

令和3年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

生 物

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この冊子と解答用紙を開いてはいけません。
2. この冊子の問題は8ページからなっています。また、解答用紙は4枚、下書き用紙は2枚あります。監督者から「解答開始」の指示があったら、この冊子、解答用紙、下書き用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不明瞭な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所あります。監督者の指示に従って、4枚全ての解答用紙(合計8箇所)に受験番号を記入しなさい。
4. この冊子の白紙や余白は、適宜下書きや計算などに使用してもよい。
5. 解答はかならず解答用紙の指定された箇所(問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の枠内)に記入しなさい。指定された箇所以外(裏面など)への解答は採点対象外です。
6. 解答用紙は、持ち帰ってはいけません。
7. この冊子と下書き用紙は、持ち帰りなさい。

I 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25%)

A. 理想的な植物の細胞を、一定の温度下で濃度の異なるスクロース水溶液にしばらく浸す。
図1は、このときの細胞の容積を測定した結果である。実線は細胞壁が囲む容積、点線は細胞膜が囲む容積を示す。スクロース濃度が1モル/ℓのとき浸透圧は25000 hPaとする。浸透圧は溶質のモル濃度に比例する。

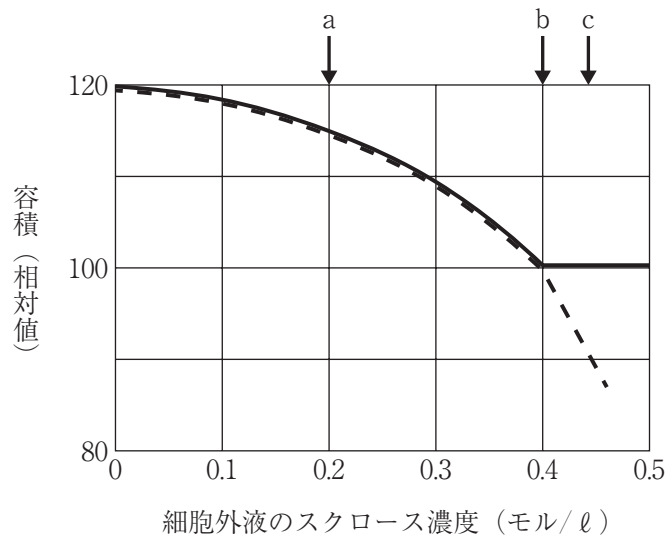
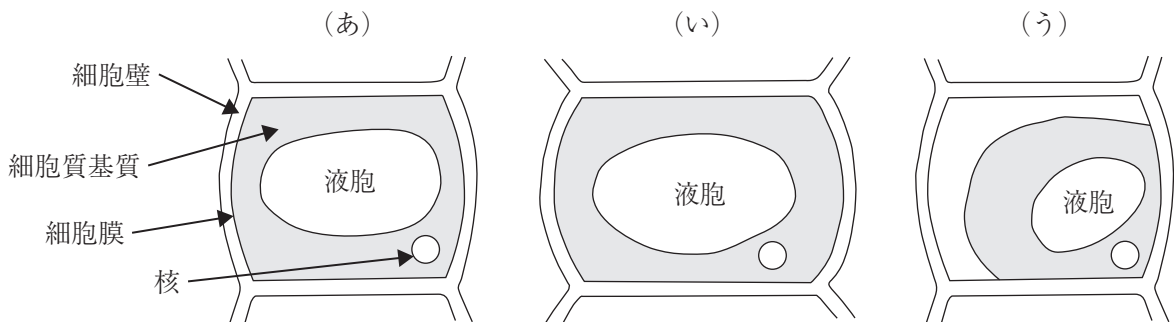


図1 濃度の異なるスクロース水溶液中での細胞の容積

問1. 図1のa, b, cの状態にもっともよく対応する細胞を下の図(あ), (い), (う)からそれぞれ選び記号で答えなさい。



問 2. 図 1 の a, b, c の状態において, 下の表の空欄に当てはまる数値を有効数字 2 桁で答えなさい。

	a	b	c
細胞壁が囲む容積(相対値)	115	100	100
細胞膜が囲む容積(相対値)	115	100	90
細胞内の溶質濃度(モル/ℓ)		0.40	
膨圧(hPa)			
細胞内浸透圧(hPa)		10000	

