

## 生 物

1 I ~ IIIに答えよ。

I ヒトゲノムについて、次の文章を読み、問1～3に答えよ。

1990年に始まった国際プロジェクト「ヒトゲノム計画」により、ヒトの1組のゲノムを構成するDNAには、約ア億の塩基対が含まれていることがわかった。また、その中には約イ万個の遺伝子があると推定されている。

ヒトゲノムには、広く昆虫も含めた動物と共通する塩基配列もあれば、個人によって異なる塩基配列もある。個人の違いの多くは、ある一定の範囲の塩基配列のうちの1塩基が異なっているもので、一塩基多型<sup>スニップ</sup>(SNP)とよばれる。

よく知られた例として、アルデヒド脱水素酵素のSNPがある。酒に含まれるエタノールは、ヒトの体内に入ると、主にウでアルコール脱水素酵素によりアセトアルデヒドに分解されたのち、アルデヒド脱水素酵素によりエに変えられる。いくつか存在するアルデヒド脱水素酵素(ALDH)のうち、ALDH2には活性型(ALDH2\*1)と不活性型(ALDH2\*2)がある。活性型と不活性型の違いは、ALDH2遺伝子の1塩基の突然変異によるものと考えられており、ALDH2\*1遺伝子とALDH2\*2遺伝子の違いは、12番目のエキソンの114番目の塩基(図1の白抜き文字の塩基)がグアニンからアデニンに置き換わることで生じる。これにより、この塩基を含むコドンがコードするアミノ酸であるグルタミン酸がオに置き換わる。活性型のALDH2\*1遺伝子をホモ接合にもつヒトは酒に強い体質となるのに対し、不活性型のALDH2\*2遺伝子をホモ接合にもつ場合は酒に非常に弱い体質となる。活性型と不活性型の遺伝子をヘテロ接合にもつ場合は、両者の中間の酒に弱い体質となる。

5' CAAATTACAG<sup>10</sup> GGTCAACTGC<sup>20</sup> TATGATGTGT<sup>30</sup> TTGGAGCCCA<sup>40</sup> GTCACCCTTT<sup>50</sup>  
 GGTGGCTACA<sup>60</sup> AGATGTCGGG<sup>70</sup> GAGTGGCCGG<sup>80</sup> GAGTTGGGCG<sup>90</sup> AGTACGGGCT<sup>100</sup>  
 GCAGGCATAC<sup>110</sup> ACTGAAGTGA<sup>120</sup> AAAGTGTGAG<sup>130</sup> TGTGG 3'

図 1

ALDH 2\*1 遺伝子の 12 番目のエキソンの塩基配列を 5' から 3' 方向へ向けて 10 塩基ずつ区切って表示してある。相補的な塩基配列(mRNA の鋳型鎖となる DNA 鎖)は省略してある。ALDH 2\*2 遺伝子では、図中の白抜きされた 114 番目のグアニンがアデニンに置き換わる。下線部は、問 2 の(1)で用いるプライマーの塩基配列を示す。

表 1 遺伝暗号表(mRNA)

		2 番目の塩基				
		U	C	A	G	
1 番目の塩基	U	UUU } フェニルアラニン	UCU } セリン	UAU } チロシン	UGU } システイン	3 番目の塩基
		UUC }	UCC }	UAC }	UGC }	
		UUA } ロイシン	UCA }	UAA } 終止コドン	UGA } 終止コドン	
		UUG }	UCG }	UAG } 終止コドン	UGG } トリプトファン	
	C	CUU }	CCU } プロリン	CAU } ヒスチジン	CGU }	
		CUC } ロイシン	CCC }	CAC }	CGC } アルギニン	
		CUA }	CCA }	CAA } グルタミン	CGA }	
		CUG }	CCG }	CAG }	CGG }	
	A	AUU }	ACU }	AAU } アスパラギン	AGU } セリン	
		AUC } イソロイシン	ACC } トレオニン	AAC }	AGC }	
		AUA }	ACA }	AAA } リシン	AGA } アルギニン	
		AUG } メチオニン	ACG }	AAG }	AGG }	
G	GUU }	GCU }	GAU } アスパラギン酸	GGU }		
	GUC } バリン	GCC } アラニン	GAC }	GGC } グリシン		
	GUA }	GCA }	GAA } グルタミン酸	GGA }		
	GUG }	GCG }	GAG }	GGG }		

問 1 文章中の **ア** ~ **オ** について、(1)~(4)に答えよ。

- (1) **ア**, **イ** に当てはまる数字はどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 1                      ② 2                      ③ 3                      ④ 4  
 ⑤ 10                      ⑥ 20                      ⑦ 30                      ⑧ 40  
 ⑨ 100                      ⑩ 200                      ⑪ 300                      ⑫ 400

(2) **ウ**に当てはまる用語はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- ① 心臓      ② 胃      ③ 小腸      ④ 大腸  
⑤ 肝臓      ⑥ 胆嚢のう      ⑦ 腎臓      ⑧ すい臓

(3) **エ**に当てはまる用語はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- ① ピルビン酸      ② 酢酸      ③ メタノール  
④ アンモニア      ⑤ 乳酸      ⑥ グルコース  
⑦ オルニチン      ⑧ 尿酸

(4) **オ**に当てはまるアミノ酸はどれか。最も適当なものを一つ選べ。

図1の塩基配列と表1の遺伝暗号表をもとに答えよ。

- ① フェニルアラニン      ② ロイシン      ③ リシン  
④ セリン      ⑤ トリプトファン      ⑥ グルタミン  
⑦ バリン      ⑧ トレオニン

問2 活性型のALDH 2\*1 遺伝子をホモ接合にもつ場合の遺伝子型をNN型、不活性型のALDH 2\*2 遺伝子をホモ接合にもつ場合をMM型、活性型と不活性型の遺伝子をヘテロ接合にもつ場合をNM型とする。

これらの3種類の遺伝子型のうち、どの遺伝子型をもっているのかを4人の被験者(A~D)で調べた以下の実験について、(1)、(2)に答えよ。

実験： 被験者それぞれの毛髪からDNAを抽出し、それを鋳型にPCR法によりDNAを増幅した。PCRの反応液は、各被験者において2つずつ用意し、ALDH 2\*1 遺伝子を検出するもの(サンプル1)と、ALDH 2\*2 遺伝子を検出するもの(サンプル2)とした。PCR法で増やしたDNA断片を電気泳動した結果を図2に示す。

