

令和5年度入学試験問題（前期日程）

生 物

出題意図及び解答例

問題 1

出題意図：ショウジョウバエの発生について基本的な理解を問う。

問 1

ア： 前後軸（頭尾軸）	イ： ビコイド	ウ： ナノス
エ： 母性効果遺伝子（母性因子）	オ： 体節	

問 2

設問 1

チューブリン

設問 2

ダイニン キネシン

問 3

設問 1

心黄卵

設問 2

記述問題の解答例は公表していません

問 4

設問 1

ギャップ遺伝子（群）

設問 2

記述問題の解答例は公表していません

設問 3

セグメントポラリティー遺伝子（群）

設問 4

記述問題の解答例は公表していません

問 5

設問 1

ホメオティック（セレクター）遺伝子（群）（ホックス（Hox）遺伝子群）

設問 2

記述問題の解答例は公表していません

設問 3

塩基配列の名前：ホメオボックス

コードされるポリペプチド（領域）の名前：ホメオドメイン

問題2

出題意図：

ヒトの体内環境の維持のしくみについて、肝臓の構造と機能に関する理解度を問う。

問 1

ア：20~40%	イ：門脈（肝門脈）	ウ：消化管（小腸）
エ：50万	オ：中心静脈	カ：肝静脈（大静脈）
キ：胆のう	ク：アンモニア	ケ：尿素

問 2

記述問題の解答例は公表していません

問 3

アドレナリン	グルカゴン	成長ホルモン
--------	-------	--------

問 4

コ：血小板（血しょう、[傷ついた]組織）	サ：トロンビン	シ：フィブリノーゲン
ス：フィブリン		

問 5

筋組織

問 6

記述問題の解答例は公表していません

問題 3

出題意図：酵素に関する基礎的知識と実験データを読み取る能力を問う。

問 1

記述問題の解答例は公表していません

問 2

記述問題の解答例は公表していません

問 3

式・計算

$$\frac{6.0 \times 10^{17}}{4.0 \times 10^7 \times 1.0 \times 10^5 \times 60 \times 60 \times 24} = 1.736\bar{1}$$

約 1.74 日

問 4

約
0.06 %

問 5

後（側）

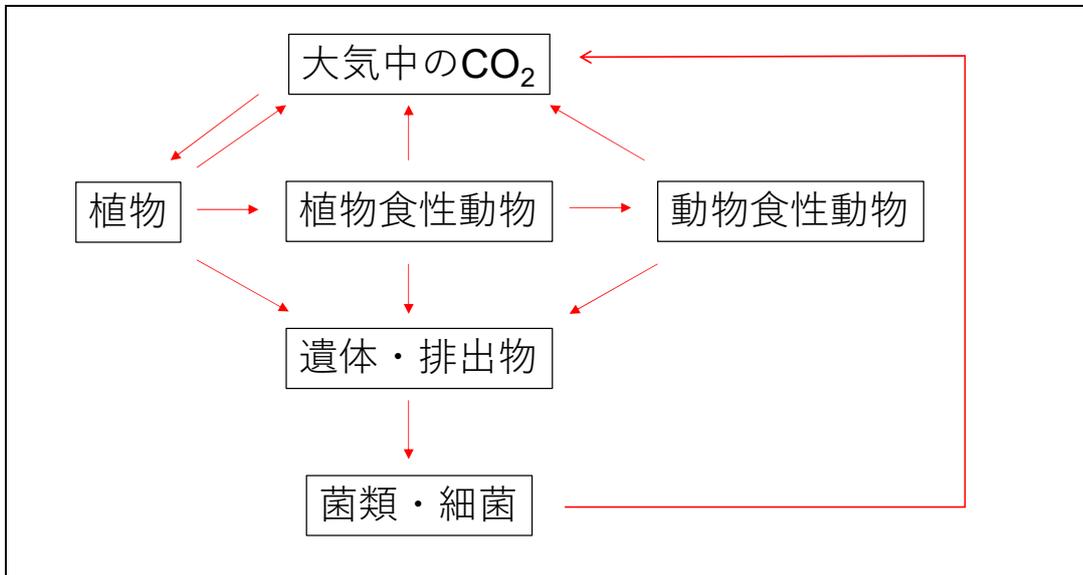
問 6

記述問題の解答例は公表していません

問題 4

出題意図：生態系の炭素循環とエネルギーの流れについての理解力を問う。

問 1



問 2

植物：	生産者	動物：	消費者	菌類・細菌：	分解者（消費者でも可）
-----	-----	-----	-----	--------	-------------

