

生 物

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. この冊子は表紙を除いて14ページである。
3. 「解答始め」の合図があったら、まず、黒板に掲示または板書してある問題冊子ページ数・解答用紙枚数・下書き用紙枚数が、自分に配付された数と合っているか確認し、もし数が合わない場合は手を高く挙げて申し出ること。次に解答用紙をミシン目に沿って落ちていて丁寧に別々に切り離し、学部名・受験番号・氏名を必ずすべての解答用紙の指定された箇所に記入してから、解答を始めること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに横書きで記入すること。マス目のある記述問題は句読点も文字数に含まれる。

令和4年度個別学力検査等

問題訂正等

以下のとおり、

問題冊子に訂正があります。

解答用紙に訂正があります。

補足説明があります。

科目名〔理科（生物）〕

11頁 問4上から5行目

（誤）なお、遺伝子Aと遺伝子A'，遺伝子Bと遺伝子B'は、共に完全顕性（優性）の関係にあるものとする。

（正）なお、遺伝子Aと遺伝子A'，遺伝子Bと遺伝子B'は、共に完全顕性（優性）の関係にあるものとし、更に、遺伝子Bと遺伝子B'の関係は、遺伝子Bが顕性（優性）として作用するものとする。

令和4年度個別学力検査等

問題訂正等

以下のとおり、

問題冊子に訂正があります。

解答用紙に訂正があります。

補足説明があります。

科目名〔理科（生物）〕

14頁上から2行目

(誤) …主にある固体が

(正) …主にある個体が

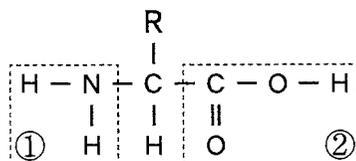
1

次の文章を読み、後の問1～問5に答えなさい。

動物が体外から取り入れる有機物のうち、タンパク質は動物細胞の基本的構成要素であり、生命現象と密接に関連している。体に含まれるタンパク質の種類は極めて多く、すべてのタンパク質は遺伝子の情報をもとにアミノ酸から作られている。タンパク質を構成するアミノ酸には、構造および化学的性質の異なるものが20種類あり、結合するアミノ酸の並び方(種類、数、および配列の順序)によって、多種多様なタンパク質ができる。

摂取されたタンパク質は消化管において消化酵素の作用を受けて、アミノ酸にまで分解されたのち吸収される。これらのアミノ酸は、動物細胞内においてタンパク質の合成に利用される。また、一部のアミノ酸は分解を受ける。

問1 アミノ酸は、炭素原子に下図中の①および②の官能基と水素原子が結合し、残りの1箇所には側鎖(下図中ではRで示す)と呼ばれる原子団が結合している。下図中の①と②の官能基の名称を答えなさい。



問 2 アミノ酸は、側鎖の性質の違いによって、酸性アミノ酸、中性アミノ酸、塩基性アミノ酸に分類することができる。酸性アミノ酸、中性アミノ酸、塩基性アミノ酸の組み合わせとして正しいものを以下の①～④から選びなさい。

	酸性アミノ酸	中性アミノ酸	塩基性アミノ酸
①	グルタミン酸	セリン	リシン
②	リシン	グルタミン酸	ヒスチジン
③	グルタミン酸	リシン	ヒスチジン
④	グルタミン	セリン	システイン

問 3 タンパク質を構成する 20 種類のアミノ酸は、必須アミノ酸と非必須アミノ酸に分けることができる。必須アミノ酸について 50 字以内で簡潔に説明しなさい。ただし、必須アミノ酸の名称のみを羅列した解答は採点対象としない。

問 4 下線部に関する説明として正しい記述を以下の①～⑤から2つ選びなさい。

- ① タンパク質に対する消化酵素としてすい臓からトリプシンが分泌される。
- ② タンパク質に対する消化酵素としてすい臓からペプシンが分泌される。
- ③ タンパク質に対する消化酵素としてすい臓からアミラーゼが分泌される。
- ④ アミノ酸は、細胞膜(脂質二重層)を拡散で透過することで小腸上皮細胞から吸収される。
- ⑤ アミノ酸は、細胞膜(脂質二重層)を透過しにくいいため、担体(輸送タンパク質)を介して小腸上皮細胞から吸収される。

