

問題・解答
用紙番号

47

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科)、看護学部、農学部【理系科目型】

問題は100点満点で作成しています。

I 植生の多様性と分布に関する以下の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

地球の陸上の多くは植物に覆われ、さまざまな場所に多種多様な植物が生育している。ある場所に生育する植物の集まりを植生という。地球上には、その場所の環境に応じた多様な植生が見られる。植生を構成する植物のうち、量的な割合の高い種を [A] という。また、植生全体の外観を [B] という。同じような環境の地域には、その場所に適応した特徴的な外部形態を示す [A] で植生が成立するため、同じような [B] となる。植生を構成する植物とそこに生息する動物や菌類、細菌を含むすべての生物の集まりをバイオームといい、^①森林、[C] および荒原に大別される。②世界にはいくつかのバイオームが分布している。

問1 文中の [A] ～ [C] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

- | | | | | |
|-------|----------|--------|--------|---------|
| 1. 極相 | 2. ギャップ | 3. 先駆種 | 4. 生活形 | 5. 遷移 |
| 6. 草原 | 7. エネルギー | 8. 相観 | 9. 裸地 | 10. 優占種 |

問2 下線部①について。森林に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 林冠では、太陽光を十分に利用できる。
2. 構成する植物の高さの違いによって、階層構造が形成される。
3. 遷移が進み、構成種に大きな変化が見られない状態では、陰樹が主体となる。
4. 日本の多くの森林では、林床はススキやイタドリで構成される。
5. 降水量の多い地域に形成される。

問3 下線部①について。世界の森林を構成する樹木に関する記述として正しいものはどれか。

最も適当なものを1～6から選んでマークせよ。

1. 暖温帯では、落葉広葉樹が主にみられる。
2. 冷温帯では、葉の面積が狭い針葉樹が主にみられる。
3. 亜寒帯では、冬に落葉する夏緑樹林が主にみられる。
4. 年間を通じて湿潤な熱帯では、常緑広葉樹の割合が高く、多種多様な樹木がみられる。
5. 地中海沿岸の地域では、照葉樹林が主にみられる。
6. 雨季と乾季がはっきりしている熱帯地域では、小形で厚く硬い葉をもつ硬葉樹が主にみられる。

問4 下線部②について。図1は、さまざまなバイオームの分布を示している。ア～オのバイオームにあてはまる地域はどこか。最も適当なものを図1の①～⑨から選んでマークせよ。

