

〔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 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 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てることができる。個体群の中には群れ^②、縄張り^③や順位制^④など、個体間の相互作用がみられる。

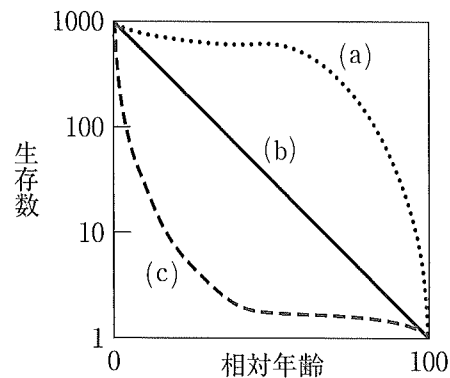
異種の個体群の集まりを という。その中には種間競争や捕食の関係がみられ、これらを種間の相互作用という。種間の相互作用はお互いに競合するだけではなく、共存したり共生したりしている。種間関係が双方の利益をもたらす^⑤とき、特に 共生という。これに対して、共生している生物のうち一方は利益を受けるものの、他方は不利益を受ける場合を という。

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) 食性が似たものどうしが、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のようになった(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

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
- (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

(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 と呼ぶ。 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。 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 や、その逆の細胞内に取り込む作用である 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 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 を通って移動する。

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、 と 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) リソソーム | (カ) 中心体 |

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。

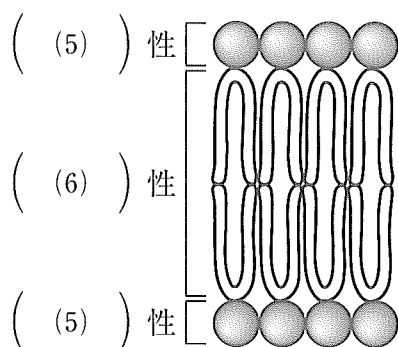


図 1

(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)～(オ)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、細胞の表面に一様に 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)～(カ)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) 糖質コルチコイド |

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 | | |

〔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。ヒトでは、両眼の内側の網膜から出た神経だけが交さして反対側の視索に入り、外側の網膜から出た神経は交さ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、繰り返し刺激を与えると、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し刺激したとき、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し電気刺激したとき、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。

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。

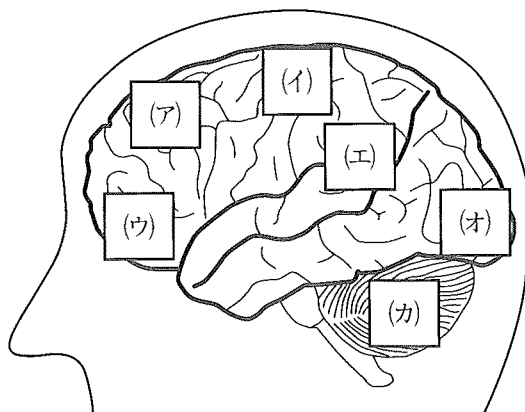
問 2. 上の文章中の () に入れるのに適当な語句の組み合わせを、次の(ア)～(ク)からすべて選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

	(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

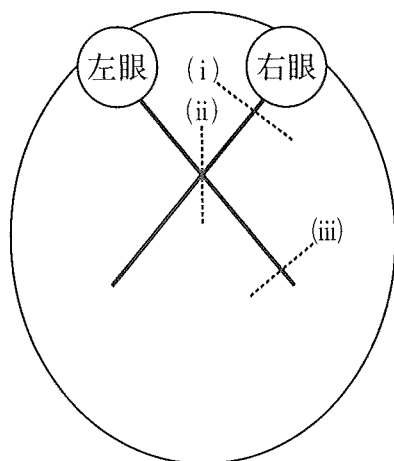
問 3. 下線部①に関して、網膜では、3種類の細胞が層構造を形成している。ガラス体から脈絡膜へ向かって、これらの細胞が並ぶ順番として最も適当なものを次の(ア)～(カ)から選び、その記号を解答欄に記入しなさい。

- (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

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、網膜からの神経線維が下図の(i)～(iii)の箇所で切断された場合、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)では交さる神経線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それたところで見ると星が見えやすいとされている。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。^①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^②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できる。

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。^③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^④

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切な語句を、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)の問に答えなさい。

(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切な整数値を、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 $1.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ 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)) $\times 10^{-10} \text{ m}$ の距離を進む。

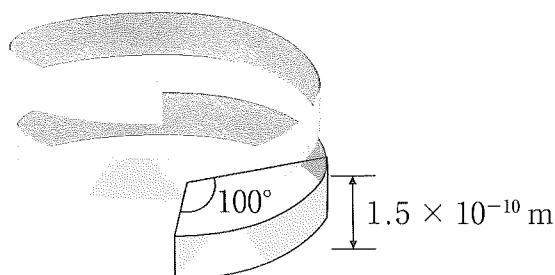


図1

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)～(エ)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)～(カ)から選び，解答欄に記入しなさい。

