

生 物

1 次の文章を読んで以下の質問に答えなさい。

生物が生きていくうえで水は必要不可欠な物質である。陸上植物は根から土壤の水分を吸収するため、根の表皮細胞の一部が細長く変形した (①) を発達させている。根から水を吸い上げる力の原動力は葉からの蒸散である。葉の表には (②) 層が発達し、不要な蒸散を抑えているが、葉の裏には(a)気孔があり、(b)通常気孔は日中に開口し、水蒸気を放出している。水には (③) があるため、道管内を切れ目なくつながることにより水は根から葉に向かって引き上げられることになる。また、根からは (④) と呼ばれる水を押し上げる力も加わる。気孔の開閉にはさまざまな環境要因が作用し、その中には(c)ホルモンを介する作用も知られている。植物ホルモンには多様なものが知られている。植物はさまざまな形態変化を見せるが、それらには成長運動によるものと(d)膨圧運動によるものがあり、気孔開閉は膨圧運動によるものである。

- [1] 文中の空欄 (①) ~ (④) に入る語句を解答欄に記入しなさい。
- [2] 下線部(a)について、気孔の開閉は孔辺細胞の細胞壁が内側(気孔側)と外側(反対側)とで違うことによって引き起こされることが知られている。
- 1) 細胞壁の構造の特徴とそれによってもたらされる性質の違いを1行で説明しなさい。
 - 2) 1) を踏まえて、気孔が開くしくみを50字以内で説明しなさい。
- [3] 下線部(b)について、通常の植物と異なり、サボテンやベンケイソウは、日中には気孔を閉じており夜間に開いた気孔から二酸化炭素を取りこんで、日中の光合成時に利用する。
- 1) こういった性質をもつ植物を何と呼ぶか。名称を答えなさい。
 - 2) これらの植物が適応する環境要因を答えなさい。
 - 3) 夜間に取り込んだ二酸化炭素は、リンゴ酸などの C_4 化合物として蓄える。このリンゴ酸などを蓄えておく細胞内小器官の名称を答えなさい。
- [4] 下線部(c)について、気孔の開閉を促進するホルモンの名称を答えなさい。また、気孔の開閉以外にそのホルモンが作用する例を一つ答えなさい。
- [5] 下線部(d)について、気孔開閉は膨圧運動である。気孔開閉以外の膨圧運動を一つ答えなさい。
- [6] 植物の生理を利用して、人はさまざまな工夫を行っている。以下の(ア)~(カ)から、1) 短日処理、2) 春化処理を一つずつ選んで記号で答えなさい。
- (ア) キクに対して夜間に光を照射し、開花を遅らせる。
- (イ) レタスの休眠種子に赤色光を当てて発芽させる。
- (ウ) ブドウのつぼみをジベレリンに浸し、単為結実させる。
- (エ) オナモミの葉を覆い光が当たらないようにし、暗期を長くする。
- (オ) 秋まきコムギの吸水種子を一定期間低温状態にし、花芽の形成を促す。
- (カ) ツルバラの頂芽を取り除いて側芽を成長させる。



2 次の文章を読んで以下の質問に答えなさい。

多くの動物は父親由来と母親由来の2本が組になった染色体セットをもっている。これは減数分裂によって染色体数が半減した配偶子が作られ、それらが融合して新たな個体が生み出されるからである。ヒトの正常2倍体細胞には46本の染色体がある。44本(22組)は男女に共通してみられる常染色体で、この他の2本は男女で構成の異なる性染色体である。それぞれの染色体の塩基対数と含まれる遺伝子数は表1のようにまとめられる。

表1

染色体の種類	塩基対数	遺伝子数	染色体の種類	塩基対数	遺伝子数
1	2億7900万	2610	13	1億1800万	496
2	2億5100万	1748	14	1億700万	1173
3	2億2100万	1381	15	1億	906
4	1億9700万	1024	16	1億400万	1032
5	1億9800万	1190	17	8800万	1394
6	1億7600万	1394	18	8600万	400
7	1億6300万	1378	19	7200万	1592
8	1億4800万	927	20	6600万	710
9	1億4000万	1076	21	4500万	337
10	1億4300万	983	22	4800万	701
11	1億4800万	1692	X	1億6300万	1141
12	1億4200万	1268	Y	5100万	255

