

# 一般選抜 出題傾向／対策・出題のねらい

## 生 物

### 〈出題傾向〉

大問数は各日程とも4題であり、解答形式はA方式(1/29・30)が記述式であるのに対し、B方式はマーク式であった。

出題分野については、A方式(1/29)が、生物と遺伝子・顕微鏡の使い方と細胞の観察、生態系とその保全、免疫、動物の刺激の受容と反応、A方式(1/30)が、体内環境の調節、心臓と血液循環、バイオテクノロジー、動物の発生であった。また、B方式は、体内環境、生態と環境、光合成・種子の発芽、動物の刺激の受容と反応であった。

試験時間については、A方式(1/29・30)は80分あり、B方式は、問題量がA方式(1/29・30)とほぼ同じであるにも関わらず、60分(2科目通して120分)とやや少なめであった。

問題の難易度については、教科書の重要用語に関する知識を問う問題が多く出題されており、大学入学共通テストと同程度のレベルといえる。論述問題は、例年通り出題されなかった。計算問題は、A方式(1/29)で6問(マイクロメーターに関する問題が3問、生物濃縮に関する問題が1問、拒絶反応に関する問題が1問、抗体に関する問題が1問)、A方式(1/30)で4問(酸素解離曲線に関する問題が1問、制限酵素と環状DNAに関する問題が3問)、B方式で6問(生態ピラミッドに関する問題が3問、刺激に対する反応速度に関するが3問)出題され、B方式は例年よりやや多かった。思考力問題も出題されているため、暗記のみの学習では対応しきれないと思われる。

### 〈出題のねらい〉

#### 前期A方式(1月29日)

- I 生物と遺伝子に関する問題です。生物の特徴やDNAについて、基本的な知識を問うています。また、光学顕微鏡の基本操作を理解し、マイクロメーターを用いた測定の実験が正しくできるようにしておく必要があります。
- II 生態系とその保全に関する問題です。人間活動と生態系の関わりについて、広く知識を問うています。生物濃縮に関する計算では、有効数字に注意しながら、正しく計算することが必要です。
- III 免疫とタンパク質に関する問題です。抗体の多様性については、計算問題を通して理解を問うています。「生物基礎」と「生物」で学習する内容について総合的に問うているので、相互に関連付けながら学んでおくことよいでしょう。
- IV ヒトの神経系に関する問題です。中枢神経系について、各部位の位置やはたらきに関する理解を問うています。興奮の伝達経路についても理解しておく必要があります。

#### 前期A方式(1月30日)

- I 動物における体液の塩類濃度の調節に関する問題です。ヒトの血液の成分に関わる知識も必要です。カニの体液の塩類濃度の調節に関する問題では、与えられたグラフを読み取って考察する力が必要です。
- II ヒトのからだのさまざまな器官に関する問題です。おもな器官のはたらきと関連する内容について、広く知識を問うています。酸素解離曲線について、読み取り方を理解し、正しく計算

### 〈学習対策〉

重要用語に関する知識を問う問題が多く出題されているので、これらの知識問題を重点的に対策しておく必要がある。まずは、重要用語を1つ1つ丁寧に確認していくことから始めよう。

試験問題のつくりとして、まず各大問に長文が記載されており、長文中の穴埋め問題や下線部の用語に関してより詳しい知識・思考力を要する問題で構成されている。この傾向の問題に慣れるために、教科書に記載されている重要用語を空欄にしても答えられるようにしておこう。

また、計算問題は毎年出題されており、これらを正確に解くことができるかどうかを分ける大きなポイントだといえる。この傾向の問題は、暗記頼みで問題を解くことはできないため、教科書の例題、章末問題や過去問などを積極的に活用し、問題の解き方をよく確認しておこう。

実験・観察問題も毎年出題されており、表やデータを正確に読み取る思考力が求められる。教科書に記載されている実験・観察をよく読み、実験の目的と結果を結びつけながら理解し、考察できる力を身につけておこう。また、大学入学共通テストでは、このような思考力を要する問題が多く掲載されており、繰り返し問題を解いて慣れておこう。

生物基礎・生物からまんべんなく出題されるので、過去に取り組んだ模試や学校のテストの結果から自己分析をし、苦手な分野は重点的に学習していくようにしましょう。

できるようにしておきましょう。

- III バイオテクノロジーに関する問題です。遺伝子組換えや遺伝子導入、遺伝情報の解析について、詳細な理解を問うています。バイオテクノロジーを利用した研究や応用例についても学んでおきましょう。
- IV 動物の発生に関する問題です。ウニの受精と発生について、詳細な理解を問うています。ニワトリ胚を用いた実験を題材とした問題では、複数の実験を比較して考察する力が必要です。

#### 前期B方式(1月31日)

- I 生物の体内環境の維持に関する問題です。ヒトにおける自律神経系と内分泌系による調節について、広く知識を問うています。ヒトの体液濃度の調節に関連して、腎臓のはたらきについても学んでおきましょう。
- II 生態系における物質循環とエネルギーの流れに関する問題です。生態系では、呼吸や光合成などのさまざまな過程を通じて物質が循環していることを理解しておく必要があります。
- III 植物と光の関係に関する問題です。光合成について、詳細な理解を問うています。また、光合成色素や光受容体、植物ホルモンについても整理しておくことよいでしょう。
- IV 動物の骨格筋に関する問題です。ヒトの筋肉の構造と筋収縮のしくみについて、基本的な知識を問うています。カエルの神経筋標本を用いた実験を題材とした問題では、単位に注意しながら、正しく計算することが必要です。

A 1 生 物

I 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

生物の細胞には、核をもたない **A** 細胞と、核をもつ **B** 細胞がある。**A** 細胞でできた生物を **A** 生物、**B** 細胞でできた生物を **B** 生物とよぶ。

すべての細胞は細胞質をもち、細胞質の最も外側には **C** がある。**A** 細胞と植物細胞には、**C** の外側に **D** がある。細胞質にはさまざまな構造体と、その間を満たす **E** とよばれる液状の成分がある。

**A** 細胞の **DNA** は **E** 中に存在する。**A** 細胞は **B** 細胞よりも小さく、内部構造は単純である。

**B** 細胞の内部には、核のほかにも、さまざまな構造体があり、ミトコンドリアや葉緑体は、<sup>①</sup>光学顕微鏡を用いて観察することができる。

問1 **A** ~ **E** に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部①について、次の各問いに答えなさい。

(1) DNA の構造に関する記述として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. DNA のヌクレオチドの糖は、リボースである。
- イ. DNA のヌクレオチドの塩基には、ウラシルがある。
- ウ. DNA のヌクレオチドには、硫酸が含まれる。
- エ. 2本鎖DNAでは、グアニンとシトシンの数の割合が等しい。
- オ. 1分子のDNAには、高エネルギーリン酸結合が2箇所ある。

(2) DNA を抽出するための実験材料として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. ヒトの赤血球
- イ. ヒトの血小板
- ウ. ニワトリの卵白
- エ. コルクガシ(コルク片)の細胞壁
- オ. プロッコリーの花芽

問3 下線部②について、次の各問いに答えなさい。

(1) 光学顕微鏡の性能を示す1つの指標で、近接した2点を、2点として識別できる2点間の最小距離を何というか。その名称を答えなさい。

(2) 光学顕微鏡に関する記述として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、光学顕微鏡は上下左右が逆になって見えるものである。

- ア. 顕微鏡の倍率は、接眼レンズの倍率と対物レンズの倍率の和で求められる。
- イ. 低倍率より高倍率の方が、視野が明るくなる。
- ウ. 低倍率より高倍率の方が、焦点深度は深くなる。
- エ. 一般に、高倍率のときは、しぼりを開く。
- オ. 観察したいものを視野内で右上へ動かすには、プレパラートを右上へ動かす。

(3) 10倍の接眼レンズと10倍の対物レンズを用いて光学顕微鏡による観察を行った。接眼マイクロメーターを接眼レンズ内に、対物マイクロメーターをステージ上にセットして観察すると、次の図1のように見えた。このとき、接眼マイクロメーター1目盛りが示す長さ(μm)を答えなさい。ただし、対物マイクロメーターには、1mmを100等分した目盛りがついている。

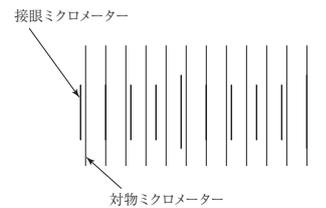


図1

(4) (3)と同じ倍率でオオカナダモの葉の細胞を観察すると、細胞内を緑色の顆粒が移動しており、接眼マイクロメーターの目盛り上を直線的に6目盛り分移動するのに3秒間かかった。この顆粒の移動速度(μm/秒)を答えなさい。

(5) (4)でみられたような、細胞内を緑色の顆粒が移動する現象を何というか。その名称を答えなさい。

(6) (3)に続いて対物レンズのみを40倍に変えて細胞を観察すると、ある構造体の長径が接眼マイクロメーター2目盛り分の長さと同じであった。この構造体の長径の長さ(μm)を答えなさい。

