

令和5年度
入学者選抜学力検査
(後期日程)

理科(生物)

山口大学理学部 化学科, 生物学科

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、問題冊子および解答用紙の中を見てはいけません。
- 2 出願時に選択した科目の問題冊子が配られていることを確認してください。
- 3 配付物は、問題冊子1冊(1～7頁)、解答用紙6枚および下書用紙2枚です。
試験開始後、直ちに揃っているか確認してください。
- 4 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙や下書用紙の枚数の過不足や汚れ等に気がついた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 5 試験開始後、すべての解答用紙に氏名および受験番号を記入してください。
- 6 問題冊子と下書用紙は持ち帰ってください。

問題の選択と解答方法について

- 1 問題1から問題6を解答してください。
- 2 解答は指定された解答用紙のおもて面に横書きで記入してください。
- 3 解答を指定された問題番号以外の解答用紙に記入した場合は、採点の対象となりません。
- 4 解答用紙はすべて回収します。

生 物

問題 1 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。(配点 50 点)

さまざまな生物の遺伝情報が、ゲノム解析によって明らかになってきている。たとえば、ショウジョウバエのゲノムの全塩基対数(核相は $1n$) は約 1 億 6,500 万で、遺伝子は約 14,000 個、作りだされるタンパク質は約 24,000 種類と推測されている。一方、ヒトのゲノムの全塩基対数(核相は $1n$) は約 30 億で、遺伝子は約 21,000 個、作りだされるタンパク質は 10 万種類以上と推測されている。

問 1 もし、すべての染色体に同じ数の遺伝子があると仮定した場合、ヒトの 1 本の染色体には、おおよそいくつの遺伝子があるか、答えなさい。ただし、有効数字 3 桁で答えること。

問 2 植物では、染色体レベルの突然変異をとおして種分化が起こることが知られている。たとえば、コムギは倍数性の突然変異によって種の進化が起こったことがわかっている。2 倍体のヒトツブコムギの染色体数は 14 本であるが、4 倍体のマカロニコムギの染色体数は 28 本である。染色体数が 42 本のパンコムギは、何倍体であるか答えなさい。ただし、異数性の変異は起こっていないものとする。

問 3 ヒトの体を構成している細胞(生殖細胞などをのぞく)は、どの細胞も DNA の遺伝情報は同じであるが、分化した細胞ごとに転写される遺伝子が異なる場合がある。どのようにして、それぞれの細胞ごとに転写される遺伝子が制御されていると考えられているか、説明しなさい。

問 4 ショウジョウバエやヒトでは、遺伝子の数よりも合成されるタンパク質の種類のほうが多い。ヒトではどのようにして、遺伝子の数よりも多くの種類のタンパク質が合成されているのか、そのしくみを説明しなさい。

問題 2 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。（配点 50 点）

ヒトは外界から刺激を受けると、刺激に対応した反応や行動を起こす。外界からの刺激を受けとることを受容といい、受容する耳・鼻・眼などの器官は受容器とよばれる。受容器が外界から閾値以上の刺激を受けると、 神経により大脳の 神経系へ情報が伝えられる。大脳は感知された刺激に対して、様々な反応を起こすための指令を 神経を介して筋肉などの へ伝える。

問 1 文中の ～ に適切な語句を記入しなさい。

問 2 ニューロンに生じる活動電位の大きさは、閾値以上の刺激であれば、刺激の大きさにかかわらず、その大きさは変わらない。ヒトはどのようなしくみで、刺激の強弱の違いを感覚の強弱として感じるができるのか説明しなさい。

問 3 ヒトの内耳のうずまき管内で音を感知している器官の名称と、その器官が音を感知するしくみを答えなさい。

問 4 ヒトが聴くことのできる音の振動数は、おおよそ 20 ～ 20,000 ヘルツの範囲である。ヒトが高音と低音を聴き分けるしくみを説明しなさい。

問題 3 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。(配点 50 点)

多くの被子植物は、子房の内部に 1 個あるいは複数個の胚珠をもつ。胚珠の中に形成された胚のう母細胞が細胞分裂を繰り返して胚のうが分化する。胚のうは、ア 個の細胞からできており、その中の卵細胞は精細胞と受精して受精卵になる。また、極核をもつ イ 細胞は精細胞と受精して胚乳核をもつ細胞を形成する。卵細胞と隣り合っている ウ 細胞と、胚のう内で卵細胞の反対側にある エ 細胞は、受精後に退化し、消失する。受精卵は細胞分裂を繰り返して胚を形成し、胚乳核をもつ細胞は種子の栄養貯蔵のための胚乳となる。一方、若いおしべの^{さく}葯の中には花粉母細胞があり、これが細胞分裂を繰り返すことによって精細胞が形成される。

