

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 細菌に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

私たちの腸内には、細胞の長径が約 ，短径が約 である大腸菌が生息している。腸内だけではなく、皮膚の表面や口腔内なども含めて、さまざまな種類の細菌が私たちの体内に多数生息している。このような細菌は、 に分類される。食生活に利用されている や なども、私たちの生活に有用な細菌である。このように、 は、私たちにとっても身近な生物といえるであろう。一方、細菌には、黄色ブドウ球菌のように、食品中で増殖して食中毒の原因になるものや、感染症の原因になるものもある。ほかにも、ヒトの体に悪い影響を及ぼす細菌として、激しい下痢を起こす腸管出血性大腸菌の O157 が知られている。このように、細菌は、私たちの生活や健康に深くかかわっている。

問1 文章中の と に当てはまる数値として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 8 nm ② 20 nm ③ 800 nm ④ 2 μm ⑤ 80 μm ⑥ 200 μm

問2 文章中の に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 真核生物 ② 有核生物 ③ 無核生物 ④ 原核生物 ⑤ 前核生物

問3 文章中の と に当てはまる生物として適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① こうじ菌 ② 乳酸菌 ③ イースト菌 ④ 納豆菌 ⑤ 真菌

問4 大腸菌に関する記述として誤っているものを，次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 光学顕微鏡でも観察できる。
- ② 細胞壁をもっている。
- ③ 酸素がないと生きていけない。
- ④ 最適生育温度は約 37℃である。
- ⑤ べん毛をもっている。

問5 文章中の下線部に関連して，下記の(i)～(v)の中で，が原因となる感染症はいくつあるか。最も適当なものを，次の①～⑥の中から一つ選べ。

キ

(i) 結核 (ii) COVID-19 (iii) 水虫 (iv) コレラ (v) マラリア

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ 5つ ⑥ なし

2 生殖・発生に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A 動物の未受精卵は受精後、 を繰り返すことによって多細胞化し、胚となる。動物の卵内の物質の分布には偏りがあり、特定の物質が特定の細胞に受け継がれることで胚の細胞の発生運命が決まる。この発生運命の決定では、特定の調節 が特定の遺伝子の を調節する DNA 領域に結合することで、細胞の分化が起こる。

あるホヤの未受精卵は、図 1 のように 4 種類の小さな卵のような小片（以後、卵片とよぶ）に分離することができる。これらの卵片は互いに異なる色をもち、^(a)それぞれ赤卵片、黒卵片、茶卵片、および白卵片として区別できる。これらの卵片の特徴を調べたところ、核は赤卵片にのみ含まれていた。また、RNA やタンパク質の量は各卵片間で差はみられなかったが、含まれる物質はそれぞれ異っており、^(b)これらの物質のなかには細胞の発生運命に関わるものもあった。

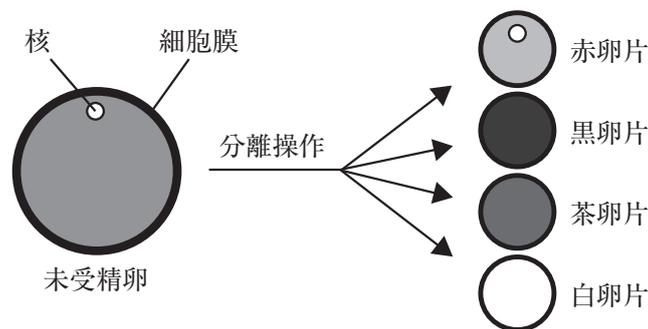


図 1

問 1 文章 A 中の ~ に入る語句として最も適当なものを、以下の①~⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 接合 ② 転写 ③ 翻訳 ④ タンパク質 ⑤ 卵割

問2 文章 A 中の下線部(a)に関連して、これらの卵片を用いた一連の実験から、黒卵片のみに筋肉細胞への分化を決定づける能力があることが推論できた。下記の実験結果(i)~(iv)のうち、この推論を合理的に導くために必要不可欠な実験結果の組合せとして最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選べ。

エ

- (i) 赤卵片のみが、精子をかけると胚になり、表皮細胞のみが分化した。
- (ii) 赤卵片と黒卵片を融合してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。
- (iii) 赤卵片と茶卵片、または赤卵片と白卵片を融合してから精子をかけると、いずれの場合でも表皮細胞のみを含む胚になった。
- (iv) 茶卵片と黒卵片、または白卵片と黒卵片を融合してから精子をかけても、筋肉細胞を含む胚にはならなかった。

- ① (i), (ii) ② (i), (ii), (iii) ③ (i), (ii), (iv) ④ (i), (ii), (iii), (iv)

問3 文章 A 中の下線部(b)に関連して、下記の実験1~4の結果から導かれる黒卵片に含まれる物質のはたらきについての考察として最も適当なものを、次の①~⑨の中から一つ選べ。

オ

- 実験1 赤卵片に「黒卵片に含まれる細胞質の全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。
- 実験2 赤卵片に「黒卵片に含まれるタンパク質の全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞のみを含む胚になった。
- 実験3 赤卵片に「黒卵片に含まれるRNAの全て」を注入してから精子をかけると、表皮細胞と筋肉細胞を含む胚になった。
- 実験4 赤卵片に何も注入せずに精子をかけると、表皮細胞のみを含む胚になった。

