

2011 年度

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～12	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	13～23	
生 物	24～38	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号 0025 番→

0	0	2	5
---	---	---	---

 と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。

例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことになる。

(例)

解答 番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことになる。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

平成 23 年度 一般入学試験問題正誤表 [理 科]

(化 学)

頁	行	問題	誤	正
19	上から 7 行目	問 4	反応 A～F で, 下線部 <u>の化合物</u> が酸化剤…	反応 A～F で, 下線部が酸化剤…

(生 物)

頁	行	問題	誤	正
31	下から 4 行目 以降	第 3 問 問 3	②双方 <u>の</u> 酵素活性が失われる。 ③一方 <u>の</u> 酵素活性が失われる。 ④ <u>一方</u> の酵素活性が <u>もう一方</u> よりも高くなる。 ⑤ <u>一方</u> の酵素活性が <u>もう一方</u> よりも低くなる。	②双方が酵素としての活性を失う。 ③一方が酵素としての活性を失う。 ④酵素 A の酵素活性が高くなる。 ⑤酵素 B の酵素活性が高くなる。
33	上から 2 行目	第 3 問 問 6	…, 血液型 A 型で正常である確率は…	…, 血液型 A 型であって, <u>かつ家系図に示されてい るように正常である確率は…</u>

生 物

第 1 問 問いに答えよ。

問 1 真核細胞の構造と機能に関する記述である。正しいものを、①～⑤のなかから 1 つ選べ。

- ① ミトコンドリアと葉緑体では、それぞれの内膜にある ATP 合成酵素が働いて ATP が合成される。
- ② 核内で転写された伝令 RNA (mRNA) は、細胞質に移動してスプライシングされる。
- ③ リボソームは、大小のサブユニットからなる RNA とタンパク質の複合体で、1 枚の膜で囲まれている。
- ④ リソソームは 1 枚の膜で構成され、内部がアルカリ性の環境で酸化還元酵素を多く含んでいる。
- ⑤ 分泌タンパク質は小胞体上のリボソームで合成され、小胞体、ゴルジ体を経由して細胞外に分泌される。

問 2 生物の進化に関する記述である。誤りのあるものを、①～⑤のなかから 1 つ選べ。

- ① 古生代の三葉虫や中生代のアンモナイトのように、地理的分布が広く、特定の地質年代の地層に含まれる化石を示準化石という。
- ② 三葉虫の這い跡や恐竜の足跡のように、生物が残した生活の跡が化石化したものを示相化石という。
- ③ 魚竜、イルカ、サメの外形がよく似ているのは、高速遊泳生活に適応して収れんした結果である。
- ④ ヒトの結膜半月ひだは痕跡器官で、鳥類の瞬膜に対応するものである。
- ⑤ ヒトの腕とコウモリの翼は相同器官で、働きは異なっているが骨の基本構造がよく似ている。

問 3 胎児は胎盤で母親の血液から酸素の供給を受けることができる。理由として最も適切なものを、①～⑤のなかから 1 つ選べ。 3

- ① 胎児のヘモグロ빈は母親のヘモグロ빈に比べて、低い酸素分圧下で酸素との結合力が弱い。
- ② 胎児のヘモグロ빈は母親のヘモグロ빈に比べて、高い酸素分圧下で酸素との結合力が弱い。
- ③ 胎児のヘモグロ빈は母親のヘモグロ빈に比べて、高い二酸化炭素分圧下で酸素との結合力が弱い。
- ④ 胎児のヘモグロ빈は母親のヘモグロ빈に比べて、低い酸素分圧下で酸素との結合力が強い。
- ⑤ 胎児のヘモグロ빈は母親のヘモグロ빈に比べて、高い酸素分圧下で酸素との結合力が強い。

