

1 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

生物は外界の条件が変化しても、生体内部の状態や機能を一定に保ち、維持する機能を有している。これを恒常性という。この機能は脊ついで動物においては神経系と<sup>(1)</sup> [ 2 ] 系が関係し、自動的に行われている。この神経系は [ 2 ] 神経と [ 3 ] 神経からなり、前者は脊髄の胸髄および腰髄から出て、神経末端からは [ 4 ] という化学伝達物質を放出し、心臓の拍動を速めたり、瞳孔を [ 5 ] したりする。それに対して、後者は中脳・延髄・仙髄から出て、神経末端から放出される [ 6 ] は心臓の拍動を遅くしたり、瞳孔を [ 7 ] したりする。

ヒトの眼の網膜には2種類の視細胞がある。 [ 8 ] 細胞は網膜の中央部に多く、特に [ 9 ] には密に存在している。したがって、この領域に像ができると、物体の形や [ 10 ] をはっきり感覚することができる。それに対して、 [ 11 ] 細胞は網膜の周辺部に多く、 [ 10 ] の感覚に関係しない。明るい<sup>(2)</sup>ところから急に暗いところに入ると、はじめはよく見えないが、しばらくすると<sup>(3)</sup>よく見えるようになる。これを [ 12 ] という。これに対して、暗いところから急に明るいところに出ると、最初はまぶしいが、すぐにその明るさで普通に見えるようになる。

問 1 上の文章中の [ 1 ] ～ [ 12 ] にあてはまるもっとも適切な用語を書きなさい。

問 2 下線部(1)の神経系を何というか。また、この神経系の統合的な中枢は脳のどの領域にあるか、具体的な名称を書きなさい。

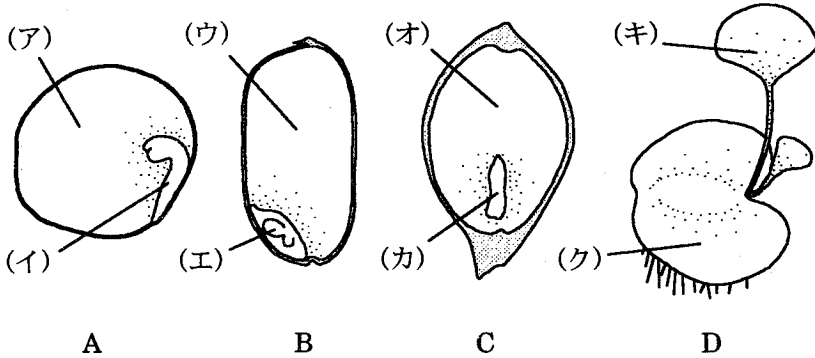
問 3 下線部(2)の細胞は、どのような動物で発達しているか。

問 4 下線部(2)の細胞は、ある物質が不足すると機能が低下し、その結果としてある症状を示す。この物質名および出現する症状名を書きなさい。

問 5 下線部(3)の現象が起こる理由を具体的に25字以内で説明しなさい。

2

下の図のAはエンドウの種子の断面図、Bはイネの果実の断面図、Cはソテツの種子の断面図、Dはゼンマイの配偶体から若い胞子体が出てきている図である。図をよく見て、下の問1～4に答えなさい。



問 1 ある核の遺伝子座において、遺伝子型 GG の胞子体を母親とし、遺伝子型 gg の胞子体を父親として交配をおこなった結果、図の A～D の種子や若い胞子体ができたとする。(ア)から(ク)までの各組織の遺伝子型を答えなさい。

問 2 ゼンマイの配偶体上には造精器と造卵器の両方が形成される。このため以下の3種類の受精パターンが起こりうる。このうち(1)は、種子植物では起こりえない受精パターンである。なぜ起こりえないか 50 字以内で説明しなさい。

