

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 恒常性に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 動物の細胞は、その環境となる体液に守られており、物質濃度や温度などは常に一定の範囲内に保たれている。

血液は全身をめぐるように流れているが、途中いくつかの組織・器官でやりとりを行う。血液の一部は、毛細血管壁からしみ出て となり、細胞と物質のやり取りなどを行う。やり取りを終えた の多くはまた血管に入り、心臓へと戻る。例えば、肺では酸素の取り入れ・二酸化炭素の排出を行う。また、 では血液中の有害なアンモニアを受け取り、尿素を合成し無毒化する。

問1 上の文章中の ・ 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。

- | | ア | イ |
|---|------|----|
| ① | リンパ液 | 肝臓 |
| ② | 組織液 | 肝臓 |
| ③ | リンパ液 | 腎臓 |
| ④ | 組織液 | 腎臓 |

問2 血液の循環は、血管系と呼ばれる循環経路により成り立つ。ヒトの血管系に関する説明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。

- ① 心臓の右心室から出た血液は、肺動脈を通り肺へと向かう。
- ② 心臓の左心室から出た血液は、心臓より下部の器官・組織に送り込まれるが、脳など心臓より上部へは送り込まれない。
- ③ 動脈を通る間に物質の出入りが多く行われ、毛細血管に入ると、血液は物質の出入りなく通過する。
- ④ ヒトのように、動脈と静脈が毛細血管によりつながっている血管系を閉鎖血管系という。
- ⑤ リンパ管内のリンパ液の流れは、血管系とは無関係である。

問3 血液の循環経路の一部を示すもの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 心臓 → [大動脈] → 肝臓 → [大静脈] → 心臓
- ② 心臓 → [大動脈] → 小腸 → [肝門脈] → 肝臓 → [大静脈] → 心臓
- ③ 心臓 → [肺動脈] → 肺 → [肺静脈] → 心臓
- ④ 心臓 → [肺動脈] → 頭部 → [肺静脈] → 心臓

生物基礎・生物

B 自律神経系と内分泌系の協調により体内環境の安定が保たれていることは、ウ 血糖濃度の調節機構にもみられる。血糖濃度、すなわち血液中のグルコース濃度は、細胞の活動を支えるエネルギー供給の点で低下させるわけにいかない。エ 血糖濃度が低下すると、脳細胞の活動が低下し、けいれんを起こしたり、意識がなくなったりする。また、オ 血糖濃度が高い状態であればよいかというと、高い状態が続くことで血管が変性して血流が低下し、脳や心臓、足など各器官でさまざまな障害を引き起こしてしまう。

問4 下線部ウについて、血糖濃度の調節は濃度変化を受容することから始まるが、濃度変化をどのように受容しているのか。受容する器官と、受容している情報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

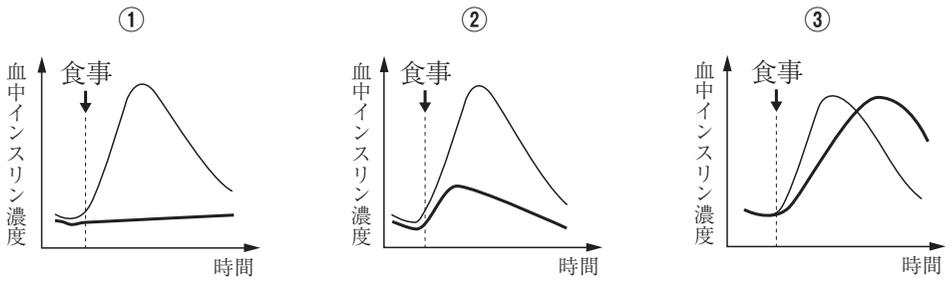
受容する器官	情報
① 間脳のみ	各器官からの自律神経の作用
② 間脳のみ	血液中のグルコース量
③ 間脳・すい臓	各器官からの自律神経の作用
④ 間脳・すい臓	血液中のグルコース量

問5 下線部エの血糖濃度が低下した場合の調節に関する説明として適当なものを、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。

67

- ① 間脳の視床下部から交感神経によって副腎皮質に作用し、アドレナリンの分泌を促す。
- ② 脳下垂体前葉からの刺激ホルモンの作用によって、すい臓ランゲルハンス島のA細胞からグルカゴンの分泌を促す。
- ③ 間脳の視床下部から交感神経によって副腎髄質に作用し、糖質コルチコイドの分泌を促す。
- ④ アドレナリンは肝臓などの細胞に作用し、グリコーゲンの分解を促す。
- ⑤ グルカゴンは各組織の細胞にグルコースの取り込みと消費を促す。
- ⑥ 糖質コルチコイドはタンパク質からグルコースを合成する反応を促す。

