

平成 30 年度  
一般入学試験問題  
理科 (90分)

出題科目	ページ	選択方法
物 理	4～21	左の3科目のうちから出願時に選択した2科目を解答してください。 科目の変更はできません。 解答時間の配分は自由です。
化 学	22～41	
生 物	42～72	

I 注意事項

- 1 問題冊子は、試験開始の指示があるまで開かないでください。
- 2 この問題冊子は72ページあります。
- 3 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに監督者に申し出てください。
- 4 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入・マークしてください。
- 5 この問題冊子の余白等は適宜利用してもかまいません。
- 6 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて申し出てください。
- 7 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしてください。
- 8 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

### 解答上の注意

1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10
----

 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨ ⑩

2 解答用紙に正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の受験番号欄・選択科目欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。

# 生 物

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。[解答番号 1 ～  
5 ]

多くの動物は、神経系による情報処理を行い、外界に対して適切に応答している。たとえば哺乳類の場合、末梢神経系と中枢神経系が分化し、大脳が発達している。図1はヒトの大脳の左半球の表面を示している。

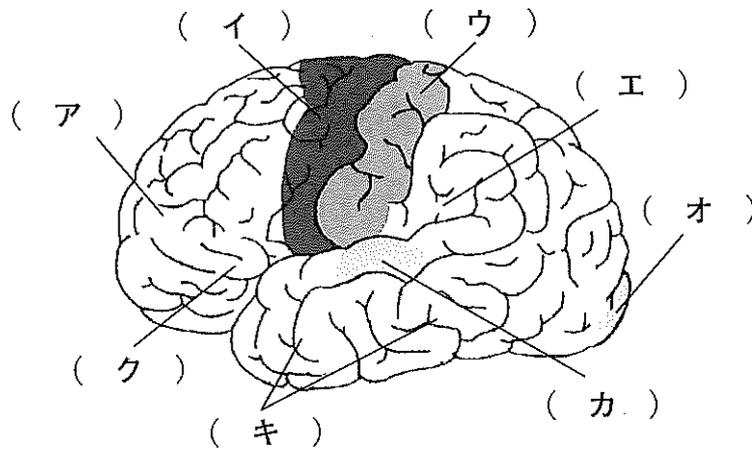


図1

特定の物質に誘引される行動や特定の物質を忌避する行動も、神経系の情報処理の結果と考えられる。2015年に、体長1mm程度の線虫を利用してガンを早期発見する方法が発表されて話題となった。この線虫は、約1000個の細胞しかもたないが、神経系をもち、誘引行動や忌避行動を示す。その際、誘引行動を引き起こす物質(誘引物質)と忌避行動を引き起こす物質(忌避物質)は、異なる細胞によって受容されることが知られている。

以下に、この研究の概略を紹介する。シャーレの寒天培地の一方の側(図2の+)に調べたい液体を、他方の側(図2の・)に、近くまで接近した線虫に対してある作用を示す物質を含む溶液を滴下し、多数の線虫を中央(図2のStartの○)に置く。そして、30分後に[N+]の領域にいる個体を誘引された個体、[N-]の領域にいる個体を忌避した個体とみなし、化学走性インデックス(CI)を

$$CI = ([N+]の個体数 - [N-]の個体数) \div ([N+]の個体数 + [N-]の個体数)$$

の式で求める。図3は正常組織とガン組織の培養液についての結果である。

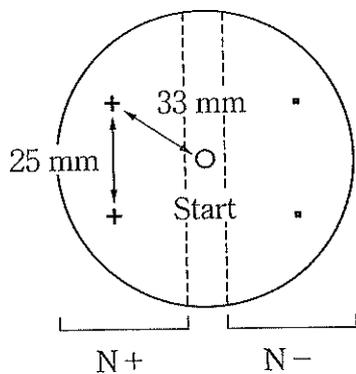


図2

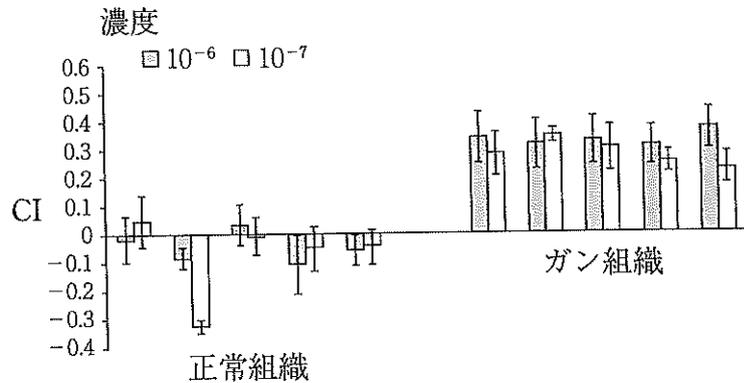


図3

問1 下線部(1)に関して、ヒトの末梢神経系について述べた文として最も適切なものを、次の①～⑧から2つ選べ。

- ① 運動神経は筋肉に指令を伝え、末端からはアセチルコリンを分泌する。
- ② 運動神経は筋肉に指令を伝え、末端からはノルアドレナリンを分泌する。
- ③ 皮膚に分布する感覚神経は受容器の近くに細胞体があり、長い軸索を脊髄に伸ばしている。
- ④ 皮膚に分布する感覚神経には細胞体がなく、長い軸索だけでできている。
- ⑤ 心臓に分布する副交感神経は延髄から発し、末端からノルアドレナリンを分泌する。
- ⑥ 心臓に分布する交感神経は延髄から発し、末端からノルアドレナリンを分泌する。
- ⑦ 立毛筋に分布する自律神経は、交感神経だけである。
- ⑧ 肝臓に分布する自律神経は、副交感神経だけである。

問2 図1に関して、(ア)～(ク)の領域は、それぞれ担うはたらきが異なっている。皮膚感覚の中枢(感覚野)と記憶を担う中枢の位置の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 2

	皮膚感覚の中枢(感覚野)	記憶を担う中枢
①	(ア)	(オ)
②	(ア)	(カ)
③	(イ)	(カ)
④	(イ)	(キ)
⑤	(ウ)	(キ)
⑥	(ウ)	(ク)
⑦	(エ)	(ク)
⑧	(エ)	(オ)

