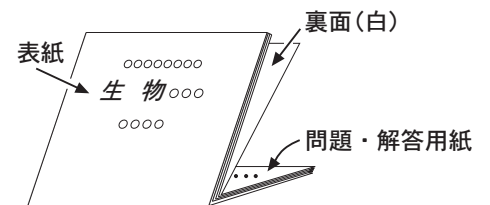


令和 8 年度入学試験問題

生 物 501

(前 期 日 程)

表紙も問題・解答用紙もすべて
表面のみに印刷している。



(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、解答開始の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題用紙は 4 枚(その 1～その 4)、解答用紙は 4 枚(その 1～その 4)である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、解答用紙の指定された解答箇所を書くこと。指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したものも採点しない。
- 4 解答開始後、各解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 5 配付した用紙はすべて回収する。
- 6 表紙の裏面など余白の部分を下書きに使ってもよい。

生物 501 問題用紙 (その1)

第1問 次の文章を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。

世界的に大流行した新型コロナウイルス感染症(COVID-19)は、SARS コロナウイルス 2の感染が原因である。ウイルスは、遺伝情報を担う物質としてDNAまたはRNAの核酸を持ち、それがタンパク質で取り囲まれた構造をしている(図1)。ウイルスは、生物の細胞とは異なる構造を持ち、増殖形式も異なっている。SARS コロナウイルス 2は、遺伝情報を担う物質として1本鎖のRNAを持っている。RNAでもDNAの場合と同様に塩基配列の変化が生じることがあり、**ア**とよばれる。ウイルス表面に存在する**イ**タンパク質に**ア**が生じると、感染性が增强することがあり、予防接種をしても流行を繰り返す原因にもなっている。COVID-19に対して、PCR法を用いた検査が世界中で行われた。

また、COVID-19の予防として、mRNAワクチンという新しいワクチンが開発・実用化された。従来のワクチンは、毒性を弱めた病原体などであるが、mRNAワクチンは、抗原となるウイルスタンパク質の遺伝情報を持つmRNAを人工的に合成し、それを人工膜で包んだものである。mRNAワクチンを接種すると、体内でウイルスのタンパク質が合成され、それに対する免疫反応が起こり、その結果、免疫記憶を獲得できる。

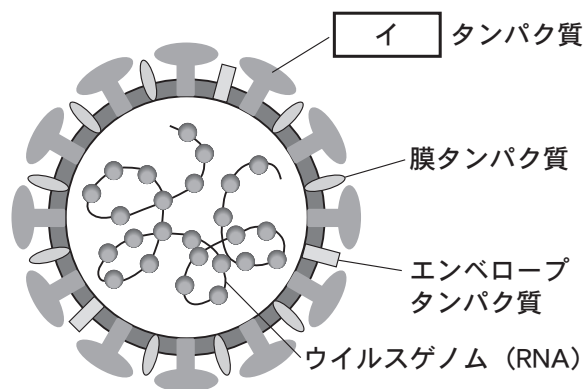


図1 SARS コロナウイルス 2の構造

問1 上の文章中の**ア**・**イ**に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部aについて、ウイルスの増殖形式を80字以内で説明せよ。

問3 下線部bについて、その原理に関して次の文章中の**ウ**～**カ**に入る適切な語句を答えよ。

基本的なPCR法では、DNA溶液を約95℃に加熱すると、塩基同士の**ウ**が切れて2本のヌクレオチド鎖に分かれる。次に、50～60℃に下げると、1本鎖のDNAの複製する領域の3'末端に相補的な**エ**が結合し、新生鎖が伸長を開始する起点となる。約72℃にして耐熱性の**オ**を働かせると、それぞれの1本鎖のDNAが鋳型となり、A、T、G、Cの塩基を持つ4種類のヌクレオチドを材料にして2本鎖DNAが複製される。これを繰り返すことで、**エ**が結合する部分にはさまれた領域が増幅される。この反応を10回繰り返すと、DNAは理論上、**カ**倍になる。

問4 下線部cについて、短時間で開発ができるという利点がある一方で、低温管理が必要であるなどの短所がある。低温管理が必要な理由を30字以内で述べよ。

問5 下線部dについて、次の文章中の**キ**～**コ**に入る適切な語句を答えよ。

B細胞は抗体を生成する。抗体に対して細菌やウイルス、毒素などの異物は**キ**とよばれ、抗体の結合により排除する。抗体は**ク**というタンパク質分子であり、2本の長いポリペプチド鎖(H鎖)と2本の短いポリペプチド鎖(L鎖)からできている。その中で、**キ**が結合する部分は、抗体の種類によってアミノ酸配列が異なり、**ケ**とよばれる。それ以外のアミノ酸配列はどの抗体でも一定であり、**コ**とよばれる。