問6 下線部オについて、血糖濃度が高い状態がつづく糖尿病の患者の中で、標的細胞のインスリンに対する反応性が低下することが原因であるタイプの患者の(ほかに原因はない)、食事後の血中インスリン濃度を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 8



(——— 健常者のグラフ ——— 糖尿病患者のグラフ)

第2問 光合成・呼吸に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 25)

A 光合成とは、光エネルギーを利用して行う のことである。植物は二酸化炭素を取り入れ、光合成により有機物を合成している。光合成の過程は複雑であるが、大きく二つの過程にわけると、チラコイドでの反応と での反応になる。チラコイドでの反応の一部では光が必要であり、光エネルギーをうまく変換しながら での反応で、消費される物質を合成する。 ではその物質を用いて 工 二酸化炭素から有機物を合成している。

問1 上の文章中の ・ 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。

- | | ア | イ |
|---|------|--------|
| ① | 炭酸同化 | マトリックス |
| ② | 炭酸同化 | ストロマ |
| ③ | 光化学系 | マトリックス |
| ④ | 光化学系 | ストロマ |

問2 下線部ウについて、 での反応で消費される物質として適当なものを、次の①～⑧のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- | | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------|--------|
| ① FAD | ② FADH ₂ | ③ NAD ⁺ | ④ NADH |
| ⑤ NADP ⁺ | ⑥ NADPH | ⑦ ADP | ⑧ ATP |

問3 下線部エについて、 での反応の内容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 直接光を利用していない。
- ② 取り入れた二酸化炭素は炭素数3の物質と結合する。
- ③ 二酸化炭素に含まれていた酸素が放出される。
- ④ チラコイドの反応が止まっても無関係に合成が進められる。

B 呼吸とは、有機物を分解して効率よくエネルギーを取り出すことでATPを多量に合成する過程のことである。分解される有機物は炭水化物のみではなく、呼吸基質として脂肪やタンパク質も分解される。

炭水化物が呼吸基質となる場合、グルコースが第一段階である **ウ** においてピルビン酸に変換され、その後、ミトコンドリアのマトリックスへ移ると脱炭酸・脱水素などの反応により **エ** に変化する。**エ** はその後、マトリックスに存在する **オ** と反応してクエン酸となる。

クエン酸はクエン酸回路により多くの還元型補酵素(NADHなど)を生じ、電子伝達系での多量のATP合成につながる。

脂肪が呼吸基質の場合、脂肪が分解されて脂肪酸とグリセリンとなり、脂肪酸は **エ** へと変化し、グリセリンは **ウ** に入る。いずれもクエン酸回路へと入り、炭水化物と同様ATP合成につながる。

問4 上の文章中の **ウ** ~ **オ** に入る語として最も適当なものを、次の①~⑧のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ウ **5** エ **6** オ **7**

- | | | |
|-----------|------------|----------|
| ① 加水分解反応 | ② 解糖系 | ③ 脱アミノ反応 |
| ④ コハク酸 | ⑤ フマル酸 | ⑥ オキサロ酢酸 |
| ⑦ アセチルCoA | ⑧ アセトアルデヒド | |

生物基礎・生物

問5 下線部力について、脂肪酸が **工** に変化する反応を何というか。また、脂肪酸がパルミチン酸($C_{16}H_{32}O_2$)の場合、パルミチン酸1分子がすべて **工** に変化するのに、何回この反応を繰り返すか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

	反 応	回 数
①	β 酸化	7回
②	β 酸化	8回
③	β 酸化	16回
④	リン酸化	7回
⑤	リン酸化	8回
⑥	リン酸化	16回

(下書き用紙)

生物基礎・生物の試験問題は次に続く。

第3問 DNAの複製・原核細胞のタンパク質合成に関する文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 生物の遺伝情報は、各細胞に存在するDNAの塩基配列として存在している。DNAは多数のヌクレオチドが鎖状につながってできており、そこにつくられる塩基の配列が親から受け継いだ遺伝情報となる。

