

# 生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 代謝に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号  ～  ] (配点 25)

A ア呼吸とは、グルコースなどの呼吸基質が、酵素の作用により段階的に進められる分解反応である。イこの分解反応を一気に進めてしまうと、呼吸基質のもつほとんどのエネルギーが ウや光となってしまうが、呼吸では分解反応がゆっくり進み、エネルギーの一部で エATPが合成される。

問1 下線部アについて、呼吸の反応式はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。



問2 下線部イを示す語と、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。

- |   | イ  | ウ |   | イ  | ウ |
|---|----|---|---|----|---|
| ① | 発酵 | 水 | ② | 発酵 | 熱 |
| ③ | 燃焼 | 水 | ④ | 燃焼 | 熱 |

問3 下線部エについて、ATPのエネルギーが利用される生命活動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 物質の消化    ② 筋収縮    ③ 能動輸送    ④ 鞭毛運動

問4 呼吸の過程に関する説明文として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 

4
---

- ① 呼吸は三つの過程により成り立っており、解糖系は細胞質基質にて、クエン酸回路と電子伝達系はストロマにて進行する。
- ② 解糖系ではグルコース 1 分子当たり 4 分子の ATP を合成している。
- ③ ミトコンドリア内で、ピルビン酸がアセチル CoA に変換される際に脱水素酵素ははたらかない。
- ④ ミトコンドリア内に入った物質は、クエン酸回路の 3 カ所で水(H<sub>2</sub>O)が奪われる。
- ⑤ 電子伝達系で受け渡しされた電子は、最後NAD<sup>+</sup>に受け取られNADHとなる。

生物基礎・生物

B 光合成の仕組みは、多くの研究者が、長い時間をかけて明らかにしてきた。オ水や太陽光の関わり、目に見えない酸素や二酸化炭素のやりとりを見出すためには、実験そのものに工夫が必要であった。

次の実験は、イギリスのヒルが行った実験である。葉をすりつぶしてとり出した葉緑体を図1のようにA、B二つの容器に入れた。Aでは、二酸化炭素を除いたのち光を照射したが、容器内での酸素の放出はなかった。Bでは、二酸化炭素を除いたのち、シュウ酸鉄などの酸化剤を入れて光を照射した。すると、容器内での酸素の放出が確認された。

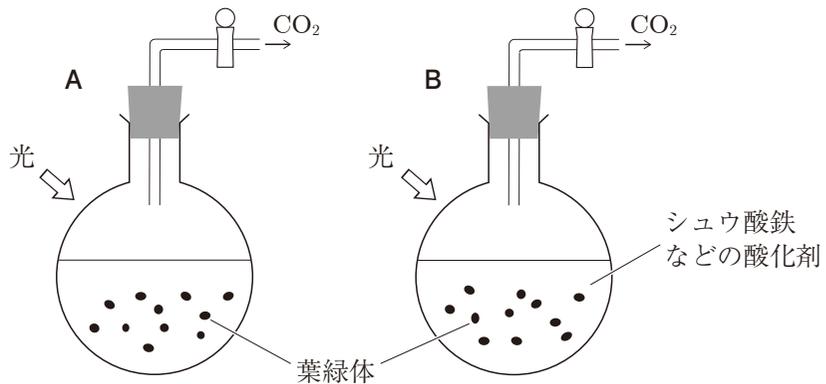


図 1

問5 下線部オについて、取り入れた水や太陽光は、それぞれ光合成のどの反応過程で処理されるか。反応場所と関わる反応系の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。水 5 太陽光 6

	反応場所	反応系の名称
①	ストロマ	光化学系Ⅰのみ
②	ストロマ	光化学系Ⅱのみ
③	ストロマ	光化学系Ⅰ・Ⅱ
④	チラコイド膜	光化学系Ⅰのみ
⑤	チラコイド膜	光化学系Ⅱのみ
⑥	チラコイド膜	光化学系Ⅰ・Ⅱ

問6 この実験の結果がもととなって明らかとなった光合成の反応過程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。

7

8

- ① 放出される酸素は、二酸化炭素由来である。
- ② 放出される酸素は、水由来である。
- ③ 酸素の放出には、二酸化炭素から炭素の受け渡しが必要と考えられる。
- ④ 酸素の放出には、水素(電子)の受け渡しが必要と考えられる。
- ⑤ 二酸化炭素が存在しないと、酸素の放出にかかわる補酵素がはたらくことができない。
- ⑥ 二酸化炭素が存在しないと、光エネルギーの吸収に関わる色素がはたらくことができない。

