

平成25年度入学試験問題

理 科

物理Ⅰ・物理Ⅱ 化学Ⅰ・化学Ⅱ
生物Ⅰ・生物Ⅱ 地学Ⅰ・地学Ⅱ

注 意

- 1 問題冊子は1冊，解答用紙は物理Ⅰ・物理Ⅱ4枚，化学Ⅰ・化学Ⅱ5枚，生物Ⅰ・生物Ⅱ4枚，地学Ⅰ・地学Ⅱ5枚，下書き用紙は4枚です。
- 2 出題科目，ページおよび選択方法は，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ	選 択 方 法
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1～8	左記科目のうちから志望する学部，学科等が指定する数（1または2）の科目を選択し，解答しなさい。
化学Ⅰ・化学Ⅱ	9～20	
生物Ⅰ・生物Ⅱ	21～33	
地学Ⅰ・地学Ⅱ	34～45	

- 3 選択する科目の解答用紙は上記1に示す枚数を回収するので，すべての解答用紙に受験番号を記入しなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定されたところに書きなさい。
- 5 選択しなかった科目の解答用紙を試験時間中に監督者が回収するので，大きく×印をして机の通路側に重ねて置きなさい。
- 6 試験終了後，問題冊子と下書き用紙は必ず持ち帰りなさい。

岡山大学 前期

問題訂正

教科・科目名 (理科・ 生物 I ・ 生物 II)

問題訂正

理科

生物 I ・ II

第 4 問 3 2 ページ

問 6 問題文 3 行目

誤 抗 A 抗体 (α 抗体) は

正 抗 A 抗体は

生物Ⅰ・生物Ⅱ

第1問

植物の葉に関する次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

種子植物のからだは、いろいろな組織や細胞から構成されている。葉では、a 茎や根と同様に最も外側に表皮があり、表皮細胞が大気に接する面では b 細胞壁の外側に (ア)が発達して乾燥を防いでいる。葉の裏側表皮には一對の(イ)からなる気孔が多数存在し、(イ)の膨圧が(ウ)ことによって、c 気孔が開き、水の (エ)やガス交換が行われている。葉の内部には光合成をさかんに行う細胞が分化している。これらの細胞からなる組織は、葉の表側に配置するものを(オ)組織、裏側に配置するものを(カ)組織という。葉の表裏に対応した配置は通道組織の維管束にもあり、表側に(キ)、裏側に(ク)が分化する。葉の主な働きは光合成であるが、季節に応じて花芽を形成するために、日長を感知して(ケ)がつくられるのも葉である。

葉は植物の種によっては劇的に変形し、サボテンのように針状になる場合や、つる植物のように d 巻きひげ になる場合がある。また、多くの被子植物の花は、外から内に向かって同心円状に e がく片、花弁、おしべ、めしべが分化する が、これらも葉が変形したものと考えられている。

問1 文章中の(ア)～(ケ)に適切な語句を入れよ。

問2 下線部 a に関連して、根の表皮には根毛が分化する。根毛の働きを30字以内で簡潔に説明せよ。

問3 下線部 b の細胞壁を構成する成分として最も適当なものを次の①～⑥の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ①脂肪酸 ②デンプン ③コラーゲン
 ④セルロース ⑤ケラチン ⑥リグニン

問4 下線部 c について，乾燥に应答して気孔を閉じる際に働く植物ホルモンの名称を答えよ。また，気孔以外の部位でのそのホルモンの働きを一つ答えよ。

問5 下線部 d に関連して，植物では茎が変形して巻きひげができることもある。巻きひげが葉と茎のどちらに由来したのかを知るためには，何を調べたらよいか。最も適切なものを次の①～⑥の中から一つ選び，番号で答えよ。

- ①表皮における気孔の有無 ②表皮における毛の有無
 ③維管束の木部と師部の配置 ④維管束の分岐パターン
 ⑤横断面における細胞の数 ⑥内部の細胞における葉緑体の有無

