一般入試　理科（生物、物理、化学　２科目選択）

生　　物

Ⅰ　恐怖条件づけ学習に関するＡ～Ｄの文章を読み，問１～６に答えよ。

Ａ　動物は内的，外的環境からの刺激に応答し，様々な行動を示す。行動はそれを引き起こす要因（生理的，神経学的，社会学的等）によって分類することができる。ある行動をもたらす神経機構が遺伝情報に基づいて先天的につくられ，一定の刺激に対して定型的な行動を示す場合，この行動を（　１　）行動という。一方，生後の経験を記憶して獲得した行動を（　２　）行動という。

（　２　）行動の一例として，ラットを用いた恐怖条件づけ実験が知られている。恐怖条件づけとは，恐怖を起こすことがないような強さの聴覚刺激や視覚刺激（条件刺激）と，恐怖を起こす電気ショックや痛み（無条件刺激）などの刺激を組み合わせて提示することにより，その後，条件刺激のみの提示で恐怖反応（すくみ行動や心拍数上昇など）を引き起こす学習行動をいう。恐怖条件づけにより獲得した恐怖記憶は，数時間程度持続する短期記憶から，数週間以上も維持される長期記憶へと移行する。また，この長期記憶の獲得には脳内のいくつかの領域にある神経細胞群におけるタンパク質合成が必要であることが知られている。これを確かめるため，音刺激と電気ショックを用いてラットに恐怖条件づけ実験を行った。

問１（　１　），（　２　）に入る語句と，それぞれに分類される行動の組み合わせで正しいものを以下の①～⑤から１つ選べ。［　ア　］

	（　１　）	（　１　）に分類される行動	（　２　）	（　２　）に分類される行動
①	本能的	慣　れ	習慣的	刷り込み
②	生得的	反　射	社会的	試行錯誤
③	本能的	走　性	習得的	慣　れ
④	生得的	走　性	習得的	刷り込み
⑤	生得的	反　射	習得的	走　性

表１

B　ラットの聴覚系は 1 kHz～70 kHz 程度の可聴域を持つのに対してヒトは 20 Hz～20 kHz 程度の可聴域を持つ。外耳から入った音波は鼓膜・［　イ　］を経て内耳にあるうずまき管に伝えられる。うずまき管内部にあるうずまき細管下側の基底膜には聴細胞である有毛細胞が並んでいる。［　イ　］の振動は［　ウ　］を介して前庭階と鼓室階の［　エ　］を振動させ，これに反応して基底膜が上下に振動する。基底膜はその性質によりうずまき管の基部から先端方向に対して異なる固有振動数を持ち，うずまき管に達した音波はその周波数に応じて基底膜の特定の位置を振動させる。また，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。

問 2　文中の［　イ　］～［　エ　］に最も適切な用語を以下の中から 1 つずつ選べ。

① 外リンパ　② 半規管　③ 耳小骨　④ 耳　管
⑤ 卵円窓　⑥ 正円窓　⑦ 内リンパ　⑧ おおい膜

問 3　ヒトの聴覚系において音の周波数と，その周波数の音波によって最大に振動する基底膜上の位置との関係を示したグラフとして最も適切なものを図 1 の①～⑥の中から選べ。