**第2問** 生殖・発生に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

A 多くの生物がア有性生殖を行うのは、親个体のもつ遺伝情報を組合せて、子孫の遺伝情報を多様なものにするためである。

イ親个体は減数分裂を行い、配偶子を形成する。この配偶子の合体が新しい個体の誕生となるが、遺伝情報は親个体のものを半分ずつ受け継ぐ。ウ配偶子の形成の際に、遺伝情報が多様になるような動きがみられる。

問1 下線部アについて、有性生殖によってつくられた新个体はどれか。最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ヒドラの出芽による新个体
- ② イソギンチャクの分裂による新个体
- ③ ゾウリムシの接合による新个体
- ④ ジャガイモの栄養生殖による新个体

問2 下線部イについて、減数分裂によってできる(体細胞分裂を伴わない)細胞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 ムラサキウニの精子
- ② アフリカツメガエルの卵
- ③ イヌワラビの精子
- ④ トレニアの胚のう細胞

問3 下線部ウに関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 対合した相同染色体(二価染色体)をランダムにどちらかの細胞に取り入れる。
- ② 染色体構成が $2n = 4$ の生物の場合、配偶子に分配される染色体の組合せは8通りである。
- ③ 染色体が組換えを起こすことで、遺伝子の乗換えが起こる。
- ④ 相同染色体間で遺伝子の交換を行うのは減数第一分裂である。

B ショウジョウバエの発生過程は、調節遺伝子が段階的にはたらくことで進められることが明らかとなった。

まず、工受精した直後からの初期発生では、未受精卵の中に含まれる情報をもとに前後軸が決まる。その後、オ少しずつ体節構造がつくられていき、最終的に成虫の各器官が正しい位置関係でつくられる。

図1のA、Bは、未受精卵あるいは受精卵の内部に含まれる、前後軸形成に関わる物質の分布状況を示すグラフである。

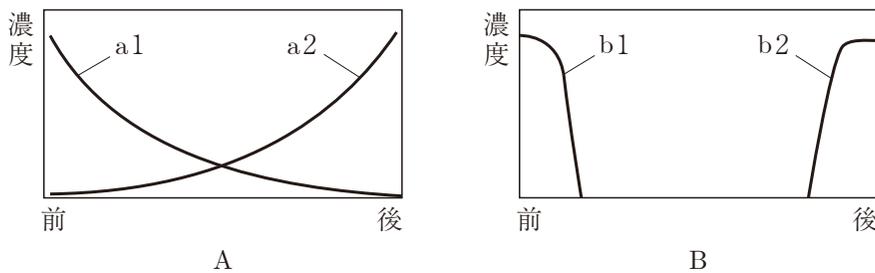


図 1

問4 下線部工について、ショウジョウバエの受精卵もはじめは卵割が進められる。ショウジョウバエの卵の種類と、はじめ数回の分裂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。 4

- | 卵の種類  | 分 裂   |
|-------|-------|
| ① 端黄卵 | 体細胞分裂 |
| ② 端黄卵 | 核分裂のみ |
| ③ 心黄卵 | 体細胞分裂 |
| ④ 心黄卵 | 核分裂のみ |

生物基礎・生物

問5 図1において、a1, b2は何を示しているか。そ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

- | a1          | b2        |
|-------------|-----------|
| ① ナノス mRNA  | ビコイドタンパク質 |
| ② ビコイド mRNA | ナノスタンパク質  |
| ③ ナノスタンパク質  | ビコイド mRNA |
| ④ ビコイドタンパク質 | ナノス mRNA  |

問6 下線部オについて、ショウジョウバエの器官形成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 前後軸がつくられた後の体節構造の形成にかかわる遺伝子を母性効果遺伝子という。
- ② 体節が形成された後、各体節において異なる器官形成が進められるが、その際体節ごとに使用する遺伝子の編集を行う。
- ③ 器官形成には複数の調節遺伝子からなる遺伝子群が関わり、ヒトやマウスでもショウジョウバエと同様のはたらきをもつ遺伝子群が存在する。
- ④ ショウジョウバエの器官形成に関わる遺伝子群の突然変異体に、頭部にはねが形成されるウルトラバイソラックスがある。
- ⑤ ショウジョウバエの器官形成に関わる遺伝子群の突然変異体に、肢が8対になるアンテナペディアがある。
- ⑥ 器官形成に関わる遺伝子群は、からだの前方で発現するものから後方で発現するものが順に並んでいる。

**第3問** 神経に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

A ヒトは周りから、光、音、におい、温度などの膨大な情報をア受容器で受け入れ、すばやく処理し、適切な反応を目指す。そうすることで、よりよい状況をつくり、よりよい体内環境を維持し、非常時であるなら生命の危機から回避できる。