問 4 遺伝子の操作に関する記述である。正しいものを、①～⑤のなかから 1 つ選べ。 4

- ① 制限酵素は DNA を特定の部位で切断するが、その部位は必ず遺伝子と遺伝子の間にある。
- ② DNA リガーゼはある種の細菌に特異的に存在する酵素で、2 つの DNA 断片をつなぎ合わせる。
- ③ PCR 法では、二本鎖 DNA を熱によって変性させなければならないので、熱に安定な DNA ポリメラーゼ (DNA 合成酵素) を利用する。
- ④ バクテリオファージは、植物細胞の遺伝子組換えのベクターとして広く利用される。
- ⑤ 寒天ゲルで DNA 断片を電気泳動すると、小さな断片は大きな断片より移動距離が短い。

問 5 水界の生物群集の特徴の記述である。誤りのあるものを、①～⑤のなかから
1つ選べ。

5

- ① 外洋は、貧栄養の状態で植物プランクトンが少なく、水の透明度が高い。
- ② サンゴ礁は、水がきれいで暖かい浅海に発達し、生産量が高く、多くの動物が生活していて種多様性が極めて高い。
- ③ 河川は、流れの穏やかな下流や河口域を除いて植物プランクトンは少なく、流入した有機物に依存する消費者の割合が高い。
- ④ 深海底は、硫化水素やメタンをエネルギー源として有機物を合成する化学合成細菌や光合成細菌が生産者で、有機物量は多い。
- ⑤ 潮間帯は、波によって運ばれてくる有機物やプランクトンを食べる固着動物のほかに懸濁物をろ過して食べる動物も多く、種多様性が高い。

第2問 文を読んで問いに答えよ。

脊椎動物の骨格筋の筋細胞(筋繊維)内には、多数の筋原繊維が束になって詰まっている。この筋原繊維は、両端をZ膜で仕切られたサルコメア(筋節)という収縮単位が多数連なった構造をしている。筋原繊維を電子顕微鏡で観察すると、暗帯(A帯)、明帯(I帯)と呼ばれる明暗の帯がみえ、それらは多数のフィラメントで構成されていることがわかる。

骨格筋の収縮は、運動神経によって収縮の指令がもたらされ、軸索末端からB) _____ が放出されることで始まる。その結果、筋細胞膜が興奮し、興奮が細胞内C) _____ 部に伝わる。この興奮によって、筋小胞体から Ca^{2+} が筋細胞内に放出され、これD) _____ が刺激になって、ミオシンとアクチンの結合・解離がATPを用いて繰り返され、筋肉は収縮する。やがて、 Ca^{2+} が筋小胞体内に取り込まれると筋肉は弛緩する。E)

問1 文中の下線部A)に関連する記述として適切なものを、①～⑤のなかから2つ選び、解答番号6の解答欄にマークせよ。

6

- ① 太いフィラメントは、サルコメアの中央部にある。
- ② 細いフィラメントの両端は、Z膜と結合している。
- ③ 暗帯にあるフィラメントは、太いフィラメントのみである。
- ④ 暗帯の中央には、細いフィラメントと太いフィラメントがある。
- ⑤ 暗帯とZ膜の間にあるフィラメントは、細いフィラメントのみである。

問2 骨格筋の収縮時に起こる変化として適切なものを、①～⑤のなかからすべて選び、解答番号7の解答欄にマークせよ。

7

- ① 明帯の幅が狭くなる。
- ② 暗帯の幅が狭くなる。
- ③ サルコメアが短縮する。
- ④ 細いフィラメントが短縮する。
- ⑤ 太いフィラメントが短縮する。

問 3 文中の下線部B)に入る物質は何か。最も適切なものを、①～⑤のなかから1つ選べ。 8

- ① ドーパミン ② セロトニン ③ ノルアドレナリン
④ アセチルコリン ⑤ グルタミン酸

問 4 文中の下線部C)に関連する記述として適切なものを、①～⑤のなかから2つ選び、解答番号9の解答欄にマークせよ。 9

- ① 電氣的興奮は、数秒のうちに筋細胞内に伝わる。
② 運動神経の軸索末端は、筋細胞とシナプスを形成する。
③ 筋細胞の神経伝達物質の受容体は、電気シグナルを化学シグナルに変換する。
④ 活動電位は普通、細胞膜の脱分極に応じて開くナトリウムチャネルによって伝わる。
⑤ 興奮していない筋細胞では、相対的に細胞外は細胞内に対して電氣的に負の状態である。

