

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～8)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 24)

問1 ヒトの血液に関する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。

- ① 血液の有形成分は成人では肝臓でつくられる。
- ② 成熟した赤血球には核は存在しない。
- ③ 血管が傷ついたときには、血小板が分泌する血液凝固因子の作用でフィブリンが生じ、血べいが生成する。
- ④ 好中球やマクロファージは、異物に対し非特異的にはたらく。

問2 筋組織の一つである骨格筋に関する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。

- ① 多数の核をもつ細長い筋繊維が集まってできている。
- ② 心筋と同様、明暗の横縞がみられる横紋筋である。
- ③ 副交感神経の支配を受ける。
- ④ 筋に連絡する神経を短時間繰り返し刺激すると、筋は強縮を起こす。

問3 肝臓のはたらきに関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選べ。

- ① 肝門脈から流れ込むアミノ酸から抗体を産生する。
- ② タンパク質の分解で生じた尿素をアンモニアにする。
- ③ 消化液である胆汁を生成する。
- ④ 古くなった赤血球を破壊し、グロブリンを合成する。

問4 ヒトの受容器に関する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。 4

- ① 眼の網膜の黄斑に多く分布する錐体細胞には、青錐体細胞、黄錐体細胞、赤錐体細胞の3種類があり、色の識別に関与する。
- ② 眼の網膜に存在する桿体細胞は、暗所におかれると光刺激に対する閾値が上昇し、感度が上昇する。
- ③ 近くのものを見るとき、眼では毛様筋が収縮し、チン小帯が緩み、水晶体の厚みが増す。
- ④ 耳において、音はコルチ器、からだの回転は前庭、からだの傾きは半規管で受容する。

問5 培養液中においたラットの細胞集団が、時間経過に伴い増殖する様子を調べた。その結果、培養を開始して18時間後の細胞数はX個、36時間後の細胞数はY、54時間後の細胞数は2X個であった。培養を開始した時点での細胞数(個)として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、ラットの細胞集団を構成する各細胞の周期時間は同じであり、それぞれの細胞は細胞周期に偏りなく存在しているものとする。 5 個

- ① 0.25X
- ② 0.5X
- ③ 0.75X
- ④ 0.25Y
- ⑤ 0.5Y
- ⑥ 0.75Y

問6 ある動物において、遺伝子型が $AaBb$ の卵原細胞に由来する一次卵母細胞が減数分裂を行い、生じた第一極体の遺伝子型が $AABb$ であった場合、生じる卵細胞の遺伝子型としてどのようなものが考えられるか。可能性のある遺伝子型をすべて含んだものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 6

- ① AB
- ② Ab
- ③ aB
- ④ ab
- ⑤ AB, Ab
- ⑥ aB, ab
- ⑦ AB, Ab, aB, ab

生物基礎・生物

問7 物質循環に関する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 伐採された樹木などを燃焼することや化石燃料を大量に消費することによっても大気中に二酸化炭素は放出され、大気中の二酸化炭素濃度は約0.35%にまで上昇している。
- ② 植物は、土壌からアンモニウムイオンや硝酸イオンを吸収し、タンパク質や核酸などを窒素固定により合成している。
- ③ 土壌中では、硝酸イオンは硝化菌のはたらきよりアンモニウムイオンに変化している。
- ④ 人間は、工業的な窒素固定により化学肥料を生産し、農耕地へ投入している。

問8 植生の移り変わりである遷移に関する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 本州中部の山地帯では、シラカシやクスノキなどからなる陰樹林がみられる。
- ② 北海道北東部の低地帯(丘陵帯)では、エゾマツやアカマツなどからなる陰樹林がみられる。
- ③ 陰樹の光補償点は陽樹の光補償点よりも小さく、混交林において陰樹の芽生えが成長するのに有利である。
- ④ 陰樹林に形成されたギャップは、その大きさが大きいほど陽樹の芽生えは成長しにくく、陰樹林の再生速度は大きい。

第2問 グルコースの代謝および腎臓における尿生成に関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

グルコースは細胞における代謝の基質であり、細胞は ア グルコースを利用する仕組み を備えている。ヒトでは、 イ 血液中のグルコース濃度は厳密に調節されているが、何らかの理由で血糖濃度が高い状態が続くと、 ウ 腎臓 では血管外にろ過したグルコースが再吸収しきれず、グルコースが尿中に排出される場合がある。

問1 下線部 ア には、酸素を利用しない発酵と酸素を利用する呼吸がある。発酵と呼吸に関する記述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。

