

科目	生 物
----	-----

理学部・医学部・工学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題は、問題冊子の1ページから20ページにわたっています。
3. 解答用紙は6枚、下書き用紙は4枚で、問題冊子とは別になっています。
4. 問題冊子、解答用紙、下書き用紙が不備な場合は、直ちに監督者に申し出て下さい。
5. 志望学部と受験番号(2カ所)は、すべての解答用紙の所定の欄に記入して下さい。
6. 解答は、すべて横書きとし、解答用紙の所定の欄に記入してください。解答用紙の所定の欄以外に記入した場合は、採点の対象となりません。
7. 問題は、**1** ~ **6** の6問あります。ただし、**5** と **6** については、どちらか1問を選択して解答して下さい。また、**5** と **6** のうち選んだ方の解答用紙には、所定の欄(選択欄)に○印をつけて下さい。所定の選択欄は問題番号の右横にあります。どちらにも○印をつけた場合や、どちらにも○印をつけなかった場合には、この2問は両方とも0点となります。
8. 試験終了時に、解答用紙を6枚すべて提出してください。問題冊子と下書き用紙は、持ち帰ってください。

1 ニューロンの新生に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

19世紀初頭にラモニ・カハールは、哺乳類の脳ではニューロンは胎児期にしか生まれないと主張し、それ以来これが常識となっていた。しかし近年になり、以下に示す方法により、哺乳類の成体でも脳の特定の部位ではニューロンが新たに生み出され続けていることが明らかにされた。

RNAとDNAを比較すると、塩基の はRNAにだけ、 はDNAにだけあるため、 が結合したデオキシリボースは細胞が分裂する際にDNAに取り込まれる。従ってこの物質を放射性同位元素であるトリチウムで標識した後に動物に投与し、しばらくしてから組織を取り出しオートラジオグラフィ法(放射性物質を検出し画像化する方法)を用いて調べれば、投与後にその物質をゲノムDNA内に取り込んだ細胞、すなわち分裂した可能性の高い細胞があるかどうか分かる。1960年代になり、この方法を用いて成体の脳内でニューロンが新生することが初めて明らかにされた。

その後、 にデオキシリボースが結合した物質に類似した、プロモデオキシウリジン(以下BrdUと略)がニューロン新生の検出に使われるようになり、この分野の研究が飛躍的に進んだ。これは、BrdUが人工的に合成でき、また、放射性同位元素で標識しなくても簡便に新生ニューロンを検出できるためであった。例えば生きたラットの血液中にBrdUを投与すると、脳全体へと運ばれる。投与後に分裂した細胞は、ゲノムDNA内にBrdUを取り込むことになる。BrdUに特異的に結合する抗体を蛍光色素で標識して脳組織に作用させれば、BrdUを取り込んだ細胞を可視化できる。さらに新生ニューロンの検出には、レトロウイルス(RNAウイルスの仲間)による外来遺伝子導入を利用する方法もある。たとえばマウス白血病ウイルスなどのレトロウイルスはRNAを鋳型にDNAを合成する 酵素を持つため、あらかじめウイルスに緑色蛍光タンパク質(以下GFPと略)遺伝子を組み込んでから宿主動物に感染させると、細胞のゲノムDNA内にGFP遺伝子が導入される。これらのレトロウイルスによる外来遺伝子の組み込みは宿主細胞の分裂期にのみ起こるので、GFPの蛍光を発するニューロンはウイルス感染後に新生した細胞とみなすことができる。

問1. 文中の ～ に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、投与物質がゲノムDNA内に取り込まれる細胞周期の時期を、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

(ア) G₁ 期 (イ) S 期 (ウ) G₂ 期 (エ) M 期

問 3. 図 1 は、蛍光の認められる新生ニューロンである。図中の白矢印は細胞体、白星印は 2 本の樹状突起である。このニューロンは BrdU とレトロウイルスのどちらを用いて同定したものを答え、その理由を 30 字以内で説明しなさい。

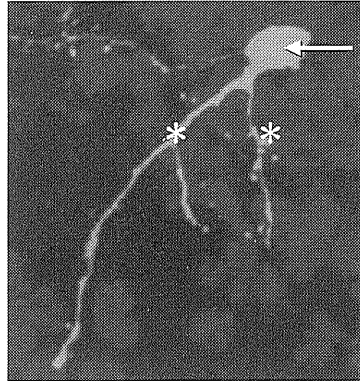


図 1

問 4. 下線部②を調べるために、細胞の DNA を抽出・精製したものを鋳型に、PCR 法で GFP 遺伝子の増幅を行った。次の文章を読み、下の問い(1)~(4)に答えなさい。

PCR を行うために、抽出・精製した細胞の DNA に加えて、酵素、DNA の材料となる 4 種類の化合物、GFP 遺伝子の 2 本鎖の末端それぞれに相補的な短い DNA 鎖を含む反応混合液を調製した。これを、94℃で 30 秒、55℃で 30 秒、72℃で 60 秒という温度変化を 20 回繰り返すことで反応を行った。反応後、反応液の一部を採取して、寒天ゲルで電気泳動を行い、DNA の増幅を確認した。

