

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 動物の体内調節に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 体内の状態の安定は、血液循環と各臓器の調節機構によって維持されている。生命活動を維持するため、細胞では物質の合成や分解を常に行っている。そのため、栄養分は時間とともに減少し、老廃物は増加する。血液に含まれる栄養分の量と老廃物の量はおもに肝臓と腎臓により調節されている。

問1 肝臓のはたらきの記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 血しょう中に含まれる多くのタンパク質を肝臓で生成する。その中には、ホルモンの運搬に関わるアルブミンや、酸素運搬に関わるヘモグロビンなどがある。
- ② タンパク質の分解によって生じたアンモニアは、肝臓で尿素に合成された後胆管から排出される。
- ③ 小腸で吸収した多くのグルコースは肝臓にてグリコーゲンに合成され、その後多くはタンパク質へと再合成される。
- ④ 肝臓で生成された胆汁酸などは、胆汁として胆のうに蓄えられたあと、十二指腸へと分泌される。

図1は、肝臓のある一部分を図示したものである。

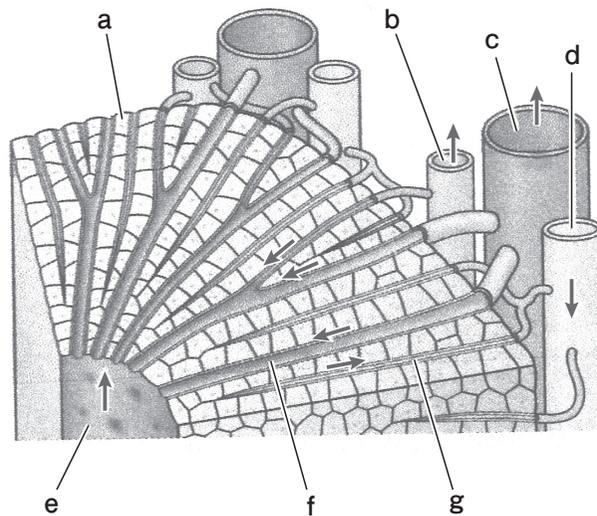


図 1

問2 図1のa～gについての説明文として誤っているものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序を問わない。

2

3

- ① a は肝細胞であり、物質の合成や分解はこの細胞内で行われる。
- ② b は肝静脈であり、分解される物質はこの血管によって肝臓へ流入する。
- ③ c は肝門脈であり、小腸から流れ込む多くの物質の通路となるためbより太くなっている。
- ④ d は胆管であり、肝細胞で作られた胆汁の成分はこの通路を通して胆のうへ送られる。
- ⑤ e は中心静脈であり、ここに集まった血液は肝臓を出て心臓へ戻る。
- ⑥ f は類洞であり、全身から送られてきた血液と小腸から送られてきた血液が混ざる。
- ⑦ g は肝動脈であり、肝門脈と合流する。

生物基礎・生物

B 腎臓は、肝臓が有機物など比較的大きな分子の処理を担っているのに対し、無機塩類など比較的小さい分子の排出の調節をしている。不要な成分の排出には水の排出をとめない、それらの排出量のバランスは体内の状態により適切に調節されている。

問 3 水分が不足しているとき、腎臓に対しあるホルモンが作用して水の排出量の調節を行う。このとき、腎臓に作用するホルモンの名称と、その作用を示した組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

ホルモンの名称	ホルモンの作用
① バソプレシン	水の再吸収促進
② バソプレシン	水の再吸収抑制
③ イヌリン	水の再吸収促進
④ イヌリン	水の再吸収抑制

問 4 グルコースとタンパク質は有用成分であるため、腎臓ではまったく排出されない。ただし、グルコースとタンパク質は、腎臓での処理の仕方が異なる。グルコースとタンパク質はそれぞれどのような処理を受けるのか。次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 グルコース 5 タンパク質 6

- ① 腎小体でろ過され、細尿管ですべて再吸収される。
- ② 腎小体でろ過され、細尿管ではまったく再吸収されない。
- ③ 腎小体でろ過されず、細尿管を通過して体内へ戻る。
- ④ 腎小体でろ過されず、毛細血管を通過して体内へ戻る。

問5 表1は、ある健康な人の血しょう中、原尿中、尿中の、各成分量をまとめたものである。

表 1

成分	血しょう(%)	原尿(%)	尿(%)
ナトリウムイオン	0.3	0.3	0.34
カルシウムイオン	0.008	0.008	0.014
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
尿素	0.03	0.03	2
尿酸	0.004	0.004	0.054