- ① グルコース 1 分子から合成される ATP 量は、発酵でも呼吸でも同じである。
- ② 激しい運動をしている筋肉では、ピルビン酸が還元されて乳酸が生成する。
- ③ 酸素のある条件下、ピルビン酸はクエン酸回路で分解され、その過程で酸素が消費される。
- ④ 呼吸の過程では、解糖系は細胞質基質、クエン酸回路はミトコンドリアの内膜、電子伝達系はミトコンドリアのマトリックスで進行する。
- ⑤ 乳酸発酵でもアルコール発酵でも、ATP は解糖系で合成される。
- ⑥ クエン酸回路では、二酸化炭素が吸収される。

問2 酸素の供給が制限された条件で酵母菌を培養すると、呼吸とアルコール発酵が同時に進行し、酸素が 16mg 吸収され、二酸化炭素が 88mg 放出された。このとき、呼吸とアルコール発酵で消費されたグルコース量を合わせると何 mg になるか。最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、原子量は、C = 12, H = 1, O = 16 である。 mg

- ① 50 ② 70 ③ 90 ④ 110 ⑤ 130 ⑥ 150

問3 下線部イに関する記述として誤っているものを、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。 4 5

- ① 血糖濃度の調節中枢は、間脳の視床下部にある。
- ② 血糖濃度が高い場合、副交感神経を通して膵臓ランゲルハンス島 B 細胞が刺激される。
- ③ インスリンは、肝臓でグリコーゲンの分解および生じたグルコースの消費を促進する。
- ④ 食後、グルカゴンの分泌は抑制される。
- ⑤ アドレナリンは、刺激ホルモンの作用を受けずに内分泌腺から分泌される。
- ⑥ 副腎髄質から分泌される糖質コルチコイドは、タンパク質からの糖新生を促進する。

問4 下線部ウの腎臓の単位はネフロン(腎単位)であり、図1はネフロン模式図である。図1の a～d からネフロンに含まれるものをすべて選び、その組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 6

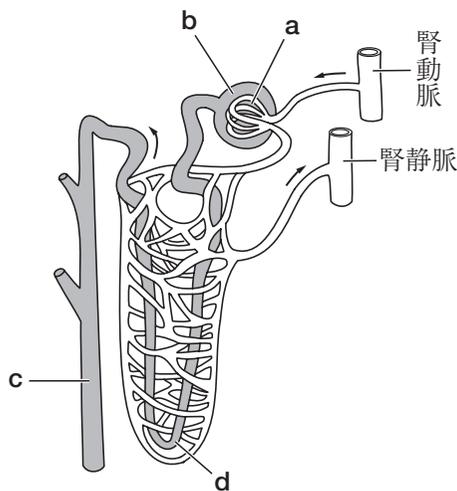


図 1

- ① a・b
- ② a・c
- ③ b・d
- ④ a・b・c
- ⑤ a・b・d
- ⑥ b・c・d
- ⑦ a・b・c・d

生物基礎・生物

問5 表1は、ある糖尿病患者の血しょう、原尿、尿におけるグルコースおよび尿素の濃度(mg/100mL)である。下の(1)・(2)に答えよ。

	血しょう	原尿	尿
グルコース	250	250	5000
尿素	30	30	1650

表 1

(1) この糖尿病患者の尿量は1時間当たり平均60mLである。また、尿素はろ過された量の45%が再吸収されたことがわかっている。このときの1時間当たりの原尿量(L)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

L

- ① 6 ② 12 ③ 18 ④ 24

(2) (1)のとき、この糖尿病患者が1時間で再吸収したグルコース量(g)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 g

- ① 3 ② 6 ③ 12 ④ 15

問6 糖尿病患者にはI型やII型といったタイプがあるが、どのようなタイプであっても、インスリンの経口投与では症状は改善されない。これは、インスリンが加水分解酵素により消化されるからである。インスリンの消化を促す酵素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 アミラーゼ ② カタラーゼ ③ リパーゼ ④ トリプシン

第3問 遺伝子の発現調節および発現に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 遺伝子の中には、ア どの細胞でも常に発現しているものもあれば、細胞のおかれた環境に応じて発現が変化するものもある。

