

略解

- I** 問1 ア:④ 問2 イ:③ ウ:⑤ エ:① 問3 オ:①
問4 カ:②・④ 問5 キ:③・④ 問6 ク:①
- II** 問1 ア:① イ:② 問2 ウ:4 問3 エ:⑤ 問4 オ:0 カ:7
問5 キ:② ク:② ケ:① 問6 コ:0 サ:6 シ:0
問7 ス:0 セ:5 ソ:0
- III** 問1 ア:①・⑤ 問2 イ:①・② 問3 ウ:④ 問4 エ:①・③・⑥
問5 オ:② 問6 カ:① キ:② ク:②・④
- IV** 問1 ア:⑧ イ:③ ウ:④ エ:⑦
問2 オ:④ カ:⑦ キ:③ ク:⑨ 問3 ケ:② 問4 コ:①
問5 サ:③ 問6 シ:③ 問7 ス:※ セ:※
問8 ソ:② タ:① チ:③ 問9 ツ:④・⑦

(※) 問7については、大学側から「本問は不適切であると判断し、全員を正答とした」と言う発表があった。

I

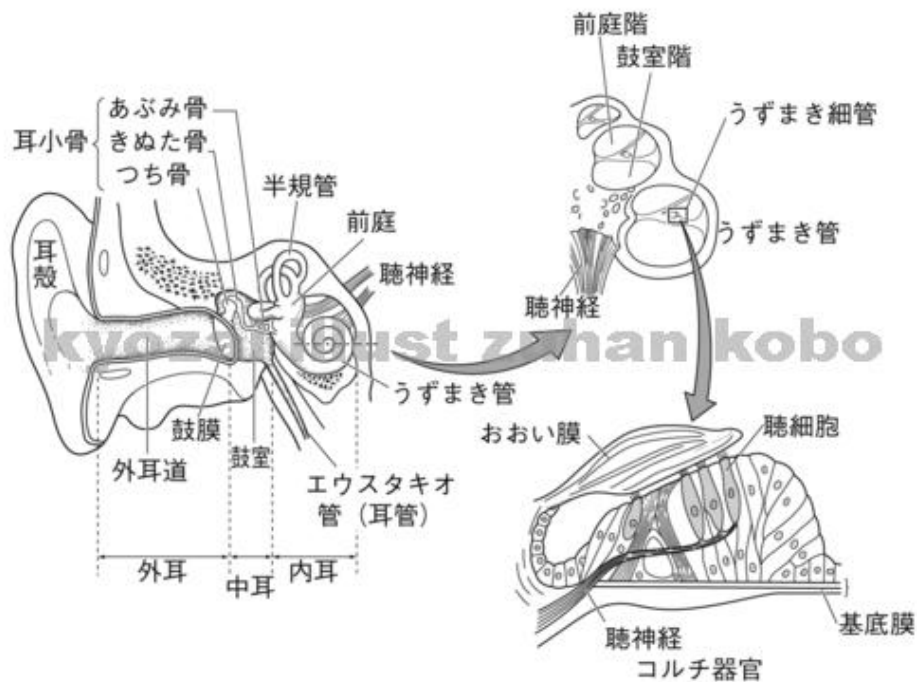
原則1. 生得的行動と習得的行動 → 問1・問4～問6に利用

生まれつきの先天的な行動を「生得的」行動、経験によって作られる行動を「習得的行動」とそれぞれ言う（下表参照）。なお、習得的行動が可能になるためには、経験を記憶することが必要となる。

	定義	例
生得的行動	生まれつきの先天的な行動	固定的動作パターン、反射、反響定位、太陽コンパス等、光走性、化学走性、流れ走性、重力走性、電気走性、音波走性
習得的行動	経験によって作られる行動	慣れ、脱慣れ、鋭敏化、刷り込み、古典的條件づけ、試行錯誤、オペラント条件づけ、知的行動

原則2. 耳の構造 → 問2・問3に利用

ヒトの耳の構造を、下図に示す。音波は、外耳道を通って鼓膜を振動させる。その振動は、耳小骨で増幅されて卵円窓よりうずまき管のリンパ液に伝達される。前庭階と鼓室階のリンパ液のことを外リンパとも呼んでおり、うずまき細管内の内リンパとは区別している。基底膜を動かすのは外リンパの振動である。なお、うずまき管の基部は高い音（高い周波数）、先端部は低い音（低い周波数）でそれぞれ振動する。