問3 下線部(2)の操作は研究において重要な意味をもっている。このことについて述べた次の文章の空欄（ケ）～（サ）に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 3

慣れが生じて（ケ）移動すると、CIが正確に求まらないので、（コ）を用いた。調べたい液体を滴下する側には（コ）を加えないのは、研究の目的に照らしてCIの値が過大評価にならないよう（サ）ためである。

	ケ	コ	サ
①	誘引物質に近づかなくなり、線虫が[N-]側に	運動を麻痺させる物質	偶然接近しただけの線虫の移動を止めない
②	誘引物質に近づかなくなり、線虫が[N-]側に	運動を麻痺させる物質	誘引されて近づいた線虫の移動を止めない
③	誘引物質に近づかなくなり、線虫が[N-]側に	運動を活発にする物質	偶然接近しただけの線虫を移動させない
④	誘引物質に近づかなくなり、線虫が[N-]側に	運動を活発にする物質	誘引されて近づいた線虫を移動させる
⑤	忌避物質を避けなくなり、線虫が[N+]側に	運動を麻痺させる物質	偶然接近しただけの線虫の移動を止めない
⑥	忌避物質を避けなくなり、線虫が[N+]側に	運動を麻痺させる物質	誘引されて近づいた線虫の移動を止めない
⑦	忌避物質を避けなくなり、線虫が[N+]側に	運動を活発にする物質	偶然接近しただけの線虫を移動させない
⑧	忌避物質を避けなくなり、線虫が[N+]側に	運動を活発にする物質	誘引されて近づいた線虫を移動させる

問4 下線部(3)について述べた次のシ～セの文と、図3について述べた次のソ～チの文のうち、正しいものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨から1つ選べ。 

4
---

シ 誘引されている場合 CI の値は1または-1に近くなり、忌避している場合は0に近くなる。

ス 誘引されている場合 CI の値は正になり、忌避している場合は負になる。

セ 誘引されている場合 CI の値は負になり、忌避している場合は正になる。

ソ 図3の結果から、正常組織の細胞には忌避物質だけが含まれ、ガン組織の細胞には誘引物質だけが含まれると推論できる。

タ 図3の結果から、培養液に含まれる忌避物質と誘引物質に対する線虫の応答は、濃度によって影響を受けないと推論できる。

チ 図3の結果から、ガン組織の細胞は線虫を誘引する作用をもつ物質を分泌していると推論できる。

- ① シ・ソ    ② シ・タ    ③ シ・チ    ④ ス・ソ    ⑤ ス・タ  
⑥ ス・チ    ⑦ セ・ソ    ⑧ セ・タ    ⑨ セ・チ

問5 研究を行ったグループは、さらに、線虫の突然変異体を利用して、正常組織とガン組織の培養液に対するCIを求める実験を行い、図4の結果を得ている。どのような変異体を用いたと考えられるか。また、この結果から、どのようなことが推論できるか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。

5

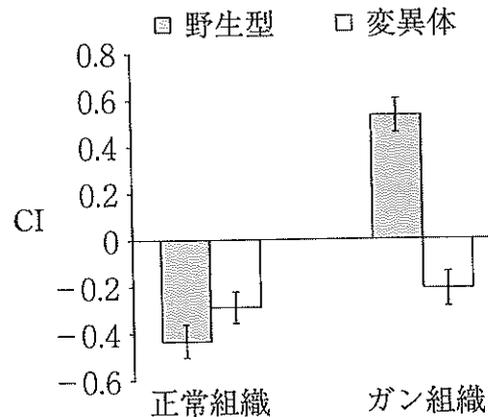


図4

- ① 誘引物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には誘引物質だけ含まれることがわかる。
- ② 誘引物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には忌避物質だけ含まれることがわかる。
- ③ 誘引物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には誘引物質と忌避物質の両方が含まれることがわかる。
- ④ 忌避物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には誘引物質だけ含まれることがわかる。
- ⑤ 忌避物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には忌避物質だけ含まれることがわかる。
- ⑥ 忌避物質に応答する上で必須の遺伝子のはたらきを欠いた変異体を用いた。この結果から、ガン組織の培養液には誘引物質と忌避物質の両方が含まれることがわかる。

第2問 次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。[解答番号 6 ～

11 ]

生物は生体防御のしくみをもつ。第一は、(ア)などにより体内に異物が侵入するのを防ぐしくみだが、侵入された場合は、さまざまなメカニズムがはたらいて異物を排除する。ヒトの場合、まず自然免疫がはたらく。自然免疫を担う(イ)や(ウ)といった細胞は、異物を細胞内に取り込んで分解する。(イ)は、獲得免疫を担う(エ)に対して抗原提示を行い、自然免疫と獲得免疫をつなぐ役割も果たしている。(エ)には、T細胞とB細胞があり、それぞれ抗原受容体をもっている。

獲得免疫のうち、抗体が主役となるのが体液性免疫である。抗体の実体は、免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質で、(オ)本の(カ)鎖と(キ)本の(ク)鎖からなり、(カ)鎖と(ク)鎖の間と(ク)鎖と(ク)鎖の間がS-S結合によって結合している。抗体は、抗原を認識したB細胞から分化した抗体産生細胞によって合成・分泌される。また、一度侵入を受けた異物に対しては免疫記憶が成立する。

一般に、抗原と抗体はどちらも複数の結合部位をもつので、抗原抗体反応により、多数の抗原と抗体が結合して大きな複合体となることがある。これを利用して、抗原抗体反応を調べる方法がある。この方法では、スライドガラス上にうすい寒天ゲル層を作り、それに小さな孔をあけて、隣接する孔に抗原および抗体を含む血清を入れる。すると、抗原と抗体はゲル内を拡散するが、両者が最適な濃度比となったところで複合体が凝集した沈降線が形成される。(図1)

