

平成 29 年 度

試 験 問 題 ②

学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペ ー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	2 枚	数学、英語は必須解答とする。 理科は左の3科目のうちから1科目を選択せよ。
英 語	英 語	13 ~ 16	2 枚	
理 科	化 学	17 ~ 30	2 枚	
	生 物	31 ~ 48	6 枚	
	物 理	49 ~ 58	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(13枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 理科は選択科目記入欄に選択する1科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないもの、および理科2科目または理科3科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

生 物

【1】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

ミトコンドリアは、 と の二重膜からなる細胞小器官である。内部に突出している はクリステと呼ばれ、 に囲まれた内部は と呼ばれる。 にはクエン酸回路の化学反応を促進する酵素が存在しており、 は電子伝達系に関わるタンパク質を含んでいる。

また、葉緑体は、植物細胞がもつ細胞小器官であり光合成を行う。内部にチラコイドと呼ばれる扁平な袋状構造をもっている。チラコイドにはさまざまな光合成色素が含まれ、光エネルギーを吸収する反応が行われる。チラコイドの間を満たしている部分^①は と呼ばれ、二酸化炭素を固定して有機物を合成する化学反応^②の場になっている。この反応経路は循環しており、 回路と呼ばれる。

問1 文中の ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、1930年代にイギリスの研究者ヒルは以下の実験結果を得た。ハコベなどの葉をすりつぶして得た葉緑体片を含む溶液を準備し、シュウ酸鉄(Ⅲ)を酸化剤として加えてから空気を除き、光照射を行った結果、酸素が発生した。どのようなしくみで酸素が発生したか、解答欄の枠内に説明せよ。

問3 下線部②について、乾燥した生育環境に適応するためCAM植物はどのようにして炭素固定を行っているか、以下の語句を全て用いて解答欄の枠内に説明せよ。

昼間、夜間、気孔、 C_4 化合物、二酸化炭素

生物問題は次ページへ続く

【2】 次の文を読み、問1～問4に答えよ。

多細胞生物は多くの遺伝子をもっている。それらの遺伝子は全部がいつもはた
らいているわけではない。遺伝子のなかには、細胞の種類や生体内の状況に応じ
て選択的に転写されているものがあり、それを と呼んでいる。

ショウジョウバエやユスリカの幼虫のだ腺染色体をみると、パフと呼ばれる膨
らんだ部分がある。ふ化直後の幼虫と蛹化直前の幼虫を比べると、パフの数、大
きさ、位置が異なっている^①。パフでは遺伝子の転写が行われ、 が活発
に合成されている。そこにはタンパク質をコードする DNA 領域があり、その上
流に RNA ポリメラーゼと が結合するプロモーターと呼ばれる部分
がある。さらに、プロモーターから離れた DNA 領域に調節タンパク質が結合する
 がある。 は、プロモーター、RNA ポリメラーゼ、
、、調節タンパク質が形成する複合体によって制御されて
いる。

は大腸菌のような原核生物においてもみられる。大腸菌は炭素栄養
源としてグルコースを利用して生育する。グルコースが存在する培地では、ラク
トースを分解しグルコースを生成するための遺伝子群は十分には発現しない^②。そ
れは、調節タンパク質がラクトース代謝遺伝子群のオペレーターに結合し、プロ
モーター上の RNA ポリメラーゼのはたらきを抑えているためである。しかし、
グルコースがなく、ラクトースしかない培地では、その遺伝子群が発現してグル
コースをつくる^③。

問1 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、パフの数、大きさ、位置が異なるのはなぜか、解答
欄の枠内に記せ。

問 3 下線部②について、大腸菌ではラクトースを分解・利用するための酵素をつくる遺伝子が1つの遺伝子群を形成している。この遺伝子群は、その発現を調節している遺伝子によって共通の制御を受けている。このような遺伝子群を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問 4 下線部③について、大腸菌がラクトースを利用してグルコースをつくるしくみを、解答欄の枠内に記せ。

