

生 物

〔問 1〕 次の(1)～(20)の問いに、選択肢から適切なものを選び、記号で答えよ。

- (1) 光学顕微鏡を用いたプレパラートの観察時に、ある対象物を視野の左下に移動させたいとき、実際のプレパラートをどの方向に動かせばよいか。あてはまるものを1つ選べ。

A. 上 B. 下 C. 左 D. 右
E. 左上 F. 左下 G. 右上 H. 右下

- (2) エキソサイトーシスによるのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

A. 胃壁の細胞からのペプシンの放出
B. アクアポリンを通る水分子の透過
C. 植物細胞からのセルロースの分泌
D. マクロファージによるウイルスの食作用
E. 十二指腸粘膜の細胞からのセクレチンの分泌
F. 副交感神経の神経終末からのアセチルコリンの放出
G. ナトリウムポンプによるナトリウムイオンの細胞外への排出
H. すい臓のランゲルハンス島のB細胞からのインスリンの分泌

- (3) 以下の生物のうち、原生生物界に含まれる（ ）のなかまから陸上植物が進化したと考えられている。括弧内にあてはまるものを1つ選べ。

A. 褐藻類 B. 紅藻類 C. シアノバクテリア
D. シャジクモ類 E. ミドリムシ類

- (4) 酵素について正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

A. 化学反応を触媒する。
B. タンパク質を主成分とする。
C. 基質はアロステリック部位に結合する。
D. 反応速度が最大になる温度を最適温度という。
E. 競争的阻害では、阻害物質が活性部位に結合する。

(5) 自然免疫における細菌類やウイルスを認識する受容体を（ ）といい、樹状細胞やマクロファージの細胞膜などに存在する。この受容体には複数の種類があり、それぞれが細菌類の細胞壁の成分やべん毛，ウイルスの RNA や DNA の一部を認識する。括弧内にあてはまるものを 1つ 選べ。

- A. HLA (ヒト白血球抗原)
- B. MCS (マルチクローニングサイト)
- C. MHC (主要組織適合性複合体)
- D. TCR (T 細胞受容体)
- E. TLR (トル様受容体)

(6) 緑色硫黄細菌について、正しいのはどれか。あてはまるものを すべて 選べ。

- A. 葉緑体をもつ。
- B. 光化学系 I と光化学系 II をもつ。
- C. 産生した ATP を炭酸同化に使う。
- D. 光化学系に電子を与えるのは水分子である。
- E. 光合成色素としてバクテリオクロロフィルをもつ。

(7) トノサマガエルとニワトリに共通するのはどれか。あてはまるものを すべて 選べ。

- A. 羊膜をもつ。
- B. 脊椎骨をもつ。
- C. 真核生物である。
- D. 旧口動物である。
- E. 三胚葉動物である。

(8) 植物の花芽形成について、正しいのはどれか。あてはまるものを すべて 選べ。

- A. フロリゲンは長日植物には存在しない。
- B. 花芽形成に、温度の影響を受ける植物がある。
- C. フロリゲンは根でつくられ、師管を通過して芽に移動する。
- D. フロリゲンの実体は炭水化物であることが近年明らかになった。
- E. オナモミの葉をすべて除去して短日処理を施すと、花芽は形成されない。

(9) 以下のうち、正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. コウモリは、エコーロケーションに赤外線を用いる。
- B. 多くの渡り鳥は、太陽コンパスも星座コンパスも使えない場合は、地磁気を手がかりに使う。
- C. バッタの飛翔パターンは、^{さんき}三叉神経節にある中枢パターン発生器によって発現している。
- D. ミツバチはえさ場が近いときは円形ダンスを行い、巣にいるなかまにえさ場の位置を伝える。
- E. アメフラシの水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込めるが、刺激を繰り返すと、引っ込めなくなってしまう。

(10) ニューロンのイオンチャネルについて、正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 決まったイオンだけを選んで通す。
- B. イオンチャネルで行われる物質輸送は受動輸送である。
- C. ヒトのニューロンの静止電位は、ナトリウムチャネルが開いて発生する。
- D. 活動電位が神経終末まで伝導すると、シナプス前細胞にあるリガンド依存性カルシウムチャネルが開く。
- E. 神経伝達物質が、シナプス前膜にあるリガンド依存性イオンチャネルに特異的に結合し、興奮の伝達がおこる。

(11) 大腸菌にあてはまるものはどれか。すべて選べ。

- A. 長いDNAがヒストンと結合している。
- B. 基本転写因子がRNAポリメラーゼと複合体を形成する。
- C. 遺伝子発現において調節タンパク質が転写の調節を担う。
- D. プロモーターにRNAポリメラーゼが直接結合して転写が開始される。
- E. 転写されつつあるmRNAにリボソームが付着し、タンパク質を合成する。