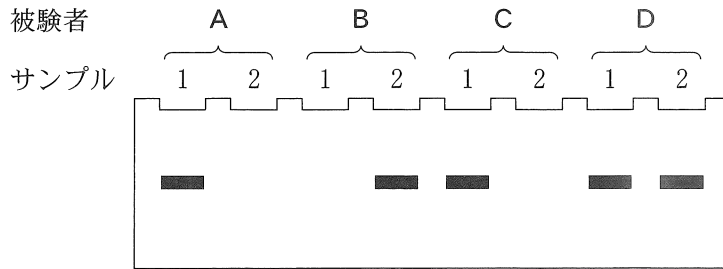
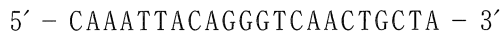


図2 電気泳動の結果

- (1) PCR法でDNAを増幅するためには、塩基配列に特異的なプライマーを2種類用意する必要がある。サンプル2では、一方のプライマーとして、



を加えた(図1の下線部の塩基配列)。もう一方のプライマーとして加えたのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **カ**

- ①  $5' - \text{GAAGTGAAAACGTGAGTGTGG} - 3'$
- ②  $5' - \text{GGTGTGAGTGTCAAAAGTGAAG} - 3'$
- ③  $5' - \text{CTTCACTTTTGACACTCACACC} - 3'$
- ④  $5' - \text{CCACACTCACAGTTTTCACTTC} - 3'$
- ⑤  $5' - \text{AAAGTGAAAACGTGAGTGTGG} - 3'$
- ⑥  $5' - \text{GGTGTGAGTGTCAAAAGTGAAG} - 3'$
- ⑦  $5' - \text{TTTCACTTTTGACACTCACACC} - 3'$
- ⑧  $5' - \text{CCACACTCACAGTTTTCACTTT} - 3'$

(2) 実験結果から、正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 キ

- ① A の両親の一方の遺伝子型は必ず NN 型である。
- ② A と C はどちらも酒に弱い体質である。
- ③ B の両親の一方の遺伝子型は必ず MM 型である。
- ④ B は 4 人の中で最も酒に弱い体質である。
- ⑤ D の両親の一方の遺伝子型は必ず NM 型である。
- ⑥ D は C よりも酒に強い体質である。

問 3 次の文章を読み、(1)に答えよ。

ゲノム上には、2～7塩基の短い塩基配列が繰り返されている場所があり、この繰り返しの回数が異なる多型(マイクロサテライト多型)がある。この繰り返し配列の多型を利用して、血縁鑑定を行うことがある。

ある母子と、男性(男性1～男性3)間の血縁鑑定を行った。被験者それぞれの毛髪より採取したDNAを鋳型に、マイクロサテライト多型がみられるゲノム上の場所(a～e)をPCR法により増幅し、コンピュータで解析した。マイクロサテライトaで行った、母と子の解析の例を図3に示す。各ピークの下に数字は、配列の繰り返し数を示す。マイクロサテライト(a～e)は、それぞれ別の常染色体上にあるものとし、すべての結果をまとめたものを図4に示す。

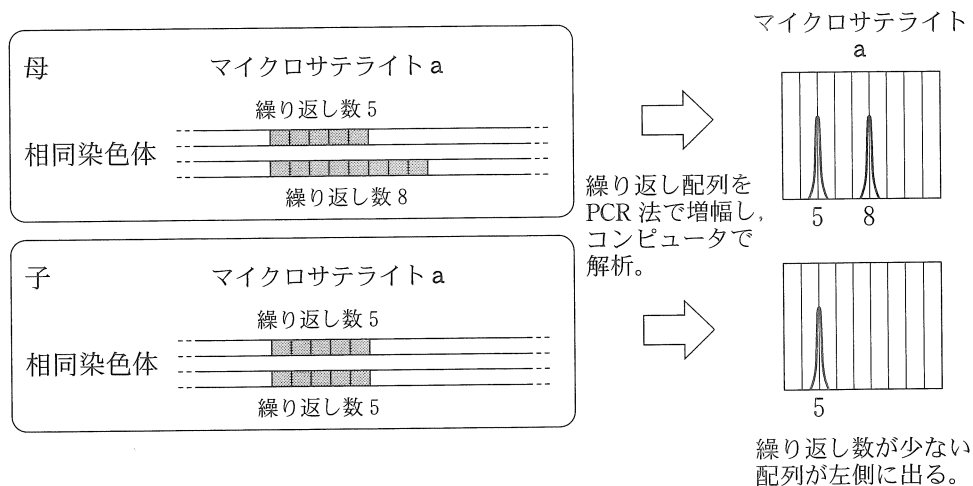


図 3

マイクロサテライト

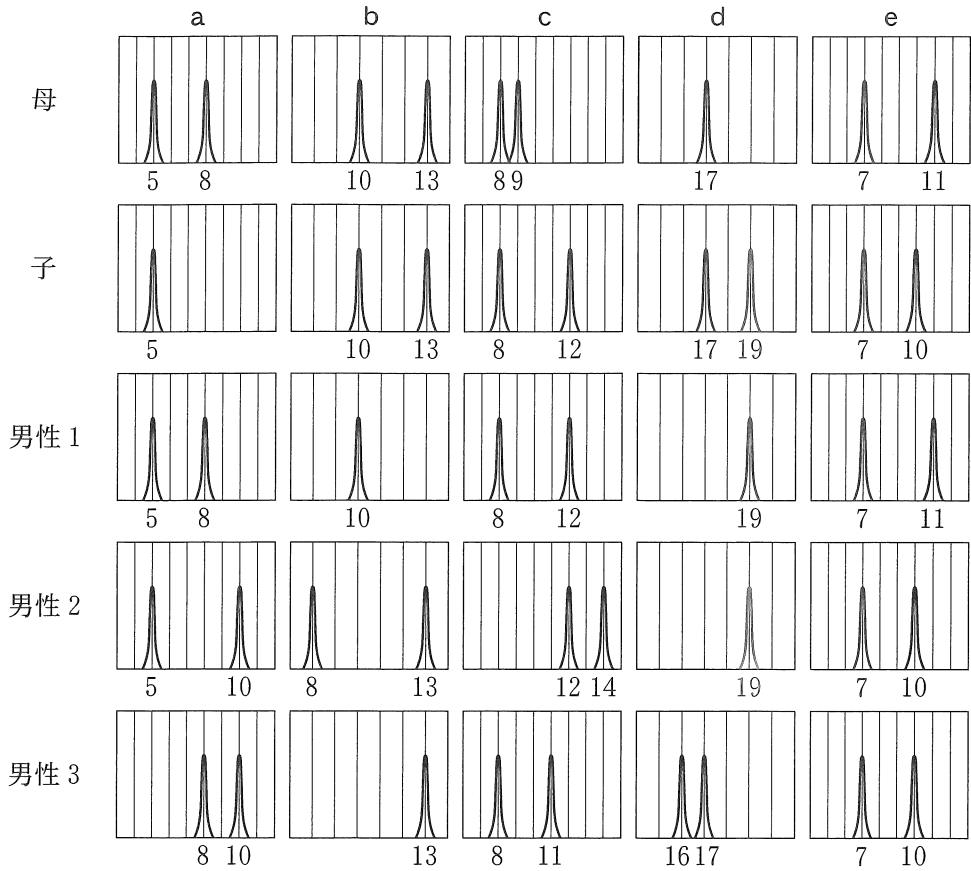


図 4

(1) この血縁鑑定の結果から、子の父親であると考えられるのは誰か。最も適当なものの一つ選べ。ただし、マイクロサテライトでは、相同染色体間での乗換えは起こっていないものとする。  ク

