

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 ヒトのゲノムと恒常性に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A ヒトの場合、DNAはタンパク質とともにア染色体を形成しているが、一つの体細胞には形や大きさが同じ染色体が2本ずつ存在する。この1対の染色体を相同染色体といい、その一方は母親に由来し、もう一方は父親に由来する。

体細胞のもつ染色体全体では、母親由来、父親由来の2セットあり、その1セットに含まれる全遺伝情報をイゲノムと呼ぶ。ゲノムの解読と遺伝子の研究は、病気の原因解明、新薬の開発など医療の発展に役立つと考えられている。

問1 下線部アに関して、ヒトの染色体の説明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 DNAがタンパク質と結合して折りたたまれた状態である。
- ② 通常、細長い糸状で核内に存在する。
- ③ 体細胞の核内には46本存在する。
- ④ 細胞分裂時では環状構造になる。

問2 下線部イに関して、ヒトゲノムの大きさ(塩基対数)と、ヒトゲノムに存在する遺伝子の数はおよそどれぐらいか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ゲノムの大きさ 遺伝子の数

- ① 約4,000
- ② 約14,000
- ③ 約20,000
- ④ 約460万
- ⑤ 約1億2,000万
- ⑥ 約30億

問3 下線部イに関して、ヒトゲノムの説明として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① 母親由来のゲノムと父親由来のゲノムでは、ゲノムの大きさも遺伝子の数も異なる。
- ② DNAのすべての塩基配列は遺伝子としてはたらいっており、各遺伝子の染色体上での位置は決まっている。
- ③ 多くの真核生物のDNAには非遺伝子領域が存在するが、ヒトゲノムには非遺伝子領域は存在しない。
- ④ ヒトゲノム計画(ゲノムプロジェクト)により、すでに全塩基配列の解読が終了している。

生物基礎・生物

B 動物の体内環境である体液には、細胞の生命活動に必要な物質や、細胞から排出された不要な物質など、多くの物質が含まれている。動物体内の器官は、体液に含まれる物質の濃度や温度・pHなどの状態が一定の範囲内に保たれるようにはたらいっている。

図1は、体液の濃度調節に重要なはたらきをする肝臓で処理を受ける物質を模式的に表したものである。

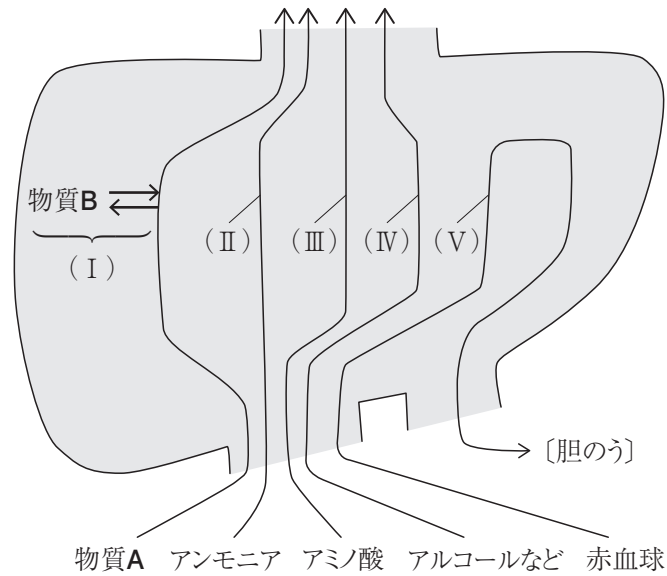


図 1

問4 図1の物質Aと物質B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

- | 物質A | 物質B |
|---------|--------|
| ① グルコース | デンプン |
| ② グルコース | グリコーゲン |
| ③ スクロース | デンプン |
| ④ スクロース | グリコーゲン |

問5 図1の(I)~(V)は、肝臓でおこなわれるはたらきを示す。これらのはたらきの説明文として正しいものを、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。

6

7

- ① (I)は物質Bの合成と分解を示す。ホルモンによる調節を受け、物質Aの体内循環量を一定の範囲内に維持する。
- ② (II)は体に対して有害にはたらくアンモニアを尿素に変化させる分解反応を示す。尿素はその後腎臓で体外に排出される。
- ③ (III)は血しょう中に含まれる血しょうタンパク質の合成を示す。血しょうタンパク質の代表的なものとして血液凝固にかかわるフィブリンがあげられる。
- ④ (IV)はアルコールなどの解毒作用を示す。水、二酸化炭素、酢酸などの無害な物質へと変化させる。
- ⑤ (V)は赤血球の破壊とその主成分のヘモグロビンの分解を示す。分解産物のビリルビンは、中心静脈を経て胆のうに蓄えられる。