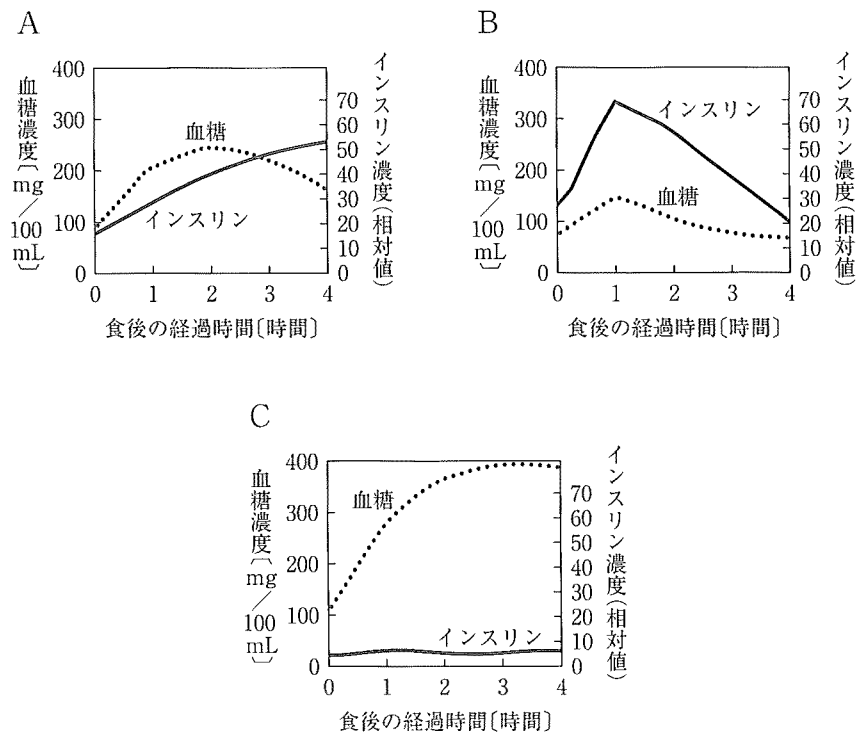


図2

	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*)、酵母にオーレオバシジン 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'-リン酸脱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'-リン酸脱炭酸酵素は、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。

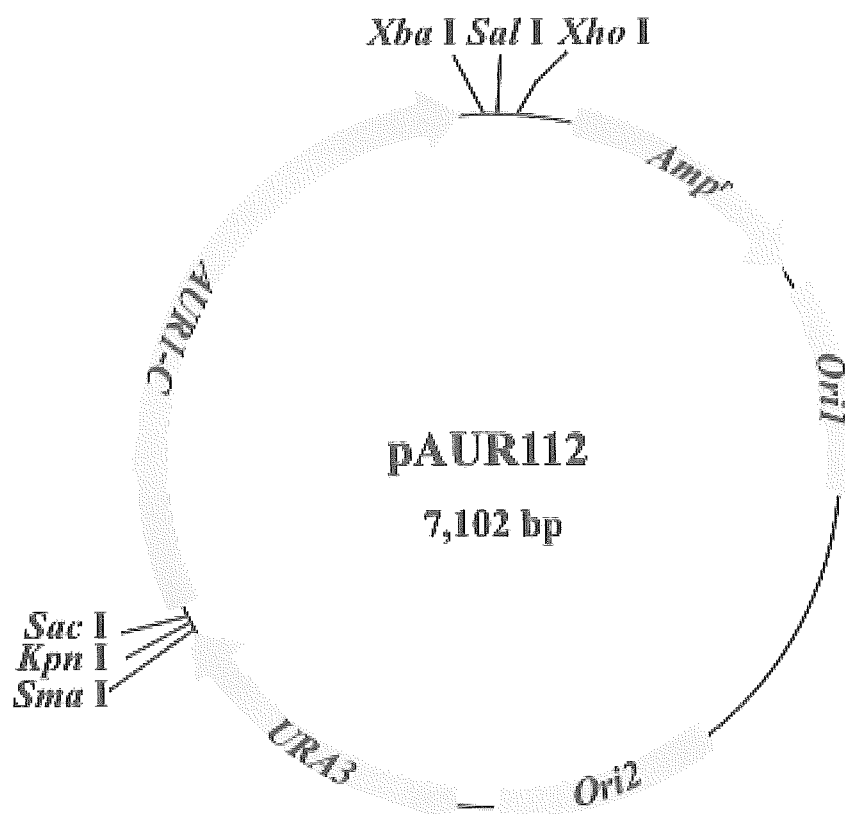


図 1

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④, 下線部⑤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'-リン酸脱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	
培養に用いた培地	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			
培養に用いた培地	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。

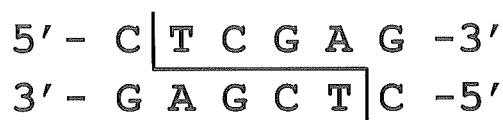


図 2

- (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 ^① (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、^② (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、^③ (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、^④ (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。

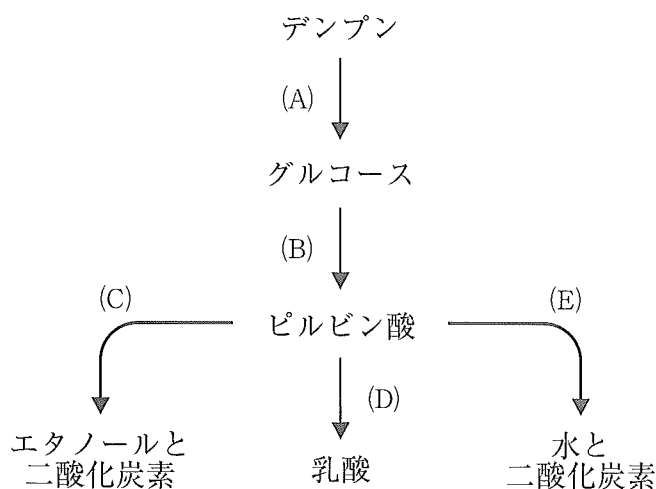


図 1

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. $\left(\begin{array}{c} (2) \end{array} \right)$ 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) 4.5 g 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)