

# 平成 20 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 ～ 11 ページ、	化	学	12 ～ 31 ページ
生	物	32 ～ 42 ページ、	地	学	43 ～ 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 物理と化学は、学部、学科によって解答する問題が異なるので、物理と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 化学及び生物には、選択問題があるので、化学及び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。

4—① は、「生物の分類と進化」から、4—② は、「生物の集団」からの出題である。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。

1 次の文章を読み、各問いに答えよ。

細胞は、生命を構成する最小の基本単位である。一般に細胞は、とからなり、前者には遺伝物質が、後者には細胞小器官が含まれる。また、細胞の表面は細胞膜によって覆われている。<sup>(a)</sup>

生物には、大腸菌やゾウリムシのように1つの細胞で1個体を作ると、複数の細胞で個体が形成されるが存在する。後者は、もともと1つの細胞が細胞分裂によって増えたものである。ちなみに、ヒトのからだは約60兆個の細胞でできている。<sup>(c)</sup>

生物が子孫の新しい個体を作ることをという。これには親の体の一部が分かれて新しい個体ができるという方法と、雄と雌の細胞が関わるという方法がある。このうち、では、雄と雌の配偶子が融合(接合)して接合子という新しい細胞になり、これが細胞分裂を繰り返して新しい個体となる。<sup>(d)</sup><sup>(e)</sup>

問 1 文章中の～に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(a)は細胞のさまざまな働きを分担している。このうち、細胞の呼吸にかかわる細胞小器官は何か。その名称を書き、電子顕微鏡による観察からわかった構造を図示せよ。

問 3 下線部(b)の性質を調べるために動物細胞と植物細胞を低張液に浸してみた。それぞれの細胞が示す変化と、そのようになる理由について述べよ。

問 4 下線部(c)の現象においては、分裂後の2つの細胞へ遺伝物質(DNA)を均等に分配する必要がある。

- (1) DNA を含むひも状の構造の名称は何か。
- (2) 遺伝情報は DNA の中のどのような要素により、どのように書かれているか。

問 5 下線部(d)の現象において、ウニの卵と精子を混ぜ合わせて受精する場合、卵の中に入ることができる精子はたった1個である。その仕組みを説明せよ。

問 6 下線部(e)に関して、カエルの卵が受精後に分裂して形成される3つの胚葉は、それぞれ特徴的な器官に分化することが知られている。以下に述べる器官は、どのような胚葉に由来しているか。

脳と脊髄，表皮，肝臓，筋肉，腎臓

2 次の文章を読み、各問いに答えよ。

植物がおこなう光合成では [ 1 ] と水とを原料として有機物を作り出し、これを植物の生命活動に利用している。植物はこの反応において必要なエネルギーを光に求めており、光エネルギーの受け取りは、葉の内部に存在する [ 2 ] の中に含まれる [ 3 ] という物質によりおこなわれる。なお、光合成の反応により [ 4 ] も生成され、放出されるが、これは植物や動物が呼吸に利用している。

光合成の原料のうち [ 1 ] は大気中に存在し、おもに葉に存在する [ 5 ] を通って葉の中に入り、光合成の場に到達する。この物質の大気中濃度はほぼ一定ではあるが、光合成が盛んな場合には局所的に濃度低下をみる<sup>①</sup>ことがある。

もう一つの原料である水は、 [ 6 ] から吸収され、茎の中の [ 7 ] を通って葉に到達する。水を葉まで到達させる主な原動力は、葉からの [ 8 ] である。水を運ぶ原動力にはほかに [ 9 ] と呼ばれるものもあるが、これは数 10 メートルにも及ぶ樹木の最上部にまで水を運びあげるには不十分である。

光は、上記のように光合成のエネルギー源としての役割のほかに、情報としての役割も持っている。たとえば植物の芽生えの一方から光をあてると、芽生えは光の方向に屈曲する<sup>②</sup>。これを [ 10 ] と呼ぶ。これは、植物が光合成のためのエネルギー源としての光を求める反応であると考えてよいだろう。

問 1 上の文章中の [ 1 ] ~ [ 10 ] に適当な語句を入れよ。

問 2 下線部①について、次の(1), (2)に答えよ。

(1) このようなことが農地で起こったとき、その農地での光合成の効率(一定面積の農地で一定時間内にどれだけの量の光合成産物が得られるか)はどうかと考えられるか。(a)~(c)から選び、記号で答えよ。

