

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

ヒトが外界の情報を得る入口は受容器(感覚器)であり、受容器が刺激を受容すると(ア)に感覚が生じる。<sup>(1)</sup>視覚の場合、受容器は網膜に存在し、視細胞が光刺激の入口となる。<sup>(2)</sup>明るい所での視覚(明所視)と薄暗い所での視覚(暗所視)は異なる特徴をもつ。たとえば、図1は、同じ強さの光に対して感じる明るさと光の波長の関係を示しており、明所視と暗所視では、最も明るく感じる波長が異なっている。また、明所視と暗所視では光の強さに対する感度も異なる。ヒトが明るい所から薄暗い所に移動すると明所視から暗所視へと移行するが、この過程で、光が見えたという感覚(光覚)が生じるのに必要な最小限の光の強さ(光覚閾値)は、図2のように変化する。図2の結果は、錐体細胞と桿体細胞という性質の異なる2種類の視細胞が網膜に存在するために生じている。<sup>(4)</sup>

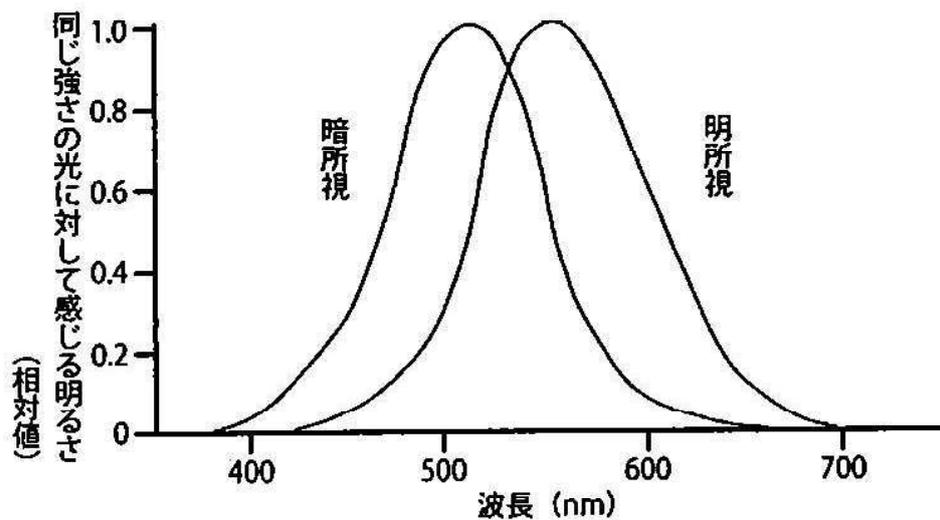


図1

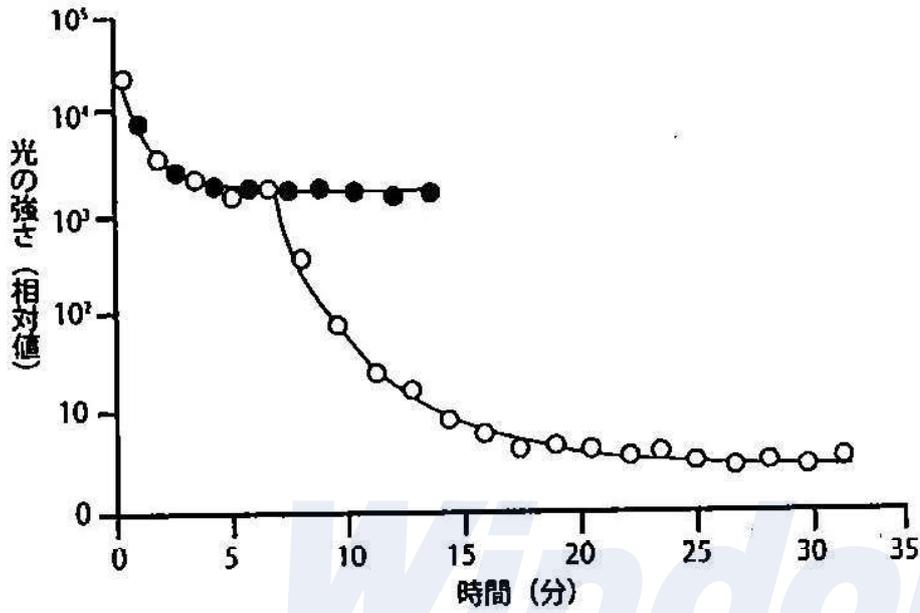


図2

問1 文中の空欄（ア）に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑭か

ら1つ選べ。

- ① 大脳      ② 間脳      ③ 中脳      ④ 小脳      ⑤ 延髄
- ⑥ 橋        ⑦ 脳幹      ⑧ 脊髄      ⑨ 視床      ⑩ 視床下部

問2 下線部(1)に関連して、ヒトの聴覚における刺激の受容から興奮が中枢神経系に伝わるまでの経路を述べた次の文の空欄（イ）～（オ）に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑭から1つ選べ。 2

空気の振動が鼓膜を振動させると、耳小骨を介して（イ）内のリンパ液に伝えられる。リンパ液が（ウ）を振動させると、（ウ）上の（エ）に存在する聴細胞の感覚毛が（オ）に触れ合っ、聴細胞が興奮する。その興奮が聴神経を通じて中枢神経系に伝えられる。