問6 下線部 e に関連して，“花の ABC モデル”がシロイヌナズナを用いた研究から実証されている。それによると，花の構造ができるには A, B, C の三つの遺伝子に関わり，これらが図1に示すように同心円状に限定して発現するため，A のみが働くとがく片，A と B が働くと花弁，B と C が働くとおしべ，C のみが働くとめしべができる。

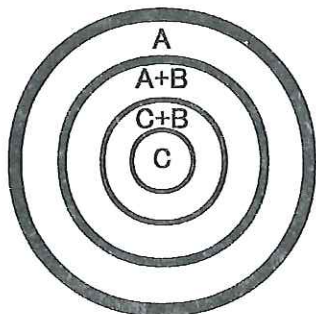


図1 花芽を上から見た図

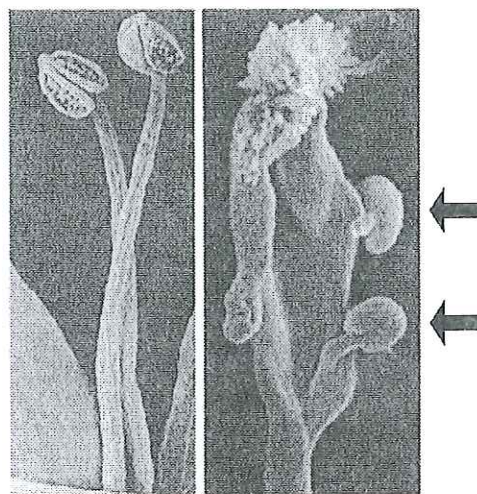


図2 花の一部分の電子顕微鏡写真
 左：正常な花，右：突然変異体の花

(1) シロイヌナズナのある突然変異体の花を観察したところ、花弁ががく片のようになり、本来はおしべ（図2左の写真）ができる位置には異常な構造（図2右の写真）が認められた。図2の矢印で示す構造は何であると考えられるか。最も適切なものを次の①～⑤の中から一つ選び、番号で答えよ。

- ①子房 ②胚珠 ③卵
④果実 ⑤花粉

(2) 遺伝子組換え技術を用い、図1で示した同心円のすべての領域でBが発現するように植物を改変した。この植物ではどのような構造の花ができると予想されるか。50字以内で説明せよ。ただし、AとCの発現は変わらないものとする。

(3) A, B, Cのすべての機能が失われた突然変異体では、花の部位はどのような構造になると予想されるか。理由を含めて50字以内で説明せよ。

第2問

コムギの草丈の遺伝に関する次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

コムギには、成熟個体の草丈が約130 cmになる高性系統、約90 cmになる半矮性系統、約50 cmになる矮性系統が存在する。いずれも純系で半矮性のW1とW2の二系統を純系で高性のW3系統と交雑したところ、どちらの交雑においても雑種第一代(F_1)は半矮性であった。次に、これらの F_1 を自家受精させて得た雑種第二代(F_2)を調べたところ、W1系統×W3系統の F_2 では62個体が半矮性で19個体が高性、W2系統×W3系統の F_2 では93個体が半矮性で32個体が高性であった。一方、W1系統×W2系統の F_1 は矮性となり、この F_1 にW3系統を交雑して得た雑種では、矮性が23個体、半矮性が48個体、高性が21個体出現した。

問1 W1, W2, W3の各系統の草丈に関する遺伝子型を上の子雑実験の結果から推定し、適当な遺伝子記号を用いて示せ。遺伝子記号の使用に際しては、どれが半矮性を支配する対立遺伝子であるかを明示すること。

問2 W1系統×W2系統の F_1 を自家受精させて得た F_2 において期待される矮性:半矮性:高性の分離比を答えよ。

問3 W1系統の半矮性を支配する遺伝子とW3系統がもつその対立遺伝子のそれぞれから転写される伝令RNA(mRNA)の塩基配列を比較したところ、翻訳開始点から181番目の塩基だけが異なっていた(図3)。表1を参考にして、これらの伝令RNAからつくられるタンパク質の違いを80字以内で説明せよ。