(図は

http://www.art-kobo.co.jp/web_zuhan_kobo/html/upload/save_image/10261652_4ea7bc5260090.png より引用)

問 1

【方針】

生得的行動と習得的行動についての基本的知識を問うていることに気づく。したがって、「原則 1. 生得的行動と習得的行動」の知識を利用して解く。

【解説】

反射や走性などは生得的行動であり、試行錯誤・慣れ・刷り込みなどは習得的行動である。ゆえに、解答は、アー④である。

問 2・問 3

【方針】

問 2 は「ヒトの耳の構造」に関する知識問題であると気づく。また問 3 では、「低い周波数の音ほど細かい音の高さの違いを認知できる」という文言より、これに該当するグラフは図 1 の①か②であることに気づく。これらの点を踏まえて、「原則 2. 耳の構造」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問 2)

「原則 2. 耳の構造」より、イは耳小骨、ウは卵円窓である。ゆえに、解答は、イー③、ウー⑤である。

(問 3)

①：正しい。対数目盛りを普通目盛りに直すと、周波数の変化に対する基底膜上の位置の間隔は、低音域になるほど広がる。すなわち、高音域に比べて低音域の認識が敏感であることがわかる。

②・④・⑥：誤りである。うずまき管の基部は高い音、先端部は低い音で振動する。

③：誤りである。高音域と低音域の認識が同等になるので、誤りである。

⑤：誤りである。高音域に比べて低音域の認識が鈍感になるので、誤りである。

以上より、解答は、オー①である。

問 4～問 6

【方針】

いずれの設問も習得的行動と記憶の関連についての考察問題であると気が付く。したがって、「原則 1. 生得的行動と習得的行動」の知識などを利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問4)

①：誤文である。図3より、条件づけ直前投与を行い1h後にテスト2を実施した場合、タンパク質合成阻害剤の投与による行動の変化は見られないので、短期記憶においてはタンパク質合成の必要はないと判断できる。

②：正文である。条件づけ直前投与を行い24h後にテスト2を実施した場合の結果より、阻害剤の投与によって条件づけの記憶の阻害が確認されたので、長期記憶を獲得するためにはタンパク質合成が必要であると判断できる。

③：誤文である。テスト1直前投与の場合は、条件づけから24h後に行うテスト2の結果が実験群と対照群で同じになっている。投与から数日間、阻害剤の効果が持続しているなら、条件づけ直前投与の場合と同様の結果になるはずである。

④：正文である。テスト1直前投与の場合は、条件づけから24h後に行うテスト2の結果が実験群と対照群で同じになっている。投与から24h後の条件づけのときまで阻害剤の効果が持続しているなら、条件づけ直前投与の場合と同様の結果になるはずである。

⑤：誤文である。条件づけ後1h以内に開始しているか否かは、この実験からは判断できない。

⑥：誤文である。テスト2においては電気ショックを与えていないので、行動に慣れが生じたか否かはわからない。

以上より、②と④が正しい。ゆえに、解答は、カー②・④である。

(問5)

図5より、テスト2では対照群と実験群に差はないが、テスト3では対照群において恐怖記憶の減弱があるのに対し、実験群においては減弱がない。この理由としては、前問の結果から考えると、実験群においてはテスト2で条件刺激だけを与えられたことを記憶していなかったためと考えられる。阻害剤の効果が24h以内になくなることから考えると、テスト2直前の③で阻害剤が投与されたと判断される。さらにテスト4においても結果に差があることから、テスト3直前の④でも阻害剤が投与されたと考えられる。ゆえに、解答は、キー③・④である。

(問6)

タンパク質合成阻害剤は長期記憶の形成を阻害すると考えられる。前問の実験結果では、恐怖記憶の減弱に必要である「条件刺激が無条件刺激とは関連がないこと」を記憶することを阻害剤が阻害したものと判断できるから、慣れの説明としては①が正しい。ゆえに、解答は、クー①である。

