

平成 28 年 度

# 理 科

物	理	1 ページ～ 8 ページ
化	学	9 ページ～18 ページ
生	物	19 ページ～29 ページ

## 注意事項

1. 監督者の許可があるまでは、中を見てはいけない。
2. 問題冊子に欠けている部分や印刷が不鮮明な箇所などがあれば申し出ること。
3. 解答用紙は、物理(その1, その2), 化学(その1～その4), 生物(その1～その4)の3科目分を綴ってある。

解答を始める前に、自分の選択する2科目に関係なく全科目の解答用紙に必ず受験番号を記入すること。なお、受験票の理科受験科目届の○で囲んだ科目以外を解答した場合は採点されないので注意すること。

4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
5. 問題用紙の余白は、計算用紙として利用してもよい。

# 生 物

1 次の(文1)を読み、問1から問5に答えよ。

(文1) 動物も植物も光をエネルギーとして利用するだけでなく、情報としても活用している。ヒトの眼の視細胞は、形の違いからやや尖った A 細胞と棒状の B 細胞の2つに区別できる。ともに外節部と呼ばれる視細胞の一部に、光を吸収する色素を多く含んでいる。B 細胞は、A 細胞に比べると非常に弱い光も吸収して反応する。

植物の中には、光を発芽の調節のための重要な情報としているものがある。レタスやシロイヌナズナなどの光発芽種子は、吸水後に光を浴びることで発芽が促進される。ある光発芽種子を暗所で水に浸し、湿ったペーパータオルに載せて、暗所 20℃で保存する。吸水開始から16時間後に、短い時間だけ光を照射し、再び暗所に置いて、1日後に発芽が起きるか調べた。Rは波長660 nm(赤色)の光を4分間、FRは730 nm(遠赤色)の光を4分間照射したことを表している(図1)。

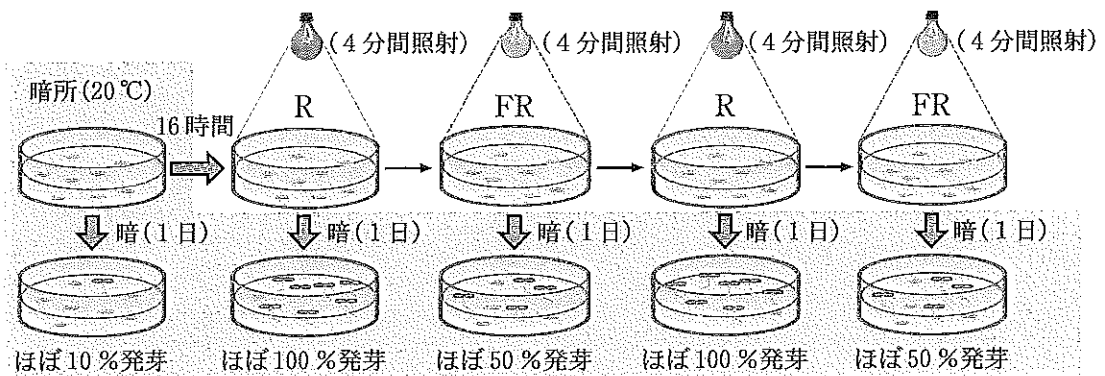


図1 ある光発芽種子の発芽に対する光の効果

問1 (文1)の A および B に入る、最も適当な語句を記せ。

問 2 下の図2は、ヒトの眼球の模式図である。引き出し線で示されたそれぞれの部位の名称を記せ。

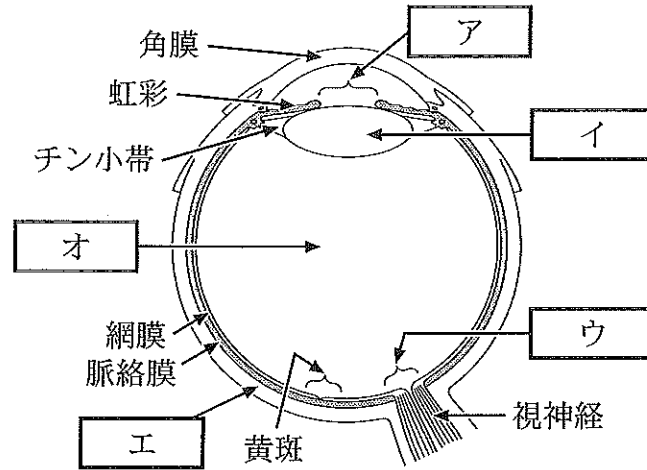


図2 眼球の模式図

問 3 光発芽種子の光受容体である色素タンパク質の名称を記せ。

問 4 以下の文のうち、この光発芽種子の実験から導き出されるものとして正しいものに○、正しくないものに×を記せ。

- 1 遠赤色光を照射された光発芽種子は、ほぼ 100 % 発芽が停止する。
- 2 青色受容体による光の感知が発端となって、オーキシン輸送タンパク質の分布が変わる。
- 3 光発芽種子では、光受容体が赤色光を感知して、発芽が促進される。
- 4 発芽促進作用があるのは遠赤色光で、赤色光にはこの効果を打ち消す作用がある。