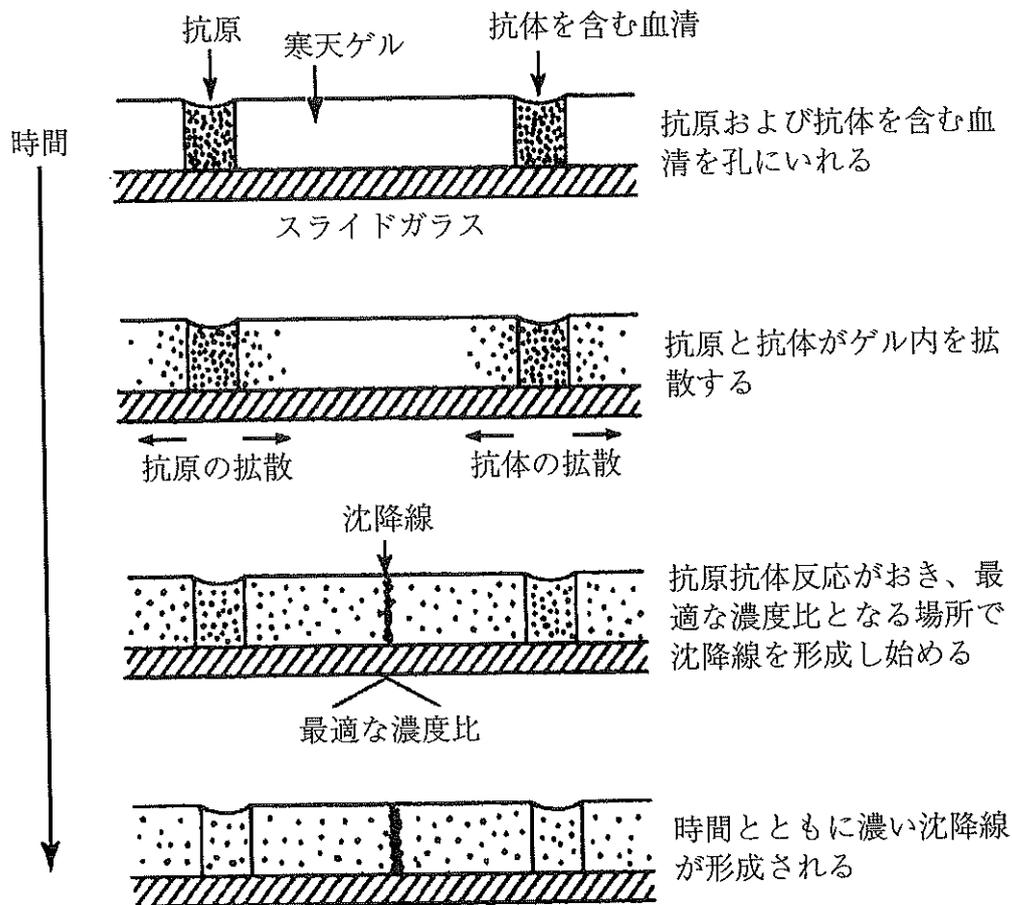


図 1

問 1 空欄 ( ア ) ~ ( エ ) に入る語句の組合せとして最も適当なものを、

次の①~⑧から1つ選べ。 6

	ア	イ	ウ	エ
①	おおい膜	好中球	樹状細胞	リンパ球
②	おおい膜	好中球	樹状細胞	マクロファージ
③	おおい膜	樹状細胞	好中球	リンパ球
④	おおい膜	樹状細胞	好中球	マクロファージ
⑤	粘膜	好中球	樹状細胞	リンパ球
⑥	粘膜	好中球	樹状細胞	マクロファージ
⑦	粘膜	樹状細胞	好中球	リンパ球
⑧	粘膜	樹状細胞	好中球	マクロファージ

問2 空欄（オ）～（ク）に入る数字と記号の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 7

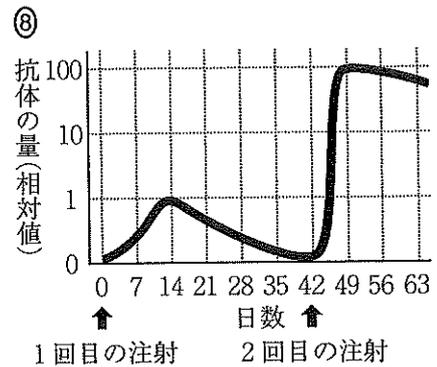
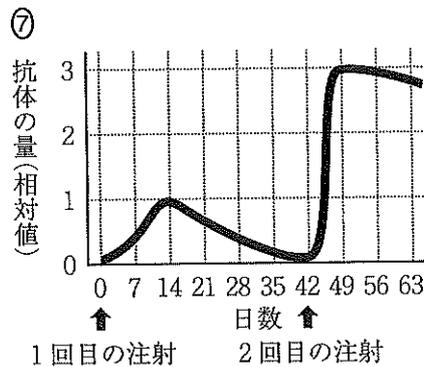
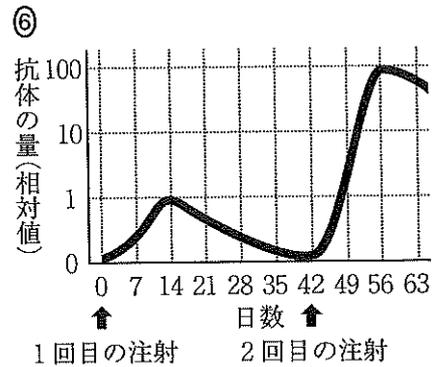
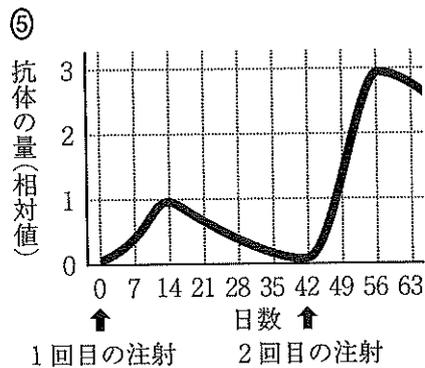
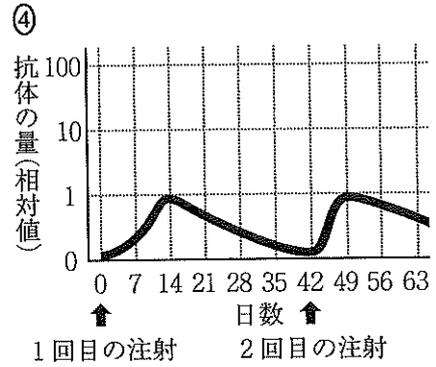
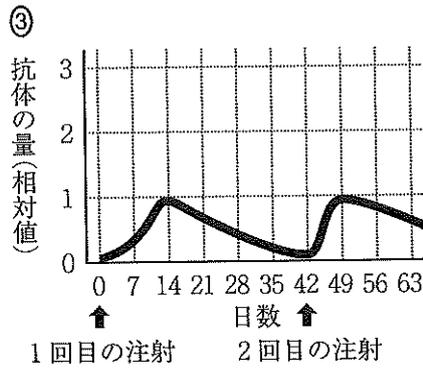
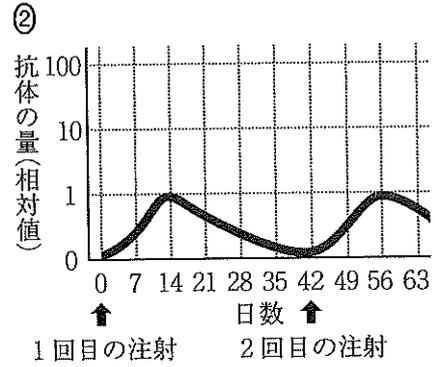
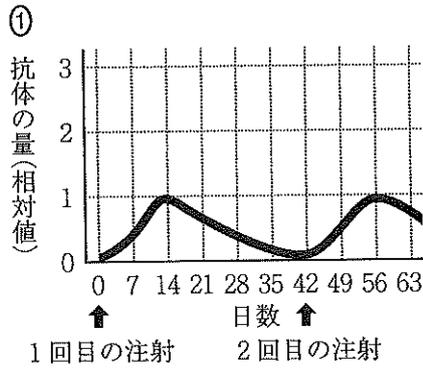
	オ	カ	キ	ク
①	2	H	2	L
②	2	H	4	L
③	2	L	2	H
④	2	L	4	H
⑤	4	H	2	L
⑥	4	H	4	L
⑦	4	L	2	H
⑧	4	L	4	H