II

原則3. ABO式血液型について → 問1～問7に利用

ABO式血液型とは、赤血球表面にある凝集原（抗原）A、B および血しょう中にある凝集素（抗体） α 、 β の組合せにより、A型・B型・O型・AB型と言う4種類に分ける血液型のことである。A型の血液にはAと β 、B型の血液にはBと α 、AB型の血液にはAとB、O型の血液には α と β がそれぞれ存在するが、Aと α 、Bと β が混ざった場合、凝集反応が起こる。すなわち、凝集反応の起こる血液型の組合せは、下表のようになる。なお、「+」記号は「凝集反応あり」、「-」記号は「凝集反応なし」をそれぞれ示す。

血清 \ 赤血球	A型 (A)	B型 (B)	AB型 (A,B)	O型 (なし)
A型 (β)	-	+	+	-
B型 (α)	+	-	+	-
AB型 (なし)	-	-	-	-
O型 (α, β)	+	+	+	-

なお、一般に抗原と抗体が関与する免疫を体液性免疫と言う。

問1～問4

【方針】

いずれの設問も、ABO式血液型についての基本的知識を問うていることに気づく。したがって、「原則3. ABO式血液型について」の知識を利用して解く。

【解説】

(問1)

「原則3. ABO式血液型について」より、アは「抗原」、イは「抗体」である。ゆえに、解答は、ア①、イ②である。

(問2)

「原則3. ABO式血液型について」より、4種類の血液型がある。ゆえに、解答は、ウ④である。

(問3)

「原則3. ABO式血液型について」より、エは「体液性免疫」である。ゆえに、解答は、エ⑤である。

(問4)

「原則3. ABO式血液型について」より、赤血球が凝集する組み合わせは全部で7通りある。ゆえに、解答は、オ⑦、カ⑦である。

問 5

【方針】

「B 型のヒトに A 型の血しょうを輸血すると」という文言より、B 型抗原 (B) と抗 B 抗体 (β) が反応すると気づく。この点に着目して、「原則 3. ABO 式血液型について」の知識を利用して解く。

【解説】

「原則 3. ABO 式血液型について」の表より、B 型の人血液中の B 型抗原 (B) が、A 型の人血液中の抗 B 抗体 (β) と反応して、赤血球の凝集が起こることがわかる。よって、キは「輸血を受ける B 型のヒト」、クは「B」、ケは「A 型の血しょう」である。ゆえに、解答は、キー②、クー②、ケー①である。

問 6

【方針】

問題文の記述内容より各血液型の人数を未知数とする連立方程式を導けることに気づく。この点を踏まえて、「原則 3. ABO 式血液型について」の知識を利用して解く。

【解説】

A 型血液から得られた血清は β を含むから、これに反応するものは B 型の人と AB 型の人赤血球である。また、B 型血液から得られた血清は α を含むから、これに反応するものは A 型の人と AB 型の人赤血球である。よって、両方の血清に反応するものは AB 型であり、どちらにも反応しないものは O 型である。それぞれの血液型の人数を A 、 B 、 O 、 AB とすると、次式が成り立つ。

$$B + AB = 100, A + AB = 170, AB + O = 110, A + B + AB + O = 300$$

これらの式からなる連立方程式を解くと、

$$B = 60, AB = 40, O = 70, A = 130$$

と求まる。ゆえに、解答は、コー 0、サー 6、シー 0 である。

問 7

【方針】

「分泌型 Q の頻度は 0.60 である」という文言より、非分泌型 q の頻度は 0.40 であると気づく。この点を踏まえて、「原則 3. ABO 式血液型について」の知識などを利用して解く。

