

## 平成 26 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 56 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 ～ 33 ページ

生 物 34 ～ 46 ページ, 地 学 47 ～ 56 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 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 以下の文章 I, II を読み、各問いに答えよ。

I ヒトの体内には消化器官として胃や小腸、呼吸器官として肺、循環器官として心臓などの多くの器官があり、それぞれ特定の働きをもち、生命を維持している。一つの器官は、働きに適した細胞が集合した組織により構成される。その組織は [ 1 ] , [ 2 ] , [ 3 ] , [ 4 ] の四つに分類される。

[ 1 ] には、特定の物質を分泌する腺が含まれており、汗や消化液を体外に分泌する腺を [ 5 ] という。一方、チロキシンを分泌する甲状腺のように物質を [ 6 ] 中に分泌する腺を [ 7 ] という。この [ 6 ] 中に分泌される物質をホルモンといい、ホルモンは標的器官(細胞)のみに作用をおよぼす。  
(ア)

問 1 文章中の [ 1 ] ~ [ 7 ] に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(ア)について、ホルモンが標的器官(細胞)のみに作用することができる理由を 30 字以内で述べよ。

II ヒトの血液中には、100 ml あたり約 100 mg の [ 8 ] が含まれている。この [ 8 ] は血糖と呼ばれ、その量は自律神経系とホルモンによって、たえず一定に保たれている。食後、一時的に血糖量が増加すると、この血液がすい臓を流れ、すい臓のランゲルハンス島 [ 9 ] 細胞からインスリンが分泌される。また、血糖量の増加は、視床下部でも感知され、副交感神経がすい臓に働いてインスリンの分泌を促す。インスリンは細胞における [ 8 ] の消費を促進すると同時に、肝臓での [ 10 ] 合成を促し、血糖量は減少して正常値にもどる。

問 3 文章中の [ 8 ] ~ [ 10 ] に適切な語句を入れよ。

問 4 8 は、小腸表面の細胞において、細胞の内側と外側の間の濃度勾配に逆らって細胞内へと輸送される。このような輸送を何というか答えよ。

問 5 下線部(イ)とは反対に、血糖量が正常値よりも減少した場合、血糖量を正常値にもどすためにすい臓および副腎髄質より分泌されるホルモンをそれぞれ答えよ。

問 6 下線部(ウ)の体内でのふさわしい位置はどこか、図1のA～Dから選び答えよ。

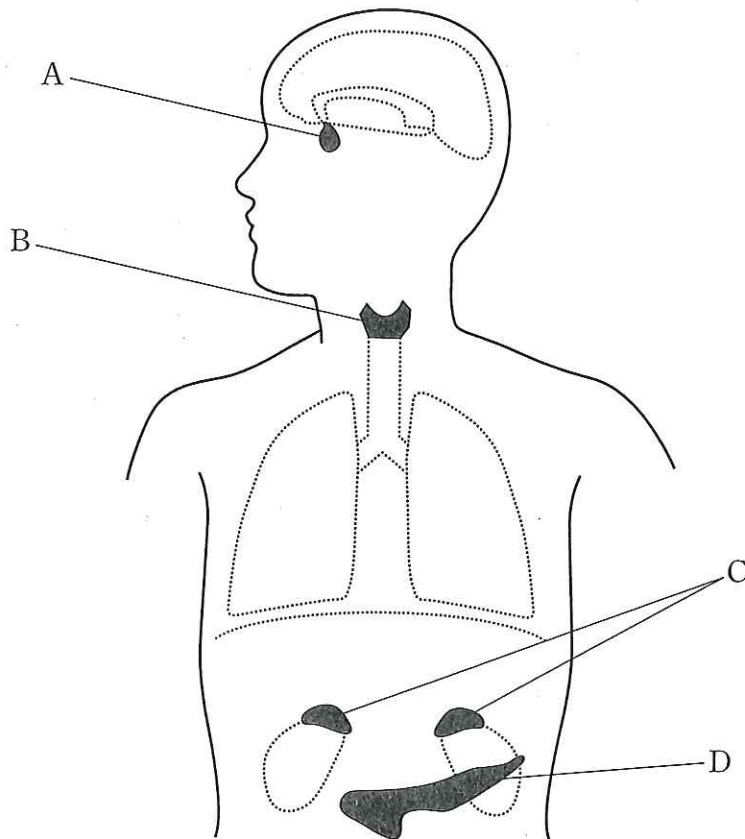


図 1

2 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

植物は、光エネルギーを利用して二酸化炭素と水からデンプンなどの有機物を合成する。光合成とよばれるこの反応は、さまざまな環境要因の影響を受ける。光合成と環境要因との関係を調べるため、広葉樹であるサトウカエデの葉を用いて次のような実験を行った。