- ① 黒卵片内のタンパク質がDNAに結合し、遺伝子発現を調節する。
- ② 黒卵片内のタンパク質が、発生運命を決定する。
- ③ 黒卵片内のタンパク質が、筋肉細胞の収縮に関与するタンパク質となる。
- ④ 黒卵片内のRNAがDNAに結合し、遺伝子発現を調節する。
- ⑤ 黒卵片内のRNAが、発生運命を決定する。
- ⑥ 黒卵片内のRNAが翻訳され、筋肉細胞の収縮に関与するタンパク質となる。
- ⑦ 黒卵片内のタンパク質とRNAとがDNAに結合して、遺伝子発現を調節する。
- ⑧ 黒卵片内のタンパク質とRNAとが結合して、発生運命を決定する。
- ⑨ 黒卵片内のタンパク質とRNAとが結合して、筋肉細胞の収縮を調節する。

B アサガオにおける花器官（めしべ、おしべ、花弁、がく片）の形成は、シロイヌナズナなどの他の被子植物と同様に、(c)A, B, およびCの三つのクラスの遺伝子によって調節される。

江戸時代には、花器官の形成に異常のある「牡丹^{ぼたん}」とよばれるアサガオの変異体が、平賀源内によって記録されている。花器官とそれらの配置を模式的に表すと、野生型のアサガオは図2のようになる。「牡丹」では、図3のように、おしべの代わりに花弁が、めしべの代わりにがく片が形成される。最近では、図4のような、おしべの代わりにめしべが、花弁の代わりにがく片が形成される「無弁花」^{むべんか}とよばれる変異体も見つかっている。これまでの研究から、「牡丹」ではCクラスの遺伝子が、「無弁花」ではBクラスの遺伝子が機能していないことが分かっている。

また、下記の図5のように花器官の全てが、がく片となる変異体Xが存在する。さらに、明治時代には、下記の図6のように、花弁の代わりにおしべが、がく片の代わりにめしべが形成される「枇杷咲き^{びわ}」^{びわ}とよばれる変異体Yが記録されている。

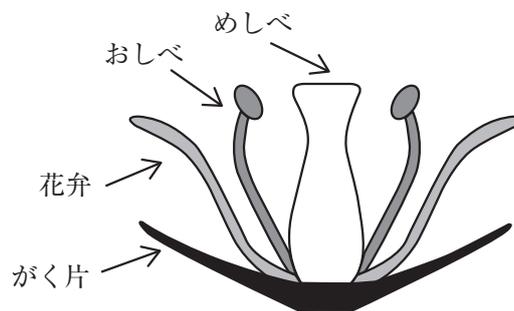


図2 野生型

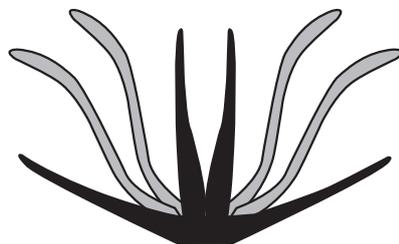


図3 牡丹

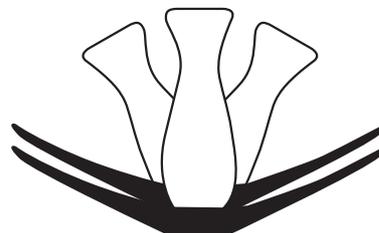


図4 無弁花

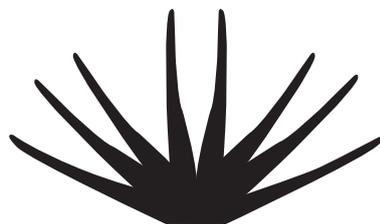


図5 変異体X

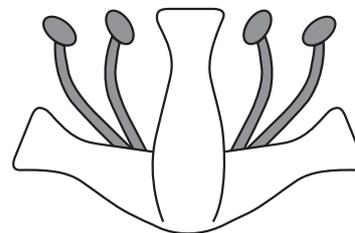


図6 変異体Y

問4 文章B中の下線部(c)に関連して、変異体Xと変異体Yのそれぞれにおいて機能が失われていると考えられる遺伝子のクラスとして最も適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

変異体X：

カ

変異体Y：

キ

- ① A ② AとB ③ BとC ④ AとC ⑤ AとBとC

3 タンパク質に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

生体構造の支持、運動、物質輸送、免疫などの生命活動には、さまざまなタンパク質が関わっている。(a)酵素もタンパク質の一種であり、生体内の物質の合成・分解などに重要な役割をはたしている。酵素のほかにも、光の受容にかかわる や、血糖量を減少させる などのホルモン、赤血球に含まれ酸素の輸送にかかわる なども特定の機能をもったタンパク質である。また、筋肉を構成する やミオシン、軟骨成分である など体を支持するタンパク質もある。