［　オ　］

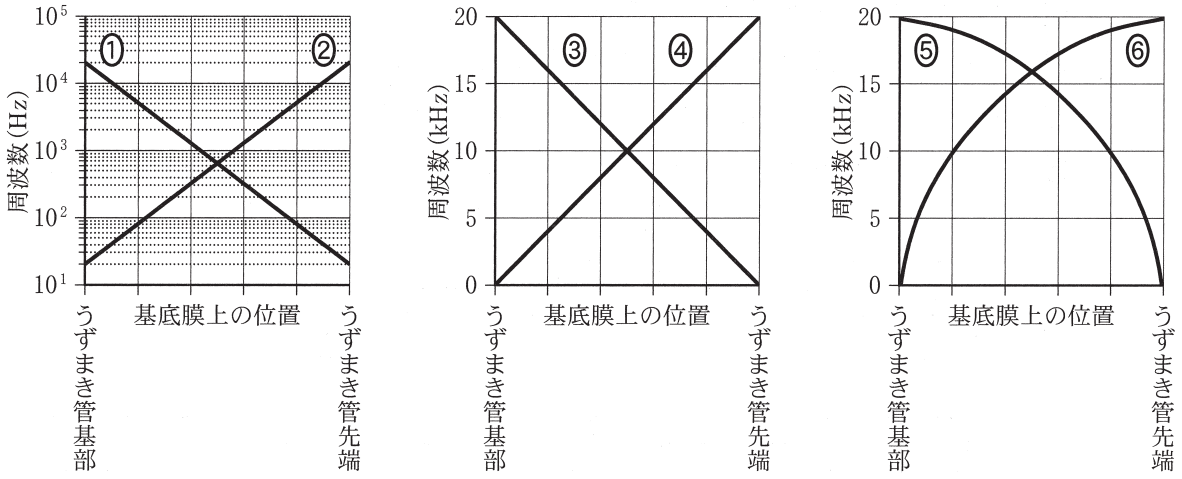

図 1

C　図 2 に示す手順に従って「音刺激と電気ショックを用いた」恐怖条件づけ実験を行った。ラットを飼育ケースから実験装置 A に移し，20 kHz の純音からなるブザー音を条件刺激として提示した(テスト 1)。24 時間後に再びラットを実験装置 A に移し，条件刺激を提示した後，足下から弱い電気ショックを無条件刺激として与えた。この操作(条件づけ)によりラットは条件刺激と無条件刺激との関係を記憶・学習する。一定時間後にラットを実験装置 B に移して条件刺激を提示(テスト 2)すると，すくみ反応という恐怖応答を示す。各テストにおいて条件刺激提示時間に占めるすくみ反応時間の割合をもとめることにより，恐怖記憶の強さを客観的に評価した。なお，実験に用いたラットの聴力や痛覚に差はないものとする。

タンパク質合成阻害剤を加えた生理食塩水(実験群)また生理食塩水のみ(対照群)を，図 2 の矢印で示したタイミングでテスト 1 もしくは条件づけの直前に脳内に投与した。条件づけの 1 時間後もしくは 24 時間後にテスト 2 を行い，すくみ反応時間を測定したところ図 3 のような結果となった。なお，タンパク質合成阻害剤は投与直後から作用するものとする。

問 4　この実験の解釈で正しいものを以下の①～⑥からすべて選べ。　カ

① 短期記憶の獲得にはタンパク質合成が必要である。
② 長期記憶の獲得にはタンパク質合成が必要である。
③ タンパク質合成阻害剤の効果は数日間持続する。
④ タンパク質合成阻害剤の効果は 24 時間以内に無くなる。
⑤ 条件づけ後 1 時間以内にタンパク質合成が開始する。
⑥ タンパク質合成阻害剤の効果によって，電気ショックに対する行動に慣れが生じた。

