

# 生物基礎・生物

(全問必答)

**第1問** 配偶子形成と遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 21)

A キイロショウジョウバエの性は性染色体によって決定され、ヒトと同様、XY型である。キイロショウジョウバエの眼色の遺伝子には、赤眼遺伝子と白眼遺伝子があり、前者は後者に対して完全優性で、両遺伝子はX染色体上に存在する。

キイロショウジョウバエにおいて、アある赤眼の雌個体とある雄個体を交配させたところ、生じた雄個体では、赤眼：白眼＝1：1であった。

**問1** ショウジョウバエの雌個体がつくる卵のDNA量を1Cとした場合、DNA量が2Cとなる細胞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 二次卵母細胞      | ② 第二極体      |
| ③ 分裂直前の一次卵母細胞 | ④ 分裂直前の卵原細胞 |

問2 下線部アに関して、次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 下線部アの雌個体に由来する1個の一次卵母細胞が減数分裂し、生じた卵が赤眼遺伝子をもっていた場合、この減数分裂で生じる他の細胞について、どのようなことが分かるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、この減数分裂では乗換えは起こらなかったものとする。 2

- ① 二次卵母細胞は赤眼遺伝子と白眼遺伝子をもつ。
- ② 第一極体は赤眼遺伝子をもつ。
- ③ 第一極体は赤眼遺伝子と白眼遺伝子をもつ。
- ④ 第二極体は赤眼遺伝子をもつ。

(2) 下線部アで交配させた雄個体の遺伝子型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。 3

- ① 必ず白眼遺伝子をもつ。
- ② 必ず赤眼遺伝子をもつ。
- ③ 下線部アの交配で赤眼の雌個体が生まれた場合、白眼遺伝子をもつ。
- ④ 下線部アの交配で白眼の雌個体が生まれた場合、白眼遺伝子をもつ。

生物基礎・生物

問3 キイロシヨウジヨウバエの染色体数は $2n = 8$ であり、雌個体は3対の相同な常染色体と2本の性染色体をもつ。次の問い(1)・(2)に答えよ。

(1) 雌個体がつくる卵の染色体構成は最大何通りか。乗換えは起こらないものとし、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  通り

- ① 2      ② 4      ③ 6      ④ 8      ⑤ 16      ⑥ 32

(2) 雄個体のある1個の一次精母細胞から生じる四つの精子の染色体構成は何通りか。乗換えは起こらないものとし、最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  通り

- ① 2      ② 4      ③ 6      ④ 8      ⑤  $2^4$       ⑥  $4^2$

B キイロショウジョウバエの体細胞では、1対の常染色体上に体色に関する遺伝子（正常体色が黒体色に対して完全優性）と翅の長さに関する遺伝子（正常翅が痕跡翅に対して完全優性）が連鎖している。いま、イ 両形質の遺伝子についてヘテロ接合の雌個体と劣性ホモ接合の雄個体を交配し、得られた2000個の次世代について表現型を調べたところ、表1のような結果が得られた。

表 1

表現型	正常体色・正常翅	正常体色・痕跡翅	黒体色・正常翅	黒体色・痕跡翅
個体数	202	808	792	198

問4 下線部イの雌個体の両親(いずれもホモ接合体とする)の表現型として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、両親の遺伝子型はともにホモ接合である。 6

- ① 正常体色・正常翅と黒体色・正常翅
- ② 正常体色・正常翅と黒体色・痕跡翅
- ③ 正常体色・痕跡翅と黒体色・正常翅
- ④ 正常体色・痕跡翅と黒体色・痕跡翅

問5 体色に関する遺伝子と翅の長さに関する遺伝子の組換え価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 10
- ② 20
- ③ 80
- ④ 90

**第2問** ヒトの腎臓と尿形成に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 23)

A ヒトの腎臓は、中胚葉由来の  から分化した器官であり、血液中の<sup>ア</sup>老廃物を排出するとともに、イ<sup>イ</sup>体液浸透圧の調節も行っている。腎臓において、尿を生成するうえでの構造的・機能的単位を  といい、 は  と細尿管(腎細管)からできている。さらに、 は、毛細血管が曲がりくねった糸球体と  からなる。腎動脈から送り込まれた血液は糸球体において血圧により  にろ過される。このろ液を原尿といい、健康なヒトでは原尿中に血球や血しょう中のタンパク質は含まれない。原尿は細尿管へ送られ、ここでグルコースや無機塩類、水などのからだに必要な成分が毛細血管に再吸収される。また、一部の成分は、毛細血管から細尿管へ追加排出(分泌)される。そして、集まった不要な成分は尿として腎臓を出て、膀胱に集められる。

