

※一般は物理・化学・生物から2科目選択  
 学士は化学・生物必須  
 ※試験時間100分で2科目を受験する

試験時間 2科目100分

物理 1～10 ページ

化学 11～21 ページ

生物 22～33 ページ

- 注意事項**
- 出題の際に選択した2科目について解答すること。
  - 解答用紙(マークカード)は各科目につき1枚である。
  - 選択しない科目の解答用紙(マークカード)は、全面に大きく×印をつけて、机の右端に置くこと。試験中に回収します。
  - 解答用紙(マークカード)に、氏名・受験番号の記入および受験番号のマークを忘れないこと。
  - マークはHBの鉛筆で、はっきりとマークすること。
  - マークを消す場合、消しゴムで完全に消し、消し残さないこと。
  - 解答用紙(マークカード)は折り曲げたり、メモやチェックなどで汚したりしないように注意すること。
  - 各問題の選択肢のうち質問に適した答えを1つだけ選びマークすること。1問に2つ以上解答した場合は誤りとする。
  - 問題用紙は解答用紙(マークカード)とともに机上に置いて退出すること。持ち帰ってはいけません。

I 生体膜とATP合成に関する以下の問いに答えなさい。

問1 生体膜についての以下の文が正しい場合は「㊸ 正しい」をそれぞれマークしなさい。また、誤っている場合は、正しい文になるように下線部と入れ替える最も適切な選択肢をそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- 細胞膜の厚さは約5nmである。 1
- ミトコンドリアは一重の生体膜でできている。 2
- アクアポリンは水分子のポンプである。 3
- 神経細胞内のNa<sup>+</sup>はオートファジーによって細胞外に排出される。 4
  - 50nm
  - 500nm
  - エキソサイトーシス
  - エンドサイトーシス
  - 核
  - 受動輸送
  - 受容体
  - チャネル
  - 能動輸送
  - リソソーム
  - リボソーム
  - 葉緑体
  - 正しい

問2 ATP合成についての次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

下図は、真核生物が営む光リン酸化と酸化的リン酸化に共通する要素を模式的に示したものである。どちらの生体反応系も、**生体膜A**を貫通するいくつかのタンパク質複合体が関与している。これらのタンパク質複合体はそれぞれの反応系では異なる分子であるが、最初の反応を行うタンパク質複合体をX、最終的な反応を行うタンパク質複合体をZ、XからZへの物質Dの伝達を仲介するタンパク質複合体をYとする。**生体膜A**を隔てて形成される、**物質Eの濃度勾配と生体膜A**を貫通するATP合成酵素の働きによって、**区画B**において、**ATPが合成される**。

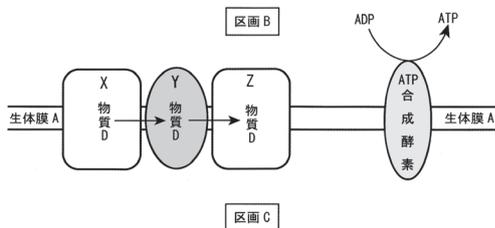


図 生体膜におけるATP合成：各生体反応系で生体膜A、区画B、区画Cの名称は異なる。

1. 以下の生体反応系における生体膜A、区画B、区画Cの名称として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- |             |      |          |     |          |     |           |
|-------------|------|----------|-----|----------|-----|-----------|
| (1) 光リン酸化   | 生体膜A | <u>5</u> | 区画B | <u>6</u> | 区画C | <u>7</u>  |
| (2) 酸化的リン酸化 | 生体膜A | <u>8</u> | 区画B | <u>9</u> | 区画C | <u>10</u> |
- 核膜
  - クリステ
  - グラナ
  - 細胞外
  - 細胞質基質
  - 細胞膜
  - ストロマ
  - チラコイド膜
  - チラコイド内腔
  - マトリックス
  - ミトコンドリア外膜
  - ミトコンドリア膜間腔
  - ミトコンドリア内膜
  - 葉緑体外膜
  - 葉緑体内膜

2. 以下の生体反応系で、XまたはZで起こる化学反応を表す式と、その反応が起こる区画として、最も適切な組合せをそれぞれ答えなさい。なお、【化学反応式】の係数と物質Dは省略してある。