【3】 次の文を読み、問1～問5に答えよ。

被子植物の花は、通常、がく片、花弁、おしべ、めしべといった花器官から構成される。図1に示すように、モデル植物であるシロイヌナズナの花が分化する際、茎頂分裂組織においてこれらの花器官が分化する領域は4つに分かれる。花器官の形成について、突然変異体を作成して花の形態形成に関係する遺伝子を解析した。その結果、その遺伝子の機能が失われた場合に、外側から順に、めしべ—おしべ—おしべ—めしべが形成されるAクラス遺伝子、がく片—がく片—めしべ—めしべが形成されるBクラス遺伝子、がく片—花弁—花弁—がく片が形成され内側にこれが繰り返されるCクラス遺伝子が見つかった。^①これらの遺伝子がコードするタンパク質のほとんどは、特徴的な構造を有しており、関連する遺伝子の発現を促進したり抑制したりするはたらきをもつことで、各領域の形態形成に関わる遺伝子の転写を制御していることが明らかとなった。^②^③

問1 下線部①について、本来できる器官とは異なる器官ができる突然変異を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問2 下線部②について、突然変異の起こり方から考えて、Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子の関係を解答欄の枠内に記せ。

問3 下線部③について、このような構造を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問4 Cクラス遺伝子には花器官の種類を決定する以外の機能がある。その機能を解答欄の枠内に記せ。

問5 図2に示すように、チューリップでは茎頂分裂組織の領域1～領域4において、それぞれ3つ、3つ、6つ、3つの花器官が形成され、そのうち領域4の3つの花器官は1本のめしべとなっている。このようなチューリップの花器官の形成をA、B、Cのクラス遺伝子によって説明すると、領域1～領域4でどのクラス遺伝子が働いていると考えられるか、A、B、Cの記号で記せ。