多くの情報の処理と判断は中枢神経系で行っている。中枢神経系は、イ脳と脊髄からなり、情報ごとに処理する領域が異なる。そして、ウ末梢神経系とともに複雑なネットワークをつくり上げている。

問1 下線部アについて、ヒトの受容器の適刺激と、それを受容する部分(受容器)の名称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。

適刺激	受容器
① 光	眼の瞳孔
② 音 波	耳の耳小骨
③ 体の傾き	耳の前庭
④ 体の回転	脳の半規管
⑤ 接触などの圧力	皮膚の圧点
⑥ 強い圧力・熱	皮膚の温点

問2 下線部イについて、脳の領域とその役割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。 3

- ① 大脳には、感覚の中樞、随意運動の中樞などが存在する新皮質と、感情に基づく行動などの中樞となる辺縁皮質がある。
- ② 間脳には、感覚神経の中継点となる視床と、自律神経系と内分泌系の中樞として体内の状態を調整する視床下部がある。
- ③ 中脳は、視覚などの情報を処理して、運動時の体の平衡を保つ。また、眼球運動などの反射中樞でもある。
- ④ 延髄は、心臓などの循環器官や呼吸器官、消化器官のはたらきの調節を行う、生命維持において重要な領域である。

問3 下線部ウについて、動物が反応を起こすときには、いくつかの神経を經由している。手に熱いものが触れて瞬時に手を引っ込めるときの経路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 受容器(手の皮膚) → 感覚神経 → 介在神経 → [大脳] → 介在神経 → 運動神経 → 効果器(腕の筋肉)
- ② 受容器(手の皮膚) → 感覚神経 → 介在神経 → [間脳] → 介在神経 → 運動神経 → 効果器(腕の筋肉)
- ③ 受容器(手の皮膚) → 感覚神経 → 介在神経 → 運動神経 → 効果器(腕の筋肉)
- ④ 受容器(手の皮膚) → 感覚神経 → 運動神経 → 効果器(腕の筋肉)

## 生物基礎・生物

B ヒトの神経系を構成しているニューロン，すなわち神経細胞には，ニューロン内を電気シグナルが伝わる仕組みと，神経終末において次の細胞へシグナルを伝える仕組みが備わっている。これらの仕組みは，膜タンパク質のはたらきによる膜内外のイオンの移動，伝達物質の分泌などにより説明できる。

図1は，軸索のある部分での，細胞外を基準に測定した膜電位を表している。

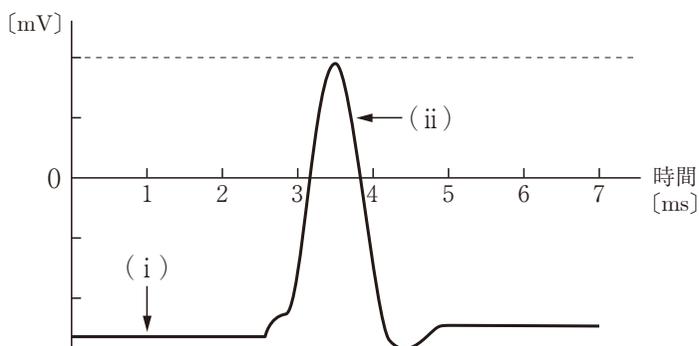


図 1

問4 図1について，静止電位と活動電位の数値として最も適当なものを，次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

静止電位  mV 活動電位  mV

- |       |       |        |
|-------|-------|--------|
| ① 40  | ② 60  | ③ 100  |
| ④ -40 | ⑤ -60 | ⑥ -100 |

図2は、神経細胞の細胞膜に存在する4種類の輸送タンパク質を模式的に表したものである。

- a : 電位依存性  $\text{Na}^+$  チャンネル      b : 非電位依存性  $\text{K}^+$  チャンネル  
 c : 電位依存性  $\text{K}^+$  チャンネル      d : ナトリウムポンプ

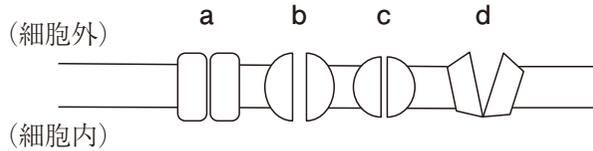


図 2

問5 図2において、輸送タンパク質がイオンを移動させている状態を『+』、イオンを移動させていない状態を『-』で表すとする。図1の(i)と(ii)のときの4種類の輸送タンパク質の状態はどれになるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①~⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。(i) 7 (ii) 8

	a	b	c	d		a	b	c	d
①	+	+	+	+	②	-	-	-	+
③	+	+	-	+	④	+	-	+	+
⑤	+	+	-	-	⑥	+	-	+	-
⑦	-	+	-	+	⑧	-	-	+	+
⑨	-	+	+	+	⑩	+	-	-	-

