

生 物

注 意 事 項

1. 「解答始め」の合図があるまでこの冊子を開かないこと。
2. この冊子は10ページである。
3. 学部名と受験番号及び氏名は、必ず4枚の解答用紙のそれぞれに記入すること。
4. 解答は、必ず解答用紙の指定された所に横書きで記入すること。

1 次の文章を読んで、問1～問4に答えなさい。

アカパンカビの野生株に放射線を照射し、最少培地(糖、無機塩類、ビタミンを含む培地)にアミノ酸Xを添加しなければ生育できない突然変異株群を得た。最少培地にアミノ酸Xとその合成に関わる3つの化合物(A, B, C)をそれぞれ1つずつ添加し、野生株と変異株の生育を調べた。その結果、表1のような結果が得られた。

次に、株2がアミノ酸Xを合成できなくなった原因を調査するため、株2で変異の起きていると予想される酵素Y遺伝子をポリメラーゼ連鎖反応(PCR法)により増幅し、塩基配列を決定後、野生株のものと比較を行った。

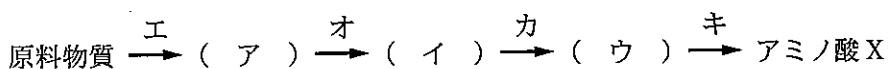
問1 アカパンカビの栄養要求性株を用いた実験を基に、ビードルとテイタムが唱えた説を何と言うか答えなさい。

問2 表1を参照し、アミノ酸Xまでの合成経路はどのようになっているか。表1の下にある図のア、イ、ウに該当する化合物をA, B, Cで記入しなさい。また、それぞれの変異株には、どの酵素反応に欠陥があるのか。エ、オ、カ、キに該当する株番号をそれぞれ答えなさい。

表1 アカパンカビの栄養要求性株とアミノ酸合成能力

株番号	最少培地	最少培地に添加した化合物				完全培地
		アミノ酸X	A	B	C	
1	-	+	+	+	-	+
2	-	+	-	-	-	+
3	+	+	+	+	+	+
4	-	+	-	+	-	+
5	-	+	+	+	+	+

+ : 生育する - : 生育しない



問 3 文中の下線(a)の方法では、温度の上昇・低下を繰り返すことにより目的の DNA 領域を増幅する。そのために、この方法で用いる DNA ポリメラーゼ (DNA 合成酵素) に備わっていないなければならない性質とは何か。50 字以内で説明しなさい。

問 4 図 1 (塩基配列) および表 2 (遺伝暗号表) を見て、以下の(1)~(4)の問題に答えなさい。

図 1 野生株の酵素 Y 遺伝子のゲノム DNA 塩基配列(一部)

ATGTCTGAGTCCAAGGGCCGCTGTGTCT GTAAGTAACACCCAGAGCAGTGTGAATAACGCTCTGGTGATTCCACTTGT
(a)
GGCACAGGCTATTCTGGAGCTTTGACGCCTGACTGACAGTCCCTCCCGTTCATAG CGCCTA T TCCGGAGGTACGATC
(b)
 . . . 中略 . . .
 CTCTAGGGTCCGTGAGCTCCGTGATCAGTTCGTCACCATCTCCTGG (c)
 AGCCCTGAGCGCGAGTTGTAA

塩基配列は、アミノ酸配列情報を持つ DNA 領域の鋳型側でない鎖であり、開始コドンから終止コドンまでに相当する範囲を示してある。

表 2 遺伝暗号表

UUU	フェニルアラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイン	
UUC		UCC		UAC		UGC		
UUA	ロイシン	UCA		UAA	終 止	UGA	終 止	
UUG		UCG		UAG		UGG	トリプトファン	
CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU	アルギニン	
CUC		CCC		CAC		CGC		
CUA		CCA		CAA	グルタミン	CGA		
CUG		CCG		CAG		CGG		
AUU	イソロイシン	ACU	トレオニン	AAU	アスパラギン	AGU	セリン	
AUC		ACC		AAC		AGC		
AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニン	
AUG		メチオニン(開始)		ACG	AAG	AGG		
GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラギン酸	GGU	グリシン	
GUC		GCC		GAC				GGC
GUA		GCA		GAA	グルタミン酸	GGA		
GUG		GCG		GAG				GGG

