

全体講評（生物）

近年本学入試における理科の中で生物の平均点が上昇傾向にあり、例年通りの教科書レベルの基本的問題を中心とする出題方針では受験生の選抜が難しくなっていることから、本年度は2月2日、2月7日、両日程ともに教科書レベルの基本的問題に加えて、丸暗記では解答が難しい思考力を問う論述問題、計算問題、図やグラフの読み取り問題を出題することとした。また、本年度は新学習指導要領で学習してきた受験生の初年度の入試となるため、これに対応する出題を心がけるようにした。その結果、教科書レベルの基本的問題は例年通りよくできていたが、本年度意図的に出題した受験生の思考力や多角的な知識を問う問題のできは予想通りよくなかった。特に、酵素や遺伝子工学の分野を苦手とする受験生が多い印象を持った。本年度の出題傾向の変化によって次年度以降、本学受験生が生物をより深く勉強して受験してくれることを期待している。

また、本学生物入試では、全問記述式を採用している点が特徴であり、採点時には、漢字の間違いや文書表現など、基本的な国語力も注意深く確認している。本年度もまだ酵素の『酵』のつくりを『考』にしている受験生が見られたが、この講評での指摘の効果があつたのか漢字の間違いは数年前より改善してきた印象である。一方で本年度は、DNAリカーゼ、ロトプシン、グルコーゲン、ランゲルハウス島など、カタカナの表記が不完全な受験生が多々みられた。また、論述問題の解答では、文章として成立していないものも多数見られた。限られた文字数で、第三者に問われた内容を的確に伝えることは生物学に関わらず重要である。生物学の知識はもちろんのこと、正しい用語や文章が書けるように日頃からトレーニングしていただきたい。

2025年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)〈シャープペンシルは、HB 0.5 mm 以上の芯であれば使用可〉で記入することになっています。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は23ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。
- VI 解答用紙は両面になっています。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。
2. マークのしかた
 - (ア) 正しい例
 - a 解答が1つの場合 例えばイと解答するときは
 (1) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) のように、マークしてください。
 - b 解答が2つの場合 例えばイとウと解答するときは
 (1) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) または (1) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) のように各1つずつマークしてください。
 - (イ) 悪い例
 - (1) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) ○印をかこむ。
 - (2) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) 全部をぬりつぶしていない。
 - (3) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) レ印をつける。
 - (4) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) |印をつける。
 - (5) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

 3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
(1) (イ) (ロ) (ハ) (ニ) のように×印をしても消したことはありません。
 4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

[I] 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

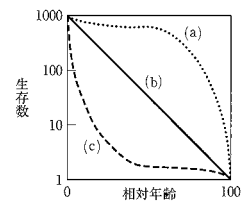
非生物的環境と生物的環境を一体として捉えたものを [(1)] 系という。非生物的環境を構成する要素は、光、温度、湿度、大気、土壌、水などがあり、これらは生物的環境に影響を及ぼす。一方、生物的環境も非生物的環境に影響を及ぼし、これは [(2)] 作用と呼ばれる。生物的環境には、それぞれの環境に適した様々な生物種が生息している。その中の同一種の集まりを個体群といい、個体群密度の変化に伴って、構成する個体の発育・生理などの性質が変化する。同時に生まれた個体の数が時間とともに減少する様子をグラフで示したものを生存曲線^①といい、個体群の動態を理解するために役立つことができる。個体群の中には群れ、縄張りや順位制など、個体間の相互作用がみられる。^②異種の個体群の集まりを [(3)] という。その中には種間競争や捕食の関係がみられ、これらを種間の相互作用という。種間の相互作用はお互いに競合するだけではなく、共存したり共生したりしている。種間関係が双方の利益をもたらすとき、特に [(4)] 共生という。これに対して、共生している生物のうち一方は利益を受けるものの、他方は不利益を受ける場合を [(5)] という。

問1. 上の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を、漢字で解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部^①に関して、次の(i)および(ii)の問に答えなさい。

(i) 生存曲線を模式的に示すと、下の図のように(a)～(c)の3つの型に大別される。それぞれの型と次の説明(X)～(Z)の組み合わせとして最も適当なものを、次の(ア)～(カ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (X) 子に対する親の保護の程度が高い典型的な型
- (Y) 親が産む子の数が最も多い典型的な型
- (Z) 生存中の死亡率の変化が最も少ない典型的な型



	説明(X)	説明(Y)	説明(Z)
(ア)	(a)	(b)	(c)
(イ)	(a)	(c)	(b)
(ウ)	(b)	(a)	(c)
(エ)	(b)	(c)	(a)
(オ)	(c)	(b)	(a)
(カ)	(c)	(a)	(b)

(ii) 次の(ア)～(カ)に示した動物は、生存曲線(a)～(c)のいずれの型に当てはまるか。最も適当なものを選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) ニホンミツバチ (イ) ザトウクジラ (ウ) ヒト
- (エ) アサリ (オ) シジュウカラ (カ) ニホントカゲ

問3. 下線部^②に関して、群れをつくることによって生じる二つの不利益について、解答欄の不利益^①と^②にそれぞれ20文字以内(句読点を含む)で述べなさい。

問4. 下線部③の縄張りに関する記述として適当なものを、次の(ア)～(オ)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 食性が似たもの同士が、異なる食物を利用し共存している。
- (イ) 縄張りには、繁殖場所や交配相手を確保できる利点がある。
- (ウ) 縄張りの面積が大きくなればなるほど、得られる利益は大きくなり、防衛の労力は小さくなる。
- (エ) この性質は、アユのともづりという漁法に利用されている。
- (オ) 縄張りをもつ動物は哺乳類、鳥類、魚類のみである。

問5. 下線部④に関して、いま6羽のニワトリ(A～F)をいっしょの鳥小屋に入れて飼育したところ、やがて個体間に上下の序列ができ、つつく、つつかれるの関係は次の表ようになった(ただし、つつく個体は、つつかれた個体よりも順位は上になるものとし、つつかれた回数は考慮しないものとする)。表からA～Fの関係を読み取り、強い順に1位から順位をつけた。A～Fの順位の数字を解答欄に記入しなさい。ある順位の上位にn羽の個体がいる場合、その順位はn+1位になる(例えば、1位に3羽の個体がいる時、次の個体の順位は4位になる)。

つつく個体	つつかれる個体
A	B, C, D, E, F
B	
C	B, E, F
D	B, E, F
E	B
F	B, E

(B) 次の文章を読み、下の問1～7に答えなさい。

真核細胞の特徴の一つは、膜構造をもつ細胞小器官が発達していることである。細胞小器官の膜は、細胞内外をしきる細胞膜と基本的な構造は同じであり、細胞膜と細胞小器官の膜をまとめて(1)と呼ぶ。(1)はリン脂質の二重層と様々な膜タンパク質からなる。膜タンパク質は、膜を貫通するものや、膜の表面に結合しているものがある。(1)を構成するリン脂質や膜タンパク質は、それらの動きを制限する特別な構造がない限り、膜内を自由に動くことができると考えられており、この構造モデルを流動モザイクモデルという。

リン脂質の二重層だけからなる膜を通過できる物質は限られているので、細胞は、物質を取り込み・放出するしくみを持っている。これらのしくみを担うのがチャンネルやポンプなどの様々な膜タンパク質である。これらの膜タンパク質を介さずに、細胞内の小胞を細胞膜に融合させることで小胞内の物質を細胞外に放出する作用である(2)や、その逆の細胞内に取り込む作用である(3)により、細胞内外への物質の輸送を行う場合もある。

核は、二重の(1)から構成されている。核内で働くタンパク質や核外で翻訳されるmRNAなどは(4)を通過して移動する。

問1. 上の文章中の()に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。ただし、(2)と(3)はカタカナで答えなさい。

問2. 下線部①に関して、膜構造をもつ細胞小器官として不適当なものを、次の(ア)～(カ)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 小胞体 (イ) ゴルジ体 (ウ) 葉緑体
- (エ) リボソーム (オ) リンソーム (カ) 中心体