問 3

リボソーム RNA (rRNA、リボゾーム RNA でも可)

問 4

化学合成細菌（化学合成独立栄養細菌、化学合成無機栄養細菌でも可）
あるいは具体的に硫黄細菌（硫黄酸化細菌）、硝化菌（亜硝酸菌（アンモニア酸化菌）、硝酸菌（亜硝酸酸化菌））、鉄細菌（鉄酸化細菌）、水素細菌（水素酸化細菌）などとも書いて可。

問 5

エネルギー源：	無機物	炭素源：	二酸化炭素
---------	-----	------	-------

問 6

記述問題の解答例は公表していません

問 7

記述問題の解答例は公表していません

令和5年度 入学試験問題（前期日程）
問題訂正
「生物」

【問題冊子】

9 ページ 3 問4 1行目

(誤) 「562 アミノ酸からなるカタラーゼの DNA 配列を」

(正) 「カタラーゼの 562 個のアミノ酸を指定する DNA を」

9 ページ 3 問4 2行目

(誤) 「DNA 配列に 1 塩基の」

(正) 「1 DNA 断片あたり平均 1 塩基対の」

9 ページ 3 問4 4行目

(誤) 「PCR 後 1000 塩基中 1 塩基変異した場合」

(正) 「PCR 後 1000 塩基対中 1 塩基対変異した場合」

令和5年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

1. この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはいけません。
2. 解答用紙は問題冊子とは別になっています。解答はすべての解答用紙の指定されたところに記入しなさい。それ以外の場所に記入された解答は、採点の対象となりません。解答用紙は7枚あります。
3. 本学の受験番号をすべての解答用紙の指定されたところへ正しく記入しなさい。氏名を書いてはいけません。
4. この問題冊子は、表紙を含めて16ページあります。問題は4ページから10ページにあります。ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、監督者に申し出なさい。
5. 問題冊子の余白等は適宜利用しても構いませんが、どのページも切り離してはいけません。
6. この問題冊子は持ち帰りなさい。

1 次の文章を読み、問に答えよ。

キイロショウジョウバエの卵は、側方からみるとほぼ楕円形をしている。楕円の長軸は胚の体軸の1つ、(ア)に一致している。(ア)の形成は卵形成時に卵細胞質の前端にたくわえられている(イ)mRNAと後端にたくわえられている(ウ)mRNAが重要な役割を担っている。このような卵形成過程において卵細胞質に蓄積され、胚の発生過程に影響を及ぼす mRNA をコードする遺伝子を(エ)という。受精後、これらの mRNA の翻訳が開始され、それぞれ(イ)タンパク質および(ウ)タンパク質が作られる。(イ)タンパク質は卵細胞質中を前方から後方へ、(ウ)タンパク質は後方から前方へ拡散し、(ア)に沿った濃度勾配を形成する。これらタンパク質により作り出される濃度勾配は胚の(ア)に沿った位置情報となり、それをもとにして分節遺伝子が発現し、(ア)に沿ってみられる(オ)とよばれる繰り返し構造が形成される。形成当初、(オ)はどれも同じような構造をしているが徐々に特徴があらわれ、頭部に触角、胸部には肢や翅などの器官が形成される。

問1 文章中の(ア)～(オ)に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線①の(イ)mRNAの卵前端における蓄積には微小管上を移動するモータータンパク質が関わっている。以下の設問に答えよ。

