

問題・解答 用紙番号	35
---------------	----

の解答用紙に解答しなさい。

生 物

〈受験学部・学科〉

3科目型 受験者

理工学部(生命科学科), 看護学部, 農学部 [注]文系科目型を除く

2科目型 受験者

理工学部(生命科学科), 看護学部,
農学部(農業生産学科・応用生物科学科・食品栄養学科)

問題は100点満点で作成しています。

I 生物の進化に関する以下の[1]と[2]の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

[1] 生物の進化とは、生物集団における形質やそれを決定する遺伝子構成が、時間の経過とともに変化することを意味する。遺伝子の本体であるDNAには、様々な要因により、塩基配列が変化する **A** が生じることがある。**A** により生じた形質は、生物の生存や繁殖に有利であれば集団内に広まり、不利であれば消失する。これは **B** とよばれ、地球上に 多種多様な生物が存在するのは、長い進化の過程で、より環境に適した形質が残った結果である。

ある種における生物集団がもつ遺伝子の集合全体は **C** とよばれ、これに含まれる対立遺伝子(アレル)の割合は **D** という。偶然による **D** の変化を **E** とよび、特に小さな生物集団では **E** の影響が大きい。一方、集団の大きさが無限大と仮定すると、特定の条件下では **D** が一定に保たれることが提唱されており、これをハーディ・ワインベルグの法則とよぶ。このような条件下では、進化は起こらないと考えられている。

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から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | | |
|---------|----------|----------|-----------|----------|
| 1. 適応度 | 2. 遺伝的浮動 | 3. 遺伝子頻度 | 4. 保存配列 | 5. 適応放散 |
| 6. 中立進化 | 7. 突然変異 | 8. 遺伝子座 | 9. 遺伝子プール | 10. 自然選択 |

問2 下線部①について、一つの塩基の変化により遺伝子に生じ得る現象について、誤っているものはどれか。最も適当なものを1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 異なるアミノ酸を指定するコドンができる。
2. 転写の方向性が変わる。
3. 終止コドンが生じる。
4. コドンの読み枠がずれる。

問3 下線部②について、生物集団において新しい形質が定着すると、種分化が生じることがある。このこと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1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 種分化により生じた異なる種間では、交配が可能である。
2. 集団内で生殖機能を失った個体が発見されると、その種は絶滅する。
3. 地理的隔離により異所で遺伝的変化が蓄積し、種分化が生じる。
4. 同所で同種が自由に交配すると、種分化が生じる。

問4 下線部③について、以下のa～dのうち、ハーディ・ワインベルグの法則が成り立つ集団の条件に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 遺伝子の変化が頻繁に生じる。
- b. 自由に交配して有性生殖ができる。
- c. 他の集団との間で個体の流出・流入がない。
- d. 個体間に繁殖力の差がある。

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

[2] さまざまな生物種で、同じ遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列を比較すると、変化している塩基やアミノ酸の数には、種分化が生じてから経過した時間と正の相関関係がみられる。表は、生物種A～Dにおけるタンパク質Xのアミノ酸配列を各種間で比較したときのアミノ酸の置換数を調べたものである。ここでは、アミノ酸1個が変化する速度は常に一定であるとする。

表 タンパク質Xのアミノ酸配列を各種間で比較したときのアミノ酸の置換数

	種 A	種 B	種 C	種 D
種 A	0	—	—	—
種 B	84	0	—	—
種 C	80	67	0	—
種 D	79	62	27	0

図は、表の情報をもとに作成された系統樹を示す。図の(I)は、最も近縁である種Dと種Cを結び付けたものである。同じ頻度でアミノ酸変化が生じたと仮定すると、これら2種の共通祖先から分岐したのち、それぞれで変化したアミノ酸数 a の数値は、以下の式で求められる。

$$a = \text{種 D と種 C の間のアミノ酸置換数} \div 2$$

また図の(II)のように、種Dや種Cと近縁な種Bが、種Dおよび種Cとの3種の共通祖先と分岐したのち、それぞれで変化したアミノ酸数 b は、「種Bと種D間のアミノ酸置換数」と「種Bと種C間のアミノ酸置換数」の平均値を用いて計算するため、以下の式で計算できる。

$$b = \{(\text{種 B と種 D 間のアミノ酸置換数} + \text{種 B と種 C 間のアミノ酸置換数}) \div 2\} \div 2$$

同様に図の(III)では、「種Aと種D間のアミノ酸置換数」と「種Aと種C間のアミノ酸置換数」と「種Aと種B間のアミノ酸置換数」の平均値を半分にしたものが、共通祖先から分岐したのち、それぞれで変化したアミノ酸数 c の数値となる。

