

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 動物の体内の調節や生体防御に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 夏になると気温が上昇し、それに伴い汗や呼気などにより体内の水分が多く失われる。ア 体内の水分量が減少すると、血圧も下がり、体液の塩類濃度も上昇するため、自律神経やホルモンによる調節が行われる。また、冬になると気温は下がり、イ 体内の熱が多く奪われるため、体温を一定に維持するための調節が行われる。

いずれの場合も、体内の状態の変化は、ウ 特定の中枢で感知され、自律神経やホルモンによりその中枢からの命令が体内の器官・組織へと伝えられ、体内の状態はある一定範囲で維持されている。

問1 下線部アについて、体内の水分量が減少した際に行われる調節に関わるホルモンの説明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 脳下垂体前葉から分泌されたバソプレシンにより、腎臓の集合管での水分の再吸収量が増加する。
- ② 脳下垂体前葉から分泌されたバソプレシンにより、腎臓の集合管での水分の再吸収量が減少する。
- ③ 脳下垂体後葉から分泌されたバソプレシンにより、腎臓の集合管での水分の再吸収量が増加する。
- ④ 脳下垂体後葉から分泌されたバソプレシンにより、腎臓の集合管での水分の再吸収量が減少する。

問2 下線部イについて、体温の低下を妨げる調節として、放熱量を減少させる調節と発熱量を増加させる調節とが同時に行われる。それぞれの調節が行われる器官と、その標的器官に対する作用の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥からそれぞれ一つずつ選べ。

放熱量を減少させる調節 2 発熱量を増加させる調節 3

標的器官	作用
① 副腎皮質	交感神経
② 副腎皮質	バソプレシン
③ 肝臓	副交感神経
④ 肝臓	アドレナリン
⑤ 皮膚の血管	交感神経
⑥ 皮膚の血管	アドレナリン

問3 下線部ウについて、体温の情報が伝えられる、特定の中枢とはどこか。最も適当なものを、次の図1の①～④のうちから一つ選べ。 4

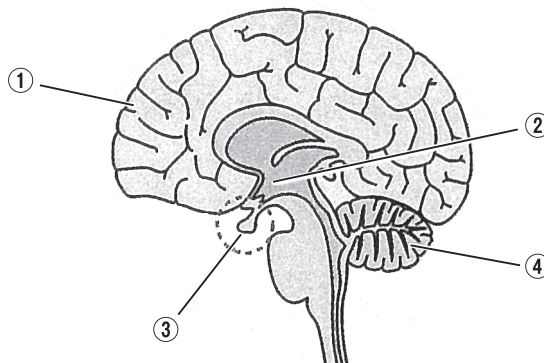


図 1

生物基礎・生物

B ヒトの生体防御において、第一の防御として 工 異物の侵入を阻止するさまざまな仕組みが備わっているが、オ それを突破して侵入する異物を排除する仕組みも備えており、さまざまな細胞がその仕組みに関わっている。

問4 下線部工について、異物の多くは、皮膚や粘膜において物理的・化学的防御によって侵入が阻止される。各部位の防御の仕組みについ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。

5

6

- ① 皮膚の表面では、角質層を形成し、外界からの異物の侵入を阻止している。
- ② 皮膚の表面は、分泌される汗などにより弱酸性に保たれており、細菌の繁殖を防いでいる。
- ③ 眼では、涙に含まれるリゾチームが細菌の細胞膜を分解している。
- ④ 鼻・口では、くしゃみやせきにより異物を排除している。
- ⑤ 気管の表面は繊毛上皮であり、繊毛運動により異物の肺への侵入を防いでいる。
- ⑥ 胃や消化管では、胃酸や消化酵素を含んだ腸液により、細菌が存在できない環境をつくっている。

問5 下線部オについて、第二の防御として自然免疫がはたらくが、その際に関わる細胞でないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① 好中球
- ② T細胞
- ③ マクロファージ
- ④ 樹状細胞

