

# 令和5年度入学者選抜試験問題

理学部 理学科  
医学部 医学科  
工学部 化学・バイオ工学科  
農学部 食料生命環境学科

## 理 科

(生 物)

### 前 期 日 程

#### 注 意 事 項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子の本文は1ページから20ページまでです。
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明・落丁・乱丁、解答用紙の汚れなどに気が付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- 4 監督者の指示にしたがって、解答用紙に**大学受験番号**を正しく記入してください。  
**大学受験番号**が正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。
- 5 **理学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。**  
**医学部受験者は、第1問、第2問の2問を解答してください。**  
**工学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。**  
**農学部受験者は、第1問、第2問、第3問、第4問の4問を解答してください。**
- 6 字数制限のある設問では、指示がない限り**句読点や英数字も1字につき解答欄1マスを使い**解答してください。
- 7 試験終了後、問題冊子と下書き用紙は持ち帰ってください。





**第1問** つぎのAとBの文を読んで、問1～9に答えよ。

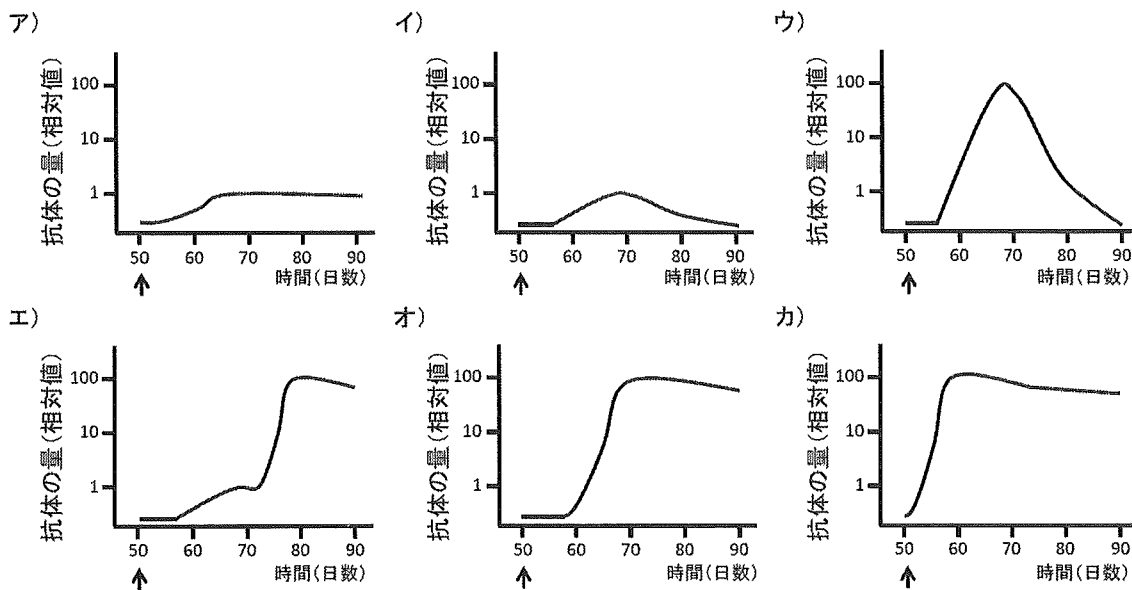
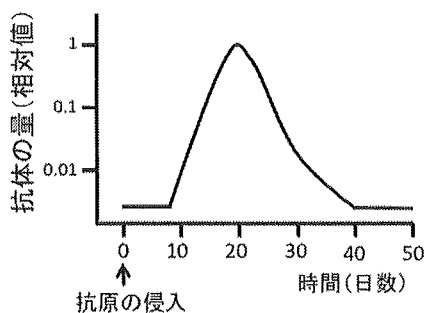
A ヒトの免疫には、生まれつき備わった  と異物の侵入後に獲得する適応（獲得）免疫がある。適応免疫がはたらくためには、異物を取り込んだ細胞が異物を分解し、その断片を細胞表面に提示する ①抗原提示が必要である。適応免疫には、ウイルスなどに感染した細胞をキラーT細胞が直接排除する細胞性免疫と、分泌された抗体により病原体を除去する  性免疫がある。抗体は  とよばれるタンパク質であり、H鎖とL鎖からなる。ヒトでは、H鎖の遺伝子の可変部をコードする部分に3つの領域V、D、Jがある。それぞれの領域には、似ているが異なる塩基配列をもつ部分（遺伝子の断片）がいくつも並んでいる。V、D、Jの領域には、それぞれ、51個、27個、6個の遺伝子の断片が確認されている。B細胞が成熟する過程で、細胞ごとにV、D、Jの各領域から遺伝子の断片がそれぞれ1つずつ選び出され、それ以外の遺伝子の断片を含む部分は除去される。

