

受験番号					氏名
------	--	--	--	--	----

2014 年度

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

出題分野	頁	選 択 方 法
物 理	1～18	左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。
化 学	19～29	
生 物	30～42	

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号0025番→

0	0	2	5
---	---	---	---

と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

15

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

解答番号	解 答 欄									
15	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数と異なる数をマークした場合は無解答とする。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

生 物

第1問 問いに答えよ。

問 1 ホルモンに関連した記述として正しいものを①～⑤のなかから1つ選べ。

1

- ① 視床下部は、脳下垂体後葉ホルモンの分泌を促進、または抑制する働きをもつ多くのホルモンを分泌する。
- ② バソプレシンは、腎臓の集合管の上皮細胞における Na^+ の再吸収を促進して、体液の浸透圧の調節を行っている。
- ③ インスリンは、肝臓の細胞の細胞膜にあるインスリン受容体に結合することで、グリコーゲンをグルコースに分解する酵素を活性化させる。
- ④ 副腎皮質から分泌される糖質コルチコイドや鉱質コルチコイドは、標的器官の細胞膜を通過し、細胞内にある受容体と結合して、DNA に働きかける。
- ⑤ 副甲状腺ホルモン(パラトルモン)は、血液中の Ca^{2+} 濃度が上昇すると分泌量が増加して、 Ca^{2+} の骨への沈着を活性化する。

問 2 動物細胞の構造と機能に関連した記述として誤っているものを①～⑤のなかから1つ選べ。

2

- ① 細胞膜はリン脂質の二重層に分子やイオンを通過させるタンパク質や情報伝達物質を受容するタンパク質などが組み込まれた構造をしている。
- ② 中心体は直交する1対の中心粒(中心小体)からなる細胞小器官で、べん毛や紡錘体の形成にかかわる。
- ③ 細胞骨格のミオシンフィラメントとモータータンパク質のアクチンフィラメントとの共同作業によって筋収縮がおこる。
- ④ tRNA(運搬RNA, 転移RNA)やスプライシングの過程が終了した mRNA(伝令RNA)の細胞質への搬出は、核膜の核膜孔を通して行われる。
- ⑤ 分泌タンパク質の合成がさかんな細胞では、小胞体が発達し、多くのリボソームが小胞体に結合している。

問 3 酵素反応に関連した記述として誤っているものを①～⑤のなかから1つ選べ。

3

- ① 基質の化学反応を引き起こすのに必要な活性化エネルギーを小さくする。
- ② 競争的阻害では、基質と結合している酵素の割合が減る。
- ③ 温泉にすむ好熱菌の酵素の最適温度は、ヒトよりも高い。
- ④ アロステリック酵素は、負のフィードバック調節(フィードバック阻害)にかかわっている。
- ⑤ 酵素濃度が一定のとき、基質濃度に比例して反応速度は増加し続ける。

問 4 ATP合成に関連した記述として誤っているものを①～⑤のなかから1つ選べ。

4

- ① 葉緑体では、光エネルギーをATPの化学エネルギーに変換する。
- ② ミトコンドリアでは、化学エネルギーを食物の分子からATPに変換する。
- ③ ミトコンドリアと葉緑体では、電子伝達系を電子が流れるときに放出されるエネルギーを利用してATPと還元型補酵素が生成される。
- ④ 電子伝達系を電子が流れるときに、ミトコンドリアではマトリックスから膜間腔へ、葉緑体ではストロマからチラコイド内へ H^+ が輸送される。
- ⑤ ミトコンドリア内膜やチラコイド膜を介してできた H^+ の濃度差が、ATP合成酵素を駆動してATPが合成される。

問 5 植物群系と気候との組み合わせとして正しいものを①～⑤のなかから1つ選べ。

5

- ① サバンナ………乾期が長く、気温が低い。
- ② ツンドラ………年間を通して雨が多く、気温が極めて低い。
- ③ 硬葉樹林………冬に雨が多く、夏は乾燥して気温が高い。
- ④ 熱帯多雨林………年間を通して雨が多く、季節ごとの気温変化が大きい。
- ⑤ ステップ………年間を通して雨が少なく、気温が高い。

第2問 文を読んで、問いに答えよ。

神経系の機能単位は神経細胞(ニューロン)で、1本の軸索と多数の樹状突起をもつ。ニューロン相互の接合部はシナプスとよばれ、狭い隙間がある。シナプス前ニューロンの電気信号が軸索末端に到達すると、その終末部にある **ア** が開き、**イ** が流入する。これが引き金となって神経伝達物質が放出される。