問6 下線部オについて、第二の防御で排除しきれない病原体などに対しては、第三の防御機構として、病原体の情報の認識や情報の伝達に関する細胞がはたらき、病原体を認識したうえで特異的に対応して排除する。第三の防御機構、すなわち適応免疫(獲得免疫)を担当する細胞のはたらきに関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 樹状細胞は食作用による抗原の分解を行うので自然免疫に関わるが、分解した抗原の一部をB細胞などに抗原提示することで適応免疫に関わっている。
- ② ヘルパー T細胞は抗原を認識すると活性化し、自らは増殖しないが、同じ抗原に反応するB細胞を活性化させ増殖を促進する。
- ③ キラー T細胞は樹状細胞の抗原提示と活性化を受けて、直接感染細胞などを攻撃する。
- ④ 未熟なB細胞が成熟B細胞になると、他の細胞の活性化を待たずすぐさま1種類の抗体を産生しつづける。
- ⑤ B細胞は記憶細胞として保存され、同じ抗原の侵入の際には素早く対応する抗体を増殖させることができる。

第2問 代謝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 生体内の有機物には、エネルギー源となる炭水化物や脂質のほかに、タンパク質や核酸など窒素を含む化合物がある。有機窒素化合物は植物の窒素同化によってつくられ、動物はこれを直接的あるいは間接的に取り入れている。

植物は無機窒素化合物として、ア土中から NO_3^- を主に取り入れ、イ葉内の反応系によりアミノ酸が合成されるが、アミノ酸の合成には、ウ光合成などでつくられた糖からの産物である有機酸が必要である。

問1 下線部アについて、植物の枯死体や動物の遺体、排出物に含まれるタンパク質などの有機窒素化合物が土中の微生物などによって分解されると、無機窒素化合物として NH_4^+ が供給される。植物が主に取り入れている NO_3^- に変化するのは、土中のある細菌のはたらきによるものである。その細菌の名称と、その細菌の行う化学反応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。

- | 細菌の名称 | 化学反応 |
|------------|-------|
| ① 硝化細菌 | 酸化反応 |
| ② 硝化細菌 | 脱水素反応 |
| ③ シアノバクテリア | 酸化反応 |
| ④ シアノバクテリア | 脱水素反応 |

問2 下線部イについて、土中から取り入れた NO_3^- からアミノ酸が合成されるまでの過程の説明として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

2

- ① 土中から吸収した NO_3^- は葉の細胞がもつ酵素により $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NH}_4^+$ と還元される。
- ② 葉の細胞に存在するグルタミン酸が酸化されてグルタミンとなる。
- ③ グルタミン1分子とケトグルタル酸1分子が反応してグルタミン酸1分子となる。
- ④ グルタミン酸が脱炭酸反応を起こして有機酸へアミノ基を転移させる。

問3 下線部ウについて、光合成の反応は、チラコイドで起こる反応とストロマで起こる反応に分けられるが、チラコイドで起こる反応はどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

3

- ① 気孔から取り入れた CO_2 を取り入れてPGAを合成する反応
- ② NADPHが酸化して NADP^+ となる反応
- ③ 土中から取り入れた水を分解する反応
- ④ ATPを消費する反応

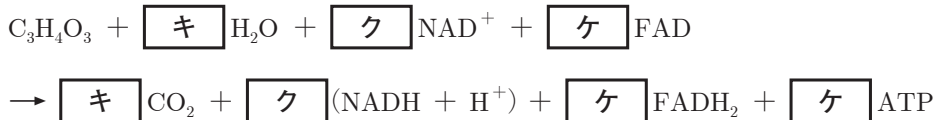
生物基礎・生物

B 呼吸とは、細胞内で生命活動のエネルギーとして使われるATPが合成される反応のことである。呼吸はエ解糖系、オクエン酸回路、カ電子伝達系の三つの過程に分けられる。

問4 下線部エについて、解糖系で行われない反応はどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ATPの消費
- ② ATPの合成
- ③ 脱水素反応
- ④ 脱炭酸反応

