

生物基礎・生物

(全問必答)

第1問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 生物の共通性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 すべての生物のからだは細胞からできており、細胞壁でかこまれている点は共通である。
- ② すべての生物がその生物特有の形質を維持するため、親から受け継いだ遺伝情報で独自のタンパク質を合成している。
- ③ すべての生物が生命活動に必要なエネルギーを自らがつくる有機物から取り出している。
- ④ すべての生物はその体内環境を維持するため、独自のホルモンを合成・分泌している。

問2 真核細胞の構造・機能に関する記述として**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 動物、植物ともに、核と細胞質基質とに大きく分けることができる。
- ② 核の内部には染色体があり、染色体の主な成分はDNAとタンパク質である。
- ③ 葉緑体は光合成を行う植物の細胞にしか存在しないが、ミトコンドリアは動物、植物いずれの細胞にも存在する。
- ④ 細胞質基質は流動的であり、アミノ酸や糖などの運搬とともに化学反応も行っている。

問3 単細胞生物と多細胞生物に関する記述として**適当でないもの**を、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 酵母やゾウリムシはからだが一つの細胞からできている単細胞生物である。
- ② 真核生物には単細胞のものと多細胞のものがある。
- ③ 単細胞生物では、1個体内ですべての生命活動が行われるため、収縮胞や消化管といった特殊な構造が発達しているものが多い。
- ④ 多細胞生物では、動物における心臓や肺など、植物における葉や根などのように器官をつくり、生命活動の役割分担が行われている。

問4 細胞の研究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。 4

- ① ロバートフックは赤血球や精子などを自作の顕微鏡で観察し、それらを細胞 (cell) と名づけた。
- ② シュライデンは動物の発生の研究から、シュワンは植物の発生の研究から、『細胞が生命の最小単位である』という細胞説を提唱した。
- ③ 光学顕微鏡の分解能はおよそ $0.2\mu\text{m}$ であり、ヒトの赤血球のサイズまでは観察できるが、原核生物の大腸菌やミトコンドリアの観察は不可能である。
- ④ 電子顕微鏡の分解能は 1nm 以下であり、エイズウイルスや細胞小器官の微細構造なども観察できる。

生物基礎・生物

生体内では主成分がタンパク質である酵素がつくられ、生命活動に必要な化学反応の触媒としてはたらいている。

生体触媒である酵素と無機触媒との違いについて調べるため、ニワトリの肝臓片に含まれるカタラーゼと無機触媒である酸化マンガン(IV)を用いて、次の**実験**を行った。

実験 試験管 A ~ G を用意し、すべてに 5 % 過酸化水素水を 3 mL ずつ入れる。

A ~ E は 30℃ に、F, G は 80℃ に保ち、下に示すものを添加した。

酵素液とは、ニワトリの肝臓片をすりつぶし、水を加えて適当な濃度に調整したものである。

A : 水 2 mL

B と F : 酵素液 2 mL

C と G : 少量の酸化マンガン(IV) + 水 2 mL

D : 酵素液と 5 % 塩酸の混合液 2 mL

E : 少量の酸化マンガン(IV) + 5 % 塩酸 2 mL

結果 試験管 A ~ G の気体発生量はおおよそ表 1 のようになった。

表 1

| A | B | C | D | E | F | G |
|---|-----|----|---|----|---|-----|
| — | +++ | ++ | + | ++ | + | +++ |

— : 気体発生なし

+ : 実験開始直後のみ発生

++ : 多く発生

+++ : 激しく発生

問 5 この**実験**で発生した気体は何か。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。

① 酸素

② 二酸化炭素

③ 塩素

④ 水素

問6 この実験と結果に関する記述として**適当でないもの**を、次の①～⑦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 BとCの比較から、30℃の条件では、Cに含まれる酸化マンガン(IV)よりBに含まれる酵素のほうが活性が高いことがわかる。
- ② BとDの比較から、5%塩酸は酵素を分解してしまうことがわかる。
- ③ BとFの比較から、80℃になると酵素は活性を失うことがわかる。
- ④ CとEの比較から、酸化マンガン(IV)は強酸の影響を受けないことがわかる。
- ⑤ CとGの比較から、酸化マンガン(IV)は30℃より80℃のほうが活性が高い可能性がある。
- ⑥ DとEの比較からだけでは、酵素より酸化マンガン(IV)のほうが強酸に強いとは断定できない。
- ⑦ Aは触媒が存在しない状態での気体発生がないことを示し、B～Gの対照実験となる。