- |             |   |           |   |           |
|-------------|---|-----------|---|-----------|
| (1) 光リン酸化   | X | <u>11</u> | Z | <u>12</u> |
| (2) 酸化的リン酸化 | X | <u>13</u> | Z | <u>14</u> |

【化学反応式】

- |   |                                                          |   |                                                          |
|---|----------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------|
| イ | $\text{NADH} \rightarrow \text{NAD}^+ + \text{物質E}$      | ロ | $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{物質E} + \text{O}_2$ |
| ハ | $\text{物質E} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ | ニ | $\text{NADP}^+ + \text{物質E} \rightarrow \text{NADPH}$    |
- ① イ 区画B    ② ロ 区画B    ③ ハ 区画B    ④ ニ 区画B  
 ⑤ イ 区画C    ⑥ ロ 区画C    ⑦ ハ 区画C    ⑧ ニ 区画C

3. 以下の生体反応系における下線部aについての記述として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- |           |           |             |           |
|-----------|-----------|-------------|-----------|
| (1) 光リン酸化 | <u>15</u> | (2) 酸化的リン酸化 | <u>16</u> |
|-----------|-----------|-------------|-----------|
- 区画Bの方が区画Cよりも10倍濃度が高い。
  - 区画Bの方が区画Cよりも100倍濃度が高い。
  - 区画Bの方が区画Cよりも1000倍濃度が高い。
  - 区画Cの方が区画Bよりも10倍濃度が高い。
  - 区画Cの方が区画Bよりも100倍濃度が高い。
  - 区画Cの方が区画Bよりも1000倍濃度が高い。

4. 以下の生体反応系における下線部bについての記述として、適切なものだけをすべて含む選択肢をそれぞれ答えなさい。ただし、ATP合成量は光リン酸化の場合は水12分子当たりのおよそ量、酸化的リン酸化の場合はグルコース1分子当たりの最大量とする。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- |           |           |             |           |
|-----------|-----------|-------------|-----------|
| (1) 光リン酸化 | <u>17</u> | (2) 酸化的リン酸化 | <u>18</u> |
|-----------|-----------|-------------|-----------|
- この生体反応系のATP合成酵素は、物質Eが区画Bから区画Cへ移動するときのエネルギーを利用する。
  - この生体反応系のATP合成酵素は、物質Dが区画Bから区画Cへ移動するときのエネルギーを利用する。
  - この生体反応系のATP合成酵素は、物質Eが区画Cから区画Bへ移動するときのエネルギーを利用する。
  - この生体反応系のATP合成酵素は、物質Dが区画Cから区画Bへ移動するときのエネルギーを利用する。
  - この生体反応系だけで38分子のATPが合成される。
  - この生体反応系だけで34分子のATPが合成される。
  - この生体反応系だけで18分子のATPが合成される。
- ① A, E    ② A, F    ③ A, G    ④ B, E    ⑤ B, F    ⑥ B, G  
 ⑦ C, E    ⑧ C, F    ⑨ C, G    ⑩ D, E    ⑪ D, F    ⑫ D, G

II 遺伝子の突然変異に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

ヒトのゲノム情報はすでに解読されており、個人間で短い塩基の反復配列の数の違いや、一塩基多型(SNP)の有無を比較できる。また、塩基配列に新たに生じた突然変異は疾患の原因になることがある。例えば、健康者の肝臓では野生型のB遺伝子が発現しており、B遺伝子から作られるタンパク質(B遺伝子産物)は1種類で、781個のアミノ酸から構成されている。なお、翻訳されたポリペプチド鎖の切断は起こらないものとする。H病患者の肝臓の病変組織を調べるとB遺伝子に突然変異が起きていた。同様にマウスの肝臓でもB遺伝子は発現しており、H病マウスの病変組織においてもB遺伝子の突然変異が見つかった。図1は、ヒトとマウスの野生型B遺伝子の、ある1つのエクソンにおけるセンス鎖の配列の一部(60塩基)を5'末端側から順に並べて示している。なお、必要があれば下記の遺伝暗号表を用いなさい。