問5 下線部オについて、解糖系で生じたピルビン酸はミトコンドリアに取り込まれ、段階的に分解されていく。1分子のピルビン酸が取り込まれときに、マトリックスで進行するクエン酸回路を示す以下の反応式の ～ に入る係数として最も適当なものを、下の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを選択しても構わない。キ ク ケ



- ① 1
- ② 2
- ③ 3
- ④ 4
- ⑤ 5
- ⑥ 6

問6 下線部力について、図1のように電子伝達系はミトコンドリアの内膜上に存在する。呼吸の過程で最も多くATPを合成できるのは、マトリックスと膜間腔の間を移動する H^+ のエネルギーを利用しているためである。電子伝達系とATP合成酵素における H^+ の移動の方向と、膜間腔におけるpH(水素イオン濃度)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。ただし、活動中のミトコンドリアにおける、マトリックス側の通常のpHはおよそ8である。

8

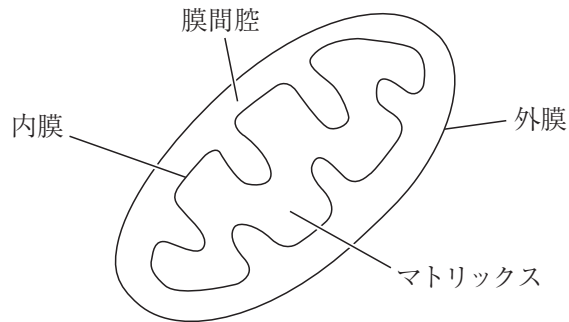


図 1 ミトコンドリア

	電子伝達系	ATP合成酵素	膜間腔のpH
①	マトリックス→膜間腔	マトリックス→膜間腔	pH 7
②	マトリックス→膜間腔	マトリックス→膜間腔	pH 9
③	マトリックス→膜間腔	膜間腔→マトリックス	pH 7
④	マトリックス→膜間腔	膜間腔→マトリックス	pH 9
⑤	膜間腔→マトリックス	マトリックス→膜間腔	pH 7
⑥	膜間腔→マトリックス	マトリックス→膜間腔	pH 9
⑦	膜間腔→マトリックス	膜間腔→マトリックス	pH 7
⑧	膜間腔→マトリックス	膜間腔→マトリックス	pH 9

第3問 生殖・発生に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 動物の受精卵の分裂からはじまる発生の初期においては、多くの動物で共通することもあるが、その動物の受精卵の特徴ごとに異なる過程となる。

最初、多くの動物の受精卵は^ア卵割と呼ばれる細胞分裂をすすめる。その後多細胞の胚となった状態から形態形成が順次はじまる。例えば、^イウニの初期の発生の場合、卵割により胞胚となったのち植物極側からの陥入がみられ原腸胚へと移るが、カエルの場合、胞胚の赤道のやや植物極側から陥入がはじまり原腸胚へと移る。

問1 下線部^アについて、卵割の様式についての説明文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 ウニのように卵黄が卵全体に多くつまって偏りが無い卵を「等黄卵」といい、全体がまんべんなく分割されるため、「全割」で「等割」と呼ばれる。
- ② カエルなどのように卵黄が多めに含まれ動物極と植物極に偏りが生じている卵は「端黄卵」といい、全体が分割されるが動物極では卵割が遅れるので、「全割」で「不等割」と呼ばれる。
- ③ ニワトリなどの卵も卵黄を多くもつ「端黄卵」と呼ばれ、全体で卵割を進めず、動物極の付近のみで卵割が行われるため「盤割」と呼ばれる。
- ④ ヒトなどの卵のように卵黄を中央に集める卵は「心黄卵」と呼ばれ、はじめ核分裂のみを行い、表面に核を移動させて細胞質分裂を行うため「表割」と呼ばれる。

問2 下線部アについて、ウニの16細胞期には割球の大きさが異なる割球が混ざっている。一つの胚において、大割球、中割球、小割球の数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。 2