- ① 男性 1                      ② 男性 2                      ③ 男性 3  
④ どの男性も特定できない

II あるヒトの細胞にみられた、22対の常染色体と1対の性染色体を図1に示す。問1～3に答えよ。



図1

問1 図1の常染色体は、それぞれ大きさと形が似たものが対になっている。

この理由として最も適当なものを一つ選べ。  ケ

- ① 四倍体の体細胞分裂でみられた染色体だから。
- ② 突然変異によって染色体の重複が起こったから。
- ③ 受精により卵と精子から1本ずつ受け取ったから。
- ④ M期にDNAが複製されてDNA量が2倍になったから。
- ⑤ DNAの二重らせんがほどけて2本のDNA鎖に分かれたから。

問2 矢印aで示す部分にできる構造は何か。最も適当なものを一つ選べ。

コ

- ① 中心小体                      ② キアズマ                      ③ 動原体
- ④ 極体                              ⑤ 星状体                        ⑥ パフ



問 3 図 1 に示す染色体構成のヒトでは、減数分裂によって形成される配偶子の染色体の組合せは最大何種類と考えられるか。ただし、減数分裂は正常に起こり、染色体の乗換えはないものとする。最も適当なものを一つ選べ。  サ

- |             |               |               |
|-------------|---------------|---------------|
| ① 23 種類     | ② 46 種類       | ③ $23^2$ 種類   |
| ④ $46^2$ 種類 | ⑤ $2^{23}$ 種類 | ⑥ $2^{46}$ 種類 |

Ⅲ ゲノムから解析されたコムギ類の種分化を図1に示す。A, B, Dは、それぞれ1組のゲノムを示す。問1～3に答えよ。

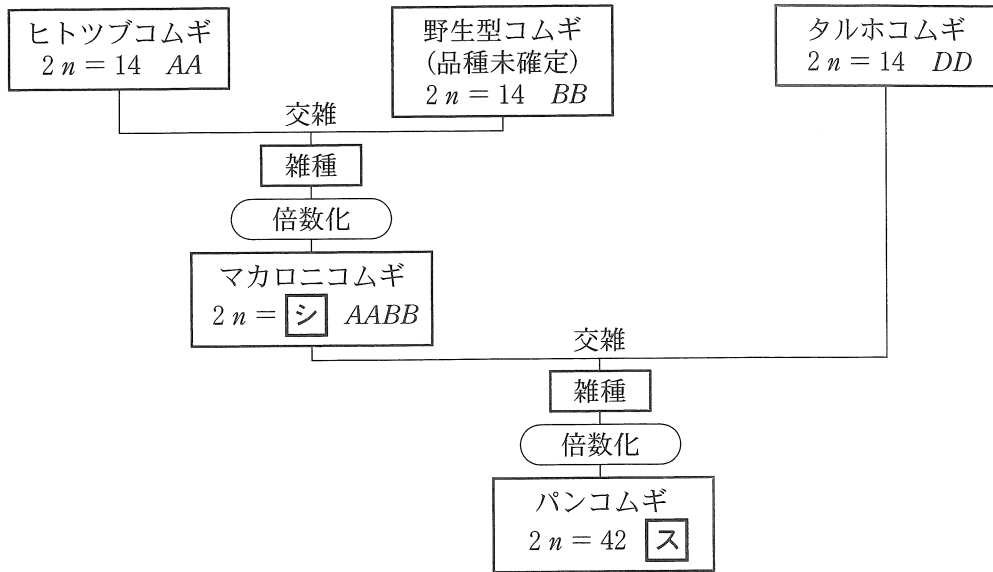


図1

問1  に当てはまる数値はどれか。最も適当なもの一つ選べ。

- ① 14                      ② 21                      ③ 28                      ④ 35  
 ⑤ 42                      ⑥ 49                      ⑦ 56

問2  に当てはまるのはどれか。最も適当なもの一つ選べ。

- ① ABD                      ② AABD                      ③ ABBD                      ④ ABDD  
 ⑤ AABBD                      ⑥ AABDD                      ⑦ ABBDD                      ⑧ AABDD  
 ⑨ AAABBBDDDD                      ⑩ AAAABBBDDDD

問 3 図 1 から，二倍体の野生型コムギに対して，パンコムギは  倍体であるといふことができる。

に当てはまるのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 二 | ② 三 | ③ 四 | ④ 五 | ⑤ 六  |
| ⑥ 七 | ⑦ 八 | ⑧ 九 | ⑨ 十 | ⑩ 十二 |

2

I, IIに答えよ。

I 酵素について、問1, 2に答えよ。

問1 アミラーゼによるデンプンの加水分解反応について、実験1～3を行った。

実験1： 可溶性デンプン10gを溶かした水溶液100mLに、アミラーゼ0.1gを加えて、65℃、pH5の条件で、基質分解量を測定した。

実験2： 実験1の条件からアミラーゼの量を変えて、反応終了までに要する時間を測定した(図1)。

実験3： 実験1の条件から水溶液のpHを変えて、反応終了までに要する時間を測定した(図2)。

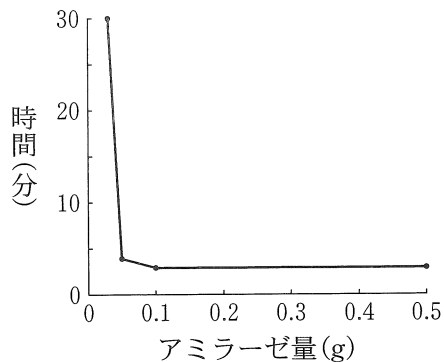


図1

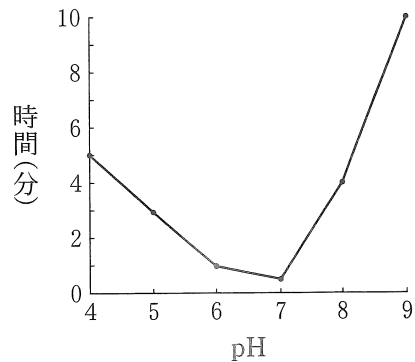


図2

次のa～cを反応条件とした場合、予想される反応曲線はそれぞれどれか。図3の①～⑥から最も適当なものを一つずつ選べ。ただし、図中の実線のグラフは実験1の反応曲線を示す。