ヒトを含む多くの哺乳類では、X染色体を2本もつと女性(雌)、X染色体とY染色体を1本ずつもつと男性(雄)になる。正常な染色体構成をもつ哺乳類の雌のX染色体は、発生初期に2本のうちの一方が無作為に不活性化される。その結果、不活性化されたX染色体にある大部分の遺伝子の発現は抑制されるが、一部の遺伝子は不活性化されたX染色体においても休止せずに活性状態に留まる。一方、正常な染色体構成をもつ雄においてはX染色体の不活性化は起こらない。

ある染色体が1~数本多くなったり少なくなったりすることを異数性といい、そのような個体を異数体という。異数体では、個体に致命的な障害が見られることが多く、こうした異常は遺伝子発現の量的バランスが崩れることで引き起こされると考えられている。実際、常染色体の異数体はほとんどが致死で、出生に至るのは13番、18番あるいは21番染色体が3本(トリソミー)の場合だけである。その中で13番トリソミーの子供の大部分は生後1カ月を前に死亡し、1年以上生存できるのは10%未満である。また18番トリソミーでは半数以上は生後1週間以内に死亡し、生後1年まで生存する児は10%未満である。21番トリソミーの場合だけは障害の重度に個人差はあるものの、長期生存率はかなり高い。これに対して性染



染色体の異数性の影響は、常染色体の異数性の影響より小さく、ヒト集団においてはXO、XXY、XXX、XXXX、XXXXYなどの異数体が知られている。

図1は、正常な細胞(XX、XY)、およびX染色体の異数体の細胞(XO、XXY、XXX)における、X染色体上にある3つの遺伝子A、B、Cの発現量を示す。

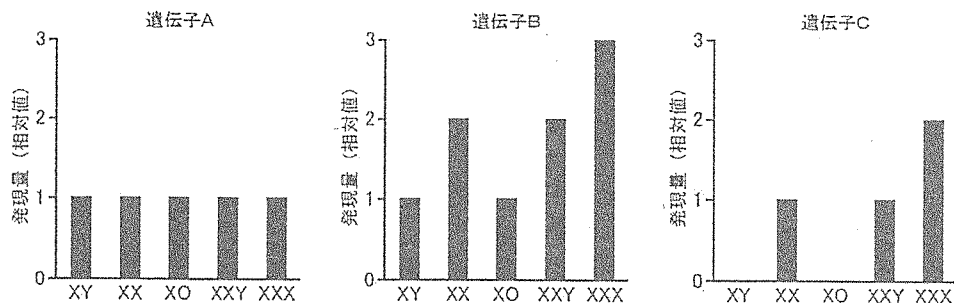


図1

- [1] 減数分裂は2回の連続した分裂から成る。そのうち第1分裂では、体細胞分裂にみられない現象が観察される。それはどのような現象か、1行で説明しなさい。
- [2] 減数分裂の結果形成される配偶子には遺伝的な多様性がみられる。多様性が生じる仕組みを説明しなさい。
- [3] 異数体が生じる原因を1行で説明しなさい。
- [4] 常染色体の異数体のうち13番、18番、21番トリソミーだけが出生にまで至るのは何故だと考えられるか、1行で説明しなさい。
- [5] 遺伝子A、B、CはそれぞれどのX染色体において発現していると考えられるか、以下の選択肢から一つ選び、それぞれ記号で答えなさい。
 - (ア) 不活性化を受けたX染色体のみで発現している。
 - (イ) 不活性化を免れたX染色体のみで発現している。
 - (ウ) 不活性化を免れたX染色体と不活性化を受けたX染色体の両方で発現している。
- [6] X染色体の不活性化にはある規則性がみとめられる。それはどのようなことか説明しなさい。



3 以下の質問に答えなさい。

[1] 次の図2はRNAの構造単位を示したものである。これについて、以下の質問に答えなさい。

1) RNAとDNAで異なる部分(塩基を除く)を1か所○で囲み、DNAの場合の記号を近くに記入しなさい。また、隣接するヌクレオチドのリン酸と結合する炭素を□で囲みなさい。