- (1) 下線部③の PCR 法で使用される酵素の一般的な名称を答えなさい。また、PCR 法には、ある特殊な微生物に由来する酵素を用いる。この酵素がもつ哺乳類などの酵素にない特性は何か、10 字以内で答えなさい。
- (2) 下線部④の短い DNA 鎖の名称を答え、どのような働きをするか、40 字以内で答えなさい。
- (3) 下線部⑤の 94℃、55℃、72℃の時にはどのような反応が起こっているか、それぞれを 20 字以内(94℃)、40 字以内(55℃)、40 字以内(72℃)で答えなさい。
- (4) 下線部⑤の結果、材料が十分にある場合、GFP 遺伝子はもとの何倍に増幅されるか、理論上最も近い値を次の(ア)~(エ)から 1 つ選び、記号で答えなさい。
(ア) 1,000 倍 (イ) 10,000 倍 (ウ) 100,000 倍 (エ) 1,000,000 倍

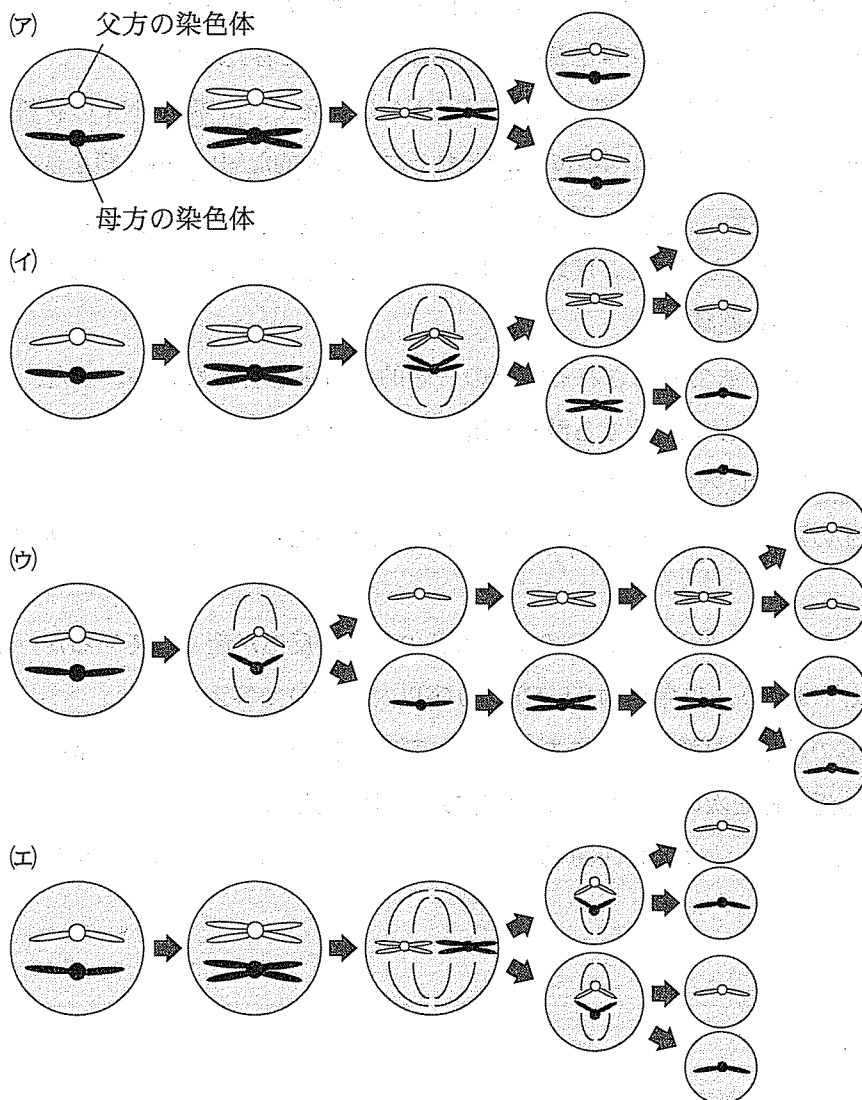
2

動物の発生に関する次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

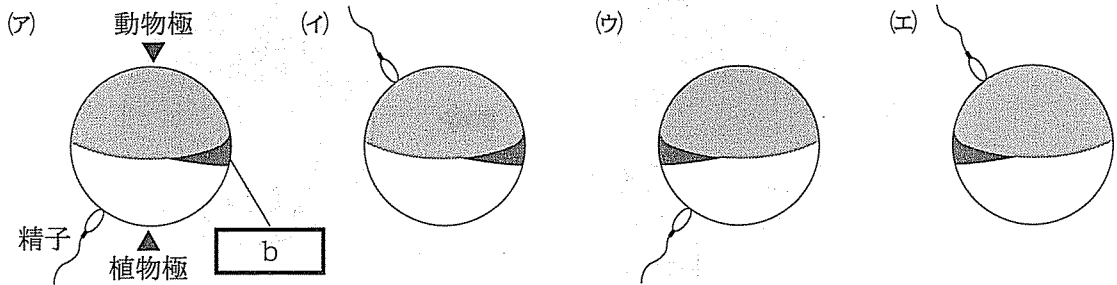
多くの動物の発生は、配偶子が異性間で融合する **a** 生殖によって開始する。アフリカツメガエルの配偶子である雄の精子と雌の卵を顕微鏡下で人工授精すると、精子が卵に侵入し、
 表層の回転が起こって卵に **b** が形成された。受精卵は分裂を繰り返して割球の数を増やし、
 胚の内側に **c** と呼ばれる細胞のない空間が生じた。内側に **c** が形成されると、
b の一部が胚の内側に向かって陥入し、くぼみがしだいに拡大した。その後、分裂した細胞は様々な機能をもつ細胞に分化し、形態形成が進行した。