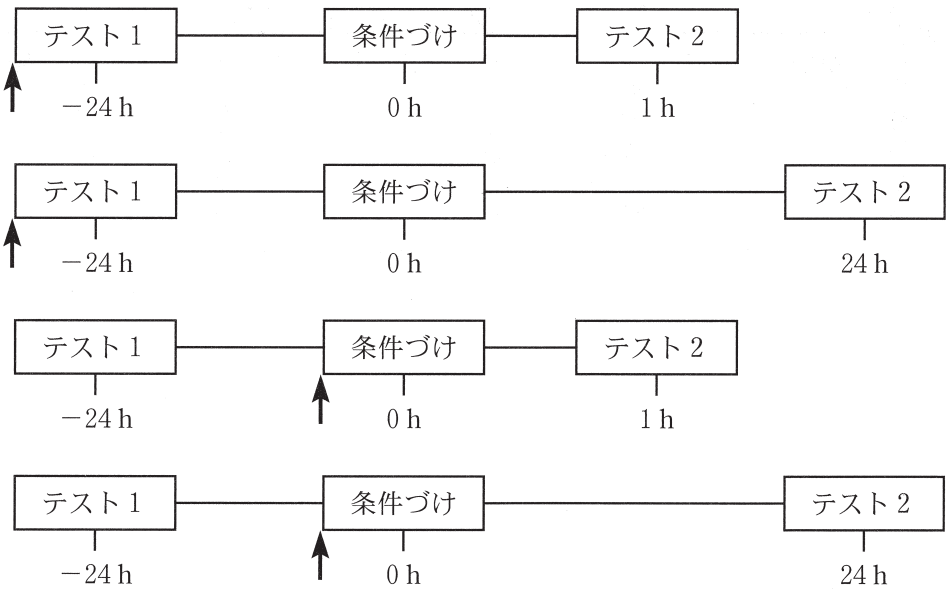

図 2

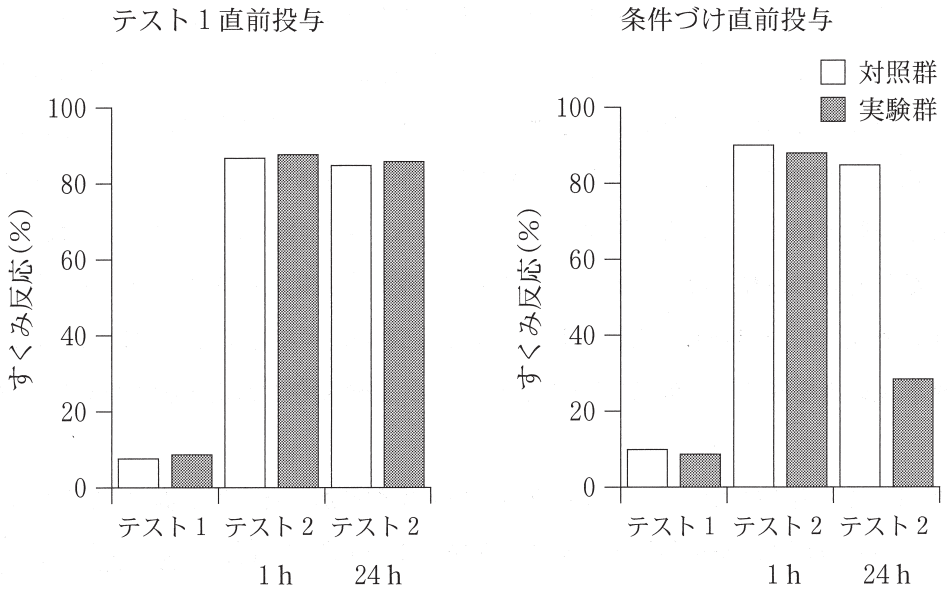
テスト1直前投与
条件づけ直前投与
対照群
実験群
すくみ反応(%)
100
80
60
40
20
0
テスト1
テスト2
テスト2
1h
24h

図3

D　条件づけによって恐怖記憶を獲得した後，条件刺激のみを繰り返し提示すると，恐怖記憶が減弱・消去することが知られている。音刺激と電気ショックを用いた恐怖条件づけ実験においても，条件づけの後に音刺激のみを繰り返し提示することにより恐怖記憶は減弱・消去する。この恐怖記憶の減弱・消去反応においてもタンパク質合成が関与するのかを調べるために，タンパク質合成阻害剤の投与による影響を調べたところ，図5のような結果が得られた。この実験では，必要最低限の投与となるタイミングでタンパク質合成阻害剤を加えた生理食塩水(実験群)または生理食塩水のみ(対照群)を投与した。また，図4に示すように，条件づけの後に24時間毎に条件刺激のみを繰り返し提示(テスト2～4)し，恐怖記憶の減弱・消去反応を調べている。

問 5　この実験において，タンパク質合成阻害剤を加えた生理食塩水(実験群)または生理食塩水のみ(対照群)を投与したタイミングを図4の矢印①～⑤からすべて選べ。 キ