- (1) 一つの配偶体内で作られた精子と卵細胞が受精する。
- (2) 一つの胞子体由来の別の配偶体の精子と卵細胞が受精する。
- (3) 別の胞子体由来の配偶体の精子と卵細胞が受精する。

問 3 種子植物において、問 2 の(2)に相当する受精を何と呼ぶか、答えなさい。

問 4 シダ植物に比べ種子植物は、配偶体世代において、より乾燥した環境に適応した特徴をいくつかもっている。乾燥に強い理由を二つ、それぞれ 50 字以内で述べなさい。

3

次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

ヒトにおけるABO式血液型とRh式血液型の2組の対立形質に着目し、表現型A Rh<sup>+</sup>(遺伝子型AADD)と表現型B Rh<sup>-</sup>(遺伝子型BBdd)を両親(P)としたとき、F<sub>1</sub>およびF<sub>2</sub>世代における二つの形質の現れかたを理論的に調べると、下図の結果が得られる。

P	AADD	×	BBdd								
F <sub>1</sub>	表現型 AB Rh <sup>+</sup>										
	(F <sub>1</sub> × F <sub>1</sub> )										
	↓										
F <sub>2</sub> 表現型	A Rh <sup>+</sup>	A Rh <sup>-</sup>	B Rh <sup>+</sup>	B Rh <sup>-</sup>	AB Rh <sup>+</sup>	AB Rh <sup>-</sup>					
分離比	3	:	1	:	3	:	1	:	6	:	2

問1 それぞれの血液型について、F<sub>2</sub>世代における表現型とその分離比を求めなさい。

問2 F<sub>1</sub>世代の表現型の結果から、AとBおよびDとdの各対立遺伝子はそれぞれ互いにどのような関係にあると考えられるか、10字以内で説明しなさい。

問3 F<sub>2</sub>世代の結果から、2組の対立遺伝子は配偶子が形成されるときにどのように行動すると考えられるか、20字以内で説明しなさい。

問4 キンギョソウも、上記の血液型と類似した表現型の分離比を示す次の花色と草丈の遺伝子をもっている。

RR : 赤色花	TT : 高い草丈(高性)
Rr : 桃色花	Tt : 中間の草丈(中間性)
rr : 白色花	tt : 低い草丈(矮性)

- (1) 遺伝子型として  $RRTT$  と  $rrtt$  をもつ植物を両親(P)としたとき,  $F_1$  どうしを交雑させたときに生じる表現型のうち, 「桃色・高性」, 「桃色・中間性」, 「桃色・矮性」および「白色・高性」の遺伝子型と分離比を求めなさい。
- (2) これらの遺伝子型と表現型から,  $R$  と  $r$  および  $T$  と  $t$  の各対立遺伝子の間にどのような関係があると考えられるか, 15 字以内で説明しなさい。

4 次の文章を読み、下の問1～8に答えなさい。

ミツバチは花から花蜜<sup>みつ</sup>を採取して巣に運び餌<sup>えき</sup>としている。質の高い花蜜が豊富な花の群を見つけた働きバチはさまざまな情報を仲間に伝える。巣に戻ると、ミツバチダンス(尻振りダンス)と呼ばれる行動を示す。蜜源(餌場)までの距離が100 mより短い時は、 と呼ばれるダンスを行い、追隨してきた仲間に、自分の体に付いた花のにおいを教える。距離が長くなると  と呼ばれるダンスを行い、蜜源の方向と距離の情報を教える。方向はダンスの直線部分の移動方向で、距離はダンスの速さ(回数)で伝える。距離とダンスの回数との関係は図1のようになっている。