第2問 遺伝情報とその分配に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 19世紀に、メンデルのエンドウを使った実験により遺伝の規則性が明らかになった。その後、20世紀にはいると染色体に遺伝子があることがわかり、遺伝子の本体がDNAであることが解明された。

グリフィスが行った肺炎双球菌のマウスへの感染実験では、肺炎を発病しないR型菌が肺炎を発病させるS型菌へと形質転換するという事実を明らかにした。

エイブリーらは、形質を決定する物質こそが遺伝子であると考え、S型菌への形質転換、すなわち非病原性から病原性への転換の原因物質を探るため、次のような実験を行った。

実験 R型菌からS型菌への形質転換は、殺菌されたS型菌のある成分がR型菌に取り込まれたからであると仮定し、S型菌をすりつぶして得た抽出液をR型菌に混ぜて培養してみた。

- (1) S型菌抽出液を無処理のままR型菌に混ぜて培養する
- (2) S型菌抽出液をタンパク質分解酵素で処理したものをR型菌に混ぜて培養する
- (3) S型菌抽出液をDNA分解酵素で処理したものをR型菌に混ぜて培養する

結果

- (1) 培地に存在する多くのR型菌の一部にS型菌が現れた
- (2) 培地に存在する多くのR型菌の一部にS型菌が現れた
- (3) 培地にS型菌は現れなかった

問1 形質転換の原因物質について調べた実験で明らかになったこと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

- ① DNAのみが作用するときに形質転換が起こるので、原因物質はDNAである。
- ② DNAが含まれている場合に形質転換が起こるので、原因物質はDNAである。
- ③ タンパク質のみが作用するときに形質転換が起こるので、原因物質はタンパク質である。
- ④ タンパク質が含まれている場合に形質転換が起こるので、原因物質はタンパク質である。

問2 グリフィスの実験では死亡したマウスの体内からS型菌が検出されたが、R型菌は検出されなかった。グリフィスとエイブリーらの二つの実験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。 2

- ① エイブリーらのマウス体外での実験でも、マウスの体温に厳密に合わせないとすべてがS型菌に形質転換できない。
- ② マウス体内ではもともとタンパク質分解酵素の処理を受けていたが、DNA分解酵素の処理は受けていない。
- ③ マウス体内ではR型菌は白血球により処理されてS型菌のみが検出されるが、培地ではR型菌は存在し、ほんの一部S型菌が出てくる。
- ④ マウス体内では体液が流動する中での現象であるが、培地では流動性はなくR型菌とS型菌抽出液の接触のしかたに大きな違いがある。

生物基礎・生物

B DNA の遺伝情報は、細胞分裂の過程で二つの細胞に正確に分配され、次世代の個体へと受け継がれる。

問3 体細胞の分裂過程に関する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。

- ① 間期のS期にDNAは複製されて2倍の量になる。
- ② 分裂期前期には染色体が凝縮されて太い棒状になる。
- ③ 分裂期中期には、相同染色体が対合したものが観察される。
- ④ 分裂期後期に、染色体が裂け目で分離し、両極へと分かれるように移動する。
- ⑤ 分裂期終期には染色体が糸状に戻る。
- ⑥ 細胞全体を分離する細胞質分裂はG₁期に入ると起こる。

問4 ある動物の細胞を採取し、細胞分裂に適した培地で培養して多数の細胞を得た。これらの細胞は、培養開始後72時間でおおよそ8倍の2400個にまで増殖した。この細胞の細胞周期は何時間か。最も適当なものを、次の①～④のうちの一つ選べ。ただし、各細胞の細胞周期は同じ長さであるものとする。 時間

- ① 6 ② 9 ③ 12 ④ 24

問5 培養開始 72 時間後の 2400 個の時期ごとの観察細胞数は次の表 1 のようになった。また、2400 個全細胞について DNA 量を測定して、図 1 のグラフに表される相対 DNA 量ごとに細胞数を集計すると表 2 のようになった。この細胞周期のうち、 G_2 期と分裂期終期の所要時間はおよそどれぐらいの時間と考えられるか。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。ただし、2400 個の細胞は細胞周期の各時期に偏ることなく存在するものとする。