問1 上の文章中の  ～  に入る語として適当なものを、次の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- |       |          |       |        |
|-------|----------|-------|--------|
| ① 体節  | ② 腎節     | ③ 側板  | ④ ネフロン |
| ⑤ 腎小体 | ⑥ ボーマンのう | ⑦ 集合管 | ⑧ 腎う   |

問2 下線部アの一つである尿素は、肝臓において有毒なアンモニアから生成する物質である。肝臓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 アルコールや薬物の代謝を行う。
- ② 消化酵素である胆汁を生成する。
- ③ 赤血球の破壊を行う。
- ④ 血しょうタンパク質のフィブリノゲンやプロトロンビンを生成する。

問3 下線部イについて、水を大量に飲んだ場合、Xで合成されるホルモンYの分泌量が減少し、尿量が増加する。合成場所XとホルモンY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。 6

	合成場所X	ホルモンY
①	副腎髄質	鉱質コルチコイド
②	副腎皮質	鉱質コルチコイド
③	視床下部	バソプレシン
④	脳下垂体後葉	バソプレシン

生物基礎・生物

B ある健康なヒトにグルコース溶液を注射して血糖量を増加させ、一定時間後に血糖量と腎臓におけるグルコース移動量を調べた結果、図1のようになった。図1中の実線は血糖量と1分間あたりに原尿中へろ過されたグルコース量を、点線は血糖量と1分間あたりに尿中へ排出されたグルコース量を示している。

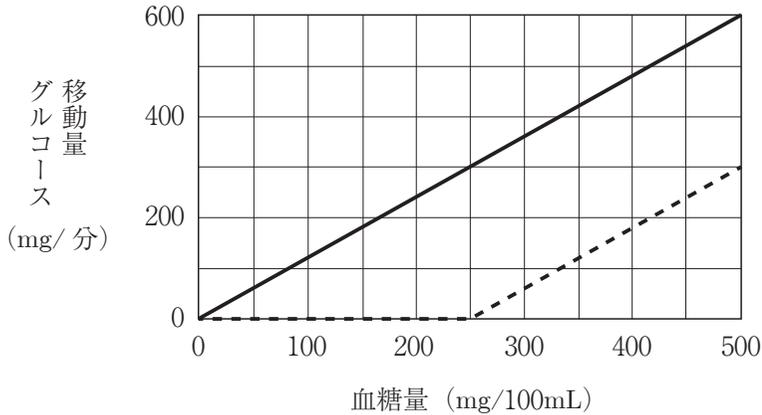


図 1

問4 図1から求められる1分間当たりの原尿量(mL)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  mL

- ① 120                      ② 140                      ③ 160                      ④ 180

問5 図1より、細尿管から毛細血管へのグルコースの再吸収には限界値があることが分かる。1分間当たりの原尿からグルコースを再吸収する能力の最大値(mg)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  mg

- ① 200                      ② 250                      ③ 300                      ④ 350

問6 グルコースの1分間当たりの尿中排出量が100mgだった場合の血しょう中のグルコース濃度(mg/100mL)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。  mg/100mL

- ① 315                      ② 330                      ③ 345                      ④ 360

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第3問** ヒトの心臓の拍動に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 20)

ヒトの心臓は二つの心房と二つの心室で構成されており、その壁は心筋と呼ばれる筋肉でできている。心臓は意識とは無関係に拍動を繰り返しており、この拍動により血液は全身をめぐる血管内を循環することができる。

**問1** 心臓拍動の中樞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 間脳                      ② 延髄                      ③ 脊髄                      ④ 小脳

**問2** 100mを全力で走った場合の心臓拍動に関する次の文章中の  ～  に入る語として適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

走り始めると心臓の拍動数が増加し、血流量が増えるが、これは血液中の  濃度の増加が刺激となって心臓拍動の中樞が興奮し、この興奮が  神経により心臓の  にあるペースメーカーに伝えられたことによる。

- ① 酸素                      ② 二酸化炭素                      ③ 交感                      ④ 副交感  
⑤ 左心房                      ⑥ 左心室                      ⑦ 右心房                      ⑧ 右心室

**問3** 走り始めていったん増加した拍動数は、暫くすると運動前とほぼ同じ値にまで減少する。その理由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 拍動を繰り返した心筋が疲労するから。  
② 多くの血液が全身へ送り出された後、心臓から送り出す血液が不足するから。  
③ ノルアドレナリンが分解されるから。  
④ アセチルコリンが心臓に作用するから。