問1  ～  に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ う) にそれぞれ記せ。

問2 下線部①に関して、抗原をT細胞に提示するタンパク質の名称を解答欄に記せ。

問3 Aの文から、遺伝子の断片を選ぶことによって、H鎖の遺伝子の可変部をコードする部分の塩基配列を最大で何通りつくり出すことができるか、解答欄に記せ。ただし、遺伝子の断片が結合する部位には塩基の挿入や欠失が生じないものとし、対立遺伝子間の塩基配列の違いは考えなくてよい。

問 4 ある抗原がはじめてからだに侵入したのち、その抗原に対する血液中の抗体の量を測定したところ、下の図のようになった。抗原の侵入から 50 日経過後、同じ抗原が再び侵入して二次応答がおこったときの、その抗原に対する抗体の量の時間経過ともなう変化を示すグラフとしてもっとも適切なものはどれか。ア) ~ カ) から 1 つ選び、解答欄に記号で答えよ。なお、ア) ~ カ) は、抗体の量を下の図と同じ基準に対する相対値で示したグラフであり、グラフ中の矢印は 2 回目の抗原の侵入を示している。



問 5 二次応答がおこる免疫記憶のしくみを、以下の用語をすべて使い、100 字以内で説明せよ。

用語： B 細胞 T 細胞 一次応答

B 1つの遺伝子から複数種類のタンパク質をつくるしくみとして選択的スプライシングがある。遺伝子からタンパク質が合成される過程において、選択的スプライシングが起こっているかを調べる際には、細胞から mRNA を取り出し、逆転写というしくみを利用して mRNA と相補的な塩基配列をもつ DNA を合成する。この時、ウラシルに相補的な塩基はアデニンとなる。さらにこの DNA を鋳型とし、調べたい遺伝子に特異的な 1 本鎖 DNA をプライマーとして用いてポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) を行い、増幅された DNA がもつ塩基対の数を調べる。タンパク質 P をコードする遺伝子 P はヒトのゲノムの中に 1 つしかなく、この遺伝子には、塩基配列の異なる対立遺伝子はない。遺伝子 P からタンパク質 P が合成される際の選択的スプライシングについて調べるために、遺伝子 P 中の全てのエキソンの塩基配列を連結したもの (図 1) を準備した。図 1 をもとに、同一人物から得た 3 種類の細胞 X, Y, Z を用いて、実験 1 ~ 3 を行った。

実験 1 遺伝子 P から転写された mRNA を細胞 X と細胞 Y から取り出して逆転写し、細胞 X に由来する mRNA と相補的な塩基配列をもつ DNA の Px-cDNA と、細胞 Y に由来する mRNA と相補的な塩基配列をもつ DNA の Py-cDNA を合成した。Px-cDNA, または Py-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー b を用いて PCR を行った。プライマー a は、図 1 の 1 番目から 20 番目の塩基に結合するように作製し、プライマー b は、図 1 の 1478 番目から 1499 番目の塩基に結合するように作製した。その結果、Px-cDNA と Py-cDNA から、それぞれ 998 塩基対と 1499 塩基対をもつ DNA が増幅された。

実験 2 プライマー a と組み合わせて用いることで、図 1 中の 1 番目から 500 番目までの塩基配列をもつ DNA を増幅する、20 塩基のプライマー c を作製した。Px-cDNA, または Py-cDNA を鋳型として、プライマー a とプライマー c を用いて PCR を行ったところ、どちらを鋳型としても 500 塩基対をもつ DNA が増幅された。