問 1 サトウカエデから、日光が良くあたる葉 A と、日光があまりあたらない葉 B をそれぞれ採取して、顕微鏡で観察した。図 1 A は葉 A の、図 1 B は葉 B の断面図である。なお、二つの断面図の縮尺は同じである。

- (1) 図 1 A に示された  ~  に適切な名称を入れよ。
- (2)  の役割について、30 字以内で答えよ。
- (3)  の働きは、ある植物ホルモンによって制御される。該当する植物ホルモンの名称を答えよ。

問 2 葉 A を用いて、温度を 20 °C、二酸化炭素濃度を大気とほぼ等しい 0.04 % に保ち、光の強さを変えながら二酸化炭素の吸収速度を測定した。図 2 はその測定結果をあらわしたグラフである。

- (1) 図 2 において、光の強さが 0 のとき、二酸化炭素の吸収速度が負の値になるのはなぜか、45 字以内で説明せよ。
- (2) 図 2 において、光の強さが a のとき、二酸化炭素の吸収速度が 0 になるのはなぜか、60 字以内で説明せよ。また光の強さ a を何と呼ぶか、答えよ。
- (3) 図 2 において、二酸化炭素の吸収速度が一定になる光の強さ b を何と呼ぶか、答えよ。

問 3 図 2 と同様の実験において、光の強さが c のとき、葉 A における二酸化炭素の吸収速度の値をさらに高くするためにはどうすればよいか。適切な操作をア～オから選べ。

- ア 温度を 15 °C にする。                      イ 温度を 30 °C にする。  
ウ 温度を 50 °C にする。                      エ 二酸化炭素濃度を 0.02 % にする。  
オ 二酸化炭素濃度を 0.08 % にする。

問 4 葉 B を用いて、光の強さを変えながら二酸化炭素の吸収速度を測定した。測定結果として適切なものをア～カから選べ。なお、測定条件は問 2 および図 2 と同じである。

- ア 光の強さが a のとき、二酸化炭素の吸収速度は正の値になる。
- イ 光の強さが a のとき、二酸化炭素の吸収速度は 0 になる。
- ウ 光の強さが a のとき、二酸化炭素の吸収速度は負の値になる。
- エ 光の強さが b のとき、二酸化炭素の吸収速度は葉 A の値より高くなる。
- オ 光の強さが b のとき、二酸化炭素の吸収速度は葉 A の値と同じである。
- カ 光の強さが b のとき、二酸化炭素の吸収速度は葉 A の値より低くなる。