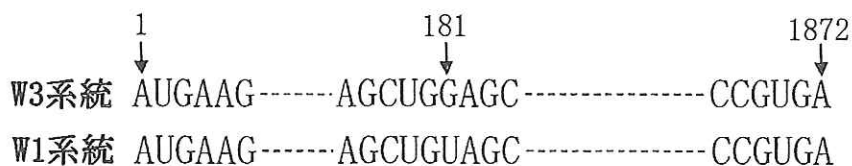


図3 伝令RNAの翻訳開始点から翻訳終結点までの塩基配列

表1 伝令 RNA の遺伝暗号表

UUU } フェニルアラニン UUC }	UCU } UCC } セリン UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC } UAA } 終止 UAG }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止 UGG } トリプトファン
CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }	CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC } CAA } グルタミン CAG }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }
AUU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン	ACU } ACC } トレオニン ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC } AAA } リシン AAG }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }
GUU } GUC } バリン GUA } GUG }	GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }	GAU } アスパラギン酸 GAC } GAA } グルタミン酸 GAG }	GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }

問4 植物の伸長生長を促進するジベレリンを W1 系統と W3 系統の幼苗に処理したところ、W1 系統では無処理区との間で草丈に差はみられなかったが、W3 系統では無処理区に比べて草丈が伸長した。このことから、図3に示した W3 系統の伝令 RNA からつくられるタンパク質の働きとして可能性の高いものを次の①～⑥の中から三つ選び、番号で答えよ。

- ①ジベレリン受容体
- ②ジベレリン合成酵素遺伝子の転写を抑制する調節タンパク質
- ③ジベレリン分解酵素
- ④ジベレリン受容体遺伝子の転写を促進する調節タンパク質
- ⑤ジベレリン合成酵素
- ⑥ジベレリンの刺激によって合成が促進され、細胞伸長に直接関与するタンパク質

問5 コムギの半矮性は突然変異によって生じた表現型の一例である。真核生物における遺伝子の突然変異と表現型に関する次の文章の（ア）～（ケ）にあてはまる最も適切な語句を下の語群の中から選び、番号で答えよ。

遺伝子からつくられるタンパク質のうち、（ア）の一例が酵素である。酵素をつくる遺伝子の（イ）に突然変異が起こると正常な酵素がつかられず、表現型に現れることがある。突然変異型対立遺伝子と野生型対立遺伝子のヘテロ接合体において、（ウ）対立遺伝子が正常な酵素をつくり表現型が野生型となる場合には、突然変異型対立遺伝子は（エ）と判定される。このような突然変異によって引き起こされる遺伝病の一例がヒトの（オ）である。一方、（カ）と呼ばれる DNA 領域に突然変異が起こることがある。この変異によって遺伝子の発現を（キ）する（ク）が（カ）に結合できなくなると、遺伝子が発現して正常な酵素がつくられる。この場合には、（カ）について野生型と突然変異型のヘテロ接合体において発現するのは後者をもつ対立遺伝子であり、これが（ケ）となる。

- | | | |
|----------|----------|-------------|
| ①促進 | ②抑制 | ③優性 |
| ④劣性 | ⑤ダウン症候群 | ⑥フェニルケトン尿症 |
| ⑦エキソン | ⑧オペロン | ⑨RNA ポリメラーゼ |
| ⑩転写調節配列 | ⑪突然変異型 | ⑫野生型 |
| ⑬調節タンパク質 | ⑭機能タンパク質 | ⑮構造タンパク質 |