第2問 代謝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 真核生物の場合、呼吸によってATPを産生し、細胞の生命活動を維持している。
ア呼吸の過程では酸素が用いられ、二酸化炭素と水に完全分解される。しかし、多くの微生物の場合、酸素を用いずに有機物の分解を進めており、この過程をイ発酵と呼ぶ。発酵では、有機物が完全に分解されないため、産生されるATPは呼吸より少なくなる。

問1 下線部アに関して、呼吸の過程のうち酸素を消費する反応系として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- | | |
|-------------|----------------|
| ① 解糖系のみ | ② クエン酸回路 |
| ③ 電子伝達系のみ | ④ 解糖系とクエン酸回路 |
| ⑤ 解糖系と電子伝達系 | ⑥ クエン酸回路と電子伝達系 |

問2 呼吸と発酵に共通する過程が解糖系である。解糖系で起こる化学反応として不適なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|----------------------|---------------------|
| ① NAD^+ の還元 | ② NADH の酸化 |
| ③ ATPの合成 | ④ ATPの分解 |

問3 下線部イに関して、発酵の説明文として正しいものを、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。

3

4

- ① 乳酸発酵では、解糖系によって生じたピルビン酸はNADHにより酸化される。
- ② 乳酸発酵では、ピルビン酸から乳酸が生じる過程でATPがつくられる。
- ③ アルコール発酵では、解糖系によって生じたピルビン酸はNADHにより還元される。
- ④ アルコール発酵では、1分子のピルビン酸から1分子の二酸化炭素と1分子のアセトアルデヒドが生じる。
- ⑤ アルコール発酵では、アセトアルデヒドからエタノールが生じる過程でATPはつくられない。

生物基礎・生物

B 独立栄養生物である植物は、窒素(N)を含む簡単な物質から有機窒素化合物を合成することができる。大気中には N_2 が存在するが、植物はこれを直接利用することはできない。土壌中の窒素を含む簡単な物質を根から吸収し、植物体内の酵素により有機窒素化合物へと変換している。

図1は、その流れを模式的に表したものである。[A]～[G]は物質を示す。

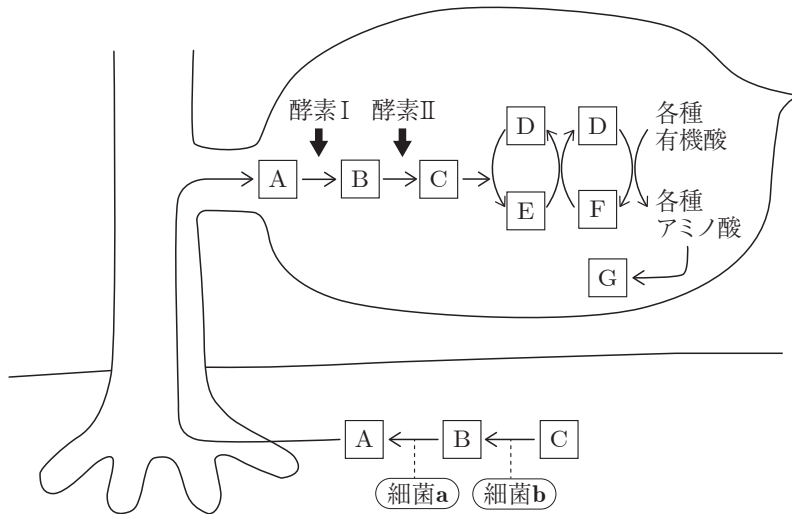


図 1

問4 土壌中での反応は細菌によるものである。図1中の細菌aと細菌b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

- | 細菌 a | 細菌 b |
|------------|----------|
| ① 硝酸菌 | 亜硝酸菌 |
| ② 亜硝酸菌 | 硝酸菌 |
| ③ アゾトバクター | クロストリジウム |
| ④ クロストリジウム | アゾトバクター |

問5 図1の流れの説明文として正しいものを、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 細菌aと細菌bは、酸素を利用しない。
- ② 葉内で A → B → Cを進める酵素Iと酵素IIは還元酵素である。
- ③ Dはグルタミン酸であり、アミノ酸の一種である。
- ④ Eはα-ケトグルタル酸であり、アミノ基をもたない。
- ⑤ Fはグルタミンであり、アミノ基を二つもつ。
- ⑥ Gは高分子の有機窒素化合物であり、タンパク質、クロロフィル、リン脂質などがある。