ヒト5'-TCT TAC CTG GAC TCT GGA ATC CAT TCT GGT GCC ACT ACC ACA GCT CCT TCT CTG AGT GGT-3'  
 マウス5'-TCT TAC CTG GAT TCT GGA ATC CAT TCT GGT GCC ACC ACC ACA GCT CCT TCC CTG AGT GGC-3'

図1 ヒトとマウスの野生型B遺伝子の、ある1つのエクソンにおける60塩基の配列の比較。数字は開始コドンを1番目としたときの各コドンの番号を示す。\*印はヒトとマウスで塩基が一致することを示す。

		2番目の塩基						3番目の塩基							
		U		C		A		G		U		C		A	
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	U	U	U	U	U	U
		UUC		UCC		UAC		UGC		C	C	C	C	C	
		UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止コドン	UGA	終止コドン	A	A	A	A	A	
C	CUU		CGU	プロリン	CAU	ヒスチジン	CGU		アルギニン	G	G	G	G	G	
		CUC		CCG		CAC		CGC		C	C	C	C	C	
		CUA	ロイシン	CCA		CAA	グルタミン	CGA		A	A	A	A	A	
A	CUG		CCG		CAG		CGG			G	G	G	G	G	
		AUU	イノイシ	ACU	トレオニン	AUU	アスパラギン	AGU	セリン	U	U	U	U	U	
		AUC		ACC		AAC		AGC		C	C	C	C	C	
G	AUA		ACA		AAA	リシン	AAA	アルギニン	A	A	A	A	A	A	
		AUG	メチオニン(開始)	ACG		AAG		AGG		G	G	G	G	G	
		GUU		GCU		GAU	アスパラギン酸	GGU		U	U	U	U	U	
G	GUC		GCC		GAC		GGC		グリシン	C	C	C	C	C	
		GUA	バリン	GCA	アラニン	GAA		GGA		A	A	A	A	A	
		GUG		GCG		GAG	グルタミン酸	GGG		G	G	G	G	G	

問1 ヒトのゲノムサイズ(総塩基対数)とヒトゲノムに含まれる遺伝子のおよその数の組合せとして、最も適切なものを答えなさい。

① 3億塩基対 2200個 ② 3億塩基対 22000個 ③ 3億塩基対 220000個  
 ④ 30億塩基対 2200個 ⑤ 30億塩基対 22000個 ⑥ 30億塩基対 220000個  
 ⑦ 300億塩基対 2200個 ⑧ 300億塩基対 22000個 ⑨ 300億塩基対 220000個

問2 文中の下線部aについての説明として、適切な記述だけをすべて含む選択肢を答えなさい。

A. 遺伝子産物の発現量を変化させる場合がある。  
 B. 遺伝子産物の構造に影響を与えることはない。  
 C. マイクロサテライトとしてDNA鑑定(親子鑑定)に利用される。  
 D. フェニルケトン尿症の原因となるものがある。  
 E. 薬の効き方や副作用の予測に用いることはできない。

① A, B ② A, C ③ A, D ④ A, E ⑤ B, C  
 ⑥ B, D ⑦ B, E ⑧ C, D ⑨ C, E ⑩ D, E

問3 文中のB遺伝子について、開始コドンから終止コドンまでに対応するmRNAの長さは何塩基になるか計算し、最も適切な数値を答えなさい。ただし、は1000の位の数字、は100の位の数字、は10の位の数字、は1の位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。    塩基

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5  
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問4 図1に示すヒトB遺伝子の60塩基の配列について、それぞれに対応するマウスの60塩基を5'末端側から順に比較した場合、塩基が一致している割合(%)を計算し、答えの数値の小数点以下第2位を四捨五入して、最も適切な数値を答えなさい。また、図1に示すヒトB遺伝子がコードするアミノ酸配列とマウスB遺伝子がコードするアミノ酸配列を、それぞれN末端側から順に比較した場合、対応するアミノ酸が一致している割合(%)を計算し、答えの数値の小数点以下第2位を四捨五入して、最も適切な数値を答えなさい。ただし、、は100の位の数字、、は10の位の数字、、は1の位の数字、、は小数点以下第1位の数字をそれぞれ表す。該当する位がない場合は「0」を答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