問3 下線部(1)に関して、抗体産生細胞の分化と抗体産生について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 

8
---

- ① 抗原受容体で抗原と結合したB細胞は、キラーT細胞からの活性化シグナルを受け取ると、遺伝子の再編成を行い、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ② 抗原受容体で抗原と結合したB細胞は、ヘルパーT細胞からの活性化シグナルを受け取ると、遺伝子の再編成を行い、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ③ 抗原受容体で抗原と結合したB細胞は、キラーT細胞から抗原の構造に関する情報を受け取ると、遺伝子の再編成を行い、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ④ 抗原受容体で抗原と結合したB細胞は、ヘルパーT細胞から抗原の構造に関する情報を受け取ると、遺伝子の再編成を行い、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ⑤ 遺伝子の再編成を行って成熟したB細胞は、抗原受容体で抗原と結合し、キラーT細胞からの活性化シグナルを受け取ると、増殖して、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ⑥ 遺伝子の再編成を行って成熟したB細胞は、抗原受容体で抗原と結合し、ヘルパーT細胞からの活性化シグナルを受け取ると、増殖して、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ⑦ 遺伝子の再編成を行って成熟したB細胞は、抗原受容体で抗原と結合し、キラーT細胞から抗原の構造に関する情報を受け取ると、増殖して、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。
- ⑧ 遺伝子の再編成を行って成熟したB細胞は、抗原受容体で抗原と結合し、ヘルパーT細胞から抗原の構造に関する情報を受け取ると、増殖して、抗原に適合する抗体をつくる抗体産生細胞へと分化する。

問4 下線部(2)に関して、同じ抗原を2度、期間をあけて注射した場合に血液中にみられる抗体の濃度の変化を示すグラフとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 9



問5 下線部(3)に関連して、抗原結合部位を2つもつ抗体Xは分子量が15万、抗体Xが結合する抗原の分子量が5万、抗原の抗体結合部位が一般的なものと異なり1カ所のみであるとする、0.60 mgの抗体Xが結合できる抗原の最大量は何 mg か。その値として最も適当なものを、次の①～⑩から1つ選べ。

- ① 0.1      ② 0.2      ③ 0.3      ④ 0.4      ⑤ 0.5  
⑥ 1.0      ⑦ 2.0      ⑧ 3.0      ⑨ 4.0      ⑩ 5.0

問6 下線部(4)に関して、図2は、この方法を用いて観察される沈降線をゲルの上方から見たパターンを示したものである。(あ)は、ある濃度の抗原Aと抗A抗体(抗原Aに対する抗体)を孔に入れ、十分な時間を経過させた場合に形成される沈降線を示している。十分な時間を経過させた場合、(い)では(あ)よりもかなり濃い沈降線が見られ、(う)・(え)も(あ)よりは濃い沈降線が見られた。(い)~(え)のパターンはどのような条件で得られたと考えられるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①~⑧から1つ選べ。 11

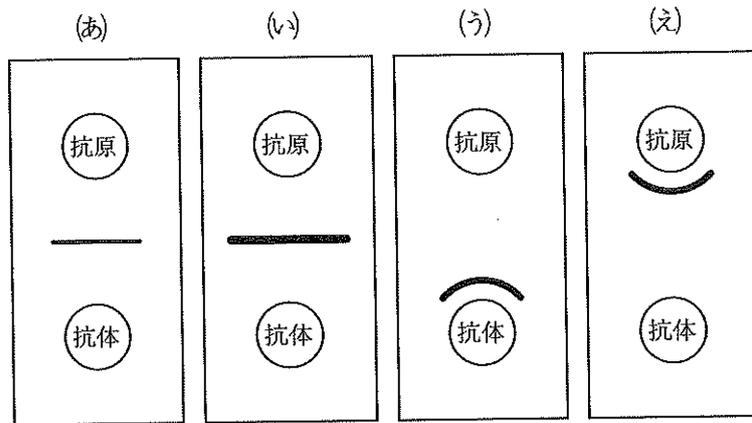


図2

- ケ (あ)の2倍の濃度
- コ (あ)と同じ濃度
- サ (あ)の半分の濃度

	(い)		(う)		(え)	
	抗原	抗体	抗原	抗体	抗原	抗体
①	ケ	ケ	ケ	コ	コ	ケ
②	ケ	ケ	コ	ケ	ケ	コ
③	ケ	ケ	コ	サ	サ	コ
④	ケ	ケ	サ	コ	コ	サ
⑤	サ	サ	ケ	コ	コ	ケ
⑥	サ	サ	コ	ケ	ケ	コ
⑦	サ	サ	コ	サ	サ	コ
⑧	サ	サ	サ	コ	コ	サ