問6. 下線部⑤のような関係性にある生物の組み合わせを、次の(ア)～(カ)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) サケとアニサキス
- (イ) イワナとヤマメ
- (ウ) アブラナ科植物とモンシロチョウ(幼虫)
- (エ) カクレウオとナマコ
- (オ) アリとアブラムシ
- (カ) マメ科植物と根粒菌

問3. 下線部②に関して、リン脂質分子内に、性質の異なる二つの部分があるという特徴がリン脂質の二重層の形成に重要である。次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

(i) リン脂質の二重層の構造を模式的に示した下の図1の()に入れるのに最も適当な語句を、漢字で解答欄に記入しなさい。

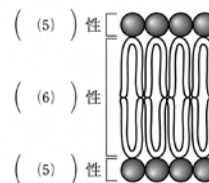


図1

(ii) (i)で答えた二つの性質を持つセッケンなどの洗剤に含まれる物質の総称を、解答欄に記入しなさい。

問4. 下線部③に関して、膜貫通型のタンパク質ではないものを次の(ア)～(カ)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) アクアポリン (イ) ミオシン (ウ) グルコース輸送体
- (エ) ヘモグロビン (オ) ナトリウムポンプ

問5. 緑色蛍光タンパク質(GFP)は、適切な光を照射すると蛍光を発する。この性質を利用して、様々なタンパク質の遺伝子にGFPの遺伝子を連結し、GFPとの融合タンパク質として細胞で発現させると、そのタンパク質の細胞内での分布(局在)を調べることができる。GFPは、強いレーザー光を照射すると、不可逆的に蛍光を発しなくなる光退色という性質を示す。下線部④に関して、GFPの光退色を利用して以下のような実験を行った。

【実験Ⅰ】ある膜貫通型タンパク質 X と GFP との融合タンパク質 (GFP-X) を発現する細胞 A を用意した。この細胞に適切な光を照射して観察すると、細胞の表面に一樣に GFP の蛍光が観察された。

【実験Ⅱ】細胞 A の表面の小さい領域に、強いレーザー光を照射し、その後適切な光を照射して観察すると、強いレーザー光を照射された領域の GFP は光退色したが、その周囲の GFP の蛍光はレーザー光の照射前と同様であった。その後、観察を続けると、光退色した領域に再び蛍光が、時間と共に徐々に見られるようになった。

【実験Ⅱ】において、細胞 A で、光退色後に GFP の蛍光が再び観察されるようになった理由を、60 字以内(句読点を含む)で解答欄に述べなさい。

ただし、アルファベット 1 文字とハイフンはそれぞれ 1 字とする。なお、レーザー光の照射は、GFP 分子を光退色させること以外の細胞への影響はなく、GFP を融合させたことによるタンパク質 X の性質の変化はないものとする。また、【実験Ⅱ】において細胞 A 内で新たな GFP-X は生産されないものとする。

問 6. 下線部⑤に関して、リン脂質の二重層だけからなる膜を通過しやすい物質を次の (ア)～(ク) から二つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) ナトリウムイオン (イ) 二酸化炭素 (ウ) グルコース
(エ) 水 (オ) 免疫グロブリン (カ) 糖質コレチコイド

問 7. 下線部⑥に関して、核内で機能するタンパク質を、次の (ア)～(キ) からすべて選びその記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) ルビスコ (イ) カドヘリン (ウ) DNA ヘリカーゼ
(エ) ヘモグロビン (オ) ヒストン (カ) ペプシン
(キ) RNA ポリメラーゼ

(問題は次ページに続きます)

- 7 -

- 8 -

〔Ⅱ〕 次の (A) および (B) に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問 1～8 に答えなさい。

ヒトの網膜には桿体細胞と錐体細胞の 2 種類の視細胞がある。桿体細胞は薄暗い所で働き、明暗に反応するが色の識別には関与しない。一方、錐体細胞は明るい所で働き、色の識別に関わる。視細胞からの情報は視神経を介して大脳に伝えられ、視覚が生じる。② 両眼の内側の網膜から出た神経だけが交差して反対側の視索に入り、③ 外側の網膜から出た神経は交差せずにそれぞれの側の視索に入る。視神経の束が網膜を内から外へ貫く部分が (1) であり、視細胞が存在せず、ここに像がうつっても見えない。桿体細胞には光を受容する (2) という感光物質(視物質)が含まれており、光が当たると (2) が活性化され、この結果、桿体細胞が光により刺激されたという情報が④ 大脳に伝達される。 (2) は光を吸収すると分解されるが、暗所では再構成される。外界の明暗が変化すると、瞳孔の大きさが変化する。暗い時は、瞳孔 (3) 筋が収縮し、瞳孔は広がる。また、ヒトは水晶体を取り巻く毛様筋の作用により水晶体の厚さを変えることで遠近調節を行う。 (4) を見るときは、毛様筋を (5) させ、水晶体を (6) する。

外界からの刺激は、ニューロンや行動にどのような変化をもたらすだろうか。アメフラシの水管に水流などの機械刺激を与えるとえらを引っ込める反射を示す。同じ刺激に対してこの反応は一定ではなく、繰り返す刺激を与えると、しだいにえらを引っ込めなくなる。このような学習は (7) と呼ばれる。水管からの感覚ニューロンとえらを引っ込める運動ニューロンはシナプスで直接つながっている。水管を同じ強さで繰り返す刺激したとき、感覚ニューロンの活動電位の発生回数は変化しなかったが、運動ニューロンの興奮性シナプス後電位はしだいに減少した。また、運動ニューロンを直接繰り返す電気刺激したとき、運動ニューロンの活動電位の発生回数やえらを引っ込める反射は変化しなかった。

- 9 -

問 1. 上の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

問 2. 上の文章中の () に入れるのに適当な語句の組み合わせを、次の (ア)～(ク) からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

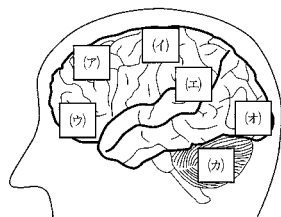
	(4)	(5)	(6)
(ア)	近く	弛緩	薄く
(イ)	近く	収縮	薄く
(ウ)	近く	弛緩	厚く
(エ)	近く	収縮	厚く
(オ)	遠く	弛緩	薄く
(カ)	遠く	収縮	薄く
(キ)	遠く	弛緩	厚く
(ク)	遠く	収縮	厚く

問 3. 下線部①に関して、網膜では、3 種類の細胞が層構造を形成している。ガラス体から脈絡膜へ向かって、これらの細胞が並ぶ順番として最も適当なものを次の (ア)～(ク) から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

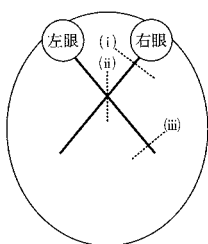
- (ア) 視神経細胞、連絡神経細胞、視細胞
(イ) 視神経細胞、視細胞、連絡神経細胞
(ウ) 連絡神経細胞、視細胞、視神経細胞
(エ) 連絡神経細胞、視神経細胞、視細胞
(オ) 視細胞、視神経細胞、連絡神経細胞
(カ) 視細胞、連絡神経細胞、視神経細胞

- 10 -

問4. 下線部②に関して、視覚を担う大脳の領域(視覚野)として最も適当なものを下図の(ア)～(カ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。



問5. 下線部③に関して、網膜からの神経繊維が下図の(i)～(iii)の箇所切断された場合、視界のどの領域が見えなくなるか、それぞれ適当なものを次の(ア)～(ク)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。ただし、見えなくなる領域を黒塗りで示し、(ii)では交差する神経繊維のみが切断されるものとする。



	左眼の視界	右眼の視界
(ア)		
(イ)		
(ウ)		
(エ)		
(オ)		
(カ)		
(キ)		
(ク)		

問6. 下線部④に関して述べた次の文章中の { } に入れるのに最も適当な語句を、次の(ア)～(キ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

