

# 平成 23 年度 入学 試験 問題

## 理 科

	ページ
物 理	1～ 8
化 学	9～23
生 物	24～35
地 学	36～44

化学については、問題 **1** から問題 **5** までは必ず解答し、問題 **6** と問題 **7** については、どちらか一方を選択して解答すること。

### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び答案用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 解答は、必ず答案用紙の指定されたところに記入すること。
3. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
4. 答案用紙は持ち出さないこと。

## 生 物

1 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ショウジョウバエの性染色体であるX染色体には、眼の色(赤眼と白眼)に関する遺伝子と、翅の長さ(長翅と短翅)に関する遺伝子が存在している。赤眼・長翅の雌と白眼・短翅の雄を交配すると、 $F_1$ はすべて雌雄とも赤眼・長翅であった。眼の色に関する遺伝子をAまたはa、翅の長さに関する遺伝子をBまたはbとする。ただし、A、Bは優性遺伝子、a、bは劣性遺伝子とする。

問1 下線部(ア)、(イ)および $F_1$ の雌雄の遺伝子型を、表記例に従って記せ。

表記例： $X^{Ab}X^{Ab}$

問2  $F_1$ の雌個体では、X染色体で乗換えが起こることがある。眼の色と翅の長さに関する遺伝子間の組換え価を20%として、次の問に答えよ。

- (1)  $F_1$ の雌個体がつくる配偶子の遺伝子型の分離比を記せ。
- (2)  $F_1$ の雌雄を交配してつくられた次世代 $F_2$ の表現型の分離比を、雌雄別に記せ。

問3 形質の現れ方が雌雄で異なる遺伝のことを何というか記せ。

問4 ヒトにおいて、問3の遺伝による異常あるいは疾患を2つ記せ。

2 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

フランスの生理学者クロード・ベルナールは、生体を形成する細胞にとっての環境である細胞外液の状況を生体の内部環境とよび、この内部環境を一定に保とうとする性質が生命維持に重要であることを唱えた。<sup>①</sup>

腎臓は細胞外液とほぼ平衡状態にある血液が大量に流入する器官であり、体液の性状や量を一定に保つ役割を担っている。健康なヒトの場合、安静状態において心臓から出た血液の約  % が腎動脈から腎臓に入る。一つの腎臓には約100万個の  とよばれる尿を生成する単位構造がある。  は  とこれに続く  からできており、  は  とそれを囲む  よりなる。  でろ過される液(原尿)の量は1日に約170Lであるが、原尿から血液中に必要な物質が水とともに再吸収され、1日に生成される尿量は約  Lとなる。また 再吸収される塩類や水分の量は、ホルモンによって調節されるため、体液の浸透圧はほぼ一定に保たれる。<sup>②</sup>生成された尿は、腎臓から ぼうこうに送られ体外へ排出される。<sup>③</sup>

問1 文章中の  ～  にあてはまる語句を次の(a)～(y)から選び、記号で答えよ。

- |            |            |          |
|------------|------------|----------|
| (a) フィブリン  | (b) ネフロン   | (c) 集合管  |
| (d) 門 脈    | (e) 赤血球    | (f) 糸球体  |
| (g) グルコース  | (h) ヘモグロビン | (i) 腎小体  |
| (j) ボーマンのう | (k) 腎静脈    | (l) 毛細血管 |
| (m) チロキシン  | (n) 腎 杯    | (o) 細尿管  |
| (p) 腎 う    | (q) 輸尿管    | (r) 尿 素  |
| (s) 0.5    | (t) 1.5    | (u) 3    |
| (v) 10     | (w) 20     | (x) 50   |
| (y) 99     |            |          |