【解説】

分泌型 Q の頻度が 0.60、非分泌型 q の頻度が 0.40 であるから、唾液中に分泌される抗原の遺伝子型 QQ と Qq の頻度は、次式のようになる。

$$QQ : 0.60^2 = 0.36, Qq : 2 \times 0.60 \times 0.40 = 0.48$$

よって、B 型の人の中で $0.36 + 0.48 = 0.84$ の割合 (84%) の人が分泌型であると考えられる。したがって、

$$60 \times 0.84 = 50.4 \approx 50 \text{ 人}$$

と求まる。ゆえに、解答は、スー0、セー5、ソー0 である。

III

原則4. 遺伝暗号表について → 問1・問4に利用

遺伝情報は、DNA から mRNA へ、mRNA から tRNA へと伝達される。DNA のヌクレオチドの形成に使われる塩基は、A (アデニン)、T (チミン)、C (シトシン)、G (グアニン) の4種類であるが、RNA では、T (チミン) の代わりに U (ウラシル) が用いられる。そのため、tRNA の塩基配列は、DNA の塩基配列の T を U に置き換えたものと等しくなる。タンパク質形成に関与するアミノ酸は20種類あるが、tRNA における4種類の塩基 (A、U、C、G) が3個で1組となり、1つのアミノ酸を指定する。この対応関係を表したものが、遺伝暗号表 (下表) である。なお、下表に記載したように、UAA、UAG、UGA は、タンパク質合成の終点を指定する「終止コドン」であるため、アミノ酸を指定しない。また、メチオニンを指定する AUG は、タンパク質合成の始点を指定する「開始コドン」でもある。

		2 つ目の塩基																
		U		C		A		G		U		C			A		G	
1 つ 目 の 塩 基		コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	コドン	アミノ酸	3 つ 目 の 塩 基
		U	UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	U	UUC	フェニルアラニン	UCC	セリン	UAC	チロシン	
	UUA	ロイシン	UCA	セリン	UAA	終止	UGA	終止	A	UUG	ロイシン	UCG	セリン	UAG	終止	UGG	トリプトファン	G
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	U	CUC	ロイシン	CCC	プロリン	CAC	ヒスチジン	CGC	アルギニン	C
	CUA	ロイシン	CCA	プロリン	CAA	グルタミン	CGA	アルギニン	A	CUG	ロイシン	CCG	プロリン	CAG	グルタミン	CGG	アルギニン	G
A	AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	U	AUC	イソロイシン	ACC	トレオニン	AAC	アスパラギン	AGC	セリン	C
	AUA	イソロイシン	ACA	トレオニン	AAA	リシン	AGA	アルギニン	A	AUG	メチオニン	ACG	トレオニン	AAG	リシン	AGG	アルギニン	G
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	U	GUC	バリン	GCC	アラニン	GAC	アスパラギン酸	GGC	グリシン	C
	GUA	バリン	GCA	アラニン	GAA	グルタミン酸	GGA	グリシン	A	GUG	バリン	GCG	アラニン	GAG	グルタミン酸	GGG	グリシン	G

(表は問題冊子より抜粋)

原則5. バランサー染色体について → 問6に利用

バランサー染色体 (バランサー化した染色体) は、遺伝的組み換えの抑制ができる染色体で、交配実験の幅を広げる重要なツールとなっている。例えば、組み換えを起こさずに注目した染色体を追跡することや、ホモ接合にすることができる。なお、一般にバランサー染色体では、ホモ接合は致死である。

問1

【方針】

「後半部のアミノ酸が欠損していた」と言う文言より、終止コドンへの変異が起きていると気づく。この点を踏まえて、「原則4. 遺伝暗号表について」の知識を利用して解く。

【解説】

突然変異 x の内容は、タンパク質の後半部分のアミノ酸の欠損であるから、1塩基置換によって終止コドン (UAA、UAG、UGA) へ変化したと考えられる。センス鎖の G に EMS が結合すると、コドンの鋳型となるアンチセンス鎖の塩基は C から T に変化する。それゆえ、コドンは1つの塩基だけが G から A に変わると考えられる。よって、UGG のトリプトファン (⑤) から UGA の終止コドンへ変異したことが考えられる。また、アンチセンス鎖に EMS が結合した場合、センス鎖の塩基は C から T になるから、アンチセンス鎖においては塩基が G から A に変異して、コドンは1つの塩基だけが C から U に変わると考えられる。よって、この場合は CGA のアルギニン (①) から UGA の終止コドンへ変異したことが考えられる。以上より、解答は、ア-①・⑤である。

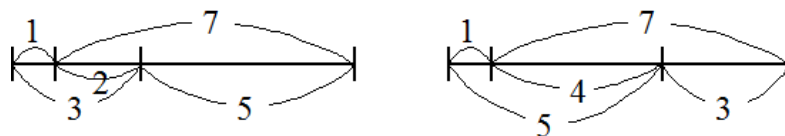
問2

【方針】

制限酵素 Y が働くと 1kb と 7kb になり、制限酵素 Z が働くと 3kb と 5kb になることから、X と Y が同時に働いた場合には、3つの DNA 断片になることがわかる。この点を踏まえて、どう言う切断の仕方があり得るかを考える。