G_2 期 6 分裂期終期 7

| 時 期 | 間 期 | 前 期 | 中 期 | 後 期 | 終 期 |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| 個 数 | 1980 | 240 | 65 | 55 | 60 |

表 1

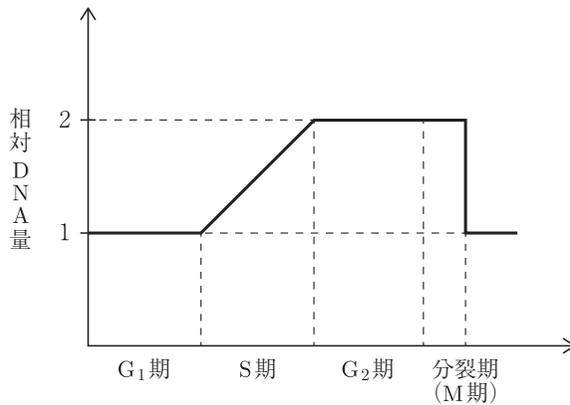


図 1

| | | | |
|----------|------|-------|-----|
| 相対 DNA 量 | 1 | 1 ~ 2 | 2 |
| 個 数 | 1000 | 480 | 920 |

表 2

- ① 24 分 ② 36 分 ③ 48 分 ④ 1 時間
 ⑤ 2 時間 24 分 ⑥ 4 時間 48 分 ⑦ 5 時間 ⑧ 10 時間

第3問 体液と体内環境に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

多細胞生物は、皮膚など体表を覆う細胞が体外環境の影響を直接受けているが、その他の多くの細胞は体液に浸された状態にある。このため、体液は多くの細胞にとっての直接の環境ということになり、その状態が安定的に維持されることで生命活動が営むことが可能になる。

問1 体内環境が安定的に維持されている状態を恒常性という。次の図1(模式図)は、恒常性が維持されている多細胞生物の物質のやり取りについてあらわしている。図1内のA～Cに当てはまる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。

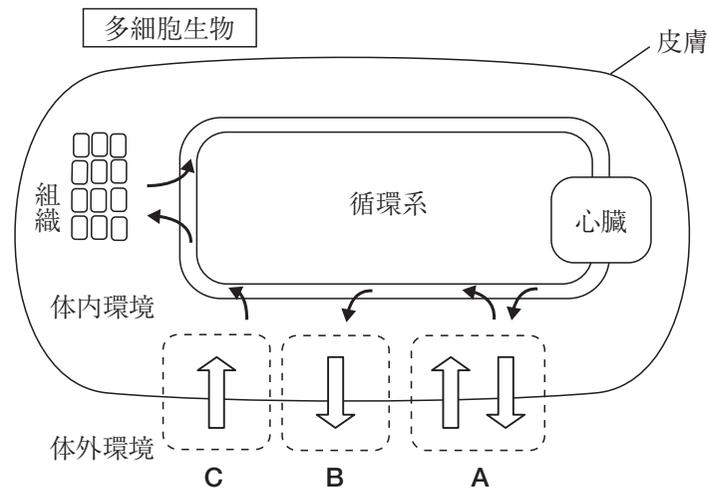


図 1

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|-----|
| ① | 消化系 | 呼吸系 | 排出系 |
| ② | 呼吸系 | 消化系 | 排出系 |
| ③ | 消化系 | 排出系 | 呼吸系 |
| ④ | 呼吸系 | 排出系 | 消化系 |

問2 脊椎動物の体液に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つずつ選べ。

- ① 脊椎動物の体液は、血管内を移動する血液、細胞内に存在する組織液、リンパ管内を移動するリンパ液からなる。
- ② 血液は、赤血球、白血球、血小板といった有形成分の血球と、水とそれに溶け込んだ成分からなる液体成分の血清とからなる。
- ③ 血液の液体成分は、毛細血管の血管壁からしみ出て、組織の細胞と物質のやり取りを行う。
- ④ リンパ管に入った液体成分はリンパ液と呼ばれ、赤血球、白血球とは性質の異なるリンパ球を含む。