問4 心筋を構成する筋繊維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。

- ① 多核である。
- ② 紡錘形をしている。
- ③ 横紋がみられる。
- ④ 円柱形をしている。

問5 心臓を中心とするヒトの循環系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 動脈および静脈の周囲には平滑筋が発達している。
- ② 動脈には動脈血、静脈には静脈血が流れている。
- ③ 毛細血管は一層の内皮細胞と平滑筋からなる。
- ④ 脾臓や小腸から肝臓に繋がる血管を肝門脈という。
- ⑤ 組織から伸びるリンパ管は最終的に動脈と繋がる。
- ⑥ 肝臓から十二指腸に伸びる胆管には静脈血が流れる。

**第4問** DNAの構造，形質発現と転写調節に関する次の文章(A・B)を読み，各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号  ～  〕(配点 24)

アDNAは，2本のヌクレオチド鎖が塩基間で結合し，より合わさった二重らせん構造をとっている。

真核生物においてその遺伝子が発現する際は，まず，鋳型となるDNA鎖からmRNA(伝令RNA)の前駆体が作られた後， と呼ばれる工程で  が取り除かれ，それ以外のDNA領域が繋ぎ合わされ，成熟したmRNAとなる。次に，エ成熟mRNAの塩基配列がリボソームによって，アミノ酸の配列に置き換えられる翻訳が行われ，ポリペプチド鎖が合成される。

**問1** 下線部アについて，DNAの構造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 2本のヌクレオチド鎖は逆向きに向かい合い，結合している。
- ② 2本のヌクレオチド鎖間では，アデニンとチミン，グアニンとシトシンが相補的にエステル結合している
- ③ ヌクレオチド鎖の主鎖は，リン酸とデオキシリボースの繰り返しでできている。
- ④ DNAが二重らせん構造をとることを提唱したのはワトソンとクリックである。

**問2** 上の文章中の  ・  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。

- |   | イ        | ウ     |
|---|----------|-------|
| ① | セントラルドグマ | エキソン  |
| ② | セントラルドグマ | イントロン |
| ③ | スプライシング  | エキソン  |
| ④ | スプライシング  | イントロン |

問3 下線部Ⅰ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。

3

4

- ① リボソームは、成熟mRNAの3'末端側から5'末端側にその塩基配列をアミノ酸配列に翻訳する。
- ② アミノ酸のトリプトファンを運ぶ転移RNA (tRNA) のアンチコドンがACCだった場合、トリプトファンを指定するコドンはTGGである。
- ③ 遺伝子DNAに塩基置換が起こり、成熟mRNAにおいてコドンが指定するアミノ酸が変化しても、合成されるタンパク質の機能が維持される場合がある。
- ④ コドンには64種があるが、そのうちアミノ酸を指定するコドンは61種である。
- ⑤ 翻訳により合成されたポリペプチド鎖は、ヒストンにより折り畳まれて立体構造を形成して機能する。
- ⑥ インスリン、免疫グロブリン、脱水素酵素は合成された後、細胞外に分泌される細胞外タンパク質である。

B オ 大腸菌は，さまざまな環境条件に適応し，生育することができる。例えば，大腸菌にラクトースを与えると，大腸菌内ではラクトースオペロン(構造遺伝子群)が誘導され，ラクトースが代謝できるようになる。すなわち，ラクトース非存在下では，調節遺伝子から合成されるリプレッサーが **カ** に結合しており，ラクトースオペロンの転写が抑制されている(図1)。しかし，ラクトース存在下では少量のラクトースが大腸菌内に取り込まれ，その代謝産物がリプレッサーに結合し，リプレッサーの構造が変化して **カ** に結合する性質を失う。これによりRNAポリメラーゼが **キ** に結合し，構造遺伝子群の転写が促進され，ラクトースの細胞内への取り込みや代謝に必要なタンパク質が合成される。生じたタンパク質のうち， $\beta$ ガラクトシドパーミアーゼはラクトースを細胞内に輸送し， $\beta$ ガラクトシダーゼはラクトースをグルコースとガラクトースに分解する(図2)。