タンパク質は、鎖状にならんだ多数の(b)アミノ酸により構成されている。このアミノ酸の並びは(c)アミノ酸配列と呼ばれ、タンパク質の種類ごとに異なっている。タンパク質の機能や構造の違いは、アミノ酸配列の違いにより決まる。

問1 文章中の ～ に当てはまるタンパク質として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① クロロフィル ② ヘモグロビン ③ ロドプシン ④ インスリン
⑤ アドレナリン ⑥ アクチン ⑦ コラーゲン ⑧ ケラチン

問2 文章中の下線部(a)に関連して、デンプンを分解する酵素として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- ① アミラーゼ ② カタラーゼ ③ ラクターゼ ④ スクラーゼ

問3 文章中の下線部(b)に関連して、生体内のタンパク質を構成するアミノ酸は何種類あるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 10 ② 16 ③ 20 ④ 32 ⑤ 64

問4 文章中の下線部(c)に関連して、アミノ酸配列を構成するアミノ酸どうしの結合様式について、最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- ① 水素結合 ② イオン結合 ③ エステル結合 ④ ペプチド結合

問5 下記の図7は、アミノ酸の基本構造の模式図である。 ケ に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

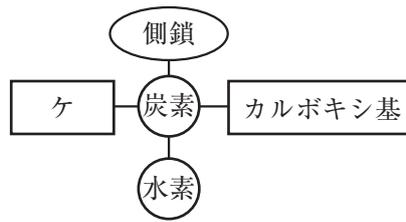


図7

- ① アミノ基 ② 水素 ③ リン酸 ④ 水酸基 ⑤ カルボキシ基

問6 遺伝情報をもとにタンパク質が合成される過程に関する以下のA～Dの文を正しい順番に並べたものとして最も適当なものを、次の①～⑨の中から一つ選べ。

コ

- A RNAを構成するヌクレオチドどうしが結合して1本のRNAが合成される。
 B DNAの塩基対どうしの結合が次々に切れて1本鎖になる。
 C RNAの塩基配列にもとづいて、タンパク質が合成される。
 D RNAを構成するヌクレオチドがDNAの塩基に相補的に結合する。

- ① A→B→C→D ② A→C→D→B ③ A→D→B→C
 ④ B→A→C→D ⑤ B→C→D→A ⑥ B→D→A→C
 ⑦ D→A→B→C ⑧ D→B→C→A ⑨ D→C→B→A

4 体内環境の維持に関する次の文章を読み、下の問に答えよ。

体内環境は、各器官へ命令を伝える神経である自律神経系と、ホルモンを介して各器官を調節する内分泌系の、2つのはたらきによって維持されている。自律神経系には、交感神経と副交感神経がある。これらは、同じ器官に分布していることが多く、互いに反対の作用を示す。

心臓の拍動を例に考えてみよう。激しい運動などによって血液中の **ア** が消費され、**イ** 濃度が高まると、**ウ** からの情報が交感神経を介して心臓の **エ** に伝わり、拍動数が **オ** する。反対に安静時のように **イ** 濃度が低くなると、**ウ** から伸びる副交感神経が **エ** に作用して拍動数が **カ** する。このように、心臓の拍動は自律神経系を介して、**ウ** によって調節されている。また、交感神経の軸索末端からは **I** が、副交感神経の軸索末端からは **II** が、神経伝達物質として分泌される。

問1 文章中の **ア** ~ **カ** に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①~⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 延髄 ② 視床下部 ③ 酸素 ④ 二酸化炭素
- ⑤ 減少 ⑥ 増加 ⑦ ペースメーカー（洞房結節）
- ⑧ 左心房 ⑨ 左心室

問2 文章中の **I** と **II** に当てはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次の①~⑥の中から一つ選べ。

キ

	I	II
①	アセチルコリン	アドレナリン
②	アセチルコリン	ノルアドレナリン
③	アドレナリン	アセチルコリン
④	アドレナリン	グルタミン酸
⑤	ノルアドレナリン	セロトニン
⑥	ノルアドレナリン	アセチルコリン

問3 交感神経の優位なはたらきによる現象として最も適当なものを、次の①~④の中から一つ選べ。

ク

- ① 瞳孔が縮小する ② 気管支が拡張する
- ③ 排尿を促進する ④ 胃の運動を促進する

問4 1921年に2匹のカエルの心臓を連結して実験を行い、自律神経が心臓の拍動を調節する仕組みを調べた研究者として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

ケ

- ① シュワン ② フック ③ レーウィ (レーヴィ)
④ グリフィス ⑤ フランクリン ⑥ ワトソン

問5 下記の(i)～(v)の文のうち、自律神経についての記述として適切なものはいくつあるか。次の①～⑤の中から一つ選べ。

コ

- (i) 自律神経系の交感神経は中枢神経に属し、副交感神経は末梢神経系に属する。
(ii) 自律神経系はすべて体性神経系に属する。
(iii) 自律神経系による調節は内分泌系による調節よりはやく作用する。
(iv) 自律神経系による調節は意識とは無関係にはたらく。
(v) 自律神経系による調節の効果は持続的である。

- ① 1つ ② 2つ ③ 3つ ④ 4つ ⑤ 5つ