2) RNAを構成する塩基のうち、DNAには無いものをカタカナで答えなさい。

3) 翻訳の場でアミノ酸を運搬する機能をもつRNAの名称を答えなさい(略称でよい)。

4) 3)のRNAが運搬するアミノ酸の種類は、それぞれのRNAがもつ特異的な塩基配列によって決ま

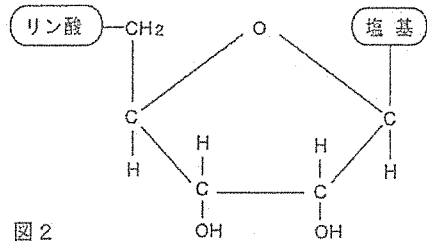


図2

っている。この特異的な塩基配列を何と呼ぶか、カタカナで答えなさい。

[2] 次の図3-aは、ある真核生物の2本鎖DNAの塩基配列を片方のみ一部示したものであり、ここにはある遺伝子Aの翻訳開始コドンが含まれている。図3-bは、遺伝子Aの内部に突然変異が生じたDNA配列である。また、図4は、遺伝子Aから合成された2種類のタンパク質(αとβ)のアミノ酸配列をそれぞれ1~10番目のアミノ酸まで一文字記号で示したものであり、表2はアミノ酸を一文字記号で表した遺伝暗号表である。これらについて、以下の質問に答えなさい。

5'-GGTAGAACCAATTTCCGGCTACAATGTCATTTCGAGTCCAGGAGTCCAACAAGCAATTACTCGGATATTTGTTTCATGCATTGCATGTCATG
a

5'-GGTAGAACCAATTTCCGGCTACAATGTCATTTCGAGTCCAGGAGTCCAACAAGCAATTACTCGGATATTTGTTTCATGCATTGCATGTCATG
b

図3

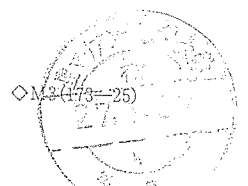
α: MHEQILVGP β: MHEQICSRNW

図4

表2

UUU = F	UCU = S	UAU = Y	UGU = C	CUU = L	CCU = P	CAU = H	GGU = R
UUC = F	UCC = S	UAC = Y	UGC = C	CUC = L	CCC = P	CAC = H	CGC = R
UUA = L	UCA = S	UAA = *	UGA = *	CUA = L	CCA = P	CAA = Q	CGA = R
UUG = L	UCG = S	UAG = *	UGG = W	CUG = L	CCG = P	CAG = Q	CGG = R
AUU = I	ACU = T	AAU = N	AGU = S	GUU = V	GCU = A	GAU = D	GGU = G
AUC = I	ACC = T	AAC = N	AGC = S	GUC = V	GCC = A	GAC = D	GGC = G
AUA = I	ACA = T	AAA = K	AGA = R	GUA = V	GCA = A	GAA = E	GGA = G
AUG = M	ACG = T	AAG = K	AGG = R	GUG = V	GCG = A	GAG = E	GGG = G

*は終止コドン、AUGはメチオニンのコドンであると同時に翻訳開始コドンでもある。



- 1) 図3-aの相補鎖の塩基配列を、図3-aの3'末端の塩基に対する塩基から25塩基目まで答えなさい。
- 2) 遺伝子Aの翻訳開始コドンを含む25塩基目までの塩基配列を、翻訳開始点から順番に答えなさい。
- 3) 図3-bの突然変異が遺伝子Aの機能に及ぼす影響について述べた次の文章の(ア)～(ウ)に最もふさわしい語句を入れなさい。ただし、(ア)と(ウ)はカタカナ4文字、(イ)は漢字2文字で答えなさい。

図3-bでは(ア)の塩基配列中に塩基の(イ)が起こっている。その結果、翻訳によって合成される(ウ)鎖のアミノ酸配列が途中からすべて変わってしまうので、遺伝子Aの機能は失われる可能性が大きいと考えられる。

- 4) 遺伝子Aから転写されたmRNAのうち、図4-βのアミノ酸配列に翻訳されるmRNAの塩基配列を、翻訳開始コドンを含む25塩基目まで翻訳開始点から順番に答えなさい。
- 5) 図4のタンパク質αとβのアミノ酸配列から、遺伝子Aの発現過程においてどのようなことが起こっていると考えられるか。その現象の名称を10文字で答えなさい。