1. 塩基が一致している割合     %  
 2. アミノ酸が一致している割合     %
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5  
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問5 H病患者の肝臓の病変組織から全mRNAを抽出した後、B遺伝子のmRNAに対する特異的なプライマーを用いて1本鎖DNA(cDNA)を合成した。さらに必要な試薬を加えて(A)を反応させることで、開始コドンから終止コドンまでの部分からなる2本鎖DNAを合成した。これをヒト変異型B遺伝子DNAと呼ぶ。一方、H病マウスの肝臓の病変組織からも同様の手順でマウス変異型B遺伝子の2本鎖DNAを得た。次に、それぞれの2本鎖DNAをベクターSを用いてクローニングし、塩基配列をサンガー法にて解析した。その結果、ヒトでは37番目のアミノ酸がアラニンに変わっていた。一方、マウスでは33番目のアミノ酸がチロシンに変わっていた。ヒトとマウスのいずれのアミノ酸置換も1塩基の変異に起因していた。以下の問いに答えなさい。

1. ヒトおよびマウスの変異型B遺伝子産物に生じたアミノ酸置換から推定した場合、どのような変異がゲノムDNAのセンス鎖に生じたと考えられるか。変異前と変異後の塩基として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。
- (1) ヒト 変異前  変異後   
 (2) マウス 変異前  変異後
- ① A ② C ③ G ④ T ⑤ U
2. 文中の下線部bの反応を触媒する酵素についての記述として、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。
- A. アグロバクテリウムの感染に用いられる。  
 B. HIVの増殖に必要である。  
 C. セントラルドクマに沿った反応を触媒する。  
 D. イントロンを含まないセンス鎖DNAを合成する。
- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ A, B  
 ⑥ A, C ⑦ A, D ⑧ B, C ⑨ B, D ⑩ C, D
3. 文中の(A)に入る酵素として、最も適切なものを答えなさい。
- ① カタラーゼ ② テロメラーゼ ③ βガラクトシダーゼ  
 ④ DNAヘリカーゼ ⑤ DNAポリメラーゼ ⑥ DNAリガーゼ

4. 文中の下線部cについての記述として、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。

A. 目的のDNA配列に対し、1種類のプライマーを用いてDNA合成を行う。  
 B. プライマーを結合させるときの温度は95℃に設定する。  
 C. 蛍光標識された4種類のジデオキシヌクレオチドが、DNA合成を停止する。  
 D. 合成された異なる長さの2本鎖DNAを電気泳動することで、DNAを短い順に検出する。

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 ⑩ B, C, D

問6 ヒト変異型 *B* 遺伝子産物と野生型 *B* 遺伝子産物は、細胞内での特性にどのような違いがあるのかを調べた実験について、次の文を読み、図2を参照して以下の問いに答えなさい。

**実験1** 上記の問5に示した手順で作製した、ヒト変異型 *B* 遺伝子 DNA を組みこんだベクターS(図2左)から、ヒト変異型 *B* 遺伝子の全長を含む DNA 断片を *Bam* HI という制限酵素で切り出した。次にヒト変異型 *B* 遺伝子をヒト培養細胞で発現させるため、その DNA 断片をあらかじめ *Bam* HI で切断しておいたベクターT(図2右)と連結した。次に、変異型 *B* 遺伝子 DNA が制御領域 M の3' 末端側に正しい向きで挿入されているかを判別するため、連結されたベクターを少量分注して(イ)で切断した後、電気泳動により分離された DNA の長さを確認した。同様の方法により、ヒト野生型 *B* 遺伝子 DNA を組みこんだベクターTも作製した。

**実験2** ヒト *B* 遺伝子産物の細胞内での特性を調べるため、**実験1**で作製したベクターTをそれぞれヒト培養細胞に導入した。その結果、ヒト野生型 *B* 遺伝子 DNA を挿入したベクターTを導入した場合、その遺伝子産物は接着結合付近に局在し、ほとんどがリン酸化修飾されていた。一方、ヒト変異型 *B* 遺伝子 DNA を挿入したベクターTを導入した場合、変異型 *B* 遺伝子産物はほとんどリン酸化されておらず、特定の転写調節因子と結合してその働きを促進していた。