【解説】

Y と Z の2つの制限酵素により同時に切断されるから、下図に示したように2通りの可能性がある。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

上図の左の場合は 1kb、2kb、5kb の DNA 断片 (①) が得られ、上図の右の場合は 1kb、3kb、4kb の DNA 断片 (②) が得られる。ゆえに、解答は、イ-①・②である。

問3

【方針】

「突然変異 x と野生型のヘテロ個体」と言う文言より、突然変異 x の 8kb の DNA 断片と、野生型の 8kb の DNA 断片が混在していることに気づく。また、問題文の記述内容より、

突然変異 x の 8kb の DNA 断片は制限酵素 Z により切断されないことがわかる。これらの点を踏まえて、どう言う切断の仕方があり得るかを考える。

【解説】

制限酵素 Z により突然変異 x のゲノムは切断されないから 8kb のままである。一方、野生型の方では 3kb と 5kb の DNA 断片が生じる。よって、ヘテロ個体においては 3kb、5kb、8kb (④) が混ざった DNA 断片が見られる。ゆえに、解答は、ウー④である。

問 4

【方針】

「上述の翻訳領域における点突然変異」という文言より、制限酵素 Z の認識配列の中で終止コドンを生じる変化が起きていることに気づく。この点を踏まえて、「原則 4. 遺伝暗号表について」の知識を利用して解く。

【解説】

制限酵素 Z により切断されない理由は、終止コドンを生じる変化が制限酵素 Z の認識配列の中で起きているからである。選択肢は DNA の塩基配列であるから、TGG あるいは CGA を含むものが正解になると考えられる。ゆえに、解答は、エー①・③・⑥である。

問 5

【方針】

「連続した 6 塩基からなる配列」という文言より、この配列は 4^6 通りあることに気づく。よって、この数値とゲノムサイズから計算すればよい。

【解説】

6 塩基から構成される配列は $4^6 = 4096$ 通りある。よって、全体の塩基対の数 (1.2×10^8 bp) を 4096 で割ると、約 2.93×10^4 となる。ゆえに、解答は、オー②である。

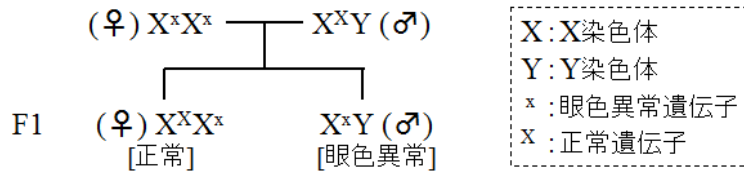
問 6

【方針】

設問 (1) では、「F1 メスの眼色は全て正常であり、F1 オスの眼色は全て異常」という文言より、突然変異 x は X 染色体 (性染色体) で起きていると気づく。設問 (2)、(3) では、「F1 のハエの眼色は全て正常」という文言より、突然変異 x は X 染色体 (性染色体) 以外で起きていると気づく。これらの点を踏まえて、問題文の記述を注意深く読み、順に解いてゆく。なお、「原則 5. バランサー染色体について」の知識も参考として利用する。

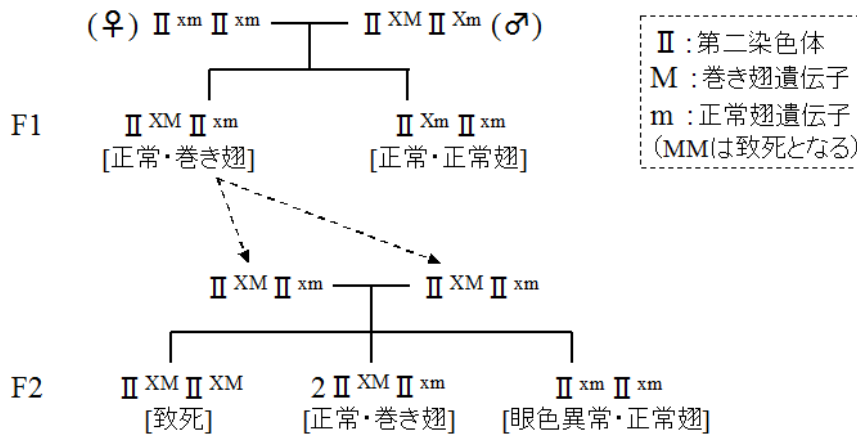
【解説】

(1) F1 のメスはすべて眼色が正常、オスはすべて異常であるから、突然変異 x は X 染色体 (①) 上で起きたと考えられる (下図参照)。よって、解答は、カー①である。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