問1. 文中の **a** ~ **c** に最も適切な語を記入しなさい。

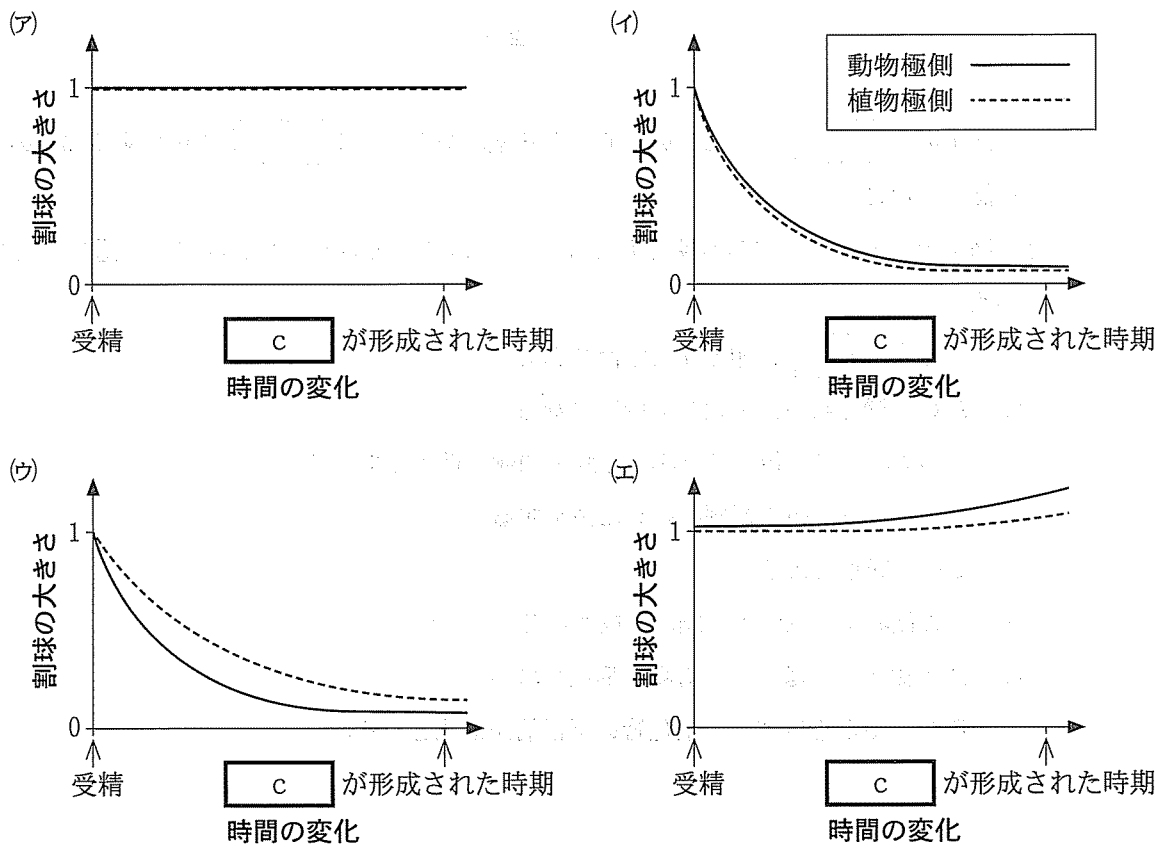
問2. 下線部①に関して、配偶子が作られる際の細胞分裂における、染色体のふるまいとして最も適切な図はどれか、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。



問 3. 下線部②に関して、精子の卵への侵入位置と b の形成される位置の関係として最も適切な図はどれか、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。



問 4. 下線部③に関して、受精から c の形成される時期までのアフリカツメガエルの発生過程において、動物極側と植物極側の割球の大きさの変遷を表す最も適切なグラフはどれか、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。なお、グラフの縦軸は受精卵の大きさを1とし、グラフの横軸は時間変化を表す。