- (1) 図1に示した酵素Y遺伝子の mRNA (伝令 RNA) の塩基配列を解析したところ、下線(a)の領域が含まれていなかった。なぜ含まれていなかったのか。70字以内で説明しなさい。
- (2) 株2の酵素Y遺伝子において、図1の下線(b)の塩基 T が G に置換していることが分かった。どのような異常が生じたため株2は最少培地で生育できなかったと考えられるか。70字以内でその理由を説明しなさい。
- (3) 図1の四角で囲った(c)の領域を翻訳したアミノ酸配列は次の通りである。このアミノ酸配列の遺伝暗号は何通り考えられるか答えなさい。
アミノ酸配列：セリン・アルギニン・グルタミン・ロイシン・チロシン・
アスパラギン・グリシン・メチオニン・チロシン・
フェニルアラニン
- (4) 上記(3)のアミノ酸配列を決める遺伝暗号の非鋳型側塩基配列として正しいものを次の①～④の中から1つ選びなさい。
- ① TCA CGT CAC CTG TAG AAC GGC ATC TAC TTC
② TCC CGT CAT CTG TAT AAC GGC ATA TAC TTT
③ TCT CGT CAG CTG TAC AAC GGC ATG TAC TTC
④ TCG CGT CAC CTG TAC AAC GGC ATT TAC TTT

2

次の問1～2に答えなさい。

問1 F_1 作物に関する次の文章を読んで各問いに答えなさい。

市販されている野菜の多くは F_1 作物である。 F_1 作物の種子は純系である2系統の親の交配によって作られる雑種第一代(F_1)である。今、全ての遺伝子座についてホモ接合体である2つの純系、A系統、B系統があり、これらの交配によってできた F_1 があるとする。

(1) 次の中で正しいものを全て選び、数字で答えなさい。

- ① F_1 は、全ての遺伝子座についてホモ接合体になっている。
- ② F_1 は、その親と比べるとホモ接合体でない遺伝子座を多く持つ。
- ③ F_1 は、全ての形質においてA系統またはB系統の、より望ましい形質が発現する。
- ④ F_1 は、ホモ接合体ではない遺伝子座では優性の形質が発現する。
- ⑤ F_1 は、遺伝子組み換え作物である。

(2) F_1 同士を交配させて得た雑種第二代(F_2)は、その中での個体差が大きい。染色体数を $2n = 20$ として、この現象が起こるメカニズムを、150字以内で説明しなさい。

問2 マボヤの発生に関する次の文章を読み、各問いに答えなさい。

マボヤは原索動物に属する海産生物で、初期発生の研究に使われる。マボヤ卵は、受精前には、黄色の表層細胞質(以下、黄色表層細胞質とする)が卵全体を包んでいる(図1、未受精卵)。精子が入った後、黄色表層細胞質は植物極側に移動する(図1、フェーズ1)。さらに、この黄色表層細胞質は植物極側の表面に沿って移動し、将来の胚の後方に位置する(図1、フェーズ2)。マボヤの卵割パターンは個体による差がなく、8細胞期には、胚は、前方の動物極側(AA)、前方の植物極側(AV)、後方の動物極側(PA)、後方の植物極側(PV)の割球(卵割期の胚の細胞を割球と呼ぶ)、左右それぞれ2個ずつからなる(図2)。

正常発生で、それぞれの割球が何になるかを調べたところ、マボヤの筋肉細胞は主には PV 割球から、一部は AV および PA 割球からできることが分かった。また、これらの割球をそれぞれ切り離して飼育すると、PV 割球からはほぼ 100 % の頻度で筋肉が形成され、AA 割球からは全く筋肉は形成されず、AV および PA 割球からは低い頻度で筋肉が形成されることが分かった。言い換えると、筋肉に関しては、8細胞期のマボヤは(ア)卵である。前述の黄色表層細胞質は主に PV 割球の後方に存在し、これがマボヤの筋肉を形成する上で重要な役割を持つということが予想された。

これを確かめるためには、PV 割球の後方から細胞質を採取しこれを他の割球に導入することによって、筋肉の形成が起こることを示せば良い。そこで、PV 割球をガラス針で前後に二分し、後方の卵片の細胞質を、他の割球に細胞融合法によって導入した(図 2)。PV 割球の後方の卵片の融合により、得られた胚の 96 % で筋肉ができている事が確かめられた。

なお、マボヤ胚は透明であり、各割球のほぼ中央に位置する核を顕微鏡で見ることができる。割球をガラス針で二分する時には、核はどちら側かの卵片に含まれるようになり、それは実験者に認識できる。PV 割球の後方の卵片を他の割球に導入する際にはこの卵片には核が入っていないことを確認している。