問 5 文中の下線部D)に関わる物質の特徴の記述として誤っているものを、①～⑤のなかから2つ選び、解答番号10の解答欄にマークせよ。 10

- ① ミオシン分子はATP分解酵素で、その頭部にはアクチンに結合する部位がある。
② 生きている細胞では、ATPは常時再合成されているので、枯渇することはない。
③ 哺乳類において、 Ca^{2+} は正電荷をもったイオン(陽イオン)として細胞外に最も多い。
④ 太いフィラメントの構成要素であるミオシンは、アクチンフィラメントに沿って動くモータータンパク質である。
⑤ ミオシンとアクチンの結合・解離の繰り返しに利用されるATPの化学エネルギーは、力学的エネルギーに100%変換される。

問 6 文中の下線部E)の Ca^{2+} の輸送の機構として最も適切なものを、①～④のなかから1つ選べ。 11

- ① Ca^{2+} が濃度勾配に従って、筋小胞体の膜を拡散する。
- ② 筋小胞体の膜にあるカルシウムポンプがATPを用いて能動輸送する。
- ③ 筋小胞体の膜にある神経伝達物質の受容体が、カルシウムチャネルとして機能して受動輸送する。
- ④ 筋小胞体の膜にあるカルシウムチャネルが、筋小胞体の膜の電位が変化することで開いて受動輸送する。

問 7 カエルの新鮮な骨格筋に処理を施し、a～cの筋標本を作製した。これらの標本に、 Ca^{2+} の存在下でATPを加えたとき、収縮する筋標本はどれか。最も適切なものを、①～⑦のなかから1つ選べ。 12

- a 筋細胞に特別な処理をしていない筋標本
- b 筋細胞の細胞膜だけを除去した筋標本
- c 冷やした50%グリセリンに長時間浸し、膜構造が消失している筋標本(グリセリン筋)

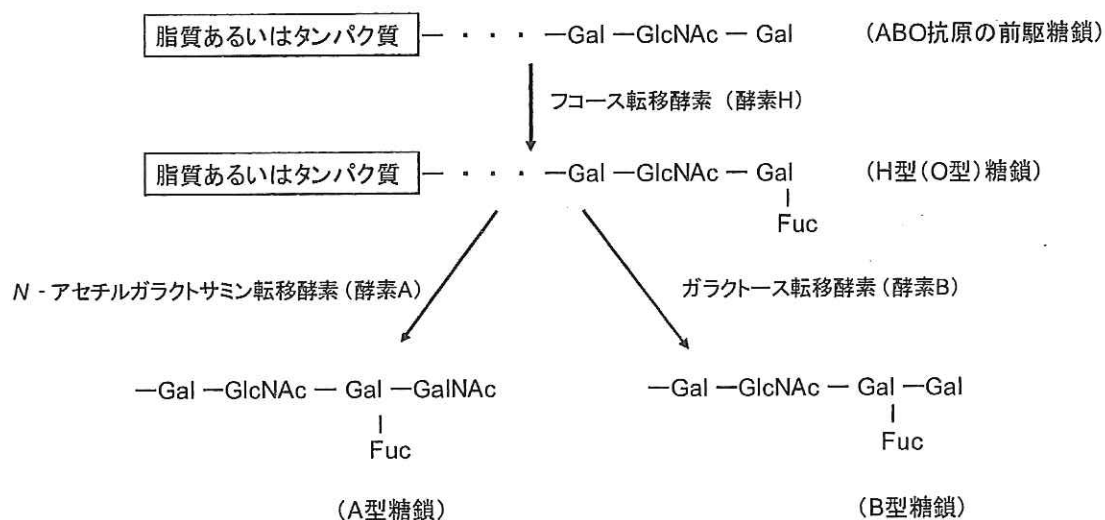
- | | | |
|---------|-------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ |
| ④ aとb | ⑤ aとc | ⑥ bとc |
| ⑦ aとbとc | | |

