

科 目	生 物
--------	-----

理学部・医学部・工学部・都市デザイン学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから18ページにわたっています。
3. 解答用紙は5枚、下書き用紙は3枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出てください。
5. 志望学部と受験番号(2カ所)は、すべての解答用紙の所定の欄に記入してください。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象になりません。
7. 試験終了時に、解答用紙5枚すべて提出してください。問題冊子と下書き用紙は、持ち帰ってください。

1 生物の分類、細胞構造および代謝に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

〔A〕 地球上の多種多様な生物には、共通する特徴が存在している。これは、生物が共通の祖先から進化してきたためと考えられている。細胞・分子レベルでの研究の進展により、全生物は細菌と と に大別されている(ウーズの「三ドメイン説」)。これらの生物は、細胞から構成されるという共通性をもつ一方、細胞の構造の違いから原核生物と に分けられる。 の細胞内には、ミトコンドリアや葉緑体など、様々な細胞小器官が存在している。

問 1. 文中の と にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①に関して、次の問い(1)～(3)に答えなさい。

(1) 同じドメインに含まれる生物の適切な組み合わせを、次の(ア)～(エ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 大腸菌, メタン菌, 根粒菌, 硝酸菌
- (イ) ザリガニ, ゴカイ, シャジクモ, 酵母
- (ウ) キイロタマホコリカビ, シイタケ, マンボウ, スイレン
- (エ) 大腸菌, 根粒菌, 乳酸菌, 酵母

(2) 原核生物を次の(ア)～(カ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 大腸菌 (イ) ゼニゴケ (ウ) 酵 母
- (エ) 根粒菌 (オ) アメーバ (カ) メタン菌

(3) 次の(ア)～(ウ)の生物の中で、ヒトと系統的に最も近い生物、および系統的に最も離れた生物をそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) クモノスカビ (イ) 高度好塩菌 (ウ) 乳酸菌

問 3. 下線部②について、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 次の(A)~(E)の細胞小器官に関する説明として最も適切なものを、下の(ア)~(キ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

(A) ゴルジ体 (B) ミトコンドリア (C) 小胞体

(D) 液 胞 (E) リソソーム

(ア) 内部にクリステとよばれる構造をもつ。

(イ) 植物細胞で発達しており、内部は細胞液で満たされている。

(ウ) 生体膜からなり、平らな袋を重ねた構造をもち、タンパク質輸送にかかわる。

(エ) 膜をもたない粒状の構造であり、mRNA の塩基配列にもとづいてタンパク質を合成する。

(オ) 細胞を外界から隔て、細胞内の環境を一定に保ち、細胞内外の物質の移動を調節している。

(カ) 核膜とつながった袋状の構造をもち、細胞質中に広がり、物質の合成と輸送にかかわる。

(キ) 膜で囲まれた構造であり、細胞内で生じた不要な物質や細胞外から取り込んだ物質を分解する。

(2) 共生説では、ミトコンドリアや葉緑体は、元々は独立した生物が別の宿主細胞内に取り込まれて細胞内共生するうちに細胞小器官になったと考えられている。ミトコンドリアおよび葉緑体の起源と考えられる生物の名称をそれぞれ答えなさい。

[B] は次のページにあります。

〔B〕 生物の生命活動にはエネルギーが必要であり、ATP(アデノシン三リン酸)がエネルギーのやりとりの仲立ちとしてはたっている。生物がATPを合成する機構のうち、酸素が存在する条件下で有機物が二酸化炭素と水に分解される反応を という。 の過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系に分けられる。また、有機物が酸素のない条件下で分解され、その過程でATPが生成されることを という。 には、最終産物として乳酸を生じる経路と、エタノールと二酸化炭素を生じる経路がある。植物には、光のエネルギーを利用してATPを合成するとともに、それを炭酸同化に利用する光合成というはたらきがある。

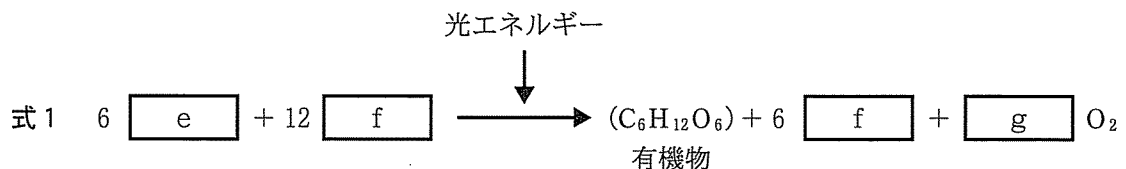
問 4. 文中の と にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 5. 下線部③に関して、一般的な動物細胞の場合、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の過程は、どこで行われるか。次の(ア)~(カ)からそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 滑面小胞体
- (イ) 粗面小胞体
- (ウ) 細胞質基質
- (エ) ミトコンドリアの外膜
- (オ) ミトコンドリアの内膜
- (カ) ミトコンドリアのマトリックス