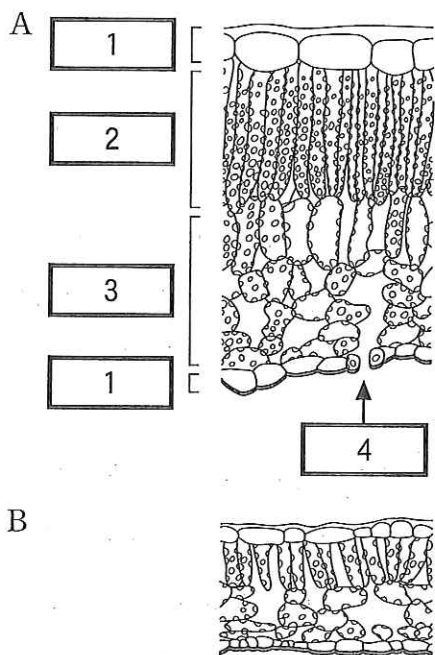


図 1

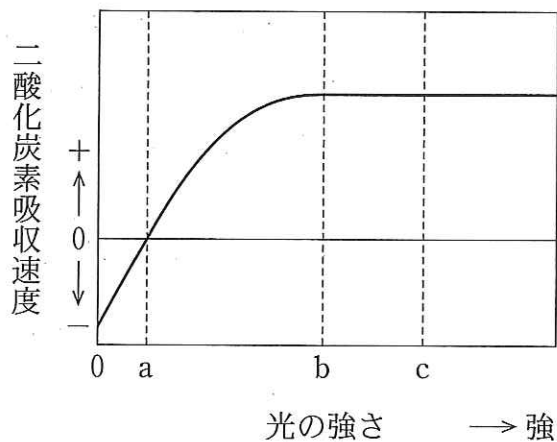


図 2

3 以下の文章を読み、各問いに答えよ。

生物の体の中には、ウイルスや体内に発生したがん化した細胞などの異物を非自己物質として認識、排除する機構がある。このしくみを免疫というが、免疫には抗体が関与する [ 1 ] 免疫とリンパ球が関与する [ 2 ] 免疫があり、それぞれあるいはその両方が働くことで体内の恒常性を維持している。リンパ球には [ 3 ] 細胞と [ 4 ] 細胞があるが、哺乳類の場合、骨髄でつくられたリンパ球が胸腺に移動し成熟したものを [ 3 ] 細胞と呼び、そのまま骨髄の中で成熟したものを [ 4 ] 細胞という。 [ 4 ] 細胞によってつくられる抗体の作用で異物が排除される。

以下は抗体産生を利用した実験である。

実験 1 : アフリカツメガエルでは、近親交配を繰り返して作った J 系統が樹立されている。変態期(後足が大きく成長した段階)の J 系統のおたまじゃくしの尾から皮膚を 3 枚切り取り、3 匹の J 系統の成体の背中に一枚ずつ移植し、個体 A、個体 B、個体 C とした。おたまじゃくしの尾に発現する抗原 X に対して、全ての成体の血液中には抗体が産生されたので、その量の変化を調べた。

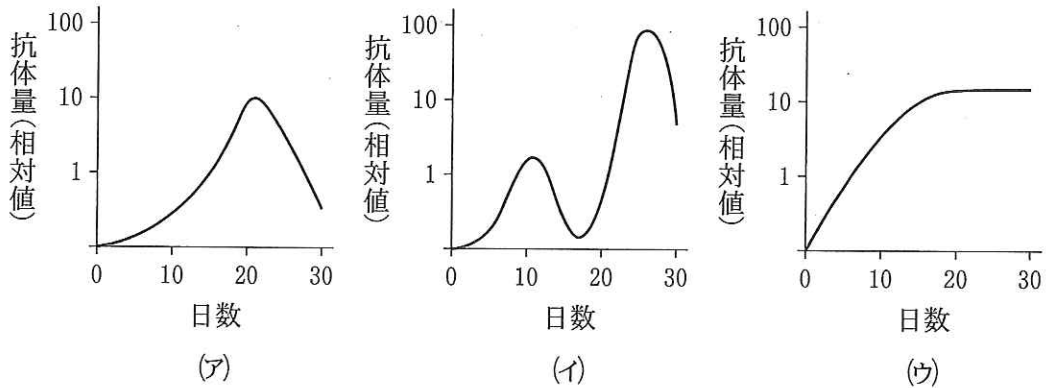
実験 2 : 実験 1 を行った 30 日後に、別の個体の変態期の J 系統のおたまじゃくしの尾の皮膚を切り取り、実験 1 で使用した J 系統の成体(個体 A)の背中に移植した。その後、個体 A の血液中の抗原 X に対する抗体量の変化を調べた。

実験 3 : 実験 1 を行った 30 日後に、J 系統とは別の系統の、抗原 Y を発現する成体の背中から皮膚を切り取り、実験 1 で使用した J 系統の成体(個体 B)の背中に移植した。その後、個体 B の血液中の抗原 X に対する抗体量の変化を調べた。

実験 4 : 実験 1 を行った 30 日後に、変態前(後足が出ていない段階)の J 系統のおたまじゃくしの尾の皮膚を切り取り、実験 1 で使用した J 系統の成体(個体 C)の背中に移植した。その後、個体 C の血液中の抗原 X に対する抗体量の変化を調べた。

問 1 文章中の 1 ~ 4 に適切な語句を入れよ。

問 2 実験 1 に関して、抗原 X に対する抗体量の変化は下図に示す(ア)~(ウ)の中のどれになるか答えよ。



問 3 実験 2 の結果を予想し、抗原 X に対する抗体量の変化を解答用紙の図に書き加えよ。ただし、図中で示している抗体の相対量は問 2 の図の縦軸と同一とする。