表1についての記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 表中の5つの成分の濃縮率で最も高いのは、尿素である。
- ② ナトリウムイオンの濃縮率よりカルシウムイオンの濃縮率のほうが低い。
- ③ ナトリウムイオン濃度は血しょうと尿ではほとんど変わらないので、ほとんど再吸収されていない。
- ④ カルシウムイオンの尿中への排出量は、尿100mLあたり約14mgである。

第2問 遺伝子の調節とバイオテクノロジーに関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 原核生物の大腸菌は、グルコースが不足する状況ではラクトースの取り込み、その後ラクトース分解によりグルコースを獲得する。このラクトース取り込みからグルコース獲得までに必要な酵素を常にもっているわけではなく、グルコース不足時に遺伝子の発現によりこれらの酵素を同時に合成する。この機能に関わる遺伝子をまとめてラクトースオペロンと呼び、一つのプロモーターのもとで一度に転写される。

ある突然変異をもった大腸菌は、グルコースが不足しているにもかかわらずラクトースの取り込みや分解を行わない。この大腸菌は、ラクトースオペロンの1か所に突然変異が起こっていることがわかった。



図 1 (ラクトースオペロン)

問1 この転写調節機構をオペロン説として提唱した研究者を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ワトソンとクリック
- ② ハーシーとチェイス
- ③ ジャコブとモノー
- ④ メセルソンとスタール

問2 調節遺伝子の転写・翻訳によって合成された調節タンパク質は、このラクトースオペロンにおいてどういう役割をもっているか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① RNAポリメラーゼとともにプロモーターへ結合して、転写促進因子としてはたらく。
- ② RNAポリメラーゼとともにプロモーターへ結合して、転写抑制因子としてはたらく。
- ③ RNAポリメラーゼのプロモーターへの結合を阻止し、転写促進因子としてはたらく。
- ④ RNAポリメラーゼのプロモーターへの結合を阻止し、転写抑制因子としてはたらく。

問3 この突然変異を起こした大腸菌がラクトースを分解できない原因として**考えられないもの**を、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 調節遺伝子に変異が起こり、合成された調節タンパク質がオペレーターに結合できない。
- ② 調節遺伝子に変異が起こり、合成された調節タンパク質にラクトース代謝産物が結合できない。
- ③ プロモーター領域に変異が起こり、RNAポリメラーゼが結合できない。
- ④ オペレーター領域に変異が起こり、調節タンパク質が結合できない。
- ⑤ β ガラクトシダーゼなどの酵素の遺伝子に変異が起こり、正常な分解酵素が合成されない。

問5 図2の目的遺伝子を含むDNA断片を、図3のプラスミドの領域S内に限定的に挿入したい。このとき、図2にある制限酵素のうちの、どの酵素を使用してプラスミドを切断するのがよいか。最も適当なものを、下の①～④のうちから二つ選べ。該当する酵素が1種類と判断した場合は解答の一方に④を選べ。解答の順序は問わない。ただし、このプラスミドは平均的出現頻度に沿った数の制限酵素認識部位をもつものとする。 6 7

領域Sの塩基配列

5'-CATTTAGGACTGACAAGATCTGCCGCATCTCTA-3'

3'-GTAAATCCTGACTGTTCTAGACGGCGTAGAGAT-5'

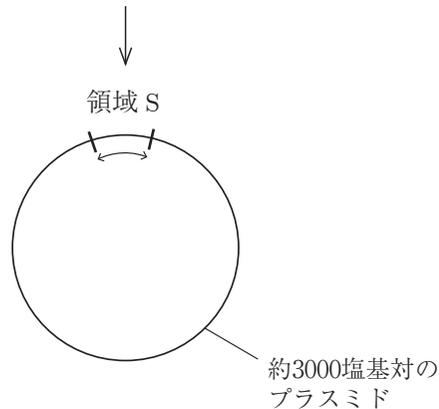


図 3

- ① *Sau*3A I ② *Bgl* II ③ *Bam*HI ④ なし

第3問 神経伝達の仕組みと神経系に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 高等な動物の生体内では神経系が発達している。神経系はニューロンという特殊な細胞とそれを支持する ア グリア細胞 からなる。