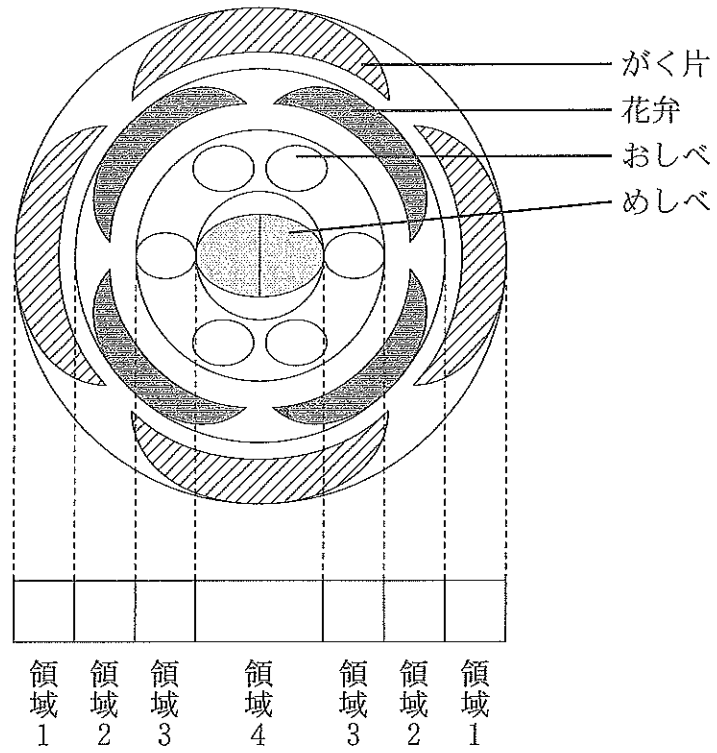


図1

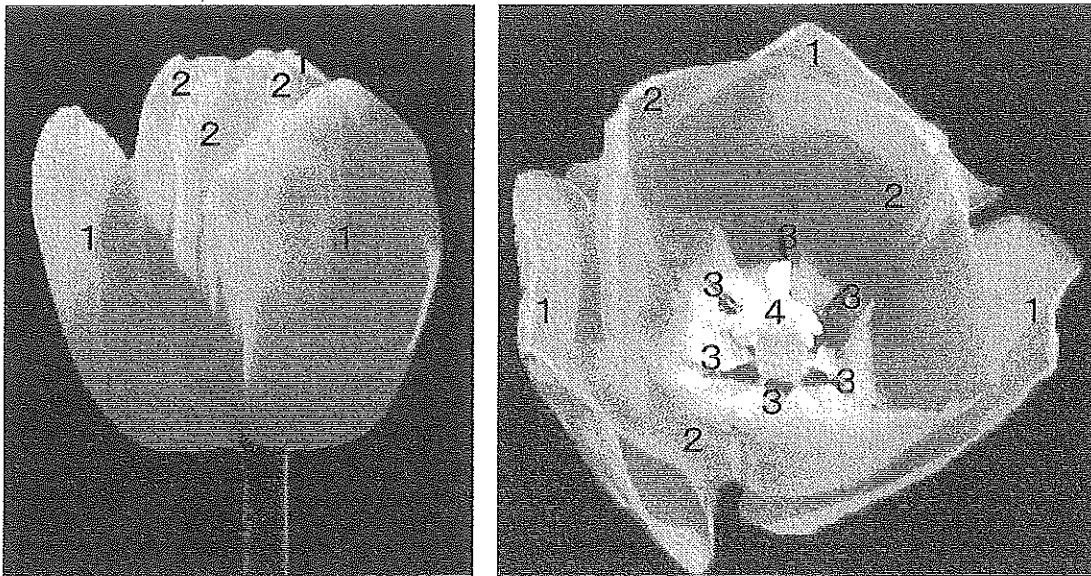


図2 チューリップの花(左：横から撮影, 右：上から撮影)
1~4の数字は, それぞれ領域1~4に形成された花器官であることを示す.

【4】 次の文を読み、問1～問3に答えよ。

ウニ卵のゼリー層に精子が到達すると精子頭部の先体がこわれる。先体には卵黄膜を溶かす酵素が含まれているため卵黄膜に小さな穴が開く。精子の頭部では が重合して微小繊維となり、精子の細胞膜を内側から押すことにより が形成される。この が卵の表面に接触することにより受精が始まる。受精により卵表層細胞質のカルシウムイオン濃度が高まると、卵細胞膜の直下にある がエキソサイトーシスを起こしてその内容物が卵と卵黄膜の間に放出される。これにより卵と卵黄膜の間に海水が流入し、卵黄膜は卵表から離れて となる。

ウニ卵は受精すると卵割を開始する。8細胞期までは各割球の大きさは等しいが、第4卵割では動物極側に8個の中割球が生じ、植物半球側にそれぞれ4個の大割球と小割球が生じる。さらに卵割が進むと胞胚となりふ化が起こる。小割球由来の細胞は胞胚腔の中に遊離して になる。植物極付近の肥厚した細胞が胚の内部にもぐり込み始めると原腸胚になる。原腸の陥入が深くなると、大割球由来の細胞は原腸の先端から胞胚腔の中に遊離して になる。原腸の先端が外胚葉に接するとそこに口が開き、原口は肛門になる。やがて胚はプリズム幼生を経て、骨片が伸びると 幼生になる。

問1 文中の ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、ウニ胚における卵割とウニ成体における体細胞分裂の違いは何か、2つあげ解答欄(1)と(2)にそれぞれ記せ。

問3 ウニやカエルは古くから発生の実験に使われてきたが、これらは発生の実験材料としての利点があったことによる。その利点を2つあげ、解答欄(1)と(2)にそれぞれ記せ。

【5】 次の問1～問4に答えよ。

問1 限界暗期10時間の長日植物Xと限界暗期12時間の短日植物Yがある。

以下のような(a)～(d)の明暗周期のくり返し条件下では、花芽を形成するのは植物Xか、植物Yか、または両方か、それぞれ解答欄に記せ。なお、植物Xも植物Yも花芽を形成しない場合は「なし」と記せ。