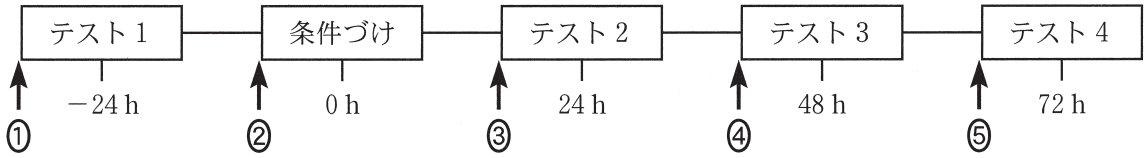

図4

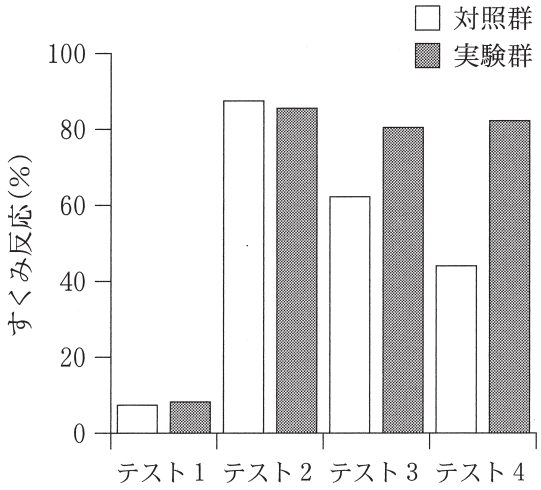

図5

問 6　恐怖記憶の減弱・消去反応に対するタンパク質合成阻害剤の効果を調べた実験結果(図 5)の解釈として最も適切なものを以下の①～⑤の中から選べ。 ク

① 条件刺激の繰り返し提示により，条件刺激が無条件刺激と関連がないことを学習した。

② 条件刺激の繰り返し提示により，条件刺激が無条件刺激と関連があることを再度学習した。

③ 条件刺激の繰り返し提示により，短期記憶から長期記憶への移行が阻害された。

④ タンパク質合成阻害剤の効果により，条件づけが促進された。

⑤ タンパク質合成阻害剤の効果により，条件刺激が無条件刺激と関連があることを再度学習した。

Ⅱ　血液型と免疫に関するＡ～Ｂの文章を読み，問１～７に答えよ。

Ａ　ABO 式血液型は，赤血球表面の［ア］と血しょう中の［イ］の組み合わせにより，［ウ］種類に分けられる。一般に抗原と抗体が関与する免疫を［エ］免疫という。ヒトは生まれつきABO 式血液型に関する抗体をもっている。［ウ］種類の各血液型の赤血球と，各血液型の血清を１つずつ選んで混ぜると，赤血球が凝集する組み合わせは全部で［オ］［カ］通りである。こうした凝集反応により血液型を検査して，必要に応じて赤血球または血しょうのみを輸血できる。もし誤って，Ｂ型のヒトにＡ型の血しょうを輸血すると，［キ］に由来する［ク］型抗原と［ケ］に由来する抗［ク］抗体が，Ｂ型のヒト体内で輸血後すぐに反応して，赤血球が凝集する。

問 1　［ア］［イ］に適切な用語をそれぞれ１つ選べ。

［ア］　① 抗　原　　② 抗　体

［イ］　① 抗　原　　② 抗　体

問 2　［ウ］に当てはまる数字を答えよ。例えば，答えが１種類の場合は［1］とせよ。

［ウ］種類

問 3　［エ］に適切な用語を１つ選べ。

① 適応(獲得)　② 細胞性　③ 自　然

④ 自　己　⑤ 体液性

問 4　［オ］［カ］に当てはまる数字を答えよ。例えば，答えが１通りの場合は［0］［1］とし，10 通りの場合は［1］［0］とせよ。

［オ］［カ］通り

問 5　［キ］［ク］［ケ］に適切な語句をそれぞれ１つ選べ。

［キ］　① Ａ型の血しょう　　② 輸血を受けるＢ型のヒト

［ク］　① Ａ　　② Ｂ

［ケ］　① Ａ型の血しょう　　② 輸血を受けるＢ型のヒト

B　ある300人の集団についてABO式血液型を検査した。A型血液から得た血清に対して100人の赤血球が，B型血液から得た血清に対して170人の赤血球が，それぞれ凝集反応を示した。また，両方の血清に反応した人と，逆に全く反応しなかった人の合計は110人であった。

問 6　300人の集団のうちB型は何人か。例えば，答えが1人の場合は [0][0][1] とし，10人の場合は [0][1][0] とせよ。

B型の人数　[コ][サ][シ] 人

問 7　ABO式血液型に関する抗原は唾液中にも分泌されることがある。ABO式血液型を支配する複対立遺伝子(第9染色体)とは独立に，第19染色体に存在する遺伝子が唾液中への分泌の有無を決定する。その対立遺伝子には分泌型Qと非分泌型qがあり，Qはqに対して優性である。

この300人の集団ではハーディ・ワインベルグの法則が成立しており，分泌型Qの頻度は0.60である。この集団のうち，唾液を調べてB型と判定されるのは何人と予想されるか。小数点以下の値があれば四捨五入して整数で答えよ。例えば，答えが1人の場合は [0][0][1] とし，10人の場合は [0][1][0] とせよ。

唾液を調べてB型と判定される予想人数 [ス][セ][ソ] 人

Ⅲ　遺伝子と突然変異に関するＡ～Ｂの文章を読み，問１～６に答えよ。

Ａ―１　EMS(エチルメタンスルホン酸)はDNAに突然変異を誘発する化学物質として知られている。EMSが結合したG(グアニン)はC(シトシン)ではなくT(チミン)と塩基対を形成することがあり，その結果，ある頻度で１塩基置換の突然変異(点突然変異)が引きおこされる。

EMS処理により得られた，キイロショウジョウバエの突然変異xは，眼色に異常をもつ劣性の突然変異である。この突然変異の原因を調べたところ，遺伝子Xのタンパク質に翻訳される領域に点突然変異がおこっていることがわかった。また，突然変異xをホモにもつ個体では，遺伝子Xから転写・翻訳され作られるタンパク質に異常が認められた。このタンパク質は，野生型に比べて分子量が小さく，後半部のアミノ酸が欠損していた。

