

平成 29 年 度

問題冊子

教 科	科 目	ページ数
理 科	生 物	13

試験開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。

解答の書き方

1. 解答は、すべて別紙解答用紙の所定欄に、はっきりと記入すること。
2. 解答を訂正する場合には、きれいに消してから記入すること。
3. 解答用紙には、解答と選択した選択問題の番号、志望学部及び受験番号のほかは、いっさい記入しないこと。
4. 問題〔4〕、〔5〕は選択問題である。どちらか一方のみを解答すること。両方を解答してはいけない。選択問題〔4〕、〔5〕のうち、選択した問題の番号を解答用紙(その4)の所定の枠内に記入すること。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図の後、全ての解答用紙に志望学部及び受験番号を必ず書くこと。
2. 選択科目は、願書に記載したものと違ったものについて答えてはいけない。
3. 下書き用紙は、片面だけ使用すること。
4. 問題の内容についての質問には応じないが、その他の用事があるときは、だまって手をあげて、監督者の指示を受けること。
5. 試験終了時には、解答用紙を必ずページ順に重ね、机上の右側に置くこと。
6. 試験終了後、問題冊子及び下書き用紙は持ち帰ること。

〔1〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

哺乳類や鳥類などの恒温動物は、中枢神経系の間脳にある が外界の変化に対応して中心的な司令塔の役割を担うことで体温調節が行われる。また、無意識のうちに各器官や臓器に信号を伝える神経系を 系と呼び、体内外の急激な変化に対応している。さらに、血液中に分子を放出し特定の臓器や器官に作用する 系は、ゆっくりと持続的に作用することにより体内環境の調節に寄与している。

出生直後の恒温動物は、体温調節機能が十分に確立していない。その機能が確立するまでは、体内環境(体温、血糖濃度、体液濃度、酸素濃度など)を一定に保ちながら、自ら熱産生と熱喪失の適正なバランスを取っている。^①

たとえば、ふ化直後のニワトリは体温調節機能が十分に発達していないことから、この時期に寒冷刺激を受けた場合には、正常に体重が増加しない。ふ化直後のニワトリを正常に発育させるためには、体温調節機能が確立する時期に加温環境で飼育する必要がある。

問1 以下の問いに答えよ。

- (1) 文中の ～ に入る最も適切な語句を入れよ。
- (2) 体温調節を司る上位中枢の役割を50字以内で説明せよ。

問5 (a)下線部④の集まる習性をなんというか。(b)健康人とがん患者の尿の違いは何か、35字以内で記せ。

問6 がんが生じる(発がん)原因の一つは、細胞の増殖に関わる遺伝子が突然変異によって変化することである。遺伝子DNAの塩基配列が変わる突然変異の種類について、100字以内で記せ。

〔選択問題〕

〔5〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～6)に答えよ。

2015年、被験者の尿と線形動物であるセンチュウの一種(*Caenorhabditis elegans*)を使うと、早期にがん検診が可能であるという、おもしろい研究成果が日本のK大学の研究グループから報告された。*C. elegans*は、三胚葉動物のうち胚発生における原口がそのまま成体の口になった で、成長のパターンや遺伝子DNAの塩基配列の比較から、外骨格を有する昆虫など に近い系統である。*C. elegans*は、ふ化時の細胞数が数百個と少ないうえに卵が透明なため、細胞の分化や発生の実験によく用いられる。発生を開始した*C. elegans*の胚のそれぞれの割球は、将来成体のどの組織になるか、 が判明している。一方、発生途中で特定の細胞が決まった時期に死ぬ、 が起こることも知られている。 の中で、染色体が凝集し細胞全体が萎縮して断片化する形態変化をとまなうものを、特に と呼ぶ。 は鳥類の発生過程でも観察されるが、例えばカモとハトでその現象の違いを容易に判別 ^③ することができる。

K大学の研究グループはシャーレの上で飼育している*C. elegans*が、健常人ではなく、がん患者の尿を垂らした場所に高い確率で集まる習性を発見して、がんの種類を問わずに簡便にがんを検出できる可能性を示したのである。 ^④