問 5. 下線部④に関して、くぼみが拡大していく時期の胚の外観と断面図を図 1 に示す。

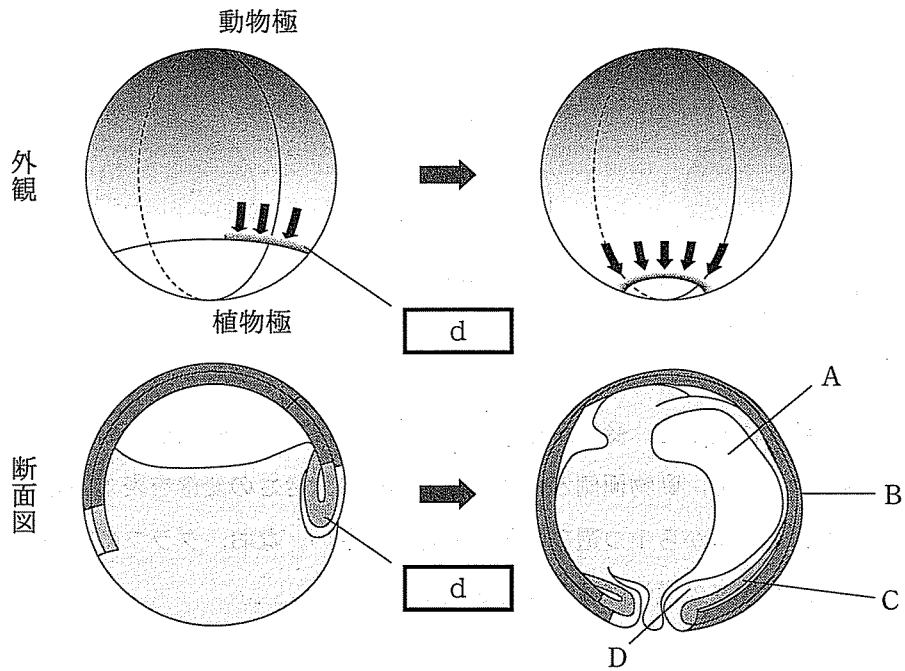


図 1

- (1) 図 1 の はくぼみの上側にある領域である。 に相当する部分の名称を記入しなさい。
- (2) 図 1 の A～D に関する説明として正しいものを、次の(ア)～(ク)からすべて選び、記号で答えなさい。
- (ア) A は に相当する空間である。
 - (イ) A の空間は将来、消化管の内腔になる。
 - (ウ) B の領域はこの後、くぼみから胚の内側に進入していく。
 - (エ) B の領域は、植物極側の割球に由来する。
 - (オ) C は中胚葉である。
 - (カ) C の領域からは将来、脳が形成される。
 - (キ) D の領域からは将来、腎臓が形成される。
 - (ク) D の領域からは将来、消化管の平滑筋が形成される。

問 6. 下線部⑤に関して、下記の2つの実験を行った。下の問い(1)~(3)に答えなさい。

【実験1】 c が形成された時期のアフリカツメガエルの胚を図2左の点線のように分離して図2のA~Dの条件で培養し、アニマルキャップからどのような組織が分化するか観察した。その結果、図2右のような結果が得られた。

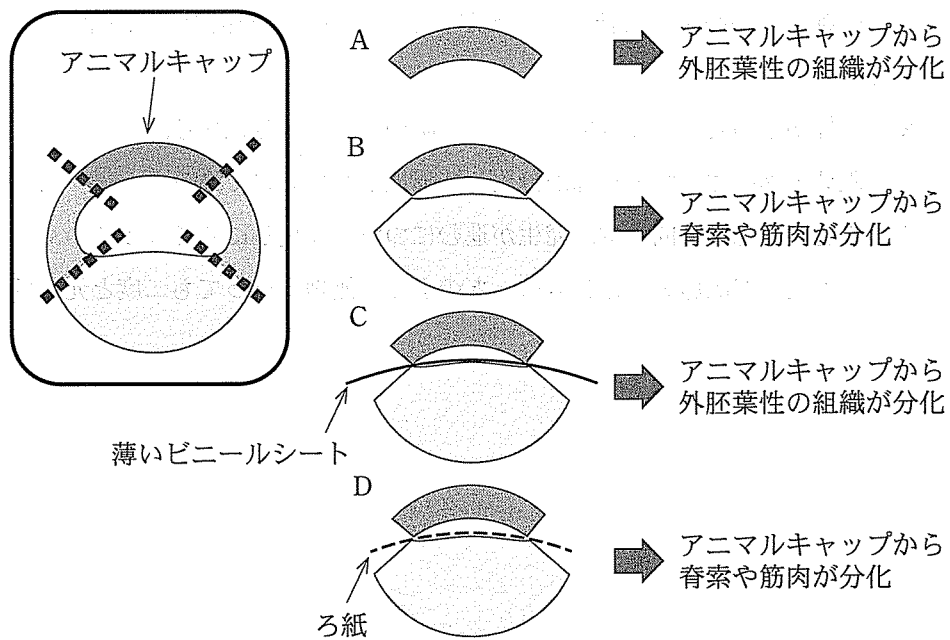


図2

- (1) 図2のAとBの結果からわかることを、分化、誘導、形成体という語を入れて、100字以内で説明しなさい。
- (2) 図2のBとCとDの結果からわかることを、60字以内で説明しなさい。

【実験2】 クシイモリで d が形成されて間もない時期の胚から d を切り取り、スジイモリの同じ時期の胚の腹側に移植すると、尾芽胚期のスジイモリに二次胚が観察された。