	イ	ウ	エ	オ
①	うずまき管	コルチ器	前庭	おおい膜
②	うずまき管	コルチ器	基底膜	おおい膜
③	半規管	コルチ器	前庭	強膜
④	半規管	コルチ器	前庭	おおい膜
⑤	半規管	コルチ器	基底膜	脈絡膜
⑥	うずまき管	基底膜	コルチ器	おおい膜
⑦	うずまき管	基底膜	コルチ器	脈絡膜
⑧	うずまき管	脈絡膜	コルチ器	おおい膜
⑨	半規管	基底膜	コルチ器	強膜
⑩	半規管	脈絡膜	コルチ器	おおい膜

問3 下線部(2)に関連して、ヒトは、遠近調節を行うことによって、遠くにある物体も近くにある物体も、その形を正確にとらえることができる。近くを見る際の調節について述べた次の文の空欄(カ)～(ケ)に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑭から1つ選べ。 3

毛様筋が(カ)、毛様体の輪の径が(キ)なる。その結果、チン小帯が(ク)、水晶体の厚さが増し、焦点距離が(ケ)なる。

	カ	キ	ク	ケ
①	収縮し	小さく	緊張して	長く
②	収縮し	小さく	緊張して	短く
③	収縮し	小さく	ゆるみ	長く
④	収縮し	小さく	ゆるみ	短く
⑤	収縮し	大きく	ゆるみ	短く
⑥	ゆるみ	大きく	緊張して	長く
⑦	ゆるみ	大きく	緊張して	短く
⑧	ゆるみ	大きく	ゆるみ	長く
⑨	ゆるみ	大きく	ゆるみ	短く
⑩	ゆるみ	小さく	ゆるみ	長く

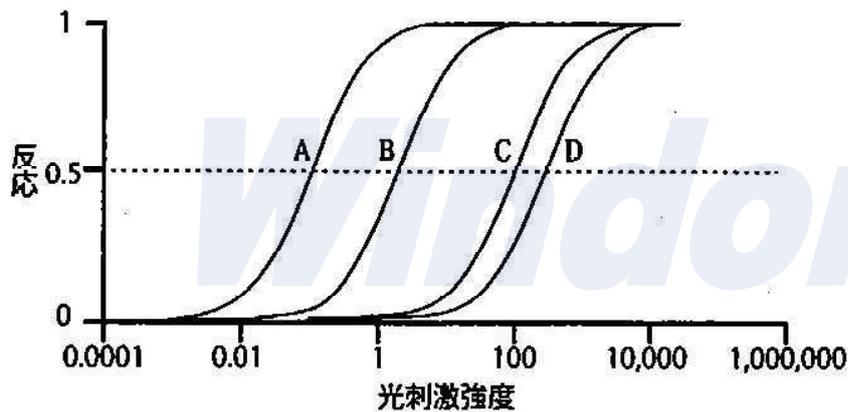
問4 下線部(3)に関連して、網膜を構成する細胞と、光の入射側からの配列順序を述べた文として最も適当なものを、次の①～⑭から1つ選べ。 4

- ① 視神経細胞、連絡神経細胞、視細胞の3層が並ぶ。
- ② 視神経細胞、視細胞、色素細胞の3層が並ぶ。
- ③ 視細胞、連絡神経細胞、視神経細胞の3層が並ぶ。
- ④ 視細胞、視神経細胞、色素細胞の3層が並ぶ。
- ⑤ 視神経細胞、連絡神経細胞、視細胞、色素細胞の4層が並ぶ。
- ⑥ 視神経細胞、連絡神経細胞、色素細胞、視細胞の4層が並ぶ。
- ⑦ 連絡神経細胞、視神経細胞、視細胞、色素細胞の4層が並ぶ。
- ⑧ 連絡神経細胞、視神経細胞、色素細胞、視細胞の4層が並ぶ。
- ⑨ 視細胞、連絡神経細胞、視神経細胞、色素細胞の4層が並ぶ。
- ⑩ 視細胞、連絡神経細胞、色素細胞、視神経細胞の4層が並ぶ。

問5 図1および図2に関連して、図2は、光覚閾値を次のような方法で測定した結果である。被験者には、まず十分に明るい場所で目を慣らしてもらう。その後、被験者を暗室に入れ、暗室に入ってからさまざまな時点で、網膜に光を照射して光覚閾値を調べる。調べる際には、閾値未満の非常に低い光強度から徐々に光強度を高めていき、光を感じたところで報告してもらう。図2の黒丸(●)と白丸(○)は、網膜に光を照射する際の条件が異なっている。どのように条件が異なっているかを述べた文として適当なものを、次の①~⑩から2つ選べ。 5

- ① 黒丸(●)は網膜全体に、白丸(○)は黄斑にだけ光を照射している。
- ② 黒丸(●)は網膜全体に、白丸(○)は黄斑以外にだけ光を照射している。
- ③ 白丸(○)は網膜全体に、黒丸(●)は黄斑にだけ光を照射している。
- ④ 白丸(○)は網膜全体に、黒丸(●)は黄斑以外にだけ光を照射している。
- ⑤ 黒丸(●)は白色光を、白丸(○)は410 nmの波長の光を照射している。
- ⑥ 黒丸(●)は白色光を、白丸(○)は540 nmの波長の光を照射している。
- ⑦ 黒丸(●)は白色光を、白丸(○)は670 nmの波長の光を照射している。
- ⑧ 白丸(○)は白色光を、黒丸(●)は410 nmの波長の光を照射している。
- ⑨ 白丸(○)は白色光を、黒丸(●)は540 nmの波長の光を照射している。
- ⑩ 白丸(○)は白色光を、黒丸(●)は670 nmの波長の光を照射している。