問 4 問 3 で解答した抗体量の変化について、なぜそのように答えたか、「免疫記憶細胞」という用語を使って 60 字以内で理由を説明せよ。

問 5 実験 3 の結果を予想し、抗原 X に対する抗体量の変化を解答用紙の図に書き加えよ。ただし、図中で示している抗体の相対量は問 2 の図の縦軸と同一とする。



問 6 実験4の結果、血液中の抗原 X に対する抗体量は移植後増加しなかった。この実験結果からわかることとして、適切なものを a ~ e から一つ選べ。

- a J 系統成体の背中では、異物として認識される抗原が発現していない。
- b J 系統成体の背中では、異物を認識する抗体が存在しない。
- c おたまじゃくしの尾では、変態前の段階では抗原 Y が発現している。
- d おたまじゃくしの尾では、抗原 X は変態期になってから発現する。
- e おたまじゃくしの尾では、抗原 X に対する抗体は変態期になってから産生される。

4—①は次ページ

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。

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。

生物の進化のしくみに関する説明を進化論という。19世紀初頭、 は生物の進化のしくみを、「生活の中でよく使う器官は発達し、そうでない器官は次第に衰え、機能を失う。そして、このような生涯における が子孫に遺伝するため、生物の進化が起こる。」と説明した。これは用不用説と呼ばれ、進化の主体性が生物側にあると考えるものであった。これに対して、ダーウィンは1859年に を著し、環境による選択(自然選択)が繰り返されると、長い年月の間に、生物はそれぞれの環境に適応した形態に進化していくと考え<sup>(ア)</sup>た。この考えは自然選択説と呼ばれる。

ド・フリースはオオマツヨイグサを観察し、同じ環境のもとで多数の突然変異体が現れることを発見した。また彼は、突然変異で生じた形質が次の世代に遺伝することを確かめ、生物の進化は突然変異による変化によって起こるとする、突然変異説<sup>(イ)</sup>を唱えた。しかし、20世紀後半に入ると、突然変異によるDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸の変化の大部分は、自然選択に対して有利でも不利でもないことが認識されるようになった。そして、この自然選択に対して中立な突然変異が、まったく偶然によって集団に広まっていくという中立説が、木村資生によって1960年代後半に提唱された。集団内において、中立的な遺伝子の構成や頻度は世代間で偶然によって変動する。このような変動を という。

また、これらとは別に生物が地理的に されることも、生物の進化にとって重要な要素の一つと考えられている。ガラパゴス諸島のフィンチ類は、共通の祖先種から様々な形態をもつ種に分化した一例<sup>(ウ)</sup>と言える。現在、生物の進化のしくみは、その要因となる自然選択、突然変異、、 などをもとにして、総合的に説明されている。

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、相同器官と相似器官について説明せよ。

問 3 自然選択による進化のしくみについて、「形質」、「遺伝」、「適応」の三つの言葉を用いて 60 字以内で説明せよ。

問 4 下線部(イ)には染色体突然変異の他に、遺伝子突然変異が知られている。遺伝子突然変異をもたらす DNA の塩基配列の変化を二つ記せ。

問 5 下線部(ウ)のように共通祖先を持つ生物群が、種々の異なる環境に応じた形態や機能をもつようになり、多くの種類に分かれる現象を何と呼ぶか。また、この現象について、下線部(ウ)以外の例を一つ記せ。

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。

同種個体間のコミュニケーションに用いられる化学物質を 1 と呼び、多くの動物で性的な誘因物質として働くほか、さまざまな作用がある。  
1 は一般に、揮発性の高い化合物で、きわめて微量で嗅覚刺激<sup>(ア)</sup>(におい)として受容されて生理活性をあらわす。例えば、カイコガの雌は、生殖器官の付属腺でボンピコールと呼ばれる物質をつくっている。一方、雄は、触角にボンピコールに対して特異的に反応する感覚器を多数もち、空気中のごく微量のボンピコールを感知して性行動を引き起こすことができる。