問１　突然変異xにおける点突然変異がEMS処理により誘発された場合，この点突然変異はどのアミノ酸をコードする配列上におきたと考えられるか，可能性のあるアミノ酸を以下の①～⑥からすべて選べ。ただし，遺伝子暗号については，表１を参考にせよ。［ア］

①　アルギニン　　②　システイン　　③　メチオニン

④　バリン　　⑤　トリプトファン　　⑥　ヒスチジン

２つ目の塩基

１つ目の塩基	U		C		A		G		３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	
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	UGC	システイン	C
	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１

A—2　遺伝子Xは，発現調節領域を含む全長が約8 kb(8000塩基対)の遺伝子である。野生型ならびに突然変異xをホモにもつハエのゲノムDNAを鋳型にし，特定のプライマーを使用してPCRを行うことで，この8 kbのDNA断片を得ることができる。この8 kbのDNA断片を制限酵素Yで切断し，アガロースゲルで電気泳動を行うと，1 kbと7 kbのDNA断片に分離される。また，制限酵素Zで切断すると，3 kbと5 kbのDNA断片に分離される。一方，突然変異xをホモにもつハエのゲノムを用いて，同様に遺伝子X領域を増幅し，制限酵素Yで切断すると，野生型と同様に，1 kbと7 kbのDNA断片に分離されるが，制限酵素Zによる切断では増幅した8 kbのDNAは断片化されなかった。

問 2　野生型のハエのゲノムDNAを鋳型にして増幅した8 kbのDNA断片を制限酵素Yと制限酵素Z両方で切断することにより分離されるDNA断片の組み合わせとして正しいものを以下の①～⑤からすべて選べ。［　イ　］

① 1 kb, 2 kb, 5 kb
② 1 kb, 3 kb, 4 kb
③ 1 kb, 1 kb, 2 kb, 3 kb
④ 2 kb, 2 kb, 3 kb
⑤ 2 kb, 3 kb, 3 kb

問 3　突然変異xと野生型のヘテロ個体のゲノムDNAを鋳型にして増幅した8 kbのDNA断片を制限酵素Zで切断したときに生じるDNA断片の組み合わせとして正しいものを以下の①～⑤からすべて選べ。［　ウ　］

① 1 kb, 2 kb, 5 kb
② 1 kb, 3 kb, 4 kb
③ 1 kb, 7 kb, 8 kb
④ 3 kb, 5 kb, 8 kb
⑤ 1 kb, 3 kb, 7 kb, 8 kb

問 4　突然変異 x をホモにもつハエのゲノム DNA を鋳型にして増幅した 8 kb の DNA 断片は，制限酵素 Z により切断されない。その理由が，上述の翻訳領域における点突然変異が原因である場合，制限酵素 Z の認識配列として考えられる配列を以下の①～⑥からすべて選べ。 エ

① TGGCCA
② GAATTC
③ GTCGAC
④ AGGCCT
⑤ AAGCTT
⑥ CCATGG

問 5　キイロショウジョウバエのゲノムサイズは，およそ 1.2×10^8 bp(塩基対)である。ある制限酵素は特定の連続した 6 塩基からなる配列を認識して切断する。この制限酵素の認識配列は，理論的にはキイロショウジョウバエのゲノム全体に何箇所あると予想されるか。最も近いと考えられる値を以下の①～⑥から選べ。ただし，キイロショウジョウバエのゲノム中に含まれる 4 つの塩基の比率は同じであるとする。 オ

① 5.86×10^4
② 2.93×10^4
③ 1.46×10^4
④ 5.86×10^3
⑤ 2.93×10^3
⑥ 1.46×10^3

B　キイロショウジョウバエでは，染色体をバランサーとよばれる特殊な状態（バランサー化）にすることができる。バランサー化した染色体の特徴は，相同染色体間での遺伝子の組換えをおこさないことと，この染色体をホモにもつ個体が致死になることである。こうしたバランサー化した染色体をもつハエを用いて交配実験を行うことで，ある突然変異がどの染色体上に生じた異常であるかを調べることができる。

巻き翅の表現系を示す優性の突然変異をもつバランサー化された第二染色体（SM）と，短い剛毛の表現系を示す優性の突然変異をもつバランサー化された第三染色体（TM）を用いて，以下のような手順で眼色に異常をもつ劣性の突然変異 x がどの染色体上に生じた異常であるかを調べた。なお，キイロショウジョウバエは 4 対の染色体を持ち，性染色体である X 染色体（第一染色体），Y 染色体と，常染色体である第二，第三，第四染色体がある。