問 5 種子が受け取る光は、土に埋まっているかどうかで異なることはもちろんだが、周囲の植物の状況によっても異なる。光発芽種子は、非常に小さくてほとんど栄養分を蓄えていないものが多い。これらの事実と実験結果をふまえて、光の情報を受け取ることで光発芽種子が生存上どのような利益を得ているか述べよ。

2 次の(文2)を読み、問1から問6に答えよ。

(文2) 正常な多細胞生物では、多くの体細胞は細胞分裂を行っておらず、特定の細胞のみ分裂を繰り返している。ヒトを含む動物の体細胞の分裂においては、細胞分裂を行う時期である **A** と、それ以外の時期である **B** が周期的に繰り返され、これを細胞周期と呼ぶ。**B** はさらに、**A** につづく **C**、**D**、**E** の3つの時期に分けられる。細胞周期の制御因子には、細胞周期の進行を抑制するタンパク質、促進するタンパク質などがあり、それぞれが適切に機能することで、正常な細胞周期が進行し繰り返される。<sup>(1)</sup>

細胞周期におけるタンパク質 X、Y、Z の関係を調べるため、ヒトの培養細胞を用いて次のような実験を行った。

**実験** タンパク質 X は転写調節因子であり、タンパク質 Z の遺伝子(Z 遺伝子)の転写を活性化する。タンパク質 Z は細胞周期の進行に必須の制御因子で、その活性の阻害は細胞周期の進行を抑制することがわかっている。一方、タンパク質 Y は X のみに結合することが知られている。

さまざまな長さの Z 遺伝子の転写調節領域(転写開始部位を含む)と緑色蛍光タンパク質 GFP を発現する遺伝子を連結させ、図3①~④のようなプラスミドベクターを作製した。このプラスミドベクターを増殖中の培養細胞に導入したとき、導入された Z 遺伝子の転写調節領域に、細胞内に存在するタンパク質 X が作用すれば、細胞内で GFP が発現し緑色の蛍光を発する。次に、タンパク質 Y または変異型タンパク質 Y (タンパク質 X と結合しない)の発現プラスミドベクターを作製し、表1の条件 a~f に示すように、①~④のプラスミドベクターと組み合わせて同時に細胞へ導入した。しばらく培養した後、各条件での GFP の蛍光強度を測定し、その相対的強度を表1に示した。ただし、いずれの条件においてもすべての細胞に両方のプラスミドベクターが導入されたとする。

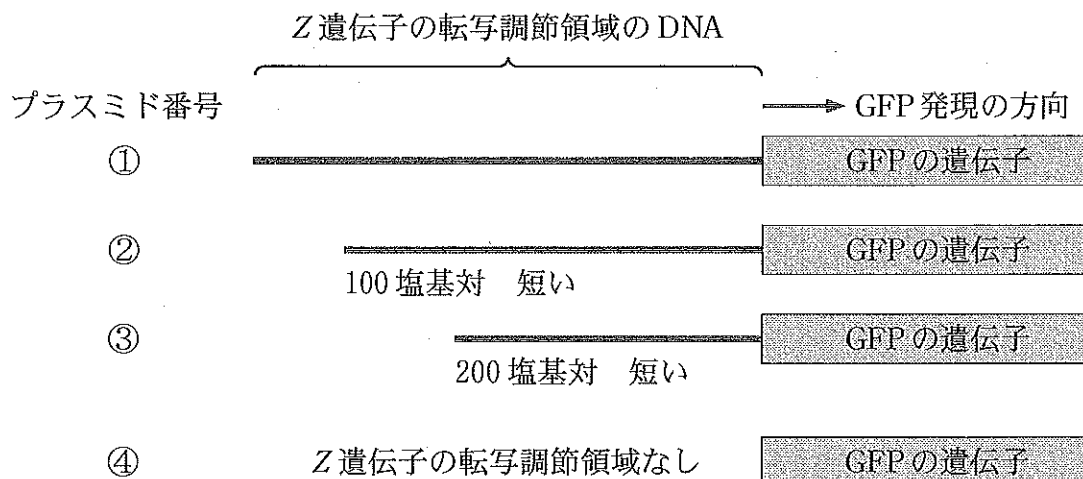


図 3 プラスミドベクター①～④に含まれている遺伝子の模式図

表 1 実験の条件と結果

実験条件			結果
条件	導入したプラスミドベクターの組み合わせ		蛍光強度の割合(%)
a	①	変異型タンパク質 Y	100
b	②	変異型タンパク質 Y	100
c	③	変異型タンパク質 Y	10
d	④	変異型タンパク質 Y	0
e	①	タンパク質 Y	10
f	④	タンパク質 Y	0