(12) ステロイドホルモンにあてはまるものはどれか。すべて選べ。

- A. 脂質に溶けやすい。
- B. 受容体は細胞膜に存在する。
- C. 受容体には G タンパク質が結合する。
- D. 受容体との複合体は DNA の特定の部位に結合する。
- E. 受容体に結合するとセカンドメッセンジャーがつけられる。

(13) おもに微小管が関わるはたらきはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 筋収縮
- B. 細胞質分裂
- C. アメーバ運動
- D. 核の形の保持
- E. べん毛の運動
- F. 細胞小器官の輸送

(14) 以下のうち、植物の基本組織系に属するのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 海綿状組織
- B. 孔辺細胞
- C. さく状組織
- D. 根毛
- E. 師管

(15) 鹿児島県の桜島における一次遷移について、遷移の順に並べたとき、適切なものはどれか。1つ選べ。

- A. ススキ草原→地衣類・コケ植物→低木林→陽樹林→陽樹・陰樹混合林→陰樹林
- B. ススキ草原→地衣類・コケ植物→低木林→陰樹林→陽樹・陰樹混合林→陽樹林
- C. 地衣類・コケ植物→ススキ草原→低木林→陽樹林→陽樹・陰樹混合林→陰樹林
- D. 地衣類・コケ植物→ススキ草原→低木林→陰樹林→陽樹・陰樹混合林→陽樹林
- E. 地衣類・コケ植物→ススキ草原→陽樹林→陰樹林→陽樹・陰樹混合林→低木林
- F. 地衣類・コケ植物→ススキ草原→陽樹林→陽樹・陰樹混合林→陰樹林→低木林

(16) 生態系におけるエネルギーと物質の流れについて適切なのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 物質が生態系を循環することを物質還流という。
- B. 植物や動物などの遺骸の有機物は分解者の栄養源となる。
- C. 食うものと食われるものの連続的なつながりを食物連鎖という。
- D. すべての生物が直接利用できるエネルギーは、熱エネルギーのみである。
- E. 生物の間を流れたエネルギーは、最終的に熱エネルギーとして宇宙空間に出ていく。

(17) 現在、急速に生物多様性を減少させている要因と考えられているのはどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 生物の乱獲
- B. 生息地の汚染
- C. 外来生物の侵入
- D. 佐渡島でのトキの野生復帰
- E. 日本の山間部での水田耕作の放棄地^{ほうきち}の広がり

(18) 類人猿（ゴリラ）とヒトを比較したとき、類人猿に見られる特徴はどれか。あてはまるものをすべて選べ。

- A. 後肢が短い。
- B. 犬歯が小さい。
- C. おとがいが無い。
- D. 眼窩上隆起^{がんか}が目立つ。
- E. 骨盤が横に広がっている。
- F. 大後頭孔が頭骨から真下に開口している。

(19) 以下の生物群を地球上に出現した年代順に並べたとき、正しいのはどれか。
1つ選べ。

- A. エディアカラ生物群 → バージェス動物群 → 鳥類 → 両生類
- B. エディアカラ生物群 → バージェス動物群 → 両生類 → 鳥類
- C. エディアカラ生物群 → 両生類 → バージェス動物群 → 鳥類
- D. バージェス動物群 → エディアカラ生物群 → 鳥類 → 両生類
- E. バージェス動物群 → エディアカラ生物群 → 両生類 → 鳥類
- F. バージェス動物群 → 両生類 → エディアカラ生物群 → 鳥類

(20) 光合成色素クロロフィル a がよく吸収する光の波長はどれか。あてはまるものを 2つ 選べ。

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| A. 400～450 nm | B. 450～500 nm | C. 500～550 nm |
| D. 550～600 nm | E. 600～650 nm | F. 650～700 nm |

〔問2〕 次の文を読み、(1)～(3)の問いに答えよ。

同じ鳥類でも水鳥の後肢には水かきがあるが、ニワトリの後肢にはない。しかし、ニワトリでも、(a)発生のある時期には平たい細胞のかたまりとして肢の指の間に水かきに相当する部分が存在し、発生が進むにつれて指と指の間の組織がアポトーシスを起こして消失し、残った部分から指の形ができる。一方、水鳥の場合は、発生時期に死ぬ細胞数が少なく、指と指の間の細胞が残るため、水かきがある。アポトーシスは、脳・心臓・骨格などが形成されるときや、カエルの幼生の(ア)時に尾が縮むときにも見られる。このような正常発生の過程だけでなく、アポトーシスは成体の組織や器官においてもみられ、細胞の新旧交代など、体内の恒常性に重要なしくみである。さらに、(b)ウイルス感染した細胞でもアポトーシスが起ることが知られている。アポトーシスは、さまざまな(イ)は正常な形態が保たれながら、(ウ)が断片化し、次いで細胞全体が断片化する細胞死である。