1. 突然変異 x をホモにもち眼色異常を示すメスを，バランサー化された第二染色体（SM）とバランサー化された第三染色体（TM）をもつオスと交配した。
2. 得られた子孫（F 1）のハエを観察した。
3. F 1 の中から，巻き翅で短い剛毛をもつオスとメスを選別し，それらどうしを交配した。
4. 得られた子孫（F 2）のハエを観察した。

問 6　以下の(1)～(3)のような結果が得られた場合，突然変異 x はどの染色体上に生じた異常であると考えられるか，それぞれの場合について，可能性のある染色体を以下の①～④からすべて選べ。ただし，十分な数の子孫が観察されたとする。

① X 染色体　　② 第二染色体　　③ 第三染色体　　④ 第四染色体

(1)　F 1 メスの眼色は全て正常であり，F 1 オスの眼色は全て異常であった場合。 [カ]

(2)　F 1 のハエの眼色は全て正常であり，F 2 のハエで巻き翅をもつハエの眼色は全て正常であった場合。 [キ]

(3)　F 1 のハエの眼色は全て正常であり，F 2 のハエで短い剛毛をもつハエの一部に眼色異常が出現した場合。 [ク]

Ⅳ　植物の水分調節に関する以下の文を読み，問 1 ～ 9 に答えよ。

生体の化学反応の多くは水溶液中で行われており，動物細胞や植物細胞の原形質は一般的に約 70～80 % が水で構成されている。多くの動物では，体内の水分移動は心臓循環器系により担われている。一方，陸上植物には，動物のような心臓循環器系はなく，維管束系とよばれる器官が関わっている。

一般的な種子植物における水分の移動を見てみよう。土壌の水分は，根から吸収され，細胞の外側を流れる経路および細胞内を伝わっていく経路の 2 種類の経路を通り，維管束系の［ア］へ入る。［ア］内の水は，主に葉に存在する［イ］を通じた蒸散による吸引力および水分子の持つ凝集力により，植物個体全体に供給されるのである。

［イ］は，1 対の［ウ］の形状が変わることで開閉し，この調節には，ホルモン X，光および二酸化炭素濃度が関わっていることが知られている。［ウ］は，［エ］側の細胞壁が薄く，反対側の細胞壁が厚い特徴をもっている。開口時は，［ウ］に［オ］が流入し，細胞内の［カ］が上昇することによって周囲から［キ］を吸収する。その結果，細胞は主に［エ］側が［ク］して開くのである。一方閉鎖時は，［オ］が流出し，［ウ］が元の状態に戻る。

問 1　文中の［ア］～［エ］に最も適切な用語を以下の中から 1 つずつ選べ。

① 上　② 内　③ 気　孔　④ 孔辺細胞　⑤ 師　管
⑥ 下　⑦ 外　⑧ 道　管　⑨ 反足細胞

問 2　文中の［オ］～［ク］に最も適切な用語を以下の中から 1 つずつ選べ。

① Ca^{2+}　② Cl^{-}　③ H_2O　④ K^{+}　⑤ Na^{+}
⑥ 収　縮　⑦ 浸透圧　⑧ 膨　圧　⑨ 膨　張

問 3　［ア］に関する記述として正しいものを以下の中からすべて選べ。［ケ］

① ［ア］は，師部とよばれる部分に含まれる。
② ［ア］は，死んだ細胞が連なってつくられる。
③ ［ア］は，細胞と細胞の連絡部分の細胞壁に穴があいており，ふるいのような構造がある。
④ ［ア］には分裂組織が含まれ，ここから茎は太くなる。
⑤ ［ア］では，アクアポリン(水チャネル)を介して，細胞内を次々と水が移動する。
⑥ ［ア］は，細胞が柵状に並んでつくられるので，柵状組織とよばれる。

問 4　文中のホルモンXは，種子の休眠に関わる作用を持つことで知られている。ホルモンXは何か，以下の中から選べ。 [コ]

① アブシシン酸　② エチレン　③ オーキシン
④ サイトカイン　⑤ ジベレリン　⑥ フロリゲン

図1は，ある植物におけるホルモンXの分泌量の変化(相対値)を示したグラフである。曲線a，bは，一方が水分を十分与えた場合，もう一方が水分不足にした場合の分泌量の変化である。