第3問

アカハライモリ (以下、イモリと記す) は再生能力の高い動物として知られている。イモリの水晶体再生実験A～Cに関する次の記述を読み、以下の問1～問5に答えよ。

実験A

イモリ眼球から水晶体を除去し、放置した。すると、図4のように背側のこう彩の先端部分の細胞が a 色素を消失し、こう彩組織の特徴をもたない未分化細胞に変化した。その後、それらの細胞はさかんに増殖して細胞塊となり、b 最終的には元通りの水晶体が再生された。一方、腹側のこう彩組織では、背側のような変化は認められなかった。

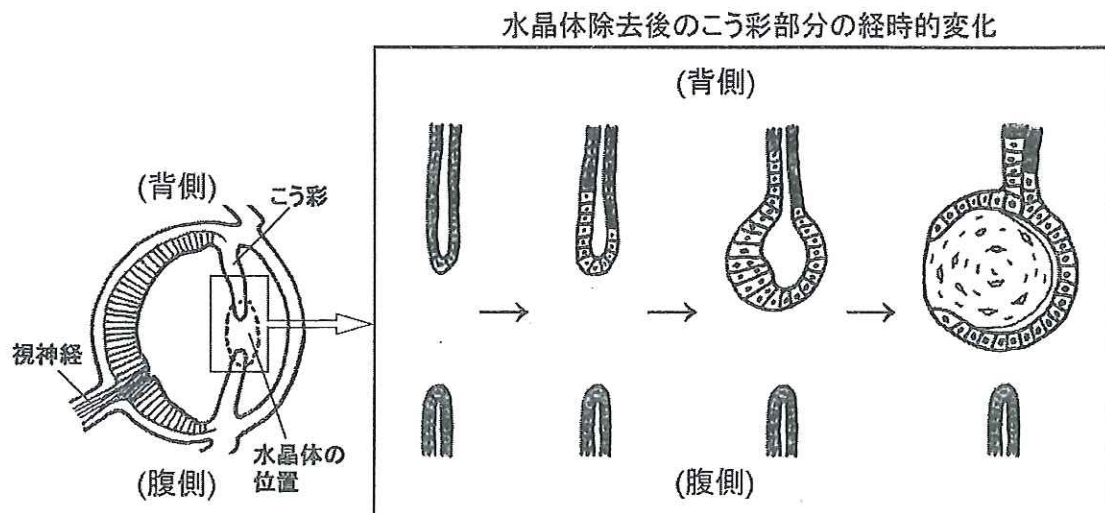


図4

実験B

実験Aで観察された水晶体除去に対する背側と腹側のこう彩組織の反応の違いを詳しく調べるための実験を行った。イモリ眼球から水晶体を除去した後、図5で示したように、こう彩をI～VIの区画に切り分け、分割片として取り出した。次に、それぞれの分割片をあらかじめ水晶体を除去した別のイモリの眼球内の背側、もしくは腹側のこう彩付近に移植し、分割片から水晶体が再生されるかどうか

かを調べた。表2は、同一の実験者がこの実験を反復して得た結果である。

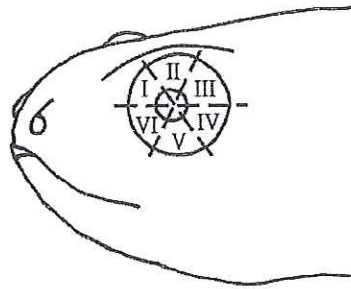


図5

表2

こう彩の区画	移植実験の例数	水晶体再生の例数/背側 こう彩付近への移植数	水晶体再生の例数/腹側 こう彩付近への移植数
I	16	3/8	2/8
II	15	8/8	7/7
III	13	2/6	2/7
IV, V, VI	44	0/20	0/24

注) 区画IV~VIについては、全結果をまとめて示した。

実験C

こう彩の水晶体再生能力を細胞レベルで調べた。まず、イモリのこう彩の背側と腹側の色素上皮（色素顆粒を有する上皮細胞からなる組織）を別々にはがし取り、タンパク質分解酵素液で処理して組織を解離し、一個ずつの細胞にした。この細胞を適当な条件下で培養したところ、背側と腹側のいずれのこう彩組織の色素上皮に由来する培養細胞においても水晶体様の構造が形成された。