シナプス後ニューロンの表面には、特定の神経伝達物質とのみ結合できる受容体が存在する。興奮性シナプスではシナプス前ニューロンの終末部から、たとえば、興奮性の神経伝達物質としてアセチルコリンが放出される。放出されたアセチルコリンとシナプス後ニューロンのアセチルコリン受容体とが結合することで、**ウ** が開き、**エ** が流入する。その結果、シナプス近傍の局所では静止電位から **オ** の方向へ電位が変化する(興奮性シナプス後電位)。一方、抑制性シナプスでは、放出された抑制性神経伝達物質は Cl^- チャンネルを開く。その結果、シナプス近傍の局所では静止電位から負の方向へ電位が変化する(抑制性シナプス後電位)。

シナプス後ニューロンにおいて、多数のシナプス近傍の局所で発生した興奮性シナプス後電位と抑制性シナプス後電位は加算されて電氣的に軸索丘(軸索の基部)へ伝えられ、加算結果が閾値よりも高いと活動電位の発生につながる(図)。

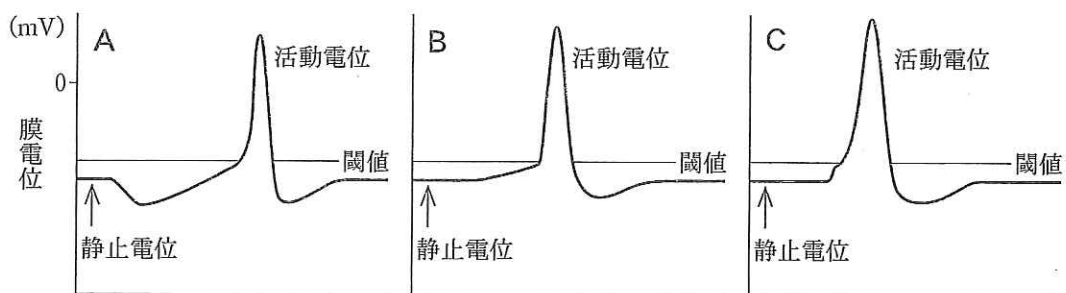


図 シナプス後ニューロンの軸索丘での活動電位の発生の様子

問 1 文中の ~ に入る語として最も適当なものを①~⑨のなかから1つずつ選べ。

ア: イ: ウ:
 エ: オ:

- ① 正 ② 負 ③ K^+
 ④ Na^+ ⑤ Ca^{2+} ⑥ K^+ チャネル
 ⑦ Na^+ チャネル ⑧ Ca^{2+} チャネル ⑨ ナトリウムポンプ

問 2 アセチルコリンの生理作用として適当なものを①~⑥のなかからすべて選
 び、解答番号 11 の解答欄にマークせよ。

- ① 骨格筋の収縮 ② 胃の運動の促進 ③ 立毛筋の収縮
 ④ 心臓拍動の促進 ⑤ すい液分泌の抑制 ⑥ 気管支の収縮

問 3 図 A~C に示した膜電位の変化は、次の(1)~(3)のどの結果と考えられるか。
 組み合わせとして最も適当なものを①~⑥のなかから1つ選べ。

- (1) 単一の興奮性ニューロン(興奮性神経伝達物質を放出するシナプス前ニューロン)から連続して刺激が入力された。
 (2) 複数の興奮性ニューロンから同時に刺激が入力された。
 (3) 予め抑制性ニューロン(抑制性神経伝達物質を放出するシナプス前ニューロン)から刺激が入力されていて、その後、単一の興奮性ニューロンから通常より多く連続して刺激が入力された。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----|-----|
| ① | (1) | (2) | (3) |
| ② | (1) | (3) | (2) |
| ③ | (2) | (1) | (3) |
| ④ | (2) | (3) | (1) |
| ⑤ | (3) | (1) | (2) |
| ⑥ | (3) | (2) | (1) |

問 4 動物の神経系に関連した記述として適当なものを①～⑥のなかからすべて選び、解答番号 13 の解答欄にマークせよ。

13

- ① 脊椎動物の中樞神経系は、神経管に由来する。
- ② ヒトの脳皮質は、新皮質が発達していて古い皮質は存在しない。
- ③ プラナリアなどのへん形動物の神経系は、散在神経系である。
- ④ 飛行の運動に優れた鳥類では、小脳が発達している。
- ⑤ 脊髄では、感覚神経は背根から入り、運動神経は腹根から出ている。
- ⑥ ヒトのしつがいけん反射には、介在神経は関与しない。