(1) (ア)～(ウ)に適切な語句をいれよ。

(2) 下線部(a)の部位を、同じニワトリ^{はい}胚の別の部位に移植する実験をした。アポトーシスが起る2日前に移植した場合、移植された場所によってはアポトーシスが起らなかったが、アポトーシスが起る1日前以降に移植した場合、どこに移植してもアポトーシスが観察された。この実験結果からアポトーシスと時期についてわかることを、60字以内で述べよ。

(3) 下線部(b)に関して、ウイルス感染した生物にとってアポトーシスがどのように役にたつのか、60字以内で述べよ。

〔問3〕 次の文を読み、問いに答えよ。

ある形質が性に依存してあらわれることはよく観察されている。また、ある種のウシ(エアシャーウシ)の体色は性によって優性劣性関係が逆転することが知られている。エアシャーウシの体には両性で白い部分があるが、白い部分以外の^{はんもん}斑紋の色はマホガニー色か赤色である。斑紋の色を決める2つの対立遺伝子を、 M (マホガニー色)および R (赤色)であらわしたとき、 M は雄で優性であり、 R は雌で優性である。遺伝子型が MM は両性でマホガニー色、 RR は両性で赤色、 MR は雄ではマホガニー色で雌では赤色である。

マホガニー色の斑紋をもったエアシャー雌ウシから生まれた、赤色の斑紋をもった子ウシの性は、雄雌どちらであるか、根拠とともに40字以内で答えよ。なお、英字1文字は1マスに入れること。

〔問4〕 次の文を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

さまざまな生物に共通して存在するタンパク質のアミノ酸配列を比較することにより、生物の系統関係や、生物が共通祖先から分かれた年代を推定することができる。右表は、いろいろな脊椎動物のヘモグロビン α 鎖のアミノ酸配列を

生物種	異なるアミノ酸の数
ウシ	17
ウマ	18
ウサギ	25
カモノハシ	37
イモリ	62
コイ	68

ヒトのヘモグロビン α 鎖と比べ、異なるアミノ酸の数をまとめたものである。一方、化石などの証拠から、ヒトとウマは 8,000 万年前に共通祖先から分かれたと推定されている。なお、アミノ酸 1 個が別のアミノ酸に置換される速度は、ここにあげた生物および年代で一定であると仮定する。

- (1) ヒトではウマとの共通祖先と分かれてから、ヘモグロビン α 鎖のアミノ酸が何個置換されたと考えられるか。
- (2) ヘモグロビン α 鎖の 1 個のアミノ酸が他のアミノ酸に置換されるのに必要な時間は何年か。有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 上記の生物のうち、ヒトとの共通祖先から 1.5 億年より前に分かれたと考えられる生物をすべて書け。
- (4) ヒトのヘモグロビン α 鎖とサメのヘモグロビン α 鎖のアミノ酸を比べたところ、異なるアミノ酸の数は 79 個であった。サメの祖先が、ヒトを含めた上記 7 種類の共通祖先から分かれたのは何億年前と考えられるか。最も適当なものを下から 1 つ選び、A～J の記号で答えよ。

- | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| A. 3.1 | B. 3.3 | C. 3.5 | D. 3.7 | E. 3.9 |
| F. 4.1 | G. 4.3 | H. 4.5 | I. 4.7 | J. 4.9 |

〔問5〕 次の文を読み、(1)、(2)の問いに答えよ。

あるヒトのゲノムを、同性の別のヒトのゲノムと比べると、99.9%の塩基配列は共通しているが、0.1%には違いがあるといわれている。この違いのうち、ある一定の範囲の塩基配列の中で 1 塩基が異なっている状態を(ア)という。

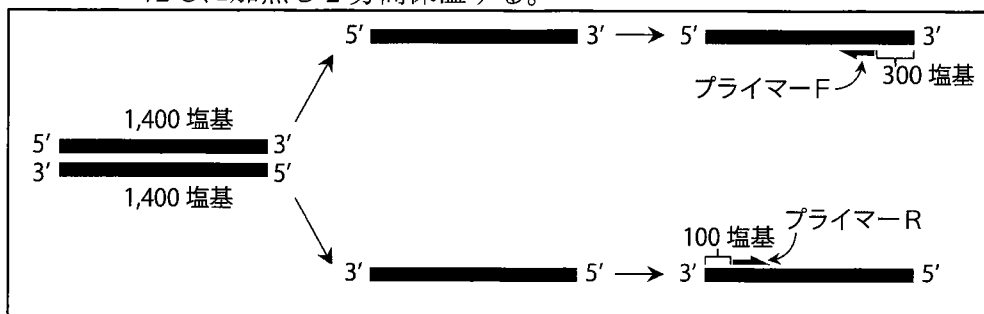
- (1) (ア)にはいる語句を答えよ。
- (2) (ア)を解析することは、医療にどのように有用であると考えられるか。120 字以内で述べよ。