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～3）に答えよ。[解答番号 12 ～

16 ]

ホヤの成体は脊索をもたず固着生活を行うが、発生過程で脊索をもつ点が共通しているため、脊椎動物に近いと考えられている。このように、生物が共通性をもつのは進化の結果だと考えられている。図1に、ホヤを含む分類群や脊椎動物とそれに近い系統を描いた系統樹を示す。

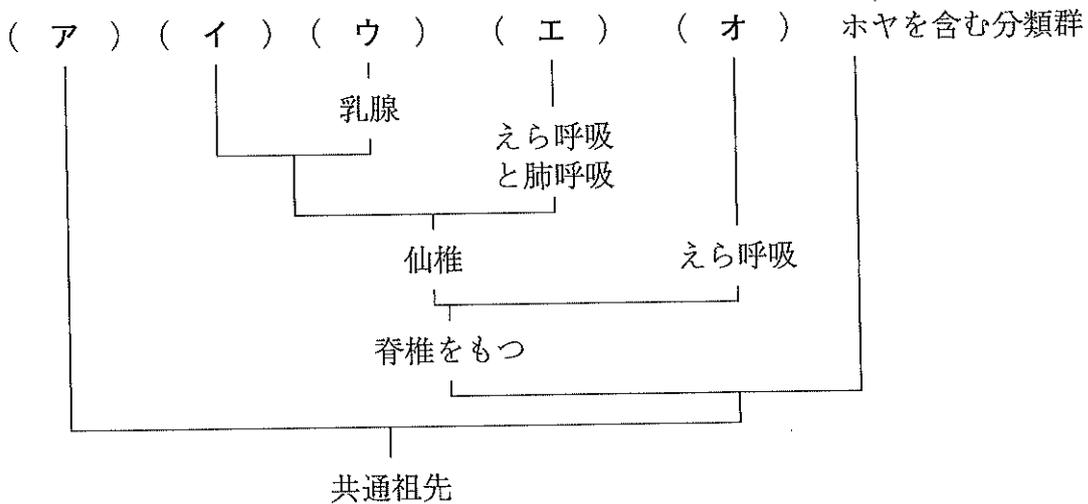


図1

2細胞期あるいは4細胞期のウニ胚の割球を分離して発生させると、それぞれの割球から小さいが完全な幼生が生じるのに対して、ある種のホヤ（以下、ホヤ）の場合、不完全な幼生にしかならない。これは、受精卵の段階で細胞質中の物質の分布に偏りがあり、その有無が発生における分化に影響するためだと考えられる。

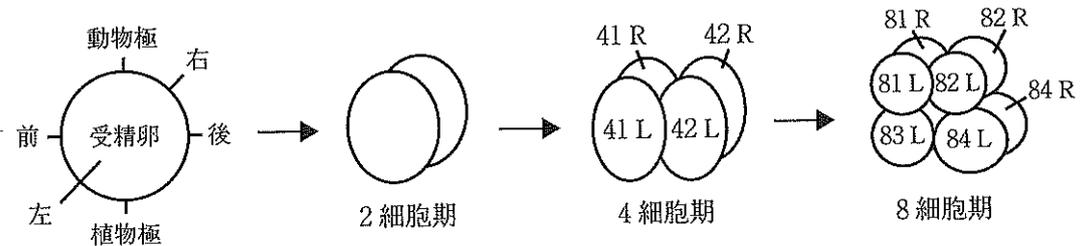


図2

図中の数字は割球の違いを示し、Lは左側、Rは右側を示す。なお、83 Rは他の割球の陰になっているため記号を示していないが、83 Lの奥に位置している。

ホヤの発生に影響する卵細胞質中の物質（以下、因子）は、図2に示す卵割の過程で、特定の細胞に分配される。そして発生が進行すると、胚のその細胞に由来する領域から特定の組織が形成される。ホヤの発生に影響する因子について調べるために、以下の実験を行った。

【実験1】 割球を2細胞期に分離し、それぞれを発生させるといずれも表皮と筋肉を含む胚となった。

【実験2】 4細胞期において、前側の2割球を焼き殺すと、表皮と筋肉を含む胚となった。

【実験3】 4細胞期において、後側の2割球を焼き殺すと表皮を含むが筋肉を含まない胚となった。

【実験4】 8細胞期において、動物極側の4個の割球のうちから2個を組合せて発生させると、いずれの組合せの場合でも表皮を含むが筋肉を含まない胚となった。

【実験5】 8細胞期において、植物極側の4個の割球のうちから2個を組合せて発生させると、筋肉を含む胚と含まない胚が生じたが、いずれの組合せの場合も表皮を含まなかった。

問1 図1に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 図中の空欄（ア）には、ウニを含む分類群が入る。この分類群として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 

12
----

① 刺胞動物

② 棘皮動物

③ 軟体動物

④ 環形動物

⑤ 海綿動物

⑥ 節足動物

(b) 図中の空欄 ( イ ) ~ ( オ ) に入る分類群の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑨から1つ選べ。 13

イ	ウ	エ	オ
① 哺乳類	鳥類	は虫類	両生類
② 哺乳類	鳥類	は虫類	魚類
③ 哺乳類	は虫類	両生類	魚類
④ 鳥類	は虫類	両生類	魚類
⑤ 鳥類	哺乳類	は虫類	両生類
⑥ は虫類	哺乳類	両生類	魚類
⑦ は虫類	鳥類	両生類	魚類
⑧ 両生類	哺乳類	は虫類	魚類
⑨ 両生類	鳥類	は虫類	魚類

問2 下線部(1)に関して、ウニ胚の発生過程について述べた文として適当なものを、次の①~⑨から2つ選べ。 14

- ① 8細胞期の胚では、動物極側に大割球が4個、植物極側に小割球が4個ある。
- ② 8細胞期の胚では、動物極側に小割球が4個、植物極側に大割球が4個ある。
- ③ 16細胞期の胚では、動物極側に大割球が8個、植物極側に小割球が8個ある。
- ④ 16細胞期の胚では、動物極側から植物極側にかけて、大割球8個、中割球4個、小割球4個の順に並んでいる。
- ⑤ 16細胞期の胚では、動物極側から植物極側にかけて、中割球8個、大割球4個、小割球4個の順に並んでいる。
- ⑥ 胞胚は多層の細胞からなり、ゼリー層を溶かしてふ化する。
- ⑦ 胞胚は1層の細胞からなり、受精膜を溶かしてふ化する。
- ⑧ 原腸胚では、赤道面から原腸が陥入して、原口は将来肛門になる。
- ⑨ 原腸胚では、植物極から原腸が陥入して、原口は将来口になる。