- a：実験1の条件からアミラーゼ量のみを変え、0.05gにする。  
 b：実験1の条件から可溶性デンプン量のみを変え、20gにする。  
 c：実験1の条件からpHのみを変え、pH7にする。

ア  
イ  
ウ

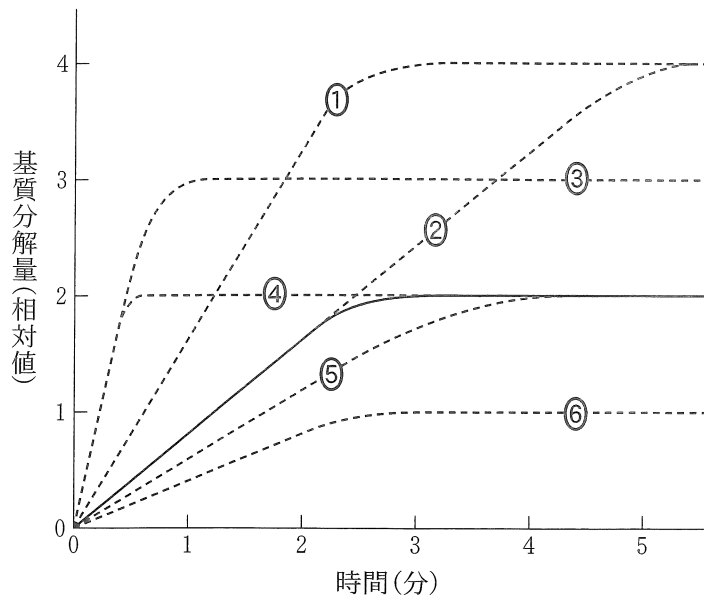


図 3

問 2 酵母とグルコース溶液を用いて、アルコール発酵を行った。(1)~(3)に答えよ。

すりつぶした酵母のしぼり汁を用いて、溶液 A ~ D を準備した。

溶液 A : すりつぶした酵母のしぼり汁をセロハン膜の袋に入れ、ビーカー内の水に一晩浸した後の、セロハン膜の袋内の溶液。

溶液 B : 溶液 A を煮沸後、冷却した溶液。

溶液 C : すりつぶした酵母のしぼり汁をセロハン膜の袋に入れ、ビーカー内の水に一晩浸したのち、そのビーカー内の水を濃縮した溶液。

溶液 D : 溶液 C を煮沸後、冷却した溶液。

(1) 溶液 A ~ D を組合せて、グルコース溶液と混ぜた場合、アルコール発酵が起これと考えられる溶液の組合せはどれか。最も適当なものを二つ選び、**工** に二つマークせよ。

- ① 溶液 A と溶液 C      ② 溶液 A と溶液 D      ③ 溶液 B と溶液 C  
 ④ 溶液 B と溶液 D      ⑤ 溶液 C と溶液 D

(2) アルコール発酵のしくみを図4に示す。a～fの組合せで正しいのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **オ**

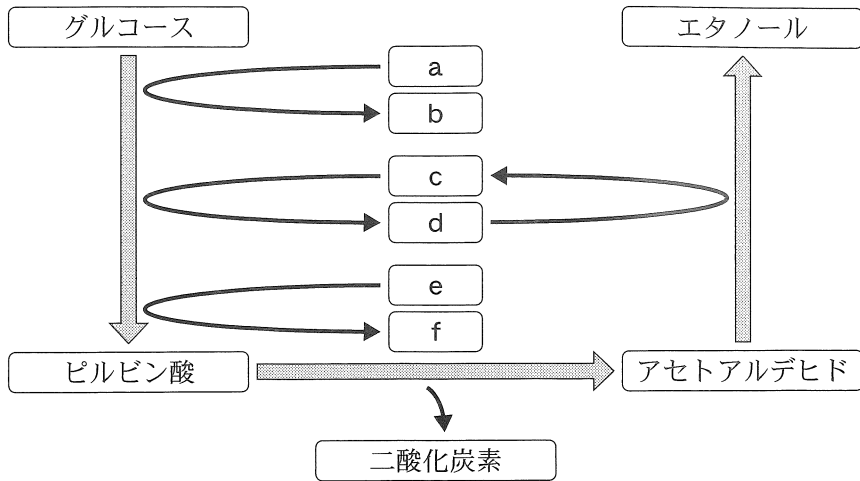


図4

- |   | a   | b   | c                | d                | e   | f   |
|---|-----|-----|------------------|------------------|-----|-----|
| ① | ADP | ATP | NADH             | NAD <sup>+</sup> | ADP | ATP |
| ② | ADP | ATP | NADH             | NAD <sup>+</sup> | ATP | ADP |
| ③ | ADP | ATP | NAD <sup>+</sup> | NADH             | ADP | ATP |
| ④ | ADP | ATP | NAD <sup>+</sup> | NADH             | ATP | ADP |
| ⑤ | ATP | ADP | NADH             | NAD <sup>+</sup> | ADP | ATP |
| ⑥ | ATP | ADP | NADH             | NAD <sup>+</sup> | ATP | ADP |
| ⑦ | ATP | ADP | NAD <sup>+</sup> | NADH             | ADP | ATP |
| ⑧ | ATP | ADP | NAD <sup>+</sup> | NADH             | ATP | ADP |

(3) アルコール発酵の過程でグルコース 1 分子あたり、二酸化炭素およびエタノールはそれぞれ何分子つくられるか。最も適当な数値を一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

二酸化炭素：分子          エタノール：分子

- |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5  |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |

問 3 酵素とそれが触媒する現象の組合せで、誤っているのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- |            |       |           |
|------------|-------|-----------|
| ① DNA リガーゼ | ————— | DNA の切断   |
| ② ニトロゲナーゼ  | ————— | 窒素固定      |
| ③ トロンビン    | ————— | 血液凝固      |
| ④ リゾチーム    | ————— | 細菌の細胞壁の破壊 |
| ⑤ ルシフェラーゼ  | ————— | ホタルの発光    |

II ゾウリムシについて，問1～3に答えよ。

問1 ゾウリムシについて，正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ケ

- a 真核生物である。
- b 原生生物である。
- c 独立栄養生物である。
- d 従属栄養生物である。
- e 出芽によって増殖する。
- f 食胞をもつ。