〔問 6〕 次の文を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

下図の左側に示すような 1,400 塩基対の DNA 分子の中に存在するある遺伝子を、長さ 20 塩基のプライマー-F と長さ 21 塩基のプライマー-R を用いて PCR 法にて増幅することにした。プライマー-F の 5' 末端は鋳型 DNA の 300 塩基内側に、プライマー-R の 5' 末端は鋳型 DNA の 100 塩基内側に結合する。下図の右側には第 1 サイクルの途中までの様子が示してある。すなわち、95℃ に加熱・保温し、その後 60℃ に冷やし、それぞれのプライマーが鋳型となる DNA の相補的な配列に結合した状態である。PCR 反応開始時の反応チューブ中には、1,400 塩基対の鋳型の 2 本鎖 DNA が 1 分子、耐熱性の DNA ポリメラーゼ、それぞれのプライマー、4 種類のヌクレオチドが、増幅に最適化された反応液に入っているとす。反応中に、2 種類のプライマーと 4 種類のヌクレオチドは枯渇せず、DNA ポリメラーゼは失活しないとする。PCR 反応は以下のサイクルで行い、理想的な条件下で行われるとする。

サイクル

- 95℃ に加熱し 1 分間保温する。
- 60℃ に急速に冷やし 1 分間保温する。
- 72℃ に加熱し 2 分間保温する。

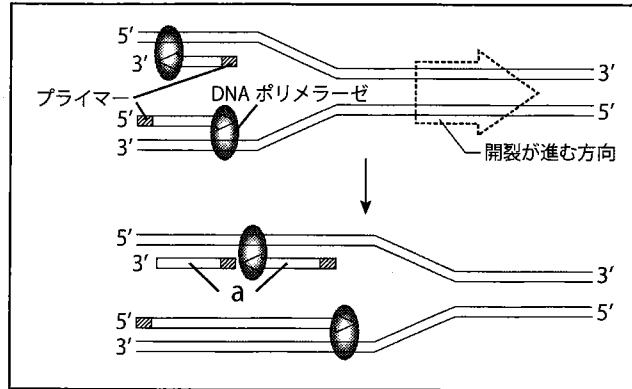


- (1) 第 1 サイクル終了後、どのような長さの DNA が何分子、反応液中にあるか、以下の例にならって答えよ。ただし、対象とする DNA は、長さが 100 塩基以上のものとし、1 本鎖 DNA として何分子あるかを答えよ。

例 ; 1,400 塩基の DNA が 10 分子、1,500 塩基の DNA が 2 分子

- (2) 第 2 サイクル終了後は、どのような長さの DNA が何分子、反応液中にあるか。(1) の答え方にならって答えよ。
- (3) n サイクル終了後は、どのような長さの DNA が何分子、反応液中にあるか。(1) の答え方にならって答えよ。
- (4) 耐熱性の DNA ポリメラーゼは、どのような生物に由来する酵素か。

〔問 7〕 右は真核細胞内における DNA 複製のしくみについての模式図である。図中の↓は、時間とともに上から下の状態になることを示している。(1)～(7)の間に答えよ。なお、(4)、(6)、(7)では、英数字 1 文字は 1 マスに、ただし 5' や 3' は 1 マスに入れること。



- (1) 図中の a は、開裂が進む方向とは逆向きに合成された短い断片的な DNA である。a を何というか。
- (2) 図のプライマーについて正しいのはどれか。あてはまるものをすべて選び、記号で答えよ。
 - A. DNA からなる。
 - B. のちに除去される。
 - C. 約 100 ヌクレオチドからなる。
 - D. 鋳型に対し相補的な配列をもつ。
 - E. 原核生物の複製過程では存在しない。
 - F. DNA ポリメラーゼによって作られる。
- (3) 図中の a は、最終的には連結される。連結のときにはたらく酵素を何というか。
- (4) 図のように、2 本のヌクレオチド鎖のうち一方が不連続に合成されるのはなぜか。60 字以内で述べよ。
- (5) DNA の複製では、もとの DNA の一方のヌクレオチド鎖が、複製された DNA にそのまま受け継がれる。このような複製のしくみを何というか。
- (6) 老化する細胞や寿命がある細胞の細胞分裂では、DNA 複製を繰り返すたびに DNA の末端が短くなるのはなぜか。60 字以内で述べよ。
- (7) DNA が複製されるとき、 10^5 塩基対に 1 個の割合で、相補的でない塩基をもつヌクレオチド同士が塩基対をつくるといわれている。しかし実際には、誤ったヌクレオチドが挿入された時点で () ため、複製時の間違いの頻度は大幅に下げられている。括弧内にあてはまる文を 60 字以内で述べよ。