問 5 動物細胞内では、アミノ酸からタンパク質が合成される。同時に、動物細胞内ではタンパク質の分解も起きている。タンパク質の分解により生じたアミノ酸のその後の代謝を簡略化すると、「そのうちの 80% は生体内でタンパク質の合成へ再利用されるが、残りの 20% は再利用されずに窒素部分と炭素部分に分けられ、それぞれ代謝される。」と考えることができる。

1 日あたり 240 g のタンパク質が分解される時、以下の(1)~(4)に答えなさい。

- (1) タンパク質合成に再利用されるアミノ酸は何 g になるか。
- (2) タンパク質合成量とタンパク質分解量が等しい状態にある場合、タンパク質合成量を維持するために摂取する必要があるタンパク質量は 1 日あたり何 g 以上であると考えられるか。ただし、摂取したタンパク質はすべてタンパク質合成に使われるものとする。
- (3) 再利用されないアミノ酸の窒素部分は、代謝によりアンモニアを生じ、次の式にしたがって、肝臓で尿素を産生する。産生される尿素は何 g になるか。四捨五入して小数点以下第 1 位までの数値で答えなさい。ただし、窒素原子の割合はタンパク質重量中の 16% とする。



(窒素の原子量は 14, 尿素の分子量は 60)

- (4) アスパラギン酸が分解されると、炭素部分(炭素骨格)としてオキサロ酢酸を生じる。細胞内でオキサロ酢酸がどのように代謝されると考えられるか、25 字以内で説明しなさい。

試験問題は次に続く。

2

次の文章を読み、後の問1～問6に答えなさい。

1990年代に起こったDNAの塩基配列解析の機械による自動化と、コンピューターの性能の飛躍的な進歩により、生物のゲノムの全塩基配列を決定することが可能となった。1990年代から2000年代にかけてのゲノム解析は、主にサンガー法(後述)を用いて行われた。サンガー法では1回の反応で読み取れる塩基配列は約500塩基と短いため、巨大なゲノム配列を決定する際は、莫大な数の反応を繰り返してゲノムの様々な位置の塩基配列を取得する。このようにして得られた多数の短い塩基配列は、コンピューターによる比較解析によりゲノム全体の塩基配列に再構築される。

ゲノムの全塩基配列が得られれば、次にそこに含まれる全ての遺伝子が予測される。タンパク質のアミノ酸配列情報を有する遺伝子は、開始コドンと終止コドンに基づいて予測される。加えて、ゲノム中にはタンパク質に翻訳されずにRNAのまま機能する遺伝子も含まれる。

サンガー法は、イギリスのフレデリック・サンガー博士が1970年代に開発したDNAの塩基配列決定法である。サンガー法では、塩基配列を調べたい1本鎖のDNAを鋳型とし、それに対する相補的なDNA鎖を合成する。このとき、DNA合成の材料となる通常の4種類のヌクレオチドに加えて、特殊なヌクレオチドも反応系に加える。この特殊ヌクレオチドにもA・C・G・Tの4種類があり、それぞれに異なる色の蛍光色素が付加されている。DNA合成の際、特殊ヌクレオチドの後には新たなヌクレオチドが結合できないため、その位置でDNA鎖の伸長が止まってしまう。十分な分子数の鋳型DNAの存在下でDNA合成を行うと、異なる位置で伸長が停止した様々な長さのDNA断片が生じる。長さの異なるDNA断片を電気泳動で分離し、それぞれの断片が発する蛍光の色を調べることで、DNAの塩基配列を決定することができる。