4 次のA～Dは、ヒトの進化の各段階で出現した人類グループである。これらについて、以下の質問に答えなさい。

- A アフリカ大陸で最初に出現し、ユーラシア大陸を經由して全世界に拡散した。
- B 平均的な脳の容積は約1000 mlで、中国や東南アジアからも化石が見つかっている。
- C アフリカ大陸のみから化石が見つかっている。
- D 脳の容積は現生人類とほぼ変わらず、ヨーロッパや西アジアから多数の化石が見つかっている。

- [1] A～Dの人類グループを、出現した時期の古い方から順に並べなさい。
- [2] Aの人類の名称を答えなさい。
- [3] Dの人類の名称を答えなさい。
- [4] Bの人類の特徴で正しいものを次の(ア)～(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。
 - (ア) 眼窩上隆起^{がんかじょうりゅうき}の発達は弱く、顔面は比較的平坦である。
 - (イ) 火の使用を開始した。
 - (ウ) おとがいが形成されている。



(エ) 樹上生活に適応していた。

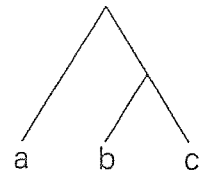
[5] ヒトの進化の過程で出現した重要な特徴の一つに言語の使用がある。言語中枢がある脳の部位は次のどれか、記号で答えなさい。

- (ア) 延髄
- (イ) 小脳
- (ウ) 中脳
- (エ) 大脳

[6] ヒトの進化の過程で現われた特徴である次の(ア)～(エ)を、出現した時期の古い方から順に並べなさい。なお、ヒトの進化と直接に関係しないものがあれば除くこと。

- (ア) 石器の使用
- (イ) 両眼で立体視できる範囲の拡大
- (ウ) 死者の埋葬
- (エ) 犬歯の小型化

[7] 共通の祖先集団から分岐した3つの生物グループa、b、cにおいて、bとcの共通祖先とaが分岐した後にbとcが分岐していた場合、a、b、cの関係は右図のような有根系統樹としてあらわすことができる。これを参考に、ヒトと以下の哺乳類(E、F、G)の4グループの関係を示した系統樹を描きなさい。



- E 約700～800万年前にヒトとの共通祖先から分かれた哺乳類
- F 卵を産み、ふ化した子を乳で育てる哺乳類
- G 水中生活に適応した胎生の哺乳類

[8] Cの人類と、[7]のEの哺乳類の違いの説明として、正しいものを下の(ア)～(エ)から全て選び、記号で答えなさい。

- (ア) Cは^{ばしだいこうせい}拇指対向性(※)を有するが、Eは有さない。(※ 親指が他の指と向かい合うこと)
- (イ) Cの骨盤は横に広いが、Eでは縦に長い。
- (ウ) Eの爪の形はかぎ爪だが、Cは平爪である。
- (エ) Cは直立二足歩行を行っていたが、Eは四足歩行動物である。



【該当科目】 理科「物理」

1 [3] ⑮ (配点 1点)

1 [3]

気体全体の質量が m [g]、モル数が n [mol]の理想気体に熱量 Q [J]を与えたところ、温度が T [K]だけ上昇した。したがって、この理想気体の熱容量は (⑪)、比熱 (比熱容量) は (⑫) である。この加熱を体積を一定に保つように行っていたとするとモル比熱は (⑬)、圧力を一定に保つように行っていたとするとモル比熱は (⑭) である。また、この加熱により気体が W [J]の仕事をしたとするとその熱効率は (⑮) である。

【出題ミスの内容】

本問題は、理想気体の熱容量、比熱およびモル比熱を問う問題であり、問題の最後に、与えた熱量と理想気体のした仕事の関係から熱効率を問う問題でしたが、循環過程の記述がないため、問題文の記述だけでは⑮ (1点分) が解答不能でした。

【対応】

物理選択者が不利にならないよう、当該設問部分を採点から除外し 99 点満点で採点した上で、100 点満点に換算します。