セージブラシ(ヨモギの一種)は、北アメリカ西部の半乾燥地帯に成立する植物群落の上層を占め、個体数も多い種である。また、野生のタバコもこの地域に生育している。カリフォルニア大学のカーバンらは、人為的に傷を付けたセージブラシの近くに生育する野生タバコの食害率が、無傷のセージブラシの近くの野生タバコより低いことを野外調査に基づいて報告した。野生タバコ個体が、傷ついたセージブラシの近くにあるという情報は、セージブラシが傷つけられたときに出す“におい”によって野生タバコに伝達されていることも明らかにした。つまり、その“におい”を受容した野生タバコでは食害に対する防衛能力が誘導され、食害率が下がったと考えられた。

同一種内では、“におい”を介したコミュニケーションはあるのだろうか。カーバンらは、葉の一部を切り落としたセージブラシ個体と隣のセージブラシ個体間におけるコミュニケーションの可能性を調べた。無傷の枝、葉の一部を切除した枝から 20 cm 以内の同一個体の枝、葉の一部を切除した枝から 20 cm 以内の同種他個体の枝の食害率を比較した。また、葉の一部を切除した枝はそのままか、ビニル袋で覆うかの 2 種類の操作を行った(図 1)。なお、この実験は、1 個体あるいは 2 個体で行い、その他の個体の影響はないものとする。

その結果を図 2 に示した。葉の一部を切除した枝から 20 cm 以内の他個体の食害率は、無傷の個体における食害率より明らかに低かったが、葉の一部を切除した枝をビニル袋で覆ったときには、食害率の低下は認められなかった。この他に、“におい”は同一個体内の情報伝達にも用いられていた。

問 1 1 に適切な語句を入れよ。

問 2 下線部(ア)の具体例(動物名と化学物質の作用)を一つ答えよ。

問 3 下線部(イ)のような種を一般に何と呼ぶか、答えよ。

問 4 図 1 の実験 e のように比較の基準となる実験を何と呼ぶか、答えよ。

問 5 下線部(ウ)~(オ)の記述は、図 2 の実験結果 a ~ e のいずれから導かれるか、答えよ。

問 6 下線部(ウ)および(エ)から導かれる結論を 40 字以内で答えよ。

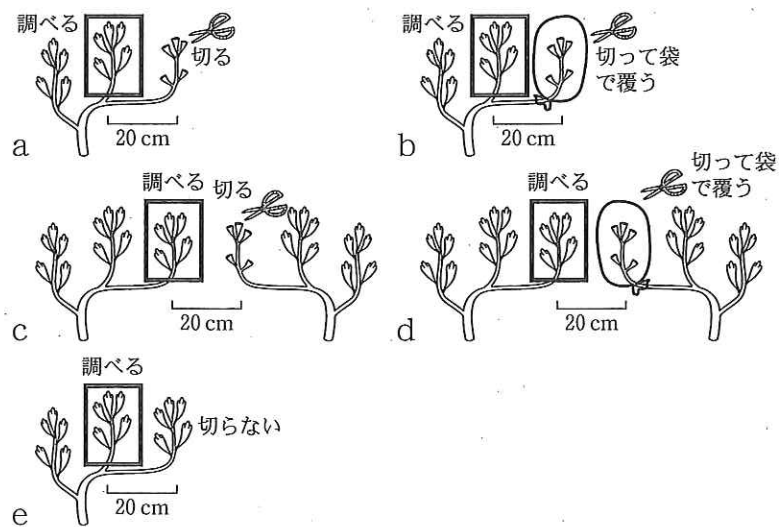


図 1

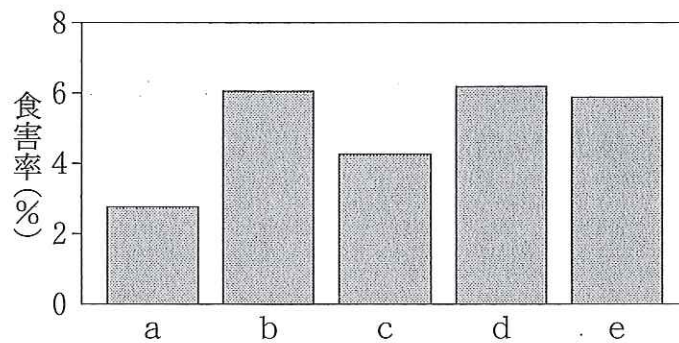


図 2