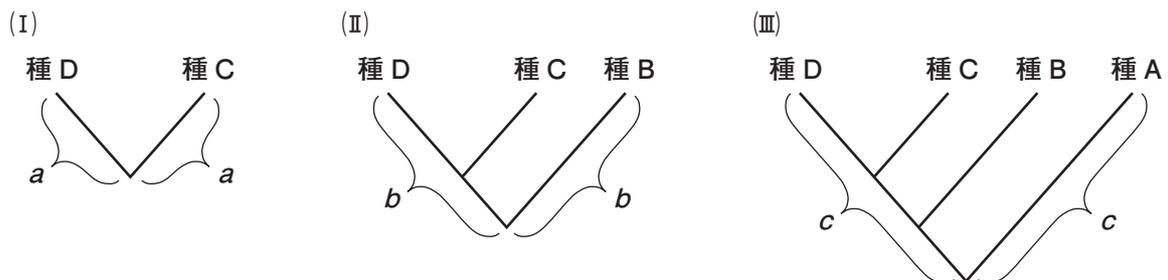


図 生物種A～Dの系統樹

図中の a , b , c は変化したアミノ酸数を示す

問5 図の(Ⅲ)の系統樹中のアミノ酸数 c にあてはまる数字はいくつになるか。最も適当なものを

1～5 から一つ選んでマークせよ。

1. 20.25
2. 40.5
3. 81
4. 121.5
5. 243

問6 種 D と種 B の共通祖先が約3.5億年前に分岐したと仮定したとき、種 D と種 C は約何億年前に分岐したと考えられるか。最も適当なものを1～5 から一つ選んでマークせよ。

1. 約0.5億年前
2. 約1.0億年前
3. 約1.5億年前
4. 約2.0億年前
5. 約2.5億年前

Ⅱ カエルの発生に関する[1]と[2]の文を読み、問1～5に答えよ。(25点)

[1] 1個の受精卵から成体になるまでの過程を発生という。受精卵は発生の初期に連続した体細胞分裂を繰り返すが、これを [A] と呼ぶ。この段階における細胞は [B] とよばれ、[B] の数から2細胞期、4細胞期とよばれる時期を経て、発生が進行していく。

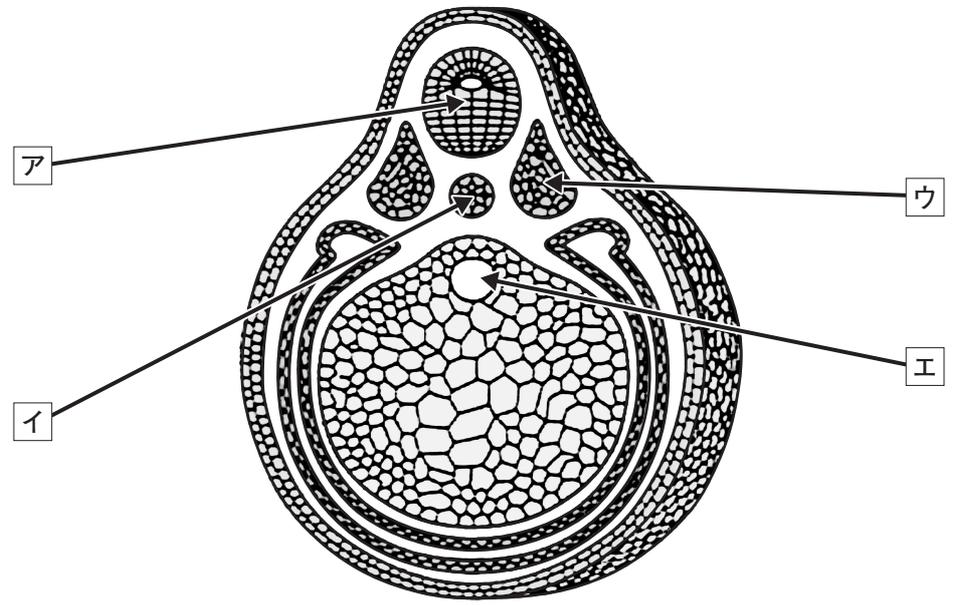
カエルの発生において、[A] を繰り返した胚は桑実胚とよばれる時期に入り、胚の内部には空所ができる。さらに [A] が進むと空所が拡大して [C] 胚腔を形成する。この時期の胚を [C] 胚という。

