

生 物

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。

1 次の文章を読み、以下の問に答えよ。

動物体内の生理的環境は、自律神経系と内分泌系相互の調節によって恒常性が保たれている。たとえば、血液中のグルコースはヒトの場合ほぼ 0.1% に保たれている。グルコースは、すべての組織細胞で利用可能な有用エネルギー源である。^aしたがって、適量のグルコースが血液から各組織へ安定に供給されることは正常な生命活動を営む上で必須であり、そのためにも安定した血糖値の維持が重要となる。

血糖値が一定であるということは、グルコースの供給と消費の平衡が保たれることであり、この調節には複数の酵素が関係している。さらに、これら^c酵素活性の調節には多くのホルモンが関与していることも明らかになっている。^d

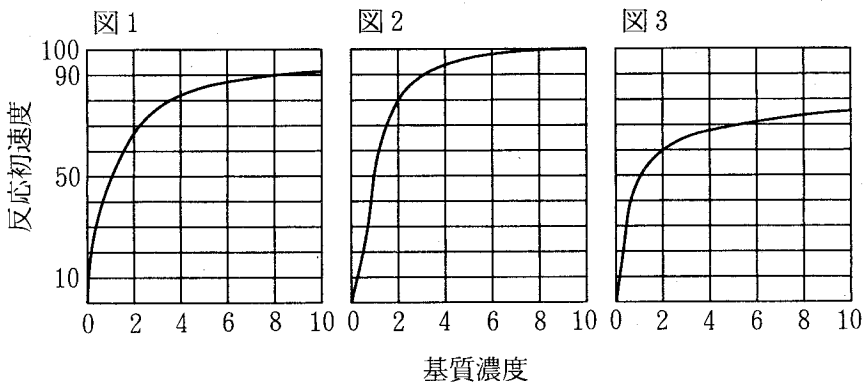
問 1 下線部 a に関する次の文章の ～ に適当な語句を入れよ。

グルコースの代謝は、細胞内へグルコースが取り込まれるところから始まり、 と まで分解されるところで終わる。 と への分解に至る間に、グリコーゲンとして一時貯蔵される分もあるが、結局すべてのグルコースが無酸素的な 系を経て、 まで分解され、その後、 回路に入り完全に分解される。 系と 回路で生じた水素は、 の内膜に存在する 系という反応系において酸化され、この過程で遊離して行くエネルギーが生体内のエネルギー通貨といわれる の合成に利用される。

問 2 下線部 b に関連して次の問に答えよ。

生体触媒として働く酵素の活性(正確には反応の初速度)は、一般に基質の濃度と共に増加するが、増加のしかたには 3 種類ある。正常型(図 1)と正の協同性(図 2)、それに、負の協同性(図 3)と呼ばれるものである。基質と酵素活性に関する以下の説明文のうち誤った記述を選び、番号を解答欄に記せ。

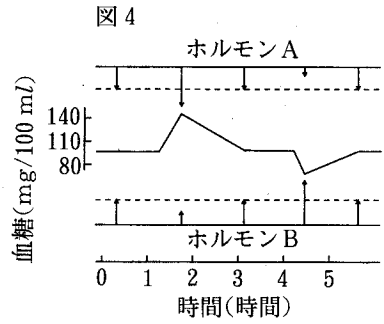
- (1) 生体内の基質濃度は十分に飽和していることはまれであり、わずかな基質濃度変化によって起こる酵素活性の変動は大きいものと考えられる。
- (2) 図 1～3 のそれぞれの反応において酵素活性を 10 から 90 に増加させるのに必要な基質濃度の差は、図 3 の基質濃度差 > 図 1 の基質濃度差 > 図 2 の基質濃度差という関係になる。
- (3) 酵素活性は基質と化学構造の似ている物質が存在すると低下することがあるが、このような阻害物質の働きは基質濃度が低いときよりは高いときにより強く現れる。
- (4) 1 つの基質分子の結合が複雑な立体構造をもつ酵素分子の構造や電子状態を変化させることがあるが、その変化が他の基質と酵素の結合形成を助けるように作用する場合には図 2 のような関係となる。



