

# 平成 27 年度入学試験問題

## 理 科

### 注 意 事 項

- 1 この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- 2 問題冊子は、全部で 50 ページある。(落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあつた場合は申し出ること。) 問題冊子の中に下書き用紙が 1 枚入っている。

物	理	1 ~ 13 ページ,	化	学	14 ~ 28 ページ
生	物	29 ~ 41 ページ,	地	学	42 ~ 50 ページ
- 3 解答用紙は、問題冊子とは別になっている。解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 4 受験番号は、各解答用紙の指定された 2 箇所に必ず記入すること。
- 5 解答時間は、次のとおりである。
  - (1) 教育学部及び工学部の受験者は、90 分。
  - (2) 理学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 数学科及び化学科の受験者は、90 分。
    - ② 物理学科の受験者は、120 分。
    - ③ 生物学科及び自然環境科学科で理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ④ 生物学科及び自然環境科学科で理科 2 科目の受験者並びに地質科学科の受験者は、180 分。
  - (3) 医学部及び歯学部の受験者は、180 分。
  - (4) 農学部の受験者は、次のとおりである。
    - ① 理科 1 科目の受験者は、90 分。
    - ② 理科 2 科目の受験者は、180 分。
- 6 物理及び化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理及び化学の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 7 生物には、選択問題があるので、生物の問題の前に記した注意をよく読んで解答すること。
- 8 問題冊子及び下書き用紙は、持ち帰ること。

# 生 物

## 注意

問題 4 には、4—①と4—②が出題されている。このうち、受験生は、いずれか一つを選択し、解答すること。

4—①と4—②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としな

いので、注意すること。

1 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

細胞は環境条件の変化や発生の進行に伴って遺伝子発現を変化させる。遺伝子発現の制御においては、原核生物と真核生物のいずれにおいても、他の遺伝子の発現を制御する調節遺伝子とよばれる遺伝子のはたらく。この基本的なしくみは、ジャコブとモノーによる研究によって明らかになった。

大腸菌は通常グルコースを栄養分として利用するが、グルコースとガラクトースからできているラクトースは利用できない。しかし、グルコースの代わりにしばらくラクトースを与えておくと、これを分解する酵素を作るようになって、利用できるようになる。この現象は次のように説明される。ラクトースがないときにはプロモーターの近傍のオペレーターにリプレッサーが結合しているのでRNAポリメラーゼがプロモーターに結合できず転写が妨げられて、ラクトースを分解する酵素の遺伝子が転写されない。ラクトースがあるときにはリプレッサーにラクトースの代謝産物が結合しオペレーターに結合できなくなるので、転写が起こるようになる。

真核生物でも遺伝子発現の制御がおこなわれ、発生過程において異なる組織の細胞がそれぞれ特徴的なタンパク質を発現するようになる。

問題1の問1は削除します。解答の必要はありません。

問2 下線部(ア)に関して、下記の語群の中から、ヒトの(1)~(5)のそれぞれの部位に特徴的なタンパク質を1つずつ選んで答えよ。

- (1) 毛・つめ                      (2) 筋肉                      (3) レンズ(水晶体)  
(4) ランゲルハンス島      (5) 軟骨・腱

<語群>

アルブミン	インスリン	クリスタリン	ケラチン
コラーゲン	ミオシン	免疫グロブリン	ロドプシン

問 3 動物細胞においてはホルモンによる遺伝子発現調節が知られている。性ホルモンのようなステロイドホルモンが遺伝子の発現を調節するしくみを 60

字以内(句読点含めて)で説明せよ。

問 4 真核細胞において、成熟した伝令 RNA が翻訳されるまでの過程を以下の 3 つの用語を用いて 60 字以内(句読点含めて)で説明せよ。

リボソーム          核          細胞質

問 5 真核生物のある遺伝子の伝令 RNA をもとに合成した DNA をプラスミドベクターに組み込んで大腸菌に取り込ませたところ、タンパク質が生産された。しかし、ゲノム DNA から切り出した遺伝子領域全体をそのままプラスミドベクターに組み込んで大腸菌に取り込ませても、そのタンパク質は生産されなかった。タンパク質が生産されなかった理由を遺伝子の構造とタンパク質の合成にいたるしくみの 2 つの観点から 50 字以内(句読点含めて)で説明せよ。