問3 いろいろな動物の血管系に関する記述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。

- ① ヒトの心臓の左心房から出た血液は全身へ送られる。
- ② ヒトの血管系において、小腸を經由して肝臓へ入る血管を肝静脈という。
- ③ ヒトの場合、腎臓からでてくる腎静脈には尿素が多く含まれる。
- ④ ミミズやザリガニは、動脈と静脈をつなぐ毛細血管が存在しないため、開放血管系と呼ばれる。
- ⑤ 両生類では体循環に肺循環が加わり、心臓は入り口を二つもつ2心房1心室の構造をとる。
- ⑥ 両生類や虫類は肺循環の血液が体循環の血液と心臓内で混ざり合うが、鳥類や哺乳類では2心室に分離して混ざらないようにしている。

図2は、血液の酸素濃度に対する酸素ヘモグロビンの割合を示す酸素解離曲線である。

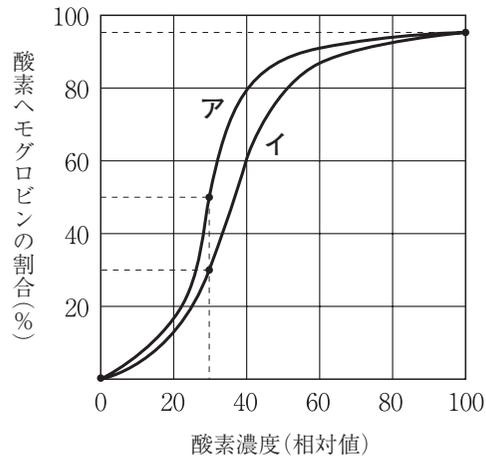


図 2

このグラフのア・イのいずれかが肺胞，組織での二酸化炭素濃度に対応する酸素解離曲線である。肺胞の酸素濃度(相対値)は100，組織の酸素濃度(相対値)は30である。

問4 組織において、酸素ヘモグロビンのうち何%が酸素を解離するか。理論値に最も近い数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 5 %

- ① 40 ② 44 ③ 47 ④ 60 ⑤ 65 ⑥ 68

問5 ヘモグロビンの酸素運搬に関する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。

| |
|---|
| 6 |
|---|

| |
|---|
| 7 |
|---|

- ① ヘモグロビンは、酸素濃度の高いところで酸素を解離しやすい。
- ② ヘモグロビンは、二酸化炭素濃度の高いところで酸素を解離しやすい。
- ③ ヘモグロビンは、温度上昇に伴い酸素を解離しやすくなる。
- ④ ヘモグロビンは、pH 値の上昇に伴い酸素を解離しやすくなる。
- ⑤ ヘモグロビンは、酸素濃度が 100 から 80 に低下するときよりも、40 から 20 に低下するときのほうがより多く酸素を解離する。
- ⑥ 酸素解離曲線が S 字状の曲線になることは、より酸素の少ないところに効率よく酸素を供給できるという性質を示している。

第4問 ホルモンによる調節に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

A 体内環境を安定的に維持するため、体内の諸器官は連携してはたらく。連携のための連絡手段として、内分泌腺と呼ばれる特定の器官でつくられるホルモンが情報物質として用いられている。分泌されたホルモンは、標的器官と呼ばれる決められた器官にのみ作用する。

問1 内分泌腺とそこ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。

| 内分泌腺 | ホルモン |
|---------------|-----------------|
| ① 脳下垂体前葉 | 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン |
| ② 副甲状腺 | チロキシン |
| ③ 副腎皮質 | 鉱質コルチコイド |
| ④ すい臓ランゲルハンス島 | アドレナリン |

問2 ホルモンとそのホルモンの標的器官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。

| ホルモン | 標的器官 |
|------------|--------|
| ① バソプレシン | 腎臓の集合管 |
| ② グルカゴン | 副腎髄質 |
| ③ インスリン | 心臓 |
| ④ 糖質コルチコイド | 腎臓の細尿管 |

