

令和5年度入学者選抜学力検査問題

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29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～21頁(3問題)」、「生物22頁～29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った場合は、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. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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

(答えは解答用紙の所定欄に記入せよ。)

第 1 問 次の文章 I～III を読み、以下の問 1～問 7 に答えよ。

I 遺伝情報を保存する物質として DNA や RNA がある。生物の多くは DNA をゲノムとして持ち、DNA を鋳型として RNA が転写される。RNA にはその役割によって複数の種類に分類され、タンパク質のアミノ酸の種類と配列を指定する や、指定しない RNA として、タンパク質合成の場である を構成する や、特定のアミノ酸と結合し、アミノ酸を に運ぶ などが存在する。また、真核生物において、 は DNA から転写された RNA から不要な部分が除去される を経て、つくられる。さらに、除去される配列が複数パターン存在し、1つの遺伝子から複数の ができることがあり、このことを選択的 と呼ぶ。

II ウイルスの中には RNA をゲノムとして持つ RNA ウイルスが存在し、その多くはゲノムの RNA からタンパク質が直接翻訳される。さらに、ウイルスでは真核生物とは異なる遺伝子発現様式があり、そのひとつに ポリタンパク質 がある。ポリタンパク質は、複数のタンパク質が融合した一つのタンパク質として翻訳されたのち、タンパク質分解酵素(プロテアーゼ)によってアミノ酸同士をつなぐペプチド結合が切断され、複数のタンパク質に分かれて機能する。また自身のゲノムを増幅する際、RNA から RNA を合成するウイルスだけでなく、RNA から DNA を合成(逆転写)するウイルスも存在する。ウイルスは 3 の他にも真核生物には無い遺伝子発現様式によって、感染した生物内での増殖を有利にしている。

Ⅲ 個々の生物はそれぞれ多様であり、同じ種であっても様々な形質に違いがある。このような同じ種の個体間の形質にみられる違いのうち、後代に遺伝するものを といい、これは突然変異によって生じる。ある生物の集団における遺伝子の全体を といい、個々の対立遺伝子の割合を遺伝子頻度という。突然変異によって生じた変化のうち生存や繁殖上の不利をもたらすものは によって排除されるが、中立なものは の中でその割合が任意に変動する。このことを特に という。一方で集団が十分に大きいなどいくつかの条件が満たされた場合、対立遺伝子の遺伝子頻度が世代を経ても変化しない場合がある。このことは数学的に導かれる結論で、ハーディ・ワインベルグの法則⁵として知られる。また、このように対立遺伝子の遺伝子頻度が世代を経ても変化しない集団を遺伝子平衡にあるという。⁶

問 1 文章中の ~ に適語を入れよ。

問 2 下線部 1 について、DNA と RNA を構成する糖および塩基の相違点をそれぞれ簡潔に述べよ。ただし、各塩基の名称は省略せずに記述すること。

問 3 下線部 2 について、ポリタンパク質を P、P を発現する遺伝子を p とし、遺伝子 p から図 1 の白抜き矢印の向きで翻訳されたポリタンパク質 P は、先に合成されたアミノ酸末端側から P1、P2、P3 の 3 つのタンパク質に分かれるとする。遺伝子 p 内のタンパク質 P2 のアミノ酸を指定する RNA の 1 塩基欠失により、欠失の直後が終止コドンになる変異が生じたとき、タンパク質 P1、P2、P3 の長さやアミノ酸配列は 1 塩基欠失前と比較してどのように変化するか簡潔に記せ。

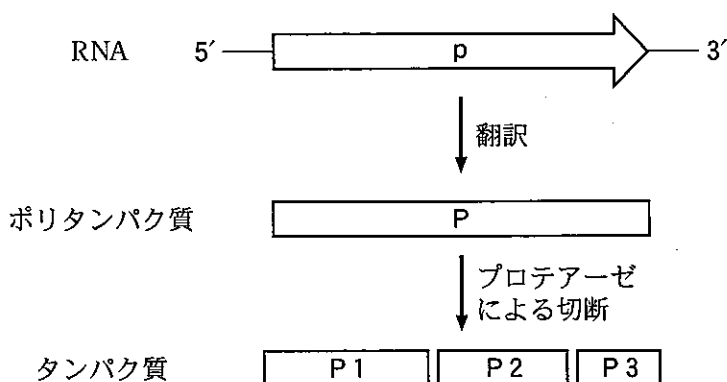


図 1 ポリタンパク質 P の翻訳、切断の模式図

問 4 下線部 3 について、図 2 は逆転写を含む遺伝情報の流れ、およびある RNA ウイルスのゲノム配列の一部を示したものである。このゲノム配列から逆転写される DNA の塩基配列を記せ。



