

平成 28 年度

問題冊子

教 科 科 目	ページ数
理 科 生 物	13

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、全ての解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

〔1〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

鼻腔をくすぐる①ダシの香りに誘われてうどん屋に入った。店内が暗かったためか、②様子が分かりにくかったが、奥のカウンターで注文を言えばよいようであった。③温めたうどんにダシをかけ、具を入れてから空いている席に座った。舌鼓をうちながら④うどんを食べ、ダシもすべて飲み干した。おいしかった。⑤ゆったりと落ち着いた気分を楽しみながら店を出た。

問1 下線部①について

- (1) ダシの「香り」を受容した細胞の名称を記せ。
- (2) 「香り」を感知した受容体は、上記の細胞のどこに存在しているか、記せ。
- (3) 「香り」と結合した受容体は、この細胞にどのような作用をもたらしたか、10字以内で記せ。

問2 下線部②について

- (1) 光を受容していた細胞の名称を記せ。
- (2) 暗い店内に入ったときに、眼球へ入る光量が調節された。どのようにして調節されたか、10字以内で記せ。
- (3) もっと暗い場所へ入ったときには、目が慣れるのに時間を要する。この間に光を受容する細胞の中で生じている変化を10字以内で記せ。

問3 表1のDNAの塩基配列の差異から、4種の分子系統樹を最節約法により描け。なお、A種を外群として用い、系統樹上のどの部分でどの塩基置換サイトの変化が起こったか記入せよ。

問4 下線部③について、一方のDNAタイプを α 、他方を β とする。研究者が島内で対立遺伝子 α の頻度を調べたところ0.3であった。この時の各遺伝子型の島内での頻度を計算せよ。ただし、植物種Aは島内で交配は任意に行われ、ハーディー・ワインベルグ平衡の状態にあるものとする。

問5 下線部③の時点から、百年後に別の研究者が島内のA種について核の同じ遺伝子を調べたところ、単一のDNAタイプのみがみられた。このように偶然の影響により対立遺伝子の頻度が変化する現象をなんと呼ぶか答えよ。ただし、対立遺伝子 α と β に自然選択は働かず、百年の間に突然変異、島外との遺伝子流動は起こらなかったものとする。

問6 下線部④とは逆にアミノ酸に変化を起こす塩基置換をなんと呼ぶか答えよ。

問7 下線部④にみられるようなアミノ酸に変化をおこさないDNAの変化は自然選択に対して有利にも不利にもならない場合が多い。このように自然選択に対して有利にも不利にもならない変化はなんと呼ばれているか答えよ。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～7)に答えよ。

昔、有性生殖をおこなう2倍体の植物種Aが、同種の他の集団と地理的に隔離された絶海の孤島に生息していた。長い年月を経てこの島ではA種からB種、C種、D種が生じた。これら4種は、どの組み合わせにおいても生殖的隔離が確立していた。

ある研究者がA種から派生したB種、C種、D種の系統関係を調べるため、葉緑体DNAのある遺伝子の塩基配列を比較したところ、表1に示されるように6つのサイトで変異がみられた。さらにこの研究者は、島内のすべてのA種個体について、核DNAのある遺伝子を調べたところ、2個のDNAタイプがみつかった。その変異はコドンの3番目にあり、どちらも同じアミノ酸に対応していた。

表1. 4種の葉緑体DNAのある遺伝子の変異がみられたサイト

種 \ サイト	1	2	3	4	5	6
A種	A	G	G	A	T	A
B種	G	C	C	A	C	T
C種	A	G	C	T	T	T
D種	A	C	C	A	C	T

問1 下線部①のように単一の系統から、さまざまな環境に進出し、多様化することをなんと呼ぶか答えよ。

問2 下線部②にみられるように、生殖的隔離があるかないかを判断基準とした種を生物学的種という。生物学的種を概念をあてはめることが難しい生物の例を1つ上げ、理由も含めて100字以内で答えよ。