問 3. 図 1 に示すような結果となる原因のひとつは, 細胞膜を多くの水分子が迅速に通過できることである。水分子の迅速な通過を可能にしているタンパク質の名称を答えなさい。また, そのタンパク質がないと水分子が迅速に細胞膜を通過できない理由を, 細胞膜の特性に着目して説明しなさい。

B. 植物に青色光があたると, 孔辺細胞へ(ア)イオンが流入し, これにより浸透圧が上昇するとともに, 水分子が流入する。孔辺細胞ではセルロース繊維が(イ)軸方向に配向しているため長軸方向には伸長できるが短軸方向には膨らみにくい。孔辺細胞の細胞壁の厚さは内側(気孔側)で(ウ)く, 外側で(エ)い。このため, 孔辺細胞の外側が伸びて細胞全体が湾曲し, 気孔が開く。

問 4. 上の文章の(ア)~(エ)に, 適切な語句を書きなさい。

II

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

ウイルスは、一般的に単純な構造でできており、宿主の細胞の中で自身のコピーを作り、細胞の活動に様々な影響を与える。ウイルスの種類によっては、遺伝物質として RNA を持つ場合がある。遺伝情報は、真核生物の場合、DNA → RNA → タンパク質の順に流れる。一方、一本鎖 RNA ゲノムを持つヒト免疫不全ウイルス(HIV)では、RNA → DNA → RNA → タンパク質の順に遺伝情報が流れる。RNA から DNA が作られる反応は、転写の逆であるので、逆転写と呼ばれる。

ウイルス感染症の流行は、ウイルスのゲノムが突然変異し、その性質が変わることも原因の一つとなっている。2019年に、ウイルスの1種である SARS-CoV-2 があらわれ、このウイルスが起こす COVID-19 感染症の世界的な流行が始まった。SARS-CoV-2 のゲノムも一本鎖 RNA であることがわかっている。現在、SARS-CoV-2 に感染したかどうかを調べるために、被験者の核酸に対するポリメラーゼ連鎖反応法(PCR法)が実施されている。

問 1. 下線部(a)にあるウイルスに関する以下のA)～D)の記述の中で誤っているものを一つ選び、記号で答えなさい。

- A) HIV は、適応免疫を補助するヘルパー T 細胞に感染する。
- B) 一般的にウイルスは電子顕微鏡で観察される。
- C) 大腸菌に感染するウイルスの一つである T₂ ファージは、大腸菌細胞内の細胞質基質に侵入した後、頭部から DNA を放出する。
- D) 宿主細胞外にあるウイルスには、単独では有機物を分解してエネルギーを取り出すしくみがない。

問 2. 下線部(b)の遺伝情報の流れとそれを構成する物質に関する以下のA)～D)の記述の中で誤っているものを一つ選び、記号で答えなさい。

- A) 遺伝情報が DNA → RNA → タンパク質の順に流れる原則をセントラルドグマという。
- B) RNA は糖としてリボースをもつ。
- C) DNA と RNA はともにリン酸を含む。
- D) 真核細胞のゲノム DNA のセンス鎖は転写の鋳型となる。

問 3. 下線部(c)に関連して、突然変異について書かれた以下のA)~D)の記述の中で誤っているものを一つ選び、記号で答えなさい。

- A) 突然変異により、真核細胞では染色体の数や構造が変わることがある。
- B) 多細胞生物の細胞で起きた突然変異は、すべて次世代に伝わる。
- C) 突然変異のほとんどは、複製の誤りで生じる。
- D) 生存や繁殖に有利となる突然変異は、集団中に広がっていくことがある。

問 4. 下線部(d)のPCR法によりSARS-CoV-2の感染を調べる場合には、PCR法の前に被験者の核酸に対して逆転写反応の処理をしておく必要がある。その理由を、30字以内で説明しなさい。

問 5. PCR法で核酸合成に用いるポリメラーゼは耐熱性でなければならない。その理由を、40字以内で説明しなさい。

問 6. 図1のような鋳型二本鎖DNAをPCR法で増幅させるとき、これに関連する以下のA)~D)の記述の中で誤っているものを一つ選び、記号で答えなさい。



図1 PCR法に用いる鋳型のDNA配列

- A) この配列をPCR法で増幅するには、下線(イ)と(ウ)の配列を持つプライマーを用いる。
- B) プライマーと鋳型DNAの間で起こる結合は、mRNAとtRNAの間で起こる結合と等しい。
- C) 一般に、PCR法における鋳型DNAとプライマーの結合は、水溶液の温度の影響を受ける。
- D) このPCR法で増幅したDNAの(1,000塩基対)の部分に含まれる配列をサンガー法で調べるために、下線(ア)と(エ)の配列を持つプライマーを用いる。