ア. ツンドラ・高山植生 イ. 雨緑樹林 ウ. サバンナ エ. 針葉樹林 オ. ステップ

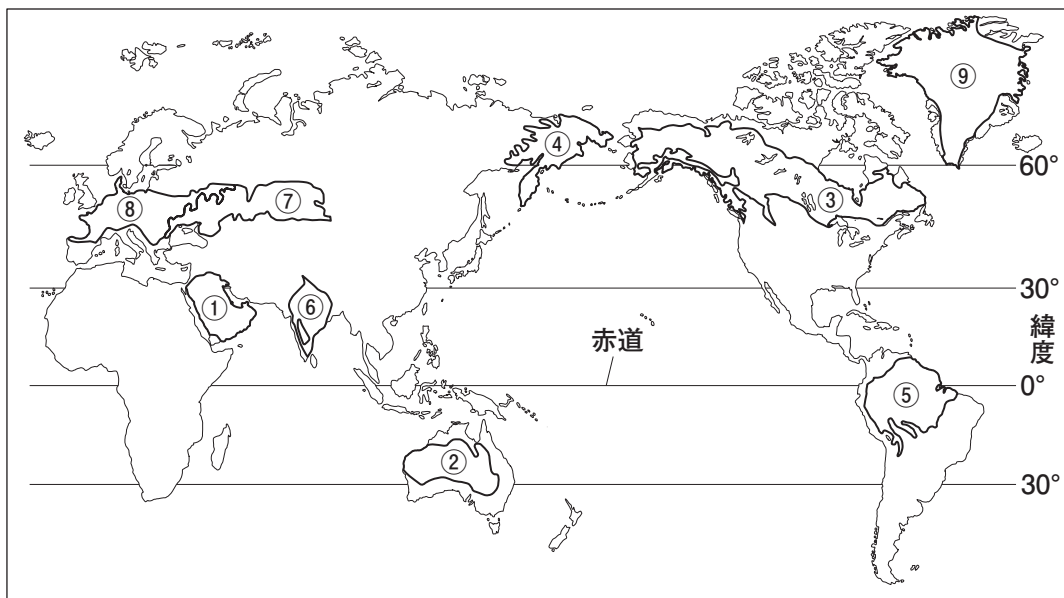


図1

問5 下線部②について。日本のバイオームに関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 気温の影響を大きく受ける。
- b. 降水量の影響を大きく受ける。
- c. 緯度に応じた水平分布と、標高に応じた垂直分布がみられる。
- d. 低緯度から高緯度に向かって、亜熱帯多雨林→夏緑樹林→照葉樹林→針葉樹林の順に分布している。
- e. 本州中部の標高700～1500 mには、照葉樹林が主に分布する。

- 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6 下線部②について。日本の植生を構成する植物種に関する記述として正しいものはどれか。

a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 照葉樹林では、アラカシやミズナラがみられる。
- b. 夏緑樹林では、オオシラビソやブナがみられる。
- c. 北海道の針葉樹林では、トドマツやハイマツがみられる。
- d. 高山帯では、キバナシャクナゲやコマクサがみられる。
- e. 九州では、スダジイの占める割合が高い植生がみられる。

- 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7 図2は、陽生植物および陰生植物の光合成速度と光の強さの関係を示したものである。光の強さと光合成に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適切な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。ただし、温度、二酸化炭素濃度および呼吸速度は一定と仮定する。

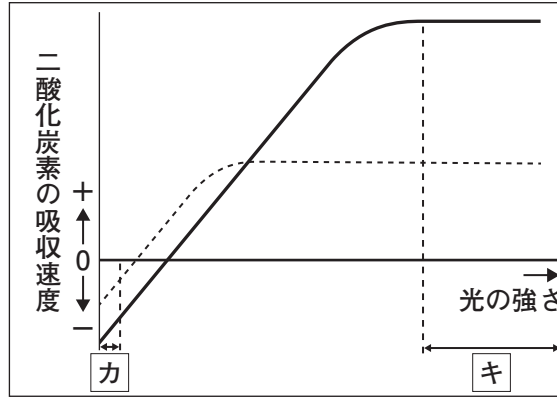


図2

- a. 陽生植物の見かけの光合成速度は、光合成速度に呼吸速度を足したものである。
- b. 陽生植物は、陰生植物と比べて呼吸速度が大きく、光補償点が高い。
- c. 陰生植物は、陽生植物と比べて光飽和点が高い。
- d. 弱い光での生育に適している陰生植物は、の光環境で生育することができる。
- e. 陽生植物は、の光環境での見かけの光合成速度が陰生植物よりも大きく、日向での成長が早い。

- 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)

Ⅱ 生態系に関する以下の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

生物の集団とそれを取り巻く環境を1つのまとまりとしてとらえたものを生態系という。生態系のなかの生物は、太陽の光エネルギーを使って無機物から有機物を作り出す生産者と、生産者の作った有機物を直接的あるいは間接的に栄養分として利用する消費者に分けられる。^①消費者のうち、生産者を食べる生物を一次消費者、一次消費者を食べる生物を二次消費者という。また、生物の遺体や排出物などに含まれる有機物を無機物に分解する過程にかかわる消費者は、分解者と呼ばれる。生態系を構成する生物の間には捕食者と被食者という関係がある。こうした関係が次々とつながっていくことを食物連鎖といい、^②生態系の中の物質循環において非常に重要なはたらきをしている。

生態系はさまざまな生物が相互に作用することで、全体のバランスが保たれている。しかし、ある生物種が増減することによって生態系全体が大きく影響を受けることがある。この場合、生態系のバランスを保つのに重要な役割をはたす上位の捕食者を^③キーストーン種という。