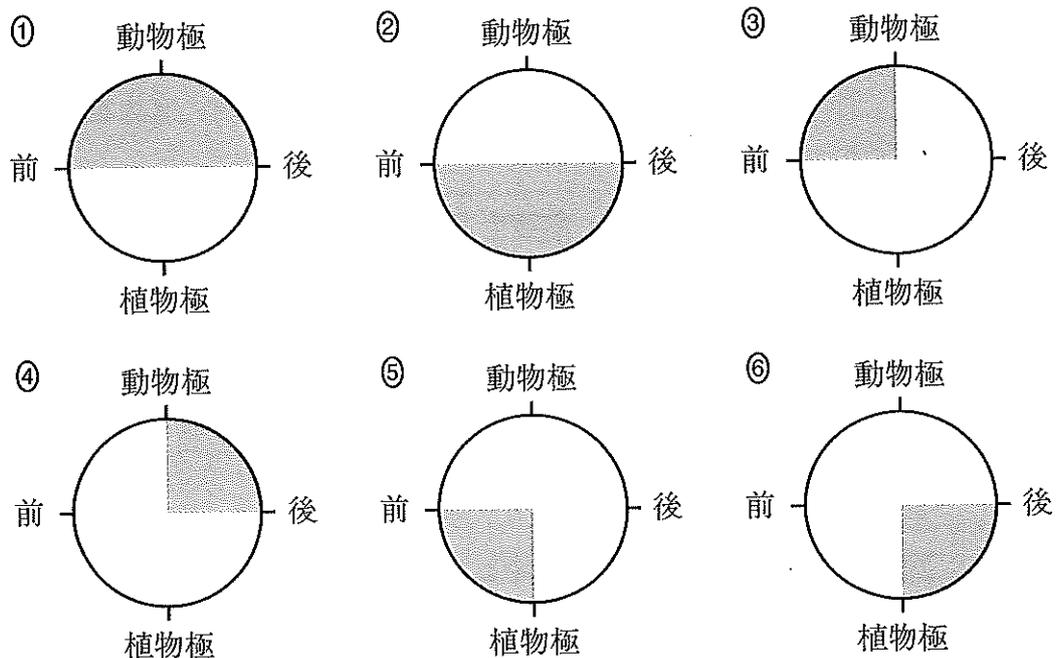
問3 図2および実験1～5に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 筋肉を生じるのに必要な因子は、どの割球に含まれていると推定されるか。最も適当なものを、次の①～⑨から1つ選べ。 15

- ① 41 L、41 R、83 L、83 R
- ② 41 L、41 R、81 L、81 R
- ③ 41 L、41 R、81 L、81 R、83 L、83 R
- ④ 42 L、42 R、84 L、84 R
- ⑤ 42 L、42 R、82 L、82 R
- ⑥ 42 L、42 R、82 L、82 R、84 L、84 R
- ⑦ 41 L、42 L、81 L、83 L
- ⑧ 41 L、42 L、82 L、84 L
- ⑨ 41 L、42 L、81 L、82 L、83 L、84 L

(b) 因子が発生過程で移動しないものとする、表皮を生じるのに必要な因子は、受精卵のどの領域に存在すると推定されるか。最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、因子が存在する領域を灰色で示している。

16



第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～6）に答えよ。[解答番号 17 ～  
24 ]

すべての生物は細胞からなる。細胞には、DNAが核膜に囲まれず、ミトコン  
 ドリアや葉緑体などの細胞小器官ももたない原核細胞と、核や細胞小器官をもつ<sup>(1)</sup>  
 真核細胞がある。細胞小器官には、収縮胞や葉緑体のように一部の生物にだけ見  
 られるものもあるが、ミトコンドリアのように真核生物に共通に見られるものも<sup>(2)</sup>  
 ある。それぞれの細胞小器官は特有のはたらきをもつ。これには、それぞれの細  
 胞小器官に、そのはたらきを担う酵素が局在することが関係する。たとえば、さ  
 まざまな加水分解酵素を含んでいる（ア）は（イ）からつくられ、不要  
 物などの分解にはたらいっている。また、（ア）は、2016年にノーベル生理学・  
 医学賞の対象となったオートファジー<sup>(3)</sup>においても重要な役割を果たしている。

酵素が特定の物質にだけ作用を示す性質を基質特異性という。これは、酵素が  
 活性部位において（ウ）が適合した物質とだけ結合して複合体をつくり、触  
 媒<sup>(4)</sup>としてはたらくためである。酵素に結合して触媒としてののはたらきを阻害する  
 物質もあり、活性部位に可逆的に結合する物質による阻害は（エ）阻害と呼  
 ばれる。酵素の中には、細胞外ではたらくものもあり、それらは（イ）を経  
 て分泌される。

問1 空欄（ア）・（イ）に入る語句の組合せとして最も適当なものを、  
 次の①～⑨から1つ選べ。 17

- |   | ア     | イ    |
|---|-------|------|
| ① | リゾチーム | 液胞   |
| ② | リゾチーム | ゴルジ体 |
| ③ | リゾチーム | 小胞体  |
| ④ | リボソーム | 液胞   |
| ⑤ | リボソーム | ゴルジ体 |
| ⑥ | リボソーム | 小胞体  |
| ⑦ | リソソーム | 液胞   |
| ⑧ | リソソーム | ゴルジ体 |
| ⑨ | リソソーム | 小胞体  |

問2 空欄 (ウ)・(エ)に入る語句の組合せとして最も適当なものを、  
次の①～⑧から1つ選べ。 18

	ウ	エ
①	立体構造	アロステリック
②	一次構造	アロステリック
③	立体構造	フィードバック
④	一次構造	フィードバック
⑤	立体構造	競争的
⑥	一次構造	競争的
⑦	立体構造	非競争的
⑧	一次構造	非競争的

問3 下線部(1)に関して、原核細胞と真核細胞について述べた次のオ～キの文のうち、正しいものだけを過不足なく含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。 19