問 1 下線部①について、ゲノムに関する以下の記述で正しいものには「正」、誤っているものには「誤」と解答しなさい。

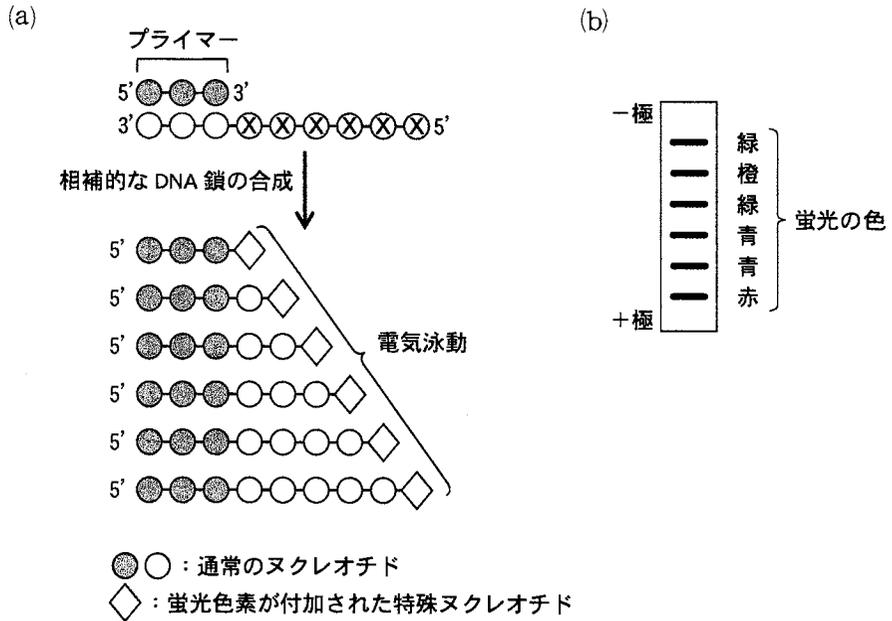
- (ア) 皮膚細胞と神経細胞が異なる形態や機能を示すのは、それぞれの細胞のゲノムに含まれる遺伝子の種類が異なるためである。
- (イ) 一般にゲノムの大きさは原核生物よりも真核生物の方が大きい。
- (ウ) 同じ生物種に属する個体が持つゲノムの塩基配列は同一である。
- (エ) ヒトゲノムでは、1つの遺伝子から複数のタンパク質が発現することがある。
- (オ) ヒトゲノムでは、タンパク質のアミノ酸配列情報を保持している部分は、全体の90%以上を占める。

問 2 下線部②について、真核生物では DNA の塩基配列をそれと同部位から転写された mRNA の塩基配列と比較することにより、遺伝子の予測が正確に行える。以下は、ある遺伝子の一部分についてそのような比較を行った結果である。ただし DNA の塩基配列は、タンパク質のアミノ酸配列情報を有する鎖のみを示している。

配列 ㉞ AAGACGATCAAAGTAGGAAAGGTCGGTTTTGGCCGTATCAGGCGCACGGTAAACCGTGC
配列 ㉟ AAGACGAUCAAGUAGGAAAG GCGCACGGUAAACCGUGC

- (1) 配列㉞と配列㉟のどちらが mRNA かを答えなさい。
- (2) そのように判断した理由を2つ述べなさい。理由はそれぞれ25字以内とする。

問 6 下線部⑥について、下図(a)に示す DNA 合成反応の産物を電気泳動したところ、下図(b)に示すような結果が得られた。図(a)の⑥⑥⑥⑥⑥⑥部分の DNA の塩基配列を答えなさい。5' 末端を左側に書くこと。特殊ヌクレオチドの A には緑色、C には青色、G には橙色、T には赤色の蛍光色素が付加されているものとする。



3

以下の文章1，文章2，文章3を読み，後の問1～問6に答えなさい。

文章1：下図は，植物ホルモンXに関連する変異体 α ，変異体 β および正常な野生型の植物を用いた実験の結果を示している。図1は，植物ホルモンXを含んだ培地で発芽した変異体および野生型の種子の百分率を示している。図2は，変異体および野生型植物の植物ホルモンXに対する気孔開度を示している。一方，図3は，野生型および変異体 β の葉を切り取った後，時間とともに葉から失われた水分の百分率を示している。

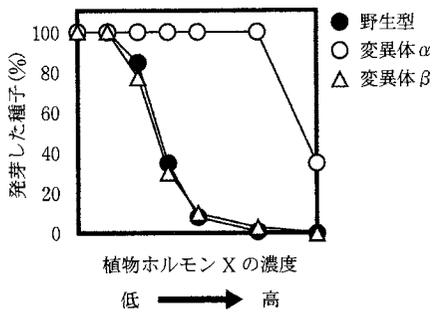
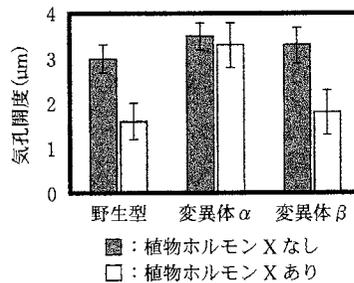
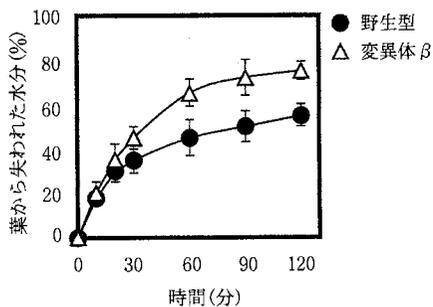