さらに、発生が進むにつれて、[C] 胚の1カ所から胚の内部に表層の細胞群が移動していくが、この現象を陥入とよぶ。陥入が進むにつれて、胚の内部に新たな空所である [D] ができ、その入り口を [E] という。この時期の胚を [D] 胚とよぶ。[D] の形成に伴って、胚は、外側の細胞層である外胚葉と、内側の細胞層である内胚葉、および外胚葉と内胚葉の間の中胚葉という三つの細胞層から構成されるようになる。

陥入が終了する頃に、胚の背側の外胚葉が厚く平たくなって [F] をつくる。[F] の辺縁部はもち上がって、背側の中央でつながって管を形成し、この管は最外層の表皮から離れ、神経管を形成する。この時期の胚を 神経胚 とよぶ。さらに発生が進むと、^①[G] 胚となる。神経胚期から [G] 胚期へと発生が進むにつれ、三つの胚葉ではさまざまな器官が分化する。

問1 文中の [A] ～ [G] にあてはまる語句はどれか。最も適当なものを1～13から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | | |
|--------|---------|--------|--------|--------|
| 1. 耳胞 | 2. 神経 | 3. 耳 | 4. 神経板 | 5. 細胞板 |
| 6. 卵割 | 7. 生殖細胞 | 8. 脊椎 | 9. 尾芽 | 10. 割球 |
| 11. 原腸 | 12. 胞 | 13. 原口 | | |

問2 下線部①について、はカエルの神経胚の横断面を示したものである。～にあてはまる部位の名称はどれか。最も適当なものを1～5から一つずつ選んでマークせよ。

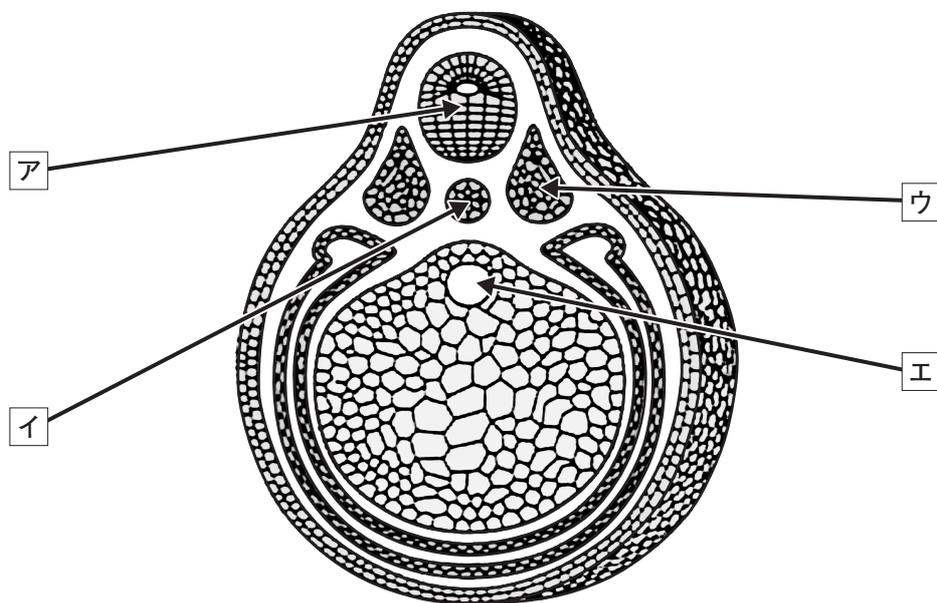


図 神経胚の横断面

1. 腎節 2. 脊索 3. 体節 4. 腸管 5. 神経管

[2] カエルの発生においては、②二次卵母細胞が、減数分裂の第二分裂中期で休止した状態で③精子と出会う。精子の進入後に、精子によってもち込まれた中心体から伸びた微小管のはたらしによって、精子の進入点側では、受精卵の表層が植物極に向かって回転する。その結果、受精卵に灰色三日月環とよばれる、周囲とは色調の変わった部分が現れる。この発生過程において、④カエルのからだには、ある方向性が生じる。

問3 下線部②について、受精後の二次卵母細胞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から一つ選んでマークせよ。

1. 体細胞分裂を再開する。
2. 減数分裂を再開し、第一極体を放出する。
3. 減数分裂を再開し、第二極体を放出する。
4. 減数分裂を再開し、第一極体および第二極体の両方を放出する。
5. 減数分裂を再開するが、極体は放出しない。
6. 分裂しない。