問 2 下線部①の性質を何というか記せ。

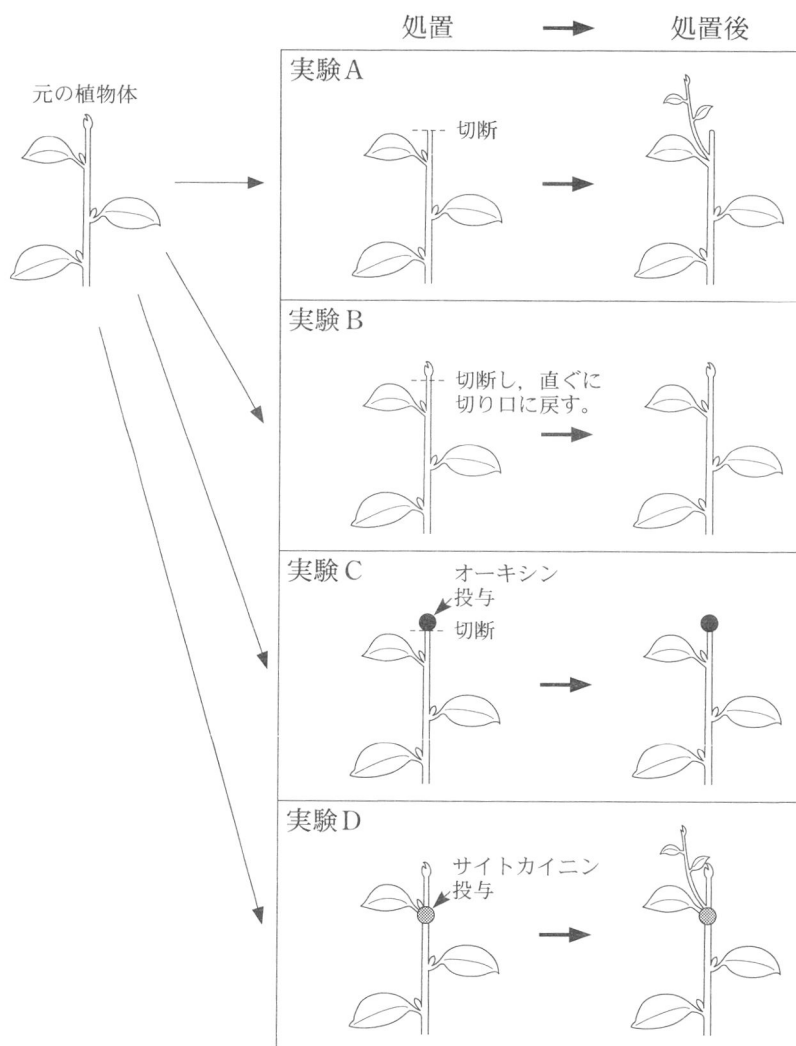
問 3 下線部②に関与する2つのホルモン名、および内分泌腺、作用の関連について、下の  ~  に適切な語句を入れて表を完成せよ。

ホルモン名	内分泌腺	作用
<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	水の再吸収促進
<input type="text" value="ウ"/>	副腎皮質	<input type="text" value="エ"/> の再吸収促進

問 4 下線部③に関して、ぼうこうは2種類の自律神経に支配されている。そのうち、排尿を促進する神経の名称を記せ。

3 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

植物体の成長は部分によって異なり、一部分の成長が他の部分の成長に強く影響を及ぼしている。茎の先端の頂芽が盛んに成長しているときに、茎の下方の側芽の成長が抑制されることは、この代表的な例である。<sup>(a)</sup>これには植物ホルモンが深く関わっており、その機能や作用の特性を明らかにするために、下図に示す実験A～Dを行った。なお、実験で投与された植物ホルモンは、全て有効に作用するものとする。



実験A 頂芽を切断・除去すると、その下にある側芽が成長した。

実験B 頂芽を切断し、それを直ぐに元の切り口に戻すと、側芽は成長しなかった。

実験C 頂芽を切断・除去し、切断面にオーキシンを投与すると、側芽は成長しなかった。

実験D 頂芽を切断せずに側芽にサイトカイニンを投与すると、側芽が成長した。

問 1 下線部(a)の現象を何とよぶか記せ。

問 2 実験A、BおよびCから分かることを、50字以内で述べよ。

問 3 実験Dにおけるサイトカイニンの直接的な作用を記せ。

問 4 側芽成長における植物ホルモンの働きについて、実験全体から分かることを50字以内で述べよ。

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

生物は、取り入れた物質を化学反応を通じて、さまざまな形につくり変えて利用している。この生体内での化学反応による物質の変化を代謝という。動物の細胞がグルコースを代謝してエネルギーをとり出す過程は3つの段階に分かれる。

第一段階ではグルコース1分子がピルビン酸に代謝される。このとき、まず2分子のATPが消費され4分子のATPが生成されるため、差し引き2分子のATPが生じる。これは  で行われる。ピルビン酸はオキサロ酢酸と結合し、クエン酸となる。第二段階ではこのクエン酸が代謝され、グルコース1分子あたり2分子のATPが生成される。この段階の反応は  の  で行われる。第三段階では、第一段階と第二段階で生じた[H]を利用してATPが作られる。グルコース1分子あたり34分子のATPが生成される。