第3問 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 25)

A ショウジョウバエの未受精卵内の卵黄には、すでに前後軸を決定する情報が含まれている。この情報は母親の細胞でつくられた が未受精卵へと移行し、前端と後端に局在する。この の情報源となる遺伝子は と呼ばれる。受精後、 からつくられる物質が位置情報となって胚の前後軸が決定し、その後分節遺伝子、 ホメオティック遺伝子の発現により、ショウジョウバエの体節構造が次第に形成されていく。

問1 上の文章中の と に入る語句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。

- | | ア | イ |
|---|-------|---------|
| ① | mRNA | Hox 遺伝子 |
| ② | mRNA | 母性効果遺伝子 |
| ③ | タンパク質 | Hox 遺伝子 |
| ④ | タンパク質 | 母性効果遺伝子 |

問2 下線部ウに関して、ナノスタンパク質とビコイドタンパク質の濃度が位置情報となって、前後軸が決定に関わっている。これについての記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ビコイドタンパク質は卵の前端部に局在し、中央部から後端の間には存在しない。
- ② ビコイドタンパク質は卵の前端部から拡散して後端部へと移動するため、卵全体に均一な濃度となる。
- ③ ナノスタンパク質が後端部から前端部にかけて濃度勾配を形成し、ナノスタンパク質の濃度が最も高い領域から尾部が形成される。
- ④ ナノスタンパク質の濃度が低いと、ビコイドタンパク質の濃度は位置情報とならない。

問3 下線部工に関して、ホメオティック遺伝子の特徴として正しいものを、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 単一の遺伝子からなる。
- ② 複数の遺伝子からなる。
- ③ 単一の遺伝子からなる個体と複数の遺伝子からなる個体が存在する。
- ④ 突然変異が起こると、からだの一部の器官が別の器官に変わることがある。
- ⑤ 突然変異が起こっても、からだの器官の形成に影響を及ぼすことはない。
- ⑥ 植物にはみられない。

生物基礎・生物

B 被子植物の生殖は、主に生殖器官である花でおこなわれる。花には、花粉をつくるおしべと、胚のうをつくるめしべがあり、花粉と胚のうは内部に配偶子をつくる。配偶子の形成においては、体細胞分裂と減数分裂の両方がおこなわれ、被子植物特有の受精様式で受精卵が生じる。

図1は、〔I〕めしべ、〔II〕おしべで起こる配偶子形成における、DNA量の変化量を表すグラフである。(DNA量は1核当たり)

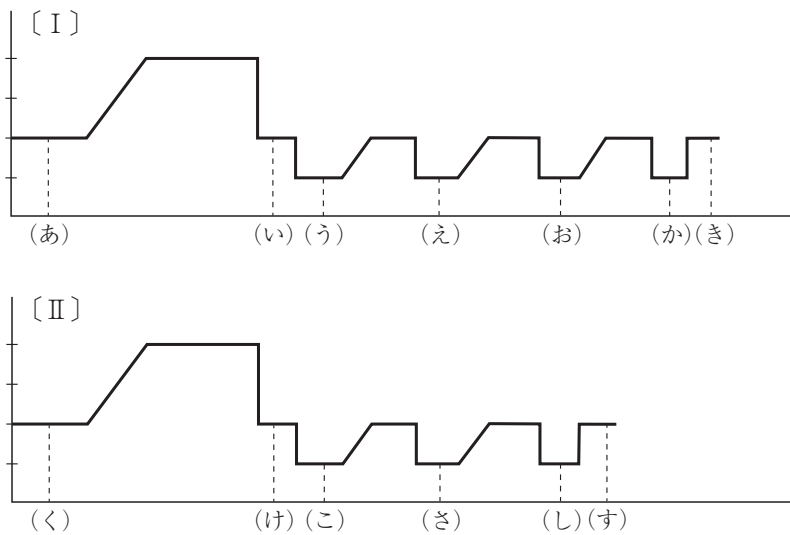


図 1

問4 図1中の(う)と(こ)の段階の細胞名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

- | (う) | (こ) |
|---------|-------|
| ① 胚のう細胞 | 花粉四分子 |
| ② 胚のう細胞 | 雄原細胞 |
| ③ 胚のう | 花粉四分子 |
| ④ 胚のう | 雄原細胞 |