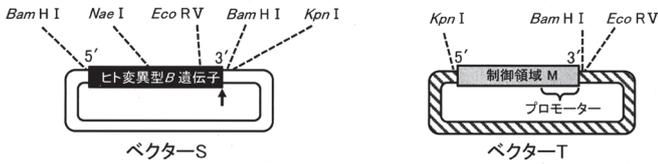


図2 ヒト変異型 *B* 遺伝子を挿入したベクターS(左)と組換え前のベクターT(右)の構造。図中の破線は、それぞれ制限酵素 *Bam* HI, *Nae* I, *Eco* RV, および *Kpn* I で切断されるすべての位置を示す。矢印は、ヒト変異型 *B* 遺伝子の終止コドンの位置を示す。ヒト変異型 *B* 遺伝子を含まないベクターSの長さは約3000塩基対で、*Nae* Iはヒト変異型 *B* 遺伝子の5' 末端から約1000塩基対の位置、*Eco* RVはヒト変異型 *B* 遺伝子の3' 末端から約300塩基対の位置を切断する。一方、ベクターTの全長は約4000塩基対で、そのうち制御領域Mはプロモーターおよび転写調節領域を含み、約1000塩基対ある。なお、ベクターSの *Bam* HI と *Kpn* I、およびベクターTの *Bam* HI と *Eco* RVの切断位置は隣接している。

- 文中の下線部dについて以下の問いに答えなさい。
  - 文中の(イ)に入る制限酵素として、適切なものだけをすべて含む選択肢を答えなさい。  
40  
① *Bam* HI      ② *Eco* RV      ③ *Kpn* I      ④ *Nae* I  
⑤ *Bam* HI と *Eco* RV      ⑥ *Bam* HI と *Kpn* I      ⑦ *Bam* HI と *Nae* I
  - 正しい向きでヒト変異型 *B* 遺伝子が挿入されたベクターTは、(イ)で切断後に電気泳動した場合に、およそどのような長さの塩基対のバンドとして検出されるか、最も適切なものを答えなさい。  
41  
① 7000, 300      ② 6000, 300      ③ 5000, 1300  
④ 5000, 1000, 300      ⑤ 4300, 2000      ⑥ 4000, 2000, 300  
⑦ 4000, 1300, 1000
- 実験2**の結果から、突然変異によって *B* 遺伝子産物の特性がどのように変化しと考察されるか。最も適切な記述を答えなさい。  
42  
① 細胞内でのリン酸化を受けやすくなり、主に細胞質で機能するようになる。  
② 細胞内でのリン酸化を受けやすくなり、主に核で機能するようになる。  
③ 細胞内でのリン酸化を受けにくくなり、主に細胞質で機能するようになる。  
④ 細胞内でのリン酸化を受けにくくなり、主に核で機能するようになる。  
⑤ 細胞内でのリン酸化の状態は変わらないが、主に細胞質で機能するようになる。  
⑥ 細胞内でのリン酸化の状態は変わらないが、主に核で機能するようになる。

III 脊椎動物の色素細胞の発生・分化と体色の遺伝に関する次の文を読み、以下の問いに答えなさい。

ゼブラフィッシュの野生型の稚魚は、図1の模式図Aに示すように、眼は黒色で、体幹部には黒色の縞模様がある。これは、それぞれの色素細胞に黒い色素が沈着しているためである。ゼブラフィッシュでは、カエルやイモリと同様に、眼と体幹部で色素細胞の発生由来が異なる。眼の色素細胞の発生・分化過程では、分裂を止めた細胞が上皮組織を形成し、次にその組織に黒い色素が沈着する。一方、体幹部の色素細胞の発生・分化過程では、まず分裂を止めた細胞が樹状の突起を持つ無色透明な色素細胞になる。次に、この細胞に黒い色素が沈着する。さらに、樹状の突起が退縮して黒色で楕円形の色素細胞となる。

これらの色素細胞の発生・分化過程の各段階を独立に制御する3種類の遺伝子が知られており、眼では遺伝子Aが働き、体幹部では遺伝子Aに加えて、遺伝子Bと遺伝子Cがある一定の順序で働く。これらの3つの遺伝子は、それぞれ別の常染色体上にあり、いずれの遺伝子がコードするタンパク質もその合成された細胞内で働く。遺伝子A, B, Cには、それぞれ劣性の対立遺伝子が存在し、遺伝子Aの劣性ホモ接合体を *aaBBCC*、遺伝子Bの劣性ホモ接合体を *AAbbCC*、遺伝子Cの劣性ホモ接合体を *AABBcc* とする。