明るい所から暗所に入ると初めは何も見えないが、やがて見えるようになる。このことを { (8) } という。 { (8) } では、まず { (9) } 細胞の感度が上昇するが、いずれ受容できる光の強さに限界が生じる。その後、 { (10) } 細胞の感度が上昇し、弱い光でも受容できるようになる。

- (ア) 色覚 (イ) 明順応 (ウ) 暗順応 (エ) 視神経
- (オ) 連絡神経 (カ) 桿体 (キ) 錐体

問7. 夜空の星を観察するとき、両眼の視界の中心ではなく少し離れたところで見ると星が見えやすくとされている。この理由を、「桿体細胞」と「黄斑」という語句を2つとも用いて35字以内(句読点を含む)で述べなさい。

問8. 下線部⑤に関して、最初に機械刺激を与えた時と比べ、繰り返し機械刺激を与えるとどのような変化が起きたと考えられるか、次の文章(ア)～(カ)のうち、最も適当なものを選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 感覚ニューロンが刺激を受けても興奮しなくなった。
- (イ) 運動ニューロンに適切な刺激を与えても、運動ニューロンが活性化されなくなった。
- (ウ) 感覚ニューロンの軸索末端の電位依存性カリウムチャネルが不活性化された。
- (エ) 感覚ニューロンの軸索末端へ流入するカルシウムイオンの量が増加した。
- (オ) 感覚ニューロンの軸索末端から放出される神経伝達物質の量が減少した。
- (カ) 運動ニューロンの抑制性シナプス後電位が減少した。

(B) 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

タンパク質は、基本単位となるアミノ酸が鎖状につながった構造をしている。タンパク質を構成するアミノ酸は、1つの炭素原子(C)に (1) 基(-NH₂)、(2) 基(-COOH)、水素原子(H)、側鎖が結合した構造をもつ。タンパク質を構成するアミノ酸には、側鎖が異なる20種類のものがある。多数のアミノ酸がペプチド結合したものをポリペプチドと呼び、タンパク質中のアミノ酸の配列を一次構造と呼ぶ。一次構造はタンパク質の基本構造であり、性質や構造の異なる側鎖をもつアミノ酸がタンパク質中でどのように並ぶかによって、タンパク質の立体構造に大きな影響を与えている。また、ポリペプチドの折りたたみのパターンをタンパク質の二次構造と呼び、ポリペプチドがらせん状の構造をとったαヘリックス構造や、ポリペプチドが平行に並んだβシート構造がある。2つ以上のシステイン残基がタンパク質に含まれる場合、2つのシステイン側鎖の間につくられる (3) 結合によってポリペプチドの中やポリペプチドの間を橋渡しすることがある。

タンパク質は、そのはたらきに応じた固有の立体構造をもつ。ポリペプチドが特定の立体構造をとる過程を (4) と呼び、加熱やpHの変化でタンパク質の立体構造が壊れ、性質が変わることをタンパク質の変性と呼ぶ。変性したタンパク質は水になじみにくく、タンパク質どうしが集まって水に溶けにくい凝集体をつくりやすくなる。このような変性したタンパク質を認識して正しい立体構造をとらせ、正常にはたらくように補助するタンパク質の総称を (5) という。

インスリンは、すい臓の (6) という部位にあるB細胞から分泌されるペプチドホルモンであり、血糖濃度を低下させる作用がある。食事のあと血糖濃度が上昇すると、間脳にある (7) が血糖濃度上昇を感知し、インスリン分泌量を増加させる。一方、(6) にあるA細胞から分泌されるペプチドホルモンである (8) は、空腹などによって低下した血糖濃度を上昇させる。(8) は肝臓に作用し、蓄積されている (9) を分解し、グルコース生成を促進する。このような血糖濃度調節のバランスが崩れ、血糖濃度が常に高い状態になる疾患を糖尿病と呼ぶ。1型糖尿病では、免疫機能の異常によりB細胞

が破壊され、インスリンが分泌されなくなる。2型糖尿病では、遺伝的な要因に運動不足や食べ過ぎといった生活習慣の影響などが加わって、インスリンの分泌量低下や効果の低減が起こる。

問1. 上の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、タンパク質を構成する20種類のアミノ酸の中で、成人のヒトが体内で合成できないアミノ酸を必須アミノ酸という。必須アミノ酸に関する次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

- (i) 側鎖に硫黄原子を含む必須アミノ酸の名称を、解答欄に記入しなさい。
- (ii) 側鎖に酸素原子を含む必須アミノ酸の名称を、解答欄に記入しなさい。

問3. 下線部②に関して、αヘリックス構造について説明した次の文を読み、() に入れるのに最も適当な整数値を、解答欄に記入しなさい。

ポリペプチド中のαヘリックス構造は、右巻きらせんの形をとる(図1)。αヘリックス構造中のらせんにおいて、ポリペプチドに組み込まれたアミノ酸1残基分で、らせんは100°回転し、軸方向に1.5×10⁻¹⁰m進む。すなわち、らせんは (10) 残基ごとに5回転する。また、10回転ごとにらせんは軸方向に (11) ×10⁻¹⁰mの距離を進む。

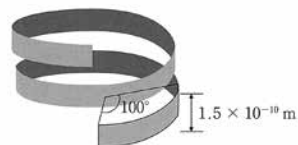


図1

問4. 下線部③に関して、タンパク質の変性と機能の関係を明らかにするために、次の【実験Ⅰ】および【実験Ⅱ】を行った。【実験Ⅰ】および【実験Ⅱ】の結果から導ける考察として適当なものを、下の(ア)～(イ)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

【実験Ⅰ】タンパク質溶液に高濃度の尿素を加えると、タンパク質は変性し、失活する。ある酵素活性をもつタンパク質Aの水溶液に尿素を加えて失活させた後に、透析によって尿素を除去すると、タンパク質Aの酵素活性が復活した。

【実験Ⅱ】蛍光を発するタンパク質Bの水溶液に、酸を加えてタンパク質Bの水溶液を酸性にしたところ、水溶液の蛍光が消えた。その後、アルカリを加えて中性に戻したところ、再び蛍光を発した。

- (ア) 尿素によるタンパク質Aの失活は不可逆的であった。
- (イ) pHの低下によるタンパク質Bの失活は不可逆的であった。
- (ウ) タンパク質Aは変性原因を取り除くと、元の状態にもどった。
- (エ) タンパク質Bが蛍光を発するために必要な状態の維持には、pHの値が重要である。

問5. 下線部④に関して、1型糖尿病と2型糖尿病について次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

- (i) 1型糖尿病のような、免疫が自分自身の正常な細胞や組織を攻撃することで起こる疾患を総称して何と呼ぶか、最も適当な名称を解答欄に記入しなさい。

(ii) 健常者、1型糖尿病患者、2型糖尿病患者の食後の血糖濃度と血中インスリン濃度の変化を図2のグラフA～Cにまとめた。グラフA～Cがそれぞれ1型糖尿病患者、2型糖尿病患者、健常者のいずれに該当するか。最も適当な組み合わせを、下の(ア)～(イ)から選び、解答欄に記入しなさい。

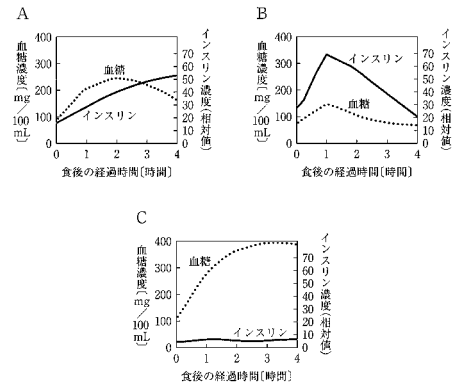


図2

	A	B	C
(ア)	健常者	2型糖尿病患者	1型糖尿病患者
(イ)	健常者	1型糖尿病患者	2型糖尿病患者
(ウ)	2型糖尿病患者	1型糖尿病患者	健常者
(エ)	2型糖尿病患者	健常者	1型糖尿病患者
(オ)	1型糖尿病患者	健常者	2型糖尿病患者
(カ)	1型糖尿病患者	2型糖尿病患者	健常者