- (a) 10時間明期+14時間暗期
- (b) 10時間明期+14時間暗期(暗期終了1時間前に光を短時間照射する)
- (c) 10時間明期+14時間暗期(暗期終了5時間前に光を短時間照射する)
- (d) 10時間明期+14時間暗期(暗期開始1時間後に光を短時間照射する)

問2 2本の枝を持つオナモミを用意し、片方の枝から葉を除去し、もう片方の枝には葉がついたままにした。このオナモミを以下のような(a)～(d)の処理をしたとき、2本の枝で花芽が形成されるのはどれか、次の(a)～(d)から考えられるもの全てを選び、記号で記せ。

- (a) 葉を除去した枝と除去していない枝の両方に長日処理を行った。
- (b) 葉を除去した枝と除去していない枝の両方に短日処理を行った。
- (c) 葉を除去した枝に短日処理を行ない、除去していない枝に長日処理を行った。
- (d) 葉を除去した枝に長日処理を行ない、除去していない枝に短日処理を行った。

問3 シロイヌナズナでは、花芽形成を促す植物ホルモン(フロリゲン)の実体はタンパク質である。その名称を記せ。

問4 (a)植物が一定期間の低温にさらされた後、花芽形成が促進される現象の名称を記せ。また、(b)その現象は植物の生活においてどのような役割を果たしているか、解答欄の枠内に記せ。

【6】 次の問1，問2に答えよ。

問1 以下の文(1)～(9)について，下線部が正しい場合は○を，間違っている場合は正しい語句を解答欄に記せ。

- (1) 神経の興奮がシナプスを越えて他の神経に伝わることを跳躍伝導と呼ぶ。
- (2) 有髄神経繊維にはランドルト環と呼ばれるくびれがある。
- (3) ニューロンの静止電位は平均 -70 mV である。
- (4) ニューロンの活動電位の発生にはナトリウムチャンネルとカルシウムチャンネルが関与している。
- (5) 無髄神経繊維を興奮が伝わる速度は繊維が太い方が大きい。
- (6) 膝蓋腱反射の介在ニューロンは大脳にある。
- (7) ヒトの副交感神経の末端からは主としてアセチルコリンと呼ばれる物質が分泌される。
- (8) 小脳には瞳孔反射の中枢がある。
- (9) ヒトの網膜の適刺激は太陽光である。

問2 (a) 刺激とニューロン応答について，「全か無かの法則」とは何か。また，
(b) 神経において刺激の強さはどのような形で大脳に伝えられるか。それぞれ解答欄の枠内に記せ。

生物問題は次ページへ続く

【7】 次の問1，問2に答えよ.

問1 次のA～Gが起こった地質年代を下の語群から選び，解答欄に記せ.

- A：無顎類(脊椎動物)の出現
- B：木生シダ植物の繁栄(大森林の形成)
- C：恐竜類の絶滅
- D：エディアカラ生物群の出現
- E：アンモナイト類の繁栄
- F：三葉虫類の絶滅
- G：人類の出現

〔語 群〕

ジュラ紀	デボン紀	先カンブリア時代	石炭紀
新第三紀	三疊紀	カンブリア紀	白亜紀
第四紀	ペルム紀		

問 2 次の文中の ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

DNA の塩基配列による系統解析の結果から、 が動物に最も近縁な単細胞生物と推定されている。また、動物の中では、組織(胚葉)の分化がみられない 動物が、進化の早い段階で他の動物群から分かれたと考えられる。

組織(胚葉)の分化がみられる動物のうち、クラゲやサンゴなどの刺胞動物はその体制から 相称動物と呼ばれ、それ以外の動物は 相称動物と呼ばれる。 相称動物のうち、胚の原口が口になる動物を 動物と呼ぶ。

外部形態やはたらきが異なっても、発生の起源が同じ器官を 器官と呼び、ヒトの腕とコウモリの翼がその一例である。一方、コウモリの翼とチョウの のように、形態やはたらきは似ているが、発生の起源が異なる器官を 器官と呼ぶ。