問6 下線部(4)に関連して、次の図3は、明順応している視細胞と暗順応している視細胞の、光に対する反応性を示している。図3の縦軸は、それぞれの細胞の最大の反応を1として示しており、横軸は光刺激の強さを示している。図3から推論できることを述べた次のコ～スの記述のうち、適当なものだけを過不足なく含むものは、下の①～⑩のうちのどれか。最も適当なものを1つ選べ。 6



A : 暗順応した桿体細胞、 B : 明順応した桿体細胞  
 C : 暗順応した錐体細胞、 D : 明順応した錐体細胞

図3

- コ 非常に明るい所での明所視では、錐体細胞だけが興奮する。
- サ 非常に暗い所での暗所視では、桿体細胞だけが興奮する。
- シ 暗順応した錐体細胞は、明順応した桿体細胞よりも感度が高い。
- ス 暗順応した桿体細胞は、明順応した錐体細胞よりも閾値が大きい。

- ① コ      ② サ      ③ シ      ④ ス      ⑤ コ・サ
- ⑥ コ・シ   ⑦ コ・ス   ⑧ サ・シ   ⑨ サ・ス   ⑩ シ・ス

第2問 次の文章を読み、下の問い(問1~3)に答えよ。(解答番号 7 ~ 12)

腎臓は尿をつくる器官であり、老廃物や水分の排出を調節し、体液の恒常性を保つ上で重要な役割を果たしている。ヒトの場合、心臓から送り出される血液のおよそ25%が動脈を通じて腎臓に送り込まれ、<sup>(2)</sup> 静脈を通じて心臓へと戻っていく。尿をつくる過程では、まず、血しょう成分のうちタンパク質を除いた成分がろ過される。ろ過された液体に含まれる有用成分は毛細血管に再吸収され、老廃物が濃縮されて尿となる。血しょうに含まれる成分の腎臓での処理の様子を調べるために、その物質の腎クリアランスを測定する方法がある。腎クリアランスは以下のようにして計算される。

ある物質aの血しょう中濃度をPa (mg/mL)、尿中濃度をUa (mg/mL)、単位時間当たりの尿量をV (mL/分) とすると、

$$\text{物質aの腎クリアランス } Ca = \frac{Ua \times V}{Pa}$$

表1に、健康なヒトにおける各物質の血しょう、原尿および尿中での濃度と、それぞれの物質の腎クリアランスの値を示す。ただし、インスリンは、ろ過されると、再吸収も追加分泌もされることのない物質で、通常、体内から検出されることはない。ここでは、静脈注射によって投与された後の結果を示している。

表1

成分	血しょう (mg/mL)	原尿 (mg/mL)	尿 (mg/mL)	腎クリアランス (mL/分)
タンパク質	75	0	0	0
グルコース	0.8	0.8	0	0
尿素	0.3	0.3	20	67
尿酸	0.04	0.04	0.54	14
アンモニア	0.01	0.01	0.4	40
クレアチニン	0.01	0.01	0.75	75
ナトリウムイオン	3.2	3.2	3.5	1.1
カリウムイオン	0.18	0.18	1.5	8.3
カルシウムイオン	0.08	0.08	0.14	1.8
リン酸イオン	0.09	0.09	1.5	1.7
塩化物イオン	3.7	3.7	6	1.6
インスリン	1	1	120	120

問1 下線部(1)に関連して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 腎臓には、尿を生成する単位となる構造がある。ヒトの場合、1つの腎臓に、この構造がおよそ何個存在するか。最も適当な数値を、次の①～⑩から1つ選べ。

- ① 1万      ② 2万      ③ 10万      ④ 20万      ⑤ 100万  
⑥ 200万    ⑦ 1000万    ⑧ 2000万    ⑨ 1億      ⑩ 2億

(b) 尿の生成から排出に至る過程について述べた次の文章の空欄（ア）～（カ）のうち、イ・エ・オ・カに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩から1つ選べ。

まず、血しょう成分が（ア）から（イ）にろ過される。ろ過された液体が（ウ）を流れる間に有用成分が再吸収され、（ウ）に続く（エ）ではさらに水の再吸収が起こる。（ア）と（イ）を合わせた構造は（オ）とよばれ、（オ）から（ウ）・（エ）とつながる構造が、尿を生成する単位である。こうして生成された尿は、腎うから（カ）を経て、ほうこうに溜められ、体外へと排出される。

	イ	エ	オ	カ
①	腎小体	集合管	ネフロン	細尿管（腎細管）
②	腎小体	細尿管（腎細管）	ネフロン	輸尿管
③	糸球体	集合管	ネフロン	細尿管（腎細管）
④	糸球体	集合管	腎小体	輸尿管
⑤	糸球体	細尿管（腎細管）	ネフロン	集合管
⑥	糸球体	細尿管（腎細管）	腎小体	輸尿管
⑦	ボーマンのう	集合管	ネフロン	細尿管（腎細管）
⑧	ボーマンのう	集合管	腎小体	輸尿管
⑨	ボーマンのう	細尿管（腎細管）	ネフロン	集合管
⑩	ボーマンのう	細尿管（腎細管）	腎小体	輸尿管