問1 下線部①について。(ア) 一次消費者および(イ) 分解者として最も適当なものを1～9から選んでマークせよ。

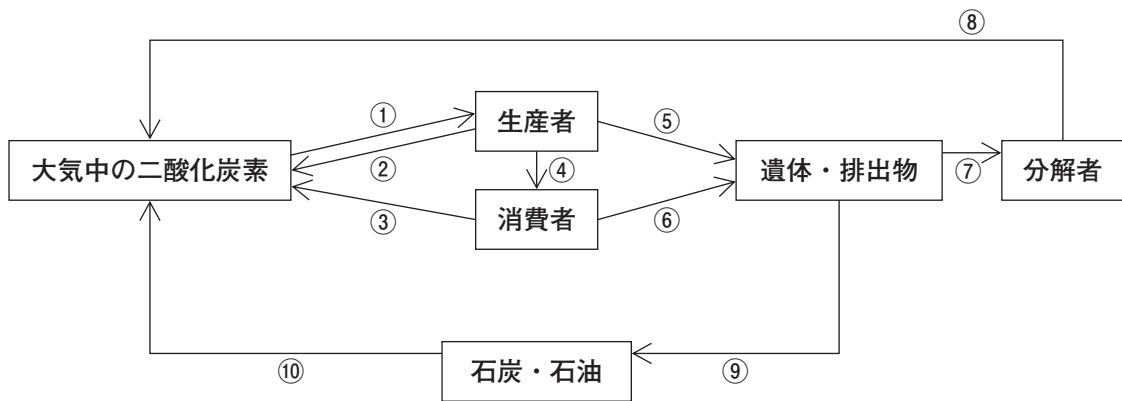
- | | | | | |
|--------|---------|--------|-------------|---------|
| 1. クモ | 2. ヘビ | 3. カエル | 4. ウサギ | 5. イヌワシ |
| 6. イタチ | 7. タンポポ | 8. 乳酸菌 | 9. シアノバクテリア | |

問2 下線部②について。窒素の循環に関する記述として正しいものはどれか。a～dのうち、最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. 土壌中の硝酸イオンや亜硝酸イオンが窒素分子に変えられ大気中に放出されることを硝化という。
- b. 大気中の窒素から植物が利用できるアンモニウムイオンをつくることを窒素固定という。
- c. 植物が硝酸イオンやアンモニウムイオンからアミノ酸などの有機窒素化合物を合成することを窒素同化という。
- d. 窒素はすべての生物と大気との間で直接やりとりがある。

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| 1. (a, b) | 2. (a, c) | 3. (a, d) |
| 4. (b, c) | 5. (b, d) | 6. (c, d) |

問3 下線部②について。図は、生態系における炭素の循環を示したものである。以下の(1)～(2)の問いに答えよ。



図

(1) 図の①および③の過程を示す主な化学反応式について正しいものはどれか。a～cのうち、最も適当な組み合わせを選択肢1～6から選んでマークせよ。

- a. $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O$
- b. $6CO_2 + 12H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$
- c. $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

選択肢	①	③
1	a	b
2	a	c
3	b	a
4	b	c
5	c	a
6	c	b

(2) 近年報告されている大気中の二酸化炭素の増加は、主に図の①～⑩のどの過程の増加によるものか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

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

問4 ある生態系において、一次消費者の1年間における物質収支を1 m²あたりの総量で調べたところ、以下の表に示す値が得られた。一次消費者の1年間の同化量 (g) および成長量 (g) を答えよ。あてはまる整数を選び、該当する解答欄にマークせよ。10の位の数字が存在しないときは0をマークせよ。

同化量は gである。

成長量は gである。

表

摂食量	被食量	呼吸量	不消化排出量	枯死量・死滅量
110 g	38 g	18 g	15 g	4 g

問5 下線部③について。ある生態系におけるラッコ、ウニ、ジャイアントケルプの個体数の変化を示した次の文中の空欄 ~ に入る語句として正しいものはどれか。最も適切な組み合わせを選択肢1～8から選んでマークせよ。

ラッコの個体数が減少すると、ウニの個体数が し、ウニの主食であるジャイアントケルプが する。その結果、そこに生息していた魚類や甲殻類の数が変化して、その海域における種の多様性が する。このことから、ラッコはこの生態系におけるキーストーン種であるといえる。