- (a) 効率が高くなる (b) 効率が低くなる  
(c) 効率に影響はでない

(2) このようなことが起こるのはどのような気象条件の時であろうか。簡単に示せ。

問 3 葉の形にはいろいろなものがあるが、光合成器官としてみたとき、葉の形には薄くて広いという共通したものがあることに気づく。この「薄くて広い形」をしていることのそれぞれの意義を、葉が光合成器官であるという視点から説明せよ。

問 4 光合成という視点で見たとき、植物が生存・生活を続けていくため必要最小限の光量というものが存在する。このことについて次の(1), (2)に答えよ。

- (1) その光量のことを何というか。  
(2) その光量は、どのように定義されているか。

問 5 ダーウィンはイネ科植物の芽生え(幼葉<sup>しょう</sup>鞘)を用いて下線部②における光信号の受容部位を調べ、それが芽生えの先端部分に限定されることを示した。彼がおこなった実験結果のうちの1つは「先端部分を切除した芽生えでは、屈曲を示さなかった」というものである。しかし、この実験だけでは「光信号受容場所は先端部分である」と結論することはできない。その理由を簡潔に説明せよ。

問 6 光が植物に対して信号としての役割を果たす場合の例を、下線部②の現象以外に1つあげるとともに、その現象に光信号がどのようにかかわっているかを簡潔に説明せよ。

3 次の文章を読み、各問いに答えよ。

私たちの健康をチェックする上で最も容易に検査に供されるのは、血液と尿である。それは体内の代謝を広く反映すると同時に、安全かつ容易に、そして痛みも最少限で採取できるからである。さて、体の中で血液から尿へと変換する際には腎臓を経由する。腎臓は最終代謝産物の排泄や塩類・水分の再吸収を通じて、血液の恒常性の維持に貢献している。腎臓では、血液が毛細血管からなる **A** から **B** に濾過されて原尿になる。原尿中の多くの成分は細尿管(腎細管)で再吸収され、血液中の有効成分は体から失われないようになっていく。逆に、不要な老廃物は再吸収を受けず、濃縮されて体外へ排出される。

さて、健康な人の血液から尿への成分の変化を探るため、血漿、原尿、尿中に含まれるいくつかの成分の濃度を分析したところ、表1のようになった。このとき、腎臓で濾過される血液量および原尿量は180 l/日、尿の排出量は1 l/日であった。

表1 血漿、原尿と尿の成分濃度の比較(g/l)

成分	血漿	原尿	尿
I	0.8	0.8	0
II	2.9	2.9	3.5
III	0.3	0.3	24.6

問1 本文の空欄 **A** , **B** の中に適切な語句を下から選んで、解答欄に記入せよ。

胆嚢、糸球体、門脈、ボーマン嚢

問2 下線部①のときの水分の再吸収率(%)はどのくらいか。小数点1位まで答えよ。

問 3 成分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲのそれぞれの再吸収率はどのくらいか。次の中から最適な記号を選択せよ。

- (ア) 100%，0.7%，45.6%                      (イ) 100%，99.3%，54.4%  
(ウ) 0%，120.6%，45.6%                      (エ) 0%，99.3%，54.4%  
(オ) 100%，54.4%，99.3%

問 4 健康な状態ではタンパク質は濾過<sup>ろか</sup>されず、成分Ⅰは完全に再吸収されるので、尿中に出現しない。成分Ⅰが排出されるようになると糖尿病となる。この成分の血漿<sup>けっしょう</sup>濃度の調節と病気の治療に最も重要な役割を果たすホルモンとその分泌器官の名称を解答欄に記入せよ。

問 5 成分Ⅱはわずかであるが適度に排出され、体液の浸透圧や酸塩基平衡を調節している。これらの調節には、副腎皮質から分泌される( C )による成分Ⅱの再吸収の促進と、脳下垂体後葉から分泌される( D )による水の再吸収の促進が関わっている。この( C )，( D )にあてはまる適当な語句を解答欄に記入せよ。

問 6 成分Ⅲは腎臓で最も効率よく濃縮される最終代謝産物であるが、主に( E )や( F )が分解されることにより生じる。この( E )，( F )に当てはまる物質を次の(ア)～(オ)から選び、記号で答えよ(順不同)。また、この成分Ⅲを合成する器官の名称( G )を記せ。

- (ア) グルコース，(イ) アミノ酸，(ウ) 脂肪酸，(エ) 核酸，  
(オ) エタノール

問 7 表1の成分Ⅰ，Ⅱ，Ⅲに該当する適当な成分名を次の中から選び、解答欄に記入せよ。

尿素，セルロース，グルコース，ナトリウム，イヌリン，アンモニア

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 生物の分類と進化に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