## II 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

生物の集団とそれを取り巻く環境を一つのまとまりとしてとらえるとき、これを生態系という。生物にとっての環境は、生物的環境と、温度、光、水、大気、土壌などからなる **A** 環境に分けられる。生態系は常に変化しているが、外部からのかく乱に対して復元力があり、多くの場合、変化の幅は一定の範囲内に維持されている。かく乱の中には、人間活動によるものもあるが、その程度が小さい場合は、里山のように持続的に維持される生態系も存在する。

近年、人間活動による生態系への影響が危惧されている。人間活動によって生じた二酸化炭素、メタン、フロンなどの **B** によって、地球温暖化が進んでいる。また、河川などに流入する生活排水が少ない場合には、水によって希釈され、微生物によって分解される自然浄化により、水質はやがてもとの状態に戻るが、このはたらきを越える生活排水が流れ込むと、栄養塩類の濃度が高くなる **C** が進み、湖沼では水面の近くで **D** プランクトンが異常に増殖し、アオコ（水の華）が発生することがある。そのほか、ペットが野生化したアライグマや、人為的に放されたオオクチバス、ウシガエルなどがほかの生物に影響を与えている例も挙げられる。

生態系を構成する生物の間には、食う食われるの関係がみられ、一連の鎖のようにつながっているため、これを食物連鎖という。食物連鎖の関係は網状になっており、これを **E** という。生態系の中では、**E** の上位にあって生態系のバランスを保つのに重要な役割を果たしている種が存在することがある。

問1 **A** ~ **E** に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問4 下線部③について、河川や海域などに有機物などを含む汚水が少量流入しても、自然浄化によってその水質はもとの状態に戻る。しかし、人間活動によって環境中に放出された物質のうち、一部の物質が生体内に外部環境よりも高い濃度で蓄積される現象が起こっている。次の各問いに答えなさい。

(1) 特定の物質が生体内に取り込まれて、生体内に外部環境よりも高い濃度で蓄積される現象の名称を答えなさい。

(2) 次の文章は、(1)の現象の影響について説明したものである。**F** に入れるのに最も適当な語句を、答えなさい。

生態系において、生産者を出発点とする食物連鎖の各段階を **F** という。(1)の現象は、たとえ、生態系に放出された有害物質が低濃度であっても **F** の上位の生物には深刻な影響を及ぼすことになる。

(3) ヒトにおいて、(1)の現象が起こる物質に該当する物質として適当なものを、次のア～カの中からすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. インスリン      イ. グルコース      ウ. DDT  
エ. アンモニア      オ. 有機水銀      カ. イスリン

(4) (1)の現象が起こる物質として物質Xがある。ある調査では、海水中の物質Xの濃度が  $3 \times 10^{-6}$  ppm、小型の魚類の体内では0.3ppm、大型の魚類の体内では1.5ppm、肉食性の大型鳥類の体内では15ppmであった。このとき、大型鳥類の体内には、海水中の何倍の濃度で物質Xが蓄積したことになるか。次の解答例にならって、有効数字1桁で答えなさい。なお、ppmは、質量の割合を表す単位（1ppm=100万分の1）である。  
解答例  $3 \times 10^2$ （倍）

問2 下線部①について、里山の雑木林に関する記述として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 極相林であり、人間によるかく乱の程度が小さければもとに戻る。  
イ. 放置されると、遷移が進行し、生物種の多様性が低下する。  
ウ. 林床には光が届きにくいので、ササや低木は生えにくい。  
エ. 定期的に伐採され、陰樹の芽生えの成長が促進される。  
オ. 人間によって維持されているため、動物などは生息していない。

問3 下線部②について、地球温暖化の影響に関する記述として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 森林限界の標高が低下する。  
イ. 干潟や砂浜の面積が拡大する。  
ウ. 春に咲く花の開花時期が遅くなる。  
エ. ホッキョクグマの個体数が増加する。  
オ. 低緯度地域に生息する生物が、高緯度地域に分布を広げる。

問5 下線部④について、アライグマやオオクチバス、ウシガエルなどの例にみられるような、人間活動によって意図的に、あるいは意図されずに本来の生息場所から別の場所に移されて定着した生物を何とよぶか。その名称を答えなさい。

問6 下線部⑤について、次の文章は、ある海域に生息する生物の関係について説明したものである。この文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

この海域には、コンブの一種であるジャイアントケルプが繁茂し、ジャイアントケルプの海中林を形成している。ジャイアントケルプの海中林では、ウニが生産者のジャイアントケルプを食べ、そのウニや魚類、甲殻類をラッコが食べている。この海域で生態系のバランスを保つのに重要な役割を果たしている種である **G** が急減すると、**H** が急増し、そして、**I** が急減した。その結果、魚類や甲殻類も減少し、生態系のバランスが崩れてしまった。

(1) 下線部⑤のような生物種を、一般に何とよぶか。その名称を答えなさい。

(2) **G** ~ **I** に入れる生物の組合せとして最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	G	H	I
ア	ジャイアントケルプ	ウニ	ラッコ
イ	ジャイアントケルプ	ラッコ	ウニ
ウ	ウニ	ジャイアントケルプ	ラッコ
エ	ウニ	ラッコ	ジャイアントケルプ
オ	ラッコ	ジャイアントケルプ	ウニ
カ	ラッコ	ウニ	ジャイアントケルプ

Ⅲ 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

ヒトのからだには、細菌やウイルスなどの病原体が体内に侵入することを防ぎ、体内に侵入した病原体を排除する生体防御のしくみが備わっている。生体防御は、物理的・化学的防御、自然免疫、適応免疫（獲得免疫）に分けられる。

物理的・化学的防御は、病原体の侵入を防ぐしくみである。たとえば、皮膚の表面は死細胞からなる **A** で覆われており、病原体の侵入を物理的に防ぐ。また、だ液や涙などに含まれる **B** という酵素は、細菌の細胞壁を分解し、細菌の侵入を化学的に防ぐ。

傷口などから組織に侵入した病原体に対し、まず、自然免疫がはたらく。自然免疫は、おもにマクロファージ、樹状細胞、**C** による、食作用と、がん細胞や感染細胞などへの攻撃に分けられる。自然免疫で排除できなかつた病原体に対しては、適応免疫がはたらく。

適応免疫が開始されるとき、樹状細胞は、食作用によって取り込んだ病原体の一部（抗原）を細胞表面の MHC 抗原 というタンパク質にのせて T 細胞に提示する。T 細胞は、細胞表面にある **D** により樹状細胞が提示する抗原と MHC 抗原に接触する。T 細胞は細胞ごとに異なる **D** をもち、提示された抗原と MHC 抗原に結合できる **D** をもった T 細胞だけが、特異的に活性化される。

T 細胞のうち、活性化したヘルパー T 細胞は、その抗原を認識できるキラー T 細胞や B 細胞を増殖・活性化させる。B 細胞は活性化すると、**E** に分化して、抗体を体液中に分泌する。抗体は抗原と結合して病原体の排除にはたらく。このように抗体が関与する免疫を、体液性免疫という。また、活性化したキラー T 細胞は、病原体に感染した細胞を認識し、その細胞を直接攻撃する。このようにキラー T 細胞が直接感染細胞を攻撃する免疫を、細胞性免疫という。

なんらかの原因で自己の細胞が攻撃されると、自己免疫疾患が引き起こされる。

問 1 **A** ～ **E** に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問 2 下線部①について、次の各問いに答えなさい。

(1) 食作用では、細胞膜が内部にくぼみ、細胞内に小胞をつくることで細胞外の病原体などを取り込む。このように細胞外の物質を細胞内に取り込む作用を何というか。その名称を答えなさい。

(2) 自然免疫ではたらく細胞の中には、細胞膜に TLR（トル様受容体）とよばれるタンパク質をもつものがある。TLR に関する記述として最も適当なものを、次のア～エの中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

ア. TLR は樹状細胞だけがもっている。

イ. 1 つの TLR は、あらゆる抗原を認識できる。

ウ. TLR には、ウイルスの RNA や細菌の細胞壁の成分を認識するものがある。

エ. TLR は同じ抗原に出会うと、二次応答により強く活性化される。

問 3 下線部②について、自然免疫では、病原体に感染した細胞やがん細胞などがもつ特徴を認識して、その細胞を排除するリンパ球がはたらく。そのリンパ球の名称を答えなさい。

問 4 下線部③について、ヒトの MHC 抗原は、HLA とよばれる。HLA 遺伝子は連鎖している 6 対の遺伝子群によって構成されるが、染色体上で近接しているため、乗換えや組換えは起こらない。そのため、連鎖している 6 個の HLA 遺伝子のセットがそのまま配偶子に入り、子に伝わると考えてよい。HLA 遺伝子それぞれは、対立遺伝子が極めて多く、他人と一致することはほとんどない。臓器移植では、HLA 遺伝子の型が異なると拒絶反応が起こる。両親の HLA 遺伝子の型が、仮に次の(a)～(c)の場合、両親から生まれた兄弟姉妹の間で臓器移植を行ったときに拒絶反応が起こらない確率 (%) を、それぞれ答えなさい。ただし、両親は共通の HLA 遺伝子をもたず、兄弟姉妹は一卵性双生児ではないものとする。