問4 下線部③について、以下のa～dのうち、精子の形成過程に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 精原細胞は、精巣内で体細胞分裂を繰り返して増殖する。
- b. 1個の二次精母細胞は、減数分裂の第二分裂を行って4個の精細胞になる。
- c. 一次精母細胞は、減数分裂の第一分裂を終えると二次精母細胞になる。
- d. 精細胞は、減数分裂を行い精子になる。

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

問5 下線部④について、カエルのからだの方向性の決定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から一つ選んでマークせよ。

1. 精子の進入した位置が幼生の腹側になり、その反対側が背側になる。
2. 精子の進入した位置が幼生の背側になり、その反対側が腹側になる。
3. 精子の進入した位置は、からだの背側・腹側の方向には影響しない。
4. 動物極が幼生の背側になり、植物極が腹側になる。
5. 植物極が幼生の背側になり、動物極が腹側になる。

Ⅲ ヒトの体内環境と免疫に関する以下の文を読み、問1～4に答えよ。(25点)

ヒトには、環境が大きく変化しても体内環境を一定に保つしくみが備わっている。例えば、細胞の周囲を満たす体液は、細胞の機能を維持する上で重要な役割を担っている。この体液の恒常性に関わる重要な器官として、^①肝臓と^②腎臓がある。心臓の拍動により [A] が全身を巡るが、[A] が肝臓と腎臓を流れることにより、体液に関するさまざまな調節が行われている。肝臓は、吸収された物質を細胞内にとり入れ、体内で必要な物質につくりかえることで、体液中のそれらの物質の濃度を一定の範囲に保つはたらきがある。

さらに、ヒトには細菌やウイルスなどに代表される [B] を排除してからだを守る^③免疫が備わっている。特定の [B] による病気を予防するために、この免疫のしくみを医療へ応用したものとして、[C] や [D] 療法がある。[C] は、弱毒化あるいは無毒化した細菌やウイルスを体内に注入することにより、人為的に免疫記憶を獲得させる。[D] 療法は、あらかじめ動物につくらせた [E] を含む [D] を注射することで、症状を軽減させる。

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から一つずつ選んでマークせよ。

1. リンパ液 2. 血清 3. 血しょう 4. 血液 5. 抗体
6. 抗原 7. 病原体 8. 筋肉注射 9. 予防接種 10. ツベルクリン反応

問2 下線部①について、以下のa～dのうち、肝臓に関する記述として正しいものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 肝臓での代謝が抑制されると、発熱量が減少する。
- b. 消化・吸収されたグリコーゲンの一部は、肝臓でグルコースとして蓄えられる。
- c. 肝臓は、血糖濃度の調節には関与しない。
- d. 体温が低下すると、肝臓では物質分解が促進され、発熱量が増加する。

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、腎臓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1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 腎臓は、血圧が低下するとポンプのようなはたらきを示し、血液を全身に送り出す。
2. 腎臓は、尿素や尿生成に関係するホルモンを合成する。
3. 腎臓は、血糖濃度が慢性的に高い状態が続くと、尿中にグルコースを排出することがある。
4. 腎臓のはたらきは、血圧や内分泌腺から分泌されたホルモンの影響を受けない。

問4 下線部③について、免疫に関して、以下の(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 免疫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1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 樹状細胞は、取り込んだ自身の抗体の断片をキラー T 細胞とヘルパー T 細胞に提示して活性化させる。
2. マクロファージは、食作用をもたない。
3. ヘルパー T 細胞は、増殖を繰り返して形質細胞になる。
4. T 細胞や B 細胞から分化した記憶細胞は、病原体が排除された後も一部が体内に残り、次回の抗原侵入に備える。

(2) 以下の a～d のうち、免疫反応に関する記述として誤っているものはどれか。最も適当な組み合わせを1～6から一つ選んでマークせよ。

- a. 自己の成分に対する免疫反応は、通常、免疫寛容によって抑制されている。
- b. 食物、薬などの体内への侵入に対して、重度のアレルギーが起こることがあるが、死に至ることはない。
- c. 免疫が十分に機能しなくなる一連の疾患群を、自己免疫疾患という。
- d. 一度侵入した抗原に対し、次の侵入時に、より速くより強い反応が起こるしくみを免疫記憶という。

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

Ⅳ 生態系に関する以下の文を読み、問1～6に答えよ。(25点)

ある地域に生息する全ての生物と、それらを取り巻く [A] 的環境を一つのまとまりとしてとらえたものを 生態系 ① という。生態系を構成する生物のうち、無機物から有機物をつくり出す生物を生産者とよぶ。また、生産者を直接食べてエネルギーを得る生物を一次消費者、さらに一次消費者を食べてエネルギーを得る生物を二次消費者とよぶ。このような捕食・被食を介した段階的な生物同士の直線的な関係を、食物連鎖 ② という。また、[B] 者とよばれる生物群は、生態系内において動物の遺体や排出物などの有機物を無機物に変換し、生産者が再度利用できる形にすることができる。このために物質は生態系を循環することになる。生態系のバランスを保つのに重要な役割をはたす生物種を、[C] という。

