

令和4年度入学者選抜学力検査問題

- 10時00分—11時30分 地域デザイン科学部志願者(社会基盤デザイン学科を志願した者)
- 9時30分—11時30分 工学部志願者(基盤工学科を志願した者)
- 10時00分—11時30分 農学部志願者(生物資源科学科・応用生命化学科・森林科学科を志願した者)

理 科 (本文 26 ページ)

(注意)

1. 検査開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
2. 「受験番号」は、解答用紙の受験番号欄に忘れずに記入すること。
3. この問題冊子には、「物理 1 頁～10 頁(5 問題)」、「化学 11 頁～19 頁(3 問題)」、「生物 20 頁～26 頁(3 問題)」の 3 科目の問題がある。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は、申し出ること。
4. 解答は、必ず解答用紙の解答欄に記入すること。所定の欄以外に記入したものは、無効である。
5. 地域デザイン科学部「社会基盤デザイン学科」の志願者は、物理の第 1 問～第 4 問を解答すること。
6. 工学部「基盤工学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、物理は第 1 問～第 5 問を、化学は第 1 問～第 3 問を解答すること。
7. 農学部「生物資源科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。「応用生命化学科」の志願者は、化学の第 1 問～第 2 問を解答すること。「森林科学科」の志願者は、届け出た 1 科目を選択し、物理は第 1 問～第 3 問を、化学は第 1 問～第 2 問を、生物は第 1 問～第 3 問を解答すること。
8. 問題または解答用紙に指示がある場合は、必ず計算過程も記入すること。
9. 計算用紙は別に配付しないので、問題冊子の余白を使うこと。

# 生 物

第1問 ヒトの内分泌系に関する次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

細胞間の情報伝達は、おもに情報伝達物質によって仲介される。ある細胞が分泌した情報伝達物質を、標的細胞が [ 1 ] で受け取ることで、細胞から細胞へと情報が伝達される。ホルモンは血液中に分泌され、離れた場所に情報を伝達する。ホルモンには、細胞膜を通過しないホルモンと細胞膜を通過するホルモンがある。

1 インスリンや2 グルカゴンのような、 [ 2 ] がつながってできたペプチドホルモンは、 [ 3 ] で細胞膜を通過できないため、細胞膜上の [ 1 ] と結合して作用する。この [ 1 ] は細胞膜を貫通しているが、ホルモンとの結合部位は細胞の [ 4 ] にある。ホルモンと結合した [ 1 ] は、細胞内の酵素を活性化させるなどして特定の化学反応を調節する。

3 糖質コルチコイドや4 鉱質コルチコイドのような、 [ 5 ] のホルモンは細胞膜に溶け込むことができ、標的細胞の細胞膜を通過することができる。細胞膜を通過して細胞内に入った [ 5 ] のホルモンは、細胞質または核内に存在する [ 1 ] と結合し、特定の遺伝子発現を調節する。

ホルモン分泌は、おもに [ 6 ] の視床下部と脳下垂体により調節されている。視床下部にはホルモンを分泌する神経分泌細胞とよばれる細胞が分布している。神経分泌細胞でつくられたホルモンは、5 視床下部の下にある脳下垂体へ移動する。脳下垂体には [ 7 ] と6 後葉があり、視床下部とともにホルモン分泌の調節に中心的な役割をはたしている。

視床下部の神経分泌細胞から分泌されるホルモンは、脳下垂体の [ 7 ] の手前にある血管から血流にのって [ 7 ] に到達して作用する。脳下垂体の [ 7 ] からは様々なホルモンが分泌される。このような内分泌系においては、体の活動状態に応じて7 ホルモン分泌を調節する仕組みがある。

問 1 文章中の  ~  に適語を入れよ。

問 2 下線部 1 と 2 について、分泌する器官、組織、および細胞の名称を記せ。  
さらに、おもなはたらきも記せ。

問 3 下線部 3 と 4 について、内分泌腺の存在する器官および組織の名称を記せ。

問 4 下線部 5 について、脳下垂体後葉への移動経路について 60 字以内で説明せよ。

問 5 下線部 6 の脳下垂体後葉から分泌されるホルモンを一つ挙げ、そのはたらきについて 30 字以内で説明せよ。

問 6 下線部 7 の調節のうち、内分泌系におけるフィードバックの役割について、30 字以内で説明せよ。

第2問 次の文章を読み、以下の問1～問7に答えよ。

真核生物の染色体はDNAとタンパク質で構成されている。DNAは、  
[ 1 ] と呼ばれるタンパク質と結合してヌクレオソームを形成している。ヌ  
クレオソームは、さらにそれらが折りたたまれて [ 2 ] という繊維状の構造  
体を形成し、核内に分散している。 [ 2 ] が凝集すると、染色体は酢酸カー  
ミンなどの染色によって、光学顕微鏡で容易に観察できるようになる。