第3問 文を読んで問いに答えよ。

真核細胞の細胞表面には、細胞膜を構成する脂質や膜タンパク質に結合している糖鎖がある。ヒトの赤血球の表面にもこのような糖鎖があるが、そのなかに個人によって異なるものがある。ABO 式血液型もこの違いにより生じる。ABO 式血液型に関連する糖鎖抗原は3種類あり、 I^A 、 I^B 、 I^O の3つの対立遺伝子によって決定される。ABO 式血液型に関連する糖鎖抗原の構造と代謝の過程を図1に示す。

A 型糖鎖と B 型糖鎖は、H 型(O 型)糖鎖にそれぞれ特定の単糖が付加されたもので、 I^A 、 I^B は、単糖を付加する酵素 A、酵素 B を指令する。それらの酵素は共にアミノ酸 354 個から成るが、そのうち、4 つのアミノ酸が異なっている。

H 型(O 型)糖鎖は、その前駆体にフコースが付加されたもので、フコースを付加する酵素 H は ABO 式血液型遺伝子とは別の対立遺伝子 H 、 h によって決定される。 h をホモにもつと H 型糖鎖ができず、そのため I^A 、 I^B があっても A 型糖鎖や B 型糖鎖はつくられず、O 型を表現することになる。この血液型をボンベイ型とよび、H 型糖鎖に対する抗体を生産する。



Gal:ガラクトース、GlcNAc:N - アセチルグルコサミン、Fuc:フコース、GalNAc:N - アセチルガラクトサミン

図1 ABO 式血液型に関連する糖鎖抗原の構造と代謝

問 1 誤りの記述を、①～⑥のなかから 2 つ選び、解答番号 13 の解答欄にマークせよ。 13

- ① O 型の赤血球は、ボンベイ型の血清で凝集する。
- ② ボンベイ型の赤血球は、O 型の血清で凝集する。
- ③ A 型、B 型、AB 型の赤血球は、O 型の血清で凝集する。
- ④ A 型、B 型、AB 型の赤血球表面にも H 型糖鎖がある。
- ⑤ O 型の赤血球は、A 型、B 型、AB 型の血清で凝集しない。
- ⑥ A 型、B 型、AB 型の赤血球は、ボンベイ型の血清で凝集しない。

問 2 文中の下線部は I^A と I^B との塩基配列の間にある 4 ヶ所の塩基の違いに起因している。そのうちの 1 つは、それぞれの転写された mRNA の翻訳開始コドンの最初の塩基を 1 番とすると、796 番目の塩基が違っている。この変異によって、翻訳開始コドンが指定するアミノ酸から数えて何番目のアミノ酸が変化したか。適切な数を、①～⑩のなかから 1 つずつ選べ。なお、必要であれば同じ番号を複数回使用せよ。

百の位	14	十の位	15	一の位	16
① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5	
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⑩ 0	

問 3 文中の下線部は、酵素の働きにどのような影響をおよぼしたと考えられるか。最も適切なものを、①～⑤のなかから 1 つ選べ。 17

- ① 異なる基質特異性を示す。
- ② 双方の酵素活性が失われる。
- ③ 一方の酵素活性が失われる。
- ④ 一方の酵素活性がもう一方よりも高くなる。
- ⑤ 一方の酵素活性がもう一方よりも低くなる。

問 4 I^O は, I^A の転写された mRNA の翻訳開始コドンの最初の塩基を 1 番とすると 261 番目の G 塩基が欠失している。この I^O の変異は, 遺伝子産物や酵素の働きにどのような影響をおよぼしたと考えられるか。適切なものを, ①～⑤のなかから 2 つ選び, 解答番号 18 の解答欄にマークせよ。