問2 下線部(2)に関連して、腎臓と血液循環について述べた文として適当なものを、次の①～⑭から2つ選べ。 9

- ① 腎臓を出た静脈は、肝臓につながる門脈と合流している。
- ② 腎臓を出た静脈は、右心房につながる肺静脈と合流している。
- ③ 腎臓を出た静脈は、左心房につながる大動脈と合流している。
- ④ 腎臓を出た静脈は、左心房につながる肺静脈と合流している。
- ⑤ 腎臓に入る直前の動脈血の尿素濃度は、肝臓に入る直前の動脈血よりも高い。
- ⑥ 腎臓に入る直前の動脈血と肝臓に入る直前の動脈血の尿素濃度は、ほぼ等しい。
- ⑦ 腎臓に入る直前の動脈血の尿素濃度は、左心室を出た直後の動脈血よりも低い。
- ⑧ 腎臓から出た直後の静脈血の尿素濃度は、体内のすべての静脈血の中で最も高い。
- ⑨ 腎臓から出た直後の静脈血と肝臓から出た直後の静脈血の尿素濃度は、ほぼ等しい。
- ⑩ 腎臓から出た直後の静脈血の尿素濃度は、体内のすべての静脈血の中で最も低い。

問3 表1を用いて、(a)~(c)に答えよ。ただし、単位時間あたりの尿量は1 mL/分であった。

(a) 水の再吸収率を、四捨五入によって小数第1位まで求めると何%になるか。最も適当な値を、次の①~⑩から1つ選べ。

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| ① 99.0 | ② 99.1 | ③ 99.2 | ④ 99.3 | ⑤ 99.4 |
| ⑥ 99.5 | ⑦ 99.6 | ⑧ 99.7 | ⑨ 99.8 | ⑩ 99.9 |

(b) 水とほぼ同じ割合で再吸収されている物質として最も適当なものを、次の①~⑩から1つ選べ。

- |           |            |
|-----------|------------|
| ① グルコース   | ② 尿素       |
| ③ 尿酸      | ④ アンモニア    |
| ⑤ クレアチニン  | ⑥ ナトリウムイオン |
| ⑦ カリウムイオン | ⑧ カルシウムイオン |
| ⑨ リン酸イオン  | ⑩ 塩化物イオン   |

(c) クレアチニンの再吸収率を、四捨五入によって整数で求めると何%になるか。最も適当な値を、次の①~⑩から1つ選べ。

- |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| ① 32 | ② 34 | ③ 36 | ④ 38 | ⑤ 40 |
| ⑥ 42 | ⑦ 44 | ⑧ 46 | ⑨ 48 | ⑩ 50 |

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(解答番号 13 ~ 18 )

脊椎動物の発生は、受精卵が卵割を行って数を増やすことから始まる。カエルの場合、卵割腔が(ア)に形成され胞胚となり、やがて赤道面よりもやや(イ)から陥入が<sup>(11)</sup>おこり、(ウ)とよばれる空間ができる。<sup>(12)</sup>胚発生が進むと、神経板が出現して神経胚となり、(エ)ふ化する。神経板は神経管となり、将来、脳や脊髄、眼の網膜などを形成する。<sup>(13)</sup>発生過程で複雑な構造を形成できるのは正確な調節を行う機構が存在するためで、その基本は誘導と運命の決定である。<sup>(14)</sup>多くの研究の結果、一般に、誘導と運命の決定においては、分泌タンパク質とその受容体のはたらきが重要だと考えられている。

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。 13

	ア	イ	ウ	エ
①	動物極側	植物極側	原口	神経胚のうちに
②	動物極側	植物極側	原口	尾芽胚になって
③	動物極側	植物極側	原腸	神経胚のうちに
④	動物極側	植物極側	原腸	尾芽胚になって
⑤	植物極側	動物極側	原口	神経胚のうちに
⑥	植物極側	動物極側	原口	尾芽胚になって
⑦	植物極側	動物極側	原腸	神経胚のうちに
⑧	植物極側	動物極側	原腸	尾芽胚になって

問2 下線部(1)に関連して、受精卵が行う初期の卵割の特徴を述べた次のオ～クの記述のうち、正しいものだけを過不足なく含むものは、下の①～⑭のうちどれか。最も適当なものを1つ選べ。 14

- オ 分裂のたびに、細胞の体積が小さくなる。
- カ 分裂のたびに、核当たりの染色体数が減少する。
- キ 割球ごとに、分裂終了から次の分裂終了までの時間が異なっている。
- ク 間期がなく、細胞数の増加速度が大きい。

- ① オ
- ② カ
- ③ キ
- ④ ク
- ⑤ オ・カ
- ⑥ オ・キ
- ⑦ オ・ク
- ⑧ カ・キ
- ⑨ カ・ク
- ⑩ キ・ク

問3 下線部(2)に関連して、胚発生の過程で3つの胚葉が形成され、それらがさらに分化して、さまざまな組織・器官が形成される。カエルでは、まず2つの胚葉が分化し、誘導によって3つ目の胚葉が形成される。カエルにおいて、最後に分化する3つめの胚葉から形成される組織・器官の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑭から1つ選べ。 15