一方、呼吸には炭水化物のみでなく、脂肪も利用される。脂肪は脂肪酸と  に分解され、代謝される。

問1 文章中の  ～  にあてはまる語句を次の(a)～(o)から選び、記号で答えよ。

- |           |            |             |
|-----------|------------|-------------|
| (a) 核     | (b) ゴルジ体   | (c) ミトコンドリア |
| (d) リボソーム | (e) マトリックス | (f) 細胞質基質   |
| (g) アミノ酸  | (h) タンパク質  | (i) クリステ    |
| (j) RNA   | (k) グリセリン  | (l) リソソーム   |
| (m) 細胞膜   | (n) DNA    | (o) プリン体    |

問2 下線部の第一段階、第二段階、第三段階の名称をそれぞれ記せ。

問3 下線部の第一段階、第二段階、第三段階のうち、酸素を直接必要とするのはどの段階か記せ。

問 4 グルコース 1 分子が好気呼吸で代謝された場合の反応式を①に、代表的な脂肪酸であるパルミチン酸(C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>COOH)が代謝された場合の反応式を②に示す。  ア  ~  ウ  に適切な数字を入れよ。



問 5 心筋の主なエネルギー源はグルコースと脂肪酸である。心筋の呼吸を調べた実験では、空腹時に測定された呼吸商は約 0.7 であった。食後には心筋の呼吸商は 0.93 となった。この結果から、心筋は空腹時にはグルコースと脂肪酸のどちらを多く利用していると考えられるか。理由を含めて 80 字以内で述べよ。なお、脂肪酸の呼吸商はパルミチン酸の呼吸商とほぼ同じである。



5 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

生物を相互の共通性に基づいていくつかの群にまとめ、それらの類縁関係を示した図を系統樹とよぶ。進化の過程で、タンパク質を構成するアミノ酸の置換が累積するため、各生物における特定のタンパク質のアミノ酸配列を比較することによって、生物間の系統関係や、生物が共通の祖先から分かれた年代を推定することができる。

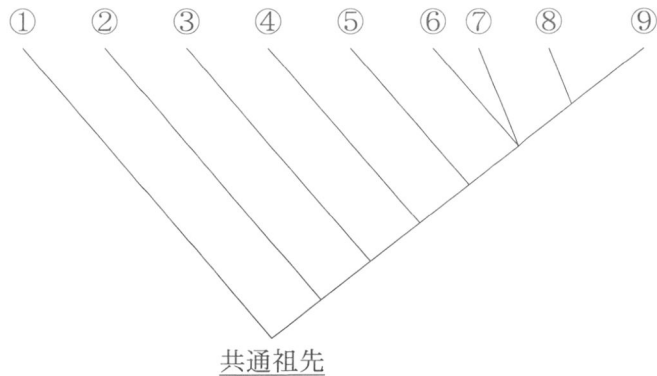
脊椎動物のあるタンパク質 $\alpha$ は、約140個のアミノ酸からなる。次の表は、動物Aから動物Iまでのタンパク質 $\alpha$ のアミノ酸配列を比較し、互いに異なるアミノ酸の数を表したものである。たとえば、動物Aと動物Bの間では約140個のアミノ酸のうち、74個のアミノ酸が異なることが示されている。

B	74								
C	84	85							
D	64	65	75						
E	65	67	80	28					
F	62	68	79	17	23				
G	69	71	75	25	26	25			
H	71	75	84	43	42	37	49		
I	67	71	80	26	33	27	37	49	
	A	B	C	D	E	F	G	H	

問 1 この表における動物 E と動物 H の祖先が約 1.8 億年前に分かれたとする。このタンパク質  $\alpha$  を構成するアミノ酸のうち、1 つが置換されるのに必要な年数が一定であると仮定するとき、(1) 動物 C と動物 H の祖先が分かれた時期、および (2) 動物 D と動物 E の祖先が分かれた時期、を示すものを次の(a)~(j)の中からそれぞれ選び、記号で答えよ。

- (a) 0.9 億年前    (b) 1.2 億年前    (c) 1.5 億年前    (d) 1.8 億年前  
 (e) 2.1 億年前    (f) 2.4 億年前    (g) 2.7 億年前    (h) 3.0 億年前  
 (i) 3.3 億年前    (j) 3.6 億年前

問 2 先に示した表を元に、各動物の類縁関係を表す系統樹を作成して下図に示した。ただし、各線分の長さは、それぞれが分かれた年代を正確に示しているわけではない。この図における ①~⑨ にあてはまる動物 A~I の組み合わせとして最も適切なものを (ア)~(オ) の中から 1 つ選び、記号で答えよ。