〔Ⅲ〕 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

遺伝子組換え実験には、DNA鎖の特定の塩基配列を認識し切断する制限酵素、DNA断片どうしをつなぎ合わせる酵素である(1)や、目的の遺伝子を細胞内に運ぶ役割をするベクターが一般に必要である。ベクターにはさまざまな種類があるが、大腸菌の場合、pUC18などの小さな環状のDNAからなる(2)と呼ばれるベクターを用いて、目的の遺伝子を細胞内に導入することが多い。また、遺伝子の改変や増幅は、真核生物を用いるより大腸菌を用いる方が簡便にできるため、大腸菌と真核生物の両方の細胞内で複製できるように設計されたシャトルベクターと呼ばれる(2)を用いることがある。この場合、まずシャトルベクターに目的のDNA断片をつなぎ合わせ、これを大腸菌に導入する。次に構築されたシャトルベクターを、大腸菌細胞から取り出し真核生物の細胞内に導入する。例えばpAUR112は、大腸菌と酵母の両方の細胞内で複製可能なシャトルベクターである(図1)。pAUR112には、大腸菌の複製開始点であるOri1、酵母の複製開始点であるOri2と、Xho I、Sal I、Xba I、Sac I、Kpn I、Sma Iの六つの制限酵素で認識され切断される部位がある。またpAUR112には、大腸菌にアンピシリンという抗生物質に対する耐性を与える遺伝子(Amp^r)、酵母にオーレオパシジンA(AbA)という抗生物質に対する耐性を与える遺伝子(AUR1-C)、mRNAの必須構成成分であるウラシルの合成を担うオロチジン5-リン酸炭酸酵素をコードする遺伝子(URA3)がある(図1)。またオロチジン5-リン酸炭酸酵素は、酵母に対して無害な5-フルオロオロチン酸(5-FOA)を、酵母に対する致死化合物である5-フルオロウラシルに変換する反応も触媒する。pAUR112は、染色体上にあるURA3を欠失させてある変異体酵母Mだけでなく、市販のパン酵母(野生型酵母と呼ぶ)にも導入することができ、酵母を用いた遺伝子組換え実験に有用なベクターである。

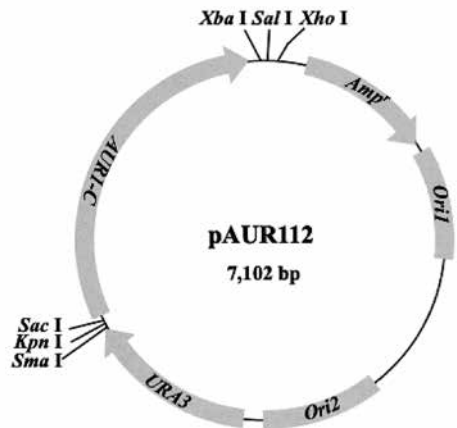


図1

問1. 上の文章中の()に入れるのに最も適当な語句を解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、制限酵素の「制限」は、何がどのような目的で何を制限することに由来するか、45字以内(句読点を含む)で述べなさい。ただし、アルファベット1文字は1字とする。

問3. 下線部②、下線部③、下線部④に関して、野生型酵母、変異体酵母M、YPD培地(ウラシルなど酵母の生育に必要な栄養素を豊富に含む培地)、YUM培地(ウラシル以外の酵母の生育に最低限必要な栄養素を含む培地)およびpAUR112を用いて、以下の【実験Ⅰ】および【実験Ⅱ】を行った。次の(i)および(ii)の間に答えなさい。なお、YPD培地およびYUM培地で培養した野生型酵母では、染色体上にあるURA3が転写、翻訳されオロチジン5-リン酸炭酸酵素が十分に発現し機能しているものとする。

【実験Ⅰ】野生型酵母と変異体酵母 M を、YPD 培地と YUM 培地にそれぞれ植菌し、30℃で2日間培養した。

(i) 次の表は、野生型酵母と変異体酵母 M の培養結果をまとめたものである。表中の (3) ~ (6) に野生型酵母または変異体酵母 M が生育した場合は +、生育しなかった場合は - を、それぞれ解答欄に記入しなさい。

培養した微生物	野生型酵母		変異体酵母 M	
	YPD 培地	YUM 培地	YPD 培地	YUM 培地
培養結果	(3)	(4)	(5)	(6)

【実験Ⅱ】pAUR112 を変異体酵母 M に導入した(これを形質転換体 T と呼ぶ)。得られた形質転換体 T と変異体酵母 M を、YPD 培地、YUM 培地、YPD 培地に AbA を添加した培地、YPD 培地に 5-FOA を添加した培地にそれぞれ植菌し、30℃で2日間培養した。

(ii) 次の表は、得られた形質転換体 T と変異体酵母 M の培養結果をまとめたものである。表中の (7) ~ (12) に形質転換体 T または変異体酵母 M が生育した場合は +、生育しなかった場合は - を、それぞれ解答欄に記入しなさい。

培養した微生物	形質転換体 T				変異体酵母 M			
	YPD 培地	YUM 培地	YPD +AbA 培地	YPD +5-FOA 培地	YPD 培地	YUM 培地	YPD +AbA 培地	YPD +5-FOA 培地
培養結果	(7)	(8)	(9)	(10)	(5)	(6)	(11)	(12)

問4. 下線部③に関して、Xho I は図2に示すように DNA 鎖の6塩基対を認識し切断する。ゲノム Z と呼ばれる 4.6×10^6 bp の環状のゲノム DNA と Xho I に関する次の (i) および (ii) の間に答えなさい。

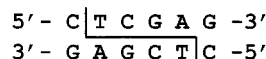


図2

(i) ゲノム Z 中に、Xho I で認識される塩基対が出現する割合は理論上何塩基対に1カ所あると考えられるか。計算し、その数値を解答欄に整数で記入しなさい。ただし、ゲノム Z 中には A、T、G、C の各塩基が同じ割合でランダムに含まれているものとする。

(ii) ゲノム Z 中には Xho I で認識される塩基対は何カ所あると考えられるか。計算し、小数点以下第一位を四捨五入してその数値を解答欄に整数で記入しなさい。

(B) 次の文章を読み、下の問1~7に答えなさい。なお、原子量は H = 1、C = 12、O = 16 とする。

植物は光エネルギーを利用して二酸化炭素から有機物をつくり生命活動を維持する。このような生物を (1) 生物という。一方、(2) などの生物は、(1) 生物がつくった有機物を自分が必要な有機物につくりかえなければ生命を維持できない。細菌のなかには無機物の酸化反応によって ATP を得ているものもある。たとえば硫黄細菌は硫黄や (3) を酸化してエネルギーを獲得している。

図1は、生物がデンプンを代謝する経路(A)~(E)を示している。デンプンは(A)の経路でアミラーゼによって麦芽糖に加水分解され、さらに(4) という酵素によってグルコースに加水分解される。細胞に取り込まれたグルコースは(B)の経路(解糖系)によってピルビン酸に代謝され、この際に NAD⁺ が NADH に還元される。細胞内の NAD⁺ は有限なので、解糖系を駆動し続けるためには NAD⁺ を再生する必要がある。酸素が利用できない場合は、(C)の経路でピルビン酸をエタノールと二酸化炭素に変換したり、(D)の経路でピルビン酸を乳酸に変換したりして、NADH を酸化して NAD⁺ を再生している。酸素が利用できる場合は、(E)の経路でピルビン酸は水と二酸化炭素に代謝され、この過程で NADH から NAD⁺ が再生される。

