



令和4年度(後期日程)

入学者選抜学力検査問題

総合問題

(120分)

〔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9ページからなっています。また、解答用紙は4枚、下書用紙は2枚あります。監督者から解答開始の合図があったら、この冊子、解答用紙、下書用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不鮮明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箇所ずつあります。監督者の指示に従って、すべての解答用紙(合計4枚)の受験番号欄(合計8箇所)に受験番号を必ず記入しなさい。
4. この冊子の白紙と余白は、適宜下書きや計算などに使用してかまいません。
5. 解答は、必ず別紙「解答用紙」の指定された場所(問題番号や設問の番号・記号などに対応する解答欄の中)に記入しなさい。なお、指定された場所以外や、裏面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. この冊子と下書用紙は、持ち帰りなさい。

訂正箇所及び訂正内容

7 ページ

Ⅲ

問1 1行目

〔誤〕 性染色体が…および雌ヘテロ型の…

↓

〔正〕 性染色体が…およびそろっていない方が雌になる雌ヘテロ型の…

問2 7行目, 8行目

〔誤〕 雪玉が雄のとき, …についてアグチ, 白, 黒のいずれとなるか答えなさい。

↓

〔正〕 雪玉が雄のとき, 雌の黒猫との交配によって生まれる子供の毛色はアグチ, 白, 黒のいずれか。子供が雄の場合, 雌の場合, それぞれについて可能性のある毛色を全て答えなさい。

I 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

ヒトでは、口から摂取された食物は、消化管でさまざまな酵素の働きにより消化される。炭水化物は糖に、タンパク質はアミノ酸に、脂肪は、(a)と(b)に分解され、放出されたエネルギーを用いて生命活動に必要な ATP が生成される。有機物を分解して ATP を合成する過程を、酸素を用いる場合は呼吸、酸素を用いない場合は発酵という。酵母は嫌気的な条件ではアルコール発酵を行うが、好気的な条件では発酵が抑制され、呼吸を行う。

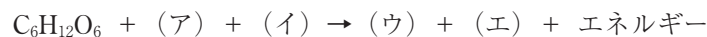
真核生物の細胞では、呼吸を行うことによって、発酵よりも効率よく ATP を生成している。真核生物の呼吸の過程は、(c)で行われている解糖系、および(d)で進行するクエン酸回路、電子伝達系の3つに大別される。

代表的な呼吸基質であるグルコースは、解糖系によってピルビン酸にまで変換され、嫌気的な条件では(e)に、好気的な条件では(f)に変換される。その後、(f)は、クエン酸回路、電子伝達系でさらに変換され、ATP が生成される。

問 1. (a)～(f)にあてはまる語句を記入しなさい。なお、(a)と(b)の順序は問わない。

問 2. 下線部₂₎呼吸について、次の問いに答えなさい。

呼吸によってグルコースが完全に分解されるとき反応式は、以下のようにあらわされる。



解答例にならって(ア)～(エ)をうめて、反応式を完成させなさい。(ア)と(イ)、(ウ)と(エ)の順序は問わない。

解答例： 3H_2

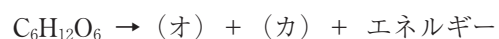
問 3. 36.0 g のグルコースが完全に分解されたときに生じる二酸化炭素は何 g になるか。

原子量は、 $\text{H}=1.0$ 、 $\text{C}=12.0$ 、 $\text{O}=16.0$ として計算しなさい。また、計算過程も記入しなさい。小数点第一位まで答えなさい。

問 4. グルコース 1 mol を燃焼により完全に酸化・分解した場合、燃焼熱量は、2870 kJ である。一方、呼吸によりグルコース 1 mol が消費されると 1711 kJ のエネルギーが熱として放出され、残りのエネルギーは ATP の生成に使用される。1 mol のグルコースから最大量の ATP が生成されたとすると、1 mol の ATP を生成するのに必要なエネルギーは、何 kJ となるかを計算しなさい。また、計算過程も記入しなさい。