DNAは、複製される際、まず、複製起点と呼ばれる特定の塩基配列の部分  
で、塩基間の [ 3 ] 結合が切れる。そこに [ 4 ] という酵素が結合して  
二重らせん構造がほどかれる。このとき、DNAはふくらんだ輪のような構造に  
なる。この輪の両端を複製フォークという。DNAを合成するDNAポリメラー  
ゼは、ヌクレオチド鎖を伸長することはできるが、ゼロから新生鎖を合成するこ  
とはできない。そこで、複製の開始時にはまず、別の種類の酵素によって、鋳型  
の塩基配列に相補的な配列をもつ [ 5 ] の短いヌクレオチド鎖が合成され  
る。このような複製の開始点となる短いヌクレオチド鎖はプライマーと呼ばれ、  
プライマーにつなげてDNAポリメラーゼが新生鎖を伸長させる。この際、二本  
鎖DNAを構成する一方のヌクレオチド鎖は連続的に合成され、もう一方のヌク  
レオチド鎖は不連続に合成される。不連続に合成されたヌクレオチド鎖の断片は  
[ 6 ] と呼ばれ、最終的に [ 7 ] という酵素によってつながれ、一本の  
ヌクレオチド鎖となる。このように、DNAの複製では、もとのDNAの一方の  
ヌクレオチド鎖が、複製されたDNAにそのまま受け継がれる。このような複製  
方法を半保存的複製という。

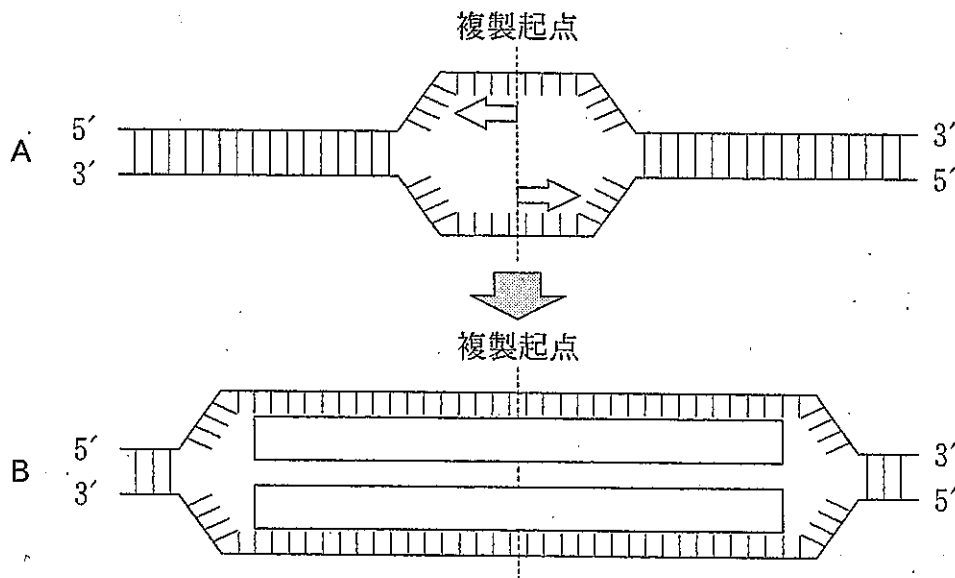
問1 文章中の [ 1 ] ~ [ 7 ] に適語を入れよ。

問2 下線部1について、ヌクレオソームの形成に必要なDNAの長さが150塩  
基対であり、すべてのDNAがヌクレオソームを形成する場合、ヒトの体細  
胞1個にはいくつのヌクレオソームが形成されるか答えよ。ただし、ヒトの  
ゲノムの大きさは30億塩基対とし、細胞分裂中ではないものとする。

問 3 下線部 2 について、染色体が容易に観察されるのは細胞がどのような状態の時か答えよ。

問 4 下線部 3 と 4 で説明される新生鎖の名称を答えよ。

問 5 図に示すように DNA の複製が A から B へと進行するとき、A を参考に、B における新生鎖を  $\leftarrow$  や  $\rightarrow$  のような矢印で解答欄の図中の  に記入せよ。なお、矢印の向きはヌクレオチド鎖の伸長方向を、矢印の長さはヌクレオチド鎖の長さを表すものとし、矢印は何個用いても良い。



問 6 下線部 5 について、DNA が半保存的に複製することによって得られる利点について考えられることを 50 字以内で説明せよ。

問 7 ある大腸菌のゲノムは 480 万塩基対の環状二本鎖 DNA であり、複製起点が 1 つである。大腸菌の DNA ポリメラーゼが 1 秒あたり 850 ヌクレオチドで DNA 合成するとき、大腸菌の DNA の複製が始まってから完了するまでに何分間かかるか。小数点以下 1 桁を四捨五入し、整数で記せ。なお、計算過程についても記入せよ。

第3問 次の文章ⅠおよびⅡを読み、以下の問1～問5に答えよ。

Ⅰ 地球上にはさまざまな環境があり、そこに生活する生物も多様である。生態系における生物種の多様さを種の多様性という。種の多様性は、種数の多さのほか、種の個体数を基に評価することができる。

ある場所に調査区(調査区1)を設置して植物の種数と各種の個体数を調べたところ、調査区内に2種(種Aと種B)が図1のようにみられた。これを用いて、種の多様性を評価する指標を考えてみよう。