- ① 表皮・肝臓・心臓・血球
- ② 骨格筋・血管・肺・腎臓
- ③ 食道・肝臓・すい臓・肺
- ④ 腎臓・毛・血球・すい臓
- ⑤ 心臓・腎臓・甲状腺・気管
- ⑥ 横紋筋・腎臓・肝臓・肺
- ⑦ すい臓・気管・輸尿管・血管
- ⑧ 脊椎骨・腎臓・血球・平滑筋
- ⑨ 血管・甲状腺・骨格筋・腎臓
- ⑩ 表皮・水晶体・角膜・毛

問4 下線部(3)に関連して、神経板から神経管が形成される過程では、ある細胞接着分子が重要な役割を果たす。この細胞接着分子には多くの種類があり、組織を識別して同じ組織の細胞同士で接着させるはたらきもする。この細胞接着分子として最も適当なものを、次の①～⑩から1つ選べ。 16

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| ① アクチン   | ② アルブミン  | ③ インテグリン |
| ④ カドヘリン  | ⑤ クリスタリン | ⑥ コラーゲン  |
| ⑦ デスモソーム | ⑧ ナノス    | ⑨ ビコイド   |
| ⑩ フィブリン  |          |          |

*Windom*

問5 下線部4)に関連して、次の文章を読み、下の(a)・(b)に答えよ。

誘導と運命の決定を解明する研究では、胚の一部（胚域）を移植する実験が重要な役割を果たしてきた。たとえば、図1上に示すように、ニワトリ胚の原条とよばれる部分の前端部（以下、胚域Rとする）を、同時期の他のニワトリ胚に移植すると、神経管などの背側構造が2つ形成された。また、図1下に示すように、ニワトリの胚域Rをアフリカツメガエル（以下、カエルとよぶ）の胚に移植すると、頭部を2つもつ胚が形成された。

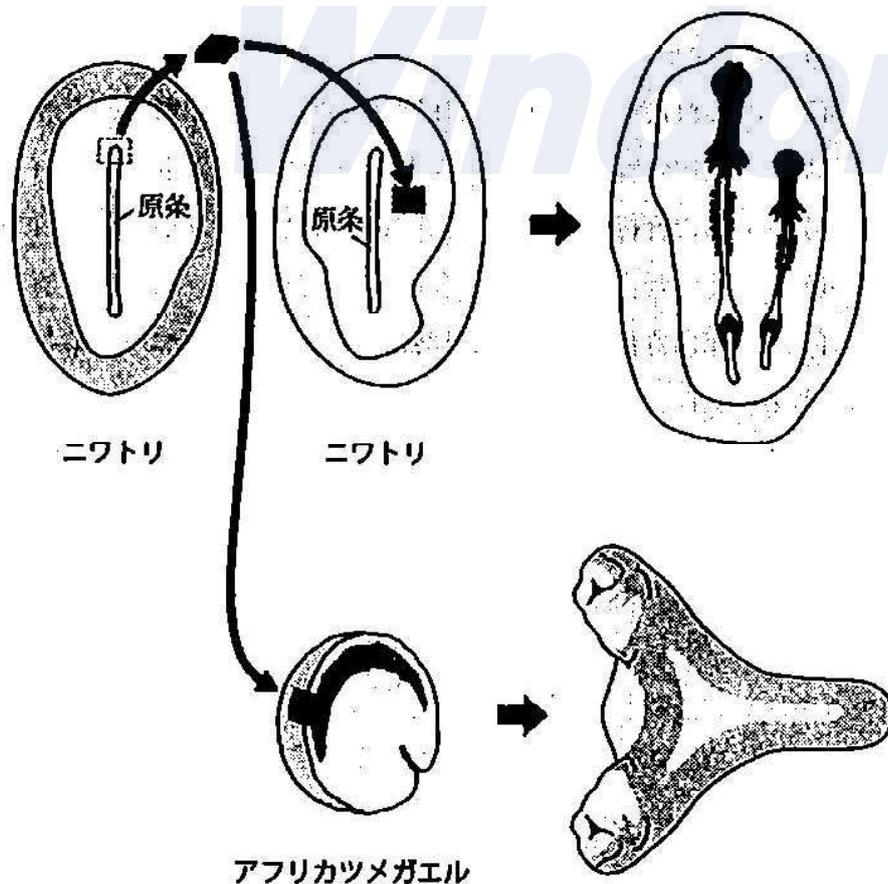


図1

(a) ニワトリの胚域 R に相当するカエルの胚域はどこで、その予定運命は何か。また、こうした作用をもつ領域を最初に見つけた研究者は誰で、実験材料として何を使ったか。最も適当な組合せを、次の①～⑩から1つ選べ。 17

	胚域	予定運命	研究者	実験材料
①	アニマルキャップ	脊索	フォークト	イモリ
②	アニマルキャップ	脊索	フォークト	カエル
③	アニマルキャップ	体節	フォークト	イモリ
④	アニマルキャップ	体節	シュベーマン	イモリ
⑤	アニマルキャップ	体節	シュベーマン	カエル
⑥	原口背唇部	脊索	フォークト	イモリ
⑦	原口背唇部	体節	フォークト	イモリ
⑧	原口背唇部	体節	シュベーマン	イモリ
⑨	原口背唇部	脊索	シュベーマン	カエル
⑩	原口背唇部	脊索	シュベーマン	イモリ