- (3) 形成された二次胚を調べた結果として最も適切なものを、次の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。
 - (ア) 二次胚の内胚葉の大部分は、クシイモリの細胞からできていた。
 - (イ) 二次胚の表皮と神経管の大部分は、クシイモリの細胞からできていた。
 - (ウ) 二次胚の脊索の大部分は、クシイモリの細胞からできていた。
 - (エ) 二次胚のすべての領域が、クシイモリの細胞からできていた。

問 7. 哺乳類の細胞の分化に関する説明として間違っているものを、次の(ア)~(ク)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) ほとんどの細胞は分化すると、その細胞の役割にとって必要のない遺伝子の DNA 配列を核から失う。
- (イ) 細胞が分化してそれぞれの役割を担うようになっても、細胞の形は変わらない。
- (ウ) 発生過程では、分裂してできた細胞がどのように分化するかは最初から決まっている。
- (エ) 幹細胞が細胞増殖を続けることができるのは、未分化な状態を維持しているためである。
- (オ) 眼杯からの誘導を受けて、表皮から眼のレンズが分化する。
- (カ) 眼球の網膜は、脳の一部が分化して形成されたものである。
- (キ) 細胞の分化の方向性は、発生が進むにつれて変更しにくくなっていく。
- (ク) 一度進んだ細胞の分化状態は、どのような処理を行っても二度と元に戻せない。

3 は、次のページから始まります。

3 被子植物の生殖に関する次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えなさい。

被子植物の雄性配偶子形成では、おしべの葯やくの中の多数の ($2n$)が減数分裂し、花粉四分子を経て花粉がつくられる。花粉の形成過程では、1回の核分裂と細胞膜形成によって、花粉管核をもった細胞に 細胞が含まれた花粉がつくられる。

めしべの先端(柱頭)に花粉が付着すると、花粉は花粉管を伸ばし、最終的に、受精が起きる。この際に被子植物は重複受精という受精様式をとる。

植物において花粉が正常に形成されず、花粉に生殖能力がないことを雄性不稔ふねんとよぶ。雄性不稔のうち細胞質雄性不稔には、細胞質に存在する遺伝子が関与することが明らかになっている。

一部の被子植物では、花の雌雄の生殖器官や配偶子が正常であっても、自分の花粉を受粉しても受精は成立しないという現象が知られている。この現象は、自家不和合性とよばれており、自家不和合性遺伝子(S遺伝子)が関わっている。S遺伝子は、 $S^1, S^2, S^3, \dots, S^n$ と表記される複対立遺伝子である。各遺伝子間には優劣はないものとする。S遺伝子からは、花粉側に存在するS遺伝子産物とめしべ側に存在するS遺伝子産物が作られる(S^1 遺伝子からは、花粉側の S^1 遺伝子産物とめしべ側の S^1 遺伝子産物が作られる)。花粉とめしべが同じ番号のS遺伝子産物を持っている場合は、その花粉では受精が成立しない。めしべでは、植物個体の遺伝子型に対応したS遺伝子産物が存在している(遺伝子型 S^1S^2 の植物のめしべには、遺伝子産物 S^1 と S^2 の両方の遺伝子産物が存在する)。花粉の場合、植物によって異なり、ナシでは、花粉の遺伝子型に対応したS遺伝子産物のみが花粉に存在している(遺伝子型 S^1 の花粉では、遺伝子産物 S^1 のみが存在する)。これに対して、アブラナでは花粉を作る植物個体の遺伝子型に対応したS遺伝子産物が花粉に存在している(遺伝子型 S^1S^2 の植物にできた花粉では、遺伝子産物 S^1 と S^2 の両方の遺伝子産物が存在する)。

問 1. 文中の と に最も適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①の重複受精とはどのような受精か、60字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部②に関して、植物細胞中で核以外の細胞小器官のうち、遺伝子を含むものの名称を2つ答えなさい。また、それらの機能を25字以内で答えなさい。

問 4. 下線部③について、次の問い(1)~(4)に答えなさい。

- (1) 花粉の S 遺伝子産物は、次の(ア)と(イ)のいずれかであると考えられている。ナシおよびアブラナの花粉の S 遺伝子産物は、それぞれ(ア)と(イ)のいずれと考えられるか、記号で答えなさい。
 - (ア) 葯の中の、花粉をとり囲む組織で合成され、花粉表面に分泌された花粉表面を覆う物質
 - (イ) 花粉自身により合成された花粉管内の物質
- (2) ナシにおいて、 S^1S^2 の遺伝子型をもつ植物からとった十分な量の花粉を、 S^1S^2 、 S^1S^3 、 S^3S^4 の各遺伝子型の植物個体のめしべにつけた。受精が成立するのは、どの遺伝子型の植物のめしべにおいてか、受精が成立する植物個体の S 遺伝子の遺伝子型をすべて答えなさい。また、受精成立後にできる胚の S 遺伝子の遺伝子型をすべて答えなさい。
- (3) アブラナにおいて、 S^1S^2 の遺伝子型をもつ植物からとった十分な量の花粉を、 S^1S^2 、 S^1S^3 、 S^3S^4 の各遺伝子型の植物個体のめしべにつけた。受精が成立するのは、どの遺伝子型の植物のめしべにおいてか、受精が成立する植物個体の S 遺伝子の遺伝子型をすべて答えなさい。また、受精成立後にできる胚の S 遺伝子の遺伝子型をすべて答えなさい。さらに、この胚から生育した植物を個体間で自由に交雑させた場合、受精が成立してできる次世代の胚の S 遺伝子の遺伝子型をすべて答えなさい。
- (4) 自家不和合性をもつ植物と、自家受粉(自家受精)のみによって子孫を増やしている植物との間で、後の世代の遺伝子の多様性が高いのは、自家不和合性をもつ植物の方であると考えられている。その理由を 60 字以内で説明しなさい。