問 6. 下線部④に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 葉緑体のチラコイド膜において、光エネルギーに依存してATPが合成される反応を何とよぶか、答えなさい。
- (2) 植物における光合成の全体の反応を式1に示す。式1の ~ にあてはまる数値あるいは化学式を記入しなさい。



2 は次のページから始まります。

2

遺伝子のはたらきに関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 大腸菌の DNA では、機能的に関連のある遺伝子がひとつながりに並び、構造遺伝子群を形成している。このような遺伝子群は協調的にまとめて転写され、オペロンとよばれる転写単位を構成している。例えば、ラクトースオペロンは3種類の構造遺伝子からなる酵素遺伝子群である。これらの構造遺伝子は1つのプロモーターから転写されて1つの mRNA 分子がつくられ、この mRNA から3種類のタンパク質が翻訳される。このオペロンの転写開始点の近くに、調節タンパク質の一種であるリプレッサーが結合し、転写を調節している。

ヒトでも、転写調節因子(調節タンパク質)を使って遺伝子発現を調節している。転写調節因子は、プロモーターから離れた領域に結合して転写を調節する。転写調節因子が結合して転写を活性化する部位をエンハンサーとよぶ。ヒトの DNA は、a とよばれるタンパク質に巻きついて b を形成し、通常、b は規則的に積み重なってクロマチン繊維とよばれる構造をつくっている。

問 1. 文中の a と b にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①について、オペロン説を提唱した研究者の組み合わせとして最も適切なものを、次の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | |
|-------------------|----------------|
| (ア) ウィルキンスとフランクリン | (イ) ハーシーとチェイス |
| (ウ) ジャコブとモノー | (エ) メセルソンとスタール |
| (オ) ワトソンとクリック | |

問 3. 下線部②について、次の文章を読み、下の問い(1)と(2)に答えなさい。

野生型の大腸菌では、培地中に糖としてラクトースのみが存在する場合、 β ガラクトシダーゼ(ラクターゼ)などの酵素が合成される。ここで、ラクトースの有無にかかわらず、常にこれらの酵素が合成されるような大腸菌の突然変異株をいくつか単離した。

(1) ある変異株では、リプレッサー遺伝子の翻訳される領域の途中に、1塩基の置換があった。コドンにどのような変異が生じたと考えられるか。次の(ア)と(イ)の場合について、それぞれ20字以内で答えなさい。ただし、変異株あたり1つの変異が起こったものとする。

- (ア) リプレッサーを構成するアミノ酸の数に変化はなかった。
 (イ) リプレッサーを構成するアミノ酸の数が少なくなった。

(2) ある変異株では、リプレッサー遺伝子の翻訳される領域には変異は見られず、リプレッサー遺伝子の発現も正常であった。この変異株では、変異はどの領域にあると考えられるか。領域の名称を答えなさい。

問 4. 下線部③に関連して、遺伝子の転写の活性を測定するためには、調べたい遺伝子の転写にかかわる領域と発光反応を進める酵素の遺伝子 X をつないだプラスミドを作製して、培養細胞に導入し、遺伝子 X の発現量に比例する発光強度を測定する方法がある。この方法を用いて遺伝子 Z の転写にかかわる領域を特定することにした。図 1 に示す遺伝子 Z の転写にかかわる領域を、 $i \sim v$ の領域に断片化した。図 2 の左側に示すように、各領域を様々な組み合わせでプロモーターを欠く遺伝子 X につないだプラスミドを作製し、実験を行った。発光強度が図 2 の右側に示すような結果になった場合、遺伝子 Z のプロモーターおよびエンハンサーはどの領域にあると考えられるか。それぞれの最も適切な領域を図 1 の $i \sim v$ から 1 つずつ選び、答えなさい。ただし、遺伝子 Z にプロモーターおよびエンハンサーは 1 つずつあり、 $i \sim v$ のいずれかの領域に含まれるとする。