問 1 文中の ア ～ エ に適切な数値や語句を記入しなさい。

問 2 図 1 は、被子植物の胚珠内の、胚のう母細胞から卵細胞の形成→受精→胚の形成へと続く過程における、それぞれの時期(a～l)の細胞の核あたりの DNA 量を示している。

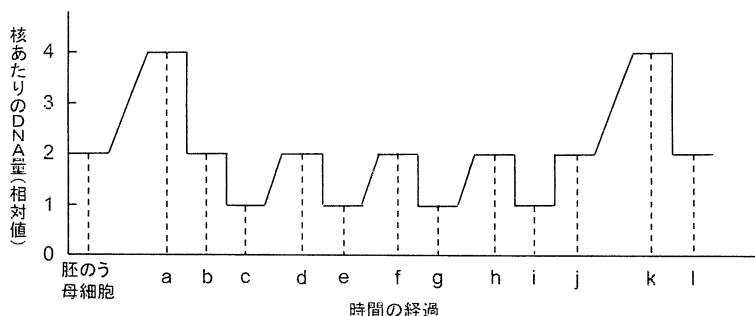


図 1 被子植物の配偶子形成と胚発生過程における核あたりの DNA 量の変化

- (1) 次の①～③の時期に相当するものを、図 1 の a～l からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。
- ① 胚のう細胞が生じた時期
 - ② 胚のうが完成した時期
 - ③ 卵細胞と精細胞が受精して受精卵ができた時期
- (2) 図 1 において、 $2n$ 世代の体細胞分裂が見られる期間はどの時期からどの時期までか、a～l の文字を用いて答えなさい。

問 3 イネ科の植物およびアブラナ科の植物の種子が完成するまでの胚乳の変化を、それぞれ説明しなさい。

問 4 下線部について、被子植物の花粉母細胞が形成されてから、精細胞ができるまでの細胞の核あたりの DNA 量の変化を、図 1 にならってグラフに図示しなさい。解答用紙におけるグラフの横軸の w は花粉母細胞の時期を、z は精細胞の時期を示している。また、w や z にならって、時期 x (花粉四分子ができた時期)、時期 y (成熟した花粉が形成された直後) について、グラフの横軸に示しなさい。

問題 4 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。(配点 50 点)

酸素を用いてグルコースが好氣的に代謝される際には、解糖系、①クエン酸回路、②電子伝達系という 3 つの過程を経る。解糖系において、1 分子のグルコースは 分子のピルビン酸にまで分解される。この過程でグルコースをリン酸化するために、1 分子のグルコース当たり 分子の ATP を消費する一方、 分子の ATP が生成されることから、差し引き 分子の ATP を得たことになる。また、解糖系では 分子の NADH が生成される。クエン酸回路では、最初にピルビン酸の脱炭酸反応によってアセチル CoA が生じる。アセチル CoA は と結合してクエン酸を生成する。クエン酸が まで分解される過程で、 分子の ATP と 分子の NADH、さらに 分子の FADH₂ が生成される。③電子伝達系では、酸化リン酸化により ATP が合成される。

問 1 文中の ～ に適切な数値や語句を記入しなさい。

問 2 下線部①と②について、その反応を行う酵素が存在するのはミトコンドリアのどの部位か、それぞれ答えなさい。

問 3 下線部③について、酸化リン酸化により ATP が合成されるしくみを電子やイオンの流れ、タンパク質複合体のはたらきを踏まえて説明しなさい。

問 4 酵母菌をグルコースを含む培養液で、酸素の無い嫌氣的な条件で培養したとき、どのようにして ATP が合成されるか説明しなさい。また、そのときのミトコンドリアの数や大きさについても説明しなさい。

問題 5 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。(配点 50 点)

地球上には、現在分かっているだけでも、約 175 万種以上の生物がいる。それらの生物のもつ共通の特徴に基づいてグループ化することを分類という。古くは外部形態が生物の分類基準として用いられてきた。さらに、近年では、DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列など、生体を構成する物質の分子データを比較し、分子系統樹を作成することで、生物の類縁関係を推定することも多い。

