生成と腎細管におけるナトリウムの再吸収は、それぞれ^(ア) 次の①~③のいずれに相当するの^(イ) か、もっとも正しい組み合わせを選びなさい。 29

- ① ATP を利用する能動輸送である。
 - ② 溶質分子の濃度勾配に従った受動輸送である。
 - ③ 溶質分子の分子量によって規定されるろ過である。
- A (ア) ①, (イ) ① B (ア) ①, (イ) ②
C (ア) ①, (イ) ③ D (ア) ②, (イ) ①
E (ア) ②, (イ) ② F (ア) ②, (イ) ③
G (ア) ③, (イ) ① H (ア) ③, (イ) ②
I (ア) ③, (イ) ③

問 5 表中のグルコースの原尿濃度①および尿濃度②に適する正しい数字の組み合わせを選びなさい。 30

- A ① 1.0, ② 0 B ① 1.0, ② 1.0
C ① 0.5, ② 0 D ① 0.5, ② 1.0
E ① 0.1, ② 0 F ① 0.1, ② 0.1

問 6 表に示された成分を原尿から尿への濃縮率が高い順に並べたものを選びなさい。 31

- A 尿素・クレアチニン・ナトリウム・尿酸
- B 尿素・クレアチニン・尿酸・ナトリウム
- C クレアチニン・尿素・ナトリウム・尿酸
- D クレアチニン・尿素・尿酸・ナトリウム
- E ナトリウム・尿酸・尿素・クレアチニン
- F ナトリウム・尿酸・クレアチニン・尿素
- G 尿酸・ナトリウム・尿素・クレアチニン
- H 尿酸・ナトリウム・クレアチニン・尿素

問 7 尿が1分間に1 ml 生成された場合、1分間に生成される原尿量に該当するものを選びなさい。

- A 12 ml B 24 ml C 48 ml
D 60 ml E 92 ml F 120 ml

問 8 尿が1分間に1 ml 生成された場合、1分間に血しょうから原尿へとろ過されるナトリウム量に該当するものを選びなさい。

- A 192 mg B 384 mg C 576 mg
D 768 mg E 1152 mg

問 9 尿が1分間に1 ml 生成された場合、1分間に腎細管で再吸収される尿素量(mg)はいくらか。解答用紙の裏面の解答番号 に記入しなさい。

問10 腎臓は血液浸透圧調節に関わるホルモンの標的器官でもある。塩辛い漬物を大量に食べた場合、①どの内分泌腺から、②どのホルモンが放出されるのか、正しい組み合わせを選びなさい。

- A ① 脳下垂体後葉, ② パラトルモン
B ① 副甲状腺, ② パラトルモン
C ① 副腎皮質, ② パラトルモン
D ① 脳下垂体後葉, ② バソプレシン
E ① 副甲状腺, ② バソプレシン
F ① 副腎皮質, ② バソプレシン
G ① 脳下垂体後葉, ② 鉱質コルチコイド
H ① 副甲状腺, ② 鉱質コルチコイド
I ① 副腎皮質, ② 鉱質コルチコイド

[VI] 次の文を読み、該当する解答番号の解答欄にマークしなさい。一つの解答欄に一つだけマークすること。

植物は外部環境からの刺激に反応してさまざまな運動を行う。植物の運動には組織をつくる個々の細胞の体積増加が関係する と、⁽⁷⁾ 気孔の開閉のように細胞の圧力の変化によっておこる とがある。

植物学者ツィーシールスキーは、1872年にソラマメの根を用いた実験を行った。ソラマメの根を横たえておくと重力の方向に曲がるが、根の先端部分にある根冠を切除してから横たえたものは曲がらなかった(図1, 2)。また、根冠のついた根を横たえて、しばらく刺激を与えてから根冠を取り除いたものは、もとの下側を下にすれば重力の方向に曲がり、上にすると重力と逆方向に曲がった(図3)。

ツィーシールスキーの実験を受け、トウモロコシの根を用いて以下のような実験を行った。

<実験1>

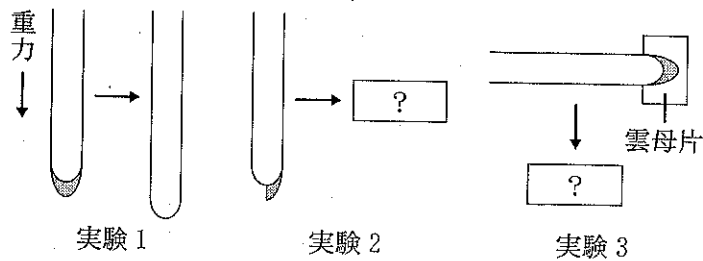
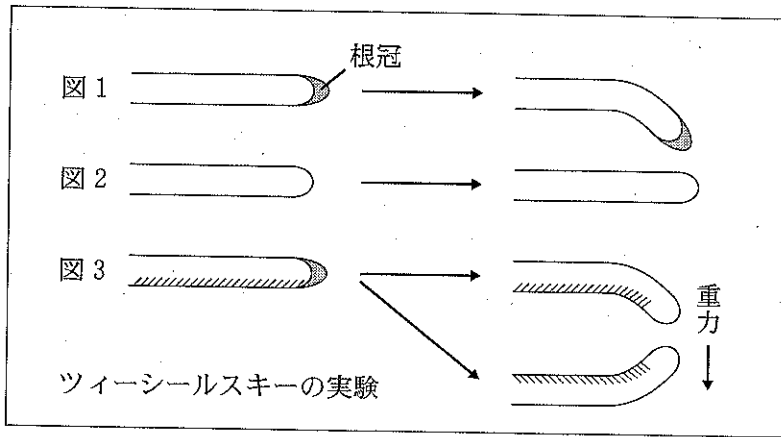
根冠を切除した根を地面に垂直にすると、根は根冠のあるものより長く伸長した。