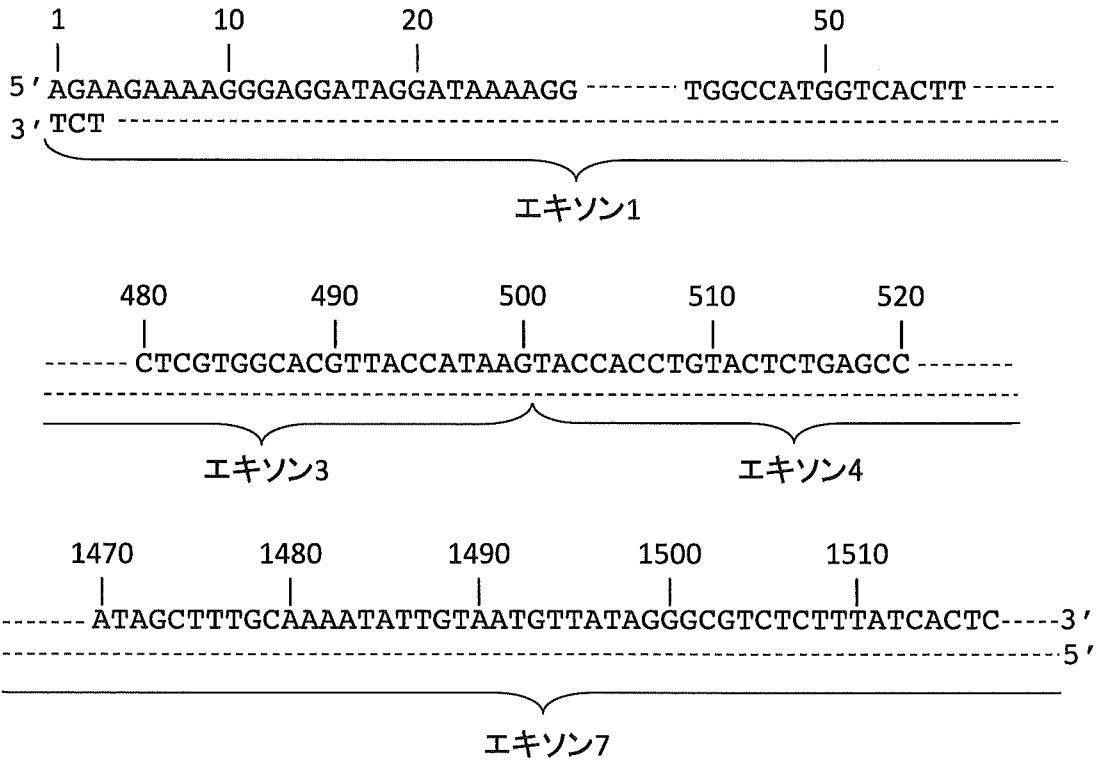


図1 遺伝子P中のすべてのエクソンを連結したときのDNAがもつ塩基配列の一部

遺伝子P中の7つのエクソンを、エクソン1からエクソン7の順にすべて連結したときのDNAがもつ塩基配列の一部を抜粋して示している。エクソン1の最初の塩基対を1番目とした。遺伝子PからmRNAが<sup>はつづ</sup>くられるときに、開始コドンの情報を与えるのは48番目から50番目の部位であり、終止コドンの情報を与えるのは1497番目から1499番目の部位である。破線は、塩基配列の表記を省略したことを示している。なお、エクソン3の塩基配列は500番目までであり、501番目からエクソン4の塩基配列となる。

問6 遺伝情報の翻訳に不可欠なRNAをmRNA以外に1つあげ、解答欄i)に記せ。また、その役割を解答欄ii)に記せ。

問7 実験1で用いたプライマーbの5'末端側の6塩基の配列は、「5'-CTATAA-3'」である。この表記法を用いて、プライマーaの5'末端から6塩基の配列と、プライマーcの5'末端から6塩基の配列を、それぞれ解答欄i)と解答欄ii)に記せ。