表 1 は、ある 4 種の生物 (X, Y, Z, W) 間における遺伝子 A の塩基配列について、種間で異なる塩基の数を示している。また、図 1 は、推定された 4 種の系統関係を示している。

表 1 遺伝子 A における種間で異なる塩基数

種名	X	Y	Z	W
X	-			
Y	31	-		
Z	29	24	-	
W	42	42	48	-

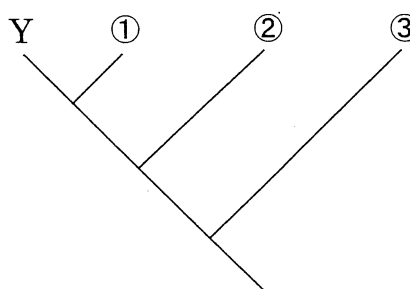


図 1 X, Y, Z, W の系統関係

問 1 分類の階級を上位から並べると以下のような順序になる。(ア)～(オ)に適切な語句を記入しなさい。

ドメイン → 界 → (ア) → (イ) → (ウ) → (エ) → (オ) → 種

問 2 図 1 の①～③に最もよく当てはまる種を X, Z, W の記号で答えなさい。

問 3 化石の調査結果から、X と Y は 450 万年前に共通祖先から分岐したことが明らかになった。表 1 の数値の違いを分子時計として利用できると仮定したとき、Y と W が分岐した年代を答えなさい。年代は表 1 の数値を最も説明できるものを採択すること。なお、有効数字を 3 桁とし、計算の過程も示すこと。

問 4 突然変異によって塩基配列の変化が蓄積する速さは、DNA の領域により異なる。このような違いが生じる原因を説明しなさい。

問題 6 次の文章を読んで、問 1～問 4 に答えなさい。(配点 50 点)

ある地域に生息する同種の個体のまとまりを個体群という。野外の生物個体群では、病気や捕食、食物不足などのため、子の一部しか親になるまで生き延びることができない。出生後の時間経過とともに、生まれた子の数がどのように減っていくかを示した表を生命表という。また、生命表をグラフにしたものを生存曲線という。生存曲線の形は種によって様々であるが、大別すると図 1 に示すような 3 つの型 (①～③) に区分される。

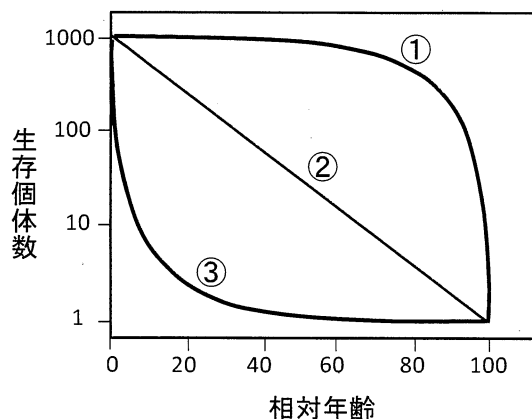


図 1 生存曲線の 3 つの型

問 1 個体群の大きさを推定する代表的な方法の一つに標識再捕法がある。ある池に生息するフナの個体数を推定するために、87 頭を捕獲し、黄色の標識をつけ、放流した。5 日後に再び 95 頭のフナを捕獲したところ、標識のついた個体が 20 頭含まれていた。標識再捕法での個体数の推定が可能であると仮定したとき、この池に生息するフナの個体数を推定しなさい。なお、有効数字を 3 桁とし、計算の過程も示すこと。

問 2 個体群の大きさを推定するおもな方法として、標識再捕法以外に区画法がある。区画法による推定は、どのような生態的な特徴をもつ生物に適しているか、説明しなさい。

問 3 図 1 の①～③に最も近い生存曲線を示すと考えられる生物を (ア)～(カ) からそれぞれ 2 つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) イワシ (イ) スズメ (ウ) ミツバチ (エ) ヒト (オ) トカゲ
(カ) アサリ

問 4 次のページの表 1 と表 2 は、ある動物 X と Y の生命表である。それぞれの動物の生存曲線は、図 1 の①～③のどの型に最も近いと考えられるか、記号で答えなさい。

表1 動物 X の生命表

年齢	0	1	2	3	4	5	6	7
生存個体数	1000	403	164	66	26	9	4	2

表2 動物 Y の生命表

年齢	0	1	2	3	4	5
生存個体数	1000	740	467	201	24	1