問 5. 下線部₃)について、以下の文章を読んで、問に答えなさい。

アルコール発酵の反応式は、次の式であらわされる。



解答例にならって(オ)、(カ)をうめて、反応式を完成させなさい。(オ)と(カ)の順序は問わない。

解答例：3H₂

問 6. 下線部₄)に記されている現象の名称を答えなさい。

問 7. 下線部₁)の酵素について、次の(あ)～(う)の酵素の名称を答えなさい。(う)の(a),

(b)は、問1で問われたものである。

(あ) デンプンを加水分解する。

(い) 胃内で、タンパク質を加水分解する。

(う) 脂肪を(a)と(b)に加水分解する。

問 8. 上の問7の(い)の酵素は、胃内のpHが低下することでタンパク質を活発に分解する。pHの低下によってタンパク質分解が促進される理由を2つ、それぞれ50字以内で答えなさい。

II

次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

A. 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)においては、従来のワクチンではなく新開発の mRNA ワクチンが使用された。ウイルス表面に突き出しているタンパク質をコードする mRNA を人工的に合成し、(ア)でできた膜に包んでヒトに注射すると、その膜の成分が細胞膜の成分に似ているために互いに融合して、人工 mRNA が(イ)質中に放出される。その人工 mRNA に細胞内の(ウ)が付着すると、(エ)がアミノ酸を運搬してウイルスタンパク質が作られる。このウイルスタンパク質は、細胞内の酵素で切断されたあと、(オ)と呼ばれるタンパク質に結合して細胞表面に提示される。これにより、リンパ球がウイルスを攻撃する(カ)性免疫と、ウイルスタンパク質に結合する抗体を産生する(キ)性免疫が引き起こされる。mRNA ワクチンのアイデアは以前からあったが、その実現には多くのハードルがあった。そのひとつは、大量の RNA が一度に細胞に入った場合、その RNA 自体が異物として(ク)受容体に認識され、自然免疫を引き起こしてしまうことである。しかし、DNA には含まれない RNA 独自の塩基である(ケ)を、構造の類似した別の化合物に置き換えると、このような自然免疫を起こさないばかりかタンパク質への翻訳効率も上がることが発見された。また、真核生物の mRNA が 5' 末端にもつ特殊な構造、すなわち(コ)を人工 mRNA に付加する方法が開発されたことも実用化への突破口となった。

問 1. 上の文章の(ア)～(コ)に、適切な語句を書きなさい。

B. 集団におけるウイルスの感染症の広がり方を、以下のようなモデルで考えてみる。



S は感染する可能性がある状態、I は感染している状態、R は回復した状態を表す。R の人は再感染しない。集団の人口の増減は考えない。ある時刻 t における S, I の状態にある人数をそれぞれ S(t), I(t) と表すと、t における S から I へ変化速度は、S(t) と I(t) の両方に比例し、一方、I から R への変化速度は I(t) に比例する。感染者の増加速度 $dI(t)/dt$ は、前者と後者の差であるので、次のように表現できる。

$$\frac{dI(t)}{dt} = \beta S(t) I(t) - \gamma I(t)$$

β と γ は係数であるが、ウイルスの性質および社会的要因によって変わる。この式の β と γ にそれぞれある値を入力して感染者数 I(t) の経時変化をシミュレーションしたところ、図 1 のようなグラフになった。このモデルと図 1 のグラフに基づいて、以下の問いに答えなさい。図 2 から 5 における黒の実線グラフは図 1 のグラフと同じものである。