ミツバチが距離を知る方法として、(A)視覚情報から測定する、(B)飛行時間から<sup>(1)</sup>測定する、(C)飛行の消費エネルギーから測定するなどの考え方があり、図2のように、坂の途中にある巣から、等距離にある上の蜜源(I)と下の蜜源(II)の距離を伝えるとき、ダンスの速さが異なり、上の蜜源(I)を伝えるときは、実際の距離のダンスより遅く、逆に下の蜜源(II)を伝えるときは、実際の距離を伝えるダンスより速い。このことは  の考え方が有力であると共に、距離は蜜源への往復の  路に測定していることを示している。また、ある蜜源(X)で蜜を吸っているハチを、蜜ごと暗い箱に入れてすばやく別の離れた蜜源(Y)に運んでから放すと、巣に戻ったハチは次に直接、後者の蜜源(Y)の方に飛来するという実験結果がある。この場合、蜜源の情報は復路に得ていることになる。

ミツバチはまた、採蜜に訪れた花にある種の化学物質を残していき、仲間に情報を伝える。このにおいが残っている間は、ミツバチはこの花を訪れない。ミツバチが花のにおいや、仲間の残したにおいを区別できることは、次のような実験で証明される。触角のそばに砂糖水を与えると、触角で砂糖水を確認、砂糖水を吸うため口吻<sup>こうぶん</sup>を伸ばす。そのとき、ラベンダーの花のにおいを同時に与える訓練を1～2回行って、次に砂糖水なしで、ラベンダーのにおいだけ与えると、多くのハチは口吻を伸ばす。しかし、オレンジのにおいを与えてもこのような口吻の伸展がなく、オレンジのにおいとラベンダーのにおいを区別していると考えられる。

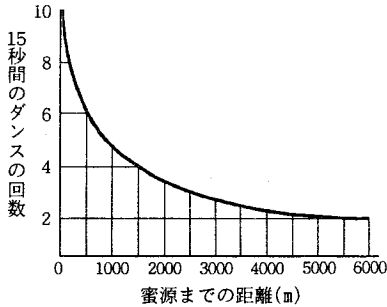


図1 蜜源までの距離とダンスの回数の関係

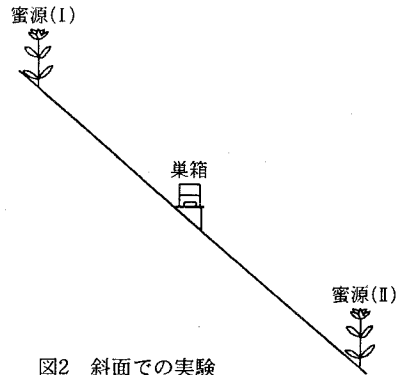
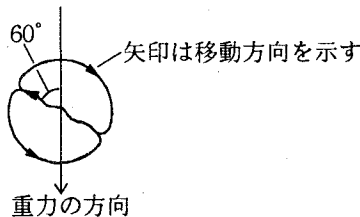


図2 斜面での実験

問 1 上の文章中の  ,  ,  にあてはまるもっとも適切な語句を,  には下線部(1)の3つの考え方からあてはまる記号を書きなさい。

問 2 ミツバチが垂直になった巣板(巣盤)の上で, 下図のようなダンスを1分間に16回の回数で行っているときは, どのような位置の蜜源の情報を伝えていと考えられるか。巣から蜜源の方向と距離を, 解答用紙の図に数値をそえて書き入れなさい。



問 3 ミツバチのように太陽を基準に方向を決めるしくみを何と呼ぶか。

問 4  と考えられる理由を, 80字以内で述べなさい。

問 5 動物が実際にとる行動は, その動物にとってもっとも適したものであるという考え方がある。蜜源からの復路には蜜を獲得して運んでくることを考慮すると, 下線部(2)の実験結果が示すミツバチの蜜源の距離と方向の情報の獲得のしかたが合理的であると考えられる。その理由を, 120字以内で説明しなさい。