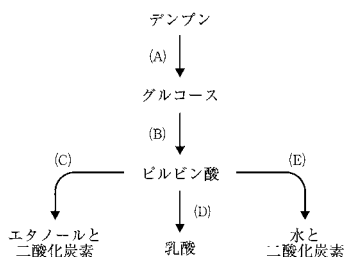


図1

問1. 上の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を解答欄に記入しなさい。

問2. (2) に入れるのに不適当なものを次の(ア)~(キ)の中からすべて選び、記号で解答欄に記入しなさい。

- (ア) アメーバ (イ) ミドリムシ (ウ) 菌類 (エ) 紅藻類
(オ) 根粒菌 (カ) ネンジュモ (キ) 硝化菌

問3. 生物は下線部①の反応でエネルギーを得る。このことを表す反応式を解答欄に記入しなさい。

問4. 下線部②について、次の (i) および (ii) の間に答えなさい。

- (i) (C) の経路の反応式を解答欄に記入しなさい。
(ii) 4.5g のグルコースがすべて (B) および (C) の経路でエタノールと二酸化炭素に変換されたとき、二酸化炭素は何 L 生じるか。また、エタノールは何 g 生じるか。計算して解答欄に記入しなさい。ただし、生じた二酸化炭素はすべて気体になるものとし、1モルの二酸化炭素の体積は 24 L とする。

問5. 下線部③について、次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

(i) この経路を触媒する酵素のように、基質分子から水素を奪う反応を触媒する酵素の総称を解答欄に記入しなさい。

(ii) この経路を触媒する酵素の中には、解糖系のある中間体の濃度が高まると活性化されるものがある。このように、基質以外の特定の物質が活性部位以外の部位に結合することによって活性が変化する酵素を何というか。解答欄に記入しなさい。

問6. 下線部④に関して、真核生物においてこの反応が起きる細胞小器官の名称を解答欄に記入しなさい。

問7. 図1の(A)～(E)の経路のうち、ADPからATPを生産できる経路をすべて選び、記号で解答欄に記入しなさい。

(以上)

2025年度入学試験問題

生 物

注 意 事 項

- I 試験開始の指示があるまで問題用紙を開いてはいけません。
- II 解答用紙はすべて黒鉛筆(HB)(シャープペンシルは、HB 0.5 mm以上の芯であれば使用可)で記入することになっています。
(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
- III 解答用紙右端の出席票に印刷されている受験番号を確認してください。間違いがなければ氏名欄に署名し、切取線から切り離してください。
- IV 問題は22ページで大問3問です。
- V 試験時間および解答方法については、問題冊子裏面を確認してください。
- VI 解答用紙は両面になっています。

マーク記入上の注意

1. 解答欄にマークするときは、HBの黒鉛筆で次の正しい例のように、濃く正確にぬりつぶしてください。
2. マークのしかた
 - (ア) 正しい例
 - a. 解答が1つの場合、例えばイと解答するときは
 (1) (イ) (ウ) (エ) のように、マークしてください。
 - b. 解答が2つの場合、例えばイとウと解答するときは
 (1) (イ) (ウ) (エ) または (1) (イ) (ウ) (エ) のように各1つずつマークしてください。
 - (イ) 悪い例
 - (1) (イ) (ウ) (エ) ○印でかこむ。
 - (2) (イ) (ウ) (エ) 全部をぬりつぶしていない。
 - (3) (イ) (ウ) (エ) レ印をつける。
 - (4) (イ) (ウ) (エ) |印をつける。
 - (5) (イ) (ウ) (エ) 1欄に2つ以上マークする。

このような記入をしてはいけません。

 3. 一度記入したマークを訂正する場合は、消しゴムで完全に消してから記入しなおしてください。
 (1) (イ) (ウ) (エ) のように×印をしでも消したことはありません。
 4. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、また汚したりしないでください。

【I】 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問1～3に答えなさい。

動物の体は、多様な特性を持つ分化した細胞から成り立っている。これらの分化した細胞は、発生の過程で未分化な細胞から段階的に生じる。例えば、カエルの胚の細胞は、 (1) 期に、胚の外側をおおう外胚葉、原腸を構成する内胚葉、その中間に位置する中胚葉の3つの胚葉に区別できるようになる。この区分は、 (2) 期の胚の異なる領域の相互作用によって確立される。その際に予定内胚葉領域に生じるノーダルタンパク質の濃度勾配の作用によって、中胚葉は背腹軸に沿って異なる細胞に分化する。

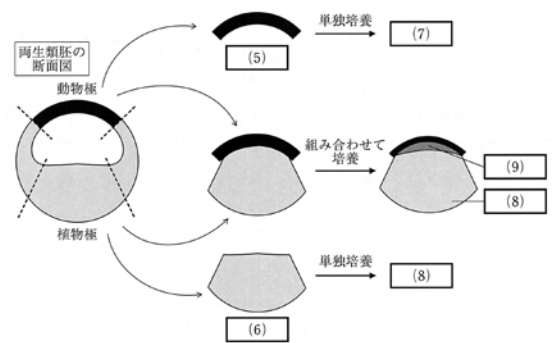
3つの胚葉に属する細胞は、それぞれ独自の形態と機能をもつ組織や器官を構築していく。初期 (1) の胚表面にある細胞群は、原口から陥入して原腸を形成する。さらに、原口背唇部は (3) として働き、外胚葉を神経へと誘導する。原口背唇部自体は脊索に分化する。外胚葉の背側部分は神経管となり、他の部分は表皮や眼などを構成する。神経管の前方は (4) に、後方は脊髄に分化する。

問1. 上の文章中の に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

問2. 下線部①について、次の(i)～(iii)の間に答えなさい。

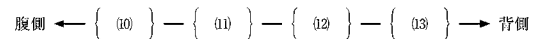
- (i) オランダのニューコープは、1969年に両生類胚を使って、中胚葉の形成に関する一連の実験をおこなった。以下に示すのは、その実験の方法と結果の一例の模式図である。点線部分で胚の一部分を切り出して培養した結果、得られる細胞の性質を示している。図中の (5) ～ (9) に入れるのに適当な語句を、次の(ア)～(カ)から選んで解答欄に記入しなさい。

- (ア) 中胚葉 (イ) アニマルキャップ (ウ) 外胚葉性の組織
- (エ) 内胚葉性の組織 (オ) 予定内胚葉 (カ) 原口



(ii) 両生類の胚葉形成について(i)の実験から得られた結論を、「動物極」、「植物極」という語句を用いて、45字以内(句読点を含む)で解答欄に記入しなさい。

(iii) 下線部①の現象の結果、中胚葉は背腹軸に沿ってどのような配置で形成されるか。下の図の に入れるのに最も適当な語句を、次の(ア)～(エ)から選んで解答欄に記入しなさい。



- (ア) 体節 (イ) 腎節 (ウ) 側板 (エ) 脊索

問3. 下線部②について、眼の形成と機能に関する次の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

神経管の前方部が眼杯・眼杯へと変化し、眼杯が接する表皮細胞の遺伝子発現を変化させることで、[(14)] に分化させる。次に [(14)] は、接している表皮から [(15)] を誘導する。眼杯からは [(16)] がつくられる。形成された眼では、外からの光は [(14)] と [(15)] を通過する際に屈折し、[(16)] の上に像を結ぶ。[(16)] には多数の視細胞があり、光を受容すると電気信号が生じ、視神経を通じて脳に伝えられる。

(B) 次の文章を読み、下の問1～7に答えなさい。

細胞の構造を調べる実験を行った。試料 X, Y, Z は、マウスの肝臓、トマトの葉、乳酸菌のいずれかから調製されたものである。電子顕微鏡を用いて、各試料の細胞の内部構造を観察した。その結果、次のような特徴をもつ細胞小器官や構造体 a～f が確認できた。

- a, b, c は、いずれも二重の生体膜からなり、c には多数の孔があいている。
- d は、試料 X, Y, Z の細胞質内に存在している。特に、試料 Y と Z の細胞質内では、小胞体の表面に付着しているものと付着していないものがみられる。
- e は、細胞分裂のときに紡錘糸形成の起点となる。
- f は、一重の生体膜からなり、袋状の構造が層状に重なった形をしている。