設問1 微小管を形成するタンパク質の名前を答えよ。

設問2 微小管に関わる代表的なモータータンパク質の名前を2つ答えよ。

問3 下線②について、設問に答えよ。

設問1 細胞質に含まれる卵黄の量や分布から、昆虫卵は何卵とよばれるか答えよ。

設問2 キイロショウジョウバエ卵内で(イ)や(ウ)のタンパク質が濃度勾配を形成できる理由を、キイロショウジョウバエの初期発生の特徴から100字以内で説明せよ。

問4 下線③について、設問に答えよ。

設問1 キイロショウジョウバエの発生において最初にはたらく分節遺伝子(群)の名前を答えよ。

設問2 設問1で答えた遺伝子(群)が翻訳されると、どのようなはたらきをするタンパク質がつけられるか答えよ。

設問3 分節遺伝子(群)のなかで、最後に発現する遺伝子(群)の名前を答えよ。

設問4 胚において、設問3で答えた遺伝子(群)はどのような発現パターンを示すか40字以内で説明せよ。

問5 下線④について、設問に答えよ。

設問1 それぞれの(オ)がどのような形態になるかを指令する複数の遺伝子のはたらきにより、触角や翅が形成される。このような(オ)ごとの特有な器官の形成に関わる遺伝子(群)の名前を答えよ。

設問2 設問1で答えた遺伝子の突然変異で起こる変異体について例を1つ挙げ、変異によって起こる影響を40字以内で説明せよ。また、このとき変異した遺伝子の名前を答えよ。

設問3 設問1で答えた遺伝子はそれぞれ180塩基対のよく似た塩基配列を含んでいる。この塩基配列の名前を答えよ。また、この配列によりコードされる60アミノ酸残基からなるポリペプチド(領域)を何とよぶか答えよ。

2 次の文章を読み、問に答えよ。

ヒトの肝臓は、体内最大の臓器であり、心臓から出た血液の約(ア：0～10%，20～40%，50～60%)が肝臓を通る。肝臓には2本の血管を通して血液が流れ込んでおり、心臓から直接血液が流れる肝動脈と他の臓器から血液が流れ込む(イ)がある。(イ)を通じて(ウ)から吸収されたグルコースやアミノ酸などを豊富に含む血液が送られる。肝臓は1mmほどの大きさの肝小葉が集まってできており、1つの肝小葉は約(エ：5万，50万，500万)個の肝細胞からなる。肝動脈と(イ)は、それぞれ枝分かれして類洞とよばれる毛細血管となり、肝小葉の中を通る。類洞を流れる血液は肝小葉の中心にある(オ)に集まり、(カ)を経て心臓へもどる。また、肝小葉の中には胆細管が走っており、肝小葉でつくられた胆汁は(キ)にたくわえられた後、十二指腸に放出され、便とともに体外へ出される。^①

ヒトの肝臓は血液中のグルコースの一部をグリコーゲンに合成して貯蔵する。グリコーゲンは必要に応じて再びグルコースに分解されて血液中に放出することで血液中のグルコース濃度(血糖濃度)を調節している。^②グリコーゲンに加え、脂肪とタンパク質も肝臓で合成および貯蔵され、必要に応じて分解され全身組織へエネルギー源として送られる。^③グリコーゲン、脂肪およびタンパク質の代謝にともなって熱が発生する。^④タンパク質やアミノ酸などが分解されて生じた有害な(ク)も、肝臓で毒性の低い(ケ)に変換され、排出される。肝臓に障害が生じて(ケ)の合成能力が低下すると、血液中の(ク)濃度が高くなる。ヒトにおいては、血液中の(ク)濃度が高くなると不眠や吐き気が表れ、さらに高くなると昏睡から死に至る。^⑤

問1 文章中の(ア)～(ケ)に入る適切な語句を答えよ。ただし、(ア)と(エ)は文章中の選択肢から選べ。

問2 下線①について、胆汁は老廃物の排出以外にどのようなはたらきがあるか。20字以内で説明せよ。

問3 下線②について、血糖濃度を上昇させるホルモンを3つ答えよ。

問4 下線③について、プロトロンビンなどの血液凝固に関わるタンパク質も合成される。血液凝固のしくみについて図1(次のページ)に示した。図中の(コ)～(ス)に入る適切な語句を答えよ。