問 6 下線部(3)のように、ハチが訪れるのを避けるような化学物質が残っている間、花の蜜はどのようなになっていると考えられるか、20字以内で述べなさい。

問 7 下線部(4)のように、花のにおいで口吻を伸ばす反応は、経験により新しく獲得された行動である。このような行動が獲得されることを何と呼ぶか。

問 8 ハチがラベンダーとオレンジのにおいを区別できることを確かめるには、この実験だけでは不十分である。さらに、どのような実験でどのような結果が出ればよいか、50字以内で述べなさい。

5

次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

病原細菌はそれぞれの菌に特有の病原因子をもっていて、それが病原性を発揮するのに重要な働きをしている。肺炎双球菌はヒトやマウスに肺炎を起こす病原菌で、その病原因子として多糖体からなる被膜(カプセル)をもっていることが知られている。ブドウ球菌は病原因子として多種類の毒素などをつくっている。この2種の菌を用いて以下の実験を行った。

実験(1) 試験管(A～F)に3%過酸化水素水(A, B, C)または水(D, E, F)を入れ、その中に肺炎双球菌(A, D)またはブドウ球菌(B, E)を加えた。C, Fには菌は加えなかった。その結果、ブドウ球菌を加えた試験管(B)のみに気体が発生した。次に、ブドウ球菌を100℃で5分間加熱してから、同様の実験を行った。

実験(2) 被膜をもっている肺炎双球菌(S型菌)をマウスに注射すると、マウスは死んだが、被膜をもたないR型変異菌を注射してもマウスは死ななかった。S型菌を100℃で5分間加熱して殺菌したS型死菌ではマウスは死ななかったが、それにR型生菌を混ぜてマウスに注射したところ、一部のマウスが死に、死んだマウスからS型生菌が検出された。

実験(3) 実験(2)の結果からさらに次の実験を行った。

1. S型菌から分離した被膜とR型生菌を混合してマウスに注射した。
2. S型菌から分離したDNAとR型生菌を混合してマウスに注射した。
3. S型菌から分離したRNAとR型生菌を混合してマウスに注射した。
4. S型菌をすりつぶしてつくった抽出液をタンパク質分解酵素で処理してから、R型生菌と混合してマウスに注射した。
5. S型死菌にS型菌から分離した被膜およびタンパク質を混合してマウスに注射した。
6. S型死菌とR型死菌を混合してマウスに注射した。
7. S型死菌とR型生菌を試験管内で混合して培養した。

- 問 1 実験(1)で発生した気体は何と考えられるか。またそれを証明するための簡単な実験方法を 60 字以内で答えなさい。
- 問 2 実験(1)の結果から考えられるブドウ球菌と肺炎双球菌の違いを 40 字以内で述べなさい。
- 問 3 実験(1)の加熱実験の結果としてどのような結果が予想されるか、その理由を含めて 80 字以内で答えなさい。
- 問 4 実験(2)で R 型菌が S 型菌に変わる現象を何と呼ぶか、もっとも適切な用語で答えなさい。
- 問 5 実験(3)の 1～7 のうち、マウスからまたは試験管内に S 型生菌が検出されると考えられるすべての番号を記入しなさい。
- 問 6 実験(3)の 1～7 のうち、マウスからまたは試験管内に R 型生菌が検出されると考えられるすべての番号を記入しなさい。

6

次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

地球上では地域が異なっても同じような気候のもとでは、生育する植物の種類は異なるものの同じような生活形の植物が優占する。同じような気候帯に生育し、同じような相観をもつ植生を群系とよび、地球上の植生地理学上の分類の単位として扱う。この群系の違いをもたらす気候要因のもっとも重要なものが気温と降水量である。

植物の生育にとって十分な降水量のある日本列島の場合、群系の分布は気温による影響を受け、南から北へ、あるいは低地から高地へと森林植生の相観が変化する。関東地方から近畿地方の太平洋側では、暖温帯に属する標高約700 mよりも低い丘陵帯には  が、標高約700～1700 mの山地帯ないし冷温帯には  が、標高約1700 mから森林限界までの亜高山帯には  が分布している。

