

生物 B

(全問必答)

第1問 遺伝に関する次の文章を読んで、各問い(問1～4)に答えよ。

[解答番号 ~](配点 20)

キイロショウジョウバエの体細胞には(ア)本の染色体があり、そのうち2本が雌雄によって組み合わせの異なる性染色体である。雄は性染色体としてX染色体とY染色体を1本ずつ、雌はX染色体だけを2本もち、その構成はヒトや(イ)などと同様である。また、性染色体以外の染色体を常染色体という。キイロショウジョウバエの常染色体や性染色体には、さまざまな形質を決定する遺伝子が存在する。そこで、キイロショウジョウバエの次に示す3種類の形質(括弧内は対立形質)

- 形質A：毛質(ちぢれ毛 直毛)
- 形質B：体色(黄体色 茶体色)
- 形質C：翅の長さ(直翅 欠失翅)

に注目し、以下の交配を行った。

交配1 ちぢれ毛・黄体色・直翅の純系の雄と直毛・茶体色・欠失翅の純系の雌を交配したところ、 F_1 は雌雄ともに直毛・茶体色・直翅であった。

交配2 交配1で得られた F_1 の雄にちぢれ毛・黄体色・欠失翅の雌を交配したところ、 F_2 の雄はちぢれ毛・黄体色・直翅：ちぢれ毛・黄体色・欠失翅 = 1：1、 F_2 の雌は直毛・茶体色・直翅：直毛・茶体色・欠失翅 = 1：1であった。

問1 文中の(ア)・(イ)にあてはまる数値・語句の組合せとして正しいものを、次の～のうちから一つ選べ。

ア	イ	ア	イ	ア	イ
4	バツタ	4	メダカ	4	ニワトリ
8	バツタ	8	メダカ	8	ニワトリ
12	バツタ	12	メダカ	12	ニワトリ

問2 交配1および交配2から推定できる事柄について、次のようにまとめた。文章中の空欄 2 ~ 5 にあてはまる語句として最も適当なものを、次の ① ~ ⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

3種類の対立形質について、優性形質は 2 である。また、形質 A ~ Cのうち、形質 3 を決定する遺伝子だけが 4 染色体に独立して存在し、他の2つの形質を決定する遺伝子は 5 染色体に連鎖して存在する。

直毛・茶体色・直翅	ちぢれ毛・黄体色・直翅
直毛・茶体色・欠失翅	ちぢれ毛・黄体色・失失翅
A B C	常 X ① Y

問3 交配1で得られたF₁の雌にちぢれ毛・黄体色・欠失翅の雄を交配した場合、次の(1)、(2)の条件下で生じる雌個体に、ちぢれ毛・黄体色・直翅の表現型の個体が含まれている割合(%)はそれぞれいくらか。次の ① ~ ⑤のうちから最も適当なものを一つずつ選べ。(1) 6 % (2) 7 %

- (1) 5 染色体に存在する2つの遺伝子の連鎖が完全である。
 (2) 5 染色体に存在する2つの遺伝子の連鎖が不完全であり、組換え価が20%である。

5 10 12.5 20 25 40 50

生物 B

問4 3種類の対立形質のうち2種類だけに注目し、黄体色・直翅の純系の雌と茶体色・欠失翅の純系の雄を交配して F_1 をつくり、さらに、この F_1 の雄と雌を交配し、 F_2 を得た。これに関する記述として正しいものを、次の ~ から一つ選べ。

8

F_1 の雄では茶体色・直翅の個体のみが現れる。

F_1 の雌では、黄体色・直翅の個体と茶体色・欠失翅の個体が同じ割合で現れる。

F_1 の雄がつくる配偶子には2種類の遺伝子型が、 F_1 の雌がつくる配偶子には4種類の遺伝子型がある。

F_2 の雄では黄体色・直翅：黄体色・欠失翅：茶体色・直翅：茶体色・欠失翅の個体が1：1：1：1で現れる。

F_2 の雌では黄体色・直翅：黄体色・欠失翅：茶体色・直翅：茶体色・欠失翅の個体が3：1：3：1で現れる。

第2問 呼吸に関する次の文章 A ~ C を読んで、各問い(問1 ~ 6)に答えよ。

[解答番号 ~] (配点 20)