問1 実験Aの下線部**b**について、こう彩から発生した細胞塊が水晶体であることを証明するにはどのような方法があるか。次の①～⑥の中から正しいものをすべて選び、番号で答えよ。

- ①正常な水晶体と細胞塊を電子顕微鏡で観察し、細胞の微細な形態が同じであることを示す。
- ②正常な水晶体と細胞塊からDNAを抽出し、塩基配列が同じであることを示す。
- ③水晶体にのみ存在することが知られているタンパク質が細胞塊にも存在することを示す。
- ④切り取った元の水晶体と細胞塊が同じ大きさであることを示す。
- ⑤水晶体にのみ存在することが知られているタンパク質の伝令RNA(mRNA)が細胞塊でも転写されていることを示す。
- ⑥細胞塊をタンパク質分解酵素で処理して組織を解離し、すべての細胞が色素を欠いて透明であることを確認する。

問2 実験Aの下線部**a**と**b**について、細胞の脱分化と別の種類の細胞への分化という観点から、実験Aの水晶体再生現象と同じであると考えられるものを次の①～⑤の中から二つ選び、番号で答えよ。

- ①カエル胚の神経管から運動神経細胞ができる。
- ②ある系統のマウスES細胞を別系統のマウス胚の内細胞塊に移植するとキメラマウスが生まれる。
- ③ラットの副腎髄質細胞を特殊な条件下で培養すると突起が伸長し、神経細胞ができる。
- ④タバコの胚軸組織由来のカルスから不定根や不定芽が分化する。
- ⑤ヒトの神経幹細胞から神経細胞ができる。

問3 実験Bで得られた表2の結果について、次の間に答えよ。

(1) 移植された分割片Ⅰ～Ⅲ(背側こう彩組織)とⅣ～Ⅵ(腹側こう彩組織)の水晶体を再生する能力の違いについてどのようなことが言えるか。50字以内で答えよ。

(2) 分割片が移植された部位の違い(背側あるいは腹側のこう彩組織付近)が水晶体の再生に与える影響について、どのようなことが言えるか。50字以内で答えよ。

問4 実験Cの下線部cの結果と実験Bの結果を総合すると、背側および腹側こう彩由来の色素上皮細胞と水晶体再生能についてどのようなことが言えるか。80字以内で答えよ。

問5 イモリの眼の正常発生について、次の文の(ア)～(カ)にあてはまる最も適切な語句を下の語群の中から選び、番号で答えよ(同じ語句を二回以上使用してもよい)。また、(キ)については適切な語句を書け。

第一次形成体である原口背唇部が外胚葉に働きかけて、胚に(ア)が形成される。やがて、(ア)の前方に前脳が形成されると、前脳の左右のふくらみから(イ)ができる。(イ)は中央部がくぼんで二層の(ウ)となり、その内側の層が将来(エ)となる。水晶体は(イ)と(ウ)の働きかけで、(オ)から発生・分化する。角膜は水晶体によって(カ)から形成される。このように、発生段階に応じて胚の各部分が次々と形成体として働き、器官が形成されていくことを(キ)の連鎖と呼ぶ。

- | | | | |
|------|--------|------|--------|
| ①内胚葉 | ②表皮外胚葉 | ③神経管 | ④脊索 |
| ⑤眼胞 | ⑥眼杯 | ⑦神経板 | ⑧頭部中胚葉 |
| ⑨角膜 | ⑩皮膚の真皮 | ⑪網膜 | ⑫体節 |

