

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 細胞の構造とほ乳類の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 地球上の生物は、共通の祖先から枝分かれするように進化し、共通性を保ちながらも、それぞれの環境に適応した多様性に富んだ生物集団を形成したと考えられている。

共通の祖先は簡単な細胞構造であるア原核生物であると考えられ、その後細胞構造が複雑なイ真核生物に、また、単細胞生物から多細胞生物へとより複雑な体の構造を獲得してきた。多細胞生物の体は した多数の細胞からできており、同じような種類の細胞が集まって をつくり、 が集まって器官をつくっている。

問1 下線部アについて、原核生物の組合せとして最も適当なものはどれか、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 大腸菌・ゾウリムシ

② 大腸菌・ネンジュモ

③ 酵母菌・ゾウリムシ

④ 酵母菌・ネンジュモ

問2 下線部イについて、一般的な真核細胞に関する記述として正しいものを、次の

①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。 2 3

- ① 膜でつまれた核をもち、その中に遺伝物質であるRNAからなる染色体が存在する。
- ② 呼吸の場となるミトコンドリアをもち、二酸化炭素を用いて有機物からエネルギーを取り出している。
- ③ 植物細胞に含まれる葉緑体はクロロフィルなどの光合成色素をもち、光エネルギーを利用して有機物を合成している。
- ④ 液胞は動物細胞にも存在するが発達せず、植物細胞のように発達した液胞は見られない。
- ⑤ 細胞壁は動物細胞には存在せず、植物細胞では細胞膜の内側につくられる。

問3 前ページ文章中の ウ と エ 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。 4

- | ウ | エ |
|-------|----|
| ① 分化 | 組織 |
| ② 分化 | 群体 |
| ③ 脱分化 | 組織 |
| ④ 脱分化 | 群体 |

生物基礎・生物

B ほ乳類の体には、体内環境を一定に保とうとする性質が備わっており、これを恒常性という。心臓、肝臓、腎臓などは恒常性において重要な役割を担っているが、これらの器官に指令を出すのは間脳の視床下部である。視床下部は、自律神経系と内分泌系という二つの仕組みを通して、体の各器官のはたらきを調節している。

内分泌系による調節において、視床下部で感知された体内環境の変化に応じて、視床下部に存在する **オ** と呼ばれる細胞が、ホルモンを分泌して脳下垂体前葉へ情報伝達したり、カ 脳下垂体後葉 から直接ホルモンを分泌することで制御される。

問4 上の文章中の **オ** に入る細胞の名称と、下線部カから分泌されるホルモン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**

	オの名称	カから分泌されるホルモン
①	標的細胞	甲状腺刺激ホルモン
②	標的細胞	バソプレシン
③	神経分泌細胞	甲状腺刺激ホルモン
④	神経分泌細胞	バソプレシン

問5 図1はヒトの体内における、カルシウムイオンの量と移動経路を示したものである。カルシウムイオンもまた細胞の活動には必要不可欠であり、その量は一定に保たれている。図中の **キ** と **ク** に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。キ **6** ク **7**