A 生物は、生命活動に必要なエネルギーを、体内に取り入れた有機物を分解することで獲得する。この反応を細胞呼吸(内呼吸)といい、好気呼吸と嫌気呼吸に大別される。酸素の消費を伴う好気呼吸では、有機物は脱水素反応および脱炭酸反応により完全に分解され、多量のエネルギーが生じる。好気呼吸は、⁽¹⁾解糖系・クエン酸回路・水素伝達系とよばれる3つの過程から成り立っており、そのうち酸素の消費は(ア)で、脱水素反応は解糖系とクエン酸回路で、脱炭酸反応は(イ)で行われる。一方、嫌気呼吸では、有機物は好気呼吸と共通する反応の(ウ)で部分的に分解されて(エ)となるが、ヒトの筋肉ではそれ以上分解されずに(オ)されて乳酸となる。

問1 文中の(ア) ~ (ウ)には、下線部(1)のいずれかの過程またはそれらを組み合わせたものが入る。それぞれにあてはまるものとして正しいものを、次の ~ のうちから一つずつ選べ。 ア: イ: ウ:

- | | |
|------------------|--------------|
| 解糖系 | クエン酸回路 |
| 水素伝達系 | 解糖系・クエン酸回路 |
| 解糖系・水素伝達系 | クエン酸回路・水素伝達系 |
| 解糖系・クエン酸回路・水素伝達系 | |

問2 文中の(エ)・(オ)にあてはまる語句の組合せとして正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| エ | オ | エ | オ | エ | オ |
| ピルビン酸 | 還元 | ピルビン酸 | 酸化 | ピルビン酸 | 脱水 |
| クエン酸 | 還元 | クエン酸 | 酸化 | クエン酸 | 脱水 |
| エタノール | 還元 | エタノール | 酸化 | エタノール | 脱水 |

B 生体の好気呼吸に伴う酸素吸収量と二酸化炭素放出量の体積比を呼吸商という。呼吸商の値は呼吸基質によって変化し、体内で呼吸により分解される有機物の種類を推定する一つの手がかりとなる。

長期間、主に⁽²⁾草(炭水化物)のみを与えておいた動物 と、主に豚肉や魚肉(タンパク質)を与えておいた動物 がいる。一定時間あたり、動物の吸気に含まれる酸素量を $X_1 \text{ ml}$ 、二酸化炭素量を $Y_1 \text{ ml}$ 、そして呼気に含まれる酸素量を $X_2 \text{ ml}$ 、二酸化炭素量を $Y_2 \text{ ml}$ とし、動物 および についてそれぞれ $X_1 \cdot X_2 \cdot Y_1 \cdot Y_2$ を測定したところ、いずれの場合も $X_1 > X_2$ 、 $Y_1 < Y_2$ であった。

問3 下線部(2)について、主に植物体に含まれる炭水化物の組合せとして最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 5

デンプン・グリコーゲン・グルコース
 アミラーゼ・スクロース・マルターゼ
 マルトース・セルロース・デンプン
 グリセリン・グリコーゲン・カタラーゼ

問4 動物 と の $X_1 \cdot X_2 \cdot Y_1 \cdot Y_2$ に関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 6

動物 について、 $X_1 - X_2$ の値は $Y_2 - Y_1$ の値より大きい。
 動物 について、 $X_1 - X_2$ の値は $Y_2 - Y_1$ の値より小さい。
 動物 と の $X_1 - X_2$ の値が等しい場合、動物 の $Y_2 - Y_1$ の値は動物の $Y_2 - Y_1$ の値より大きい。
 動物 と の $X_1 - X_2$ の値が等しい場合、動物 の $Y_2 - Y_1$ の値は動物の $Y_2 - Y_1$ の値より小さい。