【8】 次の文を読み、問1～問6に答えよ。

地球の生物進化において葉緑体をもつ真核生物が最初から存在したわけではなく、光合成能力を得た原核生物がミトコンドリアと同様、宿主細胞に取り込まれて共生し、葉緑体としてはたらくようになったと考えられている。

陸上植物はコケ植物、シダ植物、種子植物などに分類される。これらの植物には動物にはみられない生活史(環)がみられ、配偶体と孢子体による がある。コケ植物では が より大きく、シダ植物と種子植物では よりも のほうが大きい。種子植物は と被子植物に分類され、 では胚珠がむき出しであるのに対して、被子植物では胚珠が に包まれている。

現在、被子植物は陸上植物の中で最も多くの種がみられ、その特徴の1つである花は多様な形や色を示す。そのため、おしべからめしべへ花粉を運ぶためのさまざまな方法が知られている。

問1 文中の ~ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部①について、この生物の名称を記せ。

問3 下線部②について、宿主細胞に取り込まれる現象は、ヒトの白血球などにもみられる。そのような現象を何と呼ぶか、その名称を記せ。

問4 下線部③について、シダ植物と種子植物にはあるが、コケ植物に欠けている(a)器官と(b)組織の名称を記せ。

問5 下線部④について、 ~ に配偶体か孢子体のいずれかを入れて文章を完成させよ。

問 6 下線部⑤について，例えば花の形と，その花の蜜を吸う昆虫の口器とが互いに影響を及ぼしながら変化していることがある．このような現象を何と呼ぶか，その名称を記せ．

【9】 次の問1，問2に答えよ。

問1 ゾウリムシとヒメゾウリムシはともに同じえさを食べて繁殖する。図1は、それぞれを単独飼育したとき(左)，および両者を混合飼育したとき(右)の個体群の成長グラフである。

- (a) 混合飼育した際に，ヒメゾウリムシがゾウリムシを競争によって駆逐したと考えられる。この現象を何と呼ぶか，名称を記せ。
- (b) ヒメゾウリムシがゾウリムシとの競争に勝った理由は何か，解答欄の枠内に記せ。