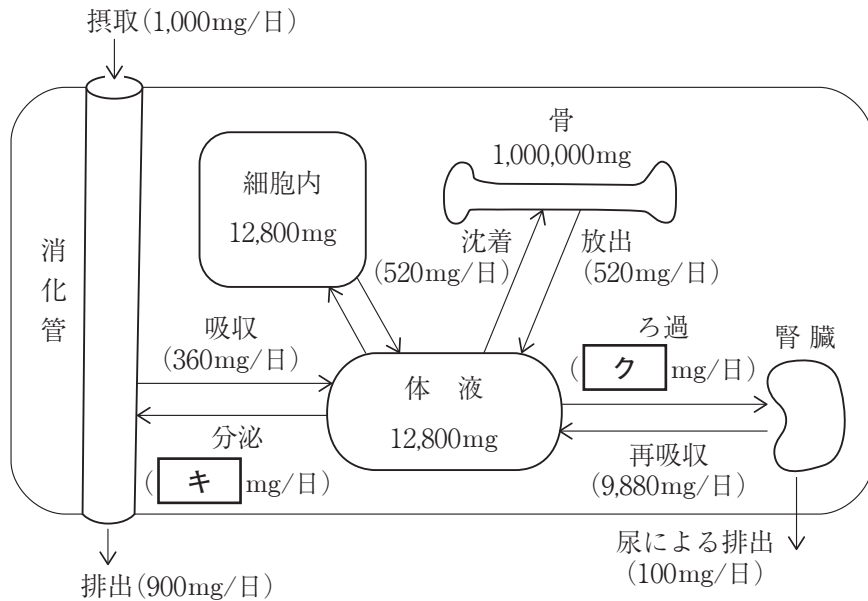


図 1

- | | | | |
|---------|---------|---------|----------|
| ① 260 | ② 360 | ③ 460 | ④ 1,000 |
| ⑤ 9,780 | ⑥ 9,880 | ⑦ 9,980 | ⑧ 10,000 |

第2問 植物の光合成と真核細胞の呼吸について、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 緑色植物がおこなう光合成は、葉緑体内のチラコイド膜で起こる反応と、ストロマで起こる反応とに大きく分けられる。図1は葉緑体内の反応を模式的に示したものである。

チラコイド膜では、光化学系Iと光化学系IIと呼ばれる、光エネルギーによって進められる反応が起こる。その結果、水素イオンの移動が起こり、ア ATP合成とイ 補酵素NADP⁺の還元が進められる。

ストロマで起こる反応は、二酸化炭素から有機物を合成する反応で、その際チラコイド膜でつくられたウ ATPとNADPHを消費する。

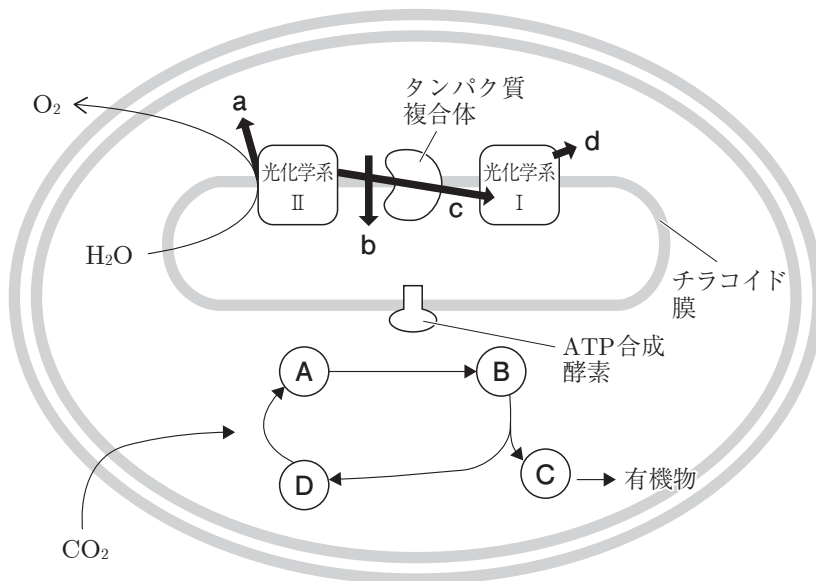


図 1

問1 下線部アについて、チラコイド膜に存在するATP合成酵素によるATPの合成は何と呼ばれるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 光リン酸化
- ② 酸化的リン酸化
- ③ 好氣的リン酸化
- ④ 基質レベルのリン酸化

問2 下線部イについて、補酵素NADP⁺の還元は、太い矢印a～dのいずれの部分で起こるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① a ② b ③ c ④ d

問3 下線部ウについて、図1中のAはホスホグリセリン酸、Bはグリセルアルデヒドリン酸、Dはリブローズビスリン酸である。ATPとNADPHが消費されるのは図中のどの反応か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