(a) 両親ともにホモ接合

(b) 父親がホモ接合、母親がヘテロ接合

(c) 両親ともにヘテロ接合

問 5 下線部④について、次の各問いに答えなさい。

(1) 抗体の本体としてはたらくタンパク質を何というか。その名称を答えなさい。

(2) 抗体は 2 本の H 鎖と 2 本の L 鎖からなり、H 鎖と L 鎖の先の部分は可変部、それ以外の部分は定常部とよばれ、可変部は B 細胞ごとにアミノ酸配列が異なる。H 鎖の可変部の遺伝子領域には、V 遺伝子断片群、D 遺伝子断片群、J 遺伝子断片群が存在し、B 細胞が成熟するときに、3 つの遺伝子断片群から遺伝子断片がそれぞれ 1 つずつ選ばれて、連結され、H 鎖の可変部の遺伝子が再構成される。一方、L 鎖の可変部の遺伝子領域には、V 遺伝子断片群と J 遺伝子断片群が存在し、同様の連結と再構成が行われる。この結果、抗体の多様性が生じることになる。

H 鎖の V 遺伝子断片、D 遺伝子断片、J 遺伝子断片がそれぞれ 40 種類、25 種類、6 種類あり、L 鎖の V 遺伝子断片、J 遺伝子断片がそれぞれ 35 種類、5 種類ある場合、抗体の可変部の組合せは理論上、何通りになるか。次の解答例にならって、有効数字 2 桁で答えなさい。

解答例  $3.4 \times 10^4$  (通り)

問6 下線部⑤について、次の各問いに答えなさい。

- (1) 自己の細胞や成分を抗原として認識する受容体をもつT細胞もつくられる。しかし、このようなT細胞は、未熟な段階で選別され、死滅して排除されたり、成熟した場合でもはたらきが抑えられたりするため、自己の細胞や成分を攻撃する免疫反応はふつう起こらない。その状態の名称を答えなさい。
- (2) 次のa～eのうち、自己免疫疾患に該当する疾患の組合せとして最も適当なものを、後のア～キの中から1つ選び、記号で答えなさい。
- a. インフルエンザ
  - b. 花粉症
  - c. 関節リウマチ
  - d. I型糖尿病
  - e. II型糖尿病
- ア. a, b      イ. a, c      ウ. b, c      エ. b, d  
 オ. c, d      カ. c, e      キ. d, e

IV 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

ヒトの神経系は、末梢神経系と中枢神経系に分けられる。末梢神経系は大きく分けると、**A**神経系と自律神経系に分けられる。**A**神経系はさらに感覚神経と運動神経に分けられ、自律神経系はさらに交感神経と**①副交感神経**に分けられる。

中枢神経系は脳と脊髄からなる。ヒトの脳は、背中側にある小脳を除くと、**②大脳**から脊髄の方向へ順に、大脳、**B**、**C**、**③延髄**と並び、延髄は脊髄とつながっている。なお、**C**と延髄の間には、橋という、大脳からの情報を小脳に中継して運動を制御している部分がある。**④脊髄には、受容器や効果器を大脳とつなぎ、感覚や運動の興奮の伝達経路としての機能がある。**また、脊髄には意識とは無関係に起こる**⑤反射**の中枢が存在する。

問1 **A**～**C**に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部①について、副交感神経の軸索の末端からは、標的器官に向けてアセチルコリンが放出される。アセチルコリンのような、シナプスにおいて隣の細胞へと情報を運ぶ化学物質を何とよぶか。その名称を答えなさい。

問3 下線部②について、次の文章はヒトの大脳皮質について説明したものである。**D**～**G**に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

大脳皮質は、ニューロン（神経細胞）の**D**が集まった部分で、**E**と**F**とからなる。**E**は原始的な行動や基本的な感情と関連する行動の中枢である。また、**F**には随意運動の中枢である運動野、視覚や聴覚などの感覚の中枢である感覚野、記憶、思考、推理、言語、計算などの高度な精神活動の中枢である**G**野がある。

問4 下線部③について、ヒトの延髄のはたらきの説明として最も適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 呼吸運動や心臓拍動などの調節中枢がある。
- イ. からだの平衡を保ったり、運動の調節を行ったりしている。
- ウ. 血糖濃度の調節を行う中枢がある。
- エ. 姿勢保持や眼球運動の調節中枢がある。
- オ. 自律神経の最高中枢がある。

問5 下線部④について、次の図1は、ヒトの大脳から脊髄に至るまでの興奮の伝達経路の一部を模式的に示したものである。右足の痛覚を伝える興奮の伝達経路は図1中の**X**であり、右足の圧覚を伝える興奮の伝達経路は図1中の**Y**である。図1において、後の(a)と(b)のような損傷が起きた場合の感覚はどうか。その感覚があると考えられるものには「○」を、ないと考えられるものには「×」を、それぞれ答えなさい。なお、図1中にはからだの右側の伝達経路のみが示されており、左側の伝達経路は示されていないが、実際には左側にも存在する。

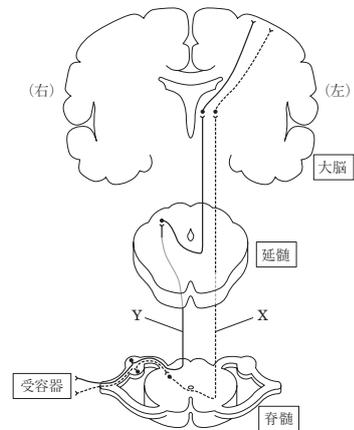


図1

- (a) 大脳皮質の右側全部の領域が損傷を受けた場合の左足の痛覚
- (b) 脊髄の左側半分領域のみが損傷を受けた場合の右足の圧覚

問6 下線部⑤について、次の図2は、ヒトが熱いものに触れたときに起こる屈筋反射の興奮の伝達経路を模式的に示したものである。後の各問いに答えなさい。

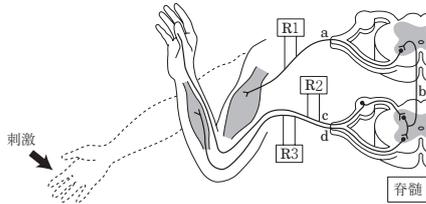


図2

- (1) 図2に示すような、反射における興奮の伝達経路を何というか。その名称を答えなさい。
- (2) 図2中のa～cの名称として最も適当なものを、それぞれ次のア～オの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。
- ア. 運動神経                      イ. 感覚神経                      ウ. 介在ニューロン  
 エ. 交感神経                      オ. 副交感神経

(生物問題 おわり)

A2 生 物

I 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

①単細胞生物と異なり、多細胞生物の動物の細胞は、体液とよばれる液体に浸されている。細胞を取り囲む体液は、 A  環境とよばれ、 血液 、リンパ液、 B に分けられる。体液にはさまざまな物質が溶け込んでいるが、陽イオンでは C イオンが、陰イオンでは D イオンが最も多い。

②細胞は外液の塩類濃度の影響を受けるため、ヒトの細胞などをを用いた研究では、 生理食塩水 など、体液と同じ塩類濃度の溶液を用いることが多い。ヒトなどの哺乳類では、 体液の塩類濃度はおもに腎臓で調節されている 。

③水中に生息する動物には、体液の塩類濃度を調節できるものが多い。たとえば、魚類は体液の塩類濃度を調節できるが、魚類の中でも 海水生硬骨魚類 と 淡水生硬骨魚類 は、それぞれ生息している水中の塩類濃度が大きく異なるため、 体液の塩類濃度の調節方法が異なる 。また、 無脊椎動物 では生息環境の違いによって、 体液の塩類濃度を調節する能力に違いがみられる 。

問1  A  ～  D  に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部①について、単細胞生物のゾウリムシがもつ、細胞内の余分な水を体外に排出するための細胞小器官を何というか。その名称を答えなさい。

(3) 図2中のR1～R3は、それぞれ電位変化を記録する装置である。a～dのニューロンを、それぞれ閾値以上の刺激で刺激した場合の結果として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. aを刺激すると、R1とR2では電位変化が記録されるが、R3では記録されない。  
 イ. bを刺激すると、R1では電位変化が記録されるが、R2とR3では記録されない。  
 ウ. cを刺激すると、R1とR2では電位変化が記録されるが、R3では記録されない。  
 エ. dを刺激すると、R2では電位変化が記録されるが、R1とR3では記録されない。

問3 下線部②について、ヒトの血液に関する記述として適当なものを、次のア～オの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 血しょうの構成成分(質量パーセント濃度)のうち、水以外ではグルコースが最も多い。  
 イ. 有形成分のうち、大きさ(直径)が最も大きいのは白血球である。  
 ウ. 有形成分のうち、血液1mm<sup>3</sup>あたりの数が最も多いのは血小板である。  
 エ. 有形成分のうち、血液1mm<sup>3</sup>あたりの数が最も少ないのは赤血球である。  
 オ. 有形成分のうち、赤血球以外は核をもつ。

問4 下線部③について、ヒトの赤血球をさまざまな濃度(質量パーセント濃度)の食塩水に浸したときの変化として適当なものを、次のア～カの中から2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 0.6%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさが大きくなる。  
 イ. 0.6%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさが小さくなる。  
 ウ. 0.6%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさは変化しない。  
 エ. 2.0%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさが大きくなる。  
 オ. 2.0%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさが小さくなる。  
 カ. 2.0%の食塩水に浸すと、赤血球の大きさは変化しない。