選択肢	X	Y	Z
1	増加	増加	増加
2	増加	増加	減少
3	増加	減少	増加
4	増加	減少	減少
5	減少	増加	増加
6	減少	増加	減少
7	減少	減少	増加
8	減少	減少	減少

Ⅲ 遺伝情報に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

[1] ①生物の遺伝情報は、DNAの塩基配列として存在する。真核生物のDNAは、細胞の核内に存在し、染色体を形成している。DNAは多数のヌクレオチドが鎖状に結合したポリヌクレオチドで、ヌクレオチドが結合する順番によって様々な遺伝情報が伝えられている。DNAは2本のヌクレオチド鎖が平行に並び、相補的なヌクレオチドの塩基同士が水素結合することによって二重らせん構造をしている。核内にあるDNAの遺伝情報は、まずmRNAに[A]される。②真核生物の遺伝子は、遺伝情報をもつエキソンと、もたないイントロンからなる。[A]の過程では、エキソンとイントロンを持つmRNAの前駆体がまず作られる。この前駆体からイントロンを取り除いてmRNAへと加工する過程を[B]という。続いて、mRNAの遺伝情報を基にしてtRNAが運んできたアミノ酸を順番に結合してタンパク質が合成される。この過程は[C]と呼ばれ、[D]で行われる。この「DNA→RNA→タンパク質」という遺伝情報が一方に流れる原則を[E]という。DNAの二重らせん構造は非常に安定であるが、③DNAを複製するときや[A]の過程では、塩基同士の水素結合が一時的に解離して二重らせんがほどける。

問1 文中の[A]～[E]にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～10から選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------------|------------|-------|----------|
| 1. セントラルドグマ | 2. プロモーター | 3. 翻訳 | 4. リソソーム |
| 5. リボソーム | 6. スプライシング | 7. 転写 | 8. 代謝 |
| 9. トランスジェニック | 10. クローニング | | |

問2 下線部①について。遺伝物質に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. DNAを構成するヌクレオチドにはリボースが含まれる。
2. DNAには硫酸が含まれる。
3. アデニンは相補性のある塩基と水素結合を3つ作る。
4. DNAの二重らせんを構成する2本の鎖には方向性があり、逆向きに並んでいる。
5. 各生物に含まれる染色体のそれぞれをゲノムという。

問3 下線部②について。mRNAの合成に関する記述として正しいものはどれか。a～dのうち、最も適当な組み合わせを1～6から選んでマークせよ。

- a. Bの過程は、前駆体RNAが核の外に出してから行われる。
- b. mRNAは5'末端から3'末端の方向に合成される。
- c. 合成されたmRNAは、ベクターと結合して運び出される。
- d. RNAポリメラーゼは、DNAの一部の塩基配列の情報を転写したRNAを合成する。

- 1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d)
- 4. (b, c) 5. (b, d) 6. (c, d)

問4 下線部③について。生体内でのDNAの複製に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

- 1. DNAの二重らせん構造は、DNAリガーゼと呼ばれる酵素によってほどかれる。
- 2. リーディング鎖では、連続的にDNAが合成される。
- 3. 岡崎フラグメントどうしを結合させるのはDNAポリメラーゼである。
- 4. ラギング鎖では、3'末端から5'末端の方向にDNAが合成される。
- 5. DNAの合成に先立ってプライマーと呼ばれる短いDNAが合成される。

[2] DNA の構造と機能が明らかにされて以降、遺伝子や細胞を取り扱う技術が進歩してきた。遺伝子や細胞を取り扱うこれらの技術を総称して ④ バイオテクノロジー と呼ぶ。バイオテクノロジーの技法の中には、⑤ 制限酵素を用いて DNA を切断する技術 や、⑥ 目的の DNA 断片を増幅する PCR 法（ポリメラーゼ連鎖反応法） などがある。