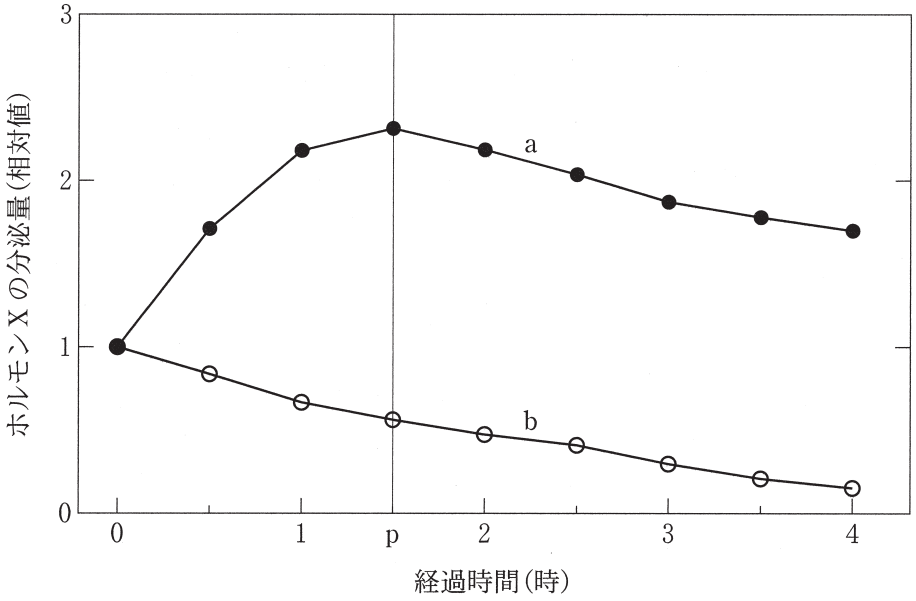

図1

問 5　図1について以下の①～⑤の記述で正しいものはどれか，1つ選べ。 [サ]

① この植物は，水分不足になるとXの分泌量を増大し， [イ] を開いて，空気中の水分を取り込む。

② この植物は，水分が十分に与えられると，Xの分泌量を減らし， [イ] を閉じ，光合成組織に水分を積極的に供給する。

③ この植物は，水分不足になると，Xの分泌量を増大し， [イ] を閉じ，水分の蒸発を防ぐ。

④ この植物は，水分が十分に与えられると，Xの分泌量を増大し， [イ] を開いて，空気中に水分を積極的に放出する。

⑤ この植物は，水分不足になると，Xの分泌量を増大し， [イ] を開いて，光合成組織に水分を積極的に供給する。

問 6　図 1 の p の時点で，水分不足にした場合の個体に，十分に水分を与えると，ホルモン X の分泌量の変化はどうなるか，最も適切なものを以下の中から選べ。 シ

① 曲線 a の個体で X の分泌量が増大し，曲線は急激に上昇する。
② 曲線 b の個体で X の分泌量が増大し，曲線は急激に上昇する。
③ 曲線 a の個体で X の分泌量が減少し，曲線は急激に下降する。
④ 曲線 b の個体で X の分泌量が減少し，曲線は急激に下降する。
⑤ 曲線 a の個体で X の分泌量が一定になり，曲線は水平になる。
⑥ 曲線 b の個体で X の分泌量が一定になり，曲線は水平になる。
⑦ 曲線は，変化しない。

文中の下線部に述べられているように，植物細胞における カ の変化は，植物細胞の形状を変化させることがある。そこで細胞の カ と細胞体積との関係を調べるため，ある植物の細胞を様々な濃度のスクロース液に浸した。図 2 は，実線が植物細胞の細胞体積(相対値)と浸したスクロース濃度との関係を，点線が膨圧を表したグラフである。実験は 20 ℃ で行った。