<実験2>

根を地面に垂直にして、根冠を縦に左半分だけ切除した。

<実験3>

根冠のついた根を横たえて、すぐに雲母片を根冠に重力方向に対して平行に差し込んだ。



これらの実験の結果から、根の先端部にある根冠は根端分裂組織を保護するだけでなく、重力を受容する部位でもあることがわかる。根冠細胞内にある色素体は、細胞内で重力方向に移動することが知られており、この現象から根冠は色素体の位置によって、重力刺激を感知しているのではないかと考えられている。また、この根の運動に関わる物質は (3) であり、根における作用の他にも側芽の成長に影響を与え、特に茎頂などの分裂組織で細胞分裂を促進する (4) とも協調してはたらくことが知られている。

問 1 文章中の空欄 (1) 及び (2) に該当する正しい組み合わせを選びなさい。 35

- | | |
|----------------------|----------------------|
| A (1) 伸長運動, (2) 膨圧運動 | B (1) 成熟作用, (2) 圧力運動 |
| C (1) 成長運動, (2) 膨圧運動 | D (1) 成熟作用, (2) 膨張作用 |
| E (1) 膨圧運動, (2) 伸長運動 | F (1) 圧力運動, (2) 成熟運動 |
| G (1) 膨圧運動, (2) 成長運動 | H (1) 膨張作用, (2) 成熟作用 |

問 2 下線部(ア)の気孔の開閉について、最も適切なものを選びなさい。

36

- A 水分が不足すると、葉のアブシジン酸が増加して孔辺細胞の浸透圧を減少させるので、吸水力が低下して膨圧が下がる。
- B 水分が不足すると、葉のサイトカイニンが減少して孔辺細胞の浸透圧を減少させるので、吸水力が低下して膨圧が下がる。
- C サイトカイニンは気孔の開閉には無関係である。
- D 接触刺激が引きがねとなって、水が外へ出ていくので葉枕細胞の膨圧が低下して気孔が開く。
- E ジベレリンはイネの草丈が異常に伸びる病原菌の原因物質として発見された植物ホルモンであり、気孔を開く促進作用がある。
- F 植物の根が水分不足になると、根でジベレリンが合成され、これが道管を通過して葉に運ばれると気孔が閉じて蒸散が抑えられる。

問 3 下線部(イ)の重力の方向に曲がるについて最も関係が深く、内容が正しいものを選びなさい。 37

- A 重力の方向へ屈曲が生じるのは、屈曲する部分では光の当たる側より当たらない側が早く成長するためである。
- B 重力屈性に関与する物質のように方向性のない物質の移動を極性移動という。
- C 植物体が外界からの刺激に対して、刺激の方向とは関係なく、決まった運動を示す現象を傾性といい、重力の方向へ曲がる作用は花の開閉やオジギソウの葉の運動と同じ運動である。
- D 植物体が外界からの刺激に対して、一定方向に屈曲する現象を屈性といい、刺激の方向へ屈曲する場合を正の屈性、反対方向へ屈曲する場合を負の屈性という。
- E 植物の側芽は頂芽が存在するときには成長が抑制され、頂芽を切ると伸び始める。これを頂芽優勢というが、重力屈性も同じ作用である。

問 4 文章中の空欄 (3) および (4) にあてはまる正しい組み合わせを選びなさい。 38

- A (3) ジベレリン, (4) オーキシン
- B (3) オーキシン, (4) サイトカイニン
- C (3) エチレン, (4) サイトカイニン
- D (3) サイトカイニン, (4) オーキシン
- E (3) アブシジン酸, (4) サイトカイニン
- F (3) オーキシン, (4) ジベレリン

問 5 ツイーシールスキーの実験および実験 1 の結果から、推測される現象について、最も適切なものを選びなさい。 39

- A 根冠の切除によって細胞分裂を促進する物質が分泌され、根端付近の細胞分裂が活発になり、根の伸長が促された。
- B 根冠から根の伸長を促進する物質が分泌されていた。
- C 根冠から根の伸長を阻害する物質が分泌されていた。
- D 根冠で合成されたこの物質は光があたらない方向へ移動する性質があり、移動後に根の伸長を促進した。
- E 根端の切除によって木化した組織がなくなったことから、根の重力方向への伸長が促進された。

問 6 実験 2 の結果について、予想される最も正しいものを選びなさい。

40

- A 根冠の残っていない方へ屈曲した。
- B 根冠の残っている方へ屈曲した。
- C 一度、一定方向に屈曲し、続いて反作用によって逆方へ屈曲した。
- D 根の伸長には特に変化は認められなかった。

問 9 下線部(エ)の協調してはたらく作用に関して、空欄 (3) と (4) の両者を用いて行われる技術について、内容が正しくかつ最も関係の深いものを選びなさい。 44

- A 果実の成熟を促す方法として農業分野で広く用いられている。
- B 植物細胞には全能性があるので、植物体から取り出した組織を組織培養し、個体にまで分化させることができる。
- C ブドウの若い房に処理すると種子を形成せずに果実が生長する単為結実の現象を利用して、種なしブドウを作ることができる。
- D 切り花を長持ちさせるための薬品として利用され、産地から都市部へ輸送する場合などに用いられている。
- E 空欄 (4) をもとに人工的に合成されたナフタレン酢酸(NAA)や2,4-Dは、除草剤として広く用いられているが、これらは空欄 (3) の物質と協調的に作用して植物の成長を阻害することを利用したものである。