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| ① a, b, c    | ② a, b, e    | ③ a, c, e    |
| ④ a, c, f    | ⑤ a, d, f    | ⑥ b, c, e    |
| ⑦ b, d, f    | ⑧ a, b, d, f | ⑨ a, d, e, f |
| ⑩ b, c, e, f |              |              |



問 2 ゾウリムシは収縮胞によって、細胞内の塩類濃度を一定に保っている。ゾウリムシをそれぞれ蒸留水および各濃度の食塩水(0.1%~0.4%)に入れた場合の収縮胞の収縮周期を調べる実験を行った。その結果を表1に示す。この実験の考察として正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 コ

表 1

ゾウリムシの外液の食塩水の濃度(重量%)	収縮周期(秒)
0(蒸留水)	11
0.1	14
0.2	22
0.3	36
0.4	45

- a 収縮周期は、食塩水の濃度が低くなるにつれて長くなる。
- b 収縮周期は、食塩水の濃度が高くなるにつれて長くなる。
- c 収縮周期が長くなるのは、細胞内に入ってくる水の量が多くなるためである。
- d 収縮周期が長くなるのは、細胞内に入ってくる水の量が少なくなるためである。
- e ゾウリムシの細胞内液は、0.2%の食塩水よりも高張であると考えられる。
- f ゾウリムシの細胞内液は、0.2%の食塩水よりも低張であると考えられる。

- ① a, c, e      ② a, c, f      ③ a, d, e
- ④ a, d, f      ⑤ b, c, e      ⑥ b, c, f
- ⑦ b, d, e      ⑧ b, d, f

問 3 ゾウリムシの繊毛の内部には、微小管が規則正しく並んだ構造がある。

微小管は、他の動物細胞においてもさまざまなはたらきをしている。微小管について、正しい記述の組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

**サ**

- a ATP を合成する。
- b 脂質の合成にかかわる。
- c 細胞骨格としてはたらく。
- d チューブリンの集合体である。
- e ニューロン内の mRNA の輸送にかかわる。
- f mRNA と結びつき、タンパク質を合成する。

- |              |           |              |
|--------------|-----------|--------------|
| ① a, b, c    | ② a, e, f | ③ b, c, d    |
| ④ b, d, e    | ⑤ c, d, e | ⑥ c, d, f    |
| ⑦ c, e, f    | ⑧ d, e, f | ⑨ a, c, d, f |
| ⑩ b, c, d, e |           |              |

3

I～IVに答えよ。

I 生物の進化と環境について、問1～5に答えよ。

イギリスに生息するオオシモフリエダシャクという蛾<sup>が</sup>の一種には、体色が白い明色型と黒い暗色型がいる(図1)。調査記録によると、1846年のマンチェスター近郊に生息している蛾のほとんどは明色型であったが、1898年には全体の83%が暗色型になるほど蛾の体色が急激に変化していた。産業革命による工業化が進み、大気汚染によって工業地帯周辺の樹木の表面が黒ずみ、それにより暗色型の個体が増加したのではないかと考えられた。

1955年、イギリスのケトルウェルは、工業地帯で暗色型が増加した原因を調べるために、工業地帯にある林と田園地帯にある林において比較実験を行った。

工業地帯の林と田園地帯の林に生息する明色型と暗色型の蛾を捕獲した後、<sup>a</sup>すべての個体に目印をつけて元の林に戻し、数日後に再び捕獲した。それぞれの林に放した個体数に対して、再捕獲することができた個体数の割合を再捕獲率(%)として算出した。その結果を図2に示す。

1987年、マジェラスは、ケトルウェルの実験結果を検証するために、さらに詳細な実験を行った。オオシモフリエダシャクは、コマドリやコウモリによって捕食されることが知られている。明色型と暗色型の蛾を100匹ずつ樹木の幹や枝に放した後、コマドリやコウモリによって捕食される個体数を調査した。コマドリによる捕食実験は、工業地帯と田園地帯で場所を変えて行い、それぞれの調査地でコマドリによって捕食された明色型と暗色型の蛾の個体数を集計した(図3)。コウモリによる捕食実験では、ケンブリッジ大学の近郊において2回にわたり調査した。その結果を図4に示す。

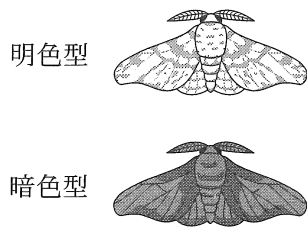


図 1

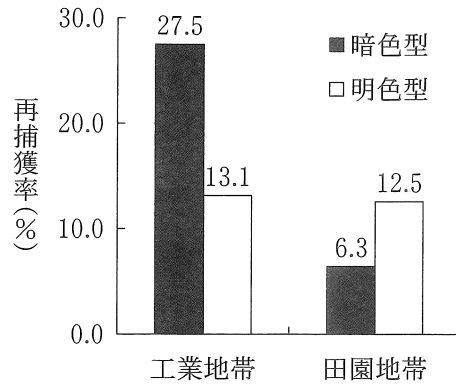


図 2

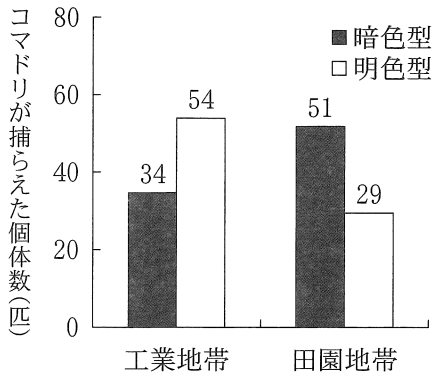


図 3

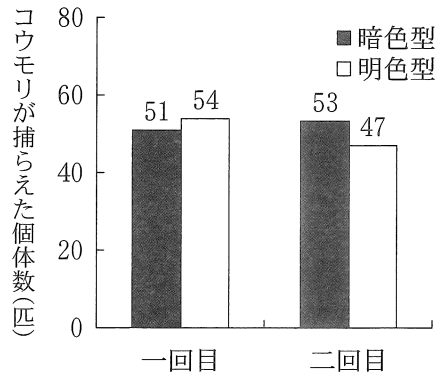


図 4

問 1 下線 a の実験を行ううえで、考慮する必要のないのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **ア**

- ① 実験中に目印が脱落しないこと。
- ② 目印をつけたことによって個体の行動が変わらないこと。
- ③ 工業地帯と田園地帯の調査地で目印をつけた蛾を放す時刻を統一すること。
- ④ 工業地帯と田園地帯の調査地で蛾を再捕獲するまでの日数を統一すること。
- ⑤ 目印をつけて放したときと同じ個体数を再捕獲すること。
- ⑥ 実験を繰り返して行い再現性を確かめること。
- ⑦ 実験の記録を残すこと。