3

- | | ATP | NADPH |
|---|---------------|-------|
| ① | A → B | A → B |
| ② | A → B | B → C |
| ③ | A → B | B → D |
| ④ | A → B と B → D | A → B |
| ⑤ | A → B と B → D | B → C |
| ⑥ | A → B と B → D | B → D |

生物基礎・生物

B 真核細胞が行う呼吸は、主にミトコンドリアによって進められる。細胞質基質において、グルコース1分子はエ解糖系と呼ばれる反応系で2分子のピルビン酸に分解される。ピルビン酸は、ミトコンドリアのマトリックスに移動し、オクエン酸回路と呼ばれる反応系に入る。解糖系とクエン酸回路によって生じた還元型の補酵素は、ミトコンドリアの内膜にあるカ電子伝達系と呼ばれる反応系に渡され、多くのATPが生成される。

問4 下線部エについて、解糖系ではATPの合成、ATPの消費およびNADPHの生成が進められる(実際の反応の順序どおりの表記ではない)。グルコース1分子がピルビン酸2分子に分解されるまでの過程でそれぞれ何分子が反応するか。その分子数の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。

4

	ATP(合成)	ATP(消費)	NADPH(生成)
①	2	2	2
②	2	2	4
③	2	4	2
④	2	4	4
⑤	4	2	2
⑥	4	2	4
⑦	4	4	2
⑧	4	4	4

問5 下線部**オ**について、クエン酸回路の経路に関する内容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。

5 6

- ① ピルビン酸 → アセチルCoAの過程では脱炭酸が起こる。
- ② ピルビン酸 → アセチルCoAの過程では脱水素が起こる。
- ③ オキサロ酢酸 → クエン酸の過程では脱炭酸が起こる。
- ④ オキサロ酢酸 → クエン酸の過程では脱水素が起こる。
- ⑤ α -ケトグルタル酸 → コハク酸の過程では脱炭酸が起こる。
- ⑥ α -ケトグルタル酸 → コハク酸の過程では脱水素が起こる。

問6 下線部**カ**について、電子伝達系では酸素の供給がなくなると電子の移動も停止する。酸素の電子伝達系での関わり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 電子の放出 ② 電子の受容 ③ 水素イオンとの結合
- ④ 水分子との結合 ⑤ ATPの合成 ⑥ ATPの分解

第3問 遺伝子の発現に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。

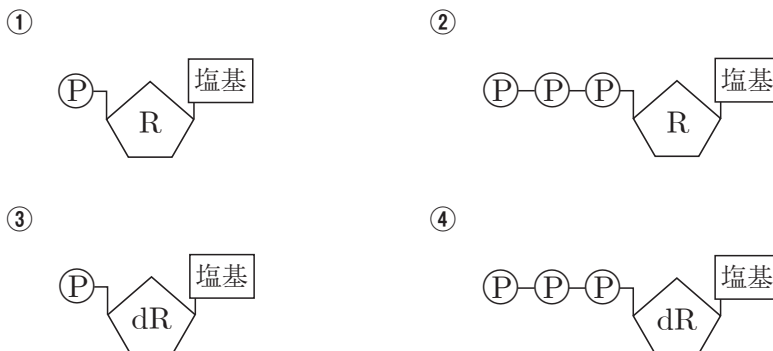
[解答番号 ～] (配点 25)

A DNAの塩基配列に保持されている遺伝情報の発現は、その情報をアRNAの塩基配列に写し取るところから始まる。まず、RNAポリメラーゼによってDNAの二重らせんがほどかれ、DNAの一方の鎖を鋳型としてイRNAの合成が進む。DNAの鋳型鎖の特定の領域に達すると、ウRNAの合成は終了し、RNAはDNAから離れる。