実験 3 遺伝子 P から転写された mRNA を、実験 1 と同じ人の細胞である細胞 Z から取り出して逆転写し、タンパク質 P の mRNA と相補的な塩基配列をもつ Pz-cDNA を作製した。Pz-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー b を用いて PCR を行ったところ、998 塩基対と 1499 塩基対をもつ、長さの異なる DNA が増幅された。このことから、Pz-cDNA には、Px-cDNA と同じ塩基配列をもつ DNA と Py-cDNA と同じ塩基配列をもつ DNA が含まれていると予想された。そこで、Pz-cDNA が Px-cDNA と同じ塩基配列をもつ DNA を含んでいることを確認するために、実験 1 と 2 の結果をもとに、Px-cDNA のみに存在する塩基配列に結合するプライマー d を新たに用意した。Pz-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行ったところ、510 塩基対をもつ DNA が増幅された。

問 8 つぎの 1) と 2) に答えよ。なお、遺伝子 P の各エクソンのそれぞれの塩基対の数は、エクソン 1 が 200 塩基対、エクソン 2 が 100 塩基対、エクソン 3 が 200 塩基対、エクソン 4 が 301 塩基対、エクソン 5 が 200 塩基対、エクソン 6 が 101 塩基対、エクソン 7 が 701 塩基対である。Py-cDNA がもつ塩基配列は、7つのエクソンのそれぞれがもつ塩基配列がすべて含まれている。また、挿入、欠失などをともなうスプライシング部位の変更はおこらず、7つのエクソン以外の新たなエクソンは生じないものとする。

1) 実験 1 および、図 1 とその説明から考えられる、細胞 X のタンパク質 P を構成するアミノ酸の総数と、細胞 Y のタンパク質 P を構成するアミノ酸の総数を、それぞれ解答欄 1) -i) と 1) -ii) に記せ。

2) プライマー d の塩基配列として適切なものは、ア) ~ オ) のどれか、解答欄 2) に記号で答えよ。

ア) エクソン 2 と 5 が連結する部分の塩基配列

イ) エクソン 3 と 5 が連結する部分の塩基配列

ウ) エクソン 3 と 6 が連結する部分の塩基配列

エ) エクソン 3 と 7 が連結する部分の塩基配列

オ) エクソン 4 と 5 が連結する部分の塩基配列



問 9 Pz-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行うと、Px-cDNA と同じ塩基配列をもつ DNA だけを増幅することができることをさらに確かめるためには、どのような実験が有効か。その実験と結果の組み合わせとして適切なものを、ア) ~ カ) からすべて選び記号で答えよ。

- ア) Px-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行い、510 塩基対の DNA が増幅されることを確認する。
- イ) Px-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行い、なにも増幅されないことを確認する。
- ウ) Py-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行い、510 塩基対の DNA が増幅されることを確認する。
- エ) Py-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー d を用いて PCR を行い、なにも増幅されないことを確認する。
- オ) Pz-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー c を用いて PCR を行い、500 塩基対の DNA が増幅されることを確認する。
- カ) Pz-cDNA を鋳型とし、プライマー a とプライマー c を用いて PCR を行い、なにも増幅されないことを確認する。

第2問 つぎのAとBの文を読んで、問1～9に答えよ。

A カエルの卵は受精すると発生を開始し、やがて原腸胚となる。原腸胚では原腸形成運動が起こって胚葉が区別できるようになる。その後、神経胚で①神経管の形成が起こり、尾芽胚となって各種器官の形成が進むと孵化してオタマジャクシになる。受精卵がもつ分化全能性（体を構成するすべての種類の細胞に分化することができる能力）は、胚の発生が正常に進んでオタマジャクシとなるためには欠くことができない。分化全能性と個体発生との関わりを調べるために、ヒョウガエルを用いて実験1を行った。

実験1 発生を開始させた卵から細いガラス管を用いて核を除去したところ、発生は全く進まなかった。発生を開始させた卵から同様にして核を除去し、胞胚の細胞の核、または神経胚の細胞の核を移植して観察した。この操作を多数の発生を開始した卵に対して行い、図1の結果を得た。