ニューロンからニューロン、あるいはニューロンから効果器へと連絡する部分をシナプスという。シナプスでは細胞膜どうしのゆ着はなく、興奮はせまい間隙を介して伝達される。興奮の伝達は、イ 軸索の末端側、ウ ニューロンの細胞体あるいは効果器の細胞膜側、それぞれのもつ機構により達成される。

問1 下線部アについて、グリア細胞の一種に有髄神経繊維に属するものがある。その名称として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|--------|----------|
| ① 樹状突起 | ② ランビエ絞輪 |
| ③ 錐体細胞 | ④ シュワン細胞 |

問2 下線部イについて、軸索の末端側からはアセチルコリンなど神経伝達物質がシナプスの間隙に放出される。この神経伝達物質が放出前に存在する場所と、放出現象を示す名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | 存在場所 | 放出現象 |
|-----------|-----------|
| ① ミトコンドリア | エキソサイトーシス |
| ② ミトコンドリア | エンドサイトーシス |
| ③ シナプス小胞 | エキソサイトーシス |
| ④ シナプス小胞 | エンドサイトーシス |

問3 下線部ウについて、ニューロンの細胞体あるいは効果器の細胞膜には神経伝達物質が結合する受容タンパク質が存在する。神経伝達物質の受容からこのタンパク質を介して興奮が生じるまでの説明文として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 神経伝達物質は軸索の末端から放出された後、拡散により受容タンパク質に到達する。
- ② 受容タンパク質は、神経伝達物質が結合することで開口するナトリウムポンプである。
- ③ 受容タンパク質の開口により、ナトリウムイオンが流出し活動電位が生じる。
- ④ 神経伝達物質は、分泌した側である軸索の末端側へも興奮を伝える。

問4 興奮の伝達をすませると、次の情報の受容に備えシナプス間隙中の神経伝達物質を解消する。この解消の仕組みとその必要性についての記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 神経伝達物質は軸索の末端側に回収されている。
- ② 神経伝達物質はシナプス間隙において酵素により分解される。
- ③ 神経伝達物質を解消できないと受容する細胞に対し全く興奮が生じなくなる。
- ④ 神経伝達物質を解消することで次にくる情報を明瞭に伝えることができる。

生物基礎・生物

B ヒトの神経系は、その行動の複雑さゆえにネットワークも複雑であり、まだまだ研究の行き届かない未知なる領域といえよう。

ヒトの神経系は大きくは **工** 神経系と末しょう神経系とに分けられ、末しょう神経系はさらに感覚神経と運動神経からなる **才** 神経系、そして交感神経と副交感神経からなる自律神経系からなる。

問5 上の文章中の **工**・**才** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- | | 工 | 才 | | 工 | 才 |
|---|----|----|---|----|----|
| ① | 集中 | 脊髄 | ② | 集中 | 体性 |
| ③ | 中枢 | 脊髄 | ④ | 中枢 | 体性 |

問6 **工** 神経系の脳について、次の反応(a・b)はどの脳で処理されたか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

a **6** b **7**

a：汗を多くかいたので、のどが渴いた。

b：駅の階段を駆け上がったので、呼吸が速くなった。

- | | | |
|------|------|------|
| ① 大脳 | ② 間脳 | ③ 中脳 |
| ④ 小脳 | ⑤ 延髄 | |

ヒトの反応には反射があり、大脳を経由せずにはばやく効果器へと伝える経路をもつ。反射には、中脳反射、延髄反射、脊髄反射がある。

問7 脊髄反射には、ひざの腱をたたくとすばやく跳ね上がるよう筋肉の収縮の命令を伝える膝蓋腱反射がある。その経路の特徴を示す記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① ひざの腱への刺激は、筋紡錘という受容器で受容された後、感覚神経の興奮へ変換され腹根から脊髄に入る。
- ② 感覚神経に生じた興奮は脊髄の白質で、運動神経へと伝えられる。
- ③ 運動神経に伝えられた興奮は、脊髄神経節を経由して伸筋へ到達する。
- ④ 感覚神経が接続するもう一つの神経は抑制性介在神経であり、別の運動神経にも接続して屈筋に対して弛緩の命令を伝える。

第4問 生態系の物質生産と生物多様性に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A どのような生態系においても、生物的環境は生産者、消費者(分解者を含む)によって成り立っている。各生物が必要とする物質、とりわけエネルギーを保持する有機物を獲得できるのは、生産者が光エネルギーをもとに有機物を合成し、消費者がそれを直接的あるいは間接的に摂取しているためである。