(b) この実験結果から推論できることを述べた次のケ～シの記述のうち、適当なものだけを過不足なく含むものは、下の①～⑩のうちのどれか。最も適当なものを1つ選べ。 18

ケ 実験で観察された誘導にはたらくニワトリのタンパク質とアミノ酸配列がよく似たタンパク質が、カエルにおける誘導でもはたらいていると考えられる。

コ 実験に用いた時期のニワトリ胚では、移植を受けた領域の細胞の発生運命が移植時点で既に神経に決定していたと考えられる。

サ 実験に用いた時期のカエル胚では、移植を受けた領域の細胞の発生運命は神経に決定していたと考えられる。

シ 実験に用いた時期のカエル胚では、実験で観察された誘導にはたらくニワトリのタンパク質と結合できる受容体が発現していたと考えられる。

- ① ケ      ② コ      ③ サ      ④ シ      ⑤ ケ・コ  
⑥ ケ・サ    ⑦ ケ・シ    ⑧ コ・サ    ⑨ コ・シ    ⑩ サ・シ

第4問 次の文章を読み、下の問い(問1~2)に答えよ。[解答番号 19 ~

23 ]

すべての生物の遺伝子発現の過程は基本的に共通で、DNA上の遺伝情報をもとにRNAが合成される第1段階と、RNAのはたらきでタンパク質が合成される第2段階を含んでいるが、原核細胞と真核細胞では異なる点も存在する。

生物は、必要なときに必要な量のタンパク質を合成する調節機構をもっており、たとえば大腸菌は、周囲に存在する糖類の違いによって発現する遺伝子を切り替えている。また、ヒトなどの真核生物からなる多細胞生物では、組織ごとに異なる遺伝子を発現するように調節を行っていることが知られている。

問1 下線部(1)に関連して、(a)~(c)に答えよ。

(a) 原核細胞における遺伝子発現の過程について述べた文として適当なものを、次の①~⑩から2つ選べ。 [ 19 ]

- ① RNAのうち、tRNAとrRNAはDNA上の遺伝情報からはつくられない。
- ② RNAのうち、rRNAだけはDNA上の遺伝情報からはつくられない。
- ③ mRNAはRNAポリメラーゼのはたらきで、tRNAとrRNAはリボソームのはたらきでつくられる。
- ④ mRNAとtRNAはRNAポリメラーゼのはたらきで、rRNAはリボソームのはたらきでつくられる。
- ⑤ mRNAの合成を開始する際に、RNAポリメラーゼだけでなく基本転写因子がDNAに結合することが必要である。
- ⑥ 第1段階の途中のmRNAを使用して、第2段階が進行する。
- ⑦ 第2段階では、tRNAのコドンとmRNAのアンチコドンの間での相補的塩基対の形成が重要である。
- ⑧ 第2段階では、mRNAのアンチコドンがアミノ酸を指定する。
- ⑨ 1本のmRNA上に複数個のリボソームが次々に結合して第2段階が進行する。
- ⑩ 第2段階の開始にはmRNAに基本転写因子が結合することが必要で

(b) 真核細胞における遺伝子発現の過程について述べた文として適当なものを、次の①～⑩から2つ選べ。 20

- ① RNAのうち、tRNAとrRNAはDNA上の遺伝情報からはつくられない。
- ② RNAのうち、rRNAだけはDNA上の遺伝情報からはつくられない。
- ③ mRNAはRNAポリメラーゼのはたらきで、tRNAとrRNAはリボソームのはたらきでつくられる。
- ④ mRNAとtRNAはRNAポリメラーゼのはたらきで、rRNAはリボソームのはたらきでつくられる。
- ⑤ 第1段階が、tRNAとrRNAによって行われることがある。
- ⑥ 第1段階の途中のmRNAを使用して、細胞質基質で第2段階が進行することがある。
- ⑦ 核内で行われる第1段階と、細胞質で行われる第2段階の間に、核内で行われるスプライシングという過程が存在する。
- ⑧ スプライシングでは、エキソンが除かれてイントロンが連結される。
- ⑨ 第2段階の反応が、小胞体に結合したリボソームで進行する場合と、小胞体に結合していないリボソームで進行する場合とがある。
- ⑩ 第2段階の開始にはmRNAに基本転写因子が結合することが必要である。

ある。

(c) 図1は、アミノ酸300個からなるタンパク質の mRNA の一部を示しており、タンパク質の N 末端のアミノ酸配列を含んでいる。表1の遺伝暗号を参考に、このタンパク質の N 末端から5個目までのアミノ酸配列として最も適当なものを、下の①～⑩から1つ選べ。ただし、第2段階の開始位置を示す遺伝暗号は AUG である。 21

5' ...AGAUGCAUGUAUGACGGGAUUUAACACA... 3'