問5 下線部④について、ヒトの腎臓における水の再吸収を促進するホルモンと、そのホルモンを分泌する内分泌腺を何というか。その名称を、それぞれ答えなさい。

# 生物〔前期A方式 1/30〕

問6 下線部⑤について、次の各問いに答えなさい。

- 淡水生硬骨魚類は、体液の塩類濃度の低下を防ぐために外液から塩類を取り込んでいる。腎臓や腸以外に、淡水生硬骨魚類が積極的に塩類を吸収する器官を何というか。その名称を答えなさい。
- 淡水生硬骨魚類と海水生硬骨魚類の尿の量、および尿の濃度の組合せとして最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	淡水生硬骨魚類		海水生硬骨魚類	
	尿の量	尿の濃度	尿の量	尿の濃度
ア	少量	体液と等しい	少量	体液と等しい
イ	少量	体液と等しい	多量	体液より濃い
ウ	少量	体液と等しい	多量	体液と等しい
エ	多量	体液よりうすい	少量	体液と等しい
オ	多量	体液よりうすい	少量	体液より濃い
カ	多量	体液よりうすい	多量	体液と等しい

問7 下線部⑥について、次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

次の図1中のX～Zは、3種類のカニ（常に塩類濃度が一定の外洋に生息するカニ、多量の淡水が流入することもある河口に生息するカニ、繁殖や成長のために海と川を往来するカニ）を塩類濃度の異なる環境においたとき、体液の塩類濃度がどのように変わるかを調べた実験結果である。なお、図1中の塩類濃度は、海水の塩類濃度を1としたときの相対値で示してある。また、外界の塩類濃度が図1中のそれぞれのグラフで示された範囲外では、それぞれのカニは生存できない。

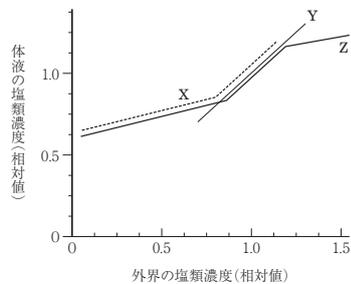


図1

- 3種類のカニのそれぞれに該当するグラフの組合せとして最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	外洋に生息するカニ	河口に生息するカニ	海と川を往来するカニ
ア	X	Y	Z
イ	X	Z	Y
ウ	Y	X	Z
エ	Y	Z	X
オ	Z	X	Y
カ	Z	Y	X

- 図1中のX～Zのそれぞれに該当する記述として最も適当なものを、それぞれ次のア～エの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

- 体液の塩類濃度を調節するしくみをもっていない。
- 海水中では体液の塩類濃度を調節しないが、外界の塩類濃度が極端に低下すると、体液の塩類濃度を調節するようになる。
- 海水中では体液の塩類濃度を調節するが、外界の塩類濃度が極端に低下すると、体液の塩類濃度を調節しなくなる。
- 淡水中でも海水中でも、広い塩類濃度の範囲で体液の塩類濃度を調節できる。

II 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

ヒトのからだでは、さまざまな器官がはたらいて生命活動が維持されている。ヒトのおもな器官には、血液循環にはたらく心臓、最大の臓器であり、さまざまな化学反応を通して血液中の物質濃度を調節する **A**、老廃物の排出や体液濃度の調節を行う腎臓などがある。

ヒトの心臓は、2心房2心室できており、心房と心室の壁は心筋でできている。<sup>①</sup>ヒトの血液の循環は、血液を肺に送り出して心臓に戻る **B** 循環と、血液を全身に送り出して心臓に戻る **C** 循環からなる。心臓から送り出された動脈血は、からだの各部に酸素を供給する。ヒトの血管系は、動脈と静脈の間を毛細血管がつながっており、<sup>②</sup>**D** 血管系とよばれる。一方、昆虫などの血管系は、<sup>③</sup>**E** 血管系とよばれ、毛細血管をもたない。

問1 **A** ～ **E** に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。

問2 下線部①について、次の図1は、ヒトの心臓を模式的に示したものである。後の各問いに答えなさい。なお、図1中のaは心臓に接続する血管、bは心臓の部分、c～fは弁を、それぞれ示している。

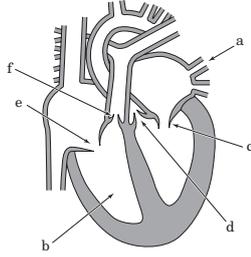


図1

(1) 図1中のa・bの名称の組合せとして最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	a	b
ア	肺静脈	右心室
イ	肺静脈	左心室
ウ	肺動脈	右心室
エ	肺動脈	左心室
オ	大静脈	右心室
カ	大静脈	左心室

(2) 図1中のc～fに関する記述として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. cとdが存在する部分を流れる血液は、静脈血である。
- イ. cとeが開いている間は、心室の容積は増加する。
- ウ. dとfは、静脈から心室に血液が流れることを防ぐ。
- エ. eとfが存在する部分を流れる血液は、動脈血である。

(3) 心臓は、ほかからの刺激がなくても、一定のリズムで自動的に拍動する。これは、右心房に自動的に周期的な電気信号を発する特殊な細胞があるためである。この細胞が集まっている部分を何というか。その名称を答えなさい。

問3 下線部②について、ヒトと同様に2心房2心室の心臓の構造をもつ生物として最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. アメリカザリガニ
- イ. カモメ
- ウ. ニシキヘビ
- エ. ゾウガメ
- オ. トノサマガエル
- カ. コイ

問4 下線部③について、動脈血には酸素が多く含まれている。酸素の運搬を担うのは赤血球に含まれるヘモグロビンである。血液中の全ヘモグロビンに対する酸素ヘモグロビン（酸素と結合したヘモグロビン）の割合は、血液中の酸素濃度により変化する。次の図2は、ヒトの肺および組織における二酸化炭素濃度での変化をグラフにしたものである。後の各問いに答えなさい。

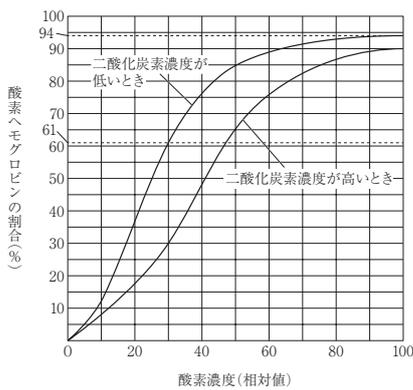


図2

(1) ヘモグロビンは2種類のポリペプチドが2本ずつ集合した構造をもつタンパク質である。このように複数のポリペプチドが組み合わさってできるタンパク質の立体構造を何というか。その名称を答えなさい。

(2) ヘモグロビンは、ヘムとよばれる色素をもつ。ヘモグロビンに結合する酸素分子は、ヘムに含まれる金属と結合する。その金属の名称を答えなさい。

(3) ヘモグロビンが分解されてできる胆汁の成分を何というか。その名称を答えなさい。

(4) 図2の曲線を何というか。その名称を答えなさい。

(5) 図2において、肺胞の酸素濃度（相対値）を100、組織の酸素濃度（相対値）を30とする。肺胞の酸素ヘモグロビンのうち、約何%が組織で酸素を放出するか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、肺胞から組織に至るまでの間に、酸素ヘモグロビンはまったく酸素を放出しないものとする。

(6) 酸素ヘモグロビンの割合が低下する条件として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 血液中の二酸化炭素濃度が低い。
- イ. 血液中の酸素濃度が高い。
- ウ. 血液中の温度が高い。
- エ. 血液中のpHが高い。

III 次の  $\alpha$ ・ $\beta$  の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

$\alpha$  制限酵素と、DNA断片をつなぐ酵素である **A** を用いて、次の実験1～4を行った。ただし、bpはDNAの塩基対数を表し、1bpが1塩基対である。また、1000bp = 1 kbpである。

- 実験1 制限酵素 P で、ある細菌から得た3.0kbpの環状DNAを切断したところ、1箇所が切断された。
- 実験2 ある生物のDNAを制限酵素 P で切断し、遺伝子 X を含む1.5kbpのDNA断片を得た。
- 実験3 実験1と実験2で得られた2つのDNA断片を試験管内で混合し、**A** を加えて連結させて4.5kbpの環状DNAを得た。
- 実験4 実験3で得られた4.5kbpの環状DNAを3種類の制限酵素 P～Rを用いて切断し、電気泳動すると、次の表1に示すDNA断片が生じた。

用いた制限酵素	DNA断片 (kbp)
制限酵素 P	3.0, 1.5
制限酵素 P, 制限酵素 Q	2.0, 1.5, 1.0
制限酵素 P, 制限酵素 R	3.0, 1.0, 0.5

表1

問1 **A** に入れるのに最も適当な語句を、答えなさい。

問2 下線部①について、次の各問いに答えなさい。

- (1) 制限酵素に関する記述として適当なものを、次のア～オの中から2つ選び、記号で答えなさい。
- ア. スクレオチド鎖の糖とリン酸の結合を切断する。  
 イ. スクレオチドの糖と塩基の結合を切断する。  
 ウ. ヒトの細胞中に存在する。  
 エ. 細菌が自己防衛として、外来DNAの侵入を防ぐためにもつ。  
 オ. 制限酵素では、ヒトのDNAは切断できない。