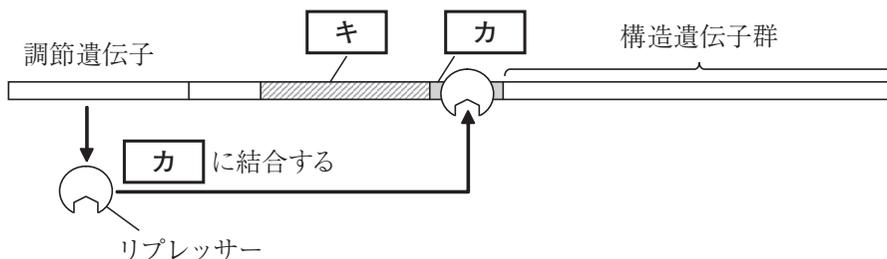


図 1

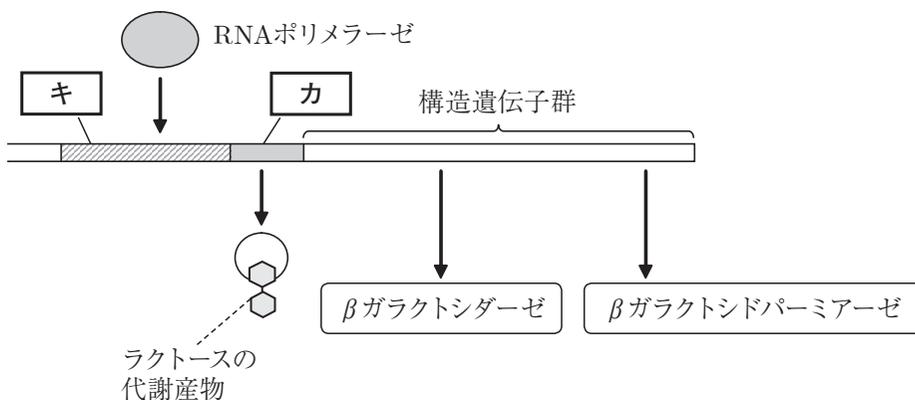


図 2

問4 下線部オに関して、大腸菌は原核生物である。次の記述のうち、原核生物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。 5

- ① 細胞壁をもつ。
- ② 好氣的に有機物を分解する原核生物がない。
- ③ 光合成を行う原核生物がいる。
- ④ リボソームをもつ。

問5 前ページ文章中の 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のうちから一つ選べ。 6

- | カ        | キ      |
|----------|--------|
| ① オペレーター | プロモーター |
| ② プロモーター | オペレーター |
| ③ エンハンサー | サイレンサー |
| ④ サイレンサー | エンハンサー |

## 生物基礎・生物

問6 図1および図2において、次の(1)・(2)のような遺伝子突然変異が起こった場合、構造遺伝子群の転写調節はどのようになると予想されるか。大腸菌にラクトースを与える前後の様子として最も適当なものを、下の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- (1) リプレッサーのラクトース代謝産物と結合する領域の立体構造が変化し、結合できなくなった。
- (2)  のリプレッサーと結合する領域の塩基配列が変化し、結合できなくなった。
- ① ラクトースを与える前は転写が抑制され、ラクトースを与えると転写が促進される。
- ② ラクトースを与える前は転写が促進され、ラクトースを与えると転写が抑制される。
- ③ ラクトースの有無に関わらず、転写は促進される。
- ④ ラクトースの有無に関わらず、転写は抑制される。

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

**第5問** 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕 (配点 12)

問1 ヒトにおける副交感神経のはたらき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 発汗の抑制
- ② 瞳孔の縮小
- ③ 気管支の収縮
- ④ 消化管活動の促進

問2 ヒトの目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。

- ① 網膜の黄斑付近に密集して分布する視細胞は、網膜の周辺部に分布する視細胞に比べて光に対する感度が低い。
- ② 近くのものを見る場合、毛様体の筋肉が緩み、チン小帯が緊張することによりレンズ(水晶体)が厚くなる。
- ③ 錐体細胞には、赤色光を吸収する赤錐体、黄色光を吸収する黄錐体、青色光を吸収する青錐体の3種があり、その興奮の比率を脳で統合して色覚が生じる。
- ④ 視物質のロドプシンは、ビタミンCのアルデヒド誘導体とタンパク質の複合体である。

問3 海生硬骨魚類の体液浸透圧に関する次の文章中の **ア** ~ **ウ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **3**

海生硬骨魚類は、海水を飲み、エラから積極的に **ア** を排出し、 **イ** の **ウ** な尿を排出することで、体液浸透圧を一定に維持する。

	ア	イ	ウ
①	塩類	少量	体液より高張
②	水分	少量	体液より高張
③	塩類	少量	体液と等張
④	水分	少量	体液と等張
⑤	塩類	多量	体液より高張
⑥	水分	多量	体液より高張
⑦	塩類	多量	体液と等張
⑧	水分	多量	体液と等張

問4 血糖量調節ホルモン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 副交感神経の刺激を受け、すい臓ランゲルハンス島A細胞からグルカゴンが分泌される。
- ② アドレナリンは、肝臓においてグリコーゲンの合成を促す。
- ③ 副腎髄質から分泌される糖質コルチコイドは、組織でのタンパク質の糖化を促す。
- ④ インスリンは、細胞へのグルコースの取り込みとグルコースの消費を促す。