図1

表1

		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		プロリン	UAA	終止	UGA		終止
		UUG		UCG	UAG			UGG	トリプトファン		
		CUU		CCU	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						
	A	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	リジン	AGA	アルギニン	
		AUG	メチオニン	ACG			AAG		AGG		
G	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 メチオニン-トレオニン-グリシン-アラニン-アスパラギン
- ② メチオニン-トレオニン-グリシン-フェニルアラニン-アスパラギン
- ③ メチオニン-ヒスチジン-バリン-アルギニン-アスパラギン酸
- ④ メチオニン-ヒスチジン-バリン-アルギニン-アスパラギン
- ⑤ メチオニン-チロシン-アスパラギン酸-グリシン-イソロイシン
- ⑥ メチオニン-チロシン-アスパラギン酸-グリシン-ロイシン
- ⑦ メチオニン-チロシン-アスパラギン-グリシン-イソロイシン
- ⑧ メチオニン-チロシン-アスパラギン-グリシン-ロイシン
- ⑨ アルギニン-システイン-メチオニン-チロシン-アスパラギン酸
- ⑩ アルギニン-システイン-メチオニン-チロシン-アスパラギン

問2 下線部(2)に関連して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 大腸菌は、周囲にグルコースが存在すると、ラクトース代謝系の遺伝子を発現しないが、糖類がラクトースだけになると、ラクトース代謝系の遺伝子を発現する。図2はラクトースオペロンの模式図であり、この領域には、ラクトース代謝系の酵素の遺伝子 (E) のほか、プロモーター (P) とオペレーター (O)、さらに、転写に必須の因子 (転写活性化因子) が結合する領域 (C)、オペレーターを認識して結合する調節タンパク質の遺伝子 (I) が並んでいる。なお、転写活性化因子は常に細胞内に存在すると考えてよい。

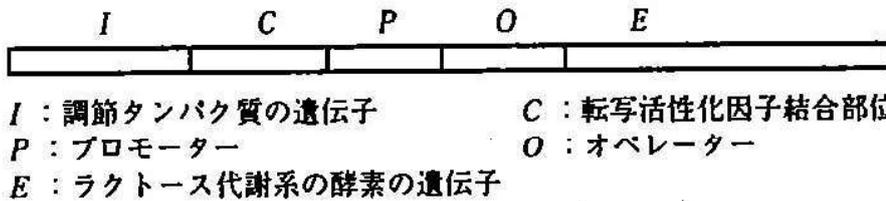


図2

糖類としてグルコースだけを含む培地（以下、G培地）で培養していた大腸菌を、糖類としてラクトースだけを含む培地（以下、L培地）に移し、7分後に再び、G培地に移した。この間の細胞に含まれる遺伝子EのmRNA量と酵素量を調べたところ、図3のようになった。この結果について考察した次のア～エの記述のうち、適当なものだけを過不足なく含むものは、下の①～④のうちのどれか。最も適当なものを1つ選べ。 22

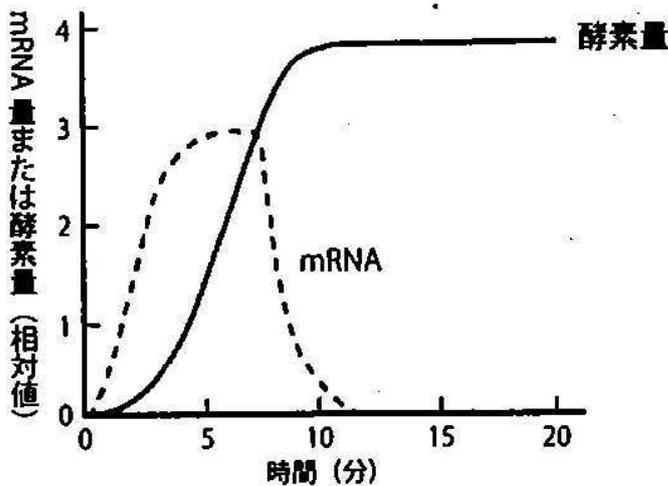


図3

- ア G培地でもL培地でも、遺伝子発現の第2段階の速度は、第1段階の速度によって決まっていた。
- イ G培地からL培地に移してからG培地に戻す7分後まで、遺伝子発現の第2段階は、ほぼ同じ速度で起きていた。
- ウ L培地からG培地に移すとすぐに遺伝子発現の第1段階が停止したが、mRNAの分解は起こらなかった。
- エ L培地からG培地に移すと、数分後に遺伝子発現の第2段階が停止したが、酵素の分解は起こらなかった。

- ① ア      ② イ      ③ ウ      ④ エ      ⑤ ア・イ  
 ⑥ ア・ウ   ⑦ ア・エ   ⑧ イ・ウ   ⑨ イ・エ   ⑩ ウ・エ

- b) 表2に示す大腸菌の変異株は、図2に示す遺伝子やDNA領域の1カ所ないし2カ所に異常をもつ。なお、+は正常であることを示し、Iの-はタンパク質が合成できないこと、CおよびOの-は転写活性化因子および調節タンパク質がそれぞれ結合しないことを示すものとする。また、転写活性化因子はグルコースが存在すると活性を失うことは既知としてよい。変異株1～4は、L培地および糖類を含まないN培地で、どのような表現型を示すと予想されるか。予想を述べた次のオ～クの記述のうち、適当なものだけを過不足なく含むものは、下の①～⑩のうちのどれか。最も適当なものを1つ選べ。 23

表2

	I	C	P	O
変異株1	+	+	+	-
変異株2	-	+	+	+
変異株3	+	-	+	+
変異株4	-	+	+	-

- オ 変異株1は、L培地で遺伝子Eが発現し、N培地では発現しない。
- カ 変異株2は、L培地で遺伝子Eが発現し、N培地でも発現する。
- キ 変異株3は、L培地で遺伝子Eが発現せず、N培地でも発現しない。
- ク 変異株4は、L培地で遺伝子Eが発現しないが、N培地では発現する。