- (1) (ア)に入る適切な言葉を答えなさい。
- (2) 下線部(a)について、この時に PV 割球からの細胞質を導入する割球として適切なのは、AA, AV, PA, PV 割球のうちどれか。また、そう考える理由を、30 字以内で説明しなさい。
- (3) 下線部(a)について、この結果が導入された PV 割球の後方の卵片の黄色表層細胞質に起因することを示すためには、(2)の対照実験としてどのような細胞融合実験を行うべきか。50 字以内で説明しなさい。

図1 マボヤの第一卵割以前の黄色表層細胞質の分布 (核は省略されている)

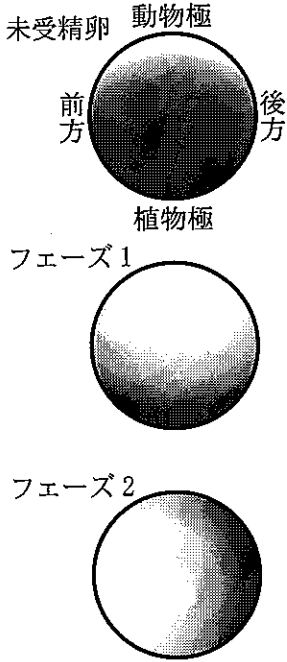
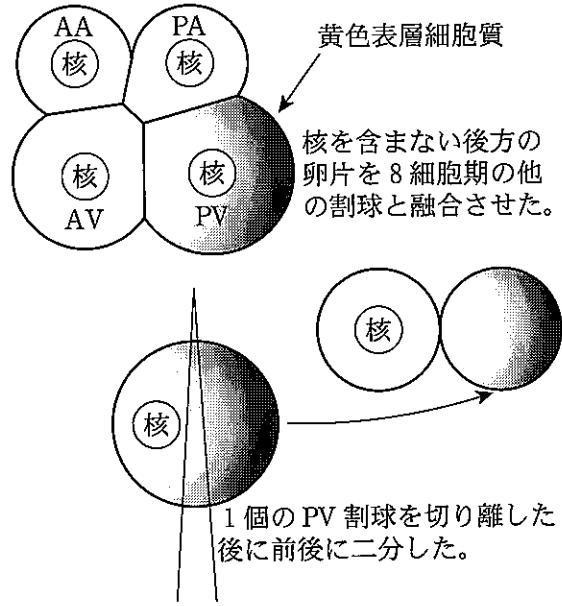


図2 マボヤ胚の8細胞期での細胞融合実験の模式図。側方から見た図で、向こう側にも同じものがあると考えること。



問 1 次の文章を読んで、文中の(ア)~(コ)に適切な語句を入れなさい。

感覚神経や運動神経を作る細胞を神経細胞(ニューロン)という。それは核を持つ部分の(ア)、興奮を受け取る部分の(イ)、興奮を伝える部分の(ウ)、からなっている。ウのまわりが(エ)とよばれる細胞で囲まれたものを(オ)、囲まれていないものを(カ)と呼ぶ。エの間には一定の間隔で隙間が存在しており、この隙間を(キ)という。ウの末端はもう一つの細胞と狭い隙間で接しており、この構造をシナプスという。この末端に刺激が伝わるとアセチルコリンやノルアドレナリンなどの神経伝達物質が分泌され、次の細胞へ興奮が伝わる。このことを興奮の伝達という。これらの化学物質は(ク)のシナプス(ケ)の中に蓄積されており、シナプス(コ)と呼ばれる狭い隙間に放出され、接している細胞に興奮を伝える。神経伝達物質が放出される場所はコだけなので、興奮は一方向にしか伝わらない仕組みになっている。

生物の恒常性をほぼ一定に維持する役割をもつ神経系を自律神経系といい、交感神経と副交感神経の2つからなる。

問 2 細胞の興奮が生じる仕組みについて正しいものを1つ選びなさい。

- (1) 細胞の静止状態では、細胞膜の内側に対して外側がマイナスの電位(−90~−50 mV)になっている。
- (2) 細胞が刺激を受容すると、その部分の膜電位が瞬間的に逆転し興奮状態となる。
- (3) 急激な変化は一瞬のものであり、すぐに元の静止状態に戻る。このような膜電位の急速な変化を静止電位という。
- (4) 神経細胞が活動電位を発生させることを伝達という。