問 3 下線部 c に影響を与える種々の外的因子のうち、物理的・化学的因子をそれぞれ 1 つずつ記せ。

問 4 下線部 d に関する次の問に答えよ。

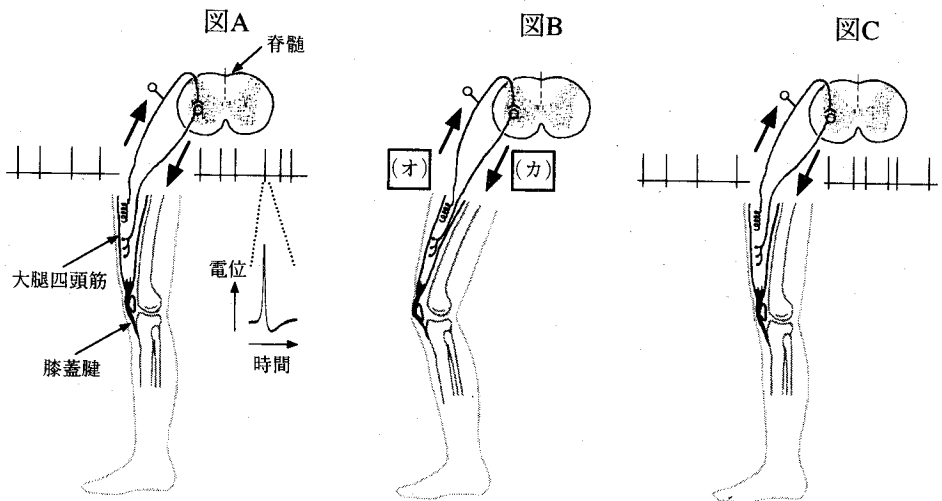
図 4 は、生体内の血糖値を折れ線グラフとして、また、血糖値を調節するすい臓由来の 2 種類のホルモン分泌量を矢印の長さとしてそれぞれを示したものである。A と B のホルモン名を記せ。さらに、このグラフ上で糖質食の摂食時を推測し、もっともふさわしい時期を時間軸の 0～5 の数字で記せ。



2

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

伸張反射は、動物一般で広く見られる反射であり、筋肉が外力によって伸ばされた時に、この変化を受容器によって検出し、筋肉が元の長さに戻るように収縮させる。伸張反射は、姿勢の維持・制御に重要な役割を果たす。下の図のように、ヒトが立っている時(図A)に、予期せぬ一時的な外力によって、膝が少し曲がった場合(図B)を考えてみよう。この時、膝を伸ばす働きをする大腿四頭筋が伸展されて、この筋内の が刺激される。 に生じた は、脊髄に伝えられ、そこでシナプスを介して、大腿四頭筋を支配する を興奮させる。 に生じた は、大腿四頭筋に伝えられて、筋肉をさらに収縮させる。その結果、膝は伸ばされて、元の直立姿勢が回復する(図C)。筋肉が元の長さに戻るため、 の活動も元に戻り、反射はもう起こらない。このようにある状態の変化が、変化の原因に働きかけて、その変化を打ち消すような調節のしかたは 調節(または制御)と呼ばれる。

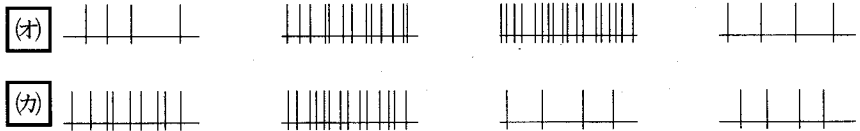


問 1 上の空欄 ~ に適切な語を入れよ。

問 2 下線部の調節方式では、状態変化ができるだけすばやく、その変化原因に働きかけて変化を打ち消す必要がある。ヒト伸張反射では、このすばやさをごどのようにして実現していると考えられるか。簡潔に述べよ。

問 3 前ページの図には、筋から脊髄に伝えられる感覚信号と、脊髄から筋に伝えられる運動制御信号が、それぞれ模式的に示されている。図中の太い矢印は、その伝導方向を示す。膝が曲がった図Bの状態におけるそれぞれの信号 **(オ)** および **(カ)** を表す組み合わせは、次の(1)~(4)のどれか。もっとも適切なものを1つ選んでその番号を答えよ。

(1) (2) (3) (4)



問 4 次の現象の中で、下線部の調節方式と直接関係のないものはどれか。(1)~(5)までの番号で選び、その理由を簡潔に記せ。なお、該当するものは1つとは限らない。複数を解答する場合にも、それぞれの理由を記せ。