4 神経系および感覚器官に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～8)に答えなさい。

〔A〕 ニューロンを含む多くの細胞は厚さ 程度の細胞膜をもつ。細胞膜は主に とタンパク質によってできている。 は、 性の頭部と、 性の尾部からなり、決まった配置をとることで安定な膜構造を保っている。
 性の層が存在するために、さまざまなイオンは細胞膜を容易に透過することはできない。しかし、ニューロンにおいては、 に従ったイオンの透過を可能とするイオンチャネルを開閉させたり、エネルギーを消費しながら に逆らったイオンの輸送を可能とする仕組みを働かせたりすることによって、細胞膜のイオン透過性や細胞内のイオン濃度が調節されている。

問 1. 文中の に最も適切な厚さを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 0.5 nm (イ) 5 nm (ウ) 0.5 μm (エ) 5 μm

問 2. 文中の ～ に最も適切な語を記入しなさい。

問 3. 下線部①の決まった配置として最も適切なものを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 頭部を互いに内側に向けた2層構造
 (イ) 尾部を互いに内側に向けた2層構造
 (ウ) 頭部と尾部を交互に内側に向けた構造
 (エ) 頭部と尾部が水平に連結した多層構造

問 4. 図1は、ニューロンの細胞内に挿入した電極によって記録される静止電位と活動電位を模式的に示したものである。A～Cのそれぞれの期間におけるイオンチャネルの働きとイオンの動きに関する記述として正しいものを、次の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) Aでは電位変化に依存しない K^+ チャネルが開いており、 K^+ が細胞の外から内へ流入する。
 (イ) Aでは電位変化に依存しない K^+ チャネルが開いており、 K^+ が細胞の内から外へ流出する。
 (ウ) Aでは電位変化に依存しない K^+ チャネルが閉じており、 K^+ は細胞膜を介して動かない。
 (エ) Bでは電位依存性 Na^+ チャネルが開いており、 Na^+ が細胞の外から内へ流入する。
 (オ) Cでは電位依存性 K^+ チャネルが開いており、 K^+ が細胞の外から内へ流入する。

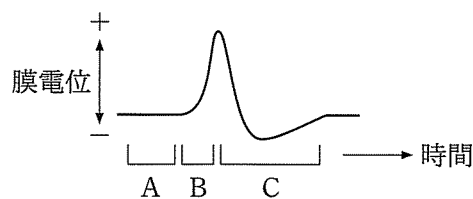


図1

問 5. 図 2 は、シナプスで連絡する 2 つのニューロンを模式的に示したものである。自然条件下においては多くの場合、活動電位は軸索小丘(軸索の起始部)で発生し、軸索の終末に向かって伝導していく(実線の矢印)。このような伝導が生じているとき、軸索の途中で逆方向に伝導する活動電位は発生しない(破線の矢印)。なぜ逆行性に伝導する活動電位が発生しないのか、70 字以内で説明しなさい。

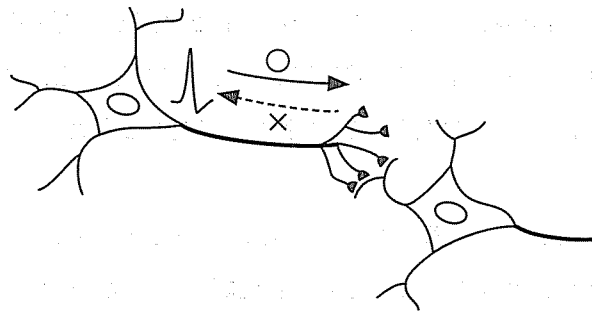


図 2

問 6. 図 3 は、有髄神経繊維と無髄神経繊維を模式的に描いたものである。次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) A, B のそれぞれの名称を答えなさい。
- (2) 軸索の直径が同じである場合、無髄神経繊維における興奮の伝導は有髄神経繊維における興奮の伝導より遅い。その理由を 60 字以内で説明しなさい。

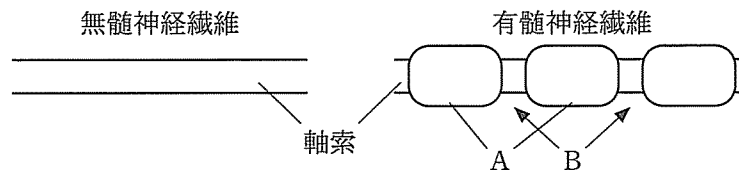


図 3

〔B〕 眼は、外界から光を取り入れて網膜上に像を結ばせ、その刺激を視神経を介して脳に情報として伝達するための受容器である。網膜には、光を敏感に受容する視細胞が一層に並んでいる。視細胞には、錐体細胞と桿体細胞かんたいの2種類がある。また、眼球に入る光の量が急に変化すると、しばらくして眼が慣れてきてからよく見えるようになる。