原核生物では、互いに関連する機能をもつ複数の構造遺伝子が隣接して存在している。これらの構造遺伝子群は、一つのプロモーターのもとで一つのまとまりとして調節タンパク質による転写調節を受け、1本の mRNA として転写される(オペロン説)。例えば、ラクトースオペロンでは、その構造遺伝子にβガラクトシダーゼ(以下G)などラクトースの分解にはたらく3種類の酵素の遺伝子があり、他に が結合するプロモーター(以下P)、調節タンパク質であるリプレッサーの遺伝子(以下I)、リプレッサーが結合するDNA領域のオペレーター(以下O)がある。そして、イ 野生型(GPIO)では、遺伝子Gを含む構造遺伝子群は、ラクトースがない場合には転写されないが、グルコースがなくラクトースがある場合には転写されるようになり、その結果、ラクトースがグルコースと に分解される。

問1 下線部アのような遺伝子から合成されるタンパク質として、ATPアーゼがある。ATPアーゼに関する次の文章中の ～ に入る語または数値として最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ATPは、塩基の 、五炭糖の 、リン酸3分子が結合した化合物である。1分子のATPには高エネルギーリン酸結合が 箇所含まれ、ATPアーゼがこの結合を切ることで生じる エネルギーが、様々な生命活動に利用される。ヒトの筋収縮の際には、筋繊維において、 の一部がATPアーゼとしてはたらくことにより筋収縮が行われる。

- | | | |
|--------|------------|--------|
| ① リボース | ② アクチン | ③ 運動 |
| ④ アデニン | ⑤ 3 | ⑥ ミオシン |
| ⑦ 化学 | ⑧ デオキシリボース | ⑨ 2 |

問2 前ページ文章中の **イ** および **エ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 **6**

イ	エ
① DNA ポリメラーゼ	ガラクトース
② DNA ポリメラーゼ	スクロース
③ RNA ポリメラーゼ	ガラクトース
④ RNA ポリメラーゼ	スクロース
⑤ DNA リガーゼ	ガラクトース
⑥ DNA リガーゼ	スクロース
⑦ RNA リガーゼ	ガラクトース
⑧ RNA リガーゼ	スクロース

問3 下線部ウに関して、次の(1)～(3)の突然変異体がある。

- (1) GPIO i :リプレッサーが合成されない。
- (2) GPI'O I' :オペレーターとは結合するが、ラクトースの代謝産物とは結合できないリプレッサーを合成する。
- (3) GPIo o :リプレッサーと結合できない。

いま、(1)～(3)をそれぞれグルコースを含む培地で培養した後、ある時間 T でグルコースはないがラクトースを含む培地に移して培養した。その場合、(1)～(3)では、その β ガラクトシダーゼの活性は T の前後でどのように変化すると予想されるか。最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- (1) **7** (2) **8** (3) **9**

- ① T 以前の活性は低い、T 以降は活性が高くなる。
- ② T 以前も T 以降もずっと活性が高いままである。
- ③ T 以前の活性は高い、T 以降は活性が低くなる。
- ④ T 以前も T 以降も活性は低いままである。

生物基礎・生物

B 転写により合成された mRNA は、リボゾームにおいてタンパク質に翻訳される。

問4 あるタンパク質の分子量は 3.0×10^4 であり、タンパク質を構成するアミノ酸(残基)の平均分子量は 120 である。このとき、このタンパク質のアミノ酸配列をコードする DNA 領域を構成するヌクレオチド対の数値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

- ① 250 ② 500 ③ 750 ④ 1000 ⑤ 1250 ⑥ 1500

問5 遺伝子 DNA の突然変異と翻訳における影響に関する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。 11

- ① 塩基の置換によりアミノ酸配列が1箇所変化した場合でも、合成されるタンパク質の活性に大きな影響が生じない場合がある。
- ② 塩基が置換しても、合成されるタンパク質のアミノ酸配列がまったく変化しない場合がある。
- ③ 塩基の置換、挿入、欠失により、合成されるタンパク質の分子量が小さくなる場合がある。
- ④ 塩基が連続して三つ欠失した場合、そのアミノ酸配列に変化はみられない。

第4問 植物および動物の生殖と発生に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 26)

A 陸上植物には、ア コケ植物、シダ植物、イ 裸子植物、ウ 被子植物があり、それぞれ無性世代と有性世代を交互に繰り返しながら生活している。

問1 下線部アのコケ植物とシダ植物の生活環に関する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。

- ① 普段見かけるコケ植物は配偶体であり、雌雄別株である。
- ② コケ植物の配偶体は、孢子体の上に寄生して生活する。
- ③ シダ植物の前葉体は配偶体である。
- ④ シダ植物の孢子体は配偶体と独立して生活する。

問2 下線部イの裸子植物に関する次の文章中の ～ に入る語として最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、 と については解答の順序は問わない。