問 2 図 2 ~ 4 の実験結果の考察として正しいのはどれか。最も適当なものを二つ選び、イに二つマークせよ。

- ① 工業地帯では、明色型より暗色型が消失する割合が高い。
- ② 田園地帯では、暗色型より明色型が消失する割合が高い。
- ③ 工業地帯に生息する蛾が消失する原因に、体色の違いは関係ない。
- ④ 田園地帯では、明色型より暗色型がコマドリによって捕食されやすい。
- ⑤ 工業地帯では、明色型より暗色型がコマドリによって捕食されやすい。
- ⑥ コマドリによる捕食されやすさは、蛾の体色とは関係ない。
- ⑦ 明色型より暗色型がコウモリによって捕食されやすい。
- ⑧ 暗色型より明色型がコウモリによって捕食されやすい。
- ⑨ コウモリによる捕食されやすさは、蛾の体色とは関係ない。

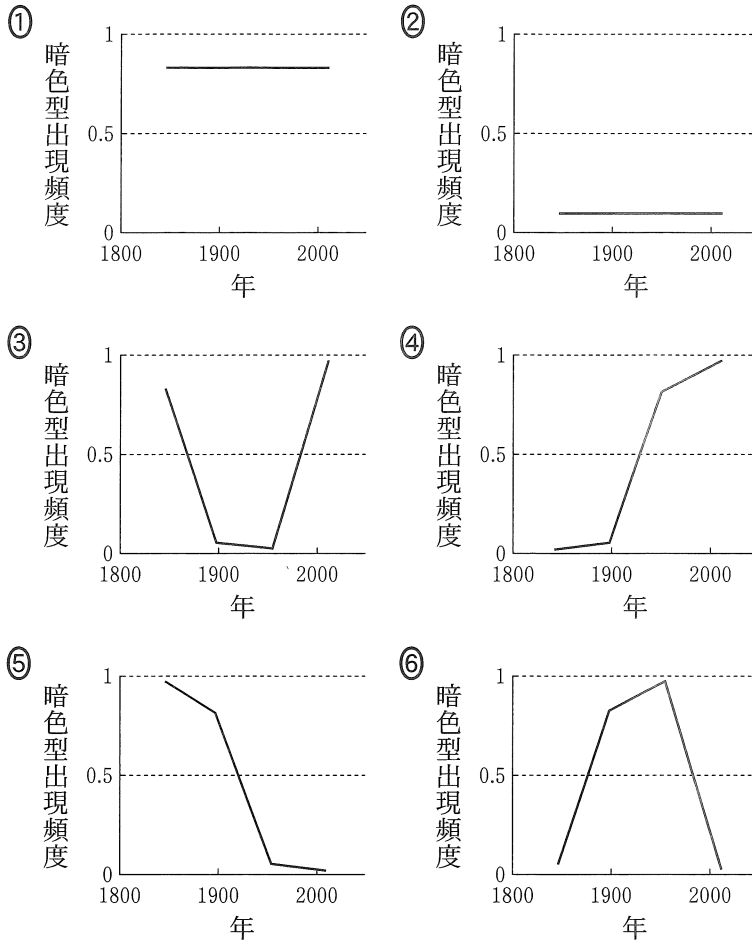
問 3 次の文章を読み、(1)に答えよ。

オオシモフリエダシャクの体色の違いは、暗色型の対立遺伝子  $D$  と明色型の対立遺伝子  $d$  によって決まり、暗色型が明色型に対して優性であることが知られている。集団における暗色型遺伝子  $D$  の遺伝子頻度を  $p$ 、明色型遺伝子  $d$  の遺伝子頻度を  $q (q = 1 - p)$  として、1964 年と 2014 年にマンチェスター近郊で行った調査結果をもとに、集団における暗色型遺伝子  $D$  の遺伝子頻度  $p$  を計算した。その結果、1964 年には  $p = 0.90$  であったのに対し、2014 年には  $p = 0.01$  であった。集団の個体数を 10000 匹として暗色型の個体数を算出すると、1964 年ではウ匹、2014 年ではエ匹であった。

(1) ウ, エに当てはまる数値はどれか。最も適当なものを一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① 9999      ② 9990      ③ 9900      ④ 9801      ⑤ 8100
- ⑥ 199      ⑦ 100      ⑧ 20      ⑨ 1

問 4 マンチェスター近郊におけるオオシモフリエダシャクの暗色型の出現頻度について、調査を開始した1846年から2014年にかけての変動を表すグラフはどれか。最も適当なものを一つ選べ。なお、すべての個体が暗色型になった場合の出現頻度を1とする。 **オ**



問 5 オオシモフリエダシャクの暗色型の出現頻度に見られる現象を何というか。最も適当なものを一つ選べ。 **カ**

- ① 擬態
- ② 共進化
- ③ 適応放散
- ④ 遺伝的浮動
- ⑤ 生殖的隔離
- ⑥ 地理的隔離

II 気候とバイオームについて、問1～3に答えよ。

地球規模の気候変動を観測するために、世界各地で大気中の温室効果ガスの濃度が定期的に測定されている。図1は、ハワイのマウナロア山と南極点ならびに岩手県のりょうり綾里にある観測所において測定された二酸化炭素濃度の経年変化を示したものである。図2は、それらの観測所における1998年の年変化を示したものである(図1の\*印)。縦軸は、大気全体に対する二酸化炭素の体積の割合で表示してある。ppmは、100万分の1を表す単位である。