問1 文章の ～ に適切な語句を入れよ。

問2 *C. elegans* や に見られる、下線部①の成長のパターンの特徴について、10字以内で記せ。

問3 下線部②の外骨格の性質や役割について、40字以内で記せ。

問4 下線部③のカモとハトでその現象の違いが観察できるのはどの部位で、両者でどう違っているのか、60字以内で記せ。

問2 下線部①について、次の問いに答えよ。

- (1) 下線部の性質は、何と呼ばれるか答えよ。
- (2) 下線部の性質は、無意識のうちに次の①～⑥の反応の調節にかかわる。心身機能の調節に働く神経のうち、交感神経の作用に分類されるものにはSを、副交感神経の作用に分類されるものにはPSを解答用紙の①～⑥の欄にそれぞれ記せ。
 - ① 消化管の活動が促進される。
 - ② インスリンの分泌が促進される。
 - ③ 呼吸運動が促進される。
 - ④ グルカゴンの分泌が促進される。
 - ⑤ すい液の分泌が促進される。
 - ⑥ 心臓のはく動が促進される。

問3 ふ化直後のニワトリへの寒冷刺激は、一時的に体温の低下をもたらした。体温維持に伴う現象として正しいと思われる文章をA～Fから2つ選択せよ。

- A. 交感神経の興奮により皮膚血管の収縮が起こる。
- B. 交感神経の興奮により立毛筋が収縮する。
- C. 交感神経の興奮により内臓機能が促進する。
- D. 副交感神経の興奮により立毛筋が弛緩する。
- E. 副交感神経の興奮により内臓機能が促進する。
- F. 副交感神経の興奮により汗の分泌が促進する。

問4 寒冷刺激を受けたふ化直後のニワトリは、代謝を促進し熱産生を増加させるホルモンが2種類以上分泌されていると考える。分泌されたホルモンと分泌器官が担う役割について120字以内で記せ。

問 5 ふ化直後のニワトリが寒冷刺激を受けていたため、慌てて加温して飼育した結果、数日後に体重増加を確認できた。寒冷刺激や加温がもたらした体重変化を作図し、ふ化直後のニワトリに与えた影響を 50 字以内で説明せよ。

問 3 次の文章中の $\square o$ ~ $\square q$ に適切な数値を入れよ。なお、数値には分数を使用しないこと。

下線部③について、遺伝子型頻度が $RR : Rr : rr = \square d$: $\square k$: $\square g$ の文章 A の生物集団において、任意交配ではなく、自家受精が起きる場合、次世代の遺伝子型頻度は、 $RR : Rr : rr = \square o$: $\square p$: $\square q$ となる。ただし $\square o + \square p + \square q = 1$ とする。

問 4 下線部④について、偶然による遺伝子頻度の変化を何と呼ぶか答えよ。

問 5 下線部⑤について、生存や繁殖に有利な形質を持つ個体が多くの子を残すことで起きる進化を何による進化と呼ぶか答えよ。

B 文章 A の下線部②が満たされない場合、生物集団中の遺伝子頻度、あるいは遺伝子型頻度が増加することを確かめよう。

[条件 1 が成立しない場合]

任意交配ではなく、特定個体どうしでの交配が起きると、生物集団中の遺伝子頻度には変化が見られない場合でも、遺伝子型頻度が増加する可能性がある。例えば、自家受精が行われる場合、世代が経過するにつれて、ホモ接合の遺伝子型 (RR と rr) の頻度は増加し、ヘテロ接合の遺伝子型 (Rr) の頻度は減少する。

[条件 2 が成立しない場合]

生物集団を構成する個体数が少ない場合、偶然の出来事が原因となり、ある対立遺伝子が他の対立遺伝子よりも高い割合で次世代に受け継がれる可能性がある。

[条件 3 が成立しない場合]

移入個体によって新たな対立遺伝子が生物集団中にもたらされたり、移出個体によってある対立遺伝子が生物集団中から減じたりする可能性がある。

[条件 4 が成立しない場合]

突然変異によって新たな対立遺伝子が生物集団中にもたらされる可能性がある。

[条件 5 が成立しない場合]

個体間で生存率や繁殖率に差がある場合、生存率や繁殖率を高める形質に関わる遺伝子を持つ個体が次世代により多くの子を残す傾向にあり、集団中の遺伝子頻度が増加する可能性がある。

なお、条件 2 ～ 5 が成立しない場合、遺伝子頻度のみならず、遺伝子型頻度も変化することがある。

[2] 次の文章を読み、以下の問い(問1～4)に答えよ。

多くの動物細胞では、細胞膜が細胞同士を隔てているが、植物細胞では細胞膜の外に **a** が存在する。**a** の主成分は **b** で、これにペクチンなどが組み合わさって強固な構造を作っており、茎や葉の表皮細胞の **a** は特に肥厚して、病原菌からの防御にも役立っている。**a** には隣り合う細胞同士で細胞膜がつながり、互いの細胞質が混ざり合う **c** が存在する。