- (1) 過酸化水素水に含まれる過酸化水素は、室温でも少しずつ水と酸素に分解しているが、生きている細胞と触れると、この分解がすばやく進む。
- (2) ヒト血中のチロキシンの濃度が減少すると、間脳の視床下部が脳下垂体前葉に働きかけて甲状腺刺激ホルモンを分泌させ、甲状腺活動を活発にする。
- (3) 繁殖期のイトヨの雄が作った巣に、魚の形をした模型を近づけてもイトヨは反応しないが、魚の形をしていないが腹部の赤い模型を近づけると、逆立ち姿勢で威嚇したりつついて攻撃したりする。
- (4) ヒト腎臓では、糸球体の毛細血管からボーマンのうへ血しょう中のタンパク質以外の物質がこし出された後に、水分は再吸収されて血管に戻るが、汗をかいたりして体液中の水分が減少すると、この再吸収が促進される。
- (5) ヒト目の虹彩は、明るい環境では拡大し瞳孔を縮小させるが、暗い環境では縮小して瞳孔を拡大させ、目に入る光量を環境に応じて変化させる。

3

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

メンデルはエンドウの7種類の表現形質に着目し、交配実験を行うことによって、遺伝の三法則である、優性の法則、分離の法則、独立の法則を発見した。独立の法則では、異なった2つの遺伝子はそれぞれ独立に子孫に伝わり、互いに干渉されることはない。しかしその後、2対の対立形質を支配する2対の遺伝子が同一染色体上に存在し、^a連携して行動をとる現象が見つかり、用いる形質によっては、メンデルが提唱した独立の法則がそのまま当てはまらないことがわかってきた。自然界でみられる様々な遺伝現象を眺めてみると、単純に優性の法則に当てはまらない発現様式をもつ遺伝子も数多く存在し、このような遺伝子間の相互作用は対立遺伝子間および非対立遺伝子間の両方におよぶ。また、性染色体上に存在する遺伝子は常染色体上の遺伝子とは異なった遺伝様式を示す。^b

問1 下線部 a, b に記されたことはそれぞれ一般に何とよばれているか。

問2 ハツカネズミの毛色は複数の遺伝子によって支配されており、対立遺伝子の組み合わせによって、様々な毛色が発現される。a, b, c と表記される3つの遺伝子座(遺伝子が染色体上に占める位置)において、 $aaBBCC$ の遺伝子型をもつ個体は黒色となり、 $AABBcc$ の遺伝子型をもつ個体は白子(白色, 赤眼)となる。これらの遺伝子型をもつハツカネズミを交配すると、生まれる雑種第一代の個体の遺伝子型は $AaBBCc$ となり、毛色は茶色となる。以下の問に答えよ。

- (1) この交配で得られた雑種第一代どうしを交配した場合、雑種第二代で出現するハツカネズミの毛色の種類とそれらの分離比はどのようなになるかを記せ。
- (2) a 遺伝子座に存在する遺伝子の働きについて述べよ。
- (3) A 遺伝子と B 遺伝子は異なる遺伝子座に存在し、ともに優性遺伝子であるが、毛色の発現に関しては、どのような相互関係にあるかを記せ。
- (4) c 遺伝子座は、そこに存在する対立遺伝子が優性遺伝子の場合と劣性遺伝子の場合では毛色の発現に大きな変化をもたらす。c 遺伝子座に存在する遺伝子の働きについて述べよ。

- (5) 得られた交配結果から推定される毛色の発現様式において、A 遺伝子と B 遺伝子に対する c 遺伝子の優劣関係について述べよ。

問 3 ヒトの ABO 血液型は、ある赤血球膜抗原を支配する遺伝子座に存在する 3 つの対立遺伝子 I^A 、 I^B および I^O の違いによって区別される。そして、これらの複対立遺伝子の組み合わせによって 4 種類の血液型が発現される。ヒトのある集団において血液型の頻度分布をしらべたところ、表に示したような頻度分布が見られた。以下の問に答えよ。

表 ABO 血液型とその遺伝子型および集団における頻度

赤血球の抗原に対応する血液型	血清中の抗体	遺 伝 子 型	集団中の頻度
O	抗 A, 抗 B	$I^O I^O$	25 %
A	抗 B	$I^A I^A$ あるいは $I^A I^O$	39 %
B	抗 A	$I^B I^B$ あるいは $I^B I^O$	24 %
AB	なし	$I^A I^B$	12 %