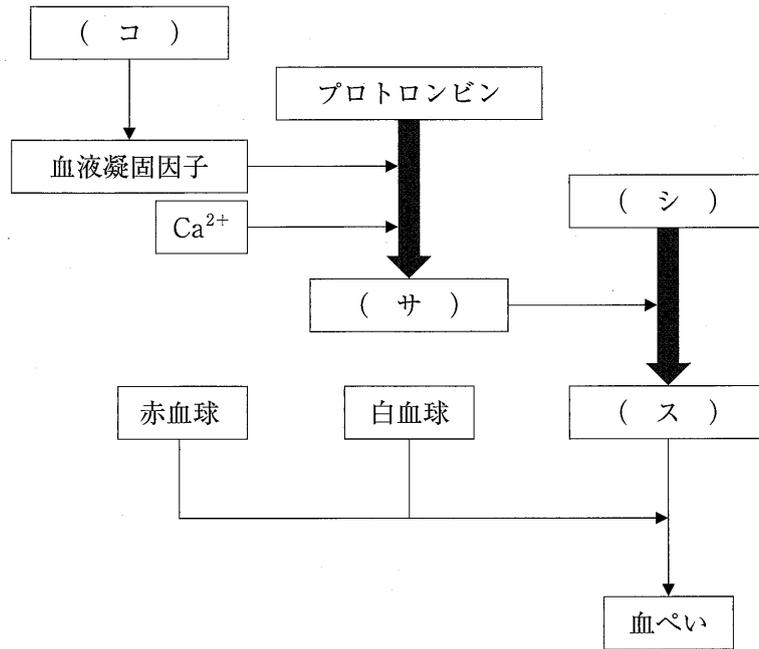


図1 血液凝固のしくみ

問5 下線④について、肝臓以外に体内で熱を発生し、体温維持の役割を担っている組織の名称を答えよ。

問6 下線⑤に示したように肝臓の機能が著しく低下した場合でも、肝臓移植を行うと健康な人と同じように生活できるようになる。しかし、移植された臓器は細胞性免疫により異物として認識されるため拒絶反応が起こる場合がある。肝移植で拒絶反応が起こるしくみについて「HLA^{*1}」, 「キラーT細胞」, 「ドナー^{*2}」, 「非自己」, 「レシピエント^{*3}」を用いて70字以内で説明せよ。

注釈：^{*1} HLA(ヒト白血球型抗原), ^{*2} ドナー(臓器提供者), ^{*3} レシピエント(移植を受けた患者)

3 次の文章を読み、問に答えよ。

カタラーゼと酸化マンガン(IV)がはたらく条件を調べた。準備した物は、ブタレバー、酸化マンガン(IV)、蒸留水、3%過酸化水素水、4%塩酸、4%水酸化ナトリウム、ガスバーナー、氷、温度計、ビーカー、試験管である。以下の4つの実験を行った。

実験①

- (1) 3本の試験管A～Cに等量のレバー片を加えた。
- (2) 試験管DにはA～Cと等量の煮沸したレバー片を加えた。
- (3) AとDに蒸留水1 mL, Bに4%塩酸1 mL, Cに4%水酸化ナトリウム1 mLを加えた。
- (4) 4本の試験管に3%過酸化水素水5 mLを加えて、泡の出方を比較した。

実験②

- (1) 3本の試験管E～Gに等量のレバー片を加えた。
- (2) Eは氷水(0℃), Fはぬるま湯(40℃), Gは熱湯(70℃)の温度を保ったビーカーに浸した。
- (3) 各ビーカーと同温の3%過酸化水素水を各レバー片入り試験管に加えて、泡の出方を比較した。

実験③

- (1) 実験②をレバー片の代わりに酸化マンガン(IV)に変えて行い、泡の出方を比較した。

実験①の結果、Aのみ泡が発生し、B、CおよびDは泡が発生しなかった。実験②の結果、EおよびGと比べてFが最も多く泡が発生した。実験③の結果、温度が高いほど、泡が多く発生した。