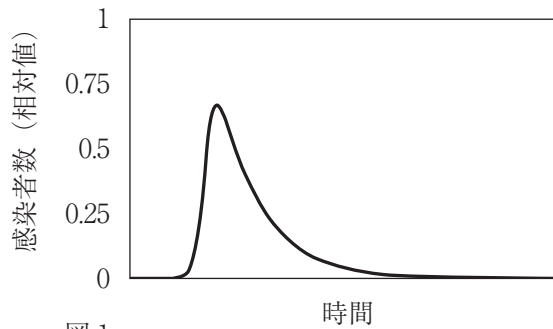


図 1

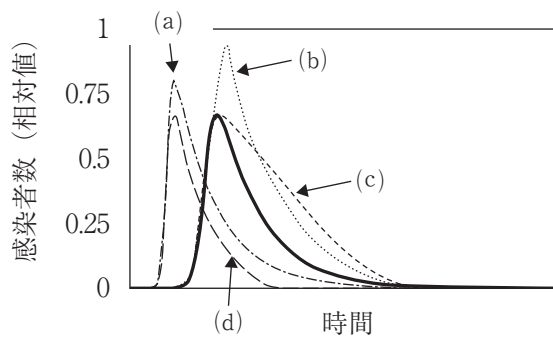


図 2

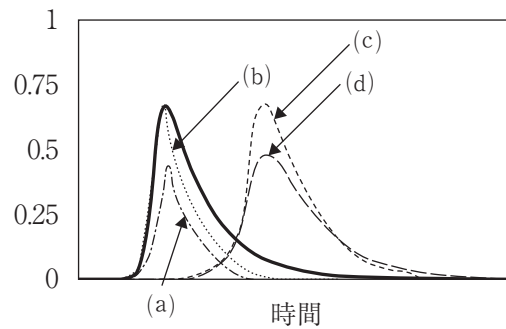


図 3

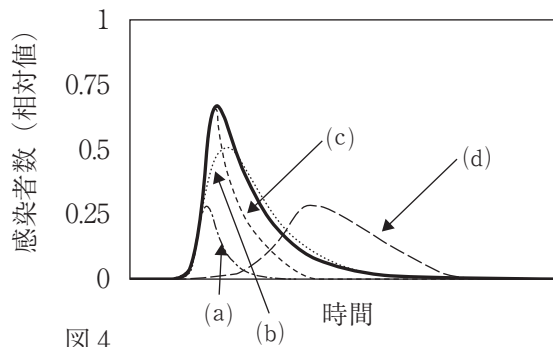


図 4

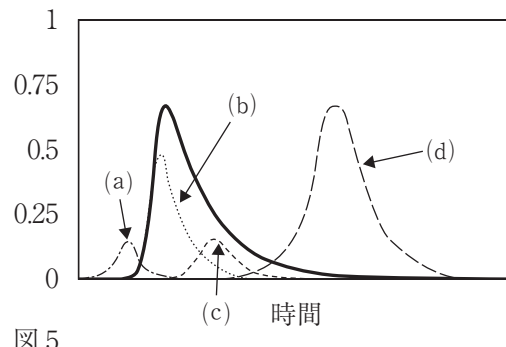


図 5

問 2. もっと高い感染力をもつ変異型ウイルスの場合は、図 1 の場合に比べて β の値は大きくなるか、小さくなるか。また、このグラフはどのように変わるか。図 2 から、もっとも適切なグラフを選び記号で答えなさい。

問 3. もし最初から社会的に規制をして人と人の接触機会を半分に減らすと、図 1 の場合に比べて β の値は大きくなるか、小さくなるか。また、このグラフはどのように変わるか。図 3 から、もっとも適切なグラフを選び記号で答えなさい。

問 4. 当初は何の規制もしなかったが、感染者数(相対値)が 0.25 を超えたときに規制をして人と人の接触機会を半分に減らすとする。このグラフはどのように変わるか。図 4 から、もっとも適切なグラフを選び記号で答えなさい。

問 5. 有効な治療薬を使った場合には, 図 1 の場合に比べて γ の値は大きくなるか, 小さくなるか。また, このグラフはどのように変わるか。図 5 から, もっとも適切なグラフを選び記号で答えなさい。

Ⅲ 次の文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(配点率 25 %)

1994年の秋、カナダのリッチモンドにあるプリンスエドワード島(赤毛のアンで有名なところ)で、32歳の女性が行方不明になりました。彼女の車が数日後に見つかり、その車の中には事件が起こったことを暗示する、多量の彼女の血痕がありました。さらに数日後に、8キロ離れた林の中から、彼女の血痕のついた男物の皮ジャケットが見つかりました。ジャケットの内側には、ネコの白い毛が何本かついていました。

翌年の春、彼女の遺体が埋められているのが発見されました。容疑者として、彼女との仲が悪くなって別居していた、内縁の夫が警察の取り調べを受けましたが、なかなかはっきりした証拠は見つかりませんでした。この容疑者は、当時両親とペットのネコと暮らしていました。このネコは真っ白のアメリカンショートヘアで、「雪玉」という名前が付けられていました。(中略)

さてここで問題となったのは、被害者の女性の血痕がついた皮ジャケットから見つかったネコの毛が、はたしてこの雪玉のものであるのか、ということでした。もしこのジャケットの毛が雪玉のものであることが証明されれば、その飼い主である元内縁の夫の犯行である、と立証する有力な証拠となります。