(2) 次の図1は、制限酵素 *EcoRI* が認識して切断するDNAの塩基配列について示したものである。*EcoRI* を1000塩基対のDNA断片に作用させると、理論上、いくつの断片が生じるか。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、DNAの塩基配列はランダムであるとする。

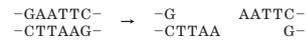


図1

問3 実験1で用いた3.0kbpの環状DNAに含まれるアデニンの割合(数の割合)は22%であり、実験3で得られた4.5kbpの環状DNAに含まれるアデニンの割合は25%であった。遺伝子 X を含む1.5kbpのDNA断片に含まれるアデニンとシトシンの割合は、それぞれ何%か。小数第1位を四捨五入して整数で答えなさい。

問4 遺伝子 X を含む1.5kbpのDNA断片の塩基配列のうち、アミノ酸の決定に使われている領域が70%のとき、遺伝子 X から決定されるアミノ酸の数を答えなさい。

問5 下線部②について、電気泳動に関する次の記述 a～cのうち、正しいものを過不足なく含むものを、後のア～キの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- a. DNAの塩基数が多いほど、移動距離が大きくなる。  
 b. 電極間に電圧をかけると、DNAは- (マイナス) 極方向に移動する。  
 c. DNAの移動距離から、塩基数を推定することができる。

- ア. a                      イ. b                      ウ. c                      エ. a, b  
 オ. a, c                    カ. b, c                   キ. a, b, c

問6 実験3で得られた4.5kbpの環状DNAを制限酵素 Q と制限酵素 R を同時に用いて切断すると、2つのDNA断片が生じた。その2つのDNA断片の塩基対数 (kbp) の組合せは2通りが考えられる。その2通りの組合せを、それぞれ答えなさい。

$\beta$  プラスミドは、大腸菌内で増殖する小型の環状DNAである。特定の遺伝子を組み込んだプラスミドを大腸菌に導入すると、大腸菌の細胞内でプラスミドが増殖して組み込まれた遺伝子が発現し、タンパク質が合成される。

次の図2に示すプラスミドにGFP (緑色蛍光タンパク質) の遺伝子を組み込み、大腸菌に導入する実験を行った。このプラスミドには、アンピシリン (抗生物質) 耐性遺伝子 (*amp<sup>r</sup>*) とラクトース分解酵素である  $\beta$ -ガラクトシダーゼの遺伝子 (*lacZ*) がある。GFPの遺伝子が組み込まれる領域は *lacZ* の中にあり、GFPの遺伝子が組み込まれると *lacZ* は分断されて正常な  $\beta$ -ガラクトシダーゼは合成されない。なお、図2中の矢印は、転写の方向を示している。

制限酵素を用いてクラゲのGFPの遺伝子を含むDNA断片を切り出した。また、同じ酵素で図2のプラスミドも切断した。両者を混ぜて、組換えプラスミドを作製し、大腸菌に導入した。アンピシリンと X-gal ( $\beta$ -ガラクトシダーゼが作用すると、青色となる物質) を大腸菌の寒天培地に加えて大腸菌を培養すると、後の図3に示すような青色のコロニーと白色のコロニーの形成が観察された。なお、用いた大腸菌自身は、*amp<sup>r</sup>* も *lacZ* もっていない。

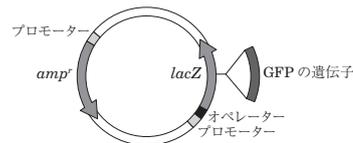


図2

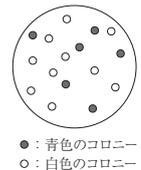


図3

問7 下線部③について、プラスミドのように、外来の遺伝子をほかの細胞に運ぶはたらきをもつものを何というか。その名称を答えなさい。

問8 青色のコロニーと白色のコロニーでは、どのような大腸菌が増殖したと考えられるか。最も適当なものを、それぞれ次のア～エの中から1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ア. プラスミドを取り込まなかった大腸菌
- イ. プラスミドを取り込まなかったが、GFPの遺伝子が組み込まれた大腸菌
- ウ. GFPの遺伝子が組み込まれなかったプラスミドを取り込んだ大腸菌
- エ. GFPの遺伝子が組み込まれたプラスミドを取り込んだ大腸菌

問9 図3中にみられるコロニーを形成した大腸菌のうち、紫外線を照射すると緑色蛍光を発する大腸菌に関する記述として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 白色のコロニーを形成し、GFPの遺伝子が転写の順方向に組み込まれたプラスミドをもつ。
- イ. 白色のコロニーを形成し、GFPの遺伝子が転写の逆方向に組み込まれたプラスミドをもつ。
- ウ. 青色のコロニーを形成し、GFPの遺伝子が転写の順方向に組み込まれたプラスミドをもつ。
- エ. 青色のコロニーを形成し、GFPの遺伝子が転写の逆方向に組み込まれたプラスミドをもつ。

IV 次のα・βの文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

α ウニの受精では、未受精卵のゼリー層に精子が到達すると、精子の先端が壊れて先体の内容物を放出し、突起が形成される。この反応を **A** とよぶ。最初に卵に到達した精子は、<sup>①</sup>ゼリー層の下にある **B** を通過して卵の細胞膜と融合して卵内へ進入する。このとき、<sup>②</sup>卵の膜電位が変化してほかの精子は卵に進入できなくなる。また、卵内では、卵の細胞質の表層にある **C** の中身が、卵の細胞膜と **B** の間に放出される。さらに、**B** は **C** から放出された物質により、卵の細胞膜から離れて **D** となり、ほかの精子が卵に進入することを防ぐ。

受精卵は、<sup>④</sup>卵割を開始する。**E** 期までは等割が起こるため、各割球は同じ大きさである。続く、4回目の卵割で、動物半球に **a** 個の中割球が生じ、植物半球にそれぞれ **b** 個の大割球と小割球が生じる。さらに卵割が進むと、胚は桑実胚、胞胚を経て原腸胚となる。胚はその後、プリズム幼生を経てプルテウス幼生となり、変態してウニの成体になる。

- 問1 **A** ~ **E** に入れるのに最も適当な語句を、それぞれ答えなさい。
- 問2 下線部①について、この突起を形成する細胞骨格を何というか。その名称を答えなさい。
- 問3 下線部②について、このときウニの卵の膜電位を測定すると、 $-70\text{mV}$  から瞬時に $+20\text{mV}$ まで上昇しており、これによりほかの精子の進入を防ぐ。最初の精子の進入時に卵の細胞内に流入して膜電位の上昇を引き起こすイオンの名称を答えなさい。

問4 下線部③について、**C** のような小胞が、細胞膜と融合して内部の物質を細胞外へ放出する現象を何というか。その名称を答えなさい。

問5 下線部④について、ウニの卵割に関する記述として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. DNA合成が起こらない。
- イ. 分裂のたびに割球が小さくなる。
- ウ. 胞胚期から原腸胚期にも起こる。
- エ. 通常の体細胞分裂よりも細胞周期が長い。

問6 下線部⑤について、次の各問いに答えなさい。

(1) **a** ・ **b** に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、次のア～カの中から1つ選び、記号で答えなさい。

	a	b
ア	4	2
イ	4	4
ウ	4	8
エ	8	2
オ	8	4
カ	8	8

(2) 16細胞期のウニの胚を用い、次の実験1～3を行った。

- 実験1 中割球を分離して発生させると、外胚葉になった。
- 実験2 小割球を分離して発生させると、骨片をつくる中胚葉になった。
- 実験3 中割球と、染色した小割球を組み合わせ発生させると、小さいが完全なプルテウス幼生になった。なお、プルテウス幼生で染色されていたのは骨片だけだった。

実験1～3に関する記述として最も適当なものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 小割球は中割球の予定運命を変え、外胚葉を誘導した。
- イ. 小割球は中割球の予定運命を変え、内胚葉を誘導した。
- ウ. 中割球は小割球の予定運命を変え、外胚葉を誘導した。
- エ. 中割球は小割球の予定運命を変え、内胚葉を誘導した。

# 生物〔前期A方式 1/30〕

β 発生の過程では、多細胞の胚になると、細胞間での相互作用が起こり、未分化の細胞が分化し、特定の組織や器官が形成されていく。

ニワトリ胚において、将来、羽毛が生える背中の皮膚を、表皮と真皮に分けた。また、将来、鱗になる肢の皮膚を、表皮と真皮に分け、次の実験1～5を行った。

実験1 背中の表皮、背中の真皮、肢の表皮、肢の真皮を、それぞれ単独で培養しても、羽毛や鱗のある皮膚に分化しなかった。

実験2 背中の表皮と背中の真皮を組み合わせて培養すると羽毛が、肢の表皮と肢の真皮を組み合わせて培養すると鱗が生じた。

実験3 背中の表皮と肢の真皮を組み合わせて培養すると鱗が、背中の真皮と肢の表皮を組み合わせて培養すると羽毛が生じた。

実験4 実験2、実験3を行うときに、表皮と真皮の間に小さな穴のあいた膜をはさんでも、同様の結果が得られた。

実験5 実験1～3をふまえ、肢の真皮と背中の表皮を切り出す胚の時期を変えて実験すると、次の表1の結果が得られた。

実験番号	背中の表皮	肢の真皮	表皮の変化
I	5日胚	10日胚	羽毛
II	5日胚	13日胚	鱗
III	5日胚	15日胚	鱗
IV	8日胚	10日胚	羽毛
V	8日胚	13日胚	羽毛
VI	8日胚	15日胚	羽毛