問 7. 図1の二本鎖DNAを鋳型とするPCR法で、温度変化の1サイクルでDNAが2倍に増加する場合、DNAが1,000,000倍に達するにはこのサイクルを何回繰り返せば良いか、答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25%)

ミトコンドリアは呼吸の場であり、活発に活動する細胞に多く存在する。呼吸では、(あ)を用いて有機物を分解し水と二酸化炭素を放出する。このとき有機物の化学エネルギーが取り出され(い)が合成される。ミトコンドリアには、核の DNA とは異なる独自のミトコンドリア DNA が存在する。受精時に精子によって卵に持ち込まれたミトコンドリアは分解されるため、受精卵には卵由来のミトコンドリアしか残らず、したがって私たちの細胞に存在するミトコンドリアはすべて母親から受け継いだものとなる。つまり、ミトコンドリア DNA は母系遺伝する。葉緑体は、(う)をおこなう場で、光エネルギーを用いて(え)と(お)から有機物を合成する。葉緑体内部のチラコイドには(か)という緑色色素が存在し、光エネルギーを吸収する反応が起きる。葉緑体はふつう直径 (a) の凸レンズ形をしている。

(b) 真核細胞のミトコンドリアと葉緑体は、ある単細胞生物が細胞内に取り込んだそれぞれ別の原核生物に由来するという仮説、すなわち(き)によってよく説明される。

問 1. 文中の(あ)～(き)に当てはまる適切な語を答えなさい。

問 2. 以下のア～エのうち、文中の空欄(a)に当てはまる数値として最も適切なものを記号で答えなさい。

- ア) 20～50 nm
- イ) 5～10 μm
- ウ) 100～200 μm
- エ) 1～2 mm

問 3. 以下のア～カのうち、文中の下線(b)の根拠として適切でないものをすべて記号で答えなさい。

- ア) ミトコンドリア DNA は、核の DNA と同様、環状である。
- イ) 葉緑体には、核の DNA とは異なる独自の DNA が存在する。
- ウ) ミトコンドリアの分裂は細胞自体の分裂とは独立に起こる。
- エ) 葉緑体は、内膜と外膜の2枚の生体膜をもつ。
- オ) ヒトのミトコンドリア DNA の塩基配列は、ショウジョウバエよりもマウスのものとはよく類似している。
- カ) シロイヌナズナの葉緑体のリボソーム RNA の塩基配列は、それ自身の核のリボソーム RNA よりシアノバクテリアのものとよく類似している。

問 4. 図1はヒト[1]から[12]までの血縁関係を示す家系図である。[11]からみて、[1]と[2]はそれぞれ母方の祖母と祖父であり、[3]と[4]はそれぞれ父方の祖母と祖父であることを示している。[1], [2], [3], [4]のミトコンドリア DNA を調査した結果、それぞれ異なる塩基配列を示したことから、4名が異なるミトコンドリア DNA をもつことがわかった。[11]と共通のミトコンドリア DNA 配列をもつと考えられる者をすべて数字で答えなさい。ただし、ここに示した12名ではミトコンドリア DNA に突然変異などによる新たな塩基配列の変化はなく、また家系図に現れない血縁関係はないものとする。

問 5. 図1に示された家系において、[4]の常染色体上のある遺伝子 G の塩基配列を調査したところ、一塩基多型に基づく α 型と β 型のヘテロ接合 ($G\alpha/G\beta$) であることがわかった。[12]が[4]から $G\alpha$ 遺伝子を受け継ぐ確率を求めたい。まず計算の根拠を説明し、それに従って確率を小数点以下2桁の数字で答えなさい。