図1



・変異体 α のデータ間には統計学的に有意な差がない
 ・各データは平均値，エラーバーは標準偏差を示す

図2

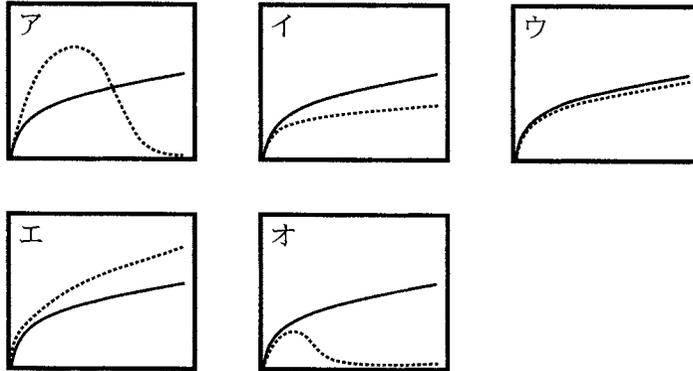


・各データは平均値，エラーバーは標準偏差を示す

図3

問 1 図 1～3 の実験結果から、予想される植物ホルモン X を答えなさい。

問 2 図 3 と同様の方法で野生型と変異体 α を比較した場合、どのような結果が予想されるかを下のグラフから一つ選びなさい。なお、野生型は実線、変異体 α は点線で示してある。



問 3 図 1～3 および問 2 の結果から、植物ホルモン X に関連する変異体 α および β の性質について 50 字以内で説明しなさい。

文章 2：変異体 α および変異体 β の表現型に關与する遺伝子を調べた結果、変異体 α は遺伝子 A、変異体 β は遺伝子 B に原因があることが明らかとされた。また、表 1 は、野生型と変異体 α 、野生型と変異体 β をそれぞれ交配して得られた F_1 (子) および F_1 を自家受精して得られた F_2 (孫) の種子を、植物ホルモン X を含んだ培地に播種した後に発芽した、あるいは、発芽しなかった(未発芽)種子数を示している。

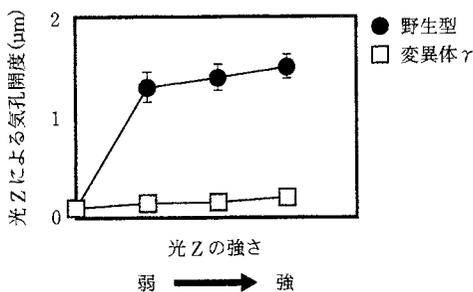
表 1

		発芽	未発芽
野生型×変異体 α	F_1	76	0
	F_2	124	43
野生型×変異体 β	F_1	0	59
	F_2	0	183

問 4 変異体 α の遺伝子型を $A'A'$ 、変異体 β の遺伝子型を $B'B'$ とした場合、
 下記に示した遺伝子型の植物は「植物ホルモン X を含んだ培地での発芽」と
 「乾燥に対する水分損失」においてそれぞれどのような表現型を示すかを解答
 用紙の表に答えなさい。解答の形式は、発芽を○、未発芽を×、水分損失に
 関しては野生型と比較して多い、少ない、同じで答えなさい。なお、遺伝子
 A と遺伝子 A' 、遺伝子 B と遺伝子 B' は、共に完全顕性(優性)の関係にあ
 るものとする。

遺伝子型： $AA'BB$ ； $AA'BB'$ ； $AABB'$ ； $AAB'B'$

文章 3：次の図は、変異体 γ と野生型の植物を用いた実験結果を示している。図 4
 は、ある波長の光 Z に対する変異体 γ と野生型の気孔応答を調べたも
 のである。一方、図 5 は、変異体 γ および野生型の芽生えに側方から光
 Z を照射した後の状態を示している。