第4問

免疫に関する次の文章を読み、以下の問1～問6に答えよ。

ヒトの獲得免疫の担当細胞はリンパ球であり、T細胞とB細胞がある。また、マクロファージなどの細胞が免疫担当細胞の補助をしている。細菌やウイルスなどの病原体やその他の異物が体内に侵入すると、マクロファージなどが食作用によって取り込んで消化し、分解産物を自らの細胞表面に提示する。T細胞はその情報を受け取って活性化され、**a** 異物を直接攻撃して排除する別の種類のT細胞を増殖させる。また、B細胞もT細胞の刺激によって増殖し、**b** 抗体産生細胞となって抗体を生成・分泌する。抗体は水溶性のタンパク質で、**c** 分子内に抗原と結合できる可変部と、ほぼ一定の構造の定常部をもち、可変部は抗体の種類ごとに異なる。

問1 下線部 **a** と **b** の細胞の働きによる免疫はそれぞれ何と呼ばれるか。その名称を答えよ。

問2 T細胞とB細胞について述べた次の①～④の中から正しいものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① T細胞とB細胞の種類は少ないが、個々の細胞は多様な異物に対応する能力をもっている。
- ② B細胞は多くの種類の抗体をつくるために多数の種類が存在するが、T細胞は情報の伝達と他の細胞の活性化を担うだけであるため少数の種類しか存在しない。
- ③ T細胞とB細胞は分化の過程で遺伝子の組換えを起こすため、非常に多くの種類が異物の侵入以前から存在している。
- ④ 体内には組織や器官の機能に応じて異なる遺伝情報を発現するさまざまな細胞が存在し、それらの細胞のDNAの塩基配列は分化に伴って変化していくので、遺伝子の組換えはT細胞やB細胞に限定されない。

問3 “免疫の記憶”と呼ばれる現象の実体に関して述べた次の①～④の中から正しいものを一つ選び、番号で答えよ。

- ① B細胞の一部は最初に抗原が侵入してきた際には抗体産生細胞に分化せずに記憶細胞として生き残り、同じ抗原が再侵入したときにはすぐに増殖・分化して抗体をつくる。
- ② 抗原が最初に侵入してきたときに抗体をつくったB細胞の一部は抗原が体内から除去された後も生き残り、同じ抗原が再侵入してきた際にはすぐに多量の抗体をつくり始める。
- ③ 侵入してきた抗原の情報は脳が記憶し、同じ抗原の再侵入時には脳の指令によって直ちに免疫系が対応する。
- ④ 抗原が侵入したのち、T細胞とB細胞の複合体がつくられ、その構造が長期間存続して、同じ抗原の再侵入に対応する。

問4 抗体タンパク質の物質としての別称を答えよ。

問5 下線部 **c** について、抗体分子の可変部の領域を解答欄の模式図中に黒く塗るとともに、抗原と結合する部分を矢印で示せ。

問6 抗体分子は抗原と反応して不溶性の沈殿物を生成することがあり、この現象は沈降反応と呼ばれる。ABO式血液型の場合、A型赤血球はA型特有の物質（A抗原）を細胞膜にもち、抗A抗体（ α 抗体）はA抗原の特定の部位と結合する。抗A抗体溶液にA型赤血球を混合して放置すると、**d** 大きな複合体が形成され、沈降反応が起こる。

- (1) 下線部 **d** の複合体において、赤血球と抗A抗体はどのように結合しているか。解答用紙に示した模式図を適当な縮尺で用い、解答欄に図示せよ。なお、赤血球は三～四個描けばよい。

(2) 赤血球から単離した水溶性A抗原の溶液に抗A抗体を加えてしばらく放置した後、さらにA型赤血球を加えた。このとき、溶液中の単離A抗原は抗A抗体や赤血球と比べて多量に存在するとして、免疫沈降反応は、①起きる、②起きない、のいずれか。番号で答えよ。

(3) 上記(2)の溶液中における単離A抗原、抗A抗体、赤血球の三者間の結合の様子について、解答用紙に示した模式図を適当な縮尺で用いて解答欄に図示せよ。なお、赤血球は三～四個描けばよい。