第3問 <文I> , <文II> を読んで、問いに答えよ。

<文I>

被子植物では、受粉した花粉はすぐに発芽し、花粉管を伸ばす。これと前後して、 は分裂して2個の になる。花粉管の先端には が位置し、それに続いて2個の が移動する。受粉は自家受粉だけでなく、昆虫や風の助けによって異なる個体間でも起こる。植物種によっては同じ花の花粉が受粉した場合には、花粉が発芽しなかつたり(胞子体型自家不和合性)^{A)}、花粉管の伸長が途中で止まったり(配偶体型自家不和合性)して、受精に至らない自家不和合性とよばれる現象もみられる。

花粉管が に達すると、2個の を放出する。1個は と受精して となる。もう1個は、 の2個の と受精し、 になる。 は、細胞分裂を繰り返して胚になる。一方、受精した は、 が分裂を繰り返して多核となり、細胞としての仕切りができて胚乳になる。また、 を包んでいる が種皮となり、内部に胚と胚乳をもつ種子が形成される。ふつう、種子^{B)}はしばらくの間乾燥した状態で休眠する。

問1 文中の ~ に入る細胞や核のなかで核相がnのものはどれか。適当なものを①~⑦のなかからすべて選び、解答番号14の解答欄にマークせよ。

- ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f ⑦ g

問2 文中の ~ に入る語として最も適当なものを①~⑧のなかから1つずつ選べ。

ア: イ: ウ:

- ① 子房壁 ② 胚のう ③ 助細胞 ④ 中央細胞
⑤ 胚珠 ⑥ 反足細胞 ⑦ 珠皮 ⑧ 果皮

問 3 文中下線部B)を促進する植物ホルモンは何か。最も適当なものを①～⑤のなかから1つ選べ。

- ① アブシシン酸 ② エチレン ③ オーキシン
 ④ サイトカイニン ⑤ ジベレリン

問 4 文中下線部A)の自家不和合性は、S 遺伝子座^{注)}によって決定される。S 遺伝子座には $S_1, S_2, S_3, S_4, \dots$ のようにたくさんの対立遺伝子がある。配偶体型自家不和合性では、花粉の S 遺伝子とめしべの 2 つの S 遺伝子に共通するものがあると、花粉管の伸長が阻害される。たとえば、対立遺伝子 S_1 をもつ花粉と遺伝子型 S_1S_2, S_1S_3 などの対立遺伝子 S_1 をもつめしべとの間では、受精が成立しない。

配偶体型自家不和合性をみせる遺伝子型 S_2S_3 の個体のめしべに、遺伝子型 S_2S_4 の個体の花粉を授粉して種子を得た。この種子から得られる全個体中に遺伝子型 S_3S_4 の個体が占める割合は何%か。十の位、一の位のそれぞれの数を①～⑩のなかから1つずつ選んで、2桁の値で示せ。必要であれば同じ記号を重複して選べ。

注) 自家不和合性の原因タンパク質である花粉因子とめしべ因子の両者をセットでコードする特殊な遺伝子座である。両因子は密接に連鎖していて、あたかも1つの遺伝子のように後代に伝わる。

十の位: 一の位:

① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

< 文II >

自家受粉を行うある被子植物で 表

は、胚乳の色(黄色と白色)、種皮の色(褐色と無色)、花の色(紫花と白花)、ジベレリン感受性(なしとあり)の4つの対立形質は、1組の対立遺伝子(Y, y), (B, b), (P, p), (G, g)にそれぞれ支配されている(表)。なお、

形 質	対立形質		対立遺伝子	
	優性	劣性	優性	劣性
胚乳の色	黄色	白色	Y	y
種皮の色	褐色	無色	B	b
花の色	紫花	白花	P	p
ジベレリン感受性	なし	あり	G	g

これらの形質の遺伝子座は、花の色とジベレリン感受性が同じ染色体上に連鎖していて、遺伝子座間の組換え価は8%である。他の形質の遺伝子座はいずれも連鎖せず、別々の染色体上にある。

「ジベレリン感受性あり」の個体は、草丈だけに影響するジベレリンの合成にかかわる代謝経路に欠損があり、草丈が低い形質を表現する。この形質は外部からのジベレリン投与で回復することから、感受性ありと言いあらわす。