生物 B

C 呼吸における脱水素反応は、脱水素酵素により触媒される酵素反応である。ニワトリの胸筋を用いて、コハク酸脱水素酵素の性質を調べる目的で、次のような実験を行い、以下のような結果を得た。

実験 ニワトリの胸筋を水を加えてすりつぶし、ガーゼでろ過したる液を酵素液とした。ツンベルグ管(図1)の主室に酵素液と緩衝液(pHを一定に維持するはたらきをもつ溶液)、副室にコハク酸ナトリウム・メチレンブルー・水を入れ、主室と副室を合わせて(3)ある処理を行ってから、ツンベルグ管を37℃の温水につけて主室と副室の液を混合し、そのまま反応させた。

結果 混合液は、はじめは青色をしていたが、次第に色が薄くなっていき、最終的に無色になった。

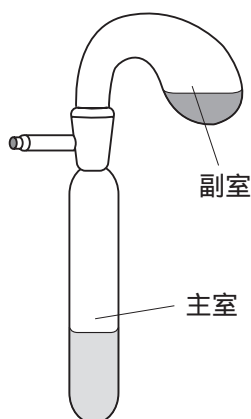


図 1 ツンベルグ管

問5 下線部(3)の処理とはどんなものか。最も適当なものを次の ~ から一つ選べ。

ツンベルグ管を煮沸する。

ツンベルグ管を冷却する。

図1の から通気する。

図1の から排気する。

問6 実験および結果に関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから一つ
選べ。

8

ツンベルグ管内で行われた反応では、コハク酸ナトリウムは還元され、生じた水素により、メチレンブルーは酸化される。

副室にコハク酸ナトリウムを加えずに同様の実験を行った場合でも、酵素液中に含まれる少量のコハク酸により反応は進み、メチレンブルーの青色が少し薄くなる。

ツンベルグ管の主室に緩衝液ではなく、水酸化ナトリウム溶液を入れて実験を行った場合、メチレンブルーの脱色は37 の場合よりも速く観察できる。

ツンベルグ管を37 の温水ではなく、10 の水につけて行った場合、メチレンブルーの脱色は37 の場合よりも速く観察できる。

第3問 光合成・生態系に関する次の文章 A・B を読んで、各問い(問1～6)に答えよ。[解答番号 ～] (配点 20)

A 緑色植物の行う光合成は、光エネルギーを化学エネルギーに変換する反応(過程1)と、それを利用して二酸化炭素を固定し、グルコースを合成する反応(過程2)から成っている。これらの反応は、緑葉の細胞に含まれる細胞小器官の葉緑体で行われ、過程1は葉緑体の(ア)で、過程2は(イ)で進行する。

図1は、シラカシの葉の一定葉面積における二酸化炭素の吸収速度について、自然条件下、2日間連続的に記録した結果である。なお、1日目と2日目の二酸化炭素吸収速度の測定は同じ葉を用いて行っており、1日目と2日目の昼の呼吸速度にほぼ変化は見られなかった。

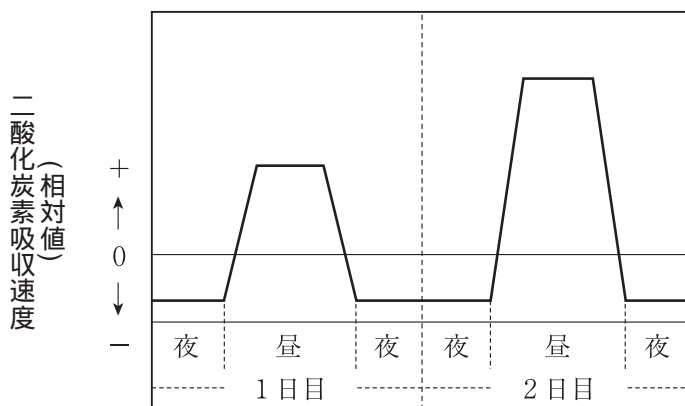


図 1

問1 文中の(ア)・(イ)にあてはまる語句の組合せとして正しいものを、次の ・ のうちから一つ選べ。

- | | | | |
|-------|------|------|-------|
| ア | イ | ア | イ |
| チラコイド | ストロマ | ストロマ | チラコイド |