問 3 横紋筋の収縮の仕組みについて、以下の語句をすべて用いて 200 字以内で説明しなさい。

<語群>

シナプス、神経伝達物質、筋原繊維、サルコメア、明帯、暗帯、
ミオシンフィラメント、アクチンフィラメント、滑り運動、弛緩

問 4 自律神経に関連する調節機構について正しいものを 2 つ選びなさい。

- (1) 血糖値の調節に関係するホルモンで副腎から分泌されるホルモンは、糖質コルチコイドとアンドロゲンである。
- (2) インスリンは膵臓のランゲルハンス島の A 細胞への刺激により分泌される。
- (3) 血糖値の低下は、視床下部の血糖調節中枢を刺激し、膵臓からのグルカゴンの分泌を介してグリコーゲンを分解する。
- (4) 体液の浸透圧が上昇すると間脳の視床下部で感知され、脳下垂体後葉からバソプレシンが分泌され、腎臓での水の再吸収を促進する。
- (5) 甲状腺から分泌されるチロキシンの血中濃度が増加すると、甲状腺に対してのフィードバックにより分泌が抑制される。
- (6) 心臓の心拍数は交感神経からのノルアドレナリンによって抑制され、副交感神経からのアセチルコリンにより促進される。
- (7) 胃や腸などの消化管でのぜん動運動や消化液の分泌は、副交感神経によって抑制される。
- (8) 気温が低下すると、副交感神経の働きで体表の血管が収縮し熱の放散を抑え、立毛筋の収縮により発汗を抑える。

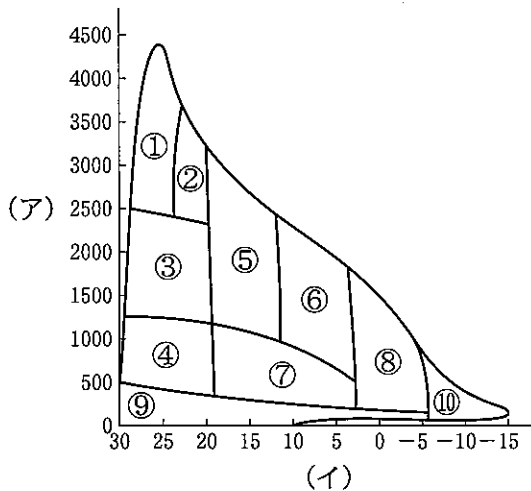
4 次の文章ⅠからⅢを読み、各問いに答えなさい。

Ⅰ 地球の環境は多種多様であり、生物はその地域の環境条件に大きく影響を受けている。生物に影響を与える要因のうち、その地域の(ア)と(イ)によって世界の植物群系の分布を説明することができ、これらの要因(ア)と(イ)を軸として下図のように表わされる。

Ⅱ ラウンケルは、寒期や乾燥期などの生育不適期における休眠芽の地表面に対する位置に基づいた「生活形」によって種子植物を分類した。この分類に従って、それぞれの植生中に出現する各生活形の相対頻度(スペクトル)を求めれば、異なった地域の植物相の違いを比較できる。生活形スペクトルで下図の群系①と⑨とを比較すると、①では地上植物が多く、⑨では一年生植物が多い傾向^(a)があった。

Ⅲ 日本のある地域の森林と草原の生産量と呼吸量を計測した。森林において、純生産量を計測すると、 20×10^6 t/年であった。また、この森林の呼吸量は、総生産量の80%であることが明らかになっていたので、この森林の総生産量は(ウ) $\times 10^6$ t/年であると推察された。同地域に成立する草原でも同様の調査を行った結果、環境条件は森林と草原との間で違いはなかったが、総生産量に対する純生産量の割合は、森林よりも草原のほうが大きい^(b)ことがわかった。

図. (Whittaker R.H. 1970. "Communities and Ecosystem" より改変)



問 1 文章 I と図に共通する(ア)(イ)に当てはまる語句を答えなさい。

問 2 図の①に当てはまる群系の名称を一つ答えなさい。

問 3 日本において⑤を構成する代表的な植物を、次の中から 3 つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|-------------|-------------|-----------|
| (1) ヤブツバキ | (2) ブナ | (3) カラマツ |
| (4) ココヤシ | (5) タブノキ | (6) メヒルギ |
| (7) スダジイ | (8) オリーブ | (9) ハイマツ |
| (10) サトウカエデ | (11) オオシラビソ | (12) ミズナラ |

問 4 日本における⑥の分布の説明として適当なものを、次の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- (1) 北海道では、標高 1000 m より高標高域に分布する。
- (2) 東北地方南部に分布の北限がある。
- (3) 九州地方南部に分布の南限がある。
- (4) 沖縄諸島では、標高 500 m より高標高域に分布する。

問 5 下線部(a)に関して、⑨において一年生植物が多く見られる理由を 50 字以内で説明しなさい。

問 6 (ウ)にあてはまる数値を答えなさい。

問 7 下線部(b)の結果になった理由を 200 字以内で説明しなさい。