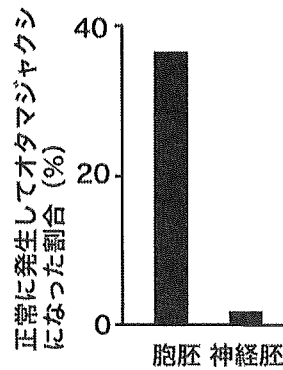


図1 胞胚または神経胚の細胞の核を移植したヒョウガエル卵の発生  
図中の胞胚と神経胚は、核を除去した後、それぞれの胚の細胞の核を移植した卵を示している。

問1 カエルにおいて、原腸が動物極付近まで形成されている胚を、原口を横切る面で切断した断面の模式図を解答欄に描け。さらに、外胚葉と、中胚葉、内胚葉、原腸、胞胚腔の位置を、それぞれの位置から模式図の外側に線を引き、名称を記すことによってすべて示せ。なお、模式図は動物極が上、植物極が下、原口が右となるようにすること。

問2 下線部①に関して、神経胚の背側の外胚葉に生じる平らな構造の名称を記せ。

問 3 実験 1 だけから胚の細胞の核についてわかることを、以下の ア) ~ カ) からすべて選び、記号で答えよ。なお、分化全能性は核が細胞に付与する性質である。

- ア) 胞胚から採取した一部の細胞の核は卵に分化全能性を付与できる。
- イ) 原腸胚から採取した一部の細胞の核は卵に分化全能性を付与できる。
- ウ) 神経胚から採取した一部の細胞の核は卵に分化全能性を付与できる。
- エ) 尾芽胚から採取した一部の細胞の核は卵に分化全能性を付与できる。
- オ) 分化全能性は原腸胚までに完全に失われる。
- カ) 分化全能性は尾芽胚までに完全に失われる。

問 4 哺乳類では、多分化能（さまざまな種類の細胞に分化できる能力）をもつ未分化な細胞を人工的に作製することができる。この人工的に作製することができる、多分化能をもった細胞の名称を 2 つあげ、解答欄 i) - 1 と ii) - 1 に記せ。また、解答欄 i) - 1 と ii) - 1 に記した細胞はどのような細胞を材料にして作製するか、i) - 1 に記した細胞については解答欄 i) - 2 に、ii) - 1 に記した細胞については解答欄 ii) - 2 に記せ。

B 胚発生の過程では、さまざまな遺伝子がそれぞれ異なる時期に、異なる位置の細胞で発現する。このような遺伝子発現の特徴は ②転写が調節されることによって生じることが多い。ニワトリの発生初期の胚では、体の側方に翼の原基である枝芽が生じる（図 2）。枝芽は体側部から突出して伸長し、やがて内部に将来の骨の原型となる軟骨が生じる。この時、先端部に生じる軟骨は、ニワトリの翼にある、前側から ①1番, 2番, 3番と番号づけされた3本の指の骨と対応している。それぞれの指が形成される位置は、図 3 で示すように、枝芽の発生初期に後端の細胞から分泌される信号分子（シグナル分子、情報伝達物質、またはリガンド）の ④濃度勾配によって決定されると考えられる。タンパク質 H は枝芽の発生初期に後端の細胞から分泌される信号分子である。⑤タンパク質 H がはたらいた細胞ではさまざまな遺伝子が発現し、やがて枝芽の先端部にそれぞれの指を特徴づける遺伝子が発現する。