問2 下線部に関する記述として誤っているものを、次の ~ のうちから二つ選べ。
ただし、解答順序は問わない。 2 3

クチクラ層をもつ光沢のある葉をつける。

スタジイ・ヤブツバキと同じ群系に属する。

日本の中部山岳地帯では、標高1000m付近に多く分布する。

常緑性の広葉樹である。

風によって散布される小型の種子を大量につける。

乾燥に弱く、土壌中に含まれる栄養塩類が少ない土地では生育できない。

問3 図1の1日目と2日目で、昼間に測定された二酸化炭素吸収速度に違いが見られた原因に関する記述として最も適当なものを、次の ~ のうちから一つ選べ。
 4

1日目より2日目の昼間の方が気温が高かったから。

1日目より2日目の昼間の方が葉に照射される光が強かったから。

1日目より2日目の昼間の方が環境の二酸化炭素濃度が高かったから。

生物 B

B 安定に見える極相林も、局所的には絶えず破壊と修復が繰り返されていることが多い。例えば、高木が寿命により枯死し倒れると、林冠にギャップとよばれる空間ができる。例えば、陰樹であるシラカシを優占種とした極相林の林冠にギャップができた場合を考えてみる。ギャップが小さいときには、そこにシラカシの幼木が生育してギャップは修復されることが多い。しかし、ギャップが大きいと、そこに(ウ)に代表される陽樹がまず成長し、これが高木に生育した後、シラカシに交代してギャップは修復される。このような植物群落の移り変わりは(エ)遷移とよばれ、まったくの裸地から始まる場合と比べるとそのスピードが速い。表2は、極相林と、(エ)遷移の途中段階にある森林の物質生産量の内訳を、総生産量を100として換算したものである。

森林	純生産量	被食量	枯死量
オ	40	1	38
カ	60	1	25

表 2

問4 文中の(ウ)・(エ)にあてはまる語句の組合せとして正しいものを、次の～のうちから一つ選べ。 5

ウ	エ	ウ	エ	ウ	エ
ダケカンバ	一次	アカマツ	一次	タブノキ	一次
ダケカンバ	二次	アカマツ	二次	タブノキ	二次

問5 陽樹と陰樹に関する記述として誤っているものを、次の～のうちから一つ選べ。 6

- 強光下における光合成速度は陰樹よりも陽樹の方が大きい。
- 陰樹よりも陽樹の方が光飽和点は高い。
- 陽樹が枯死するような弱光下でも陰樹は成長できることがある。
- 陽樹よりも陰樹の方が補償点は低い。
- 陽樹は陰葉をもたず柵状組織の発達した肉厚で大形の陽葉をもつ。

問6 表2に関して，次の(1)，(2)に答えよ。

- (1) 森林オと力のいずれが極相林と考えられるか。次の ・ のうちから一つ選べ。

オ

力

- (2) 森林オの成長量として正しいものを，次の ~ から一つ選べ。

1

21

41

61

第4問 体液・恒常性に関する次の文章を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 1 ~ 8] (配点 20)