ゲノム配列の一部：5'-GAAUGAUUGAACUUU-3'

図 2 遺伝情報の流れおよび RNA ウイルスのゲノム配列の一部

- 問 5 下線部 4 について、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ条件について、集団が十分に大きいこと以外の条件を 1 つ述べよ。
- 問 6 ある 2 倍体生物種の集団における対立遺伝子 A および a の遺伝子頻度がそれぞれ r と s (ただし $r + s = 1$) であったとする。下線部 5 の法則が成り立つ条件の下での各遺伝子型の割合を r と s を用いて記せ。
- 問 7 下線部 6 について、ある自家受精可能な 2 倍体種子植物が対立遺伝子 B および b を持つとする。この対立遺伝子のヘテロ接合体で自家受精を行い、生じた子世代のすべての個体でも自家受精を行った場合の、孫世代における遺伝子型の割合および遺伝子頻度を記せ。ただし、各個体は必ず同じ数の種子をつけるものとする。

第2問 次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

イギリスの物理学者フックは、顕微鏡を用いてコルクを観察した。観察の結果、小さい部屋に分かれた構造を発見し、この小部屋を「細胞(cell)」と名付けた。彼が観察した「細胞」は植物細胞の細胞壁¹であったが、「細胞」は生物学では重要な構造の名称となった。

生物は細胞の構造や細胞小器官の違いなどから、原核生物と真核生物に分類されている。真核生物における動物細胞と植物細胞の違いの一つに、植物細胞が細胞壁を有することが挙げられる。植物の細胞が伸長する場合、オーキシンなどの²様々な植物ホルモンが関与する。また、オーキシンは重力屈性³や光屈性⁴にも深く関与していることが知られている。

問1 下線部1について、細胞壁の役割を20字以内で説明せよ。

問2 下線部2について、成長に適した濃度のオーキシンを茎の切片などの組織片に与えると伸長成長が行われる。オーキシンがどのような働きをして伸長成長が行われるのか以下の用語をすべて用いて90字以内で説明せよ。

〈語群〉：吸水，細胞壁，セルロース繊維

問 3 根を垂直に置いた場合のオーキシンの流れおよび濃度と根冠にある平衡細胞(コルメラ細胞)の中のアミロプラスト(O)の配置を図の左側に示した。下線部 3 について、根を水平に置いた場合(図の右側)のオーキシンの流れ、濃度およびアミロプラストの配置を、垂直に置いた場合(図の左側)を参考にして解答用紙に図示せよ。ただし、白抜き矢印の向きはオーキシンの流れを、白抜き矢印の太さの違いは濃度の違いを表現するものとし、太い場合は濃度が濃い場合、細い場合は濃度が薄い場合とする。また、根を水平に置いた場合に、根冠にある平衡細胞の中のアミロプラストとオーキシンがどのような役割を果たして根の重力屈性が生じるのか 100 字以内で説明せよ。