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

体重 60 kg のヒトにはおよそ 60 兆個の細胞と約 5 リットルの血液がある。血液は心臓の拍動によりたえず全身に送り出され、組織に酸素や栄養を運ぶ。アミノ酸の分解によって生じた老廃物は血液により肝臓や腎臓などに運ばれ、分解・排出される。

ヒトの血液を試験管に入れ室温で放置すると、凝固して塊状の沈殿部分と上澄みの部分に分かれる。血液の凝固には多くのタンパク質がかかわっている。

1 は血管が傷つくと、その部分に集まり凝固因子を放出する。塊状の沈殿は、2 という酵素が、 $\text{Ca}^{2+}$  や凝固因子などにより活性化され、血液中の 3 というタンパク質を繊維状の 4 という物質に変え、それに赤血球などの血球成分が吸着することで生じる。このような血液の凝固反応は、壊れた血管から血液が失われるのを防ぎ、血管系の維持に役立っている。

問 1 文章中の 1 ~ 4 に適切な語句を入れよ。

問 2 いろいろな細胞の大きさについて、下記の(a)~(d)を大きいものから順に並び、記号で答えよ。

(a) ヒトの卵、 (b) ヒトの赤血球、 (c) 大腸菌、 (d) ヒキガエルの卵

問 3 赤血球に関する以下の記述(A)~(E)について、誤っているものを2つ選び、記号で答えよ。

- (A) 脊椎動物の赤血球には核がない。
- (B) ヘモグロビンは、酸素と結合して酸素ヘモグロビンとなる。
- (C) ヒトの男性と女性では、 $1 \text{ mm}^3$  中の平均赤血球数が異なる。
- (D) ヒトの赤血球の寿命は約 50 日で、古くなった赤血球は腎臓で壊される。
- (E) かま状赤血球貧血症は、ヘモグロビン遺伝子の塩基置換が原因である。

問 4 心臓の拍動リズムは心臓のどこで作り出されるか答えよ。

問 5 大静脈から心臓に流入した血液は、どのような順番で大動脈から全身へ循環していくか、次の(a)~(g)を正しい順序に並び替え、記号で答えよ。

(a) 肺, (b) 左心房, (c) 右心房, (d) 肺静脈, (e) 肺動脈,  
(f) 左心室, (g) 右心室

問 6 ヒトではアミノ酸の分解によって生じる有害な物質は、肝臓で毒性の弱い物質に変えられ、腎臓で排出される。これらの有害な物質と毒性の弱い物質の名称を記せ。

問 7 下線部(ア)について、沈殿および上澄みの部分をそれぞれ何とよぶか答えよ。

問 8  の酵素のように、タンパク質を分解する活性をもつ酵素を、次の(a)~(g)中からすべて選び、記号で答えよ。

(a) アミラーゼ, (b) カタラーゼ, (c) ペプシン, (d) ATPアーゼ,  
(e) リパーゼ, (f) トリプシン, (g) 制限酵素

問 9 ヒトの体には、血管系とは別に組織から出た体液が循環する系がある。これを何とよぶか答えよ。

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

イネなどの被子植物では生殖器官としての花があり、おしべでは葯の中に花粉母細胞が、一方、めしべでは胚珠の中に胚のう母細胞が分化して、それぞれから花粉や胚のうが作られる。花粉母細胞では減数分裂によって4個の細胞からなる  ができ、それらは互いに離れてそれぞれ花粉になる。花粉の中では核が1回分裂して2個になり、そのうちの1つは雄原細胞の核に、もう1つはそのまま花粉管核になる。花粉管の中では雄原細胞は体細胞分裂を1回おこなって <sup>(a)</sup>2個の精細胞を生じる。