問3 下線部③について

- うどんを入れたどんぶりを持ってられるのは、筋肉が適度に収縮し、手や腕を支えているからである。手や腕をまげる時とのばす時に収縮する筋肉の名称をそれぞれ記せ。
- 温めたうどんにダシをかけるとき、熱いダシがはねて手にかかり、おもわず手を引っ込めてどんぶりを落としそうになった。ダシが手にかかってから手を引っ込めるまで、興奮がどのように伝わっていったか、その順路に従って以下の語句を並べ替えて、解答欄に記せ。
 <語句> 運動神経 介在神経 感覚神経 筋 受容器 背根 腹根
- (2)でどんぶりを落とさずにすんだのは、上記の伝達に意思の力で介入したからである。この介入はどこからどこを経由してどこへ伝達されたか、30字以内で記せ。

問4 下線部④について

- うどんを食べたことにより血中のグルコース濃度が上昇した。このことに反応して分泌されるホルモンの名称を記せ。
- 上記のホルモンを産生する臓器の名称を記せ。
- 上記のホルモンは細胞に働きかけてグルコースの輸送体を働ける状態にし、グルコースの細胞内への取り込みを促進させることがわかっている。なぜグルコースは輸送体がないと細胞内に取り込まれにくいのか、60字以内で記せ。
- ダシを飲み干したことにより、血中の塩濃度が上昇した。血中塩濃度を感知する組織の名称を記せ。
- 血中塩濃度の上昇に反応して分泌されるホルモンの名称を記せ。
- 上記のホルモンは上昇した血中の塩濃度をどのようにして下降させるのか、20字以内で記せ。

問 5 下線部⑤について

- (1) このような気分の時に優位に働いている自律神経系に属する神経の名称を記せ。
- (2) 上記神経の末端から分泌される神経伝達物質は運動神経から分泌される神経伝達物質と同じである。その名称を記せ。