ヒトでは、ア肺・皮膚の上皮・イ消化管の内壁・一部の受容器などは、大気・気温といった外部環境に直接接触している。しかし、体内の細胞や組織は、血液や 1 液などの体液に取り囲まれており、外部環境に直接接触することはない。体内の細胞にとっての環境とは体液であり、ウ体液の浸透圧・温度・糖類の濃度などを内部環境という。ヒトのように体制の複雑な多細胞動物では、体液をからだの隅々まで循環させるための血管系や 1 系が発達している。脊椎動物や 2 動物などがもつ血管系は、動脈と静脈が毛細血管により連絡している 3 血管系であり、毛細血管で連絡していない血管系に比べると、血液は効率よく エ血管の中を循環して細胞に酸素や栄養などを運搬し、老廃物を運び出している。

新鮮なヒトの血液を遠心分離して上澄みと沈殿に分離し、この沈殿を用いて次のような実験を行った。

実験1 沈殿の一部に過酸化水素水を少量添加すると、気体 X がさかんに発生するのが観察された。このことから、沈殿の中にはカタラーゼが含まれていることが分かった。

実験2 沈殿に蒸留水を加えて懸濁液をつくり、次のような条件下で気体 X の発生を観察した。

- 条件 10 に保った懸濁液 5 ml に過酸化水素水 1 ml 添加
- 条件 30 に保った懸濁液 5 ml に過酸化水素水 1 ml 添加
- 条件 70 に保った懸濁液 5 ml に過酸化水素水 1 ml 添加
- 条件 70 に保った蒸留水 5 ml に過酸化水素水 1 ml 添加

問1 文中の空欄 1 ~ 3 にあてはまる語句として正しいものを、次の ~ のうちから一つずつ選べ。

- | | | | | |
|----|-----|------|----|----|
| 節足 | 環形 | 腔腸 | 閉鎖 | 開放 |
| 組織 | リンパ | 血しょう | | |

問2 下線部ア・イ・エの組織や器官は、内胚葉・中胚葉・外胚葉のうちどの胚葉から分化したのか。その組合せとして正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 4

ア	イ	エ	ア	イ	エ
内胚葉	中胚葉	外胚葉	内胚葉	外胚葉	中胚葉
中胚葉	内胚葉	外胚葉	中胚葉	外胚葉	内胚葉
外胚葉	内胚葉	中胚葉	外胚葉	中胚葉	内胚葉
内胚葉	内胚葉	中胚葉	中胚葉	中胚葉	外胚葉
外胚葉	外胚葉	内胚葉			

問3 下線部ウに示した内部環境は、ヒトでは、自律神経系およびホルモンにより一定に維持されている。これに関する記述として正しいものを、次の ~ のうちから二つ選べ。ただし、解答順序は問わない。 5 6

多量に水を摂取した場合、脳下垂体後葉で合成されるバソプレシンの分泌量が減少し、腎臓における水の再吸収が抑制される。

甲状腺からチロキシンが分泌されると、肝臓や筋肉における代謝が抑制され、有機物が蓄積される結果、発熱量が減少する。

皮膚が寒冷刺激を受けた場合、交感神経の興奮により、体表血管や立毛筋が収縮して放熱量が減少する。

正常血糖値は、血液100mlあたり0.1mgである。

血糖値が上昇した場合、副交感神経がはたらかなくても、膵臓ランゲルハンス島細胞からインスリンが分泌される。

副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドは、肝臓においてグリコーゲン分解を促す血糖値上昇ホルモンである。

問4 実験1・2で観察された気体 X の名称として正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 7

酸素 窒素 水素 二酸化炭素 アンモニア

生物 B

問5 実験2に関する記述として誤っているものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

8

気体 X は、酸化還元反応により生じる。

条件 ・ の懸濁液に含まれるカタラーゼは変性しているため、気体 X の発生は見られない。

気体 X が最もさかんに発生するのは条件 である。

条件 で、70 に保った懸濁液に二酸化マンガンを加えた後、過酸化水素水を添加すると、気体 X の発生は見られる。

条件 では、触媒が存在しないために、気体 X の発生は見られない。

第5問 アフリカツメガエルの発生に関する次の文章を読んで、各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 ~](配点 20)