- オ 一般に、原核細胞は真核細胞よりも小さく、光学顕微鏡では見えない。
- カ 原核細胞の中には、鞭毛をもち水中を泳ぐものや光合成を行うものがある。
- キ 原核細胞は細胞壁をもち、真核細胞は細胞壁をもたない。

- ① オ                      ② カ                      ③ キ                      ④ オ・カ
- ⑤ オ・キ                  ⑥ カ・キ                  ⑦ オ・カ・キ

問4 下線部(2)に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) ゾウリムシの収縮胞のはたらきの説明として最も適切なものを、次の

①～⑦から1つ選べ。 

20
----

- ① 細胞骨格のひとつである微小管に支えられ、運動にはたらく。
- ② 体外から食物を取り入れる際の入口となり、食胞を形成する。
- ③ 主に水を体外に排出するはたらきをもつ。
- ④ 体外から取り入れた水や栄養を吸収するはたらきをもつ。
- ⑤ 不消化物を体外へ排出する際の出口となる。
- ⑥ 遺伝情報をもつが、生殖には関与しない。
- ⑦ 遺伝情報をもち、生殖に関与する。

(b) ミトコンドリアは、真核生物に共通に見られるだけでなく、ミトコンドリアゲノム（ミトコンドリア DNA）の研究から、共通の祖先に由来すると考えられている。この事実もふまえ、葉緑体が一部の真核生物にだけ見られる理由を説明した文として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。なお、真核細胞の祖先となった細胞を細胞 X とする。 21

- ① 細胞 X に葉緑体の祖先となるシアノバクテリアが共生し、真核生物が多様になったあとで、一部の系統で葉緑体からミトコンドリアが進化したため。
- ② 細胞 X に葉緑体の祖先となるシアノバクテリアが共生し、真核生物が多様になったあとで、一部の系統で好気性細菌が共生してミトコンドリアとなったため。
- ③ 細胞 X にミトコンドリアの祖先となる細菌が共生し、真核生物が多様になったあとで、一部の系統でミトコンドリアから葉緑体が進化したため。
- ④ 細胞 X にミトコンドリアの祖先となる細菌が共生し、真核生物が多様になったあとで、一部の系統でシアノバクテリアが共生して葉緑体となったため。
- ⑤ 細胞 X から生じた真核生物が多様になったあとで、一部の系統にシアノバクテリアが共生して葉緑体となり、残りの系統に好気性細菌が共生してミトコンドリアとなったため。
- ⑥ 細胞 X から生じた真核生物が多様になったあとで、一部の系統にシアノバクテリアが共生して葉緑体となり、すべての系統に好気性細菌が共生してミトコンドリアとなったため。

問5 下線部(3)に関して、オートファジーの研究で、2016年にノーベル生理学・医学賞を受賞したのは誰か。最も適当な人物を、次の①～⑩から1つ選べ。

22

- ① 大村 智      ② 利根川 進      ③ 下村 脩      ④ 野依 良治
- ⑤ 天野 浩      ⑥ 益川 敏英      ⑦ 大隅 良典      ⑧ 白川 英樹
- ⑨ 山中 伸弥      ⑩ 梶田 隆章

問6 下線部(4)に関して、ある酵素Eは、1つの酵素分子に1カ所の活性部位があり、最大で1秒間に $1.0 \times 10^5$ 回、1分子の物質Xに作用して1分子の物質Yに変えることができる。この酵素Eの濃度を一定にした条件で、さまざまな濃度の物質Xを加え、5秒間だけ反応させた後に反応を停止させ、生じた物質Yの濃度を調べることで反応速度を調べたところ、結果が図1のようになったとする。これをふまえて次の(a)・(b)に答えよ。なお、反応させていた5秒間、物質Yは時間あたり同じ分子数で増加したものとする。

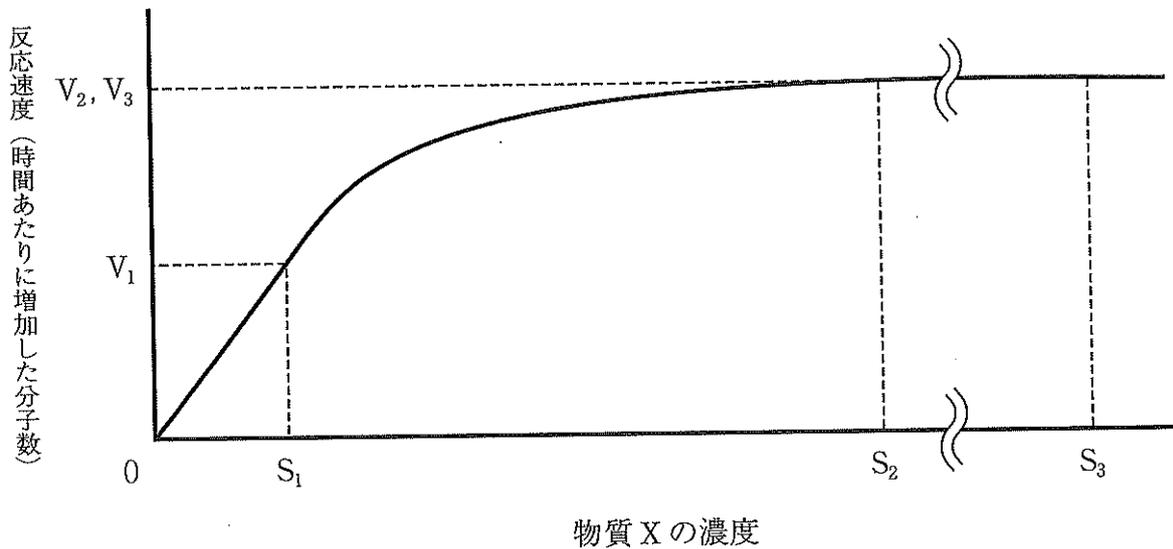


図1

- (a) 濃度  $S_1$  のときの反応速度  $V_1$  に比べ、濃度  $S_2$  のときの反応速度  $V_2$  は大きかったが、さらに高い濃度  $S_3$  のときの反応速度  $V_3$  は  $V_2$  と同じであった。次のク～コの文は、このときの酵素 E の濃度と物質 X の濃度  $S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$  の関係について述べており、次のサ～スの文は、各濃度における酵素 E と物質 X が結合した複合体の濃度の関係について述べている。それぞれの文のうち正しいものの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑨から 1 つ選べ。 23