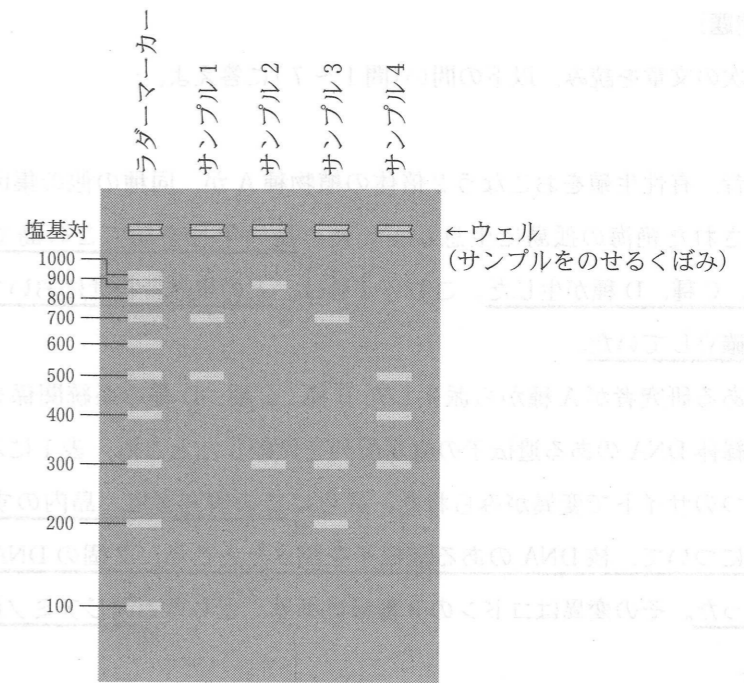


図 1

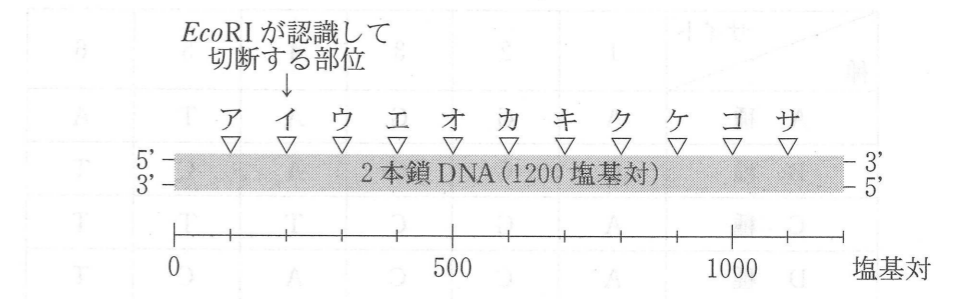


図 2

問 5 下線部①と下線部③を組み合わせて、以下のような実験を行った。

＜実験＞ 1200 塩基対からなる塩基配列の分からない直鎖状 2 本鎖 DNA を、 b に属する *EcoRI*, *BamHI*, *XhoI* で分解した。用意したサンプルは次に示す通りである。

サンプル 1 …… *BamHI* で分解

サンプル 2 …… *XhoI* で分解

サンプル 3 …… *BamHI* と *EcoRI* で分解

サンプル 4 …… *BamHI* と *XhoI* で分解

これらのサンプルを e により分析したところ、図 1 に示す結果を得た。

この結果より、*BamHI* と *XhoI* で切断される部位は、図 2 に示すア～サのどの部位であると推測できるか。それぞれ記号で答えよ。

なお、この DNA 中には図 2 のイの部位に *EcoRI* が認識し切断する塩基配列が存在することが分かっている。また、*EcoRI* と *BamHI* と *XhoI* が認識し切断する塩基配列はそれぞれ異なる。

[2] 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

種子植物は **a** 植物と **b** 植物に分類できる。**a** 植物の雌性器官であるめしべには **c** がなく、**d** がむき出しになっている。**d** は将来、種子になる。

b 植物では、花粉の中で小さな **e** 細胞が大きな **f** 細胞に包み込まれるように形成される。**e** 細胞は2つの **g** になり、この2つの **g** が卵細胞と極核とに融合する受精様式を **h** と呼ぶ。これは **b** 植物の特徴である。

h の受精様式でできた胚乳は、種子が形成された後も種子内に存在するか(有胚乳種子)、種子が形成される前に退化する(無胚乳種子)。完熟種子は、生育に適した条件下に置いても発芽しないことがあり、その際、胚は成長を休止している。このような現象を休眠と呼ぶが、堅い種皮を除去すると休眠打破に効果がある場合もある。

b 植物の果実は受粉・受精後に肥大・発育し、成熟時には果肉が乾燥する「乾果」または多汁となる「液果」に分かれる。

問1 文章の **a** ~ **h** に最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部①について、下の語群にあるそれぞれの植物の種子は有胚乳種子と無胚乳種子のいずれに属するか分類せよ。

<語群> イネ、クリ、トウモロコシ、カキ、エンドウ

問3 下線部②について、休眠状態にある有胚乳種子から堅い種皮を除去して空気にさらした状態で、種皮除去後0、3、6、24、48時間に無菌条件下で胚を摘出し、生育適温条件で1週間培養して発芽率を調べたところ、図1のようになった。この図からわかることを休眠と関連づけながら100字以内で述べよ。なお、胚は胚乳が付着しないように摘出して培養した。またこの休眠種子は種皮が無傷のままの状態でも1週間生育適温条件下に置いても発芽はしなかった。

問1 文中の **a** ~ **f** に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①の例として、大腸菌から見つかった酵素 *EcoRI* がある。この酵素は、2本鎖DNA中のGAATTCという配列を認識してGとAの間を切断する。また、別の細菌から見つかった酵素 *HaeIII* は、GGCCという配列を認識してGとCの間を切断する。これらの酵素を用いてDNAを切断した時、それぞれの酵素で切断される配列は、理論上何塩基対に1回の割合で出現すると考えられるか。ただし、このDNAには4種類の塩基の数に偏りはなく、全て同数ずつ含まれるものとする。