ヌクレオチドどうしは、 という糖と、隣り合うヌクレオチドの で結合している。DNAの複製は、半保存的複製という、ウ 2本のヌクレオチド鎖がそれぞれ鋳型となって新しいヌクレオチド鎖が伸長される様式でつくられる。もとのDNAを鋳型に用いるのは、その塩基配列に対応させながらミスなくヌクレオチドを連結させていくためである。

問1 上の文章中の ・ に入る語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

ア	イ
① デオキシリボース	リン酸
② デオキシリボース	塩基
③ デオキシリボース	アデニン
④ リボース	リン酸
⑤ リボース	塩基
⑥ リボース	アデニン

問2 下線部ウについて、DNAのヌクレオチド鎖には方向性があり、鋳型鎖に対して新しくできる新生鎖の関係は決まっている。その方向性を示すもの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 鋳型鎖の3'側 → 5'側に対応して、新生鎖が3'側 → 5'側に伸長する。
- ② 鋳型鎖の3'側 → 5'側に対応して、新生鎖が5'側 → 3'側に伸長する。
- ③ 鋳型鎖の5'側 → 3'側に対応して、新生鎖が3'側 → 5'側に伸長する。
- ④ 鋳型鎖の5'側 → 3'側に対応して、新生鎖が5'側 → 3'側に伸長する。

問3 下線部ウについて、その過程の説明として誤っているものを、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。

3

4

- ① DNAリガーゼによって、DNAの二重らせん構造がほどける。
- ② 複製を開始する場所にプライマーという短いDNA鎖がつくられる。
- ③ DNAポリメラーゼが新しいヌクレオチド鎖を伸長させる。
- ④ 新しく伸長するヌクレオチド鎖の一方は連続してつくられるリーディング鎖である。
- ⑤ 新しく伸長するヌクレオチド鎖のもう一方は、不連続につくられるDNA断片をつなぎ合わせてつくるラギング鎖である。

B 原核細胞においても、真核細胞と同様、遺伝子の情報をもとにタンパク質合成が行われる。ただし、真核細胞の場合、DNAが保持する遺伝情報にはタンパク質の情報とならない部分が含まれ、翻訳に至るまでの過程の中に原核生物にはみられない過程が存在する。

図1は、原核細胞内で行われているタンパク質合成の様子を模式的に示したものである。

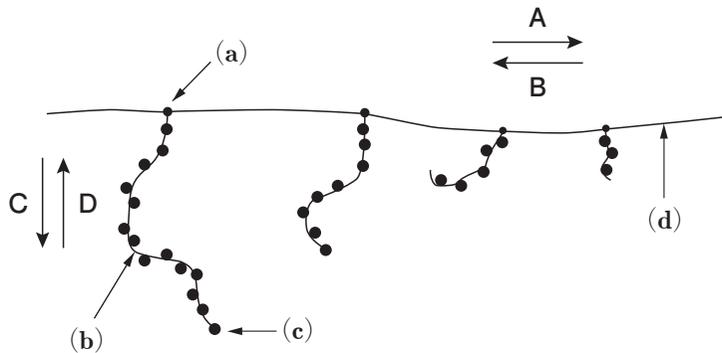


図 1

問4 下線部工について、タンパク質の情報とならないDNAの領域の名称、その不要部分を切除して、タンパク質情報の部分をつなぎ合わせる過程が行われる場所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

	タンパク質の情報とならない DNAの領域	タンパク質情報の部分をつなぎ 合わせる過程が行われる場所
①	イントロン	核内
②	イントロン	細胞質
③	エキソン	核内
④	エキソン	細胞質

問 5 図 1 について、転写と翻訳にかかわるタンパク質や構造体の名称と図中の記号、およびそのタンパク質や構造体の移動方向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。転写 翻訳

	タンパク質や構造体の名称	図中の記号	移動方向
①	DNA ポリメラーゼ	(a)	A
②	DNA ポリメラーゼ	(a)	B
③	RNA ポリメラーゼ	(a)	A
④	RNA ポリメラーゼ	(a)	B
⑤	リボソーム	(c)	C
⑥	リボソーム	(c)	D

問 6 図 1 について、転写と翻訳の過程として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 原核細胞の DNA は図中の (d) で、環状の 1 本鎖である。
- ② 転写された mRNA は図中の (b) で、DNA 鎖を写してできた 2 本鎖である。
- ③ 図中に複数みられる mRNA は同じ遺伝情報をもつことはない。
- ④ 図中で行われている翻訳によってつくられたポリペプチドは、翻訳ごとに少しずつ異なる。
- ⑤ 図のように、同一の遺伝情報に対して同時に転写・翻訳を進めることで、同じタンパク質を多数つくることができる。