ある動物集団(メンデル集団)がハーディ・ワインベルグの法則にしたがっていたと仮定する。ある対立遺伝子AとBの頻度がそれぞれ $p$ と $q$ (ただし、 $p + q = 1$ )であるとき、この集団のAAの遺伝子型頻度は 、ABの遺伝子型頻度は 、BBの遺伝子型頻度は  となる。仮に、この動物集団においてAAの遺伝子型を持つ個体が40個体、BBの遺伝子型を持つ個体が90個体いたとすると、この集団における対立遺伝子AとBの頻度はそれぞれ  と  であると計算できる。

しかし、現実の生物集団においては、世代間で遺伝子頻度が変化し、進化が起ると考えられる。例えば、この動物集団のある世代が繁殖を行ったとき、子の世代においてBBの遺伝子型を持つ個体に胚発生の初期段階ですべて死亡するような現象が起こったとする。この場合の子世代における対立遺伝子AとBの頻度はそれぞれ  と  であると計算できるため、 や  と比べるとそれぞれ変化していることが分かる。

問1 文章中の  ~  に適切な語句または数値を入れよ。

問2 下線部①の法則が成り立ち、集団内の遺伝子頻度が世代を経ても安定に保たれる状態は、何と呼ばれるか。

問3 下線部①の法則が成り立つためには、5つの条件が満たされなければならない。次の(ア)と(イ)以外の3つの条件を記せ。

- (ア) 集団を構成する雌雄が任意に(自由に)交配する。
- (イ) 集団内のどの個体にも生存力や繁殖力に差がない。

問 4 下線部②について，自然選択とは無関係に，偶然によって集団内の遺伝子頻度に変化する現象が知られている。

(1) この現象はどのような大きさの集団において強く作用すると考えられるか。次の(ア)～(ウ)から選び，記号で答えよ。

(ア) 大きい集団                      (イ) 中程度の集団                      (ウ) 小さい集団

(2) この現象は何と呼ばれているか。

4—② 生物の集団に関する以下の文章を読み、各問いに答えよ。

植物(生産者)の物質生産を **ア** と呼び、動物(消費者)の物質生産と区別している。有機物(炭素)の存在様式は陸上生態系のタイプによって異なり、熱帯多雨林では生態系のもつ有機物の約3/4が **イ** に含まれている。それに対してススキ草原では生態系のもつ有機物の90%以上が **ウ** に含まれている。一般に **ウ** に含まれる有機物の割合は、低緯度地方よりも高緯度地方でより **エ** なる傾向がある。

体積にして大気の約80%を占める窒素を生物界に導入する働きをもっているものには、マメ科植物に見られる **オ** や土壤中で単独で生活する窒素固定細菌のほか、**カ** のような自然(気象)現象もあり、さらに近年は人間による **キ** の生産が自然の窒素固定量の40~50%に達している。また、ある種の細菌は窒素化合物の一部を窒素ガスとして大気中に放出しており、この作用を **ク** と呼ぶ。<sup>(a)</sup>

問1 文章中の **ア** ~ **ク** に適切な語句を入れよ。

問2 次の表2は、ある温帯林における有機物の収支を示している。この森林群落の1年間の成長量(蓄積される有機物量)を求めよ。

表2 有機物の収支

項目	有機物量(g/m <sup>2</sup> ・年)
総生産量	2800
植物の呼吸量	1500
植物の枯死量	630
動物による被食量	20

問 3 森林群落の総生産量に対する呼吸量の割合は、発達途中の森林では 45～50 % であるが、発達した森林ではそれよりも多く、70 % 前後になると言われている。その理由として最も適切な文を次の①～④の中から 1 つ選び、番号で答えよ。

- ① 発達した森林には野生動物が多く棲息<sup>せいそく</sup>しており、植物の葉が餌<sup>えさ</sup>として食べられるため。
- ② 発達した森林では土壌中の微生物が落葉を大量に分解するため。
- ③ 発達した森林では樹木の幹・枝・根などの光合成を行わない器官が多いため。
- ④ 発達した森林には多様な植物が生育しており、その中に呼吸量の多いものや少ないものなど、さまざまな特性を持つ植物が含まれるため。

問 4 森林の階層構造が林内での光の強さに及ぼす影響と、森林の林床植物の光利用特性についてそれぞれ述べよ。

問 5 生物の遺体や排出物に含まれる有機態の窒素が土壌中で分解される一連の過程(ただし、下線部 a の作用を除く)について、生成される化合物名とそれに関わる細菌名を挙げて説明せよ。