表1

問7 ニワトリの皮膚のうち、表面を覆う表皮は上皮組織、その内側の真皮は結合組織に含まれる。動物の器官を構成する組織には、ほかにどのようなものがあるか。その名称を、2つ答えなさい。

問8 実験1～5の結果を考察した次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。

実験1～4の結果から、ニワトリ胚の皮膚の分化を決定する形成体は **F** で、**F** は誘導物質を分泌することがわかる。また、実験5の実験番号Iで鱗が分化しないのは、**c** ためであると考えられる。さらに、実験5の実験番号V、実験番号VIで羽毛が分化しているのは、**d** ためであると考えられる。

- (1) **F** に入れるのに最も適当な語句を、答えなさい。
- (2) 次のW～Zの記述のうち、**c** ・ **d** に入れる記述の組合せとして最も適当なものを、後のA～クの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- W. 表皮の誘導作用が現れていない  
 X. 真皮の誘導作用が現れていない  
 Y. 表皮が羽毛に分化することがすでに決定している  
 Z. 真皮が羽毛に分化することがすでに決定している

	c	d
ア	W	Y
イ	W	Z
ウ	X	Y
エ	X	Z
オ	Y	W
カ	Y	X
キ	Z	W
ク	Z	X

(生物問題 おわり)

# 生物〔前期B方式 1/31〕 (時間：他の試験科目1科目とあわせて2科目で120分)

## B 生 物

I 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。解答番号は **1** ～ **12**。

すべての生物は、体内環境を一定に保つ性質をもつ。ヒトでは、自律神経系と内分泌系が協調することにより、血糖濃度や体液中の塩類濃度、体温などが一定の範囲に保たれている。

問1 下線部Aについて、次の図1は、ヒトの血糖濃度調節のしくみを模式的に表したものである。ただし、図1中の **エ** ・ **オ** は神経を示している。また、**カ** ～ **サ** は、からだの部分を示しており、**ク** と **ケ**、および **コ** と **サ** は、それぞれ同じ器官に存在する。このことについて、後の各問いに答えなさい。

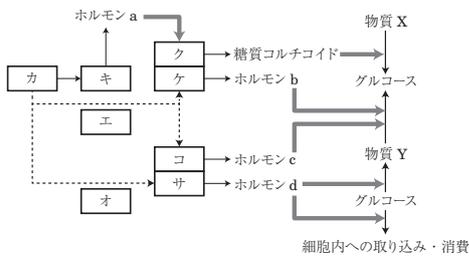


図1

- (1) 健康なヒトの血液中のグルコース濃度 (mg/100mL) として最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **1**。
- ① 約0.01mg/100mL                      ② 約0.1mg/100mL  
 ③ 約1.0mg/100mL                      ④ 約10mg/100mL  
 ⑤ 約100mg/100mL                      ⑥ 約1000mg/100mL

(2) 図1中の **エ** ・ **オ**、および **カ** ・ **キ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **2**。

	エ	オ	カ	キ
①	交感神経	副交感神経	間脳視床下部	脳下垂体前葉
②	交感神経	副交感神経	脳下垂体前葉	間脳視床下部
③	副交感神経	交感神経	間脳視床下部	脳下垂体前葉
④	副交感神経	交感神経	脳下垂体前葉	間脳視床下部

(3) 図1中の **ク** ～ **サ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **3**。

	ク	ケ	コ	サ
①	副腎髄質	副腎皮質	すい臓 ランゲルハンス島 A細胞	すい臓 ランゲルハンス島 B細胞
②	副腎髄質	副腎皮質	すい臓 ランゲルハンス島 B細胞	すい臓 ランゲルハンス島 A細胞
③	副腎皮質	副腎髄質	すい臓 ランゲルハンス島 A細胞	すい臓 ランゲルハンス島 B細胞
④	副腎皮質	副腎髄質	すい臓 ランゲルハンス島 B細胞	すい臓 ランゲルハンス島 A細胞

(4) 図1中のホルモンa～dに関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **4**。

- ① ホルモンaは、成長ホルモンである。
- ② ホルモンbは、アドレナリンである。
- ③ ホルモンcは、グルカゴンである。
- ④ ホルモンdは、インスリンである。

(5) 図1中の物質X、物質Yに当てはまる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **5**。

	物質X	物質Y
①	グリコーゲン	タンパク質
②	グリコーゲン	デンプン
③	タンパク質	グリコーゲン
④	タンパク質	デンプン
⑤	デンプン	グリコーゲン
⑥	デンプン	タンパク質

(6) 糖尿病は、血糖濃度が高い状態が続く病気である。糖尿病のヒトでは、血糖濃度が高いため、腎臓でのグルコースの再吸収が間に合わず、グルコースが尿中に排出されることがある。次の図2は、血糖濃度と腎臓でのグルコースの移動量（ろ過量、再吸収量、排出量）の関係を示したものである。図2中のP～Rに当てはまるものの組合せとして最も適当なものを、後の①～⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **6**。

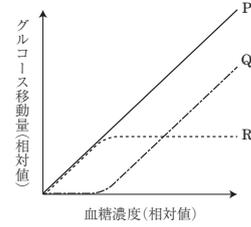


図2

	P	Q	R
①	ろ過量	再吸収量	排出量
②	ろ過量	排出量	再吸収量
③	再吸収量	ろ過量	排出量
④	再吸収量	排出量	ろ過量
⑤	排出量	ろ過量	再吸収量
⑥	排出量	再吸収量	ろ過量

問2 下線部イについて、ヒトの腎臓では尿がつくられ、体液成分の濃度調節が行われている。パソプレシンは尿生成に関わるホルモンである。パソプレシンを合成するものと、パソプレシンの標的器官として最も適当なものを、それぞれ次の①～⑧の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は合成するものが **7**、標的器官が **8**。

- ① 甲状腺
- ② 細尿管（腎細管）
- ③ 糸球体
- ④ 集合管
- ⑤ 神経分泌細胞
- ⑥ 脳下垂体前葉
- ⑦ 脳下垂体後葉
- ⑧ 輸尿管

問3 下線部ウについて、ヒトの体温調節に関する次の各問いに答えなさい。

- (1) 次の記述a～cのうち、交感神経のはたらきにより、寒冷時に起こる現象を過不足なく含むものを、後の①～⑦の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **9**。
- a 汗腺が刺激される。
  - b 肝臓での代謝が促進される。
  - c 立毛筋が収縮する。

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ a, b
- ⑤ a, c
- ⑥ b, c
- ⑦ a, b, c

(2) 次の記述a～cのうち、暑熱時に起こる現象を過不足なく含むものを、後の①～⑦の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **10**。

- a 副交感神経により、心臓の拍動が抑制される。
- b 副交感神経により、汗腺からの発汗が促進される。
- c チロキシンの分泌が促進される。

- ① a
- ② b
- ③ c
- ④ a, b
- ⑤ a, c
- ⑥ b, c
- ⑦ a, b, c

問4 近年、血糖濃度調節に関わるレプチンという新しいホルモンが発見された。レプチンの受容体は体細胞の細胞膜に存在し、レプチンを受容した体細胞はグルコースを積極的に取り込む。また、レプチンは脳の摂食調節中枢にも作用し、摂食を抑制するはたらきももつ。そのため、レプチンには血糖濃度を低下させる効果と、肥満を抑制する効果がある。

レプチンに関係する遺伝子に異常が生じたことにより、肥満状態となった2種類のマウス(マウスXとマウスY)、および正常マウスを用いて、次の実験1～3を行った。この実験について、後の各問に答えなさい。

実験1 正常マウスとマウスXの血管をつなぎ、血液が2匹のマウスの間を循環するようにした。その結果、正常マウスには食欲の低下がみられたのに対し、マウスXには変化がみられなかった。

実験2 正常マウスとマウスYの血管をつなぎ、血液が2匹のマウスの間を循環するようにした。その結果、マウスYには食欲の低下がみられたのに対し、正常マウスには変化がみられなかった。

実験3 マウスXとマウスYの血管をつなぎ、血液が2匹のマウスの間を循環するようにした。その結果、シ。

(1) マウスXとマウスYに関する記述として最も適切なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は11。

- ① マウスXとマウスYは、いずれもレプチンの合成・分泌に異常がみられる。
- ② マウスXとマウスYは、いずれもレプチンの受容体に異常がみられる。
- ③ マウスXはレプチンの合成・分泌に異常がみられ、マウスYはレプチンの受容体に異常がみられる。
- ④ マウスXはレプチンの受容体に異常がみられ、マウスYはレプチンの合成・分泌に異常がみられる。

(2) シに入る実験3の結果として考えられる記述として最も適切なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は12。