問 5 下線部④について。a～c は、バイオテクノロジーの技法である。調べる項目と方法 a～c の組み合わせとして正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを選択肢 1～6 から選んでマークせよ。

a. 電気泳動法 b. DNA マイクロアレイ c. サンガー法

選択肢	遺伝子の発現量	DNA の長さ	DNA の塩基配列
1	a	b	c
2	a	c	b
3	b	a	c
4	b	c	a
5	c	a	b
6	c	b	a

問 6 下線部⑤について。*Alu* I は、 $\frac{AGCT}{TCGA}$ という 4 塩基対を認識する制限酵素である。*Alu* I を用いて 7680 塩基対の環状 DNA を処理した場合、理論上いくつの断片が生じるか。小数点第 1 位を四捨五入して、あてはまる整数を選び、該当する解答欄にマークせよ。100 および 10 の位の数字が存在しないときは 0 をマークせよ。ただし、各塩基は同じ割合で含まれているものとする。

解は 断片である。

問 7 下線部⑥について。PCR 法の操作を 8 サイクル行った場合、DNA は理論上何倍に増幅されるか。あてはまる整数を選び、該当する解答欄にマークせよ。100 および 10 の位の数字が存在しないときは 0 をマークせよ。

解は 倍である。

IV 動物の胚発生に関する以下の[1]～[2]の文を読み、問1～7に答えよ。(25点)

[1] 動物の発生過程では、受精卵が細胞分裂(卵割)を繰り返し、複雑な組織や器官を形成する。カエルの場合、第2卵割までは同じ大きさの細胞を生じるが、第3卵割は不等割となり、動物極側の割球が植物極側よりも小さくなる。このような不等割が起こるのは、カエルの受精卵の細胞質に多くの [A] が含まれ、それが植物極側に偏って分布しているためである。カエルの受精の際、精子は動物半球から進入する。この時、表層回転によって精子進入点の反対側に周囲と色の異なる [B] が生じる。この [B] が生じた側が将来の [C] 側となる。さらに発生が進むと、胚は胞胚を経て原腸胚になる。原腸胚では原口から細胞が陥入し、分裂、移動することで原腸が形成される。原腸形成が進むと、胚の細胞は、外胚葉、内胚葉、中胚葉の3つの胚葉に区別される。原腸形成が終わると、胚は神経胚を経て、尾芽胚となり、①各胚葉の細胞からさまざまな組織や器官が作られる。

問1 文中の [A] ～ [C] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～9から選んでマークせよ。

- | | | | | |
|---------------------|--------|-----------|--------|-------|
| 1. Ca^{2+} | 2. 腹 | 3. 灰色三日月環 | 4. 頭 | 5. 卵黄 |
| 6. 背 | 7. 卵黄栓 | 8. 核 | 9. 神経板 | |

問2 下線部①について。中胚葉に由来しないものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 心臓 b. 腸管の上皮 c. 肺の上皮 d. 腸管の平滑筋(内臓筋) e. 骨格筋
- | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 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) |

[2] 胚の細胞は、発生の進行に伴い特定の形やはたらきをもつ細胞に分化していく。以下、そのしくみを明らかにした重要な実験について、【実験1】～【実験4】に示す。

【実験1】 イモリの胞胚期の胚表面の細胞を局所的に染色した結果、胞胚の各部分がどの組織に分化するかを知ることができ、**図1**に示した原基分布図が作成された。

【実験2】 2種類のイモリの初期原腸胚および初期神経胚を用いて、将来表皮になる部位の薄片（予定表皮片）と将来神経になる部位の薄片（予定神経片）を切り取り、互いに入れ替える実験を行うことで（**図2**），^③胚の細胞の発生運命が決まる時期が明らかになった。

【実験3】 2種類のイモリの初期原腸胚の原口背唇部を、他のイモリの初期原腸胚の腹側の予定表皮域に移植すると、本来の胚は正常に発生し尾芽胚となったが、その腹側に神経管や腸管をもつ小型の尾芽胚（二次胚）が形成された。