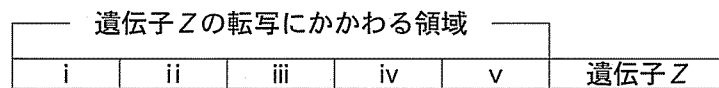


図 1

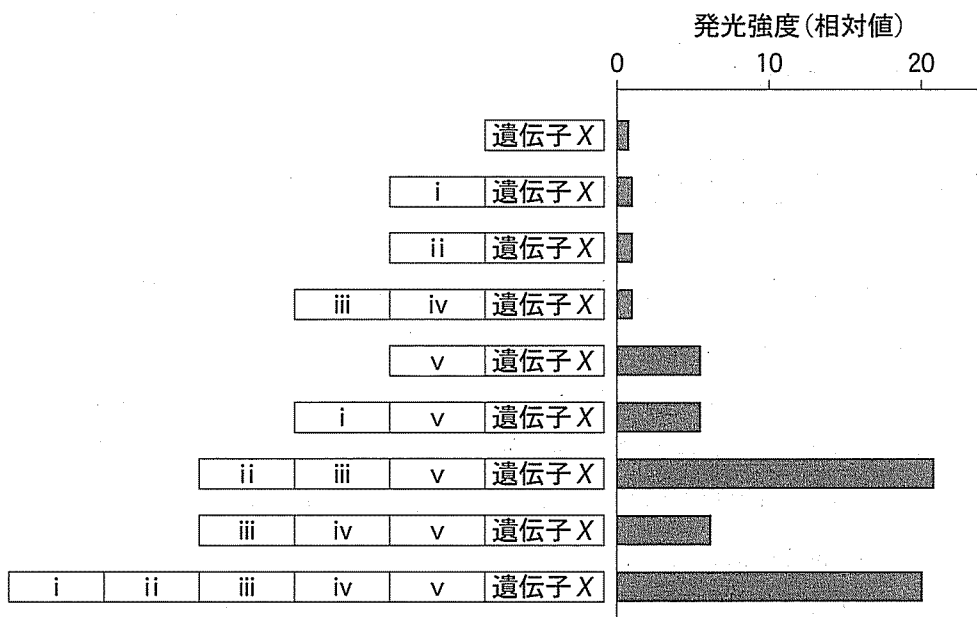


図 2

〔B〕 は次のページにあります。

〔B〕 生物は、生命体の基本単位である細胞を有し、細胞内でタンパク質合成やエネルギー産生を行うことによって生命を維持している。一方、ウイルスは単独ではこれらを行えず、細胞に寄生して、細胞の代謝機能を利用することで増殖できる。ウイルスには、遺伝情報として④ 1本鎖もしくは2本鎖の核酸をもつものがあり、DNAを遺伝子としてもつDNAウイルスと、RNAを遺伝子としてもつRNAウイルスが存在する。

動物細胞に感染するDNAウイルスの多くは、細胞膜表面に存在する受容体に結合した後、細胞が細胞外の物質を取り込む作用を使って細胞内に侵入する。細胞内に取り込まれたウイルスは、自身の遺伝子から、細胞がもつ遺伝子の複製機構を利用してウイルス遺伝子を複製する。複製された遺伝子は、同じく細胞内でRNAから翻訳されたウイルスの粒子を構成するタンパク質分子と一緒に再構築されて、新たな子孫ウイルスとなり、細胞外に放出される。

近年、バイオテクノロジーの発展により、ウイルス感染細胞からウイルス遺伝子を検出することが可能になった。RNAウイルスの遺伝子を検出する方法として、c 酵素を用いてcDNA(相補的DNA)を合成し、プライマー等を加えてウイルスの遺伝子の一部を増幅するd 法が用いられる。増幅されたDNAは、DNAの長さの違いによって分離することができるe 法により短い帯(バンド)として検出できる。このようにしてウイルスの存在を確認する。

問 5. 文中の c ~ e にあてはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 6. 下線部④に関して、次の文章を読み、下の問い(1)と(2)に答えなさい。

あるウイルスの遺伝子の塩基組成を調べたところ、アデニン(A)、ウラシル(U)、グアニン(G)、シトシン(C)から構成されており、Aの数とUの数、Gの数とCの数がそれぞれ一致していた。塩基の総数は96,500個で、そのうちグアニンが16,400個であった。

(1) このウイルスにおいて、塩基の総数に占めるアデニンの割合は何%になるか。小数点以下第二位を四捨五入して答えなさい。

(2) このウイルスの遺伝子の特徴として、次のいずれの可能性が最も高いと推測されるか。

(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。また、そう推測される理由を80字以内で説明しなさい。

(ア) 1本鎖DNA (イ) 2本鎖DNA (ウ) 1本鎖RNA (エ) 2本鎖RNA

問 7. 下線部⑤に関して、脂質二重層や輸送タンパク質を通過できないような大きさの物質が、細胞内に取り込まれる作用のことを何とよぶか。名称を答えなさい。

問 8. 下線部⑥に関して，DNA 複製時にヌクレオチド鎖の伸長を行う酵素を何とよぶか。名称を答えなさい。また，この酵素の特徴として正しいものを(ア)～(エ)から 1 つ選び，記号で答えなさい。