胚のう母細胞は減数分裂をおこない4個の細胞となるが、3個は退化して1個だけが  として残り、その後、核の分裂が3回連続して起こり、 個の核をもつ胚のうができる。そのうち  個の核のまわりは仕切られて細胞化し、1個が卵細胞、 個が助細胞、 個が  に分化する。残りの  個の核は胚のうの中心に並び  となる。

花粉がめしべの柱頭に付着して受粉が成立すると、花粉から花粉管が胚珠に向かって伸び始める。2個の精細胞のうち、一方の精細胞の核(精核)は卵細胞の核と合体して受精卵の核となり、もう一方の精核は、 と合体して胚乳核 <sup>(b)</sup>となる。このように被子植物では、胚のうの中の2か所で受精がおこなわれるので、これを  というが、この現象は農業的にも重要な意味をもっている。 <sup>(c)</sup>

イネ科作物のコムギ属には多くの種があり、2倍体の1粒系コムギ ( $2n = 14$ )とクサビコムギ ( $2n = 14$ )が自然交雑し、染色体の倍加を起こしてAABBゲノムをもつ2粒系コムギ ( $2n = 28$ )が形成されたと推定される。この <sup>(r)</sup>2粒系コムギとタルホコムギ ( $2n = 14$ )が交雑して得られた  $F_1$  は通常生殖能力をもたない。しかし、染色体が倍加することで生殖能力のあるパンコムギ ( $2n = 42$ , 6倍体, AABBDD)が生まれたと考えられている。

多くのイネ科作物の胚乳ではモチ性とウルチ性が古くから知られており、ウルチ性が優性、モチ性が劣性の単一遺伝子座による遺伝を示す。したがって、イネ <sup>(s)</sup>のような2倍体作物のウルチ性純系とモチ性純系の交雑による  $F_2$  世代では、モ

子性の個体が1/4の頻度で分離する。6倍体のパンコムギではモチ性に関する遺伝子座がA, BおよびD各ゲノムに1つずつの合計3座あることになる。今A, BおよびDゲノム全部のウルチ—モチ性の遺伝子座について、優性ホモ型でウルチ性を示す個体と、劣性ホモ型でモチ性を示す個体を交配して得られるF<sub>1</sub>個体の自家受粉によってF<sub>2</sub>世代を得ることができた。

問 1 文章中の  ~  に適切な語句を入れよ。

問 2 文章中の  ~  に適切な整数値を入れよ。

問 3 文章中の下線部(a)および(b)の核相を示せ。

問 4 私達が日常食べている米は、主として胚乳の部分である。下線部(ア)と(ウ)との関連において、イネのモチ性品種をウルチ性品種の近くで栽培すると両者の自然交雑が起こり、収穫したモチ米にウルチ米が混ざることがある。その遺伝的な理由を45字以内(句読点含めて)で説明せよ。

問 5 下線部(イ)について、染色体が倍加することで生殖能力が回復した理由について40字以内(句読点含めて)で説明せよ。

問 6 下線部(エ)について、F<sub>2</sub>世代におけるウルチ性個体：モチ性個体の分離比の期待値を答えよ。



注意 問題4には、4-①と4-②が出題されている。いずれか一つを選択し、解答すること。4-①と4-②の両方の問題を解答した場合は、両方とも採点の対象としないので、注意すること。

4-① 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

地球が誕生したのは約46億年前とされている。生命が誕生するまでに無機物から有機物が生成され、原始的な生物の誕生を可能にした過程は [ 1 ] とよばれ、その後RNAが自己複製と代謝を担うRNAワールドを経て、現在のほとんどの生物がおこなっているようなDNAが遺伝情報を担い、RNAを介してタンパク質を合成するDNAワールドへと移行したと考えられている。