図1は、間脳視床下部と脳下垂体の連絡する部分の模式図である。

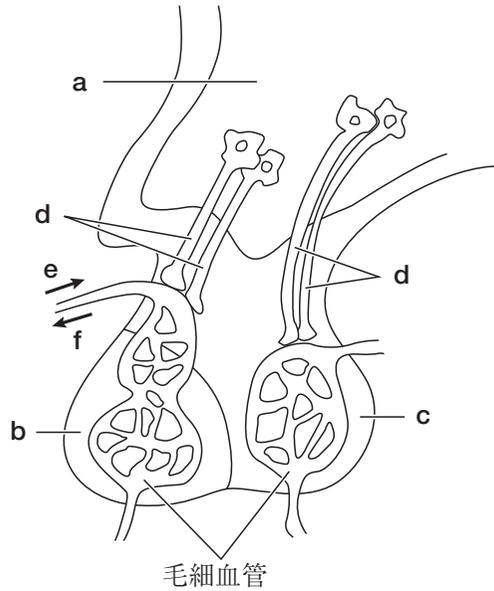


図 1

問3 図1に関する記述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。

- ① aは脳下垂体後葉である。
- ② bから分泌するホルモンはdのa領域で合成している。
- ③ cで分泌するホルモンはdのa領域で合成している。
- ④ dは神経分泌細胞である。
- ⑤ 正しい血流の方向をあらわしているのはfである。
- ⑥ dはcで受容した情報をaに伝える。

生物基礎・生物

B 体内で一定範囲に保たれなければならない状態の一つが血糖濃度である。血糖濃度とは血液中の **ア** の濃度のことであり、ヒトの場合、100mL 中およそ **イ** mg あたりで安定させている。空腹時の活動や食事によって血糖濃度は変動するが、常にその増減は中枢においてチェックされており、自律神経系やホルモンのはたらきで調節する仕組みを備えている。

問4 上の文章中の **ア** に入る物質名と、**イ** に入る数値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。 **5**

| | ア | イ | | ア | イ |
|---|--------|-----|---|-------|-----|
| ① | グリコーゲン | 0.1 | ② | グルコース | 0.1 |
| ③ | グリコーゲン | 0.9 | ④ | グルコース | 0.9 |
| ⑤ | グリコーゲン | 100 | ⑥ | グルコース | 100 |

問5 血糖濃度調節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。 **6**

- ① 食事などによって糖質を摂取すると、直後血糖濃度が一時的に上昇し、その刺激は間脳と同時に肝臓にも感知される。
- ② 体内に分泌されたインスリンは、組織における糖の消費を促進し、同時に糖貯蔵のためのグリコーゲン分解を促進する。
- ③ 副腎髄質から分泌された糖質コルチコイドは、タンパク質から糖への合成を促進する。
- ④ 交感神経を介してアドレナリンが分泌されると、グルカゴンの作用と同様グリコーゲンの分解が促進されて、血糖濃度が上昇する。

問6 図2は健常者とある糖尿病患者の食事後の血糖濃度変化と、その際分泌量が増加する血糖濃度調節に関わるホルモンの血中濃度を表したものである。この患者の糖尿病における原因に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 7

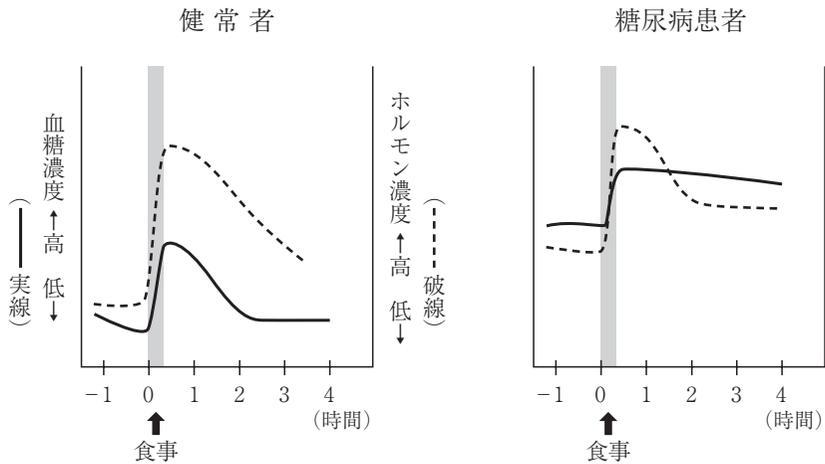


図 2

- ① この糖尿病患者の体内では、血糖濃度を下げるホルモンが分泌されていない。
- ② この糖尿病患者には、血糖濃度を下げるホルモンを静脈注射すると効果がある。
- ③ この糖尿病患者の、血糖濃度を下げるホルモンの合成・分泌する細胞が破壊されている。
- ④ この糖尿病患者の標的細胞に存在するホルモン受容体に異常がある可能性がある。