- (1) 3 つの対立遺伝子 I^A 、 I^B および I^O の優劣関係について述べよ。
 (2) この表に示した各血液型の頻度から、このヒト集団に占める I^A 、 I^B および I^O 遺伝子の頻度を記せ。

4

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

植物にとって花は種子をつくるための生殖器官である。花の多くはおしべとめしべの両方をもつ (ア) であるが、中にはおしべだけの花(雄花)や、めしべだけの花(雌花)からなる (イ) もある。また、個体あたりにつける花をみると、 (イ) をもつ植物でも、雄花と雌花を別々の個体(雄株、雌株)につける植物もあれば、雄花と雌花を同じ個体上にもつ植物もある。

植物は自由に動くことができない。したがって、受精に先だつ受粉に関して、 (ア) では同一の花内の花粉を受粉することも可能であるが、それ以外の場合は花粉を何か別の媒体に託して移動させる必要がある。前者のように同一の花内の花粉を受粉し、交配する繁殖を自殖、後者のように個体間で花粉をやりとりして交配する繁殖を他殖とよぶ。他殖の場合、花粉を運ぶ媒体として非生物的媒体と昆虫や鳥などの生物的媒体が考えられる。花粉を媒介する動物たちは、花のもつさまざまな特徴を目印に花を訪れ、花から栄養源となる花粉や蜜をもらうかわりに花粉を運ぶ役割を果たしている。

図1にはサクラソウにみられる花の2つのタイプを示した。サクラソウは近年の急激な自然開発により生育場所が失われ、絶滅が心配されている植物の1種である。サクラソウは (ア) をもつが、他殖を行うためにさまざまな特徴をもつ。サクラソウの自然集団では、それぞれのタイプの花をもつ個体がほぼ1:1の比率で観察される。早春に開花するサクラソウの花にはマルハナバチが訪れ、花粉を媒介する。このマルハナバチの舌(口器)の長さ^eとサクラソウの花筒の長さがほぼ同じであるため、マルハナバチが花筒の底にある蜜を吸うときに^{やく}薬の花粉が舌に付着する。ただし、それぞれのタイプの花が受粉できるのはマルハナバチが異なるタイプの花間を移動した場合だけであり、同じタイプの花間を移動した場合には受粉できない。さらに、この植物では仮に同一の花内の花粉が柱頭に受粉しても、生理的に受精が妨げられる自家不和合性というしくみも合わせもっている。

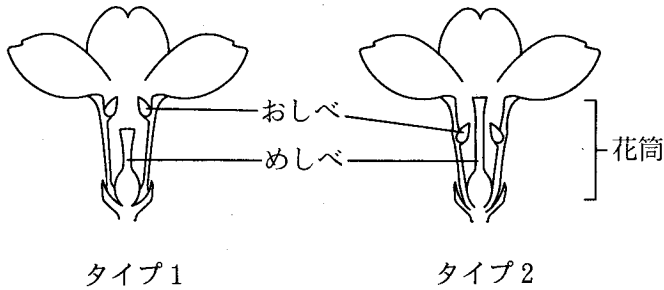


図1：サクラソウにみられる花の2つのタイプ(断面図)

問1 文章中の ア と イ にそれぞれ最も適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a と b に示すような特徴をもつ最も適切な被子植物を、次の(1)~(6)の中からそれぞれ1つ選び、番号で答えよ。

- | | | |
|---------|----------|----------|
| (1) ヘチマ | (2) イチョウ | (3) アブラナ |
| (4) フキ | (5) エンドウ | (6) イネ |

問3 下線部 c について、花粉を運ぶ非生物の媒体を2つあげよ。

問4 下線部 d について、花粉を媒介する動物たちにとって目印となる花の特徴を2つあげよ。

問5 下線部 e について、サクラソウのように現在絶滅が心配されている、あるいはすでに絶滅したと考えられている日本の野生生物を、植物と動物それぞれ1つずつ種名をあげよ。

問6 下線部 f について、このような現象が生じるしくみについて述べよ。

問7 下線部 g について、おしべとめしべの両方をもつ花において自家不和合性の有無を調べるためにはどのような実験を行うとよいか。予想される結果とともに述べよ。

問8 自殖と他殖の両繁殖様式には、それぞれ利点がある。自殖の利点を2つ述べよ。