アフリカツメガエルには、メラニン色素の合成に関わるある遺伝子に突然変異が起こり、色素が合成できずに皮膚が白くなったアルビノ個体がいる。そこで、アフリカツメガエルの野生型とアルビノ型(ともに純系)を用いて、次のような実験を行った。

実験1 野生型の雄と野生型の雌を交配して生じた受精卵の発生を観察したところ、胚・幼生・成体のいずれも野生型の特徴を示した。

実験2 アルビノ型の雄とアルビノ型の雌を交配して生じた受精卵の発生を観察したところ、胚・幼生・成体のいずれもアルビノ型の特徴を示した。

実験3 野生型の雄とアルビノ型の雌を交配して生じた受精卵の発生を観察したところ、胚はアルビノ型、幼生と成体は野生型の特徴を示した。

実験4 アルビノ型の雄と野生型の雌を交配して生じた受精卵の発生を観察したところ、胚・幼生・成体のいずれもが野生型の特徴を示した。

実験5 **実験1**で生じた胚の初期原腸胚から原口背唇部を切り出し、これを**実験2**で生じた胚の初期原腸胚の胞胚腔へ移植したところ、二次胚が生じた。

問1 下線部に関する記述のうち、**誤っているものはどれか**。次の ~ のうちから一つ選べ。

ヒトの鎌状赤血球貧血症は、遺伝子突然変異が原因の遺伝病である。
生物に X 線や紫外線を照射することで、人為的に突然変異を誘発できる。
二倍体の雌花に三倍体の花粉を受粉させると、種なしスイカができる。
突然変異により染色体に起こる構造変化に、欠失・転座・逆位などがある。

問2 実験1～4の結果に関する次の記述の空欄 ・ にあてはまる語句として最も適当なものを、次の～のうちから一つずつ選べ。

野生型が示す正常体色とアルビノ型が示す白色体色のうち、優性形質は である。実験3や実験4の交配で生じた幼生や成体では、受精により受け継いだ両親の遺伝子を優性の法則に従い発現させている。しかし、胚では のもつ遺伝子に対応した体色を示していることから、発生初期では、 がつくった生殖細胞にあらかじめ蓄えてあった遺伝子産物に従った形質が発現すると思われる。

野生型体色 アルビノ型体色 雄親 雌親

問3 実験2で生じた成体の雌に実験4で生じた成体の雄を交配し、生じた受精卵の発生を観察した場合、その受精卵から発生する(1)胚および(2)成体が、野生型の特徴を示す確率は何%か。次の～のうちから最も適当なものを、それぞれ一つずつ選べ。(1) % (2) %

0 25 33 50 67 75 100

問4 実験5に関する次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 実験5の結果から、初期原腸胚の原口背唇部は形成体としてのはたらきをもつことが分かる。この実験に、最も関連の深い人物を、次の～のうちから一つ選べ。

グリフィス シュワン フォークト シュペーマン
ヨハンセン

生物 B

- (2) **実験5** で生じた二次胚の内部構造を調べたところ、神経管・体節・脊索・消化管などが形成されていた。そのうち、神経管および脊索は、移植片および宿主のうち、いずれの細胞に由来するものと考えられるか。その組合せとして正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 7

神経管	脊索	神経管	脊索
宿主	宿主	宿主	移植片
移植片	移植片	移植片	宿主

- 問5** アフリカツメガエルの発生に関する記述として誤っているものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 8

卵黄が植物極側に偏っていることから、受精卵は不等割を行い、割球数を増加させていく。

胞胚期にみられる胞胚腔は、その後、原口からの細胞陥入により圧縮され、最終的に消失する。

眼が形成される過程では、水晶体(レンズ)と角膜が形成体としてはたらいっており、網膜は神経管由来の眼杯から自律的に分化する。

胚の発生過程で生じた脊索は、最終的に退化し、体節由来の脊椎骨に置き換わる。