**第4問** ヒトの血液に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号  ～  〕 (配点 25)

A ヒトの血液は血管系を通じて体内を循環し、全身の細胞と物質のやり取りを行うことで細胞の活動を維持している。血液は、ア有形成分と イ液体成分に分けられ、有形成分は骨髄由来の細胞またはその一部分からなる。液体成分には、栄養分、老廃物のほか、役割をもったタンパク質が多く溶け込んでいる。

問1 下線部アについて、血液中の有形成分は、赤血球、白血球、血小板であるが、数も形も役割も異なる。これらの成分を比較した内容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。

- ① 赤血球の数は単位体積当たりでは最も多く、白血球の10倍ほどある。
- ② 赤血球は真ん中がくぼんだ円盤状で、ヒトの場合無核である。
- ③ 白血球は単位体積当たりでは最も少ないが、リンパ球、マクロファージなどさまざまな種類のものがある。
- ④ 白血球は有核であり、すべての白血球において細胞全体に対する核の割合がかなり大きい。
- ⑤ 血小板は、大きさは最小でありながら有核である。
- ⑥ 血小板は、 $1\text{mm}^3$  当たり約450万～500万个存在する。

問2 下線部イについて、液体成分である血しょうに溶け込んでいる成分とその役割の組合せとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

成分	役割
① アルブミン	酸素の運搬
② インスリン	肝臓などに作用して血糖量を低下させる
③ 免疫グロブリン	非自己である抗原と結合する
④ フィブリノーゲン	フィブリンとなり血液を凝固させる

問3 体内の臓器には、体内環境の一部である血液の状態を調整するはたらきがある。次の i ~ iii の各臓器や組織・細胞はどのはたらきを担うか。最も適当なものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 i  ii  iii

- i 肝臓の肝細胞
- ii 腎臓のネフロン
- iii 肺の肺胞

- ① グルコース・アミノ酸などの栄養分を体外から取り入れる。
- ② グルコースをグリコーゲンに合成して貯蔵し血糖量を上げる。
- ③ 尿素など老廃物を尿へ排出する。
- ④ 有毒なアンモニアを尿素に分解し無毒化する。
- ⑤ 二酸化炭素を排出し、酸素を取り入れる。
- ⑥ アミノ酸を取り入れ、血しょうタンパク質を合成する。

## 生物基礎・生物

B からだのどこかで、毛細血管の損傷が起こってもその修復に対応できる。皮膚などには、病原体の侵入や血液の流出を阻止する生体防御のはたらきが備わっており、血液が常にその機構をサポートする成分を全身に届けていると考えられる。

問4 下線部ウについて、出血量の減少には、まず血管の収縮が起こり、そして血小板が集まることで程度の弱い修復を行うことで対処する。その後血ぺいをつくり程度の強い修復を目指す。血ぺいはフィブリンと何の集まりか。また、血管修復後のフィブリンを分解することを何というか。血ぺいの成分と、フィブリン分解の現象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。

7

血ぺいの成分	現象名
① 赤血球・白血球	梗 塞
② 赤血球・白血球	線 溶
③ 血小板	梗 塞
④ 血小板	線 溶

問5 下線部エについて、皮膚の損傷にともなって病原体が侵入していた場合、それを排除する先天性な機構、すなわち自然免疫が発動する。この機構がはたらくことで熱をもって赤く腫れる現象の名称と、その際集まる細胞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。

8

現象の名称	細胞の名称
① 炎 症	マクロファージ・好中球など
② 炎 症	NK細胞・キラー T細胞など
③ ツベルクリン反応	マクロファージ・好中球など
④ ツベルクリン反応	NK細胞・キラー T細胞など

問6 下線部オについて、血液が全身に送り届けているのは、物質成分のみではなく、血液がもつ熱もまた体温保持など機能的に重要である。体温保持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。 9

- ① 体温を保持することで、体内の代謝が速やかに行われる。
- ② 血液はおもに肝臓の代謝による熱エネルギーで暖められている。
- ③ 寒冷時には、筋肉運動(震え)で多くの熱を発生させている。
- ④ 寒冷時には、副交感神経の作用により皮膚からの放熱を抑制する。