第4問 神経の伝達・筋収縮に関する文章(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。

ニューロン内では、入力された刺激によってできた興奮が軸索上を伝導する。軸索末端に到達した興奮は、次のニューロンあるいは、効果器の細胞へと情報を伝達する。

次の細胞との接続部位はシナプスと呼ばれ、細胞と細胞の間にはシナプス間隙という隙間が存在する。この隙間で受けわたされる情報は という分子で、受け取る側の細胞にはその分子の受容体が存在する。受容体は であり、分子が結合すると受け取る側の細胞膜の膜電位に変化が生じる。

問1 上の文章中の ・ 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。

	ア	イ
①	セカンドメッセンジャー	イオンポンプ
②	セカンドメッセンジャー	イオンチャネル
③	神経伝達物質	イオンポンプ
④	神経伝達物質	イオンチャネル

問2 上の文章中の 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。

- ① 軸索末端に存在するシナプス小胞内に含まれている。
- ② 小胞内の分子が細胞膜との融合によりシナプス間隙に放出される。
- ③ 分子は受容体の中を通過して受け取る側の細胞内に入る。
- ④ 分子が作用を及ぼした後、分子は速やかに分解あるいは回収される。

問3 神経の伝達について、情報を受け取る側の細胞が骨格筋の細胞である場合、
アの物質の名称と、イをもつ骨格筋の細胞の名称の組合せとして最も
 適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 3

物質の名称	骨格筋の細胞の名称
① アセチルコリン	筋繊維
② アセチルコリン	筋原繊維
③ グルカゴン	筋繊維
④ グルカゴン	筋原繊維
⑤ ノルアドレナリン	筋繊維
⑥ ノルアドレナリン	筋原繊維

生物基礎・生物

B ウ 骨格筋の筋収縮は、多量のATPを消費する生命活動であり、細胞内でのエネルギー供給の仕組みが発達している。そのため、筋収縮にともなってATPはADPへと分解されるが、スムーズにATPの供給を行い、細胞内のATP濃度を維持できる。

ミトコンドリアにおける呼吸によって、ADPはATPへと再合成されるが、運動が激しくなると、細胞内に蓄えているクレアチンリン酸によってすばやいATP再合成を目指す。また、激しい運動がつづくと、細胞への酸素供給量が増加し、ミトコンドリアの活動が活発になる。さらに、貯蔵されていたグリコーゲンが、解糖による分解に使われることでATP供給量を増加させて、細胞内のATP濃度の低下を防いでいる。

問4 下線部ウについて、支配する神経の名称、骨格筋の細胞内で放出された Ca^{2+} と結合するタンパク質、および収縮のためのフィラメントに使われるタンパク質2種類の名称を、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

支配する神経の名称 Ca^{2+} と結合するタンパク質の名称
フィラメントタンパク質2種類の名称

- | | | |
|-------------|-------------|-----------|
| ① 交感神経 | ② 副交感神経 | ③ 運動神経 |
| ④ ミオシン | ⑤ トロポニン | ⑥ トロポミオシン |
| ⑦ アクチンとミオシン | ⑧ ダイニンとミオシン | |
| ⑨ キネシンとミオシン | | |

問5 下線部エに関する記述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 クレアチンリン酸がクレアチンとリン酸に分解する際に解放されるエネルギーにより、ATPの合成を行う。
- ② 分解されたクレアチンとリン酸は、ミトコンドリア内でクレアチンリン酸に再生される。
- ③ クレアチンリン酸が触媒となって、ADPとリン酸の合成を行う。
- ④ ATPの合成後も、クレアチンリン酸は分解されることなく触媒としての機能をもちつづける。

問6 下線部オについて、ミトコンドリアの活動が活発になるまでの経緯として最も
 適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 8

- ① 骨格筋からのCO₂放出量増加 → 背髄から交感神経による指令
 → 心臓拍動促進 → 血流量の増加 → 酸素供給量の増加
- ② 骨格筋からのCO₂放出量増加 → 間脳からの副交感神経による指令
 → 心臓拍動促進 → 血流量の増加 → 酸素供給量の増加
- ③ 運動による体温上昇 → 大脳からの運動神経による指令
 → 肺での酸素取り込み量増加 → 酸素供給量の増加
- ④ 運動による体温上昇 → 間脳からのアドレナリン分泌による指令
 → 肺での酸素取り込み量増加 → 酸素供給量の増加