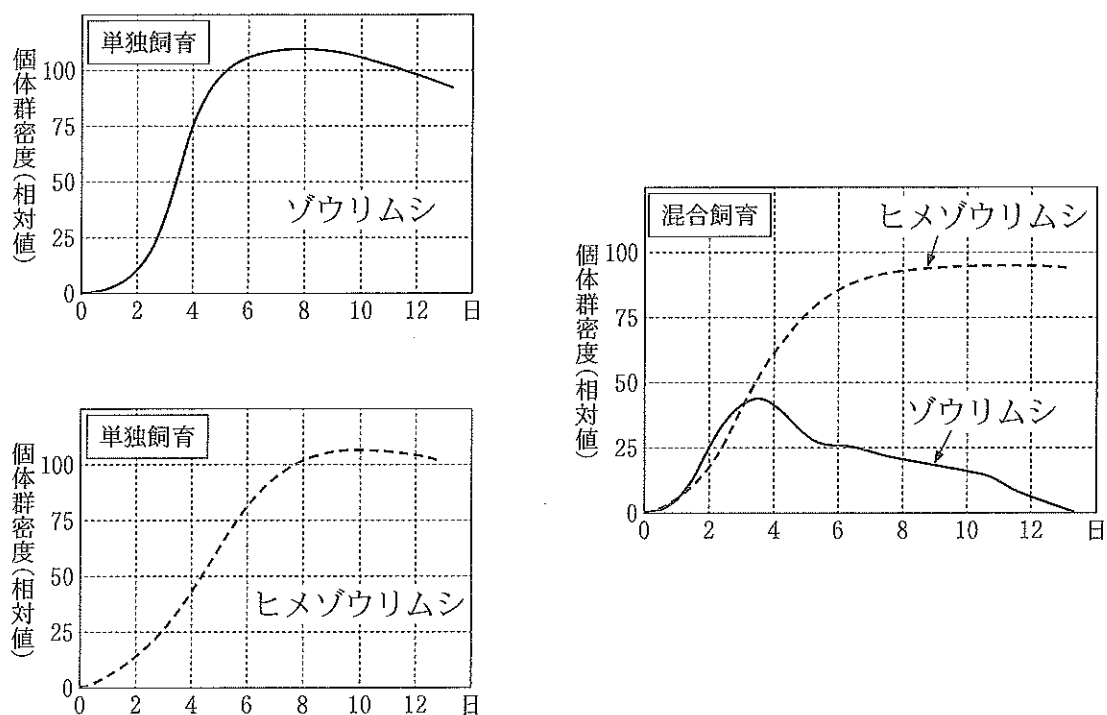


図1

問 2 ある小さなため池でドジョウを 100 個体捕まえて、それぞれに標識を付けてその場で放流した。後日、再び同じため池でドジョウを 100 個体捕まえたところ、標識を付けた個体は 20 個体であった。

- (a) このような個体群の大きさの推定法を何と呼ぶか、その名称を記せ。
- (b) この池のドジョウの総個体数を推定し、解答欄に記せ。
- (c) この調査方法において、より正確な個体数推定を行なうために注意すべきことを 2 つあげ、解答欄に記せ。ただし、捕獲方法はまったく同じで、ため池内のドジョウの総個体数は変動しないものとする。また、標識は外れず、ドジョウの行動や生存能力に影響を与えないものとする。

【10】 次の文を読み，問 1～問 5 に答えよ。

新しくできた湖や沼には，陸上とは異なる独特の植生が発達する．また，長い年月の間に土砂などが堆積し水深が浅くなると，表 1 に示すような水生植物が現れ，さらに水深が浅くなると湿原ができる．植物の遺骸や土砂が堆積し，湿原はやがて森林へと移り変わっていく．

表 1

水生植物	生育状態	生育状態の違いに基づく分け方
ホテイアオイ， アオウキクサ	茎や葉は水面上にあり， 根は水中に垂れている	浮水植物
ネジレモ，クロモ	根は水底にあり， 葉は水面下にある	沈水植物
ヒシ，スイレン	根は水底にあり， 葉は水面上にある	(a)
ハス，ガマ，ヨシ	茎の下部が水面下にある	(b)

問 1 水生植物は，水面を基準にした生育状態の違いから，ホテイアオイ，アオウキクサのような浮水植物や，ネジレモ，クロモのような沈水植物などに分けられる．表 1 の(a)，(b)にあてはまる適切な名称を記せ．

問 2 湖や沼には補償深度とよばれる深さがあり，ネジレモやクロモは補償深度以下では生育できない．補償深度とは何か，解答欄の枠内に記せ．

問 3 文中にある湖沼からはじまる植物群落の遷移を何と呼ぶか，その名称を記せ．

問 4 以下に，湖沼の遷移の経過を示した．(a)～(d)にあてはまる適切な語句を下の語群から選び，記号で記せ．

湖沼 → (a) → 湿原 → (b) → 低木林 → (c) →
(d) → 陰樹林

[語 群]

- | | | |
|---------|----------|---------|
| (あ) 淡水湖 | (い) 草 原 | (う) 汽水湖 |
| (え) 陽樹林 | (お) 富栄養湖 | (か) 荒 原 |
| (き) 原生林 | (く) 混交林 | |

問 5 問 4 の遷移において，① 湿原，② 低木林，③ 陰樹林の段階で優占種となる植物群を下の植物群からそれぞれ 1 つ選び，記号で記せ．

[植物群]

- (あ) ヤシヤブシ，アカマツ，ヤマツツジ
- (い) ヨシ，ヤナギ，ガマ
- (う) イタドリ，ススキ，ヨモギ
- (え) アカマツ，サクラ，アラカシ
- (お) アカマツ，アラカシ，スダジイ
- (か) アラカシ，スダジイ，ヤブツバキ