**実験1** 3種類の劣性ホモ接合体(*aaBBCC*, *AAbbCC*, *AABBcc*)の外見を観察したところ、図1の模式図イ〜エに示すように、*aaBBCC* 個体では、全身が白色、*AAbbCC* 個体では、眼が黒色で体幹部は白色、*AABBcc* 個体では、眼は黒色で体幹部には樹状の突起を持つ黒い色素細胞があった。次に、顕微鏡を用いて体幹部の色素細胞の発生・分化過程を観察したところ、*aaBBCC* 個体では、まず樹状の突起を持つ無色透明な色素細胞が出現し、その後、樹状の突起が退縮し、楕円形の無色透明な色素細胞に変化した。*AAbbCC* 個体では、発生過程を通じて体幹部の色素細胞が見られなかった。*AABBcc* 個体では、まず樹状の突起を持つ無色透明な色素細胞が出現し、続いて色素が沈着したが、樹状の突起は退縮しなかった。

**実験2** これらの3つの遺伝子(A, B, C)の組合せによって、どのように体色が決まるのかを調べるために、3種類の劣性ホモ接合体(*aaBBCC*, *AAbbCC*, *AABBcc*)を用いて交配実験を行った。複数世代にわたりさまざまな組合せで交配したところ、交配により生じるすべての遺伝子型の個体は、ふ化し成長して同等の生殖能力を持っていた。なお、この実験では顕微鏡を用いなかったため、無色透明な色素細胞の有無は判別できず、これらの稚魚の外見は図1の模式図A〜エの4種類のうちのいずれかを示した。

**実験3** 眼と体幹部の色素細胞の発生の由来を調べるために、ゼブラフィッシュ胚を用いた細胞移植実験を行った(図2)。この実験では、細胞を蛍光色素で標識した胞胚から、眼と体幹部の色素細胞への分化能を持つ細胞(細胞P)を採取し、後期原腸胚の領域Sまたは領域Tに移植を行った。その結果、野生型の胞胚から細胞Pを採取して *aaBBCC* 胚の領域Sに移植すると、結果1の外見を示す稚魚が得られ、採取した細胞Pを *aaBBCC* 胚の領域Tに移植すると、結果2の外見を示す稚魚が得られた。なお、野生型の胞胚から同様に採取した細胞Pを、野生型の後期原腸胚の領域Sまたは領域Tに移植した場合には、得られた稚魚は正常に発生し、蛍光色素で標識された細胞も正常に分化した。

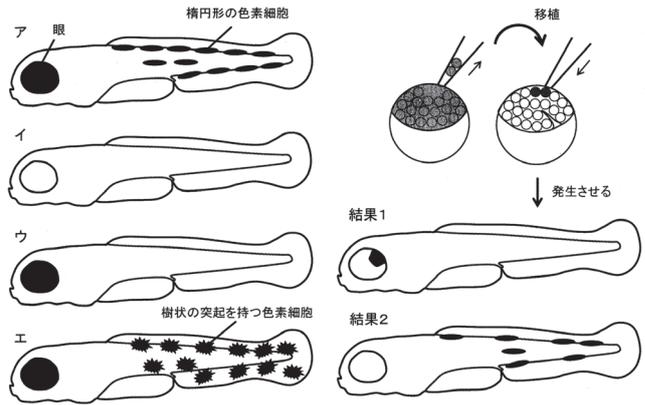


図1 ゼブラフィッシュ稚魚の外見      図2 細胞移植実験とその結果

問1 **実験1**の結果から、野生型の稚魚では、体幹部の色素細胞の発生・分化過程において3種類の遺伝子(A〜C)は、どのような順序で働くと考えられるか。発生・分化過程で働く順に左から並んでいるものとして、最も適切な選択肢を答えなさい。  
43  
① ABC      ② ACB      ③ BAC      ④ BCA      ⑤ CAB      ⑥ CBA