以下の交雑実験を行い、観察データを整理した。得られた結果は、理論的な推測と合致した。

- i) 遺伝子型 $yybbppGG$ の個体のめしべに、遺伝子型 $YYBBPPgg$ の個体の花粉を人工授粉して種子を得た。この種子の胚乳の色と種皮の色は、エ であった。
- ii) i) の種子が発芽・成長した個体 (F_1) を自家受粉させ、種子を得た。そのすべての種子を発芽・成長させた。種子の胚乳の色と種皮の色、およびその種子から成長した個体の花の色について、それらの表現型と分離比は〔黄色・褐色・紫花〕：〔黄色・褐色・白花〕：〔オ〕：〔カ〕 = キ : ク : 3 : 1 であった。
- iii) i) の種子が発芽・成長した個体 (F_1) のめしべに、遺伝子型 $yybbppgg$ の個体の花粉を人工授粉して種子を得た。そのすべての種子を発芽・成長させた。種子の胚乳の色と種皮の色、およびその種子から成長した個体の花の色とジベレリン感受性について、それらの表現型が〔黄色・褐色・紫花・あり〕のものが、全個体中に占める割合は ケ % であった。

問 5 ジベレリンに関連する記述として適当なものを①～⑦のなかからすべて選
び、解答番号 21 の解答欄にマークせよ。

- ① 落葉・落果を抑制する。 ② 茎の伸長成長を促進する。
③ 果実の成熟や糖化を促進する。 ④ 成熟した種子の発芽を抑制する。
⑤ 種なしブドウの作出に使われる。 ⑥ 葉が拡大成長するときに働く。
⑦ イネの馬鹿苗病の原因物質として発見された。

問 6 文中の に入る表現型として最も適当なものを①～④のなかから 1
つ選べ。なお、①～④は胚乳の色・種皮の色の順に記してある。

- ① 黄色・褐色 ② 黄色・無色 ③ 白色・褐色 ④ 白色・無色

問 7 文中の , に入る表現型として最も適当なものを①～⑥
のなかから 1 つずつ選べ。なお、①～⑥は胚乳の色・種皮の色・花の色の順に
記してある。

オ: カ:

- ① 黄色・無色・紫花 ② 白色・褐色・紫花 ③ 白色・無色・紫花
④ 黄色・無色・白花 ⑤ 白色・褐色・白花 ⑥ 白色・無色・白花

問 8 文中の , に入る値として最も適当な数を①～⑩のなか
から 1 つずつ選べ。必要であれば同じ記号を重複して選べ。

キ: ク:

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

問 9 文中の に入る値はいくつか。十の位、一の位のそれぞれの数を
①～⑩のなかから 1 つずつ選んで、2桁の値で示せ。必要であれば同じ記号を
重複して選べ。

十の位: 一の位:

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9 ⑩ 0

第4問 文を読んで、問いに答えよ。

細菌は、多数の遺伝子の発現を、環境から得られる栄養源の種類に応じて調節している。たとえば、大腸菌は、培地に炭素栄養源としてラクトース(乳糖)だけが含まれていると、これを分解してグルコースを生成する β -ガラクトシダーゼなどの酵素を生産するが、ラクトースがなければこれらの酵素を生産しない。また、大腸菌は培地にアミノ酸のトリプトファンが欠乏すると、他の化合物からこれをつくる5種類の酵素を生産して生合成経路を活性化するが、トリプトファンが大量にあってそれが使えるときはこれらの酵素の生産を中止する。

大腸菌を含む原核生物のDNAには、生産される酵素の遺伝子上流にその転写を制御する調節遺伝子とその産物である調節タンパク質が結合するオペレーターがある。オペレーターは、RNAポリメラーゼが結合する部位であるプロモーターに隣接していて、オペレーターに調節タンパク質が結合していると、転写は非常に起きにくい。調節タンパク質は、オペレーターに結合したり離れたりして転写の調節を行っている。また、生産される酵素が複数である場合は、これらの酵素遺伝子はひとかたまりに並んでいて同調的に発現する。すなわち、大腸菌のトリプトファンの生合成経路に関連する5つの酵素遺伝子の遺伝情報は つの mRNA に転写され、この mRNA から つのタンパク質が翻訳されることになる。このように同調的に発現されるこの5つの遺伝子はオペロンを構成するという。この細菌の遺伝子発現の調節の基本的機構は、 により提唱された。

問1 文中の , に入る数として最も適当なものを①~⑨のなかから1つずつ選べ。必要であれば同じ記号を重複して選べ。

ア: イ:

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5
⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

問 2 文中の に入る研究者として最も適当なものを①～⑤のなかから 1 つ選べ。

- ① ビードルとテータム
- ② ハーシーとチェイス
- ③ メセルソンとスタール
- ④ ワトソンとクリック
- ⑤ ジャコブとモノ(モノー)