- (ア) 岡崎フラグメントを連結することができる。
- (イ) RNA のヌクレオチド鎖を伸長することができる。
- (ウ) 3' → 5' 方向にだけヌクレオチド鎖を伸長することができる。
- (エ) RNA のプライマーに作用して DNA のヌクレオチド鎖を伸長することができる。

3

花芽形成のしくみに関する研究 1～4 の文章を読み、下の問い(問 1～4)に答えなさい。

【研究 1】 短日植物 A と長日植物 B を、ともに 8 時間の明期と 16 時間の暗期の明暗周期で栽培したところ、A には花芽がついたが、B には花芽がつかなかった。しかし、暗期開始後 8 時間目に短時間の赤色光照射により光中断を行ったところ、A では花芽がつかなかったが、B では花芽がついた。このような実験から、植物は、 の長さを計ることで明暗周期に応答し、 は が一定時間よりも短い条件で花芽をつけ、 は が一定時間よりも長い条件で花芽をつけることがわかった。

問 1. 【研究 1】について、次の問い(1)～(4)に答えなさい。

(1) 文中の にあてはまる最も適切な語句を、次の(ア)～(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 連続した明期の時間

(イ) 連続した暗期の時間

(ウ) 光中断の時間

(エ) 光中断前後の暗期の合計時間

(2) 文中の と には、それぞれ(ア)長日植物、(イ)短日植物のいずれがあてはまるか、記号で答えなさい。

(3) 短日植物 A と長日植物 B を次の光条件 I または II で栽培した場合、A と B それぞれの花芽形成はどうなるか。各条件での結果として最も適切なものを、下の(ア)と(イ)からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。

光条件 I : 明期 8 時間/暗期 8 時間の明暗周期

光条件 II : 明期 16 時間/暗期 16 時間の明暗周期

(ア) 花芽がつく。

(イ) 花芽がつかない。

(4) 下線部①の光中断を行う実験において、光中断を次の光条件 III または IV で行った場合、短日植物 A と長日植物 B それぞれの花芽形成はどうなるか。各条件での結果として最も適切なものを、下の(ア)と(イ)からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。

光条件 III : 遠赤色光→赤色光の順でそれぞれ短時間の照射を行う。

光条件 IV : 赤色光→遠赤色光→赤色光→遠赤色光の順でそれぞれ短時間の照射を行う。

(ア) 花芽がつく。

(イ) 花芽がつかない。

【研究 2】 短日植物のシソを用いて、組織を切断面で接着し 1 つの個体とする接ぎ木実験が行われた。長日条件で育てて花芽を誘導していないシソに、短日条件で育てて花芽を誘導したシソの葉 1 枚を接ぎ木して、長日条件で育てた。その結果、接ぎ木されたシソに花芽がついた。その他の接ぎ木実験などから、花芽誘導物質が日長に応答して葉でつくられ、師管を通過して花芽形成部位へと移動して作用すると考えられた。花芽誘導物質は、フロリゲンと名付けられた。

問 2. 【研究 2】における、下線部②のフロリゲンの合成と移動を調べる実験の対照実験として、どのような実験が最も適切か。次の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 接ぎ木せずにシソを短日条件で育てる。
- (イ) 接ぎ木せずにシソを長日条件で育てる。
- (ウ) 短日条件で育てて花芽を誘導したシソに、長日条件で育てて花芽を誘導していないシソの葉 1 枚を接ぎ木して、長日条件で育てる。
- (エ) 短日条件で育てて花芽を誘導したシソに、短日条件で育てて花芽を誘導したシソの葉 1 枚を接ぎ木して、長日条件で育てる。
- (オ) 長日条件で育てて花芽を誘導していないシソに、長日条件で育てて花芽を誘導していないシソの葉 1 枚を接ぎ木して、長日条件で育てる。

【研究 3】 長日植物のシロイヌナズナを用いて、フロリゲンの実体である FT タンパク質の遺伝子 (*FT* 遺伝子) の発現に関する次の研究を行った。シロイヌナズナでは長日条件にตอบสนองして *FT* 遺伝子が発現し、花芽形成が促進される。シロイヌナズナでは、播種後から花芽形成までの平均日数は、長日条件では約 17 日であったが、短日条件では約 47 日と著しく遅れた。*FT* 遺伝子を欠損(欠失)したシロイヌナズナでは播種後から花芽形成までの平均日数は、長日条件で約 32 日、短日条件で約 55 日となり、長日条件での花芽形成は非常に遅れた。シロイヌナズナにおいて *FT* 遺伝子が長日条件にตอบสนองして発現するのは、調節タンパク質 C が長日条件で発現し、*FT* 遺伝子の転写を誘導するためであることが明らかになっている。