生 物 501 問題用紙 (その2)

第2問 次の文章を読み、後の問い(問1～3)に答えよ。

ある系統のネズミの体毛の色には、黒色、茶色、白色の3色が知られており、異なる染色体に存在する2種類の遺伝子(A, B)が関与している。両方の遺伝子が顕性のホモ接合体(遺伝子型はAABB)は黒色で、両方の遺伝子が潜性のホモ接合体(遺伝子型はaabb)は白色の体毛になる。親(P)の遺伝子型がAABBの個体とaabbの個体を交配させたときの子(F₁)の体毛は、すべて黒色になった。その子(F₁)同士を交配すると、孫(F₂)では黒色：茶色：白色の体毛の個体が、9：3：4の割合で現れた。なお、遺伝子Aは無色の色素原を茶色の色素へ代謝する酵素を、遺伝子Bは茶色の色素を黒色の色素へ代謝する酵素のアミノ酸配列を指定しており、これらの色素が体毛の色を決めている。

問1 次の遺伝子型のネズミの体毛の色をそれぞれ答えよ。

AABb, AaBB, AAbb, aaBb

問2 下線部aで、孫(F₂)の世代の体毛の色が茶色の個体同士を交配させた場合、黒色、茶色、白色の体毛の個体が生まれてくる確率(%)を、考え方を記して小数点第1位まで答えよ。

問3 別の系統のネズミでは、A, B遺伝子と同じ染色体に存在することが知られている。減数分裂時のA, B遺伝子座の組換え価を10%とすると、AaBbという遺伝子型の個体(ただしAとB遺伝子, aとb遺伝子が連鎖)同士の交配で、子に黒色、茶色、白色の体毛の個体が生まれてくる確率(%)を、考え方を記して小数点第1位まで答えよ。

生 物 501 問題用紙 (その3)

第3問 次の文章を読み、後の問い(問1～4)に答えよ。

ヒトの体液は体重の約60%を占め、細胞内液と細胞外液に分けられる。細胞外液には、血管内の **ア** と血管外の **イ** がある。**ア** は赤血球、白血球、**ウ** などの有形成分と、液体成分である **エ** からなる。赤血球の主な役割は酸素の運搬で、白血球は主に **オ** に関与している。外傷などで血管が損傷すると、**ウ** が集まり、続いて様々な凝固因子やカルシウムイオン、酵素が連鎖的に働く **血液凝固反応** により繊維状のタンパク質である **カ** が形成される。これが血球と絡み合っ**て**血べい**が**作られ、傷口をふさぐ。

問1 上の文章中の **ア** ～ **カ** に入る適当な語句を答えよ。

問2 下線部 a に関連して、ヒトの赤血球にはミトコンドリアがない。赤血球がミトコンドリアを持たないことの利点について、赤血球の機能を踏まえて、60字以内で説明せよ。

問3 下線部 b について、赤血球は肺で酸素と結合し、末梢組織で酸素を放出してガス交換を担っている。赤血球中のヘモグロビンは、酸素分圧の高い肺胞では酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなり、酸素分圧の低い末梢組織では酸素を解離して組織に供給する。表1は、肺静脈血および肺動脈血における酸素と二酸化炭素の分圧(単位 mmHg)と酸素ヘモグロビンの割合(酸素飽和度)(%)の測定結果を示している。

表1をもとに、1分間の心拍出量を5,000 mLとしたとき、末梢組織で1分あたりに消費される酸素量(mL)を、その計算過程を示して求めよ。なお、血液100 mL当たりのヘモグロビン量は15 gで、ヘモグロビン1 gは、100%飽和時に1.34 mLの酸素と結合するものとする。

表1

測定部位	酸素分圧 (mmHg)	二酸化炭素分圧 (mmHg)	酸素飽和度 (%)
肺静脈	100	40	97
肺動脈	40	46	75

問4 下線部 c について、ブタの血液を用いて血液凝固反応を観察する実験を行った。血液採取時にはカルシウムイオンを除去する目的で適切な量のクエン酸ナトリウムを添加した。

試験管A～Cに血液を3 mLずつ分注し、次の条件で処理した後、血液の状態を観察した。なお、塩化カルシウム溶液は、クエン酸ナトリウムによって除去されたカルシウムイオンを十分に補う適切な量を添加するものとする。