問3 細菌は何のために **b** を保有していると考えられているか。簡潔に説明せよ。

問4 下線部②において、ヒトの遺伝子が大腸菌において正確に認識され、同じアミノ酸配列を持ったヒト由来のタンパク質が生産されるということは、ヒトと大腸菌において何が共通していると考えられるか。50字以内で説明せよ。

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

ある生物の特定の遺伝子を別のDNAに人工的に組み込む操作を **a** という。**a** においては、DNAの特定の塩基配列を認識し、特定の様式で切断する酵素である **b** や、**b** で切り出したDNAを末端の形状が一致した別のDNAに連結する酵素である **c** などが利用されている。このようにして作製されたDNAは、大腸菌などの他の生物に導入して利用される。

例えば、大腸菌にヒトのタンパク質を作らせる場合にも **a** は用いられる。まず、環状DNAである **d** を、**b** によって1カ所切断する。次に、**d** に作用させたのと同じ種類の **b** で目的とするヒトの遺伝子(cDNA)を切り出す。その後両者を混合し、**c** を作用させると、ヒトの遺伝子が組み込まれた **d** が出来る。これを大腸菌に導入すると、大腸菌内でヒトの遺伝子が発現し、目的のタンパク質が生産される。このようにして、ヒト由来のタンパク質を大腸菌などの細菌を使って生産することが出来る。

a においては様々な手法が用いられている。その中でも、帯電した物質を電流が流れる溶液中で分離する方法は **e** と呼ばれており、異なる長さのDNA断片を寒天ゲル内で分離する際に使われている。DNAは負電荷を帯びているため、電極間に電圧をかけると、DNAが+極に向かって寒天ゲル内を移動する。塩基数の少ないDNA断片は塩基数の多いDNA断片よりも **f** 移動するので、移動距離から塩基数を推定できる。

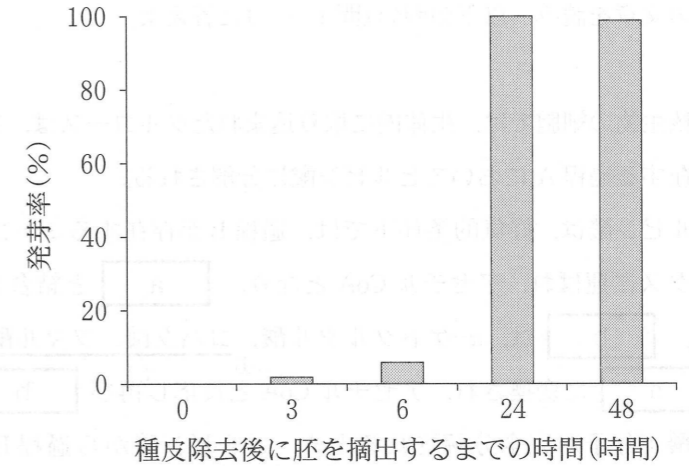


図1 胚摘出までの時間が胚の発芽に及ぼす影響

問4 下線部③の液果の1つにブドウがある。図2は1房内のブドウ果実について成長の推移を時期を追って調べたものである。図2中の「果実の横径」は果実の赤道面に沿って測定した直径である。一方、「細胞数」は、横径を測定している果実と同程度の大きさの別の果実を毎回採取し、赤道面で果実を切断してその断面の中心点から外側に直線を引き、その直線上(すなわち、果実の半径上)にある細胞数を数えたものである。なお、グラフの横軸は開花後の日数を表しており、果実の横径は開花日より測定を開始した。このグラフより果実の成長、肥大について推測できることを、細胞数と果実の大きさを関連づけながら100字以内で述べよ。