これらの森林植生では、溶岩や火砕流、斜面崩壊などによって森林が破壊され、地表が露出すると、そこから植生の遷移が始まる。日本では火山活動によってできた溶岩の上で、最初に地衣類やコケ植物が侵入し、草本群落、陽樹群落、陰樹群落の順で遷移して極相に達するという植生の一次遷移がしばしば見られる。この一次遷移の過程で、植物の種類や植生の相観の変化にともない、植生内の土壌条件や  ,  といった無機的環境も大きく変化する。

問1 文章中の  ,  ,  には、相観が大きくちがう日本の代表的な森林群系がはいる。それぞれの名称を書き、下の選択肢のうちから各群系の森林で優占する高木をそれぞれ2種類選んで番号を書きなさい。

- |   |          |         |           |
|---|----------|---------|-----------|
| A | 1. ソテツ   | 2. アオキ  | 3. タブノキ   |
|   | 4. カラマツ  | 5. トドマツ | 6. スダジイ   |
| B | 1. ヤブツバキ | 2. ミズナラ | 3. ハコネウツギ |
|   | 4. ブ ナ   | 5. イチョウ | 6. アラカシ   |
| C | 1. ヒサカキ  | 2. シラビソ | 3. クロマツ   |
|   | 4. コケモモ  | 5. コメツガ | 6. ハイマツ   |

問 2 亜熱帯地域の植生の相観について述べた次の文章中の [ア] ~ [コ] の中に入るもっとも適切な言葉を書きなさい。

亜熱帯地域では年降水量とその季節変化にともない、年中湿潤で年平均降水量 2500 mm 以上の亜熱帯 [ア] から、雨が少ない季節( [イ] ) に [ウ] する樹木から構成される [エ] になり、年平均降水量 1000 mm 以下では [オ] に樹木がまばらに分布する [カ] へと相観が変化する。さらに、年平均降水量が 200 mm に達しない地域では多肉植物などがまばらに分布するか、植物の分布しない [キ] になる。

亜熱帯地域の海水が流れ込む [ク] には、植物細胞にとって [ケ] 圧の高い環境に適応したオヒルギやメヒルギなどの低木からなる [コ] が分布している。

問 3 植生の一次遷移にともなう土壌条件の変化を 80 字以内で述べなさい。

問 4 文章中の [D] と [E] に当てはまる、一次遷移にともなって変化する土壌条件以外の無機的環境を書きなさい。

7 次の文章を読み、下の問1～8に答えなさい。

細胞を機械的にすりつぶして遠心分離すると、大きさや密度の差などによる沈殿しやすさの違いによって細胞内の細胞小器官を分離することができる。この細胞分画法によって、例えば動物細胞を分画すると、ある遠心力でまず、細胞片や [ 1 ] が沈殿する。次に、沈殿しなかった画分をこれより強い遠心力で再度遠心すると、 [ 2 ] が沈殿する。さらに、これでも沈殿しなかった画分をさらに強い遠心力で遠心すると、小胞体やリボソームが沈殿する。

[ 2 ] および沈殿しない画分(細胞質基質)は、細胞呼吸の場となっている。細胞呼吸とは呼吸基質からエネルギーを取り出し、 [ 3 ] を生成することである。細胞質基質においてはグルコースが [ 4 ] に分解する過程で [ 3 ] が生成される。<sup>(1)</sup>好気呼吸を行う生物においても、この経路では酸素を必要としない。一方、 [ 2 ] では酸素を用いた呼吸が行われる。ここでは [ 4 ] が二酸化炭素にまで分解する過程で [ 3 ] が生成され、またその<sup>(2)</sup>分解過程で生じた水素イオンが伝達される際に大量の [ 3 ] が生成される。