実験④

カタラーゼの細胞内局在*に関わる部位がどこにあるかを調べるために、ペルオキシソーム局在性のカタラーゼとオワンクラゲ蛍光タンパク質(GFP)を連結した融合タンパク質を酵母に発現させる遺伝子組換え実験を行った。カタラーゼ遺伝子の前(I)、途中(II)および後ろ(III)にGFP遺伝子を連結させたI～IIIの3種類の融合タンパク質発現プラスミドを作成し、酵母に導入した。融合タンパク質の細胞内局在とカタラーゼ活性を調べ、表1にまとめた。

*細胞内局在：細胞内での存在場所

表1 カタラーゼとGFPの融合タンパク質のペルオキシソーム局在と酵素活性

	前 遺伝子配列 後	局在	活性
I	GFP カタラーゼ	する	ある
II	カタ GFP ラーゼ	する	ない
III	カタラーゼ GFP	しない	ある

- 問1 実験①において、試験管 A のみで泡が発生した理由を 80 字以内で説明せよ。
- 問2 実験②と実験③の結果を比較して、泡が最も多く発生する温度が異なる理由を 100 字以内で説明せよ。
- 問3 過酸化水素を基質とするとき、1 分子のカタラーゼは毎秒 4.0×10^7 分子の分解を触媒できることとする。このカタラーゼ触媒速度のもと、 1.0×10^5 分子のカタラーゼが 1 マイクロモル (6.0×10^{17} 分子) の過酸化水素の分解を触媒するために要する時間を求める式を書き計算せよ。解答の単位は日とし、小数第 3 位を四捨五入せよ。なお、カタラーゼ触媒速度は不変とする。
- 問4 実験④において、562 アミノ酸からなるカタラーゼの DNA 配列をポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) で増幅した。PCR を行った後のカタラーゼの DNA 配列に 1 塩基の変異が見られた。本 PCR のエラー率を計算せよ。解答の単位は % とし、小数第 3 位を四捨五入せよ。なお、エラー率の定義として、PCR 後 1000 塩基中 1 塩基変異した場合にエラー率 0.1 % とする。
- 問5 実験④に用いたカタラーゼのペルオキシソーム局在化に必要なアミノ酸配列は末端に存在する。実験結果から、ペルオキシソームに輸送されるために必要なアミノ酸配列がカタラーゼの前側と後ろ側のどちらにあるかを答えよ。
- 問6 カタラーゼの遺伝子組換え実験において、融合タンパク質 II が酵素活性をもたない理由を 80 字以内で説明せよ。

4 次の文章を読み、問に答えよ。

炭素は大気中では主に二酸化炭素(CO₂)として存在しているが、生物体では主に有機物に含まれており、乾燥重量では生物体の約40～50%にも達する元素である。そのため、生態系内での物質の循環を考えるうえで、炭素の動きはとりわけ重要である。生態系では、炭素の動きにともなってエネルギーも移動している。またCO₂は温室効果ガスの1つであり、近年、大気中CO₂濃度の増加が問題となっている。

問1 解答欄にある生態系の構成生物・要素間の炭素の主な流れを全て矢印で示せ。

問2 生態系における役割から、植物、動物、菌類・細菌はそれぞれ何とよばれるか答えよ。

問3 生態系において菌類と細菌は同じ役割をもつが、ウーズらが提唱した生物の分類体系の1つである3ドメイン説ではそれぞれ真核生物ドメインと細菌ドメインに属している。ウーズらは、何の塩基配列に着目して3ドメイン説を提唱したか答えよ。

問4 光が届かない深海などにおける生態系で、植物と同じ役割をしている細菌グループの名称を答えよ。

問5 問4の細菌グループのエネルギー源と炭素源を答えよ。

問6 下線①について、生態系での炭素とエネルギーの動きで大きく異なっている点を70字以内で説明せよ。

問7 下線②について、大気中CO₂濃度は夏に減少し冬に増加するという季節的な変動により波状の形を示しながら年々徐々に増加している。大気中CO₂濃度が季節変動を示す理由を40字以内で説明せよ。