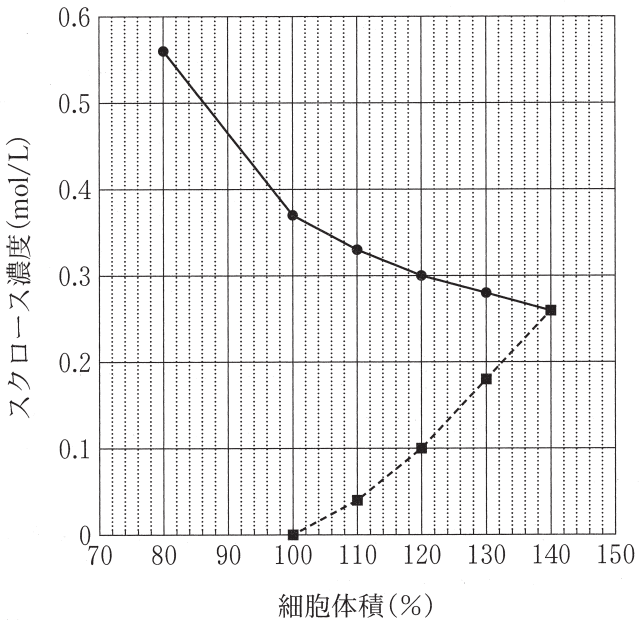

図 2

問 8　図 2 の植物細胞に関して，以下の(1)～(3)の文中の空欄 [ソ] ～ [チ] に最も適切な用語を 1 つずつ選べ。

(1)　スクロース濃度 0.3 mol/L の液は，この細胞にとって，[ソ] である。

(2)　スクロース濃度 0.4 mol/L の液中では，この細胞は [タ] がおこる。

(3)　この細胞をプロトプラスト化して蒸留水に浸すと，[チ] がおこる。

[ソ]	① 高張液	② 低張液	③ 等張液
[タ]	① 原形質分離	② 収　縮	③ 破　裂
[チ]	① 原形質分離	② 収　縮	③ 破　裂

問 9　図 3 は，ある植物の蒸散量および吸水量，照度，気温の差を測定し，一日における変化を示したグラフである。いずれの曲線も 1 日の最大値を 100 % とした相対値で示してある。図 3 について以下の①～⑧の記述で正しいものはどれか，すべて選べ。 ツ

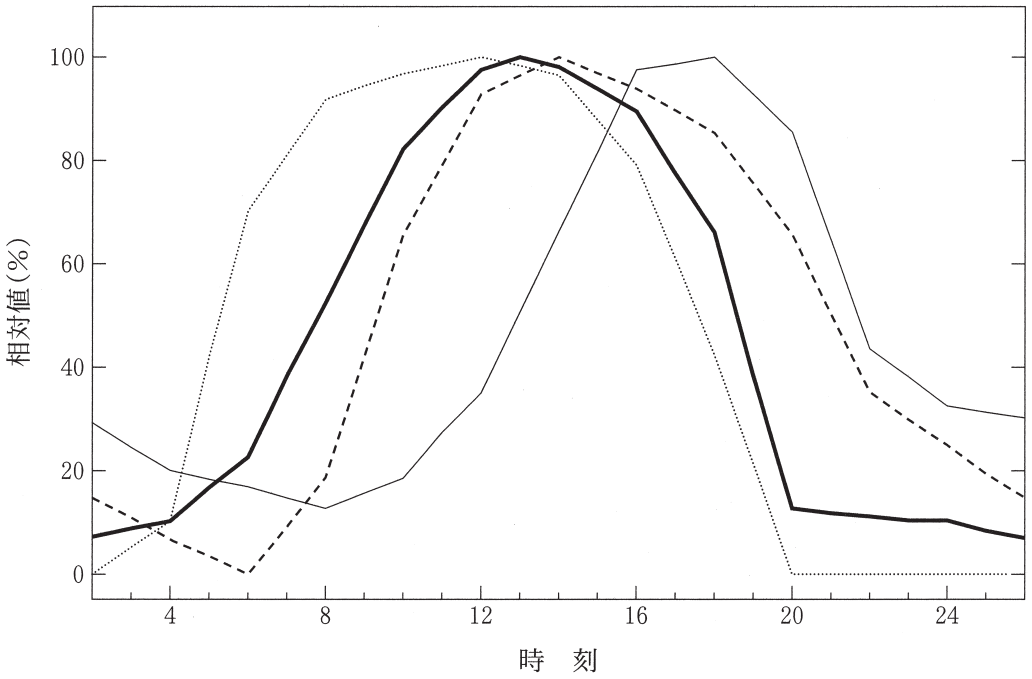

図 3

① 蒸散量は，一番遅く上昇をはじめ，日が落ちてもなかなか低下しなかった。

② 16 時以降光が急速に弱くなると，対応して蒸散量，吸水量ともに急激に減少した。

③ 午前中は，日照が強くなっても水分蒸発を抑えるため，蒸散量の増大は低く抑えられた。

④ 1 日を通じて蒸散量の変化が吸水量の変化より常に先に生じた。

⑤ 気温のピークは，蒸散量のピークより先にあった。

⑥ 蒸散量は，照度および気温の変化の後から変化するので，主にどちらの影響を受けているかは判定できない。

⑦ 蒸散量は，気温よりも照度の変化に近いため，蒸散量の調節は，気温より光の影響を受けることが推測される。

⑧ 吸水量は，蒸散量よりも先に変化するので，根から吸収がされた水分量が蒸散を調節していると推測される。