・各データは平均値，エラーバーは標準偏差を示す

図 4

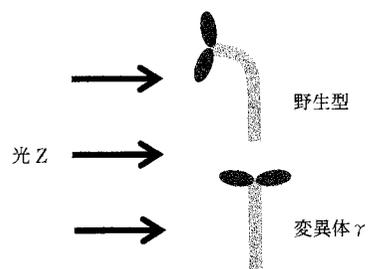


図 5

次の文章は、図4および図5の実験結果から導き出された考察である。

植物において(ア)光は、気孔の(イ)および茎の(ウ)を誘導する。これらの反応は、(ア)光を受容する(エ)が関与することから、変異体γは(エ)の機能が失われたものと考えられる。(ア)光による気孔の(イ)は、(ア)光を受容した(エ)が孔辺細胞内の(オ)イオンを排出し、その結果、(カ)イオンを流入させることで細胞内の(キ)を上昇させ(ク)が流入し(ケ)が生じて孔辺細胞が膨らむことで引き起こされる。一方、(ア)光による(ウ)は、(ア)光を受容した(エ)が、成長点で合成される植物ホルモン(コ)の輸送を制御することが引き金となる。

問5 文章中の(ア)～(コ)に当てはまる適切な語句を以下から選び、番号で記入しなさい。

- ① アミノ酸 ② オーキシシン ③ カリウム ④ 閉鎖
- ⑤ サイトカイニン ⑥ 屈曲 ⑦ 青色 ⑧ 膨圧 ⑨ 赤色
- ⑩ カルシウム ⑪ フォトリピニン ⑫ 水素 ⑬ 浸透圧
- ⑭ フィトクロム ⑮ 開口 ⑯ 遠赤色 ⑰ 水 ⑱ 伸長
- ⑲ ショ糖 ⑳ ナトリウム

問6 下線部において、植物ホルモン(コ)が作用する過程を50字以内で説明しなさい。

4 以下の文章1, 2を読み, 後の問1~問5に答えなさい。

文章1: 生物は他の種と様々な相互作用をおこないながら生きている。生物間の相互作用には食う食われる関係や, 共通の資源を巡って直接的, 間接的に互いに不利益を受ける(ア), 互いに利益を受ける(イ)といったものが挙げられる。食う食われる関係を直線状に並べたものは食物連鎖^①と呼ばれるが, 実際にはより複雑な関係を示すことが多く(ウ)と呼ばれる。また, (ア)に負けた種は絶滅し共存が妨げられることが多い。これを(エ)と呼ぶ。こういった生物間の関係や無機的環境から生物群集内での個々の種の占める位置がおおよそ決まる。この位置のことを(オ)と呼ぶ。生物間の関係には直接的な相互作用だけでなく, 第三者を介することで二種間の相互作用の結果が変化することがある。これを間接効果と呼ぶ。例えば種Aと種Bが共通の資源を巡って激しく争っており, 二種はこのままでは共存できないとする。そこにAとBを食う捕食者Cが存在すると共存が達成されることがある。

問1 (ア)~(オ)に当てはまる最も適切な専門用語を書け。

問2 下線部①に関して生食連鎖を想定した場合, 最初の起点となる生物は何と呼ばれるか名称を書け。

問3 下線部②で種Aと種Bの共存が達成されるのは, 捕食者Cのこういった影響のためなのかを捕食という観点から50字以内で説明せよ。

文章2：生存に有利な形質を持つ個体が集団中に増え不利な形質を持つ個体が集団中から減る仕組みを（ア）と呼ぶ。有利か不利かは主にある個体が産んだ子のうち、繁殖するまで生き残った子の数で測られ、この値を（イ）と呼ぶ。また、クジャクの羽やグッピーの体色といったオスの派手な形質は生存に不利であっても進化することがある。これはオスの派手な形質がメスに配偶相手として好まれるため生存の不利さを上回るほど配偶に成功しやすいためと考えられている。このような配偶確率の違いに起因して形質が進化する仕組みを（ウ）と呼ぶ。こういった進化の仕組みが現在の生物多様性を作り上げてきたといえる。ある生物が様々な生息環境に進出し、異なる環境を利用することで急速に多くの生物に分化することを（エ）と呼ぶ。また、系統関係の遠い生物同士^③が似た環境に生息することで似通った形質を進化させることがある。これを（オ）と呼ぶ。

問4 （ア）～（オ）に当てはまる最も適切な専門用語を書け。

問5 下線部③のように“系統関係が遠い近い”といった表現がなされることがある。系統とは生物学的にどういった内容を意味するのか、また系統が遠いとはどういうことなのかを“分岐”と“共通祖先”という言葉を用いて50字以内で説明せよ。