問 3 大腸菌の DNA (染色体) に該当する記述を①～⑦のなかからすべて選び、解答番号 32 の解答欄にマークせよ。

- ① 複製起点が多数ある。
- ② 環状の二重らせんである。
- ③ ヒストンに巻きついている。
- ④ 細胞質基質中に存在している。
- ⑤ 半保存的複製を行う。
- ⑥ 塩基対の総数は 3×10^9 である。
- ⑦ $(A + G)/(T + C) = 1$ の塩基組成である。

問 4 次の①～④は、大腸菌のラクトースオペロンとトリプトファンオペロンのそれぞれの転写調節のしくみを述べている。トリプトファンオペロンに該当するものとして最も適当なものを①～④のなかから 2 つ選び、解答番号 33 の解答欄にマークせよ。なお、「特定の物質」はラクトースまたはトリプトファンを指す。

- ① 培地に「特定の物質」がないときは、調節タンパク質がオペレーターに結合する。
- ② 培地に「特定の物質」がないときは、調節タンパク質がオペレーターに結合できない。
- ③ 培地に「特定の物質」があるときは、調節タンパク質が活性化されてオペレーターに結合する。
- ④ 培地に「特定の物質」があるときは、調節タンパク質が不活性化されてオペレーターから離れる。

問 5 ラクトースオペロン 表 1

に関連する調節遺伝子を a, オペレーターを b, β -ガラクトシダーゼ遺伝子を c とする。a, b, c の領域にそれぞれ機能が欠損する突然変異が起きている大腸菌を得た。これらの大腸菌を, ラクトースを含む培地と含まない培地のそれぞれで培養したときの大腸菌の遺伝子型と β -ガラクトシダーゼの生産の関係を表 1 に示した。なお, No. 4 は野生型である。

No.	遺伝子型	培 地	
		ラクトースを含む	ラクトースを含まない
1	$a^+b^+c^-$?	?
2	$a^+b^-c^+$	○	○
3	$a^-b^+c^+$	○	○
4	$a^+b^+c^+$	○	×

+ : 正常 - : 機能欠損突然変異 ○ : 生産する × : 生産しない

表 2

No.	遺伝子型	培 地	
		ラクトースを含む	ラクトースを含まない
1	$a^+b^+c^-/a^-b^-c^+$	○	○
2	$a^+b^-c^+/a^-b^+c^-$	○	○
3	$a^-b^+c^+/a^+b^-c^-$	○	×
4	$a^+b^+c^+/a^-b^-c^-$	○	×

表 1 の No. 1 の大腸菌の大腸菌 DNA (染色体) / プラスミドの β -ガラクトシダーゼの生産はどのようになるか。最も適当なものを①~④のなかから 1 つ選べ。

34

- ① ラクトースを含む培地では生産するが, 含まない培地では生産しない。
- ② ラクトースを含む培地でも含まない培地でも生産する。
- ③ ラクトースを含む培地でも含まない培地でも生産しない。
- ④ ラクトースを含む培地では生産しないが, 含まない培地では生産する。

問 6 問 5 の a, b, c の領域が、正しい配列順で連鎖している DNA 断片が組み込まれたプラスミドを導入した大腸菌を問 5 同様に培養した。この大腸菌は、a~c の領域についてプラスミドに含まれる遺伝子を複相でもつことになり、部分的二倍体とよばれる。表 2 に部分的二倍体の大腸菌の遺伝子型と β -ガラクトシダーゼの生産の関係を示した。

表 1 と表 2 の結果の解釈として適当なものを、①~⑤のなかから 3 つ選び、解答番号 35 の解答欄にマークせよ。

- ① 酵素遺伝子の正常は突然変異に対して優性である。
- ② 調節遺伝子の正常は突然変異に対して優性である。
- ③ オペレーターの突然変異では、結合した調節タンパク質が離れない。
- ④ 調節遺伝子は、その産物によって同じ DNA 上にあるオペレーターのみを支配し、別の DNA 上にあるオペレーターは支配しない。
- ⑤ オペレーターは、同じ DNA 上にある酵素遺伝子の転写のみを支配し、別の DNA 上にある酵素遺伝子の転写は支配しない。

問 7 真核生物の細胞で、転写の開始に必要なことは何か。最も適当なものを①~⑤のなかから 1 つ選べ。

- ① 調節タンパク質がオペレーターから離れる。
- ② DNA の鋳型鎖からイントロンが除去される。
- ③ 基本転写因子がプロモーターに結合する。
- ④ 転写される遺伝子領域が DNA から切り出される。
- ⑤ DNA の二重らせんが完全にほどけて分離し、プロモーターが露出する。