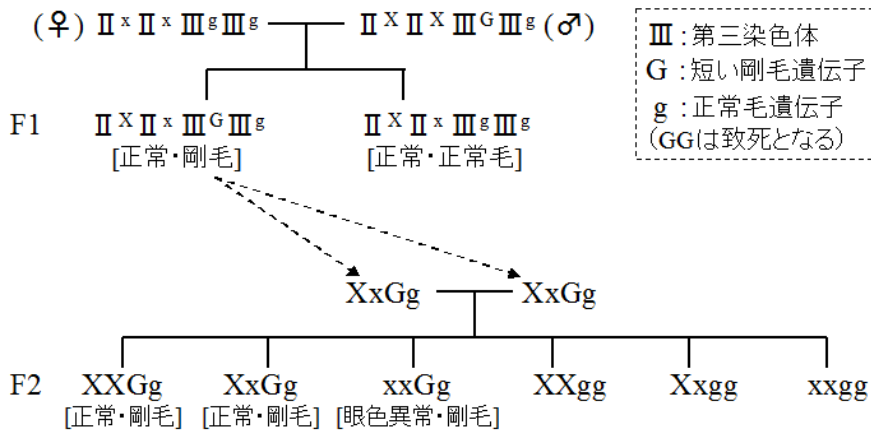
(2) F1 のハエの眼色はすべて正常であるから、x の生じた箇所は性染色体上ではないと考えられる。F2 のハエで巻き翅をもつ個体の眼色はすべて正常であるから、親世代でバランス化された第二染色体 (②) の中に眼色の正常遺伝子があつて、巻き翅遺伝子と連鎖していると考えられる (下図参照)。よつて、解答は、キー②である。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

(3) F1 のハエの眼色はすべて正常であるから、x の生じた箇所は性染色体上ではないと考えられる。F2 のハエで短い剛毛をもつ個体の一部に眼色の異常が出現しているから、親世代においてバランス化された第三染色体の上には眼色の正常遺伝子は存在せず、短い剛毛の遺伝子とは連鎖していないと考えられる。したがつて、x が起きたのは第二染色体 (②) もしくは第四染色体 (④) と考えられる (下図参照)。よつて、解答は、クー②・④である。

(※ II に眼色の遺伝子が存在する場合)



(分離比、致死の個体は省略)

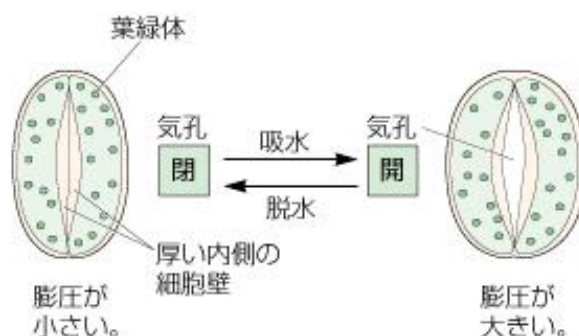
(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

IV

原則6．気孔について → 問1・問2・問4～問6・問9に利用

気孔とは、植物の葉にあり、外部と気体を交換する役割を担っている孔のことである。植物において、光合成では二酸化炭素が、呼吸では酸素がそれぞれ必須となるが、気孔は、外部とこれらの気体を交換している。また、気孔は、放熱のための蒸散（水蒸気を外部に排出すること）も行っている。

気孔の開閉は、孔辺細胞における浸透圧の変化により膨圧が変わり、細胞の形が変わることで行われる（下図参照）。孔辺細胞は、内側（気孔側）の細胞壁が厚く、外側の細胞壁が薄くなっているため、細胞内の浸透圧が上昇して吸水したとき、膨圧が高くなって形が変わり、気孔が開く。浸透圧の変化には、主に K^+ の流入・流出が関係している。また、気孔を閉じるときには植物ホルモンであるアブシジン酸が関わり、気孔を開くときには青色光受容体であるフォトトロピンが関わっている。例えば、水不足の状態になると、蒸散を抑えるため、気孔が閉じるが、この動作にアブシジン酸が関与する。