植物の成長には、細胞分裂による細胞数の増加と、細胞の縦方向への伸長や横方向への肥大による体積の増加の2つの要素が含まれている。縦方向への伸長には、植物ホルモンであるジベレリンと **d** の共同作用によって制御されている。**d** が作用すると、**b** 繊維が横方向に合成され、**d** の作用により、**b** 繊維同士のつながりを緩め **a** がやわらかくなり、細胞が吸水し体積が増加し、縦方向へ伸長する。横方向への肥大は **d** や **e**、**e** が制御している。

問1 文中の **a** ～ **e** に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、被子植物の花粉が形成される過程を、以下の語句を用いて100字以内で述べよ。

<語句> 花粉母細胞 雄原細胞 葯(やく)

問3 下線部②に関して、以下の問いに答えよ。

(1) 種子発芽時におけるジベレリンの作用を、以下の語句を用いて80字以内で述べよ。

<語句> 糊粉層(こふんそう) デンプン 胚 転写

(2) ジベレリン研究は、イネを徒長させる病原菌の培養ろ液から発見されたことから始まった。その病原菌名を答えよ。

問2 次の文章中の **a** ～ **l** には適切な数値を、**m** と **n** には適切な数式を入れよ。なお、数値には分数を使用しないこと。

文章Aの生物集団が下線部②を満たす場合、集団中の遺伝子頻度及び遺伝子型頻度は世代が経過しても変化しないことを確かめよう。

対立遺伝子Rとrの頻度がそれぞれ0.8と0.2である親世代からは、遺伝子Rを持つ配偶子が **a** %の割合で、遺伝子rを持つ配偶子が **b** %の割合で生産される。交配は任意に起きるため、遺伝子Rを持つ配偶子どうしが受精する確率は、 $\frac{c}{100} \times \frac{c}{100} = \frac{d}{100}$ となり、子世代では **e** %の個体の遺伝子型がRRとなる。また、遺伝子rを持つ配偶子どうしが受精する確率は $\frac{f}{100} \times \frac{f}{100} = \frac{g}{100}$ となり、子世代では **h** %の個体の遺伝子型がrrとなる。次に、遺伝子Rを持つ配偶子と遺伝子rを持つ配偶子が受精する確率は、 $\frac{c}{100} \times \frac{f}{100} = \frac{i}{100}$ となるが、配偶子の組み合わせは、一方の性がRでもう一方の性がrの場合(Rr)とその逆の場合(rR)があるので、 $\frac{i}{100} \times 2 = \frac{j}{100}$ となる。つまり、子世代では **l** %の個体の遺伝子型がRrとなる。従って、子世代の遺伝子型頻度は、RR : Rr : rr = **d** : **k** : **g** となる。これらの結果から、子世代における対立遺伝子Rとrの頻度はそれぞれ、 $\frac{m}{m+n} = 0.8$ 、 $\frac{n}{m+n} = 0.2$ となり、親世代の遺伝子頻度と同じであることがわかる。以降どの世代間でも同じ結果が得られるため、この生物集団の遺伝子頻度はR : r = 0.8 : 0.2、遺伝子型頻度はRR : Rr : rr = **d** : **k** : **g** であり、それらは世代が経過しても変化しないことがわかる。なお、親世代の遺伝子型頻度もRR : Rr : rr = **d** : **k** : **g** であるとする。

〔選択問題〕

〔4〕 次の文章(A・B)を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

A 生物の形質が世代を経るに連れて変化することを進化という。形質の発現には遺伝子関わっているため、進化を生物集団中の遺伝子頻度や遺伝子型頻度の変化として捉えることができる。今、ある生物集団を仮定する。その集団には、ある遺伝子座において、対立遺伝子Rとrが0.8:0.2の頻度で存在する。もし次の全5条件が成立すれば、この生物集団中の各対立遺伝子の頻度及び各遺伝子型の頻度は世代が経過しても変化しない、つまり進化は起こらない。その条件とは、1) 任意交配が起きる、2) 生物集団を構成する個体数が十分に多い、3) ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ 1) 任意交配が起きる、2) 生物集団を構成する個体数が十分に多い、3) ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ 個体の移出入がない、4) 突然変異が起きない、5) ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪ ⑫ ⑬ ⑭ ⑮ ⑯ ⑰ ⑱ ⑲ ⑳ ㉑ ㉒ ㉓ ㉔ ㉕ ㉖ ㉗ ㉘ ㉙ ㉚ ㉛ ㉜ ㉝ ㉞ ㉟ ㊱ ㊲ ㊳ ㊴ ㊵ ㊶ ㊷ ㊸ ㊹ ㊺ ㊻ ㊼ ㊽ ㊾ ㊿ 個体間で生存率や繁殖率に差がないである。しかし、自然界においては、これら5条件が全て成立する可能性は低い。従って、生物集団中の遺伝子頻度や遺伝子型頻度は世代を経るにつれて変化する、つまり生物は進化すると考えられる。