- ① オ      ② カ      ③ キ      ④ ク      ⑤ オ・カ  
 ⑥ オ・キ   ⑦ オ・ク   ⑧ カ・キ   ⑨ カ・ク   ⑩ キ・ク

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 24 ~

31 ]

遺伝子の本体であるDNAは、多数のヌクレオチドが(ア)と炭素(イ)個の糖の間の結合によって鎖状につながったポリヌクレオチドが2本、(ウ)結合によって結びついた高分子化合物であり、2本鎖DNAの分子内では、2本のポリヌクレオチドの鎖の向きは、互いに(エ)向きになっている。

DNAは、半保存的複製のしくみによって合成される。このしくみでは、DNAポリメラーゼをはじめとして、さまざまな酵素が重要な役割を果たしている。たとえば、ある酵素(以下、酵素H)は、複製過程で2本鎖DNA上を進みながら、DNAの二重らせんを解いていく。解かれた鎖の両方が鋳型となって新たな鎖がつくられるが、鎖を(オ)方向に伸長させるのがDNAポリメラーゼである。2つの鋳型の一方では、酵素Hの進む方向と新たな鎖の伸長方向が一致するが、他方では一致しない。その結果連続して合成される鎖が(カ)鎖、不連続に合成される鎖が(キ)鎖であり、(ク)鎖ではDNAリガーゼによってDNA断片が連結されて鎖が完成する。

DNAを細胞外で増やす技術として、PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)がある。この技術でも、2本鎖を解いて1本鎖とし、その1本鎖を鋳型、4種類のヌクレオチドを基質として、DNAポリメラーゼによって新しい鎖を合成する。

問1 文中の空欄(ア)~(エ)に入る語句として最も適当なものを、

次の①~⑩から1つずつ選べ。 24 ~ 27

- |               |       |        |
|---------------|-------|--------|
| ① 逆           | ② 共有  | ③ 水素   |
| ④ 同じ          | ⑤ リン酸 | ⑥ 5    |
| ⑦ 6           | ⑧ イオン | ⑨ 直交する |
| ⑩ S-S(ジスルフィド) |       |        |

問2 文中の空欄 ( オ ) ~ ( ク ) 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。 28

	オ	カ	キ	ク
①	5'	リーディング	ラギング	リーディング
②	5'	リーディング	ラギング	ラギング
③	5'	ラギング	リーディング	リーディング
④	5'	ラギング	リーディング	ラギング
⑤	3'	リーディング	ラギング	リーディング
⑥	3'	リーディング	ラギング	ラギング
⑦	3'	ラギング	リーディング	リーディング
⑧	3'	ラギング	リーディング	ラギング

問3 下線部(1)に関連して、(a)・(b)に答えよ。

(a) DNA が半保存的に複製されることを実験的に証明した研究者の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑩から1つ選べ。 29

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| ① ワトソン と クリック     | ② ハーシー と チェイス  |
| ③ グリフィス と エイブリー   | ④ ビードル と テイタム  |
| ⑤ カルビン と ベンソン     | ⑥ ヒル と ルーベン    |
| ⑦ ジャコブ と モノー      | ⑧ メセルソン と スタール |
| ⑨ ハーディー と ワインベルグ  |                |
| ⑩ ウィルキンス と フランクリン |                |

(b) DNA の半保存的複製を証明した実験では、ある元素の同位体が DNA を標識するのに利用された。その元素として最も適当なものを、次の①~⑩から1つ選べ。 30

- |        |          |         |
|--------|----------|---------|
| ① 水素   | ② 炭素     | ③ 窒素    |
| ④ 酸素   | ⑤ マグネシウム | ⑥ ナトリウム |
| ⑦ カリウム | ⑧ 硫黄     | ⑨ 塩素    |
| ⑩ セシウム |          |         |

問4 下線部(2)に関連して、図1に示す5種類のDNA(ケ～ス)が混在している反応液中に、図2に示すプライマーXおよびプライマーYを添加してPCR法を行った場合、どのDNAが増幅するか。増幅するDNAの組合せとして最も適当なものを、下の①～⑩から1つ選べ。ただし、図1ではDNA断片の両端について、2本鎖のうち一方のみの配列を示し、他方の鎖は省略している。また、……の部分にはプライマーXおよびYと同じ配列も相補的な配列も存在しない。 31

ケ 5' - GACACCCCTT ..... CCTTTTTGAG - 3'  
 コ 5' - CTCAAAAAGG ..... GACACCCCTT - 3'  
 サ 5' - CTGTGGGGAA ..... GAGTTTTTCC - 3'  
 シ 5' - CCTTTTTGAG ..... GACACCCCTT - 3'  
 ス 5' - CTCAAAAAGG ..... AAGGGGTGTC - 3'

図1

プライマーX 5' - GACACCCCTT - 3'  
 プライマーY 5' - CTCAAAAAGG - 3'

図2

- ① ケ・コ    ② ケ・サ    ③ ケ・シ    ④ ケ・ス    ⑤ コ・サ  
 ⑥ コ・シ    ⑦ コ・ス    ⑧ サ・シ    ⑨ サ・ス    ⑩ シ・ス