問 3. 【研究 3】における、下線部③の調節タンパク質 C のはたらきを調べる実験に関する、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 長日、短日の条件にかかわらず植物体全体で常に強く発現させる転写調節配列(転写調節領域)とプロモーターに、正常なタンパク質 C の遺伝子(C 遺伝子)をつなぎ、C 遺伝子を欠損したシロイヌナズナに導入した。作製されたタンパク質 C 過剰発現シロイヌナズナ(X 株)に花芽がつくのは、長日、短日それぞれの条件で播種後何日頃か。次の(ア)~(エ)から最も適切な組み合わせを 1 つ選び、記号で答えなさい。なお、タンパク質 C は単独で *FT* 遺伝子の転写を活性化できるものとする。
- (ア) 長日条件では約 32 日、短日条件では約 15 日
 - (イ) 長日条件では約 32 日、短日条件では約 55 日
 - (ウ) 長日条件では約 14 日、短日条件では約 15 日
 - (エ) 長日条件では約 14 日、短日条件では約 55 日

(2) タンパク質 C を過剰発現する X 株から FT 遺伝子を欠損させた変異体である、Y 株を作製した。Y 株の花芽形成時期は、長日、短日それぞれの条件で、X 株と比べてどうか。次の(ア)~(エ)から最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 長日条件、短日条件のいずれでも、X 株よりも花芽形成が早まる。

(イ) 長日条件、短日条件のいずれでも、X 株よりも花芽形成が遅れる。

(ウ) 長日条件では X 株よりも花芽形成が遅れるが、短日条件では X 株とほぼ同じ日数で花芽形成が起きる。

(エ) 短日条件では X 株よりも花芽形成が遅れるが、長日条件では X 株とほぼ同じ日数で花芽形成が起きる。

【研究 4】 最近、シロイヌナズナにおいて、葉で合成された FT タンパク質が、花芽形成部位へと移動する過程を調べる実験が行われた。熱処理(38~39℃で2時間の処理)で転写を^{いっかてき}一過的に誘導できる熱ショックタンパク質遺伝子のプロモーターと転写調節配列に FT 遺伝子をつなげたものを、FT 遺伝子欠損シロイヌナズナに導入した。この植物では、熱処理終了後1時間目には FT タンパク質の蓄積が確認できた。この植物を長日条件で育てながら、1枚の葉に熱処理を行った場合は、非処理のものより花芽形成が早まった。次に、1枚の葉に熱処理を行い、熱処理終了後0、8、12、24時間目に熱処理を行った葉を切除して、熱処理を行わずに葉を切除した植物との間で花芽形成時期を比較した。その結果、熱処理を行わずに葉を切除した植物と比べて、熱処理終了直後(0時間目)に葉を切除した植物では花芽形成時期にほとんど変化は見られなかったが、熱処理終了後8、12、24時間目に葉を切除した植物では、葉を切除するまでの時間の長さに応じて花芽形成時期が早まっていた。また、熱処理終了後に葉を切除しなかった植物と熱処理終了後24時間目に葉を切除した植物では、花芽形成時期にほとんど違いはなかった。

問 4. 【研究 4】について、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

(1) 熱処理を行った葉を各時間後に切除するのはなぜか。その理由として最も適切なものを次の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 切除した時間以降に、熱処理を行った葉で日長を感知できなくするため

(イ) 切除した時間以降に、熱処理を行った葉で FT タンパク質合成が起きないようにするため

(ウ) 切除した時間以降に、熱処理を行った葉から FT タンパク質が送り出されないようにするため

(エ) 切除した時間以降に、熱処理を行った葉から送り出された FT タンパク質が、花芽形成部位へと移動するのを阻害するため

- (2) 【研究4】の実験から考えられることは何か。適切なものを次の(ア)~(エ)から2つ選び、記号で答えなさい。なお、一定量以上のFTタンパク質によって花芽形成が誘導され、花芽形成部位に到達するFTタンパク質の量が多いほど、花芽形成が早まるものとする。
- (ア) 熱処理終了後24時間以降も、熱処理を行った葉からのFTタンパク質の送り出しが続いている。
 - (イ) 熱処理終了後24時間後には、熱処理を行った葉からのFTタンパク質の送り出しは終わっている。
 - (ウ) 熱処理終了後8時間以内に、花芽形成を誘導するのに必要な量のFTタンパク質が、熱処理を行った葉から送り出される。
 - (エ) 熱処理終了後8時間よりも長い時間が経過しないと、花芽形成を誘導するのに必要な量のFTタンパク質が、熱処理を行った葉から送り出されない。