そこで雪玉から採られたDNAと、ジャケットについていたネコの毛から採られたDNAを使って、ネコのDNA鑑定が行われました。その結果、両者は同一のものである確率が非常に高いという結論になり、その結果が法廷に提出されました。鑑定結果は採択され、内縁の夫の犯行であると断定されて、彼は第二級殺人罪の罪で裁かれたそうです。ネコの毛が殺人犯を明らかにする決め手となったわけです。(中略)

DNA鑑定をした結果、ある遺伝子の配列に違いがあれば、両者は異なる個体からのDNAであると断言できますが、それらの遺伝子が同じだからといって、同一個体からのDNAであると100%断言することはできません。非常にたくさんの遺伝子を調べてすべて一致したときに、ある信頼確率で同一個体であろうと強く推定できるだけです。でも組み合わせをたくさん取れば、高い確率で推定することはできます。(以下略)

(「ネコと遺伝子」 仁川純一 著、コロナ社、2003年、47 - 50ページより)

問 1. 性染色体がそろっていない方が雄になる雄ヘテロ型および雌ヘテロ型の性決定様式の名称を全て答えなさい。

問 2. 下線部(ア)に関連する以下の問いに答えなさい。1本の毛が黒、茶からなる毛色は「アグチ」パターンとよばれ、アグチ遺伝子「A」によって決定される。アグチパターンは優性形質であり、劣性ホモでは「黒色」となる。普通に見かける白猫は、別の遺伝子「W」が関係している。W 遺伝子もまた優性形質であり、A 遺伝子に関わらず、一つでも W 遺伝子をもてば「白色」になる。なお、A 遺伝子も W 遺伝子も常染色体上にあり、A 遺伝子と W 遺伝子は互いに独立であるとする。

雪玉が雄のとき、雌の黒猫との交配によって生まれる子供に現われる可能性のある毛色の全てを雌雄それぞれについてアグチ、白、黒のいずれとなるか答えなさい。

問 3. 下線部(イ)を行うにあたり微量な試料から DNA 断片を大量に増幅する必要がある。このときの DNA 断片を増幅する手法の名称を答えなさい。

問 4. 問 3 の原理を以下の単語を用いて 100 字以内で説明しなさい。

プライマー、DNA ポリメラーゼ

問 5. 下線部(ウ)に関連する以下の問いに答えなさい。一つの集団で比較的共通にみられる遺伝的な違いは多型とよばれる。X 染色体上の DNA に多型のある領域が 3 箇所あるとする。それぞれ、A、B の 2 つのタイプ、S、T、Q の 3 つのタイプ、 α 、 β の 2 つのタイプがあった場合、雄の雪玉とある雄ネコとの DNA を比較した時に、両方が一致する確率を、解答を導く過程も含めて答えなさい。なお、領域ごとの各タイプの出現頻度はすべて等しく、採取した DNA サンプルにおける他の DNA の混入はないとする。

問 6. 下線部(ウ)に関連する以下の問いに答えなさい。X 染色体上の全ての遺伝子には 2 つのタイプが存在し、遺伝子ごとの各タイプの出現頻度はすべて等しいと仮定する。X 染色体のみに注目した時、独立に採取した 2 つの雄ネコ由来の DNA サンプルが偶然一致する確率を 1/1000 以下にするには、遺伝子をいくつ以上調べれば良いか、解答を導く過程も含めて整数で答えなさい。ただし、採取した DNA サンプルにおける他の DNA の混入はないとする。

Ⅳ 図を参照しながら「Regulatory RNAs」と題する以下の文章を読み，設問に日本語で答えなさい。ただし，RNA， mRNA， sRNA はそのままアルファベットで記載しても構いません。

(配点率 25 %)

(著作権の関係で掲載しておりません)

(著作権の関係で掲載しておりません)

(T. M. Henkin, J. E. Peters 著, Snyder & Champness-Molecular Genetics of Bacteria. 5th edition ASM Press, 2020, 503 ページより, 一部改変)

(著作権の関係で掲載しておりません)

問 1. 下線部(A)を和訳しなさい。

問 2. 下線部(C)を和訳しなさい。

問 3. 下線部(D)を和訳しなさい。

問 4. Hfq タンパク質の役割についてどのように説明されているか, 日本語で2つあげなさい。

問 5. この文章には続きがある。下線部(B)が何を指しているかを考えた上で, 次に話題として取り上げられる「Regulatory RNAs」はどのようなタイプのものだと考えられるか, 日本語で答えなさい。

(以 上)