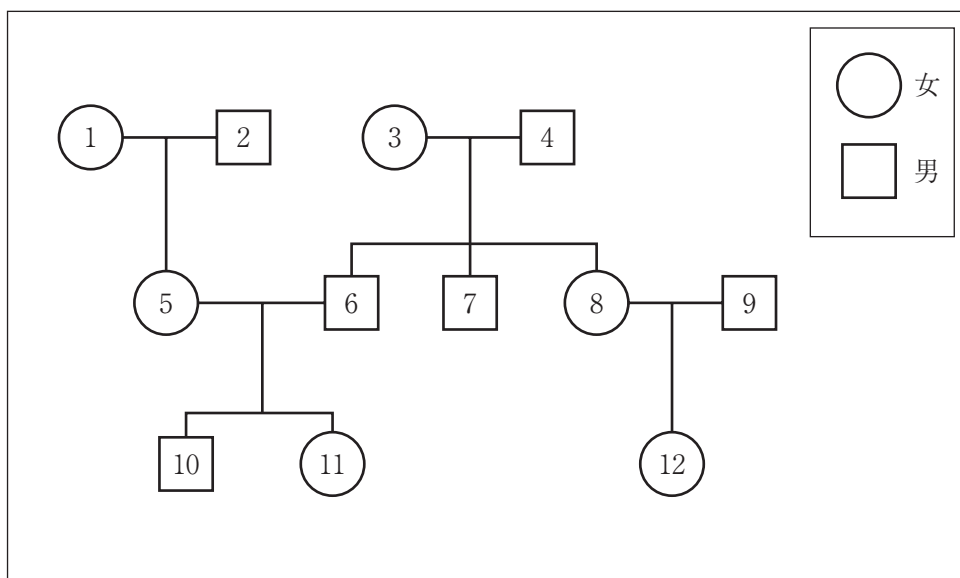


図1 家系図

IV 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25%)

ヒトでは、体温や体液の浸透圧、pH、酸素濃度、栄養分などは、細胞の正常な活動を維持するために最も適した状態に保たれるしくみがある。

^(a)例えば、ヒトを含む恒温動物では、環境温度が変化しても体温は一定に保たれている。寒冷刺激が皮膚で感知されると、(ア)神経によって温度情報が体温調節中枢である脳の視床下部に伝達される。視床下部は自律神経系の交感神経をはたらかせ、皮膚の毛細血管や立毛筋を収縮させる。同時に、内分泌系の脳下垂体前葉ホルモンが、(イ)に作用し糖質コルチコイドの分泌を促進するとともに(ウ)に作用しチロキシンの分泌を促進することで、代謝活性をあげる。こうして、体の各器官を活性化することで熱産生を促進し、環境温度の変化に関係なく体温は一定に保たれている。^(b)一方、病原体の感染が引き金になって発熱をすることもある。これは、病原体の侵入によって起こる炎症刺激が、視床下部の体温調節中枢に作用し、一定の体温上昇を引き起こすためである。^(c)

体液浸透圧や体液量は、主に内分泌系により一定に保たれている。腎臓には、ネフロンが数多く存在し、ここで血しょう成分がろ過されて原尿が作られる。続いて、原尿が細尿管を通過する間に水や有用物質が再吸収され、老廃物などが濃縮され排出される。脱水などにより、浸透圧が^(d)上昇すると浸透圧上昇が視床下部で感知され、脳下垂体後葉ホルモンであるバソプレシンが分泌される。バソプレシンは、^(e)集合管を構成する細胞に作用し水の再吸収を促進することで、体液浸透圧を一定に保っている。一方、体液量が減少すると(イ)から鉱質コルチコイドが分泌され、腎臓で(エ)と(オ)の再吸収が促進されることで、体液量は一定に保たれている。

問 1. (ア)～(オ)に入る適切な語句を、答えなさい。

問 2. 下線部(a)のしくみの名称を、答えなさい。

問 3. 下線部(b)について、熱産生に関与する器官あるいは組織の名称を2つ挙げ、それぞれどのような機構で熱産生をするのか、答えなさい。

問 4. 下線部(c)について、炎症による発熱が生体に有利である理由を、70字以内で答えなさい。

問 5. 下線部(d)について、細尿管で再吸収される有用物質に該当するものを以下のA)～E)よりすべて選び、記号で答えなさい。

A) グルコース、B) タンパク質、C) ナトリウムイオン、D) 尿素、E) 脂質

問 6. 下線部(e)について, バソプレシンの合成及び分泌のしくみを, 以下の語句を用いて 100 字以内で説明しなさい。

(語句) 神経分泌細胞, 軸索, 神経終末

(以 上)