問1 下線部①の法則名を答えよ。

問4 下線部③に関して、以下の問いに答えよ。

- (1) エチレンは細胞の肥大成長以外にもいくつかの成長過程や環境応答時に促進的に作用する。エチレンが促進的に働く作用を2つ答えよ。
- (2) エチレンが気体として作用する植物ホルモンであることを証明する実験を100字以内で述べよ。

〔3〕 次の文章を読み、以下の問い(問1～5)に答えよ。

自然界では、一般に雌親が産んだ子の全てが成体になることはなく、成長の過程で死亡する個体が多い。ある生物の出生後の時間経過とともに産まれた子の数がどのように減っていくかを示した表を **a** という。また **a** をグラフにしたものを **b** という。表1は、ナミアゲハ(チョウの1種)の雌成虫に卵を産ませて、その卵をミカン園のミカンの葉に付着させて、その後の発育と個体数の変化を調べた結果をまとめた **a** である。これをみると、成虫期を除いて、死亡率が最も高いのは **c** で、次いで **d** の死亡率が高かった。ミカン園で観察したところ、**d** の死亡は、小型の寄生蜂によるものが多く、**c** では、アシナガバチ類によって捕食されるものが多かった。

b のかたちは、生物種によって様々であるが、大きく分けると図1のように三つの型に区分される。A型は幼齢時に死亡率が **e** く、B型は死亡率が生涯を通じてほぼ **f** で、C型は幼齢時に死亡率が **g** い。

問1 **a** ~ **g** に最も適切な語句を入れよ。

問2 表1の①～④の空欄を埋めよ。

問3 下線部①のアシナガバチ類による捕食がどの程度生じているのかを確認するために実験をしたい。どのような実験をすることでアシナガバチ類の捕食の程度を知ることができるか。40字以内で答えよ。

問4 次の生物のうち、A型をしめすと考えられる動物をすべて選び記号を答えよ。

- i. ニホンザル, ii. マイワシ, iii. マンボウ, iv. トノサマガエル,
- v. ハツカネズミ, vi. セイヨウミツバチ, vii. ヒト

問5 A型をしめす生物とC型をしめす生物では、生活のしかたが異なる。その違いについて **b** の違いと関連させて100字以内で答えよ。

表1 ナミアゲハの **a**

発育段階	はじめの生存数	期間内の死亡数	期間内の死亡率(%)
卵	960	580	①
一齢幼虫	380	②	55.0
二齢幼虫	171	86	50.3
三齢幼虫	③	55	④
四齢幼虫	30	10	33.3
五齢幼虫	20	6	30
蛹	14	6	42.9
成虫	8	8	100

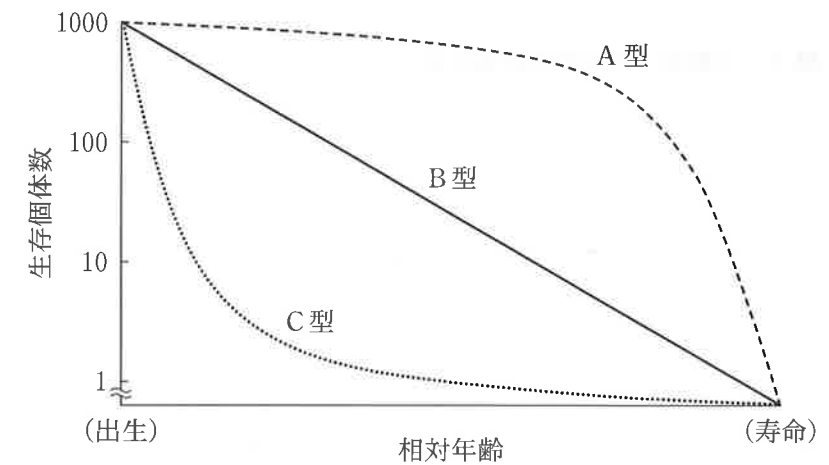


図1 **b**の3つの型