問 1 (文 2)の A ～ E に入る, 最も適当な語句を記せ。

問 2 下線部(1)のように, タンパク質が適切に機能するためには, DNA→RNA →タンパク質という遺伝情報の流れが必要な時期に適切な頻度で起こることが重要である。この遺伝情報の流れを何と呼ぶか, 名称を記せ。また, この流れに合わない例を 1 つ挙げ, その理由を説明せよ。

問 3 実験結果を次の文のようにまとめたとき、 ~  に入る、最も適当な単語の組み合わせを表 2 の 1 ~ 5 から選べ。

結果 1 Z 遺伝子の転写調節領域の長さを段階的に  した場合、ある長さから蛍光強度が  する。

結果 2 タンパク質 Y の発現によって蛍光強度が  する。

表 2 単語の組み合わせ

	F	G	H
1	長く	低下	増加
2	長く	増加	増加
3	長く	低下	低下
4	短く	増加	低下
5	短く	低下	低下

問 4 問 3 の結果から、Z 遺伝子の転写調節領域に対するタンパク質 X と Y の作用様式を考察し、述べよ。

問 5 問 4 をふまえ、実験の条件 e において蛍光強度が 0 % にならない理由として考えられることを、次の 1 ~ 5 から 2 つ選べ。

- 1 タンパク質 Y が細胞内のすべてのタンパク質 X と結合できないため。
- 2 タンパク質 Y が細胞内のタンパク質 X よりも大過剰に発現したため。
- 3 タンパク質 Y が細胞内のタンパク質 X の活性を増強するため。
- 4 タンパク質 Y による制御を受けない他の転写調節因子がはたらくため。
- 5 タンパク質 Y が基本転写因子のはたらきを阻害するため。

問 6 タンパク質 Y の細胞周期におけるはたらきについて推測し、タンパク質 X, Y, Z の関係と合わせて説明せよ。

3 次の(文3)を読み、問1から問5に答えよ。

(文3) 生物は、同種他個体だけではなく、異種の生物とも種間関係を持ちながら生活している。最も基本的な種間関係は、食う—食われるの関係である。このとき、食べるほうの生物を捕食者、食べられるほうの生物を **A** という。 **B** の中では、捕食者は他方で **A** にもなり、食う—食われるの関係は一連の鎖のようにつながっている。これを食物連鎖という。また、異種の生物同士がより密接な種間関係をもつ場合もある。たとえば、ある生物が他の生物の体表や体内で栄養分などの利益を一方的にとる、寄生という種間関係がある。このとき、利益を得るほうの生物を寄生者、不利益を被るほうの生物を **C** という。

このように、ある一定地域に生息し、さまざまな関係を及ぼしあっている生物の個体群をひとまとめにして生物群集という。生物群集と、それを取り巻く環境をあわせたものが **B** である。種間の様々な相互関係が存在しているにも関わらず、それらが共存できるのは、種がもつ形態や機能の多様性が、その生物群集や **B** に適応しているためだと考えられる。

その一方で、これまでその生物群集に存在しなかった種、すなわち外来生物がもちこまれることで、生物の多様性が低下することがある。たとえば、外来生物は、移入先の在来種との交配が可能な場合がある。外来生物と在来種との間で交配が進むと、両者の遺伝子を受け継いだ雑種が増えて在来種固有の遺伝的<sup>(1)</sup>多様性が失われることがあり、問題とされる。



問 1 (文3)の A ~ C に入る, 最も適当な語句を記せ。

問 2 イナゴ, カエル, クモ, モズの間の食う—食われるの関係を表す模式図を, それぞれの動物の絵を描いて示せ。なお, その関係にともなう生物間のエネルギーの流れは, 矢印で記せ。

問 3 マメ科の植物と, その根に入り込む根粒菌は相利共生関係にあるとされる。根粒菌は植物が同化した有機物を利用する一方で, 植物に対してどのような利益を与えているか説明せよ。