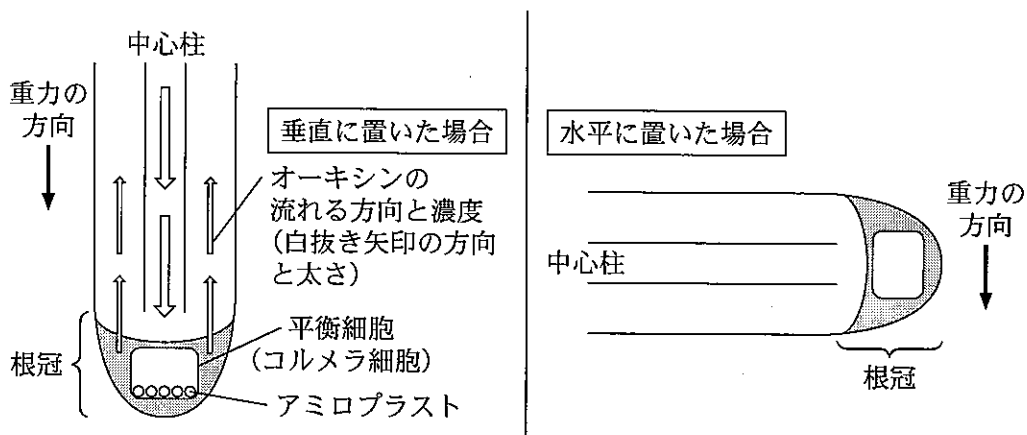


図 根におけるオーキシンの流れ

問 4 下線部 3 および 4 について、これらの屈性は植物をどのように変化させ、その結果、植物はどのような利点を得るのか、100 字以内で説明せよ。

第3問 次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

動物の行動には、経験を必要としない遺伝的にプログラムされた行動がある。これは [1] 的な行動と呼ばれており、例えばフリッシュが報告した、ミツバチが仲間に餌場を伝える「円形ダンス」や「8の字ダンス」などがある。

一方、動物は経験によって行動を変化させることがあり、これを [2] という。 [2] にはいくつかの種類が存在する。例えばローレンツはアヒルなどのヒナが、卵からかえって初めて見たものに執着し、これに追従する現象である [3] を報告している。また、パプロフは、イヌにおける消化管の研究の過程で、「古典的条件づけ」という現象¹を発見した。

[2] の神経生理学的メカニズムを解明した例として、カンデルらによるアメフラシを用いた研究がある。アメフラシの体の一部に、ある程度強い刺激を加えたとき、それに反応して呼吸器官である「えら」を体内に引き込む「えら引っ込め反射」という行動がある。アメフラシの水管という器官に刺激を加えると、このえら引っ込め反射²が起こる。このことにかかわる神経細胞(ニューロン)同士のつながりを下記の図Aに、ニューロンが次のニューロンに情報を受け渡す構造である [4] において起こる現象の模式図を図Bに示す。一方、水管に刺激を与えることを繰り返すと次第にこの反射は減弱し、水管に触れてもえらを引き込まなくなる。この現象は [5] と呼ばれている。しかしこのアメフラシ³に対して、尾に強い刺激を加えてえら引っ込め反射を起こした後は、水管に刺激を加えたときに再び強くえらを引っ込めるようになる。この現象は脱 [5] と呼ばれている。

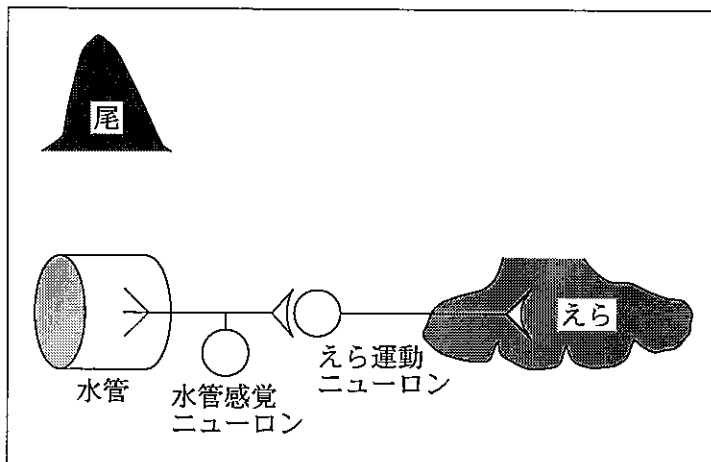


問 1 文章中の 1 ~ 5 に適語を入れよ。

問 2 下線部 1 について、パブロフが発見した現象を 100 字以内で説明せよ。

問 3 下線部 2 について、図 A および図 B を参考に、水管に刺激を加えたときに起こるえら引っ込み反射のメカニズムを 100 字以内で説明せよ。ただし、 Ca^{2+} は 1 文字として扱うこと。

問 4 図 A に尾を加えた図を示した。下線部 3 について、この現象を起こすニューロンを解答用紙に図示し、それぞれのニューロンの名称も書き込め。



問 5 下線部 3 が示す現象が起こるメカニズムについて、問 4 において解答した図を参考に、100 字以内で説明せよ。ただし、図 B で起こっていることについては説明の必要はない。