18

- ① 酵素量が増加する。
- ② 酵素活性が失われる。
- ③ 基質特異性が変化する。
- ④ 1 つのアミノ酸が変化する。
- ⑤ 分子量が変化する。

問 5 図 2 は, 爪膝蓋骨症候群*の家系図である。爪膝蓋骨症候群の遺伝子座は ABO 式血液型の遺伝子座と連鎖している。家系図からどのようなことが読み取れるか。適切なものを, ①～⑤のなかから 3 つ選び, 解答番号 19 の解答欄にマークせよ。*: 異常な爪の発達と膝蓋骨の不発達あるいは欠失をともなう疾患

19

- ① 爪膝蓋骨症候群は劣性の形質である。
- ② 爪膝蓋骨症候群は優性の形質である。
- ③ 世代Ⅲの矢印の男性は組換え型である可能性が高い。
- ④ 世代Ⅰの男性は爪膝蓋骨症候群の発端者であるので, 爪膝蓋骨症候群遺伝子のホモ接合体である。
- ⑤ 世代Ⅱの男性は, 一方の染色体に I^A と爪膝蓋骨症候群遺伝子をもっている。

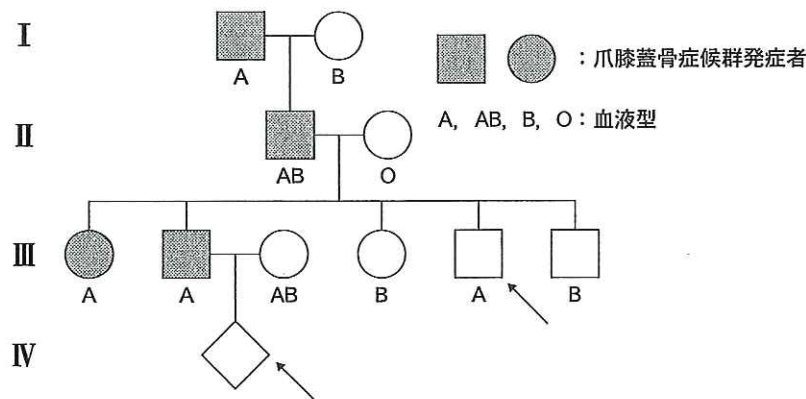


図 2 爪膝蓋骨症候群の家系図

問 6 爪膝蓋骨症候群の遺伝子座と ABO 式血液型の遺伝子座の距離は、組換え価 10 % である。図 2 の世代Ⅳの矢印の人が、血液型 A 型で正常である確率は何 % か。適切な数を、①～⑩のなかから 1 つずつ選べ。ただし、性別は問わない。なお、必要であれば同じ番号を複数回使用せよ。

十の位 一の位

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

問 7 ある集団の ABO 式血液型の遺伝子 I^A , I^B , I^O の頻度は、0.2, 0.3, 0.5 である。この集団において、A 型と AB 型のそれぞれの血液型が占める割合は何 % か。適切な数を、①～⑩のなかから 1 つずつ選べ。ただし、この集団はハーディ・ワインベルグの法則に従うものとする。なお、必要であれば同じ番号を複数回使用せよ。

A 型：十の位 一の位

AB 型：十の位 一の位

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

第4問 文I, IIを読んで問いに答えよ。

<文I>

線虫では、受精卵から成虫になる発生の過程で、細胞がどのように分裂し、どのような組織の細胞に分化するかという細胞系譜が完全に解明されている。また、発生の過程であらかじめ死ぬことが決まっている細胞も解明されている(図1)。線虫を用いた次の3つの実験から、細胞間のシグナル伝達と細胞質含有物質の不均等な分配により、細胞が分化することが明らかにされた。