地球上で最初に出現した生物は嫌気呼吸をおこなう原核生物であった。この原核生物の中から光合成をおこなう独立栄養生物の [ 2 ] が出現し、大量の酸素を環境中に放出した。その後、好気呼吸をおこなう従属栄養生物が出現し、さらにミトコンドリアや葉緑体といった細胞小器官をもつ真核生物が出現した。

<sup>(1)</sup>生物は誕生してからしばらくは単細胞であった。多細胞生物の最古の化石は、オーストラリアの先カンブリア時代末期の地層から見つかる [ 3 ] 生物群とされている。古生代カンブリア紀になると、多種多様な大型動物が現れるようになった。なかでも、カナダのロッキー山脈の地層から見つかる [ 4 ] 動物群は特に有名で、三葉虫、アノマロカリス、ピカイアなど多種多様な化石が含まれている。<sup>(2)</sup>

オルドビス紀になると、原始的な脊椎動物であり、現生のヌタウナギや [ 5 ] の祖先にあたる、顎(あご)をもたない無顎類が出現した。シルル紀には顎をもつ魚が出現し、デボン紀には軟骨魚類や硬骨魚類などさまざまな魚類が<sup>(3)</sup>進化した。

このように生物は初め水中で生活していたが、大気中の酸素が増加し上空に [ 6 ] が形成され生物にとって有害な紫外線がささぎられたことによって、生物の陸上進出が可能となった。最初に上陸したのは植物であり、植物が陸上で繁栄したことにより大気中の酸素がさらに増えた。その後、動物も上陸し、デボ

ン紀には節足動物が多様化した。また、硬骨魚類のうち現生のハイギョや生きている化石として知られている  が含まれる肉鱗類から原始的な両生類が進化した。さらに、両生類からハチュウ類に、ハチュウ類から鳥類あるいはほ乳類へと進化し、<sup>(オ)</sup>それぞれの生物種が生息する環境に適応放散した。

問 1 文章中の  ~  に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(ア)に関連して、RNA ワールドが存在したという説を裏付ける、現生の生物の一部の RNA がもつ性質とはなにか、答えよ。

問 3 下線部(イ)に関連して、これらの細胞小器官の起源を説明する、1970 年にアメリカのマーグリスらによって提唱された説の名称と、その説を裏付ける根拠を 2 つあげよ。

問 4 下線部(ウ)の化石について、現生の生物ではなにに最も近いと考えられているか、次の選択肢(a)~(f)の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) カイメン, (b) サンゴ, (c) プラナリア, (d) ミミズ, (e) ヒトデ,  
(f) ナメクジウオ

問 5 下線部(エ)に関連して、無顎類から顎をもつ魚へと進化した際には、無顎類の体の一部が変化することによって顎が獲得されたと考えられている。その体の一部とはなにか、答えよ。

問 6 は次ページ

問 6 下線部(オ)に関連した下記の文章(A)~(F)を読み、それらの中から内容の誤っているものを3つ選び、記号で答えよ。

- (A) 中生代には、地上で繁栄した恐竜だけでなく、水中には魚竜、空中には翼竜がいて、ハチュウ類は地球上のあらゆる環境に進出した。
- (B) 鳥類はハチュウ類のうち翼竜から進化したと考えられていて、鳥類とハチュウ類の間間的な形質を示す始祖鳥が中生代ジュラ紀の化石として見つかる。
- (C) ほ乳類の祖先は中生代の三畳紀には出現し、白亜紀末のハチュウ類の大量絶滅を乗り越え、新生代になると大発展を遂げた。
- (D) 霊長類の祖先は白亜紀の終わりに現れた原始的な食虫類といわれ、現在のツパイに似た小動物であったと考えられている。
- (E) 現生の類人猿の中ではチンパンジーがヒトに最も近く、DNA 塩基配列の比較からチンパンジーとヒトの系統が分かれたのは約 70 万年前と推定されている。
- (F) カエルの前肢、コウモリの翼、クジラの前鳍、ヒトの前肢の骨格を比較すると、基本構造はよく似ていて、同一の発生源をもつ。これらのような形態が類似した器官を相似器官とよぶ。