4 動物の生殖と発生に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 ヒトやマウスなどの哺乳類は、卵と精子による受精を起点に発生が始まる。発生の初期過程において、受精卵は卵割を行い、^①胚盤胞^{はいばんほう}になる。胚盤胞は内部細胞塊と栄養外胚葉からなり、ヒトの胎児やマウスの胎仔^{たいし}となる部位は内部細胞塊である。内部細胞塊を取り出し、特別な環境下で培養を行うとES細胞(胚性幹細胞)を得ることができる。ES細胞は培養条件によって様々な組織や器官に分化することができ、再生医療への応用が期待されている。^②

問 1. 下線部①について、哺乳類の卵が形成される過程の説明として最も適切なものを、以下の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 卵原細胞が減数分裂を行い、一次卵母細胞と第一極体となる。その後、一次卵母細胞は体細胞分裂を行い、二次卵母細胞を経て卵となる。
- (イ) 卵原細胞が体細胞分裂を行い、一次卵母細胞と第一極体となる。その後、一次卵母細胞は減数分裂を行い、二次卵母細胞を経て卵となる。
- (ウ) 始原生殖細胞が減数分裂を行い、卵原細胞を経て一次卵母細胞となる。その後、一次卵母細胞は体細胞分裂を行い、第一極体を放出し、二次卵母細胞を経て卵となる。
- (エ) 始原生殖細胞が体細胞分裂を行い、卵原細胞を経て一次卵母細胞となる。その後、一次卵母細胞は減数分裂を行い、第一極体を放出し、二次卵母細胞を経て卵となる。

問 2. 下線部②について、ヒトのES細胞を作製する際には倫理的な問題がある。どのような問題か、30字以内で説明しなさい。

問 3. iPS細胞(人工多能性幹細胞)は、2006年に山中伸弥^{やまなかしんや}らの研究グループによって、ES細胞とは全く異なる方法で、当初、マウスを用いて人工的に作製された。その際にiPS細胞はどのようにして作製されたか、60字以内で説明しなさい。

〔B〕 発生過程で起こる細胞の分化には、細胞と細胞の相互作用が重要な役割を果たす。胚のある領域が③周辺の未分化な細胞群に作用して、その分化を引き起こすはたらきを **a** といい、**a** が起こると細胞内に一連の反応が起こり、分化が方向づけられる。眼胞が表皮に作用して、表皮を **b** に分化させる現象は **a** の例である。

脊椎動物の初期胚に存在するある種の物質は、特定の領域の細胞群から分泌されて、胚の中で濃度勾配を形成している。からだの前後軸に沿った特徴的な構造は、ホメオティック遺伝子(ホックス遺伝子)とよばれる⑤一群の調節遺伝子がはたらくことにより形成されるが、どのホメオティック遺伝子がはたらくかは、胚の中のある種の物質の濃度によって決められている。

問 4. 文中の **a** と **b** に最も適切な語を記入しなさい。

問 5. 下線部③について、図1に示すような色が異なる2種のイモリを用いて原腸胚組織の交換移植実験を行った。この実験について、下の問い(1)と(2)に答えなさい。

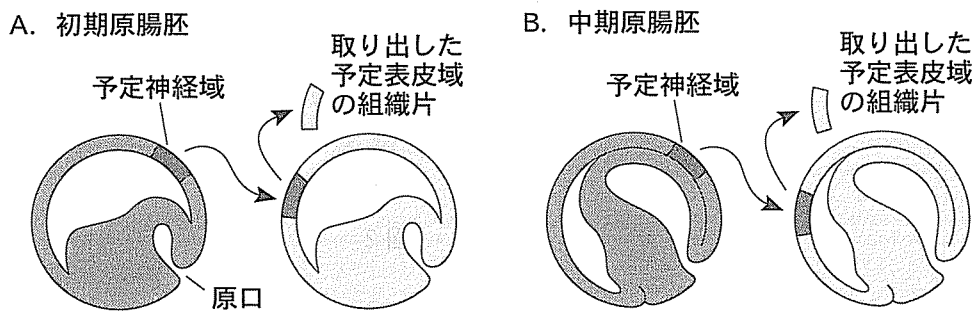


図 1

- (1) 図 1 Aのように、初期原腸胚の予定神経域の組織片を同じ時期の色異なるイモリの予定表皮域に交換移植した。移植された組織は何に分化するか、組織の名称を答えなさい。
- (2) 図 1 Bのように、中期原腸胚の予定神経域の組織片を同じ時期の色異なるイモリの予定表皮域に交換移植したところ、移植された組織は神経に分化した。移植された組織片はどこからどのような作用を受けたか、40字以内で説明しなさい。