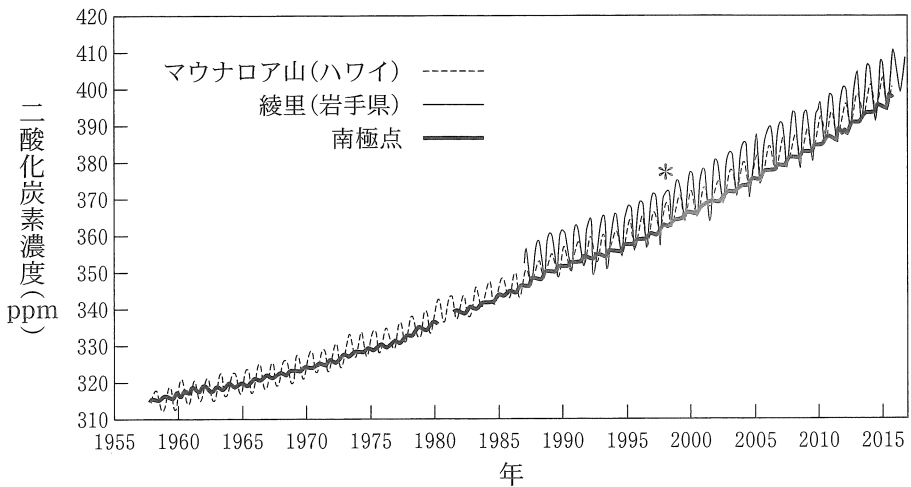


図1

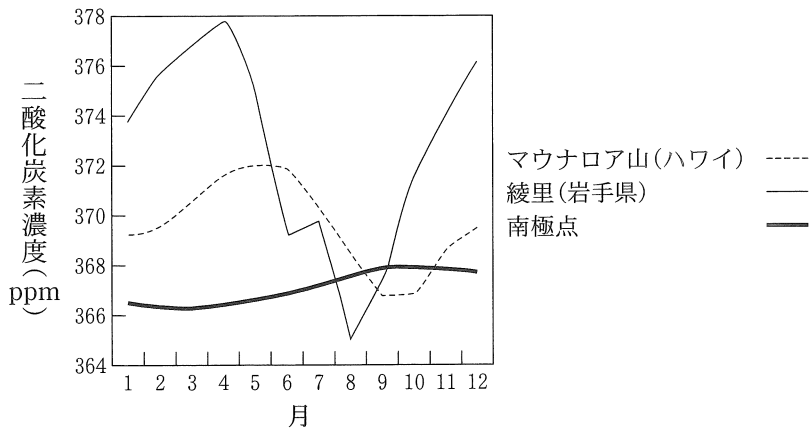


図2

問 1 気候とバイオームの関係を図 3 に示す。下線 a の観測所の周辺は、冬に落葉することで寒さに適応した樹木に囲まれている。この地域が属する森林のバイオームは、①～⑤のどれか。最も適当なものを一つ選べ。 **キ**

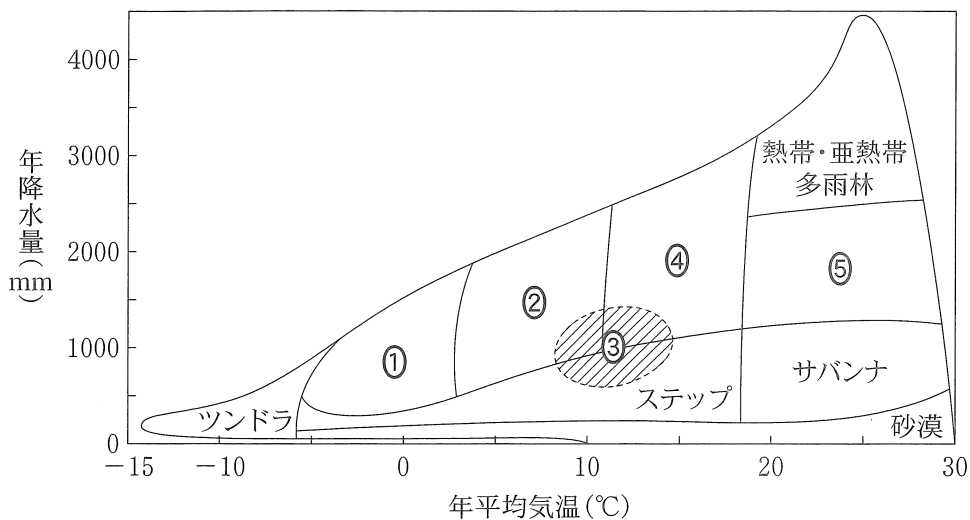


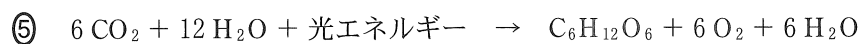
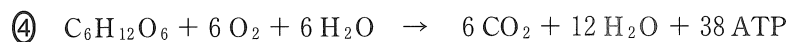
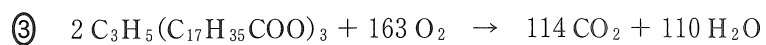
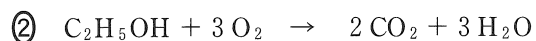
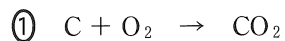
図 3

問 2 図 1 において、大気中の二酸化炭素濃度が上昇し続けている主な要因として考えられるものはどれか。最も適当なものを二つ選び、 **ク** に二つマークせよ。

- ① 北極海で氷山が失われた。
- ② 新興国の耕作地開発で森林が失われた。
- ③ 世界の人口が急激に増加し呼吸量が増えた。
- ④ 石油・石炭などの化石燃料の消費が拡大した。
- ⑤ 赤潮の原因となる植物プランクトンが異常に増殖した。



問 3 マウナロア山や南極点と比べて綾里では二酸化炭素濃度が通年で大きく変化しているが、その要因と考えられる化学反応式はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ケ



Ⅲ ニューロンについて，問 1， 2 に答えよ。

問 1 次の文章を読み，(1)に答えよ。

あるニューロンに，先端が非常に細いガラス電極を挿入して静止電位を測定した。刺激を受けていない状態では，長時間安定して細胞の内側は外側に対して電位が低く保たれていた。このニューロンの一部に刺激を与えると，細胞膜内外の電位が一瞬逆転し，やがてもとの静止電位に戻った。

(1) 上の文章に関連した a～d の記述のうち，正しいものの組合せはどれか。最も適当なものを一つ選べ。

- a 細胞の内と外の電位差が減少する変化を脱分極という。
- b 静止電位は，カリウムチャネルのはたらきが関係する。
- c ニューロンの内部を基準(0 mV)としたときの細胞内外の電位差を静止電位という。
- d 静止電位が長時間安定していたのは，ニューロン内に，常にナトリウムイオンが能動的に運び入れられていたためである。

- |           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| ① a, b    | ② a, c    | ③ a, d    |
| ④ b, c    | ⑤ b, d    | ⑥ c, d    |
| ⑦ a, b, c | ⑧ a, b, d | ⑨ a, c, d |

問 2 昆虫の翅<sup>はね</sup>のようなリズムカルな運動パターンを生じさせる神経回路を中枢パターン発生器と呼ぶ。図 1 は、入力ニューロン A、介在ニューロン B と C、運動ニューロン D と E から構成される、中枢パターン発生器の神経回路のモデルを示す。

この回路では、ニューロン A からニューロン B と C に同時に入力信号が伝わった場合、ニューロン B のほうがわずかに早く活動電位が生じる。また、ニューロン B と C は、ともに活動電位の発生は同じ一定時間しか持続しない。さらに、ニューロン B と C は、互いに抑制性のシナプス接続をするとともに、ニューロン B は運動ニューロン D に、またニューロン C は運動ニューロン E に興奮性のシナプス接続をしている。