試料 X～Z の特徴を整理すると下の表のようになった。表中の + は細胞小器官や構造体が存在することを、- は存在しないことを示している。

	a	b	c	d	e	f
試料 X	-	-	-	+	-	-
試料 Y	+	+	+	+	-	+
試料 Z	+	-	+	+	+	+

問1. 上の文章中 a～f の名称として最も適当なものを、次の (ア)～(ク) から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 核 (イ) 液胞 (ウ) 葉緑体 (エ) ゴルジ体
 (オ) 中心体 (カ) リボソーム (キ) ミトコンドリア
 (ク) リソソーム (ケ) 細胞骨格 (コ) 細胞壁

- 3 -

- 4 -

問2. 試料 X, Y, Z は、マウスの肝臓、トマトの葉、乳酸菌のいずれかから調製された。最も適当な語句の組み合わせを、次の (ア)～(カ) から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

	試料 X	試料 Y	試料 Z
(ア)	マウスの肝臓	トマトの葉	乳酸菌
(イ)	マウスの肝臓	乳酸菌	トマトの葉
(ウ)	トマトの葉	マウスの肝臓	乳酸菌
(エ)	トマトの葉	乳酸菌	マウスの肝臓
(オ)	乳酸菌	トマトの葉	マウスの肝臓
(カ)	乳酸菌	マウスの肝臓	トマトの葉

問3. 下線部①の乳酸菌が行う発酵では、グルコースが乳酸に分解される。この反応により、グルコース 1 分子から生産される乳酸と差し引き得られる ATP の分子数はそれぞれいくつになるか。それらの数値を解答欄に記入しなさい。

問4. 下線部②に関して、次の (i) および (ii) の間に答えなさい。

(i) 表面に d が付着していない小胞体を何と呼ぶか。その名称を漢字で解答欄に記入しなさい。

(ii) (i) の小胞体の働きに関する一般的な記述として適当なものを、次の (ア)～(カ) からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 膜タンパク質の合成に関わる。 (イ) ATP の合成に関わる。
 (ウ) ナトリウムイオンの排出に働く。 (エ) 老廃物の貯蔵に働く。
 (オ) 脂質の代謝に関わる。
 (カ) カルシウムイオンの貯蔵に働く。

- 5 -

問5. 下線部③に関して、次の (i) および (ii) の間に答えなさい。

(i) 減数分裂に関する次の文の [] に入れるのに最も適当な数字を、解答欄に記入しなさい。

減数分裂では、[(1)] 回の細胞分裂が引き続いて起こり、1 個の母細胞から [(2)] 個の娘細胞ができる。また、 $2n = 6$ の染色体数をもつ母細胞から、減数分裂によって $n = [(3)]$ の染色体数をもつ娘細胞が形成される。

(ii) 次の (ア)～(カ) は体細胞分裂の前期から分裂期に起こる現象を説明している。開期に起こる現象から順に、解答欄に並べなさい。

- (ア) 染色体が赤道面に集まる。
 (イ) 染色体が太く短く凝縮する。
 (ウ) 染色体が細胞の両極に移動する。
 (エ) 核膜が見え始める。
 (オ) DNA が複製される。
 (カ) 娘細胞が形成される。

問6. 核に含まれる主な成分を次の (ア)～(カ) からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) DNA (イ) RNA (ウ) デンプン
 (エ) セルロース (オ) 脂質 (カ) タンパク質

- 6 -

〔Ⅱ〕 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

植物の発生や成長は、環境要因に応じて様々に調節されている。植物ホルモンと総称される一群の生理活性物質は、発生や成長の制御において、非常に重要な役割を担っている。植物が光の方向に曲がって成長する性質を正の(1)という。オーキシンは、単子葉植物の幼葉鞘の(1)の研究を発端に見された。(1)における光の受容には、(2)色光を受容する(3)と呼ばれる光受容体がはたらいている。頂芽が成長しているときは、頂芽に近い側芽は成長が抑えられているが、頂芽を切り取ると、それまで抑えられていた側芽の成長が起こる。この現象は、(4)と呼ばれている。

発芽の進行過程における植物ホルモンのほたらきはオオムギなどの穀類の種子を用いて詳しく調べられている。これらの種子では、胚乳にデンプンを貯蔵しており、胚乳は(5)に取り囲まれている。種子が吸水すると、胚で植物ホルモンの(6)が合成され、これが(5)の細胞に作用してアミラーゼの合成を誘導する。このアミラーゼが、胚乳に分泌され、デンプンが分解される。デンプンは最終的にグルコースにまで分解され、胚の成長に使われる。

土壌中の水分が不足すると、(7)と呼ばれる植物ホルモンが合成されて葉での濃度が高まり、(7)が孔辺細胞に作用すると、気孔が閉じられる。気孔の開閉は、光によっても制御されている。光受容体の(3)が、(2)色の光を受容すると、孔辺細胞内の浸透圧が高まり、孔辺細胞が吸水して膨圧が高まった結果、気孔が開く。

エチレンは、ガス状の植物ホルモンであり、植物の様々な生理作用に関わっている。葉の老化が進むと、葉の葉柄の付け根に(8)と呼ばれる特別な細胞群が形成され、葉の脱落が起こる。エチレンは、この細胞群の形成を促進する。

植物ホルモンは、農業に应用されている。よく知られている例としては、種なしブドウの生産がある。

(B) 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。

細胞膜や細胞小器官を構成する膜は、基本的に同じ構造をしており、これらをまとめて生体膜という。生体膜はリン脂質の二重層からできており、膜中には様々なタンパク質が存在する。リン脂質は、1分子のグリセリンに(1)分子の脂肪酸および(2)分子のリン酸化化合物が結合した構造をしており、親水性の部分と疎水性の部分とを合わせもつ。リン脂質の疎水性部分は極性が低いため、水にはなじみにくい。

生体膜を介した物質の移動は、基本的には濃度勾配に従った拡散による。酸素や二酸化炭素などの小さな分子や疎水性の分子は通過しやすいが、水分子や親水性の氨基酸・糖のような極性の高い化合物、正または負の電荷をもつイオンは通過しにくい。これらの物質は、リン脂質の二重層を貫通して存在する輸送タンパク質によって、生体膜を通過することができる。このように、生体膜は特定の物質のみを通過させる(3)と呼ばれる性質を示す。輸送タンパク質の中には、特定のイオンのみを通過させる(4)と総称されるタンパク質や、水分子を通過させるアクアポリンがある。輸送体(担体)は、糖や氨基酸など比較的低分子で極性のある物質を運搬する。多くの細胞では、グルコースは、グルコース輸送体を介した受動輸送によって、細胞内に運ばれる。一方、能動輸送によって物質を運ぶ輸送タンパク質をポンプという。ナトリウムポンプには(5)という酵素のほたらきがあり、動物の細胞内は細胞外に比べてナトリウムイオン濃度が低く、カリウムイオン濃度が高く維持されている。

ウイルスはDNAやRNAをカプシドとよばれるタンパク質の殻で包んだ構造をしている。インフルエンザウイルスなどの一部のウイルスは、カプシドの外側にリン脂質の二重層で構成されるエンベロープという構造があり、エンベロープウイルスと呼ばれる。エンベロープが細胞膜に融合すると(6)と呼ばれる作用を利用して生物の細胞に侵入する。エンベロープ構造がないウイルスは、ノンエンベロープウイルスと呼ばれ、最外層にカプシドが存在する。ウイルスの不活性化には、セッケン、アルコールおよび塩素系薬剤などが用いられる。

問1. 上の文章中の()に入れるのに、最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。ただし、(1)、(4)、(5)および(8)は漢字で記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

(i) 植物が合成する主な天然のオーキシンの物質名を一つ解答欄に記入しなさい。

(ii) オーキシンに関する記述のうち正しいものを一つ、次の(ア)～(エ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