問1 下線部アについて、RNAの塩基配列は相補性によって決まる。DNAの鋳型鎖の「5'-TTAAGC-3'」はRNAにどのように写し取られるか。塩基配列として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 5'-TTAAGC-3' ② 5'-AATTCG-3' ③ 5'-GCTTAA-3'
 ④ 5'-UUAAGC-3' ⑤ 5'-AAUUCG-3' ⑥ 5'-GCUUAA-3'

問2 下線部イについて、RNAが合成される際の基質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、Pはリン酸、Rはリボース、dRはデオキシリボースを示す。



問3 下線部ウについて、真核細胞におけるRNA合成終了後の動き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。

3

4

- ① 合成されたmRNAは、核内でスプライシングを受ける。
- ② 合成されたmRNAは、細胞質へ出てリボソームと結合する。
- ③ 合成されたtRNAは、立体構造をとる。
- ④ 合成されたtRNAは、細胞質で特定のアミノ酸と結合する。
- ⑤ 合成されたrRNAは、核外で転写される。
- ⑥ 合成されたrRNAは、コドンと呼ばれる暗号をもつ。

生物基礎・生物

B RNAの塩基配列が遺伝情報となって翻訳が進められる。mRNAのもつ暗号がどのアミノ酸を指定しているかは、ニーレンバーグやコラーナといった研究者たちによって解明された。次の**実験**は、大腸菌の工細胞抽出液(転写に必要な物質がそろっている)に人工的に合成したmRNAを添加してみたものである。

実験 大腸菌の細胞抽出液に、オGUGUGU…(ポリGU)を添加してみたところ、バリンとシステインが交互につながったポリペプチドのみが得られた。また、カGGUGGU…(ポリGGU)を添加すると、グリシンのみからなるポリペプチド、トリプトファンのみからなるポリペプチド、バリンのみからなるポリペプチドの3種類が得られた。

問4 下線部工について、大腸菌の細胞抽出液に含まれていない物質はどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- | | |
|-------------|-------------|
| ① DNAポリメラーゼ | ② RNAポリメラーゼ |
| ③ リボソーム | ④ ヒストン |

問5 下線部オについて、ポリGUからつくられるコドンを通りなく示しているものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 6

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-------|-------|
| ① GGU | ② GUU | ③ GUG | ④ UGU |
| ⑤ GGU, UUG | ⑥ GUG, UGU | | |
| ⑦ GGU, UUG, GUG | ⑧ GGU, UGG, GUG | | |

問6 下線部カについて、ポリGGUからつくられるコドンを通りなく示しているものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 7

- | | | | |
|-----------------|-----------------|-------|-------|
| ① GGU | ② GUU | ③ GUG | ④ UGU |
| ⑤ GGU, UUG | ⑥ GUG, UGU | | |
| ⑦ GGU, UUG, GUG | ⑧ GGU, UGG, GUG | | |

問7 この実験により、指定するアミノ酸の種類が推定できたのは、どのコドンか。そのコドンと、そのコドンが指定するアミノ酸の組合せとして最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

① GGU＝グリシン

② GUG＝バリン

③ UGU＝システイン

④ UGG＝トリプトファン

第4問 ヒトの聴覚器・アメフラシの行動に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A ヒトの耳は、音波を受容しその情報を脳へ送る仕組みをもっている。空気の振動である音波は、外耳道の奥にある鼓膜を振動させ、中耳にある耳小骨がその振動を増幅させ、内耳へと伝える。内耳に伝わった振動は、うずまき管内にある細胞により、神経により送られる情報へと変換され、大脳に音情報として伝わる。