	大割球	中割球	小割球
①	8	4	4
②	4	8	4
③	8	6	2
④	6	8	2

問3 下線部イについて、ウニとカエルの胞胚から原腸胚へ移行する時期についての内容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 ウニは、胞胚までは受精膜につつまれており、胞胚になると繊毛を生じ、受精膜を破ってふ化する。
- ② ウニの胞胚の内部には胞胚腔がみられ、植物極付近の細胞から一次間充織(中胚葉)が生じ、その後、陥入がはじまる。
- ③ カエルの胞胚の内部にも胞胚腔ができるが、動物極側に偏っている。
- ④ カエルの胞胚の赤道付近の表面の細胞群が陥入をはじめ、その細胞群は原腸を構成する内胚葉となる。

生物基礎・生物

B 有性生殖の際、配偶子に含まれる遺伝子どうしが組み合わせられ、子の遺伝子は多様になる。ウ 遺伝子の組み合わせが多様になることは、その生物種にとって生き残るために有利な条件といえる。

真核生物の場合、遺伝子の本体であるDNAはひも状の染色体に分断されており、両親の染色体を受け継ぐと形や大きさが同じ相同染色体を2本ずつもつ構成となる。減数分裂により配偶子を形成するとき、**工**と**オ**によって両親から受け継いだ、同一染色体上にもっていた遺伝子の組が一部交換されることになる。このことによっても、遺伝子の組み合わせは多様となる。

問4 下線部ウについて、生き残るために有利な条件とはどのようなことか。次の①～④のうちから一つ選べ。**4**

- ① 産卵数・出産数が増えるため有利になる。
- ② 形質が多様となり、環境の変化に対応できる可能性が高くなる。
- ③ 不利な形質が現れなくなる。
- ④ 有利な情報のみが蓄積される。

問5 上の文章中の**工**と**オ**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。**5**

- | | 工 | オ | | 工 | オ |
|---|----|-----|---|----|-----|
| ① | 対合 | 乗換え | ② | 対合 | 組換え |
| ③ | 接合 | 乗換え | ④ | 接合 | 組換え |

ある生物の二つの形質に着目し、形質Aの優性形質を [A]、劣性形質を [a]、形質Bの優性形質を [B]、劣性形質を [b] とあらわす。また、それぞれの形質を決める遺伝子を A, a, B, b とあらわし、大文字は小文字に対して優性である。

いま、遺伝子型が AABB の個体と aabb の個体を交配し、その子 i を得た。また同時に AAbb と aaBB の個体を交配し、その子 ii を得た。そして、子 i と子 ii を交配させ、子 iii を得た。

問6 子 i, ii の遺伝子型はどれか。次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ただし、同じ番号を解答しても構わない。子 i 子 ii

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① AABB | ② AABb | ③ AAbb |
| ④ AaBB | ⑤ AaBb | ⑥ Aabb |
| ⑦ aaBB | ⑧ aaBb | ⑨ aabb |

問7 子 iii の表現型([AB] : [Ab] : [aB] : [ab])はどうか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、形質Aと形質Bの遺伝子は同じ染色体にあり、遺伝子A(a)と遺伝子B(b)の間で により10%が交換された配偶子となった。

子 iii

- | | | |
|-------------------|----------------------|---------------------|
| ① 10 : 1 : 1 : 10 | ② 1 : 10 : 10 : 1 | ③ 9 : 1 : 1 : 9 |
| ④ 1 : 9 : 9 : 1 | ⑤ 281 : 19 : 19 : 81 | ⑥ 209 : 91 : 91 : 9 |

第4問 植物の環境応答に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 植物の一生は種子の発芽からはじまる。種子は不適切な条件で発芽しないようにはじめの過程が植物ホルモンなどで制御されている。

多くの植物は ア イネやオオムギにみられるようにジベレリンにより休眠が解除され、発芽の過程が開始される。またレタスやカボチャなどは光が発芽にかかわる仕組みをもつ。イ レタスの場合、発芽の誘導に関係するある光受容体が、赤色光と遠赤色光を受容することで可逆的に型を変えることが明らかになっている。