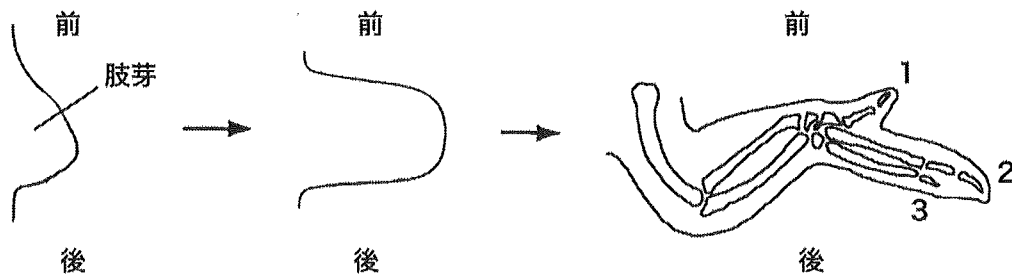


図2 ニワトリの翼の発生過程

数字は1～3番の指の位置を示している。

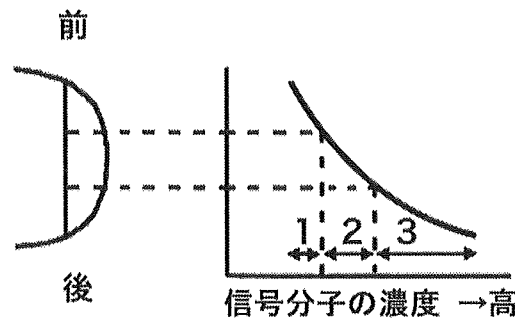
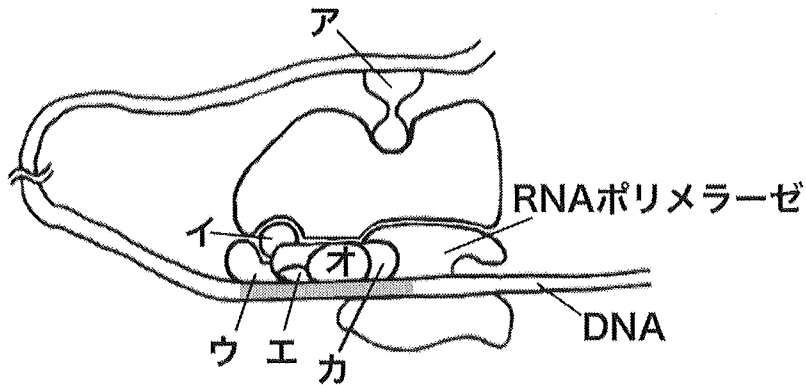


図3 1～3番の指が発生する位置の決定モデル

それぞれの指が発生する位置は、信号分子の濃度が枝芽内の位置によって異なることによって決定される。グラフは枝芽の後端の細胞から分泌された信号分子によって、グラフの左に描かれた枝芽の実線の位置に形成された濃度勾配を、数字は1～3番の指のそれぞれが形成される位置を指定する濃度範囲を示している。

問 5 下線部②に関連して、以下の図は真核細胞の核内で、ある遺伝子の mRNA の合成が始まる前の状態を模式的に示している。図中の ア ～ カ のうち基本転写因子をすべて選び、記号で答えよ。なお、図中の灰色の部分はこの遺伝子のプロモーターの位置を示している。



問 6 下線部③に関連して、マウスやニワトリの肢の発生において指が形成されるとき、将来の指となる領域にはさまれた部位の細胞では、細胞膜が保たれながら DNA が断片化し、その細胞はやがて萎縮して死滅する。このような細胞死を何とよぶか、記せ。

問 7 タンパク質 H を分泌する細胞を発生初期の肢芽の前端に移植したところ、移植した細胞は定着してタンパク質 H を分泌した。この肢芽を発生させたところ、肢芽が前後方向に広がり、発生した翼には、正常な 3 本の指の前側にさらに 3 本の指が過剰に形成された。過剰な指は、前側から順に 3 番、2 番、1 番の指と同じ特徴をもっていた。肢芽において、1 番、2 番、3 番のそれぞれの特徴をもつ指の位置が、図 3 で示したようなタンパク質 H の濃度勾配だけによって決定されたと仮定すると、前後方向に広がった肢芽ではどのようなことが起こったと推察されるか、以下の語句をすべて用いて 125 字以内で記せ。なお、肢芽の細胞は移植手術の操作のみによる影響を受けないものとする。

語句： 後端 濃度勾配

問 8 下線部④について、ショウジョウバエの胚発生において、将来の体のさまざまな構造が形成される位置を、濃度勾配によって指定するタンパク質の1つにビコイドがある。ビコイドに関する以下の 1) と 2) の問いに答えよ。

1) ビコイドの mRNA のように、卵が形成される時に mRNA やタンパク質として卵に蓄えられ、発生などに影響を与える物質、またはその mRNA やタンパク質の情報をもつ遺伝子を何とよぶか、どちらかの名称を記せ。