- ① マウスXとマウスYには、いずれも変化がみられなかった
- ② マウスXとマウスYには、いずれも食欲の低下がみられた
- ③ マウスXには食欲の低下がみられたのに対し、マウスYには変化がみられなかった
- ④ マウスYには食欲の低下がみられたのに対し、マウスXには変化がみられなかった

II 次の文章を読んで、後の各問に答えなさい。解答番号は13～21

生態系において、生物は相互に関係をもちながら、非生物的環境ともさまざまな関係をもっている。生物の活動に伴い、生態系内では物質やエネルギーの移動が起こる。次の図1は、生態系における炭素の移動と窒素の移動を模式的に示したものである。なお、実線の矢印と破線の矢印のうち、一方が炭素の移動を、他方が窒素の移動を示しており、動物には、植物食性動物と動物食性動物が含まれ、菌類・細菌には、役割が異なる複数種類のものが含まれている。また、実線の矢印と破線の矢印の中には、それぞれ植物、動物、菌類・細菌のうちの一部のみによる炭素の移動、または窒素の移動を示すものもある。

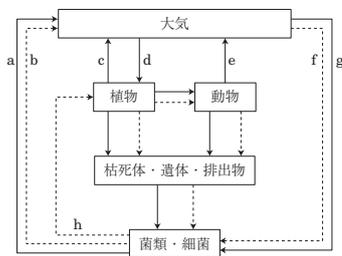


図1

問1 下線部Aについて、生態系内における物質やエネルギーの移動に関する記述として最も適切なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は13。

- ① 物質は循環せず一方方向に移動するが、エネルギーは循環する。
- ② 物質は循環するが、エネルギーは循環せず一方方向に移動する。
- ③ 物質もエネルギーも、ともに循環する。
- ④ 物質もエネルギーも、ともに循環せず一方方向に移動する。

問2 図1中の矢印a～gのうち、次の(1)～(3)に当てはまるものを過不足なく含むものを、それぞれ後の①～⑧の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は(1)が14、(2)が15、(3)が16。

- (1) 呼吸
  - (2) 窒素固定
  - (3) 脱窒
- ① a                      ② b                      ③ c                      ④ d
  - ⑤ f                      ⑥ g                      ⑦ d, g                      ⑧ a, c, e

問3 図1中の矢印b～eに関する記述として最も適切なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は17。

- ① bを行う生物は、原核生物のみである。
- ② cは、葉緑体で行われる。
- ③ dは、原始的な真核生物に好気性細菌が共生して生じたと考えられている細胞小器官で行われる。
- ④ eは、植物食性動物のみが行い、動物食性動物は行わない。

問4 図1中の矢印f~h, および大気に関する記述として最も適当なものを, 次の①~⑤の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **18**。

- ① fには, 硝酸菌や亜硝酸菌が関わる。
- ② gを行う生物には, シアノバクテリアがある。
- ③ hに関わる生物には, アゾトバクターがある。
- ④ 現在, 大気中の二酸化炭素は, 体積の約4%を占める。
- ⑤ 現在, 大気中の窒素(N<sub>2</sub>)は, 体積の約90%を占める。

問5 次の表1は, ある森林における生産者の有機物収支(g/m<sup>2</sup>・年)を測定した結果である。このことについて, 後の各問いに答えなさい。

呼吸量	枯死量	被食量	成長量
1450	580	80	540

表1

(1) この森林における純生産量(g/m<sup>2</sup>・年)として最も適当なものを, 次の①~⑤の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **19**。

- ① 660g/m<sup>2</sup>・年      ② 1120g/m<sup>2</sup>・年      ③ 1200g/m<sup>2</sup>・年
- ④ 2070g/m<sup>2</sup>・年      ⑤ 2110g/m<sup>2</sup>・年

(2) この森林における一次消費者の同化量が60g/m<sup>2</sup>・年であった場合, 一次消費者の不消化排出量(g/m<sup>2</sup>・年)として最も適当なものを, 次の①~⑤の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **20**。

- ① 10g/m<sup>2</sup>・年      ② 20g/m<sup>2</sup>・年      ③ 30g/m<sup>2</sup>・年
- ④ 40g/m<sup>2</sup>・年      ⑤ 50g/m<sup>2</sup>・年

(3) この森林における一次消費者の同化量が60g/m<sup>2</sup>・年で, 呼吸量が摂食量の70%であった場合, 一次消費者の生産量(生産量=同化量-呼吸量)(g/m<sup>2</sup>・年)として最も適当なものを, 次の①~⑤の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **21**。

- ① 4g/m<sup>2</sup>・年      ② 8g/m<sup>2</sup>・年      ③ 12g/m<sup>2</sup>・年
- ④ 16g/m<sup>2</sup>・年      ⑤ 18g/m<sup>2</sup>・年

III 次の文章を読んで, 後の各問いに答えなさい。解答番号は **22** ~ **31**。

植物は, 光エネルギーを光合成に利用する。また, 光は植物の生活に影響を与える。そのため, 植物は光受容体を用いて光を感知し, 反応するしくみを備えている。植物が光を感知することにより起こる反応には, <sup>ア</sup>レタスの種子の発芽や, <sup>イ</sup>気孔の開閉, <sup>ウ</sup>マカラスムギの幼葉鞘の光屈性などがある。

問1 植物細胞の葉緑体においてクロロフィルが存在する部分として最も適当なものを, 次の①~⑥の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **22**。

- ① 外膜      ② 内膜
- ③ ストロマ      ④ チラコイド膜
- ⑤ マトリックス      ⑥ クリステ

問2 葉緑体では, 光エネルギーを吸収したクロロフィルが電子を放出する反応が起こる。このことについて, 次の各問いに答えなさい。

(1) 光エネルギーを吸収したクロロフィルが電子を放出する反応の名称として最も適当なものを, 次の①~④の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **23**。

- ① 光リン酸化      ② 光化学反応
- ③ β酸化      ④ 脱アミノ反応

(2) 光エネルギーを吸収したクロロフィルが電子を放出する反応において電子が受け渡される順序として最も適当なものを, 次の①~⑧の中から1つ選び, マークしなさい。解答番号は **24**。

- ① 二酸化炭素→光化学系I→光化学系II→NADPH
- ② 二酸化炭素→光化学系I→光化学系II→NADH
- ③ 二酸化炭素→光化学系II→光化学系I→NADPH
- ④ 二酸化炭素→光化学系II→光化学系I→NADH
- ⑤ 水→光化学系I→光化学系II→NADPH
- ⑥ 水→光化学系I→光化学系II→NADH
- ⑦ 水→光化学系II→光化学系I→NADPH
- ⑧ 水→光化学系II→光化学系I→NADH

問3 光合成色素に関する次の文章中の [エ] ~ [カ] に入る語句の組合せとして最も適当なものを、後の①~⑥の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は [25]。

光合成色素の種類には、クロロフィルやカロテノイドなどがある。これらの光合成色素にさまざまな波長の光を当てると、クロロフィル a やクロロフィル b はおもに [エ] を吸収する。次の図1は、光の波長と吸収の関係を示したグラフで [オ] という。一方、後の図2は、光の波長と光合成速度の関係を示したグラフで [カ] という。

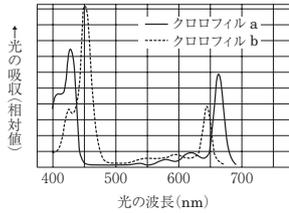


図1

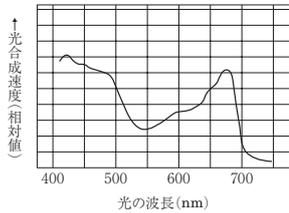


図2

	[エ]	[オ]	[カ]
①	赤色光と青色光	吸収スペクトル	作用スペクトル
②	赤色光と青色光	作用スペクトル	吸収スペクトル
③	橙色光	吸収スペクトル	作用スペクトル
④	橙色光	作用スペクトル	吸収スペクトル
⑤	緑色光	吸収スペクトル	作用スペクトル
⑥	緑色光	作用スペクトル	吸収スペクトル

問4 下線部Aについて、レタスの種子の発芽は、光によって促進される。レタスの種子の発芽に関わる光受容体は、最も吸収しやすい波長の光を受けるとX型からY型へ、Y型からX型へと可逆的に変化する。次の図3は、X型とY型にそれぞれさまざまな波長の光を当てたときの光の吸収の度合いを示したものである。なお、図3中のRは赤色光、FRは遠赤色光を示している。このことについて、後の各問いに答えなさい。

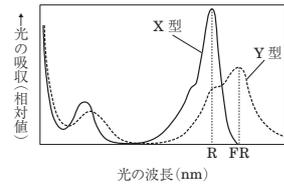


図3

(1) 種子の発芽に必要な光条件が、レタスと異なる植物として最も適当なものを、次の①~④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は [26]。

- ① マツヨイグサ
- ② シロイヌナズナ
- ③ タバコ
- ④ カボチャ

(2) 十分に吸水させたレタスの種子を用いて、次の処理1と処理2を行い、25℃の暗所で1週間培養し、発芽の有無を調べる実験を行った。この実験に関する後の文章中の [キ] ~ [コ] に入る語の組合せとして最も適当なものを、それぞれ後の選択肢の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は [キ]・[ク] が [27]、[ケ]・[コ] が [28]。