調査区1における全個体数に占める種Aの個体数の割合(種Aの頻度 $p$ )は  である。同様に、種Bの頻度 $q$ は  である。ただし、 $p + q = 1$  とする。

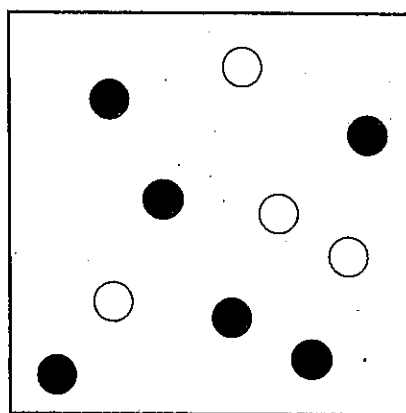


図1 調査区1における種A(●)と種B(○)の個体の分布

次に、この調査区に対して仮想上の試行を考えてみる。この調査区から任意(ランダム)に1個体を取り出して、その種がAであるかBであるか確認する。そしてその個体を調査区内に戻して、再び任意に1個体を取り出して種がAであるかBであるか確認してから、再び調査区内に戻す。この時、最初に種Aが取り出され、次も種Aが取り出された場合、これを「AA」とする。また同様に、最初に種Aが、次に種B(または、最初に種Bが、次に種A)が取り出された場合を「AB」、最初に種Bが、次も種Bが取り出された場合を「BB」とすると、これら3つの組み合わせがそれぞれ得られる頻度は、表1のように $p$ と $q$ を使って表すことができる。

表1 種Aと種Bの組み合わせの頻度

| 最初の種<br>次の種 | A( $p$ )                             | B( $q$ )                             |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| A( $p$ )    | AA( <input type="text" value="3"/> ) | AB( $pq$ )                           |
| B( $q$ )    | AB( $pq$ )                           | BB( <input type="text" value="4"/> ) |

括弧内は頻度を示す。

表1において、AAの組み合わせとなる頻度は  ，BBの組み合わせとなる頻度は  ，ABの組み合わせとなる頻度は  である。このとき、 +  +  =  である。これらの頻度の値を使って、以下の式1により種の多様性を表す指標(多様度指数)を求めることができる。

$$\text{多様度指数} = \text{} = \text{} - (\text{} + \text{}) \quad (\text{式1})$$

すなわち、この多様度指数は、仮想上の試行において、異なる種の組み合わせの得られる頻度に相当する。この考えを基にすると、多様度指数は、種A、種B、種Cといった3種のみられる調査区にも応用することができる。この調査区における種A、種B、種Cの頻度をそれぞれ $p$ 、 $q$ 、 $r$ とする。ただし、 $p + q + r = 1$ とし、この $p$ 、 $q$ は表1や式1の $p$ 、 $q$ とそれぞれ同じ値とは限らないものとする。このとき、多様度指数は以下の式2で求められる。

$$\text{多様度指数} = \text{} - (\text{} + \text{} + r^2) \quad (\text{式2})$$

問1 文章Iの  ~  に数値または文字を入れよ。必要に応じて分数を用いてもよいが、その場合はそれ以上約分できない形で記せ。

問2 調査区1における多様度指数を求めよ。解答は、必要に応じて小数点以下3桁を四捨五入し、小数点以下2桁まで記せ。なお、計算過程についても記入せよ。

問 3 別の場所において、同一面積の調査区(調査区 2)を設置して植物の種数と各種の個体数を調べた(図 2)。この結果を基に、この調査区における多様度指数を求めよ。解答は、必要に応じて小数点以下 3 桁を四捨五入し、小数点以下 2 桁まで記せ。なお、計算過程についても記入せよ。さらに種数と多様度指数について、調査区 1 のものと大小を比較して記せ。

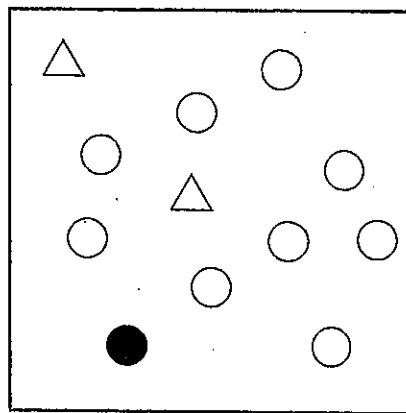


図 2 調査区 2 における種 A(●)、種 B(O)、種 C(△)の個体の分布

II 種の多様性を減少させる要因はさまざまである。自然現象である噴火、台風、山火事などの大規模な強いかく乱のほか、人為かく乱が起きることで、種の多様性の減少が生じることがある。<sup>1</sup>一方で、日本の農村の集落に隣接した、農地、草地、雑木林、ため池などからなる里山では、人為かく乱がなくなることで種の多様性の減少がみられる。<sup>2</sup>

問 4 下線部 1 について、このような人為かく乱の例を 2 つ挙げよ。

問 5 下線部 2 について、このような人為かく乱の例を 1 つ挙げよ。また、なぜ下線部 2 のようなことがみられるのか簡潔に説明せよ。