2) ショウジョウバエの胚発生では、ビコイドの濃度勾配に基づいて3つの遺伝子群に属する遺伝子が発現し、やがてホメオティック遺伝子群の各遺伝子が発現して、それぞれが発現する位置に特徴的な構造が形成されていく。ホメオティック遺伝子群より早く発現する3つの遺伝子群のうち、発現する時期が最も早いものの名称を記せ。

問 9 下線部⑤について、タンパク質 H はどのようなしくみで細胞にはたらき、標的遺伝子を発現させると考えられるか、ビコイドが標的遺伝子を発現させるしくみとの違いを含めて 100 字以内で記せ。

第3問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 真核細胞の細胞質基質にはタンパク質からなる繊維状の構造が存在し、細胞の形の保持や細胞の運動などに関与している。この構造を総称して  と呼ぶ。 は  , アクチンフィラメント, および微小管に分けられる。 は特に強度が高く, タンパク質が集合してできた繊維を束ねた構造をしており, 核膜の補強や, 細胞小器官の保持などの役割を果たしている。アクチンフィラメントは, アクチン分子が多数結合してできており, ミオシン分子と相互作用して  とよばれる, 植物細胞において葉緑体などの細胞小器官が方向性をもって移動する現象や, 筋収縮などの細胞内の運動に重要な役割を担っている。微小管は,  というタンパク質が多数結合してできている。ニューロンの軸索や樹状突起内には束となった微小管があり, ①微小管に沿って, 小胞や細胞小器官などが移動する。

問1 文中の  ～  に入る適切な用語を, 解答欄 あ)～え)にそれぞれ記せ。

問2 主に微小管で構成され, 細胞分裂にかかわる構造を2つあげ, その名称を解答欄に記せ。

問3 下線部①について, 小胞や細胞小器官と結合し, ATPが分解された際に得られるエネルギーを利用して, 小胞や細胞小器官を微小管に沿って一定方向に輸送するタンパク質を2つあげ, それぞれの名称を解答欄 i) に記せ。また, 微小管やアクチンフィラメントに沿って小胞や細胞小器官を輸送するタンパク質を総称して何とよぶか, 解答欄 ii) に記せ。

B 筋収縮は、筋繊維のサルコメア内でミオシンフィラメントを形成している多数のミオシン分子が頭部でアクチンフィラメントと結合し、ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントの間にすべり込むことによっておこる。アクチンフィラメントは、弛緩状態の筋繊維ではミオシンフィラメントのミオシン分子の頭部と結合できない。運動神経の活動電位が神経と筋肉の接合部のシナプスに到達し、②神経細胞から筋繊維に興奮が伝達されると、筋繊維に活動電位が発生して、筋原繊維を取り囲む筋小胞体からカルシウムイオンが放出される。その結果、③アクチンフィラメントはミオシン分子の頭部と結合できるようになる。一方、ミオシン分子の頭部は、結合している ATP を ADP とリン酸に分解することで立体構造を変化させて、アクチンフィラメントと結合する。頭部から ADP とリン酸が放出されると、ミオシン分子の頭部はもとの状態にもどると同時にアクチンフィラメントをたぐり寄せる。そしてミオシン分子の頭部は、再び ATP と結合すると、アクチンフィラメントから離れる。この変化が繰り返されてミオシンフィラメントがアクチンフィラメントの間にすべり込み、筋原繊維が収縮する。

問 4 下線部②について、興奮は運動神経の軸索から筋繊維にどのように伝達されるか、つぎの用語をすべて用いて 150 字以内で記せ。

用語： シナプス間隙 神経伝達物質 シナプス小胞 融合

問 5 下線部③において、カルシウムイオンの放出からミオシン分子の頭部がアクチンと結合できるようになるまでの過程を、つぎの用語をすべて用いて 125 字以内で記せ。