ア生産者の光合成により有機物が生産されるが、植物自身の呼吸のためにその有機物は消費される。それを差し引いた有機物の一部が、一つ上の栄養段階である一次消費者へと移行する。

問1 下線部アについて、総生産量と純生産量の関係を正しく表した式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 総生産量 = 純生産量 - 呼吸量
- ② 総生産量 = 呼吸量 - 純生産量
- ③ 純生産量 = 総生産量 - 呼吸量
- ④ 純生産量 = 呼吸量 - 総生産量

問2 生産者の成長量を正しく表した式として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 成長量 = 純生産量 - (呼吸量 + 枯死量)
- ② 成長量 = 純生産量 - (呼吸量 + 被食量)
- ③ 成長量 = 純生産量 - (枯死量 + 被食量)
- ④ 成長量 = 純生産量 - (呼吸量 + 枯死量 + 被食量)

問3 一次消費者の物質生産も生産者同様、有機物の摂食量のうちから消費者自身の呼吸のために有機物を消費し、差し引いた分の一部が二次消費者へと移行する。一次消費者の同化量(総生産量)を正しく表した式として適当なものを、次の①～⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

3

4

- ① 同化量 = 摂食量 - 呼吸量
- ② 同化量 = 摂食量 - 不消化排出量
- ③ 同化量 = 摂食量 - (呼吸量 + 不消化排出量)
- ④ 同化量 = 呼吸量 + 死滅量 + 被食量 + 成長量
- ⑤ 同化量 = 死滅量 + 被食量 + 成長量
- ⑥ 同化量 = 呼吸量 + 死滅量 + 被食量

生物基礎・生物

B 日本最大の湖である琵琶湖の生態系では、すでにア絶滅危惧種を抱えている。危険度を示すレベルは異なるものの、固有種であるホンモロコ、ニゴロブナ、スジシマドジョウなどの「保全」は待ったなしと考えられている。

種の絶滅は、生物多様性の低下につながるが、イ生物多様性には三つの側面があると考えられている。

問4 下線部アについて、絶滅危惧種の中でも保護の必要性の高いとされる国内希少野生動物でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① アホウドリ
- ② アマミノクロウサギ
- ③ ブルーギル
- ④ ヤンバルクイナ

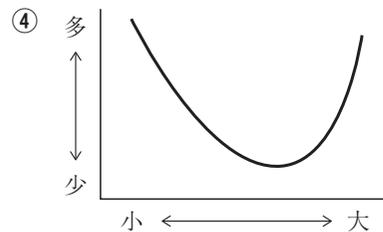
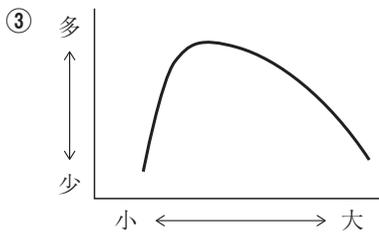
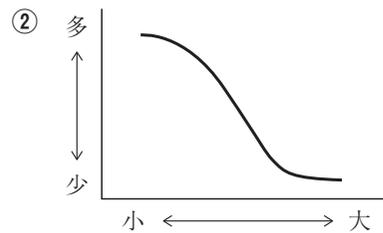
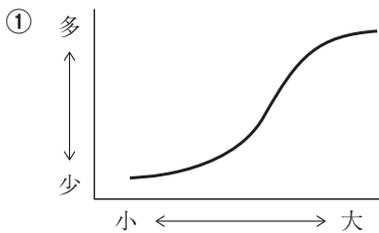
問5 下線部イについて、ホンモロコの絶滅は種多様性を低下させる。これとは別に、同種の中での多様性を維持することが必要である。この多様性を何と呼ぶか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 多様性

- ① 生態系
- ② 個性
- ③ 表現型
- ④ 遺伝的

問6 生物多様性は、台風や火山噴火など自然現象に影響を受けることがある。また人間の活動も規模によっては同様に影響を与えているといえる。このように自然環境を変化させることをかく乱という。かく乱は環境の変化をつくるので、小さすぎると環境に変化がなく、大きすぎると回復不可能な環境となる。場合によっては、かく乱によって生物多様性が増すこともある。

このような考え方に基づいて生物生息種数とかく乱の規模との関係をグラフにするとどのようになるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7



〔縦軸は種数，横軸はかく乱の規模〕