試験管A：そのまま37°Cで5分間加温した。

試験管B：塩化カルシウム溶液を添加後、37°Cで5分間加温した。

試験管C：塩化カルシウム溶液を添加後、氷上(0°C)で5分間放置した。

- (1) 各試験管A～Cにおける血液の状態を図1のiまたはiiから選び、その理由を簡潔に説明せよ。
- (2) 処理後の血液を、4°Cで毎分3,000回転の速度で10分間遠心分離した。遠心分離後の試験管A～Cにおける血液の状態を図1のiiiまたはivから選べ。また、ivの白色上層に含まれる主要な有形成分を答えよ。

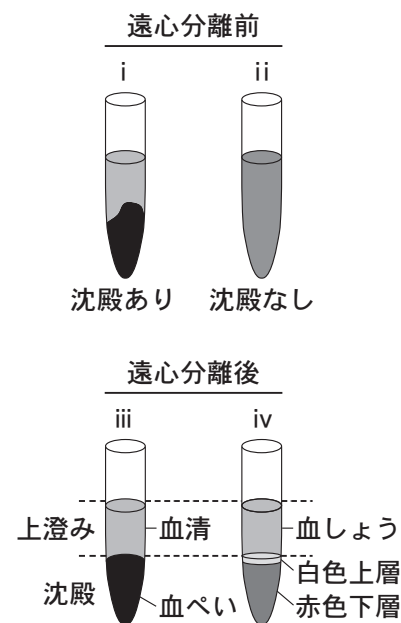


図1

生 物 501 問題用紙 (その4)

第4問 次の文章を読み、後の問い(問1・2)に答えよ。

生物の基本単位は細胞である。個々の細胞は生命活動を営むためにエネルギーを必要とする。呼吸は有機物を分解するのに伴う段階的な酸化還元反応により、エネルギーをATPの形で獲得している。このような代謝経路は、大きく3つの段階に分類される。まず、細胞質基質で **ア** により1分子のグルコース(ブドウ糖)は2分子の **イ** に分解される。この段階では酸素を必要とせず、少量のATPとNADHが合成される。次に、**イ** はミトコンドリアに取り込まれ、**ウ** において **エ** 回路に入る。ここではアセチルCoAがオキサロ酢酸と結合してクエン酸が生成され、段階的な反応を経て **オ** が副生成物として放出されるとともに、NADHやFADH₂、少量のATPが得られる。続いて、還元型補酵素から電子がミトコンドリアの **カ** に存在する **キ** 系へ送られ、電子は酸素へ渡され、最終的にH⁺と結合して **ク** が生成される。この段階で最も多くのATPが合成される。一方、酸素がほとんど存在しない条件では、解糖系で得られたATPのみでエネルギーを得る **ケ** という代謝経路が利用される。

植物は、呼吸に加えて有機物を合成する光合成を行う能力を持つ。光合成は植物の **コ** で行われ、**サ** によって光エネルギーを吸収し、光化学系でATPの合成や補酵素の還元を行う。これらのエネルギーを用いて炭酸同化が行われ、二酸化炭素と水から **シ** が合成され、副産物として **ス** が放出される。

問1 上の文章中の **ア** ~ **ス** に入る適切な語句を答えよ。

問2 グルコースを唯一の炭素の供給源とする培地で、酸素が存在する条件下で酵母を培養したところ、1.28gの酸素が消費され、4.18gの二酸化炭素が発生した。酵母は、酸素が存在しても呼吸に加えてアルコール発酵を同時に行うことがある。発生した二酸化炭素は、すべて呼吸およびアルコール発酵に由来するとし、基質はグルコースのみと仮定する。このとき、消費されたグルコースの質量を小数点第1位まで求めよ。また、その計算過程を示せ。

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

H 1.0 C 12.0 O 16.0

生 物 501 解答用紙 (その2)

第2問

問1

遺伝子型	AABb	AaBB	AAbb	aaBb
体毛の色				

問2

確 率	%

問3

確 率	%

生 物 501 解答用紙 (その3)

第3問

問1

ア		イ		ウ		エ		オ	
カ									

問2

10										20									

問3

酸素量		mL

問4

(1)

試験管A		理 由	
試験管B		理 由	
試験管C		理 由	

(2)

試験管A		試験管B		試験管C		有形成分	
------	--	------	--	------	--	------	--

小 計		点
-----	--	---

生 物 501 解答用紙 (その4)

第4問

問1

ア		イ		ウ		エ		オ	
カ		キ		ク		ケ		コ	
サ		シ		ス					

問2

質 量		g