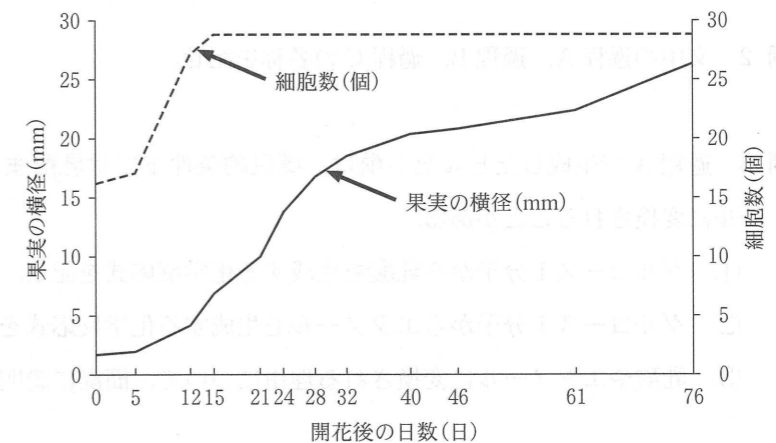


図2 ブドウ果実の成長の推移

[3] 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

真核生物の細胞では、生体内に取り込まれたグルコースは、まず、細胞質基質に存在する過程Aにおいてピルビン酸に分解される。

ピルビン酸は、好氣的条件下では、過程Bが存在するミトコンドリアのマトリックスに運ばれ、アセチル CoA となり、 と結合して となる。 は、 α -ケトグルタル酸、コハク酸、フマル酸、リンゴ酸を経て に変換され、アセチル CoA と反応し再び に戻る。ピルビン酸1分子が完全分解される時、ピルビン酸から過程Bまでで、4つの および1つの を生成するが、それらはミトコンドリアの内膜に存在する過程Cに渡され、ATPを生み出す源となる。

過程Cでは、 や に由来する が複数のタンパク質複合体間を受け渡しされ、その際、 がミトコンドリアの内膜と外膜の膜間へくみ出される。その結果、内膜の両側には の が形成され、このことを利用してミトコンドリアの内膜に存在する により、大量のATPが生成される。そして最終的には、過程Cを流れてきた は と酸素と結合し水となる。

問1 文中の ～ に適切な語句を入れよ。

問2 文中の過程A、過程B、過程Cの名称を記せ。

問3 過程Aで生成したピルビン酸は、嫌氣的条件下では乳酸またはエタノールに変換されることがある。

- (1) グルコース1分子から乳酸を生成する化学反応式を記せ。
- (2) グルコース1分子からエタノールを生成する化学反応式を記せ。
- (3) 乳酸やエタノールに変換される理由について、簡潔に説明せよ。

問4 下線部①に関して、コハク酸をフマル酸に変換する酵素は、コハク酸とよく似た構造を持つマロン酸により阻害を受ける。

- (1) この阻害様式の名称を記せ。
- (2) この阻害反応においてマロン酸はどのように働くか、50字以内で説明せよ。
- (3) この阻害様式では、阻害物質濃度が一定のとき、酵素反応速度と基質濃度の関係は、図1の曲線(点線)をとる。このような曲線になる理由について、100字以内で説明せよ。

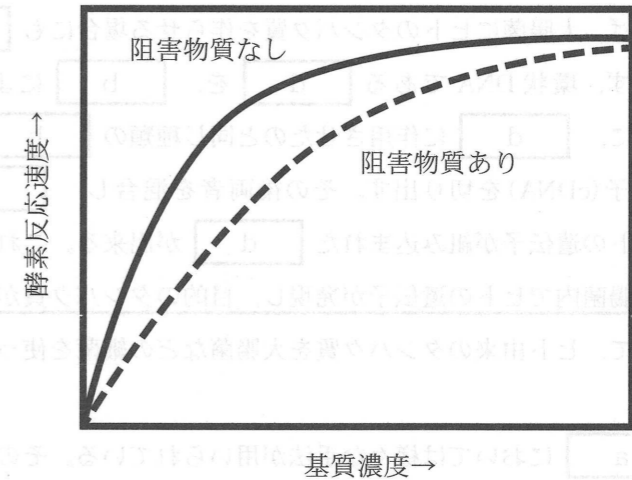


図1 基質濃度と酵素反応速度の関係