問 6. 下線部④の場合に、細胞外からの作用を受けて細胞内で起こる現象の説明として最も適切なものを、次の(ア)~(エ)から2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 遺伝子の組換えが起こる。
- (イ) 発現する調節遺伝子の種類が変化する。
- (ウ) DNAに含まれる遺伝子の種類が変化する。
- (エ) 翻訳されるタンパク質の種類が変化する。

問 7. 下線部⑤に関する次の文章を読み、問いに答えなさい。

脊椎動物の椎骨は、その特徴に従って頸椎、胸椎、腰椎などに分類され、このうち胸椎には肋骨が結合している。椎骨の種類が切り替わる境界はホメオティック遺伝子の発現が切り替わる部位と一致する。マウス胚では物質 X が胚の後方で産生され、前方に向けて拡散するため、後方から前方にかけて濃度勾配がつけられ、これがホメオティック遺伝子群の発現を決めている。

マウス胚の後方に物質 X を与えると、物質 X は前方に向けて拡散していった。これにより物質 X の濃度を通常より高くなるようにしたとき、どのような変化が生じる可能性があるか、最も適切なものを、下の(ア)~(オ)から 2 つ選び、記号で答えなさい。ただし、椎骨の総数に変化はなかったものとする。

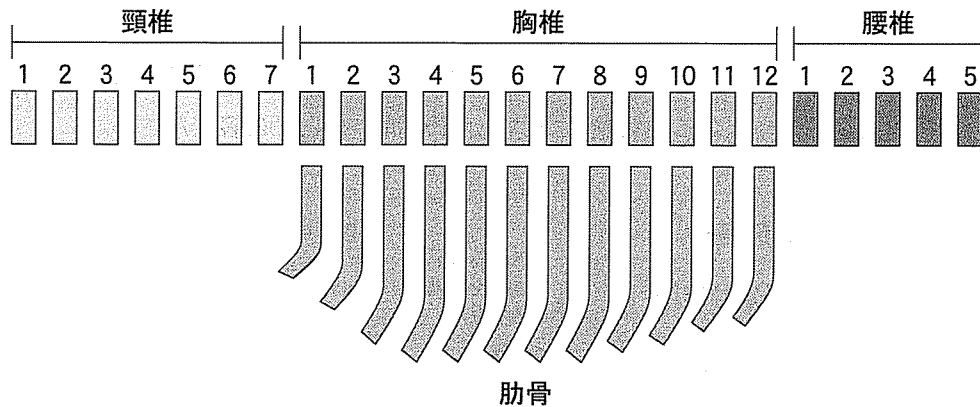


図 2

- (ア) 腰椎の数が減る。
- (イ) 頸椎の数が増える。
- (ウ) 1 番目の腰椎の場所に肋骨がつく。
- (エ) 7 番目の頸椎の場所に肋骨がつく。
- (オ) 12 番目の胸椎にあった肋骨が消える。

問 8. ショウジョウバエなどの昆虫には体節があり、各体節には触角、翅、脚などの特徴的な構造がつけられる。ショウジョウバエの前後軸決定、およびホメオティック遺伝子の説明として最も適切なものを、次の(ア)~(オ)から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 体節の境界は、ホメオティック遺伝子によって決められる。
- (イ) ホメオティック遺伝子は、異なる染色体に分かれて存在する。
- (ウ) 卵の細胞質内のある種のタンパク質の濃度勾配が、前後軸を決める。
- (エ) ホメオティック遺伝子の突然変異体では、からだの一部が別の部分におきかわる。
- (オ) 胚の一部の細胞から分泌されたある種の物質の濃度勾配が、前後軸を決める。

5 は次のページから始まります。

5 生物の集団と進化に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 生物の体内には種^{しゅ}や個体特有の DNA が含まれており、その一部は体外に排出されてしばらくの間、環境中にとどまっている。こうした DNA は「環境 DNA」とよばれ、海水や淡水の中にごく微量にしか含まれていないが、DNA を濃縮した後、試験管内で増幅することで検出され、対象地域の生物群集や生態系にどのような生物が含まれているかを知る手がかりとなる。環境 DNA の検出技術は絶滅危惧種や外来生物の探索にも用いられ、ときにはその検出量からおおよその個体数を推定することもできる。

問 1. 下線部①と②の違いについて、40 字以内で簡潔に説明しなさい。

問 2. 下線部③について、絶滅危惧種を国や地域ごとに一覧にしたものを何とよぶか、答えなさい。

問 3. 下線部④の記述について誤っているものを、次の(ア)～(オ)から 2 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 昔からいる在来生物との交雑が問題になることがある。
- (イ) 動物ではオオクチバス、植物ではセイヨウタンポポなどが問題になっている。
- (ウ) 持ち込まれた時期がどんなに古くても、人間が持ち込んだものは外来生物である。
- (エ) 人間が知らないうちに荷物などに紛れて侵入したものは、外来生物とはよばれない。
- (オ) ある地域に人間が外国から持ち込んだ生物をさし、国内の他の地域から持ち込まれたものは含まない。