4—②は次ページ

4—② 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

本州中部では海岸、低地から高地にかけての低地(丘陵)帯、山地帯、亜高山帯にそれぞれ樹木が優占する特徴的な森林の植物群系をみることができる。このような相観が異なる植物群落の標高にそつた配列を<sup>(ア)</sup> [ 1 ] という。一方、緯度にそつた同様の配列を [ 2 ] という。

これらの森林には多くの生物が生育・生息している。この生物どうしの関係においては光合成をおこなう緑色植物から始まる、食う・食われるの関係が最も基本的なもので、その一連の鎖のようなつながりを食物連鎖<sup>(イ)</sup>という。しかし、実際には多くの鎖が複雑にからまっているため、それらの関係全体を [ 3 ] という。食物連鎖を通して物質とエネルギーが移動するが、物質が循環するのに対して、エネルギーは循環しない。

<sup>(ウ)</sup>この食う・食われるの関係を通した役割から、緑色植物は [ 4 ]、その植物を食べる植食動物は一次 [ 5 ]、さらにそれらの植食動物から有機物を得る動物は二次 [ 5 ]、そして植物や動物の遺体・排出物などの有機物を無機物にする微生物などは [ 6 ] とそれぞれよばれる。このように生物はお互いにさまざまな関わり合いをもって生存している。

ある一定の範囲に生活する同種の生物個体の集団を個体群という。個体群を構成する個体の数を求めることはその生物を管理する上で重要であり、個体数推定の方法として標識再捕法<sup>(エ)</sup>がある。個体群を構成する個々の個体の分布は種ごとに異なっており、同種の個体が集合して統一的な行動をとる集団を [ 7 ] という。また、一定の空間を排他的に防衛して利用する種もあり、その一定の空間を縄張り(テリトリー)という。

<sup>(オ)</sup>さらにお互いに関係をもちながら、ある場所に生育・生息する異なった個体群の集まりを [ 8 ] という。そして、 [ 8 ] とそれを取り巻く物理的、生物的環境をひとつのまとまりとしてとらえたものを [ 9 ] という。

問 1 [ 1 ] ~ [ 9 ] に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(ア)について整理した下表のA～Cに適切な群系名を、D～Fに代表的な優占樹種名をそれぞれ入れよ。

	群 系	代表的な優占樹種
低地(丘陵)帯	A	D
山地帯	B	E
亜高山帯	C	F

問 3 下線部(イ)によって特定の物質が生物体内に高濃度で蓄積する現象を何とよぶか答えよ。また、我が国において、その現象により高濃度で蓄積された有害物質を含む食物を摂取したことにより発生した疾病の名称を答えよ。

問 4 下線部(ウ)について、なぜ循環しないのかを50字以内(句読点含む)で答えよ。

問 5 下線部(エ)は、次のように個体数を推定する方法である。

- ① 個体群のなかからある数の個体を捕獲する。
- ② 捕獲した個体に標識をつけてもとの個体群にもどす。
- ③ それらの個体が個体群に十分混じり合った後、再びある数の個体を捕獲する。

以上の作業をおこない、再び捕獲した個体における標識されている個体の割合から、全体の個体数を推定する。

ある森林に生息するヒメネズミの個体数を推定するために標識再捕法をおこなった。その結果、最初の捕獲で48頭のヒメネズミが捕獲された。そして、2回目の捕獲では32頭のヒメネズミが捕獲され、そのうち24頭が標識されていた。この森林におけるヒメネズミ個体数を推定せよ。

問 6 下線部(オ)について、縄張りを確保する目的は2つに大別される。その2つの目的を答えよ。