（図は <https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/kori/science/gif/seibutu/14/19.jpg> より引用）

原則7．道管について → 問1・問3に利用

道管とは、被子植物の木部にある水分の通路のことである。植物内における水の移動は、道管内を根で吸収された水が移動することによりなされる。道管内への水の移動には浸透圧の差による吸水力が関係し、道管内での水の移動には根圧や水分子の凝集力、葉の気孔での蒸散に伴う吸引力が関係している。なお、道管は、死細胞からできていて死細胞間の上下の境界がなくなっている。すなわち、1本の連続的な管になっている、という特徴がある。参考までに、アクアポリンは、水の移動に関係する細胞膜上のタンパク質である。これは、腎臓の細胞等で発達しているもので、死細胞である道管とは無関係である。

問1～問4

【方針】

問題文の記述内容より、アは水分の通路である「道管」、イは蒸散などに関わる「気孔」であるとわかる。これらの点を踏まえて、「原則6．気孔について」や「原則7．道管について」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問1)

「原則6．気孔について」と「原則7．道管について」より、アは「道管」、イは「気孔」、ウは「孔辺細胞」、エは「外」である。ゆえに、解答は、アー⑧、イー③、ウー④、エー⑦である。

(問2)

「原則6．気孔について」より、オは「 K^+ 」、カは「浸透圧」、キは「 H_2O 」、クは「膨張」である。ゆえに、解答は、オー④、カー⑦、キー③、クー⑨である。

(問3)

「原則7．道管について」より、②の記述だけが正しい。ゆえに、解答は、ケー②である。

(問4)

「原則6．気孔について」より、ホルモン X は「アブシシン酸」である。ゆえに、解答は、コー①である。

問5・問6**【方針】**

「水分不足にした場合」のグラフは、ホルモン X (=アブシシン酸) が大量に分泌されることから、図1の a であると気づく。この点を踏まえて、「原則6．気孔について」の知識を利用して順に解いてゆく。

【解説】

(問5)

「原則6．気孔について」より、水分不足になると、アブシシン酸の分泌量が増えて、気孔は閉じる。よって、③の記述が正しい。ゆえに、解答は、サー③である。

(問6)

図1の曲線 a が水分不足の場合のアブシシン酸の時間変化のグラフである。p の時点で、水分を十分に与えたなら、気孔を閉じている必要がなくなるので、アブシシン酸の分泌量は急速に減少すると考えられる。よって、③の記述が正しい。ゆえに、解答は、シー③である。

問7 (省略)**問8****【方針】**

問2の結果より、カは「浸透圧」であるから、浸透圧の細胞への影響についての設問であると気づく。この点を踏まえて、浸透圧と細胞体積の関係などに関する知識にもとづいて解く。

【解説】

図2より、(1)の場合、細胞は吸水してその体積が120%にもなっているから、低張液(②)であるとわかる。(2)の場合、細胞体積は97%になっているから、原形質分離(①)が起きているとわかる。(3)の場合、プロトプラストでは細胞壁がないから、蒸留水中においては吸水して破裂(③)するものと考えられる。以上より、解答は、ソー②、ター①、チー③である。

問9

【方針】

一般的に考えて、最高気温になるのは午後2時頃、最低気温になるのは早朝、最高照度になるのは正午頃であり、夜間は照度が0になる。よって、図3の破線は気温で、細かい点線は照度であると気づく。これらの点を手掛かりにして、他の2つのグラフが何かを考え、記述①～⑧の正誤を考える。なお、各記述の正誤を考える際に、「原則6. 気孔について」の知識も利用する。

【解説】

気温のグラフは、早朝が最も低く、午後2時頃に最も高くなる破線である。照度のグラフは、夜間では0が続いて、夜明け前から上昇し始め、正午に最も高くなる細かな破線である。蒸散量のグラフは、照度よりやや遅れて上昇し始め、気温の影響も受けて上昇と下降をする太い実線である。吸水量のグラフは、蒸散の影響に伴う時間差をもって上昇と下降をし、日没後も比較的高い値を保っている細い実線である。以上より、各グラフが何かはわかったので、記述①～⑧の正誤を考えると、④と⑦が正しいことがわかる。ゆえに、解答は、ツ④・⑦である。