問5 配偶子形成についての説明文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。

6

7

- ① (あ)→(う), (く)→(こ)は減数分裂を含む過程で、分裂期ではDNA量が $\frac{1}{2}$ に減少する。
- ② (う)の時期では、1細胞から生じた四つの細胞のうち小さい三つの細胞が退化するが、(こ)の時期の四つの細胞に、大小の差はみられない。
- ③ (う)→(か)では連続する3回の分裂が起こるため、一つの細胞から八つの細胞が生じる。
- ④ (こ)→(し)では2回の分裂が起こるため、一つの細胞から四つの細胞が生じる。
- ⑤ (か)は配偶子である卵細胞である。
- ⑥ (し)は配偶子である精細胞である。

第4問 動物の反応に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 脊椎動物の神経系は、中枢神経系と末梢神経系からなる。中枢神経系では、介在ニューロンどうしが複雑なネットワークを構成し、高度な情報処理を行う。また、からだの各部分と中枢神経系をつなぐ末梢神経系は、はたらきによって自律神経系と 神経系に分類され、自律神経系はさらに交感神経と副交感神経、 神経系はさらに 神経と運動神経に分類される。

脊椎動物の反応には、ウ反射という無意識に起こる反応がある。この素早く起こる反応も、神経系の経路を興奮が伝わることで起こるが、大脳に情報が伝わる前に効果器に伝わる「エ反射弓」と呼ばれる経路を伝わる。

問1 上の文章中の と 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。

- | | ア | イ |
|---|-----|-----|
| ① | 脊 髄 | 感 覚 |
| ② | 脊 髄 | 散 在 |
| ③ | 体 性 | 感 覚 |
| ④ | 体 性 | 散 在 |

問2 下線部ウに関して、反射中枢と反射の組合せとして正しいものを、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。

- | | 反射中枢 | 反 射 |
|---|------|---------|
| ① | 中 脳 | 姿勢保持の反射 |
| ② | 中 脳 | せ き |
| ③ | 延 髄 | 瞳孔反射 |
| ④ | 延 髄 | 膝蓋腱反射 |
| ⑤ | 脊 髄 | 屈筋反射 |
| ⑥ | 脊 髄 | くしゃみ |

問3 下線部工に関して、反射弓の説明として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

4

- ① 反射弓は大腦を経由しないため、必ず手前の間腦を経由する。
- ② 反射弓は関わるシナプスの数が多くなるため、すばやい反応ができる。
- ③ 熱いものに触れた時の反射弓には、介在神經が含まれている。
- ④ 膝蓋腱反射の反射弓では、受容器から効果器まで1本のニューロンでつながっている。

生物基礎・生物

B 動物は外界のさまざまな刺激を受容器で受け取る。光の刺激は眼の網膜で、音の刺激は耳の **オ** で、匂い(空気中の化学物質)は鼻の **カ** で受容している。それぞれの受容器には、外部の刺激を電気的シグナルに変換できる感覚細胞が存在し、その刺激の大小、あるいは強弱などを神経細胞を介して中枢に伝達している。

ヒトの視覚器である眼の網膜には、錐体細胞と桿体細胞の2種類の視細胞が存在し、錐体細胞には感度の異なるものが **キ** 種類ある。また、桿体細胞は外部の刺激に応じて視物質を合成し、受容する感度を上昇させる。

問4 上の文章中の **オ**・**カ**・**キ** に入る語と数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。 **5**

	オ	カ	キ
①	コルチ器	嗅上皮	2
②	コルチ器	嗅上皮	3
③	コルチ器	嗅覚芽	2
④	コルチ器	嗅覚芽	3
⑤	半規管	嗅上皮	2
⑥	半規管	嗅上皮	3
⑦	半規管	嗅覚芽	2
⑧	半規管	嗅覚芽	3

問5 下線部クの現象の名称と桿体細胞が合成する視物質の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。また、網膜の感度の変化をグラフに表した場合、桿体細胞の感度上昇に基因する部分を実線(—)で示したグラフとして最も適当なものを、下の⑤～⑧のうちから一つ選べ。ただし、グラフの縦軸は閾値(光の強さ)の相対値(目盛りは対数目盛をとる)、横軸は時間(分)を表す。

現象の名称と視物質の名称の組合せ 6

- | 現象 | 視物質 |
|-------|-------|
| ① 明順応 | ロドプシン |
| ② 明順応 | レチナール |
| ③ 暗順応 | ロドプシン |
| ④ 暗順応 | レチナール |

現象の時間的経過を示すグラフ 7