問 4 豆類を食べるアズキゾウムシは, 寄生者であるコマユバチの一種から寄生される。図4は, コマユバチと共存する実験条件で飼育した場合のアズキゾウムシの個体群密度の変動を示している。

- 1 コマユバチの予想される個体群密度の変動をグラフ内に記せ。
- 2 その変動の特徴を記述せよ。

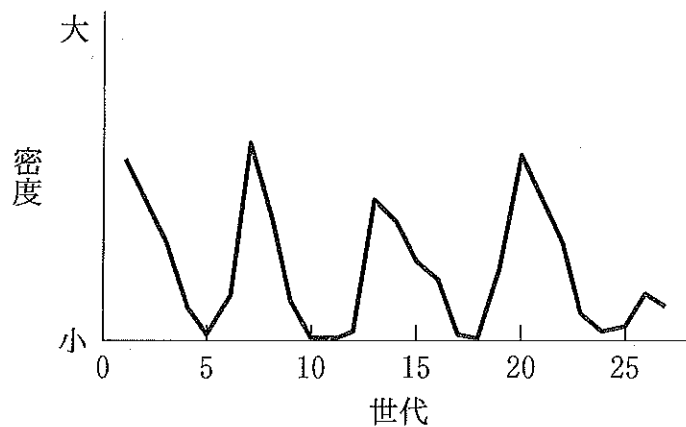


図4 アズキゾウムシの個体群密度の変動

問 5 下線部(1)について, なぜ種の中の遺伝的多様性が失われることが問題なのか。その理由を述べよ。

4 次の(文4)を読み、問1から問5に答えよ。

(文4) ヒトの体には、体液の浸透圧と量の変化を感知して正常状態に戻す機構が存在し、体液の恒常性が維持されている。たとえば、大量の発汗による体液の浸透圧の上昇と体液量の減少は、脳下垂体後葉からのバソプレシンの分泌を促し、この作用により排出される尿量は減少し、体液が保持される。また、副腎皮質からの A の分泌が促進されることも、尿量減少による体液保持にかかわっている。

バソプレシンが適切にはたらかず尿が過剰に出るなどの症状を示すヒトの病気として尿崩症がある。医療の現場では、尿崩症はバソプレシンの合成・分泌障害により起こる中枢性尿崩症と、腎臓のバソプレシンに対する反応性の低下により起こる腎性尿崩症の2つに大別されることが多い。両者に対する治療方針が異なるので、その鑑別は重要である。よく用いられる2つの鑑別方法を次に示す。

**鑑別方法1** 高張食塩水を負荷した時の反応の違いをみる。具体的には、5%食塩水を2時間かけてゆっくり静脈内に投与し、経時的に血漿浸透圧と血漿バソプレシン値を測定する(図5)。

**鑑別方法2** バソプレシンと同様にはたらく薬剤を投与した時の反応の違いをみる。

また、尿崩症は先天的に起きる場合もある。たとえば、異常の生じたバソプレシン受容体遺伝子(AVPR2 遺伝子)が受け継がれることによる先天性の腎性尿崩症が知られている。AVPR2 遺伝子異常が原因となったある腎性尿崩症家系の家系図(図6)、および、この家系構成員に対して行われたAVPR2 遺伝子解析の結果を示す(図7)。遺伝子解析は、血液から得られたDNAを用いてAVPR2 遺伝子領域の一部をPCR法で増幅させ、その後、アガロースゲル内で電気泳動させることにより行われた(図中の黒いバンドはPCR増幅されたDNA断片を可視化したもの)。2種類のバンドのうち、より速く移動した方がAVPR2 遺伝子に異常があるDNAに由来するものである。