この回路において、ニューロン A から、ニューロン B と C に同時に入力信号が伝達された場合、ニューロン B ~ E の活動電位の発生はどのようなパターンになるか。最も適当なものを一つ選べ。なお、図 2 に活動電位の凡例を示す。 **サ**

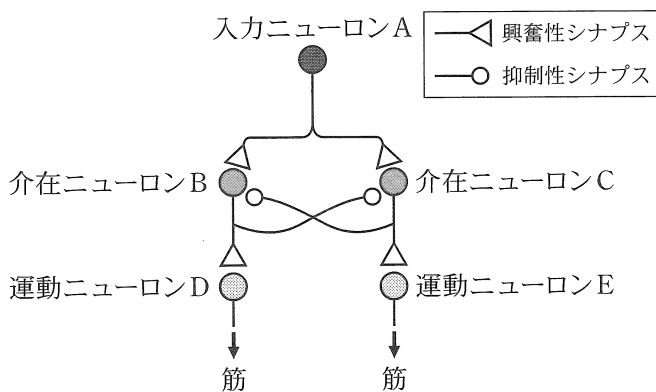


図 1

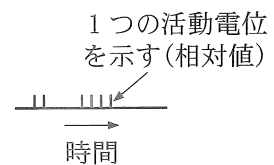
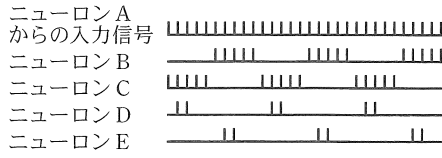
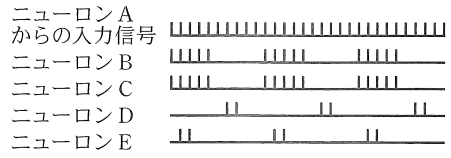


図 2

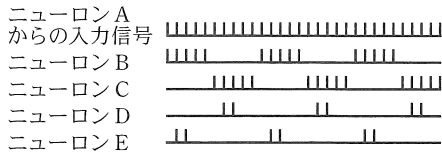
①



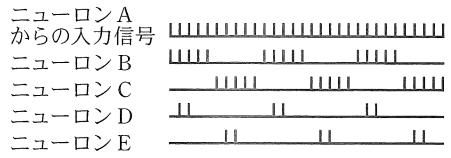
②



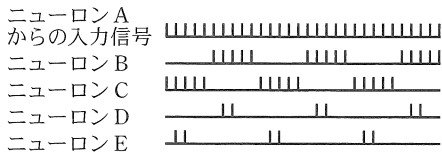
③



④



⑤



IV 受精について、問1, 2に答えよ。

問1 記述a～eは、ウニの受精過程について述べたものである。(1)～(4)に答えよ。

- a : 精子頭部の先端が糸状に伸びて突起を形成する。
- b : 表層粒の内容物が卵の細胞膜と卵黄膜の間に放出される。
- c : 精子は、べん毛運動によって卵黄膜を通過して卵の細胞膜に達する。
- d : 精子の頭部が卵のゼリー層と接触すると、頭部にある先体の内容物が放出される。
- e : 卵黄膜が押し広げられ、卵の細胞膜から分離して固くなり受精膜となる。

(1) 受精の過程で起こる記述a～eを正しい順に並べたのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。  シ

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ① a→b→c→d→e | ② a→c→b→d→e |
| ③ a→c→d→b→e | ④ a→d→b→c→e |
| ⑤ c→a→b→d→e | ⑥ c→a→d→b→e |
| ⑦ c→d→a→b→e | ⑧ c→d→b→a→e |
| ⑨ d→a→b→c→e | ⑩ d→a→c→b→e |
| ⊕ d→c→a→b→e | ⊖ d→c→b→a→e |

(2) 記述aの突起の形成に関与するのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。  ス

- |              |              |
|--------------|--------------|
| ① デスモソーム     | ② アクチンフィラメント |
| ③ ミオシンフィラメント | ④ 中間径フィラメント  |
| ⑤ クロマチン繊維    | ⑥ コラーゲン      |

(3) 記述 c の べん毛運動 について、べん毛の屈曲運動に関与するモータータンパク質はどれか。最も適当なものを一つ選べ。 セ

- ① クレアチン            ② インテグリン            ③ キネシン  
④ ダイニン            ⑤ サイトカイン            ⑥ ペクチン

(4) 記述 d の 先体 の形成に関与するのはどれか。最も適当なものを一つ選べ。 ソ

- ① 細胞外マトリックス            ② ミトコンドリア  
③ ゴルジ体            ④ 核  
⑤ 中心体            ⑥ アニマルキャップ

問 2 図 1 は、ウニの卵に精子を加え、卵の細胞膜に精子が達したときの卵の膜電位の変化を示す。図の縦軸と横軸の 1 目盛りの値の組合せとして最も適当なものを一つ選べ。  夕

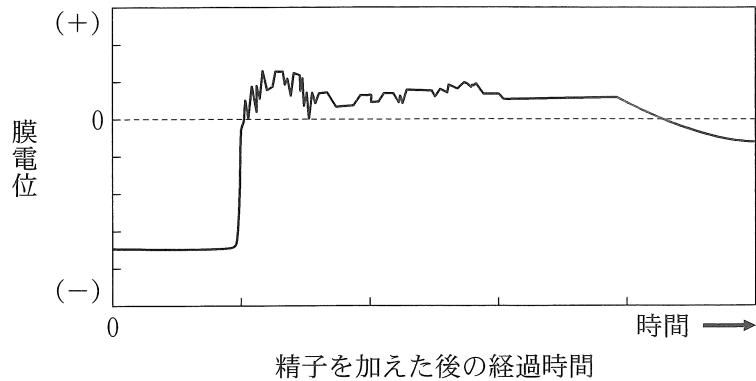


図 1

- |   | 縦 軸    | 横 軸     |   | 縦 軸    | 横 軸   |
|---|--------|---------|---|--------|-------|
| ① | 1 V    | 1 秒     | ② | 1 V    | 10 秒  |
| ③ | 100 mV | 100 ミリ秒 | ④ | 100 mV | 100 秒 |
| ⑤ | 50 mV  | 50 ミリ秒  | ⑥ | 50 mV  | 50 秒  |
| ⑦ | 20 mV  | 20 ミリ秒  | ⑧ | 20 mV  | 20 秒  |
| ⑨ | 1 mV   | 1 ミリ秒   | ⑩ | 1 mV   | 1 秒   |