問1 上の文章中の [ 1 ] および [ 2 ] は、どのような細胞小器官に相当するか。それぞれ一つずつ書きなさい。

問2 上の文章中の [ 3 ] および [ 4 ] に相当する物質名を書きなさい。

問3 上の文章中の下線部(1)、(2)に相当する反応経路の名称を書きなさい。

問4 筋肉では激しい運動などにより酸素が不足すると、下線部(1)の反応が活発に行われ、 [ 4 ] からある物質が生成される。この物質名を書きなさい。

問 5 酵母菌でも下線部(1)を含む嫌気呼吸が行われ、 から二つの物質が生成される。これらの物質名を書きなさい。

問 6 酸素は好気呼吸のどの段階で、どのように利用されるか。40 字以内で説明しなさい。

問 7 好気呼吸と嫌気呼吸の相違点の一つに、エネルギーの利用効率があげられる。効率の差異を 50 字以内で説明しなさい。

問 8  は体内のさまざまな生命活動に用いられる。たとえば、 を用いて行われる細胞内外への物質の移動を何というか、書きなさい。

次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

ほ乳類は性染色体であるX染色体とY染色体をもち、XXが雌、XYが雄となる。雄性の決定にはY染色体が重要な役割を果たし、Y染色体を欠いた個体(XO型)は不妊の雌となる。ショウジョウバエなどの昆虫も性染色体としてX染色体とY染色体をもち、XXが雌、XYが雄となる。しかしながら、ほ乳類の場合とは大きく異なり、Y染色体は性の決定にはほとんど関与せず、精子形成の時期にのみ必要であることが知られている。ショウジョウバエのX染色体上には白眼と小翅と呼ばれる劣性対立遺伝子がそれぞれ存在する。白眼・小翅の雄と、X染色体がホモ接合型である野生型の雌とを掛け合わせ、その雑種第一代の成虫を多数得た。すると、図に示すように、体の左右どちらかが雌でもう一方が雄であるような雌雄モザイクと呼ばれる個体が、ごくまれに出現した。

問1 白眼の劣性対立遺伝子をw、小翅のものをs、それぞれの野生型を+で表す。雑種第一代の雌雄の対立遺伝子の組み合わせはどのようになるか、 $X^{w/+}X^{w/s}$ 、 $X^{+/s}Y$ のような表記でそれぞれ答えなさい。