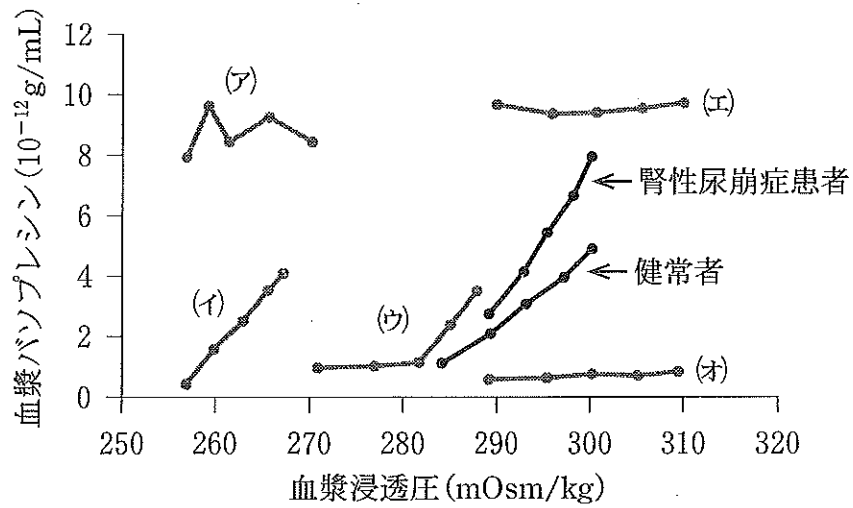


図5 鑑別方法1の検査時の血漿浸透圧と血漿バソプレシン値の変化

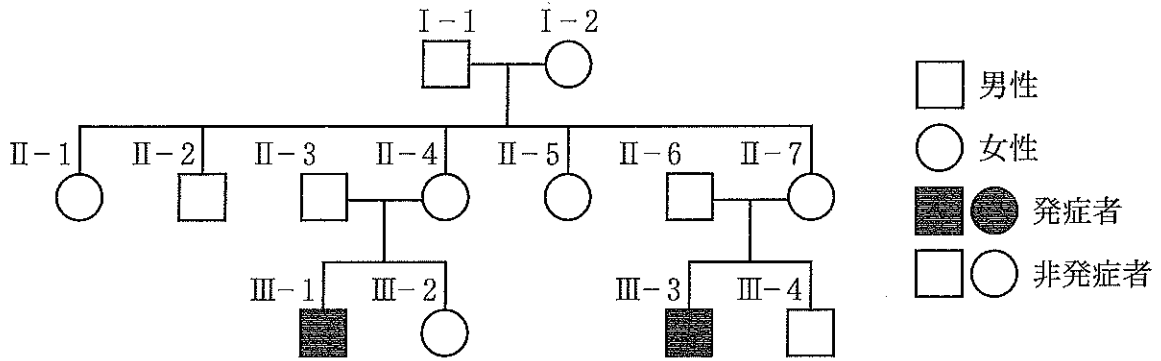


図6 先天的に腎性尿崩症を発症した家系の家系図

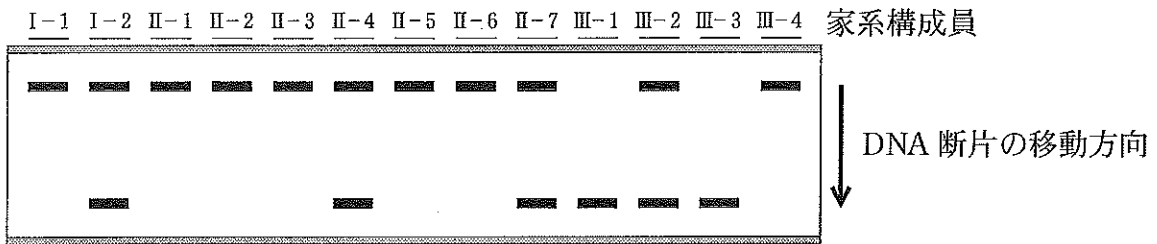


図7 図6の家系の構成員に対して行われたAVPR2遺伝子解析

問 1 下線部(1)について、次の問いに答えよ。

1. バソプレシン分泌細胞の細胞体部分は、脳の何と呼ばれる部分に存在しているか、記せ。
2. バソプレシンの標的細胞は、腎臓の何と呼ばれる部分に主に存在しているか、記せ。
3. バソプレシンの受容体は、その標的細胞のどこに存在しているか、記せ。

問 2 下線部(2)について、次の問いに答えよ。

1.  に当てはまる、最も適切な語を記せ。
2.  は、腎臓において「あること」を促進する役割を有するため、それにより体液の浸透圧が上昇し、二次的に水の再吸収が促進され、尿量が減少する。腎臓における  の主要な役割である、この「あること」とは何か、記せ。

問 3 図 5 には、鑑別方法 1 を用いた際の腎性尿崩症患者および健常者の場合の値が示されている。中枢性尿崩症患者の場合はどうのようになると考えられるか。(ア)~(オ)のうち最も適切なものを 1 つ選び、記号とその根拠を記せ。

問 4 鑑別方法 2 を用いた場合、尿量および尿浸透圧は、中枢性尿崩症と腎性尿崩症でどうなると考えられるか、記せ。

問 5 図 6、図 7 をみると、この腎性尿崩症家系では、*AVPR2* 遺伝子異常保有者のうち、腎性尿崩症を発症しているのは一部のみであることがわかる。この発症を説明する最も適切な遺伝形式は何か、その理由とあわせて記せ。ただし、この家系で見られる *AVPR2* 遺伝子異常は 1 種類のみとする。