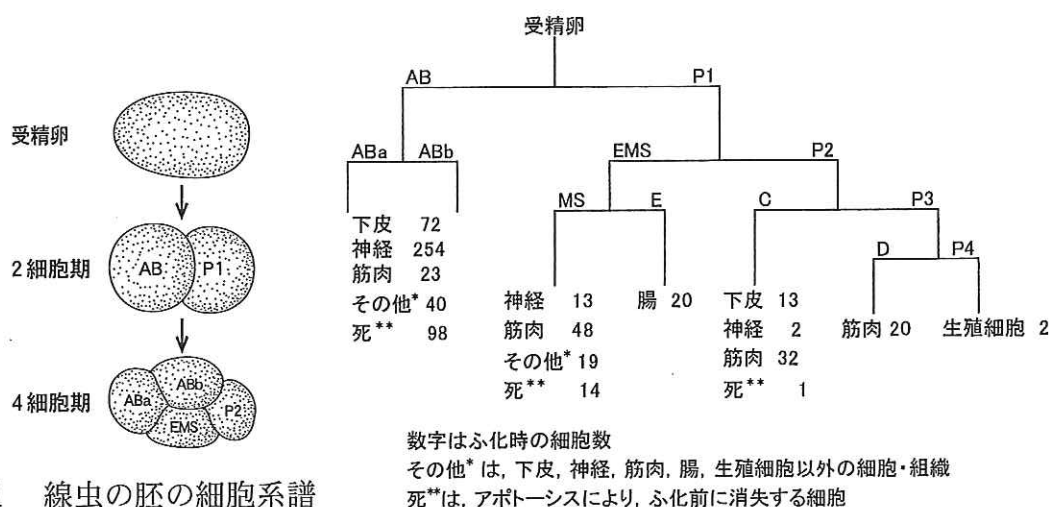


図1 線虫の胚の細胞系譜

左図：側面からみた受精卵，2細胞期胚，4細胞期胚

右図：細胞の呼称と発生運命を示す系譜

細胞間のコミュニケーションの機構を調べるために実験1, 2を行った。

—実験1—

第一卵割直後の2細胞期胚から細胞を分離して、それらを単独で培養した。

AB細胞は神経と下皮だけをつくった。一方、P1細胞は、正常の発生過程でP1細胞から生じるすべての細胞と組織をつくった(図1)。

—実験2—

シクロヘキシミド(翻訳を阻害する作用をもつ)またはアクチノマイシンD(転写を阻害する作用をもつ)を含む培地で、第一卵割直後から第二卵割直前まで培養した。この2細胞期胚から細胞を分離して、それらを洗浄し薬剤を除去した後、薬剤を含まない培地で単独で培養した。

シクロヘキシミドを含む培地で培養した胚から分離したAB細胞は、神経と下皮だけをつくった。一方、アクチノマイシンDを含む培地で培養した胚から分離し

た AB 細胞は、正常の発生過程で AB 細胞から生じるすべての細胞と組織をつくった(図 1)。

線虫では、図 1 の細胞系譜から腸は E 細胞だけに由来していることがわかる。

A) この腸の特異化^{注)}は、卵割によって細胞質の特定の物質が偏って分配される結果と考えられている。この機構を調べるために実験 3 を行った。

—実験 3—

4 細胞期胚が次の卵割を開始するまでに、ほぼ 15 分を要した。この間に、種々の時間で 4 細胞期胚から細胞を分離し、直ちに単独または再結合して培養し、腸が分化するかどうかを調べた。実験の概要と結果を図 2 に示す。

注)：未分化の細胞が腸になる発生経路を進むように方向づけられる。

問 1 実験 1 のどのような結果から、細胞間のコミュニケーションが細胞の運命を決定することがわかるか。最も適切なものを、①～④のなかから 1 つ選べ。

26

- ① 分離された AB 細胞の分化が、正常の発生における AB 細胞と異なる。
- ② 分離された P1 細胞の分化が、正常の発生における P1 細胞と見分けがつかない。
- ③ 2 細胞期に分離されたそれぞれの細胞が分裂して分化することができる。
- ④ 2 細胞期に分離されたそれぞれの細胞が神経と筋肉をつくることができる。