- (ア) ① C    ② A    ③ B    ④ H    ⑤ D    ⑥ G    ⑦ I    ⑧ E    ⑨ F  
 (イ) ① A    ② B    ③ C    ④ H    ⑤ I    ⑥ G    ⑦ D    ⑧ E    ⑨ F  
 (ウ) ① C    ② H    ③ B    ④ A    ⑤ E    ⑥ G    ⑦ I    ⑧ D    ⑨ F  
 (エ) ① C    ② B    ③ A    ④ H    ⑤ I    ⑥ G    ⑦ E    ⑧ D    ⑨ F  
 (オ) ① A    ② B    ③ C    ④ E    ⑤ I    ⑥ G    ⑦ H    ⑧ D    ⑨ F

問 3 下の文章の [ 1 ] ~ [ 4 ] にあてはまる適切な語句を記せ。

生物群の類縁関係を類推するためには、ここに挙げたタンパク質のアミノ酸配列の比較のほか、さまざまな形質の比較が行われる。まず、細胞構造や構成成分の比較によって類縁関係が明らかにされた。たとえば、細胞内の核や、ミトコンドリアなどの細胞内小器官の有無から [ 1 ] 生物と [ 2 ] 生物の2つの系統にわけることができる。さらにこの [ 2 ] 生物のうち、植物や菌類などは細胞膜の外側に [ 3 ] を有するが、動物はこれを有さない。また、近年はDNAやRNAにおける [ 4 ] 配列の解析によって生物の系統を明らかにする研究も進められている。

6 次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

ヒトの体は約60兆個もの細胞から成り立っているが、生命としての最初の姿は [ 1 ] という1つの細胞である。この1つの細胞が [ 2 ] を繰り返しながら増殖し、増殖した細胞は未熟な細胞から特定の機能を発揮する細胞へと分化していく。一方、細胞には分化する能力を保ちながら増殖するものも少数あり、幹細胞とよばれている<sup>(a)</sup>。さらに、特定の機能を発揮する細胞集団同士が集まって特徴ある構造をとったものを [ 3 ] という。 [ 3 ] は最終的に消化管や心臓、肺などの器官を形成して私たちの体を構成する。

器官形成のメカニズムに関する研究は古くから行われている。ニワトリの初期胚のつばさ、大腿、脚の表皮を剥離して真皮を露出させ、その上に初期胚のつばさの表皮細胞を移植すると、その後、成長したニワトリのつばさの真皮の上につばさの羽が、大腿の真皮の上に大腿の羽毛が、脚の真皮の上でうろこが形成される<sup>(b)</sup>ことが知られている。この結果から、 [ 4 ] 胚葉性の [ 5 ] が、器官の誘導の方向付けをしたと考えられた。

問1 文章中の [ 1 ] ～ [ 5 ] にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)に示す幹細胞に関する実験の1つを次に示す。続く問に答えよ。

マウス由来の3種類の細胞A, B, Cを培養した。これらの細胞にある物質を作用させたところ、Aからは筋肉の特徴を有する細胞が生じたが、B, Cに変化は見られなかった。一方、これらの細胞に別の物質を作用させたところ、AとCからは軟骨の特徴を有する細胞が生じたが、Bには変化が見られなかった。また、Bは各物質を作用させる以前に、すでに軟骨の特徴の一部を有していたことが判明した。

個体発生において、1つの細胞から特定の機能を発揮する細胞が生じる道筋を順を追って考えた場合、上記の細胞A, B, Cはどのような順番に並べることができるか。次に示す  ,  ,  にあてはまる細胞を、A, B, Cのいずれかの記号で答えよ。

未熟な細胞 →  →  →

問 3 下線部(b)に示す実験結果に基づき、ニワトリの胚の皮膚から表皮を剥離して真皮を露出させ、その上にニワトリの胚の角膜を移植する実験を行った。その結果、成長したニワトリの移植部位には羽毛が形成された。次に、マウスの胚の皮膚から表皮を剥離して真皮を露出させ、その上にニワトリの胚の角膜を移植した。この実験では、成長したマウスの移植部位には何が形成されるだろうか。次の①～④から1つ選び、記号で答えよ。また、その理由を60字以内で述べよ。

- ① マウスの毛
- ② マウスの眼
- ③ ニワトリの羽毛
- ④ ニワトリの眼