問2 **実験2**に基づいて以下の問いに答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- ここで得られた稚魚について、以下の遺伝子型を持つ稚魚の外見はどのようであったと考えられるか、図1の模式図A〜エから最も適切なものをそれぞれ答えなさい。  
44      45      46  
① A      ② I      ③ U      ④ E

2. 実験2において、3つの遺伝子座がいずれもヘテロ接合である三重ヘテロ接合体 ( $AaBbCc$ )を得た。三重ヘテロ接合体どうしを交配したときに現れた稚魚の外見(図1の模式図ア~エ)の比として、最も適切な値を答えなさい。なお、答えは最も小さい整数比で表しなさい。ただし、 $\boxed{47}$ 、 $\boxed{49}$ 、 $\boxed{51}$ 、 $\boxed{53}$ は10の位の数字、 $\boxed{48}$ 、 $\boxed{50}$ 、 $\boxed{52}$ 、 $\boxed{54}$ は1の位の数字をそれぞれ表す。数値が一桁の場合は10の位の数字として「0」を答えなさい。

ア：イ：ウ：エ＝

- $\boxed{47}$   $\boxed{48}$  :  $\boxed{49}$   $\boxed{50}$  :  $\boxed{51}$   $\boxed{52}$  :  $\boxed{53}$   $\boxed{54}$
- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
 ⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 0

問3 実験1と実験2から、体幹部の色素細胞の発生・分化において、遺伝子A、Cはどのような役割を持つと考えられるか。遺伝子Aの役割、遺伝子Cの役割の順に左から並んでいるものとして、最も適切な選択肢を答えなさい。  $\boxed{55}$

- A. 微小管の重合を促進し、細胞分裂を引き起こす。  
 B. アクチンを制御し、細胞骨格を変化させる。  
 C. DNAの複製を促進し、細胞増殖を引き起こす。  
 D. DNAを切断し、アポトーシスを引き起こす。  
 E. 前駆物質から黒い色素を合成する。  
 F. 細胞の脱分化に必要なホルモンを合成する。

- ① A, C    ② A, E    ③ A, F    ④ B, C    ⑤ B, E  
 ⑥ C, B    ⑦ C, E    ⑧ D, C    ⑨ D, E    ⑩ D, F  
 ⑪ E, B    ⑫ E, D    ⑬ F, A    ⑭ F, C    ⑮ F, E

問4 実験3に基づいて以下の問いに答えなさい。

1. 領域Sと領域Tに当てはまるものとして、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。

- (1) 領域S  $\boxed{56}$       (2) 領域T  $\boxed{57}$
- ① 予定神経管領域      ② 予定表皮領域  
 ③ 予定脊索領域      ④ 予定体節領域  
 ⑤ 予定腎節領域      ⑥ 予定神経管領域と予定表皮領域の間  
 ⑦ 予定脊索領域と予定体節領域の間      ⑧ 予定体節領域と予定腎節領域の間  
 ⑨ 予定脊索領域と予定腎節領域の間

2. 領域Tから生じる色素細胞以外の組織または細胞として、最も適切なものを答えなさい。

- $\boxed{58}$
- ① 肝細胞      ② 血管の内皮細胞  
 ③ 糸球体      ④ 神経細胞  
 ⑤ 水晶体      ⑥ 白血球  
 ⑦ ランゲルハンス島のA細胞      ⑧ ランゲルハンス島のB細胞

3. 実験3と同様に以下の実験を行った場合の、蛍光色素で標識された胞胚の細胞に由来する色素細胞についての記述として、最も適切なものをそれぞれ答えなさい。なお、同じ選択肢を複数回答してもよい。

- (1)  $AABbCc$  胚から細胞Pを採取して、 $aaBBCC$  胚の領域Tに移植した場合  $\boxed{59}$   
 (2)  $AAbbcc$  胚から細胞Pを採取して、 $AABbCc$  胚の領域Tに移植した場合  $\boxed{60}$
- ① 眼に野生型の色素細胞が出現する。  
 ② 体幹部に野生型の色素細胞が出現する。  
 ③ 楕円形の無色透明な色素細胞である。  
 ④ 樹状の突起を持つ黒い色素細胞である。  
 ⑤ 樹状の突起を持つ無色透明な色素細胞である。  
 ⑥ 体幹部に色素細胞は出現しない。

Windom