【実験4】 イモリの尾芽胚の頭部の水平断面を観察すると、脳の一部が膨らんで表皮に接し、成長とともに膨らみの前端がくぼみ、その後眼球が形成されることがわかった。

胞胚期（側面）

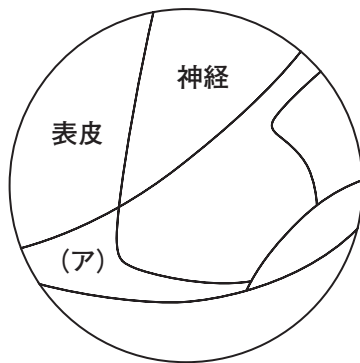
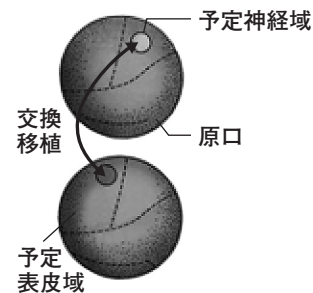


図1 原基分布図

初期原腸胚



初期神経胚

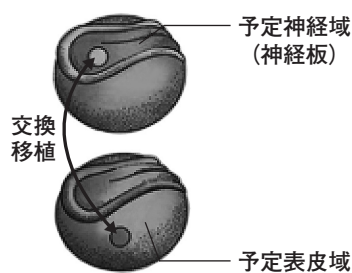


図2 イモリ胚の交換移植実験

問3 実験1の結果を示した**図1**について。**図1**中の（ア）はどのような組織や器官になるか。最も適当なものを1～5から選んでマークせよ。

1. 内胚葉 2. 脊索 3. 側板 4. 体節 5. 脳

問4 実験2の下線部②について。それぞれの移植片はどうなったと考えられるか。(1) 初期原腸胚, (2) 初期神経胚のそれぞれの発生段階で移植した移植片について, 最も適当なものを1~5から選んでマークせよ。

1. 予定表皮片は表皮組織に, 予定神経片は神経組織となった。
2. 予定表皮片と予定神経片は, いずれも表皮組織となった。
3. 予定表皮片は神経組織になり, 予定神経片は表皮組織と神経組織の中間の性質の組織になった。
4. 予定表皮片は神経組織となり, 予定神経片は表皮組織となった。
5. 予定表皮片と予定神経片は, いずれも未分化の細胞のままであった。

問5 実験2の下線部③について。胚の表皮細胞と神経細胞の発生運命が決まる時期に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを1~5から選んでマークせよ。

1. 表皮細胞と神経細胞の発生運命は, 初期原腸胚期にすでに決定している。
2. 表皮細胞の発生運命は初期原腸胚期に決定しているが, 神経細胞の発生運命は初期原腸胚期には決まっておらず, 初期神経胚期には決定している。
3. 表皮細胞と神経細胞の発生運命は, 初期原腸胚期には決まっていないが, 初期神経胚期には決定している。
4. 神経細胞の発生運命は初期原腸胚期に決定しているが, 表皮細胞の発生運命は初期原腸胚期には決まっておらず, 初期神経胚期には決定している。
5. 胚の発生運命は周囲の細胞の影響を受けることから, 表皮細胞と神経細胞の発生運命は移植により不明となる。

問6 実験3について。原口背唇部に関する記述として正しいものはどれか。a~eのうち, 最も適当な組み合わせを1~10から選んでマークせよ。

- a. 原口背唇部は, 分化した表皮細胞にはたらきかけて神経や腸管などを誘導する。
- b. 原口背唇部は, 隣接する外胚葉域にはたらきかけて神経を誘導する。
- c. 原口背唇部は, 隣接する外胚葉域にはたらきかけて脊索を誘導する。
- d. 原口背唇部は, 主に脊索に分化する。
- e. 原口背唇部は, 主に中胚葉由来の腎臓に分化する。

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7 実験4について。眼の発生過程では、誘導された特定の組織が、別の組織の誘導を引き起こす誘導の連鎖が見られる。眼の発生過程で見られる誘導の連鎖に関する記述として正しいものはどれか。a～eのうち、最も適当な組み合わせを1～10から選んでマークせよ。

- a. 脳が眼杯を誘導する。
- b. 眼胞が眼杯を誘導する。
- c. 水晶体が角膜を誘導する。
- d. 角膜が網膜を誘導する。
- e. 眼杯が水晶体を誘導する。

- 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)