図1は、内耳にあるうずまき管を伸ばした状態を模式的に表したものである。

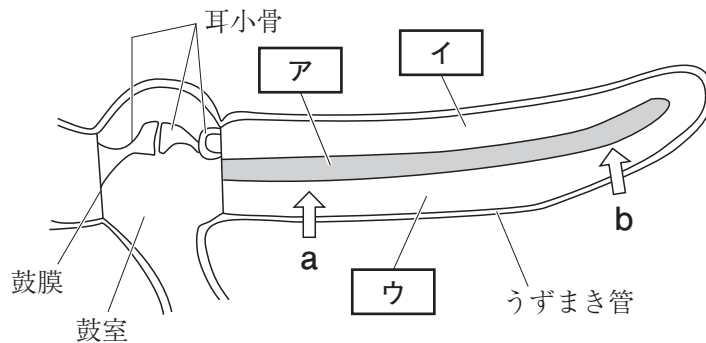


図 1

問1 図1中の ～ に入る名称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。ア イ ウ

- | | | |
|----------|-----------|-------|
| ① うずまき細管 | ② エウスタキオ管 | ③ 半規管 |
| ④ 鼓室階 | ⑤ 前庭階 | ⑥ 卵円窓 |

問2 図1中の と の部分には何が存在するか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- | | |
|----------|---------------|
| ① 空 気 | ② リンパ液 |
| ③ ゼリー状物質 | ④ 何も存在しない(真空) |

問3 図1中の矢印で示したa, bでは, 受容する音の高さが異なる。それは図の **ア** の底部に存在する基底膜の幅が, うずまき管入り口側とうずまき管の奥(頂部側)とで異なるためである。振動数の大きい音(高音)を受容するのはa, bのいずれか。また, その部分では他方に比べて基底膜の幅が広いか狭いか。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**

	高音を受容する	高音を受容する場所の基底膜の幅
①	a	広 い
②	a	狭 い
③	b	広 い
④	b	狭 い

生物基礎・生物

B 動物の行動の様式はさまざまで、Ⅰ 遺伝的にプログラムされている生得的な行動と生後の経験が影響する行動とに大きく分けられる。後者の場合、行動が経験により変化していくことを学習と呼び、そのいくつかは、神経系における伝達反応の変化で説明することができる。

神経系は、ニューロン(神経細胞)どうしの連絡で成り立っている。ニューロンが別のニューロンに情報を伝える際に、軸索末端から神経伝達物質を分泌する。神経伝達物質の分泌量は、次に伝えるニューロンや組織の細胞に生じるEPSP(興奮性シナプス後電位)の大きさにかかわる。

図2は、アメフラシの神経系の一部を示したものである。

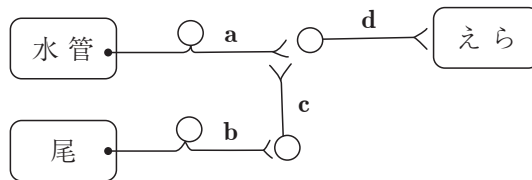


図 2

問4 下線部Ⅰに含まれないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

- ① イヌなどの古典的条件付け
- ② イトヨなどの求愛行動
- ③ ミツバチの8の字ダンス
- ④ サケなどの帰巢行動

問5 アメフラシの水管をつつくと、はじめはえらを強く引っ込める反応をみせるが、同じ刺激を繰り返すと、次第に引っ込める程度を小さくする。この現象は、図2中のどのニューロンの変化によるものか。また、そのニューロンからの神経伝達物質の分泌量の変化は「増加」、「減少」のいずれであったか。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。 7

	変化したニューロン	分泌量の変化
①	a	増 加
②	a	減 少
③	d	増 加
④	d	減 少

問6 アメフラシが問5の状態、つまり「慣れ」が生じた状態にあったにもかかわらず、尾を強く刺激すると「慣れ」が生じる前の引っ込めの程度に戻るという現象がみられた。この現象の説明文として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 尾を刺激すると、その情報がニューロン b からニューロン c に伝わる。
- ② ニューロン c が分泌する神経伝達物質が、a の分泌するものに加わり、ニューロン d に対する作用が強くなる。
- ③ ニューロン d の分泌する神経伝達物質の量が「慣れ」以前の量に戻る。
- ④ ニューロン d の分泌する神経伝達物質の作用により、えらは以前のように強く引っ込める反応を起こす。

(下書き用紙)

(下書き用紙)