問 2 実験 1 と実験 2 の結果から考察できる細胞間のコミュニケーションのシグナル伝達の機構として最も適切なものを、①～④のなかから 1 つ選べ。

27

- ① P1 細胞が自身の核の遺伝子を発現してタンパク質をつくり、これが AB 細胞へのシグナルとなる。
- ② AB 細胞の細胞質には卵形成の際につくられたタンパク質があって、これが P1 細胞へのシグナルとなる。
- ③ P1 細胞の細胞質には 2 細胞期になる前から存在する mRNA があって、この mRNA から翻訳されたタンパク質が AB 細胞へのシグナルとなる。
- ④ AB 細胞の細胞質には 2 細胞期になる前から存在する mRNA があって、この mRNA から翻訳されたタンパク質が ABa 細胞と ABb 細胞へのシグナルとなる。

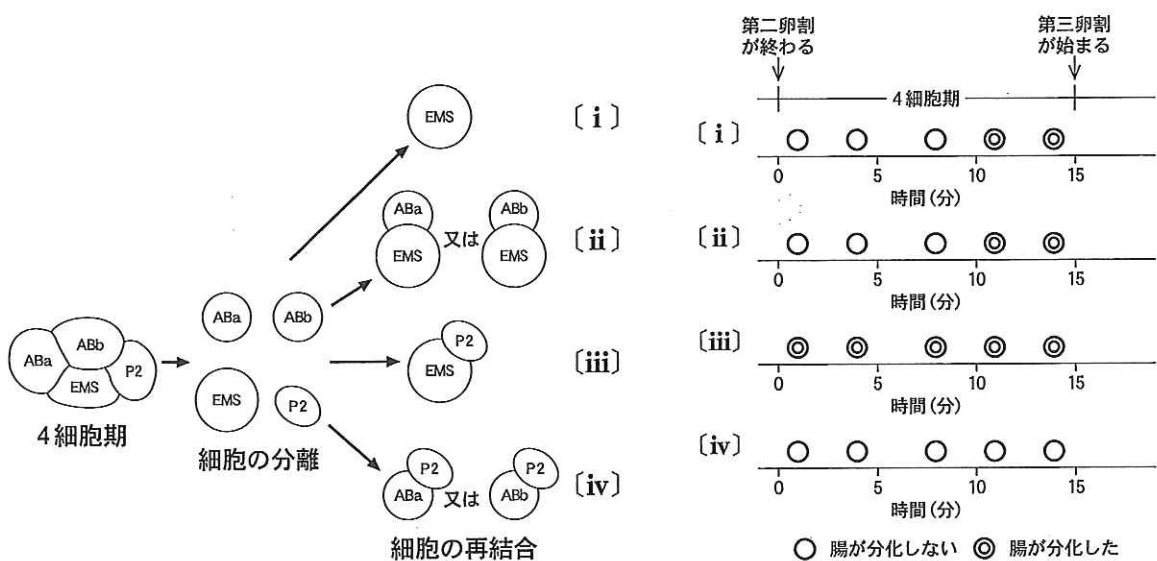


図2 実験3の概要(左図)と結果(右図)

左図：〔i〕～〔iv〕は培養した組合せ。

右図：〔i〕～〔iv〕の処理を行った時間(分)とその運命。

問3 実験3の結果から考察できる腸の特異化と4細胞期胚の細胞間のコミュニケーションの関係について最も適切なものを、①～④のなかから1つ選べ。

28

- ① 腸の特異化には、細胞間のコミュニケーションは必要ない。
- ② 腸の特異化には、P2細胞とEMS細胞間のコミュニケーションが必要である。
- ③ 腸の特異化には、P2細胞とABa細胞間あるいはP2細胞とABb細胞間のコミュニケーションが必要である。
- ④ 腸の特異化には、ABa細胞とEMS細胞間あるいはABb細胞とEMS細胞間のコミュニケーションが必要である。

問4 腸の分化のために必要な物質を受精卵が細胞質に含有していると仮定した場合、この物質は卵割で、受精卵→ア→イ→ウの順に受け継がれていく(図1参照)。ア～ウに入る語として最も適切なものを、①～⑩のなかから1つずつ選べ。