問 7. 下線部②に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 錐体細胞と桿体細胞の働きを、それぞれ 20 字以内で説明しなさい。
- (2) ニワトリはヒトと違って夜間にほとんど物を見ることができない。その理由を、錐体細胞と桿体細胞の割合に着目して 40 字以内で説明しなさい。

問 8. 下線部③に関して、明るい場所から暗い場所に入ると、しばらくはものがよく見えないが、やがて見えるようになる。このことに関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) このような眼の慣れを何とよぶか、答えなさい。
- (2) このような現象が起こる理由を、視細胞での変化に着目して 40 字以内で説明しなさい。

5 は、次のページから始まります。

選択問題 (選択する場合は、解答用紙の選択欄に○印をつけなさい。)

5 生物の集団に関する次の文章〔A〕、〔B〕を読み、下の問い(問1～7)に答えなさい。

〔A〕 高校生のAさんとBさんは、C先生の指導のもとに身近な動物について調べている。Aさんが道で拾ったモグラを解剖すると、胃の中から大量のミミズが見つかった。

Aさん：「土の中でミミズは落ち葉を食べて、モグラはミミズを捕食するわね。ミミズは一次 で、モグラは二次 でいいかしら？」

Bさん：「だけど落ち葉は生物の遺骸だろ？それを食べるミミズは だよ。」

Aさん：「それじゃ、 のミミズを捕食するモグラは何になるの。 が利用するのは か自分より低次の よ。 を食べる なんているのかしら？」

Bさん：「うーん、そんなこと教科書のどこにも載ってないなあ…」

C先生：「君たち待ちたまえ。ミミズは単純に落ち葉から栄養を取っているのじゃないかもしれないぞ。ミミズの体内にはたくさんの微生物が共生しているそうだからね。」

Aさん：「なるほど、ウシやシロアリと同じかもしれないというわけですね。」

Bさん：「ええと、その微生物は落ち葉を利用する だけど、ミミズとモグラは何になるだろう？」

Aさん：「生きたものを食べるんだから、やっぱりどちらも じゃない？」

C先生：「いやいや、微生物といっても1つじゃない。ウシやシロアリの体内でもいろいろな微生物が、食う者と食われる者の関係のようなさまざまな結びつきをもちながら暮らしている。^②ミミズの体内でも同じようになっているんじゃないのかな。」

Aさん：「でも、私たちの腸の中にもいろいろな微生物がいるじゃないですか。たいていの動物の体内に何か共生する微生物がいるとしたら、自然界で とか の役割を果たしているのはこの生物種だとか、単純にいえなくなるんじゃないですか。」

C先生：「うん、だからそれら個々の役割を果たしているのは、実は単一の種ではなくて、小さな群集か生態系と考えたほうがいいだろう。」

Bさん：「それこそ、教科書のどこにも載ってないですよ！」

問 1. 文中の a ~ c に当てはまる最も適切な語を記入しなさい。

問 2. 下線部①について、どのような点でミミズの体内の微生物と同じである可能性があるのか、100字以内で説明しなさい。

問 3. 下線部②において、食う者と食われる者の連鎖関係の中で生物に有害な化学物質の濃度が一方向に変わっていく現象が数多く知られている。例えば関東地方の土壌とミミズ、モグラにおける農薬 DDT (ジクロロジフェニルトリクロロエタン) の濃度が測定され、表 1 のような値が得られている。この現象の名称を何というか、答えなさい。また表中でモグラが(ア)~(ウ)のいずれにあたるか 1 つを選び、記号で答えなさい。

表 1 関東地方の土壌、ミミズ、モグラ(種名はアズマモグラ)の DDT 濃度*

測定対象	濃度(相対値)
(ア)	650-2050
(イ)	20
(ウ)	1

*モグラは肝臓から、他は全体から DDT を抽出して測定

〔B〕 一方、Bさんは図書館で草原に生息するトノサマバツタの生態について調べた。

Aさん：「モグラは環境の安定した地中にいて、個体数の変動も少ないそうだけど、変化の激しい環境で暮らす動物の個体数は変動が激しいそうね。」

Bさん：「そうなんだ。例えば、草原に生息するトノサマバツタの仲間だと、稀に大発生することがあって、面積あたり桁違いに高い密度でみられるようになる。さらに、幼虫が成長する時期の密度の違いによって、その後のからだの色や形、さらには行動が変化する現象が知られているらしいよ。密度が低い状態で育った個体を孤独相といい、高密度の状態が数世代続いた後の個体を群生相というそうだ。」

Aさん：「たった数世代でそんなに変化するなんて、すごいわね。」

Bさん：「そうだね、環境は急激に変化することがあるから、それに適応しているんだね。」

C先生：「君たち待ちたまえ。人間が引き起こす環境変化は、特に非常に速く進行することがある。例えば、変動の激しい環境には、しばしば外来生物が急速に侵入して、生態系に影響を及ぼすことが近年注目されている。人間の便利な生活と引きかえに、長い時間をかけて育まれてきた豊かな生物の多様性が失われつつあるんだ。」