一般に、裸子植物の雄性配偶子は被子植物と同じく精細胞であり、受粉後、水を介さず花粉管により卵細胞まで運ばれる。しかし、同じ裸子植物でも や の雄性配偶子は精子である。 や は生きている化石といわれ、 代に大繁栄したこれらの植物が代々子孫をつくり、現在まで生き残ってきており、その雄性配偶子が精子であることは、裸子植物が 植物から進化したことの根拠となっている。

- | | | |
|--------|--------|------|
| ① シダ | ② ソテツ | ③ マツ |
| ④ コメツガ | ⑤ イチョウ | ⑥ 被子 |
| ⑦ 中生 | ⑧ 古生 | ⑨ 新生 |

問3 下線部ウの被子植物の生殖と発生に関する記述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。

6

7

- ① 胚のうは，胚のう細胞(n)が3回核分裂を行うことで生じた雌性配偶体である。
- ② 多くの植物では，雌しべの子房の中に胚珠は一つだけしか存在しない。
- ③ 多くの植物では，1個の花粉母細胞から生じる精細胞は最大2個である。
- ④ 重複受精は，被子植物だけでなく裸子植物でも行われる。
- ⑤ カキの果実では，種皮は母親のからだの一部に由来する。
- ⑥ カキの種子では，胚乳は発達しておらず，胚の子葉に栄養が蓄えられている。

生物基礎・生物

B 動物では，精子と卵の受精により生じた受精卵は，卵割により胚を構成する割球の数を増やし，その後，形態形成を行って成体となる。その過程で起こることは複雑であるが，その一つに誘導と呼ばれる現象がある。

問4 ウニとカエルの発生過程に関する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 ウニもカエルも，減数分裂が完了した卵と精子が受精する。
- ② ウニの卵は端黄卵で等割，カエルの卵は等黄卵で不等割である。
- ③ ウニ胚では陥入時に胞胚腔にこぼれ落ちた割球が中胚葉になるが，カエル胚では原口の腹側から陥入してきた細胞群が中胚葉になる。
- ④ ウニ胚では植物極から陥入が，カエル胚では赤道面よりやや植物極側から陥入が起こり，いずれも原口付近が肛門に分化する。

問5 脊椎動物の歯は、セメント質とそれを覆うエナメル質からできている。歯の形成過程は、以下の順序で起こる。

1. 歯茎内部の結合組織で作られたセメント質が、歯茎表面に向かって伸びる。
2. セメント質が上皮組織に到達すると、上皮組織が作るエナメル質がセメント質を覆っていく。

そこで、脊椎動物の X 種(歯がある)と Y 種(歯がない)の胚組織を用いて、歯の形成に関して次の**実験1～4**を行った。

実験1 X 種の胚の将来歯茎になる部分の結合組織(X 種結合組織)および上皮組織(X 種上皮組織)、Y 種の胚の将来歯茎に相当する部分の結合組織(Y 種結合組織)および上皮組織(Y 種上皮組織)をそれぞれ取り出した。

実験2 X 種結合組織と Y 種上皮組織を一緒に培養したところ、X 種結合組織はセメント質を作り、その表面に Y 種上皮組織がエナメル質を作り、完全な歯が形成された。

実験3 Y 種結合組織と X 種上皮組織を一緒に培養したところ、Y 種結合組織はセメント質を作らず、X 種上皮組織もエナメル質を作らなかった。

実験4 X 種結合組織、Y 種結合組織をそれぞれ単独で培養したが、いずれもセメント質を作らなかった。また、X 種上皮組織、Y 種上皮組織をそれぞれ単独で培養したが、いずれもエナメル質を作らなかった。しかし、X 種結合組織と X 種上皮組織を一緒に培養したところ、完全な歯ができた。一方、Y 種結合組織と Y 種上皮組織を一緒に培養しても、セメント質もエナメル質もできなかった。

実験 1～4 に関する記述として適当なものを、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。

9

10

- ① X 種結合組織がセメント質を作るには、X 種もしくは Y 種の上皮組織からののはたらきかけが必要である。
- ② X 種結合組織がセメント質を作るには、X 種上皮組織からののはたらきかけが必要であるが、Y 種上皮組織からののはたらきかけは必要でも不要でもない。
- ③ Y 種結合組織がセメント質を作るには、X 種上皮組織もしくは Y 種上皮組織いずれかからののはたらきかけが必要である。
- ④ X 種上皮組織がエナメル質を作るには、X 種結合組織もしくは Y 種結合組織いずれかからののはたらきかけが必要である。
- ⑤ Y 種上皮組織がエナメル質を作るには、X 種結合組織からののはたらきかけが必要である。