ア 29 イ 30 ウ 31

- | | | | |
|--------|---------|---------|--------|
| ① AB細胞 | ② ABa細胞 | ③ ABb細胞 | ④ P1細胞 |
| ⑤ P2細胞 | ⑥ EMS細胞 | ⑦ E細胞 | ⑧ MS細胞 |
| ⑨ P3細胞 | ⑩ C細胞 | | |

問 5 図 1 において、文中の下線部 A) のように、単一の割球に由来が限定される腸以外の細胞あるいは組織はどれか。最も適切なものを、①～④のなかから 1 つ選べ。 32

- ① 筋肉 ② 神経 ③ 下皮 ④ 生殖細胞

<文Ⅱ>

線虫では、アポトーシスの異常による細胞死異常変異体がみついている。

アポトーシスは、細胞が自身の死のプログラムを活性化して自殺する細胞死で、
B) プログラム細胞死ともいう。アポトーシスを行うのは、カスパーゼと呼ばれるタンパク質分解酵素で、アポトーシスを誘導するシグナルで活性化したカスパーゼが、細胞内の主要なタンパク質を分解する。アポトーシスのプログラムは、いったん活性化すると後戻りがきかなくなる。そのためアポトーシスの制御は、カスパーゼや
C) その活性化を調節する細胞内タンパク質によって厳重に行われている。

問 6 文中の下線部 B) が関与しない現象として適切なものを、①～⑤のなかから 2 つ選び、解答番号 33 の解答欄にマークせよ。 33

- ① ヒトの発生中に手足の指が、5 本に形づくられる。
② 脳血管の血流障害により、ヒトの脳組織が軟化する。
③ オタマジャクシからカエルに変態する際に尾が退縮する。
④ 火傷した部位の皮膚が、赤くなり熱をもってひりひりと痛い。
⑤ 古くなって働きの衰えたヒトの腸上皮細胞が除かれ、働きが活発な新しい細胞と入れ替わる。

問 7 表 1 は、文中の下線部 C) の機能が失われた線虫の細胞死異常変異体の遺伝子型と表現型である。*ced-3⁻*、*ced-4⁻*、*ced-9⁻* のそれぞれの対立遺伝子の野生型遺伝子が指令するタンパク質の働きとして、表 1 から考察できるものはどれか。適切なものを、①～⑤のなかから 2 つ選び、解答番号 34 の解答欄にマークせよ。ただし、野生型遺伝子が指令するタンパク質のそれぞれを CED-3、CED-4、CED-9 とする。 34

- ① CED-3 と CED-4 はアポトーシスのプログラムを進行させる。
- ② CED-9 はアポトーシスのプログラムを進行させる。
- ③ CED-4 は、CED-3、CED-9 よりも下流(アポトーシスのプログラムの後の段階)で働いてアポトーシスを制御している。
- ④ CED-3 と CED-4 は、CED-9 よりも上流(アポトーシスのプログラムの前の段階)で働いてアポトーシスを制御している。
- ⑤ CED-9 は、CED-3 と CED-4 よりも上流(アポトーシスのプログラムの前の段階)で働いてアポトーシスを制御している。

表 1 線虫の細胞死異常変異体の遺伝子型と表現型

遺 伝 子 型	表 現 型
<i>ced-9⁻/ced-9⁻</i>	過剰な細胞死が生じて、生存すべき細胞も死ぬ
<i>ced-3⁻/ced-3⁻</i>	予定された細胞死が起こらず、死ぬべき細胞がすべて生存する
<i>ced-4⁻/ced-4⁻</i>	
<i>ced-3⁻ced-9⁻/ced-3⁻ced-9⁻</i>	
<i>ced-4⁻ced-9⁻/ced-4⁻ced-9⁻</i>	

- i) *ced-9⁻*、*ced-3⁻*、*ced-4⁻*：機能欠失型変異遺伝子
- ii) 野生型は、それぞれの機能欠失型変異遺伝子の対立遺伝子である野生型遺伝子をホモかヘテロにもつ