問1 下線部アについて、種子はジベレリンにより休眠が解除されるまである植物ホルモンによって発芽を抑制している。発芽の抑制にかかわる植物ホルモンを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|----------|-----------|
| ① オーキシシン | ② サイトカイニン |
| ③ アブシシン酸 | ④ エチレン |

問2 下線部アについて、ジベレリンを分泌する部位と、ジベレリンの作用によって転写が促進される遺伝子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。

- | 分泌部位 | 遺伝子の名称 |
|-------|----------|
| ① 胚 | トリプシン遺伝子 |
| ② 胚 | アミラーゼ遺伝子 |
| ③ 糊粉層 | トリプシン遺伝子 |
| ④ 糊粉層 | アミラーゼ遺伝子 |

問3 下線部イについて、この光受容体の名称と、存在量が増加することで発芽を誘導する光受容体の型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。 3

- | 光受容体 | 光受容体の型 |
|----------|---------|
| ① フィトクロム | 赤色光吸収型 |
| ② フィトクロム | 遠赤色光吸収型 |
| ③ フォトリピン | 赤色光吸収型 |
| ④ フォトリピン | 遠赤色光吸収型 |

生物基礎・生物

B 植物は発芽に成功すると、自ら葉を展開し光を受けながら、ウ 伸長・肥大成長する。
やがて次の子孫となる種子を、被子植物は花で形成する。

被子植物では、エ 種子は果実の中に形成される。果実はやがて成熟し、ついていた枝などから離脱する。成熟の過程や、オ 落葉・落果の過程も植物ホルモンにより制御されている。

問4 下線部ウについて、伸長・肥大成長にかかわる植物ホルモンの記述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。

4

5

- ① 茎の先端部で合成されるオーキシンは、芽、茎、根各部において伸長成長を促進させる作用をもつが、高濃度になりすぎると成長に関して抑制的にはたらく。
- ② アサガオなど急速に茎をのばす植物が多く合成しているのがジベレリンであり、通常より細胞分裂を速くすることで伸長速度を上げている。
- ③ アブラナ科などでみられるブラシノステロイドも茎の伸長促進にはたらいている。
- ④ サイトカイニン側芽の成長促進にはたらく。
- ⑤ エチレンは伸長成長には抑制的にはたらくが、風や接触刺激をうけて肥大成長を促進する作用がある。
- ⑥ エチレンと協調的にはたらくアブシシン酸は、肥大成長促進のはたらきがある。

問5 下線部エについて、ある植物ホルモンをめしべに作用させると種子を形成せずに種なしブドウなどのように果実を肥大成長させるが、何というホルモンがめしべのどの部分に作用するか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

ホルモン めしべの部分

- | | | |
|--------|---------|-----------|
| ① エチレン | ② ジベレリン | ③ サイトカイニン |
| ④ 子房 | ⑤ 胚珠 | ⑥ 胚のう |

問6 下線部カについて、図1は葉のつけ根部分の模式図である。カの部分の名称と、葉のつけ根部分に直接作用しカの形成を促進する植物ホルモンの名称の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

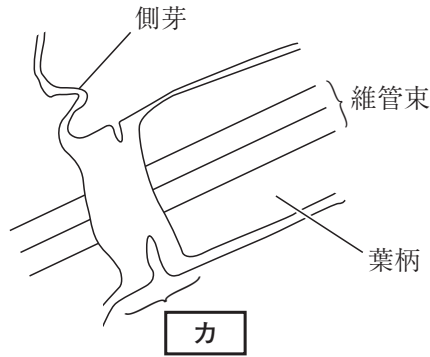


図 1

	<u>カ</u> の部分の名称	植物ホルモンの名称
①	形成層	エチレン
②	形成層	オーキシシン
③	離層	エチレン
④	離層	オーキシシン