(ア) オーキシンに対する感受性は、根よりも茎の方が高いので、茎は負の重力屈性を示し、根は正の重力屈性を示す。

(イ) 根の中央部を通って根の先端に運ばれたオーキシンは、根冠の中を外側に広がり、折り返して先端から離れる向きに移動する。

(ウ) 頂芽で合成されたオーキシンは、茎を基部側に移動する。この移動は、頂芽を下に向けた状態では起こらないことから、極性移動と呼ばれる。

(エ) 頂芽を切除した後、切断面にオーキシンを与えると、側芽の成長が促進される。

問3. 下線部②に関して、気孔が開くしくみに重要な孔辺細胞の細胞壁の形態的特徴を30字以内(句読点を含む)で解答欄に述べなさい。

問4. 下線部③に関して、種なしブドウの生産に用いられている植物ホルモンの名称を答えなさい。

問1. 上の文章中の()に入れるのに最も適当な数字の組み合わせを、次の(ア)～(ク)から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

	(1)	(2)
(ア)	1	1
(イ)	1	2
(ウ)	1	3
(エ)	2	1
(オ)	2	2
(カ)	2	3
(キ)	3	1
(ク)	3	2
(ケ)	3	3

問2. 上の文章中の()に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

問3. 下線部①に関して、アクアポリンの役割を明らかにするために次の【実験Ⅰ】～【実験Ⅴ】を行った。【実験Ⅰ】～【実験Ⅴ】の結果を読み、下の(i)～(iv)の間に答えなさい。ただし、用いた赤血球細胞には水分子を速やかに輸送するのに十分な量のアクアポリンが発現しているものとし、文章中の濃度は全て重量パーセント濃度とする。

【実験Ⅰ】健常者の赤血球細胞を蒸留水に浸したところ、赤血球細胞が膨張して破裂した。

【実験Ⅱ】健常者の赤血球細胞を10%食塩水に浸したところ、赤血球細胞が収縮した。



【実験Ⅲ】健康者の赤血球細胞を0.9%食塩水に浸したところ、赤血球細胞の大きさは変化しなかった。

【実験Ⅳ】アフリカツメガエルの卵母細胞を蒸留水に一定時間浸したところ、細胞の大きさはほとんど変わらなかった。

【実験Ⅴ】アフリカツメガエルの卵母細胞に、遺伝子操作によりヒトのアクアポリンを発現させた後に、一定時間蒸留水に浸したところ、細胞が膨張した。

(i) 【実験Ⅰ】の現象を何と呼ぶか。最も適当な語句を解答欄に記入しなさい。

(ii) 【実験Ⅰ】～【実験Ⅲ】の結果を考察した次の文章中の { (7) } に入れるのに最も適当な語句の組み合わせを下の記号(ア)～(ケ)から1つ選び、解答欄に記入しなさい。

ヒトの赤血球細胞に発現しているアクアポリンは、水分子を細胞の { (7) } に向かって輸送する。また、ヒトの赤血球の細胞内液は、0.9%食塩水と { (8) } である。

	{ (7) }	{ (8) }
(ア)	外側から内側	比べて低張
(イ)	外側から内側	等張
(ウ)	外側から内側	比べて高張
(エ)	内側から外側	比べて低張
(オ)	内側から外側	等張
(カ)	内側から外側	比べて高張
(キ)	外側から内側および内側から外側	比べて低張
(ク)	外側から内側および内側から外側	等張
(ケ)	外側から内側および内側から外側	比べて高張

— 11 —

(iii) 0.9%食塩水と等張であるグルコース水溶液の濃度として最も適当なものを、次の(ア)～(キ)から1つ選び、その記号を解答欄に記入しなさい。ただし、食塩水中で塩化ナトリウムは完全に電離しているものとし、原子量はそれぞれC = 12, H = 1, O = 16, Na = 23, Cl = 35.5とする。

- (ア) 1.0% (イ) 2.5% (ウ) 5.5% (エ) 8.5%
 (オ) 10% (カ) 15% (キ) 20%

(iv) 【実験Ⅳ】および【実験Ⅴ】の結果の考察として最も適当なものを、次の(ア)～(エ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 遺伝子操作をしていないアフリカツメガエルの卵母細胞では、水分子が大量に細胞内に移動した。
 (イ) 遺伝子操作をしていないアフリカツメガエルの卵母細胞には、アフリカツメガエルのアクアポリンはほとんど発現していなかった。
 (ウ) 遺伝子操作によって、アフリカツメガエルの卵母細胞に、ヒトのアクアポリンを発現させることはできなかった。
 (エ) 遺伝子操作によりアフリカツメガエルの卵母細胞に発現させたヒトのアクアポリンははたらかなかった。

問4. 下線部②に関して、多くの細胞で細胞内のグルコース濃度が細胞外のグルコース濃度に比べて低い理由を、40字以内で説明しなさい(句読点を含む)。

— 12 —

問5. 下線部③に関して、ノンエンベロープウイルスの不活性化に用いた際のそれぞれの物質の効果として、最も適当な組み合わせを、次の(ア)～(ク)から1つ選び解答欄に記入しなさい。ただし、ノンエンベロープウイルスの不活性化に十分効果がある場合を○、効果が十分とはいえない場合を×とする。

	セッケン	塩素系薬剤	アルコール
(ア)	○	○	○
(イ)	○	○	×
(ウ)	○	×	○
(エ)	○	×	×
(オ)	×	○	○
(カ)	×	○	×
(キ)	×	×	○
(ク)	×	×	×

(問題は次ページに続きます)

— 13 —

— 14 —

〔Ⅲ〕 次の(A)および(B)に答えなさい。

(A) 次の文章を読み、下の問1～6に答えなさい。

ある生物の遺伝子を取り出し、別の生物の細胞に導入することを遺伝子組換えという。真核細胞の遺伝子 a により指定される A というタンパク質を大腸菌内で発現させるプラスミドを作製する場合、真核細胞の多くの遺伝子は、アミノ酸配列の情報を含む領域である [1] が、[2] によって分断されているため、ゲノム DNA を鋳型として PCR(ポリメラーゼ連鎖反応)法を行うと、結果として大腸菌では目的とするタンパク質を得られない。そこで、まず真核生物の組織から全 RNA を抽出し、mRNA を鋳型として逆転写し相補的な塩基配列をもつ cDNA を合成する。この cDNA を鋳型とし、(3) 側に制限酵素の認識配列を付加したプライマーを用いて目的の遺伝子 a を PCR 法で増幅する。続いて、増幅した遺伝子 a の DNA とプラスミドベクターを制限酵素で切断し、プラスミドベクターのプロモーター配列に続くように遺伝子 a の DNA を [4] という酵素により連結し、組換え DNA プラスミドを作製する。この際、突出した DNA の切断面を生じる制限酵素を 2 種類用いて組換えを行う方が、1 種類の制限酵素を用いる場合よりも、目的とする組換え DNA プラスミドを得やすい。このようにして作製したプラスミドを大腸菌に取り込ませ、その大腸菌を増殖させて目的のタンパク質を大量に生産することが可能となる。

問 4. 下線部②に関して、次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

(i) 2 種類の制限酵素を用いる方が有利な点が 2 つある。1 つは、1 種類の制限酵素で切断した場合、切断されたプラスミドベクターの両末端どうしが遺伝子 a の DNA 配列を含むことなく結合し、もとのプラスミドベクターに戻ってしまうことが多いが、2 種類の制限酵素を同時に使用するとそれを防ぐことができる。もう 1 つの利点を 20 字以内(句読点を含む)で述べなさい。

(ii) *Bam* HI, *Not* I, *Eco* RI, *Bgl* II の 4 種類の制限酵素のうち、ある 2 種類の制限酵素の組み合わせでは、上の(i)で述べた利点を得られない。そのような組み合わせとなる 2 種類の制限酵素を解答欄に記入しなさい。ただし、これらの制限酵素の認識配列と切断様式は次の通りである。

<i>Bam</i> HI	<i>Not</i> I	<i>Eco</i> RI	<i>Bgl</i> II
G GATCC	GC GGCCGC	G AATTC	A GATCT
CCTAG G	CGCCGG CG	CTTAA G	TCTAG A