処理1 次の表1は、赤色光 (R)、および遠赤色光 (FR) を種子に5分間ずつ、さまざまな順序で照射した結果を示している。

光の照射順序	発芽の有無
暗所	無
R→暗所	有
FR→暗所	無
R→FR→暗所	無
FR→R→暗所	有

表1

処理2 次の表2は、種子に植物ホルモンZを与えた結果を示している。

方法	発芽の有無
無処理→暗所	無
植物ホルモンZを与える→暗所	有

表2

処理1において、発芽は [キ] により促進されたことから、レタスの発芽を促進するのは [ク] であることがわかる。処理2において、発芽は植物ホルモンZにより [ケ] されたことから、植物ホルモンZは [コ] であると考えられる。

[キ]・[ク] の選択肢

	[キ]	[ク]
①	FR	X型
②	FR	Y型
③	R	X型
④	R	Y型

[ケ]・[コ] の選択肢

	[ケ]	[コ]
①	促進	ジャスモン酸
②	促進	エチレン
③	促進	ジベレリン
④	抑制	ジャスモン酸
⑤	抑制	エチレン
⑥	抑制	ジベレリン

問5 下線部について、植物は光や二酸化炭素など、周囲の環境に応じて気孔を開閉する。このことについて、次の各問いに答えなさい。

- (1) 孔辺細胞に青色光が当たると気孔が開く。孔辺細胞や青色光によって気孔が開くしくみに関する記述として誤っているものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **29**。
- ① 孔辺細胞のフォトロピンが青色光を受容すると、気孔が開く。
  - ② 孔辺細胞の細胞壁は、内側（気孔側）が薄く、外側が厚い。
  - ③ 青色光を受容した孔辺細胞では、細胞内へのカリウムイオンの流入が起こる。
  - ④ 浸透圧が高まった孔辺細胞に水が流入すると膨圧が上昇し、気孔が開く。
- (2) 気孔を閉じるはたらきをもつ植物ホルモンは、アブシジン酸である。アブシジン酸のそのほかのはたらきとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **30**。
- ① 種子の休眠を維持する。
  - ② 側芽の成長を促進する。
  - ③ 食害に対する応答を行う。
  - ④ 果実の成熟を促進する。
  - ⑤ 落葉・落果を抑制する。

問6 下線部について、マカラスムギの幼葉鞘に一方から光を当てると、幼葉鞘は光の方向に屈曲する。次の記述 a～cのうち、この現象に関する記述として正しいものを過不足なく含むものを、後の①～⑦の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **31**。

- a 幼葉鞘の側面から赤色光を含んだ光を当てると幼葉鞘は光源に向かって屈曲するが、赤色光を含まない光を当てても屈曲は起こらない。
- b 幼葉鞘の側面から光を当てると、オーキシン排出輸送体であるアクアポリンの細胞膜上での分布が変化する。
- c 幼葉鞘の側面から光を当てると、光が当たっている側よりも陰側のオーキシン濃度が高くなり、陰側の伸長成長が促進される。

- ① a                      ② b                      ③ c
- ④ a, b                  ⑤ a, c                  ⑥ b, c                  ⑦ a, b, c

IV 次の文章を読んで、後の各問いに答えなさい。解答番号は **32** ～ **42**。

ヒトの運動を担う筋組織は、内部に筋原繊維が発達した筋繊維からなる。運動神経の末端から放出された **ア** が筋繊維の細胞膜上の受容体に結合すると、筋収縮が起こる。筋収縮は、ATP分解酵素活性をもつ **イ** が、ATPのエネルギーを用いて **ウ** をたぐり寄せることで起こる。

問1 **ア** ～ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **32**。

	ア	イ	ウ
①	アセチルコリン	アクチン	ミオシンフィラメント
②	アセチルコリン	ミオシン	アクチンフィラメント
③	ノルアドレナリン	アクチン	ミオシンフィラメント
④	ノルアドレナリン	ミオシン	アクチンフィラメント

問2 次の図1 (X～Z) は、電子顕微鏡で観察したときの、弛緩した状態の骨格筋において、筋原繊維の異なる部分の横断面を模式的に示したものである。ただし、□はミオシンフィラメント、○はアクチンフィラメントを示している。このことについて、後の各問いに答えなさい。

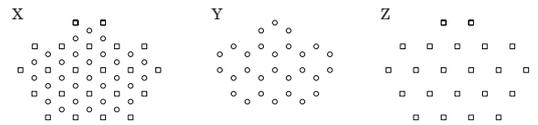


図1

(1) 図1に関する次の文中の **エ** ・ **オ** に入る記号の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **33**。

筋原繊維の明帯の横断面では **エ** がみられ、暗帯の横断面では **オ** がみられる。

	エ	オ
①	X	YとZ
②	XとY	Z
③	Y	XとZ
④	YとZ	X
⑤	Z	XとY

- (2) X～Zのそれぞれの横断面が観察される部分の長さは、弛緩した状態とくらべて収縮した状態ではどのようになるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **34**。

	X	Y	Z
①	長くなる	長くなる	長くなる
②	長くなる	長くなる	短くなる
③	長くなる	短くなる	長くなる
④	長くなる	短くなる	短くなる
⑤	短くなる	長くなる	長くなる
⑥	短くなる	長くなる	短くなる
⑦	短くなる	短くなる	長くなる
⑧	短くなる	短くなる	短くなる

- 問3 筋収縮の調節に関する次の文章中の **カ** ～ **ケ** に入る語として最も適当なものを、それぞれ後の①～⑧の中から1つずつ選び、マークしなさい。解答番号は **カ** が **35**、**キ** が **36**、**ク** が **37**、**ケ** が **38**。

筋肉の弛緩時、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの結合は **カ** と **キ** により阻害されている。筋繊維に興奮が生じると、その興奮は筋原繊維を覆っている **ク** に伝えられ、**ク** の膜上にあるチャネルが開いて **ケ** が放出される。**ケ** が **キ** に結合すると **カ** の構造が変化し、アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが結合できるようになり、筋収縮が起こる。

- ① カルシウムイオン    ② ナトリウムイオン    ③ 筋小胞体  
 ④ クレアチン    ⑤ クレアチンリン酸    ⑥ トロポニン  
 ⑦ トロポミオシン    ⑧ リソソーム

- 問4 筋収縮に関する次の実験1を行った。このことについて、後の各問いに答えなさい。

実験1 カエルの下肢の筋肉に神経をつけた状態の標本と1000Hz（1秒間に1000回振動するときの振動数）の音を準備した。神経上で、A点は筋肉から30mm、B点は筋肉から70mm、C点は筋肉から80mm離れている。次の図2は、A点とB点に、それぞれ同じ大きさの電気刺激を与えたときに得られた収縮曲線である。

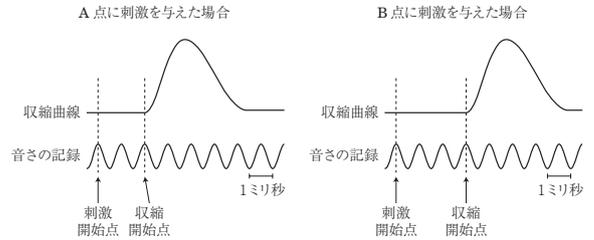


図2

- (1) この神経の伝導速度 (m/秒) として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **39**。

- ① 10m/秒    ② 20m/秒    ③ 30m/秒  
 ④ 40m/秒    ⑤ 50m/秒

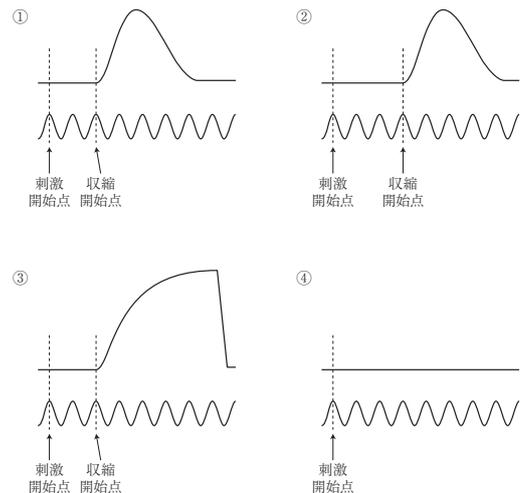
- (2) この神経の末端まで興奮が伝わってから筋肉が収縮を開始するまでの時間 (ミリ秒) として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **40**。

- ① 1.05ミリ秒    ② 1.10ミリ秒    ③ 1.15ミリ秒  
 ④ 1.20ミリ秒    ⑤ 1.25ミリ秒

- (3) C点を電気刺激してから筋肉が収縮を開始するまでの時間 (ミリ秒) として最も適当なものを、次の①～⑤の中から1つ選び、マークしなさい。解答番号は **41**。

- ① 3.20ミリ秒    ② 3.25ミリ秒    ③ 3.30ミリ秒  
 ④ 3.35ミリ秒    ⑤ 3.40ミリ秒

- (4) A点とB点にそれぞれ同じ大きさの電気刺激を同時に与えたときに得られる収縮曲線として最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選び、マークしなさい。ただし、電気刺激により生じた同じ大きさの興奮が神経上で衝突した場合、興奮は消失する。解答番号は **42**。



(生物問題 おわり)