Aさん：「安定した環境には、外来生物が侵入しにくいと考えていいのでしょうか。」

C先生：「まったく入らない訳でもないけどね。ここから先は、大学で勉強してくれたまえ。では、健闘を祈るよ。」

問 4. 下線部③の現象を何というか、答えなさい。

問 5. 下線部④の孤独相におけるトノサマバツタの形態および行動の説明として最も適切なものを、次の(ア)～(エ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) からだの長さに比べてはねが長く、移動力が大きい。
- (イ) からだの長さに比べてはねが長く、定住生活をする。
- (ウ) 後あしが長く、移動力が大きい。
- (エ) 後あしが長く、定住生活をする。

問 6. 下線部⑤の外来生物の日本における例を3つ答えなさい。

問 7. 下線部⑥について、生態系に対する外来生物の影響を群集構造に着目して100字以内で説明しなさい。

6 は、次のページから始まります。

選択問題 (選択する場合は、解答用紙の選択欄に○印をつけなさい。)

6 生物の進化と系統に関する次の文章を読み、下の問い(問1～6)に答えなさい。

生物の形質(表現型)に現れる進化の多くは、ダーウィンの提唱した自然選択によって方向づけられてきたと考えられている。一方、DNAの塩基配列など、生体分子レベルに見られる変異に注目すると、その多くは生存や繁殖に有利でも不利でもなく、集団内における変異の頻度が、世代を超えてランダムに変化する。このようなランダムな遺伝子頻度の変化を **a** という。**a** によっても進化が起きるとする、木村資生^{もとお}によって提唱された考えを **b** という。この考えは、DNAの塩基配列など、生体分子の違いに基づいた系統解析(分子系統解析)を行う上で、大いに役立っている。

分子系統解析が行われる以前には、生物の世界を5つに分ける **c** 説による分類が一般的に使われていた。しかし、分子系統解析が一般的になると、原核生物は大きく2つの異なる系統に分けられるようになった。原核生物の2つの系統のうち、乳酸菌などを含む系統は **d** とよばれ、メタン菌などを含む系統は **e** とよばれる。現在、地球上の生物は、大きく3つのドメイン(**d** と **e** と真核生物)に分けられている。

3つのドメインのうち、真核生物の分類体系はまだ細部にわたって合意されていないが、**c** 説で真核生物のうち単細胞の生物の多くが含まれていた **f** は、複数の異なる大系統群(スーパーグループ)に振り分けられた。動物界と菌界^②に分類されていた生物群は、オピストコンタという名称の大系統群にまとめられた。光合成を行う生物のうち、陸上植物(コケ植物、シダ植物、種子植物)と一部の藻類^③は1つの大系統群にまとめられたが、その他の藻類は、^④複数の大系統群に振り分けられることとなった。

問1. 文中の **a** ～ **f** に最も適切な語を記入しなさい。

問2. 下線部①に関して、自然選択による進化は、生物に適応をもたらしてきたと考えられている。生物に適応がもたらされるしくみを、100字以内で説明しなさい。

問3. 下線部②に関して、真核生物が出現した時代に最も近いものを、次の(ア)～(オ)から選び、記号で答えなさい。

- (ア) 約45億年前
- (イ) 約38億年前
- (ウ) 約21億年前
- (エ) 約5億4,000万年前
- (オ) 約6,500万年前

問 4. 下線部③に関して、次の(ア)~(カ)のうち、菌界に属する生物をすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 大腸菌
- (イ) ムラサキホコリカビ(変形菌)
- (ウ) キイロタマホコリカビ(細胞性粘菌)
- (エ) クモノスカビ(接合菌)
- (オ) シイタケ(担子菌)
- (カ) 出芽酵母(子のう菌)

問 5. 下線部④に関して、次の問い(1)と(2)に答えなさい。

- (1) 次の(ア)と(イ)の説明は、褐藻類、紅藻類、ケイ藻類、緑藻類、シャジクモ類のいずれの藻類について述べたものか、それぞれ答えなさい。
 - (ア) テングサなどクロロフィル a とフィコピリンをもつ主に多細胞の藻類
 - (イ) コンブやワカメなどクロロフィル a とクロロフィル c をもつ多細胞の藻類
- (2) シャジクモ類はいくつかの理由により、陸上植物に近縁な藻類と判断されている。その理由を 60 字以内で説明しなさい。

問 6. 生物の進化の説明として正しいものを、次の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 自然界における自然選択は長い年月をかけて行われるため、化石を通じてのみ、その作用を観察することができる。
- (イ) 自然選択による進化は、生物が環境に適応しようとする努力が、複数世代にわたって積み重なった結果おこる。
- (ウ) 集団内の遺伝子頻度が、世代を超えて安定に保たれている状態を遺伝子平衡(または遺伝的平衡)という。
- (エ) 個体間の変異のうち、遺伝しない変異は、進化の要因にはならない。
- (オ) ヒトの上肢、イヌの前肢、コウモリの翼、クジラの胸^{むなびれ}鰭のように、形や働きは異なっても、進化的な起源を同じくし、基本的な構造を共有する器官のことを相似器官という。