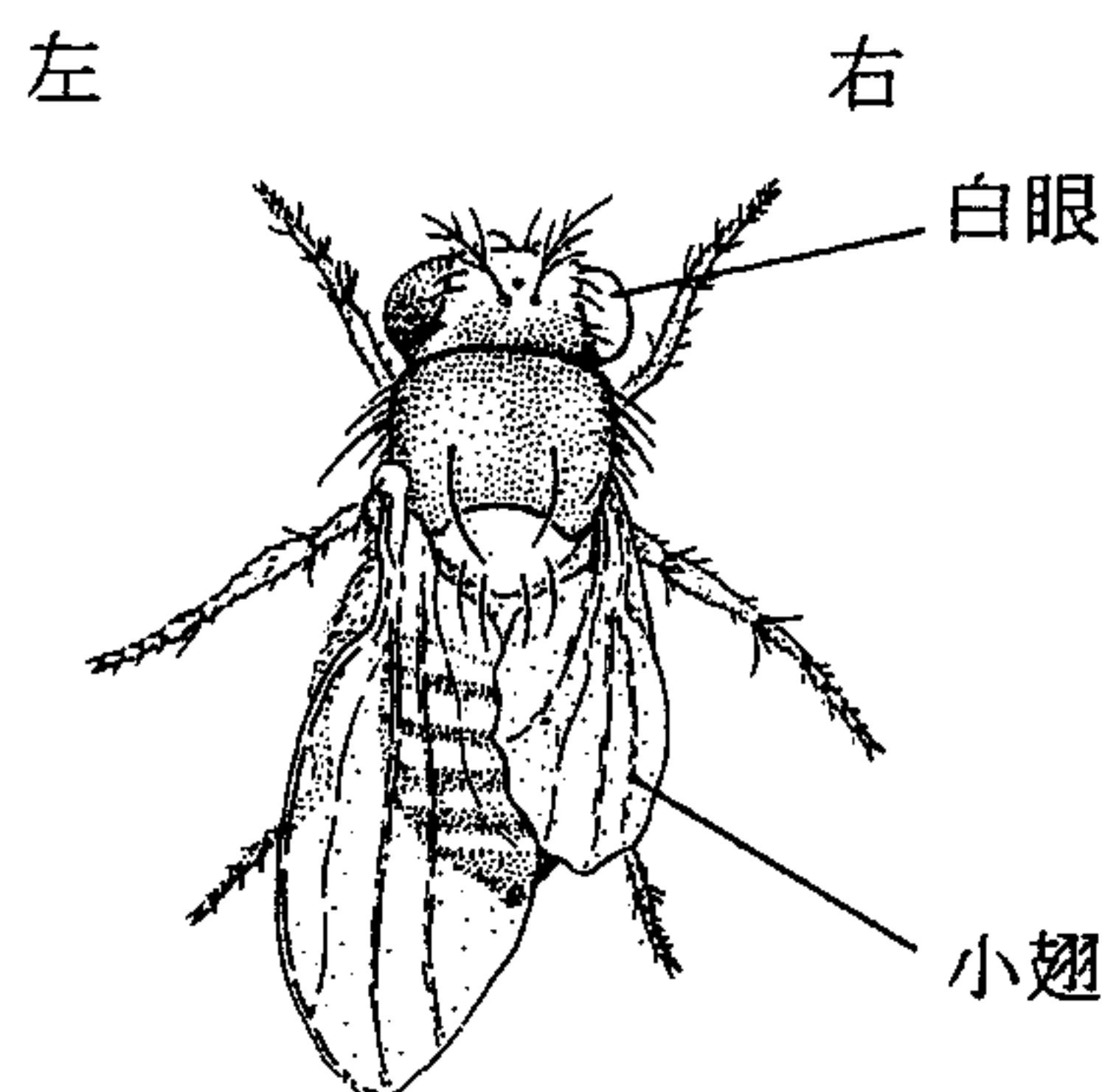
問2 図のような雌雄モザイクの個体から細胞を分離し染色体を調べたところ、どの個体においても、ある一つの染色体が欠失している細胞が存在することがわかった。欠失していると考えられる染色体はどのようなものか、また、それは図の個体では体の左右どちら側に由来する細胞に起こっているか、それぞれ答えなさい。

問3 図の雌雄モザイクにおいては、この個体の初期発生過程のきわめて早い時期に、ある染色体の欠失が起こったと考えられる。もしも、初期発生過程のより遅い時期に欠失したとすると、どのような個体になると考えられるか、50字以内で述べなさい。

問 4 ショウジョウバエは 3 対の常染色体をもつ。常染色体の 1 組を A で表すと、成虫の体細胞は二倍体であるので、雌が  $2A + XX$ 、雄が  $2A + XY$  と表記される。表は、人為的に X 染色体および常染色体の組数を変化させた個体で、雌雄どちらになるかを調べた結果を、正常な個体の場合も含めて示したものである。表の空欄(1)~(6)にあてはまる適切な語句あるいは数字(小数点以下第 2 位まで)を記入しなさい。

問 5 以上の結果から、ショウジョウバエの性はどのようなしくみで決定されていると考えられるか、100 字以内で述べなさい。

図



表

X染色体の数	常染色体の組数(A)	(1)	性
3	2	1.50	雌
4	3	1.33	雌
4	4	1.00	雌
3	3	1.00	雌
2	2	(2)	(5)
2	3	(3)	*間性
1	2	(4)	(6)
1	3	0.33	雄

\*間性とは、雄と雌の中間の形態を指す。