問 4. 環境 DNA による調査は、一般の採集・同定による調査に比較して優れている点がある。

その記述について誤っているものを下の(ア)～(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 生物を捕殺しないので、生物群集や生態系に対する影響が少ない。
- (イ) 生物の採集や、形態による種の同定の技術がない人でも行うことができる。
- (ウ) DNA の濃縮・増幅には特殊な試薬や機器を必要としないので、誰でも実施できる。
- (エ) DNA はあらゆる生物の細胞の中に存在するので、非常に多様な生物に適用できる。

問 5. 生物の繁殖期や変態の時期などの生活史の推定のためには、環境 DNA の検出よりも環境中の RNA を検出するほうが役立つ、という考え方がある。そのように考えられる理由を 60 字以内で説明しなさい。

〔B〕 高校生のTさんは、種の分化について興味をもち教科書で調べたところ、種の分化は地理的隔離から生殖的隔離(生殖隔離)が生じて起こることが多いと書いてあった。しかしさらに調べると、地理的隔離が原因となる a 的種分化だけではなく、地理的隔離が原因とならない b 的種分化があることも知った。後者の例として、パンコムギ(普通系コムギ)の出現があることも知った。

問 6. 文中の a と b に最も適切な語を記入しなさい。

問 7. 下線部⑤に関連し、地理的隔離から生殖的隔離が生じる過程について、80字以内で説明しなさい。

問 8. 下線部⑥に関する説について、祖先種のゲノムをA, B, Dで表し、図1に示した。次の文章を読み、問いに答えなさい。

一粒系コムギ(AA)と野生型コムギ(BB)が交雑してできた雑種1(AB)から二粒系コムギ(AABB)が生じた。さらに二粒系コムギとタルホコムギ(DD)の間の雑種2(ABD)をもとにパンコムギ(AABBDD)が出現した。雑種1から二粒系コムギが、雑種2からパンコムギが出現する際に、倍数化が起こったと考えられている。雑種1と雑種2では正常な減数分裂は行われないが、それらに起源する二粒系コムギとパンコムギでは、いずれも倍数化によって正常な配偶子形成が行われるようになった。

雑種1と雑種2では正常な減数分裂が行われないのはなぜか。その理由を40字以内で説明しなさい。

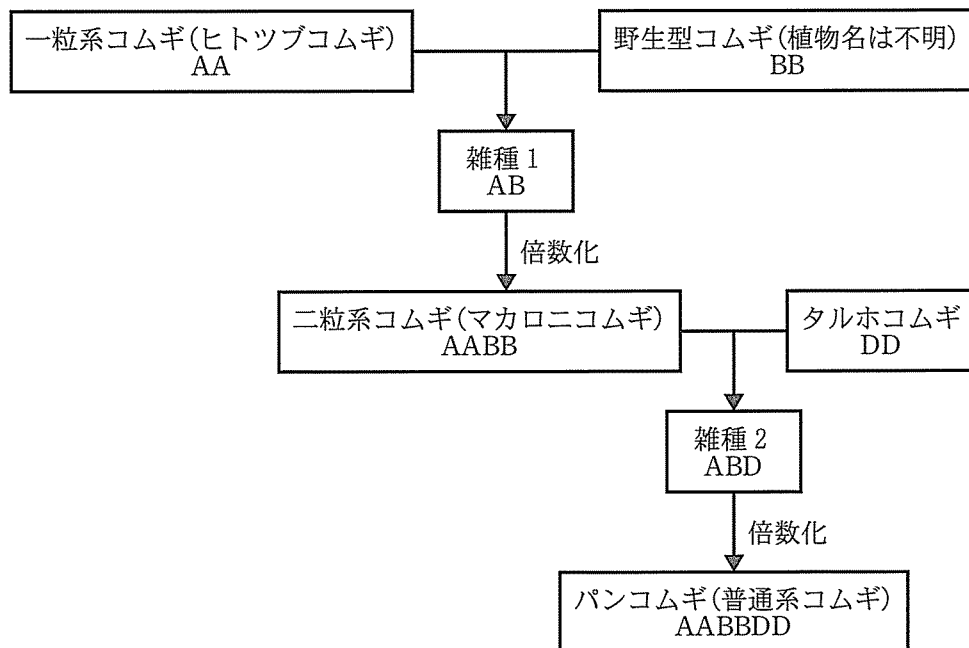


図 1