問 5. 下線部③に関して、細胞に別の種や系統の遺伝子が入り、もとの細胞の遺伝的な性質が変化することを何というか。その名称を漢字で解答欄に記入しなさい。

問 1. 上の文章中の [] に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。

問 2. 上の文章中の (3) に入れるのに最も適当なものを次の(ア)～(エ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) N 末端 (イ) C 末端 (ウ) 5' (エ) 3'

問 3. 下線部①に関して述べた、次の文章(ア)～(オ)のうち不適当なものをすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 遺伝子の発現量は生体内のどの細胞でもほとんど差がないので、全 RNA を抽出する組織は採取しやすい場所を選べばよい。
 (イ) 真核生物において、スプライシングは核内で起こり、完成した mRNA は核膜孔を通り細胞質へと運ばれる。
 (ウ) 逆転写は、クリックが提唱したセントラルドグマにおける遺伝情報の流れに含まれる。
 (エ) 選択的スプライシングにより、1 つの遺伝子から複数の mRNA ができる場合、それぞれの mRNA から合成された cDNA が存在する。
 (オ) mRNA はキャップ構造やポリ A テールといった修飾を受ける。

問 6. ある原核生物のゲノム DNA 上に目的とするタンパク質のアミノ酸配列を指定する一まとまりの塩基配列があり、それが、例えば *Bam* HI と *Not* I の認識配列で挟まれているとする。このような場合であっても、ゲノム DNA とプラスミドベクターを *Bam* HI と *Not* I で切断し、続いてこれらを結合した後に、大腸菌に取り込ませて目的の遺伝子組換え体を単離することは容易ではない。このことに関し、次の(i)および(ii)の間に答えなさい。

(i) ゲノム DNA を *Bam* HI と *Not* I で切断した場合、いくつの DNA 断片ができるかと考えられるか。最も適当な数値を次の(ア)～(オ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。ただし、この生物のゲノム DNA は 320 万塩基対からなり、A, T, G, C の各塩基が同じ割合で含まれるものとする。

(ア) 5 (イ) 99 (ウ) 830
 (エ) 1600 (オ) 3300 (カ) 26000

(ii) ゲノム DNA とプラスミドベクターを 2 種類の制限酵素で切断し、続いてこれらを結合しても、目的の遺伝子組換え体を単離することが容易ではない理由として最も適当なものを次の(ア)～(オ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 複数の制限酵素で切断すると、目的の DNA に変異が入るから。
 (イ) 目的のものは異なる DNA を含むプラスミドを取り込んだ大腸菌が多数存在するから。
 (ウ) 複数の制限酵素で切断すると、認識配列とは異なる箇所も切断してしまうから。
 (エ) 複数の制限酵素を用いると、ゲノム DNA を十分に切断できないから。
 (オ) 複数の制限酵素を用いると、大腸菌のゲノム DNA も切断してしまい、大腸菌が増殖できないから。

(B) 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。

ヒトが食物から摂取した炭水化物のうち、デンプンは、(1) 腺と呼ばれる器官から分泌される (1) やすい臓から分泌されるすい液に含まれるアミラーゼによってマルトースに分解される。さらにマルトースは、マルターゼによってグルコースに分解される。つまり、アミラーゼはマルトースを、マルターゼはデンプンを分解することができず、^①アミラーゼやマルターゼは、単独でデンプンをグルコースに分解することができない。これら二つの酵素の作用によってデンプンから生成されたグルコースは、(2) と呼ばれる臓器から吸収される。血液中のグルコース濃度(血糖濃度)は、食事をとったり運動をしたりすると一時的に変動するが、器官の機能調節に関わり意思とは無関係に働く (3) 系や、ホルモンによって情報を伝達するネットワークである (4) 系による調節機構によって正常な範囲に戻る。一方、この調節機構がうまく働かず、血糖濃度の高い状態が^②続く疾患を糖尿病という。

そこで、^③マルターゼの酵素反応と、糖尿病の治療薬として現在使用されている図1に示す化合物Mとの関連性を考えてみる。マルトースがマルターゼの活性部位に結合すると、マルターゼとマルトースの複合体が形成された後、マルトースが分解されグルコースが生成される。一方、化合物Mは、マルトースと部分的な立体構造が似ているので、マルターゼの活性部位に結合するがマルターゼの作用は受けない。つまり化合物Mは、マルターゼの活性部位をマルトースと奪い合い、マルトースとマルターゼの活性部位との結合を妨げる。このような化合物Mによるマルターゼの酵素反応の阻害は、(5) 的阻害と呼ばれる。したがって、化合物Mの糖尿病治療における主な効果は、マルターゼに作用してマルトースからのグルコースの生成量を減少させ、食後の一時的な血糖濃度の急激な上昇を妨げることによると考えられる。

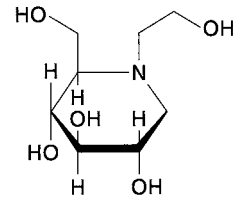


図1

問1. 上の文章中の (1) に入れるのに最も適当な語句を、解答欄に記入しなさい。ただし、(2) ～ (5) は漢字で記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、酵素には特定の物質だけに作用する性質がある。この性質を何と呼ぶか。最も適当な語句を、解答欄に漢字で記入しなさい。

問3. 下線部②に相当する血糖濃度はおよそいくらか。最も適当な濃度を次の(ア)～(イ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (ア) 0.01% (イ) 0.03% (ウ) 0.05% (エ) 0.1% (オ) 0.3%
 (カ) 0.5% (キ) 1.0% (ク) 3.0% (ケ) 5.0% (コ) 10.0%

— 19 —

— 20 —

問4. 下線部③に関して、マルターゼの酵素反応について調べるために、一定量のマルトースと一定量のマルターゼを入れた溶液を最適な条件で保ち、生成されたグルコースの量を測定した。その結果を図2のグラフに示した。次の(i)～(iii)の間に答えなさい。

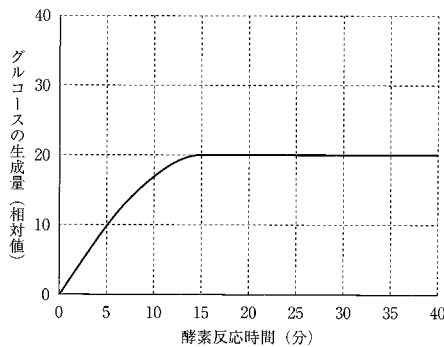


図2

(i) 図2のグルコースの生成量は酵素反応の時間の増加とともに増加したが、反応時間が15分を過ぎたあたりからはほぼ一定となった。この理由を20字以内(句読点を含む)で述べなさい。ただし、マルターゼの酵素活性は測定の間は変化しなかったものとする。

(ii) 図2の実験で用いたマルターゼの添加量を半分にした。この時、グルコースの生成量は酵素反応の時間とともにどのように変化するか。解答欄のグラフ中に書きなさい。なお、マルターゼの量以外の反応条件は全て同じ条件で実験を行った。

(iii) 一般に、ある酵素が一定濃度存在する時、基質濃度(これを[S]と表記する)が増加するにつれて、初期速度と呼ばれる酵素反応の開始直後の反応速度(これを V_0 と表記する)は大きくなる。そして、やがて V_0 は一定の値に近づき、これを最大の初期速度 V_{max} と呼ぶ。この時、 V_0 は次の式で表すことができる。

$$V_0 = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]}$$

この式を、ミカエリス・メンテンの式と呼び、 K_m をミカエリス・メンテン定数という。

図2の実験で用いたマルトースの添加量を変化させ、それぞれのマルトース濃度でマルターゼの反応の V_0 を測定し、得られた測定値を用いて反応の V_{max} と K_m を求めた。この時、 $V_0 = 0.95V_{max}$ となるのはマルターゼの濃度がいくらの時か。計算し解答欄に K_m の倍数で記入しなさい。なお、マルトースの添加量以外の反応条件は全て同じ条件で実験を行った。

(以上)

— 21 —

— 22 —