生態系は、全体やその一部を破壊して変化させるような外的な要因の影響を受けており、これを [D] とよぶ。③ 人間が生態系に大規模な影響を与えると、生態系全体のバランスが大きく崩れることがある。ヒトは、石油や石炭などの化石燃料の燃焼を通じて多くの [E] を排出している。[E] は、地球から宇宙へ放射される熱を遮断する性質をもつ。このような大気中の [E] などの温室効果ガスの濃度は年々増加し、④ 地球温暖化 が進行している。地球温暖化は、生態系に大きな影響を与えると考えられている。

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から一つずつ選んでマークせよ。

- | | | | |
|----------|------------|-------|----------|
| 1. 生物多様性 | 2. キーストーン種 | 3. 作用 | 4. 絶滅危惧種 |
| 5. 二酸化炭素 | 6. かく乱 | 7. 窒素 | 8. 非生物 |
| 9. 分解 | 10. 酸素 | | |

問2 下線部①について、生態系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1～4から一つ選んでマークせよ。

1. 生態系の中のエネルギーは、有機物の移動にともなって流れ、炭素のような元素と同様に生態系の中を循環する。
2. 生物の個体数を示した生態ピラミッドでは、栄養段階の上位の個体数が下位のものより多くなり、ピラミッド型にならない場合がある。
3. 陸上では、主に植物が光エネルギーを利用して有機物を生産する。
4. 大気中の二酸化炭素は海水に溶け、海水中の炭素循環システムに取り込まれる。

問3 一般的な生態系において、生産者の純生産量、一次消費者の生産量および二次消費者の生産量を比較したとき、これらのエネルギー量の大きさを正しく示す式として、最も適当なものを1～6から一つ選んでマークせよ。

1. 生産者の純生産量 = 一次消費者の生産量 = 二次消費者の生産量
2. 生産者の純生産量 = 一次消費者の生産量 < 二次消費者の生産量
3. 生産者の純生産量 < 一次消費者の生産量 < 二次消費者の生産量
4. 生産者の純生産量 = 一次消費者の生産量 > 二次消費者の生産量
5. 生産者の純生産量 > 一次消費者の生産量 > 二次消費者の生産量
6. 生産者の純生産量 < 一次消費者の生産量 > 二次消費者の生産量

問4 下線部②について、食物連鎖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から一つ選んでマークせよ。

1. 食物連鎖は、陸上に生息する種のみでみられる。
2. 食物連鎖において、捕食者のからだの大きさは常に被食者より大きい。
3. 一般に、個体数は被食者より捕食者が多い。
4. 湖沼の生態系において、動物プランクトンは生産者である。
5. 陸上の生態系において、バッタとカエルはともに鳥類に捕食される被食者であり、捕食者ではない。
6. 生物濃縮とは、特定の物質が生物の体内に、外部の環境よりも高濃度で蓄積される現象である。

問5 下線部③について、以下のa～dのうち、人間活動による生態系への影響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1～10から一つ選んでマークせよ。

- a. 人間活動によって排出された物質によってプランクトンが異常繁殖し、それらが大量に死滅し分解される過程で海水中の酸素が減少する。
- b. 富栄養化は、人間活動によってのみ引き起こされる現象である。
- c. 石油や石炭などの化石燃料の燃焼により、地球全体の窒素循環のバランスが大きく乱されている。
- d. 日本において、人間の活動によって国外から国内へもち込まれた生物の一部が侵略的外来生物に指定され、これらの生物には移入制限や拡大防止等の対策がなされている。

1. (a, b) 2. (a, c) 3. (a, d) 4. (b, c) 5. (b, d)
6. (c, d) 7. (aのみ) 8. (bのみ) 9. (cのみ) 10. (dのみ)

問6 下線部④について、地球温暖化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から一つ選んでマークせよ。

1. 森林伐採は、大気中の二酸化炭素濃度が増大する原因の一つと考えられる。
2. 地球温暖化は、海水面の上昇を引き起こす。
3. 世界の平均気温は、現在と100年前を比較すると約7℃上昇した。
4. 温室効果ガスが、地球表面から放出される赤外線を吸収する。
5. 人口の増加は、地球温暖化の原因の一つと考えられる。