ク 酵素 E の濃度は  $S_1$  よりも低い

ケ 酵素 E の濃度は  $S_1$  より高いが、 $S_2$  より低い

コ 酵素 E の濃度は  $S_2$  より高いが、 $S_3$  より低い

サ 複合体の濃度の関係は、物質 X の濃度が

$[S_1 \text{の時}] = [S_2 \text{の時}] = [S_3 \text{の時}]$  となる。

シ 複合体の濃度の関係は、物質 X の濃度が

$[S_1 \text{の時}] < [S_2 \text{の時}] = [S_3 \text{の時}]$  となる。

ス 複合体の濃度の関係は、物質 X の濃度が

$[S_1 \text{の時}] < [S_2 \text{の時}] < [S_3 \text{の時}]$  となる。

- ① ク・サ    ② ク・シ    ③ ク・ス    ④ ケ・サ    ⑤ ケ・シ  
⑥ ケ・ス    ⑦ コ・サ    ⑧ コ・シ    ⑨ コ・ス

(b) 酵素 E の濃度を 2 倍にして同様の実験を行ったとすると、X の濃度  $S_1 \sim S_3$  のときの反応速度はどのようにになると予想できるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。 24

	X の濃度 $S_1$ のとき	X の濃度 $S_2$ のとき	X の濃度 $S_3$ のとき
①	$V_1$	$V_2$	$V_3$
②	$V_1$	$V_2$	$V_3$ の 2 倍
③	$V_1$	$V_2$ の 2 倍	$V_3$ の 2 倍
④	$V_1$ の 2 倍	$V_2$	$V_3$
⑤	$V_1$ の 2 倍	$V_2$ の 2 倍	$V_3$
⑥	$V_1$ の 2 倍	$V_2$ の 2 倍	$V_3$ の 2 倍

第5問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。[解答番号 25 ～

29 ]

人類は、さまざまな疾患を克服すべく努力し、多くの解決法を見出してきたが、遺伝子に原因がある疾患（以下、遺伝子病）に対しては、まだ、なすべきことが多く残されている。遺伝子病では、原因遺伝子を特定することが求められるが、その方法について、実験動物に関する仮想的な非致死性の疾患を例に考察してみよう。なお、疾患Xは、劣性遺伝子rが疾患の原因となっており（正常な対立遺伝子をRとする）、疾患Yは、優性遺伝子Tが疾患の原因となっている（正常な対立遺伝子をtとする）ものとする。

原因遺伝子を特定するには、まず、どの染色体に存在するかを知る必要がある。存在位置が既知の遺伝子A（対立遺伝子をA<sub>1</sub>とA<sub>2</sub>とする）と疾患Xの原因遺伝子の両方についてヘテロ接合（A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>Rr）の雌雄を交配して得た次世代において、発症個体に占めるA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>の割合が（ア）%であれば2つの遺伝子は異なる染色体にあると推定できる。疾患Yについても、ヘテロ接合（A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>Tt）の雌雄を交配して得た次世代において、発症個体に占めるA<sub>1</sub>A<sub>2</sub>の割合が（イ）%であれば2つの遺伝子は異なる染色体にあると推定できる。

原因遺伝子が遺伝子Aと同じ染色体に存在したとしよう。遺伝子Aが存在する染色体には、遺伝的なマーカーとなる遺伝子が遺伝子A以外にも4つあり、B・C・D・Eの順に並んでいる。疾患Xの原因遺伝子と遺伝子B～Eとの組換え価<sup>(1)</sup>を調べて表1に示す結果が得られた場合、原因遺伝子は（ウ）と推論できる。

表1 マーカーとなる遺伝子

遺伝子	対立遺伝子	組換え価
遺伝子A	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub>	
遺伝子B	B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub>	8%
遺伝子C	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub>	3%
遺伝子D	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>	14%
遺伝子E	E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub>	22%

遺伝的なマーカーにはさまざまなものがあるが、制限酵素で切断した際に生じる DNA 断片の長さにも多様性がある領域もマーカーとして利用されている。こうしたマーカーの場合、細胞から DNA を取り出してその領域を増幅し、制限酵素で切断した後で、電気泳動を行うことで、容易にマーカーのタイプ（対立遺伝子）を識別できるので便利なのである。

問1 空欄（ア）  ・（イ）  に入る数値として最も適当なものを、次の①～⑤から1つずつ選べ。なお、必要であれば、同じ番号を繰り返し選んでもよい。

- ① 0            ② 25            ③ 50            ④ 75            ⑤ 100

問2 下線部(1)に関して、キイロショウジョウバエの同じ常染色体上にある2対の対立遺伝子についてヘテロ接合体の雌を劣性ホモの雄個体と交配して、多数の次世代を得た。そして、次世代の表現型から組換え価を計算したところ10%であった。この実験について推定できることとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、二重乗換えは考えなくてよい。

- ① 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした精母細胞は、全体の5%である。
- ② 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした精母細胞は、全体の10%である。
- ③ 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした精母細胞は、全体の20%である。
- ④ 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした卵母細胞は、全体の5%である。
- ⑤ 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした卵母細胞は、全体の10%である。
- ⑥ 2つの遺伝子座の間で染色体の乗換えを起こした卵母細胞は、全体の20%である。

問3 空欄（ウ）に入る文として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 

28
----

- ① 遺伝子 B に最も近く、遺伝子 C の側に位置する
- ② 遺伝子 B に最も近いが、遺伝子 A の側に位置するか遺伝子 C の側に位置するかはわからない
- ③ 遺伝子 C に最も近く、遺伝子 B の側に位置する
- ④ 遺伝子 C に最も近く、遺伝子 D の側に位置する
- ⑤ 遺伝子 C に最も近いが、遺伝子 B の側に位置するか遺伝子 D の側に位置するかはわからない
- ⑥ 遺伝子 D に最も近く、遺伝子 C の側に位置する
- ⑦ 遺伝子 D に最も近く、遺伝子 E の側に位置する
- ⑧ 遺伝子 D に最も近いが、遺伝子 C の側に位置するか遺伝子 E の側に位置するかはわからない