用語： 結合 弛緩状態 構造変化

C サルコメア内のアクチンフィラメントとミオシンフィラメントの相対的な位置と、筋繊維が発生する力の強さの関係を調べるために、以下の実験 1 と 2 を行った。

実験 1 ヨーロッパアカガエルの足から取り出した筋繊維を顕微鏡上に固定し、電気刺激を加えて発生した力を測定した(図 1)。これと同時に、筋繊維を顕微鏡で観察し、筋繊維表面にみられる筋原繊維の明帯と暗帯の長さを、マイクロメーターを用いて計測し、サルコメアの長さを算出した。その後、長さ調節装置で筋繊維の長さを少し変えて同じように測定し、これを繰り返して、筋繊維のサルコメアの長さで発生した力との関係を調べた。その結果、図 2 のグラフを得た。

なお、電気刺激は、細胞内のすべての筋原繊維が収縮するのに十分な強さであり、この刺激によりすべてのサルコメアは均一に収縮する。



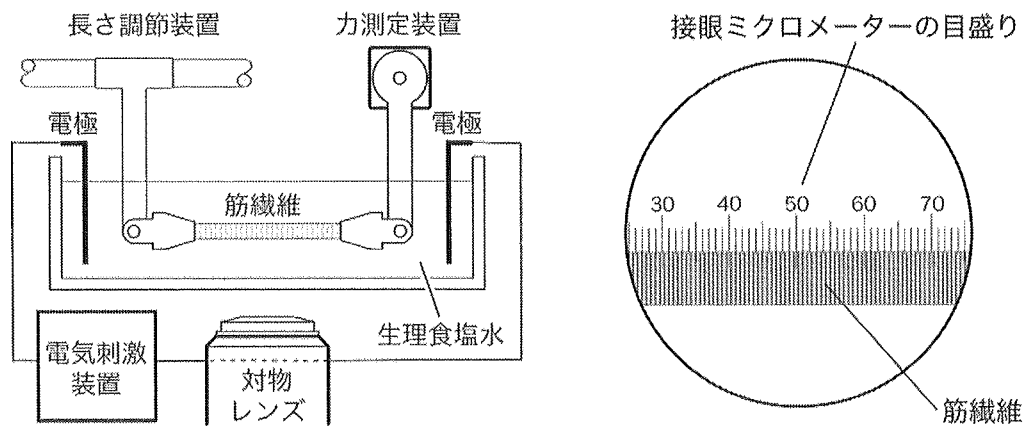


図1 発生した力とサルコメアの長さの測定

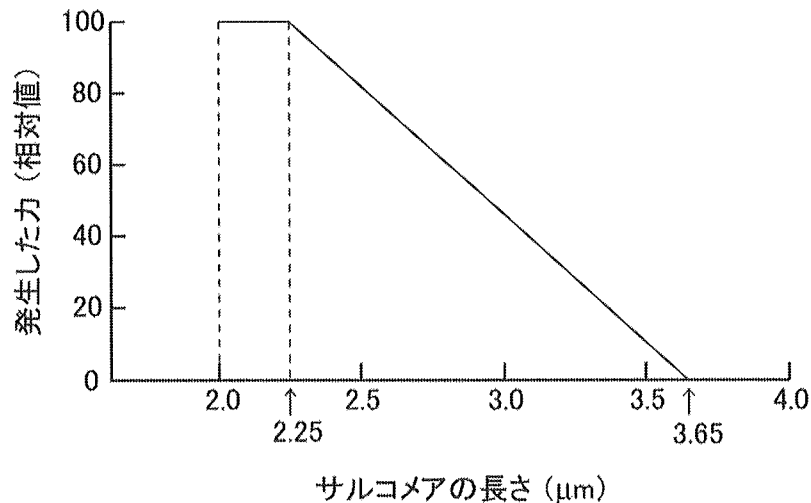


図2 サルコメアの長さで発生した力 (相対値) との関係

実験 2 実験 1 と同種のカエルの筋繊維を用いて、自然状態 (弛緩状態で外部から力の加わらない状態) を含むさまざまな状態の試料を作製し、電子顕微鏡を用いてサルコメアの状態を観察し、サルコメアの長さの測定を行った。その結果、サルコメアが図 3a の状態のとき、サルコメアの長さは  $2.0 \mu\text{m}$  であり、サルコメアが図 3b の状態のとき、サルコメアの長さは  $3.65 \mu\text{m}$  であった。また、自然状態のときのサルコメアは図 3c のように観察された。

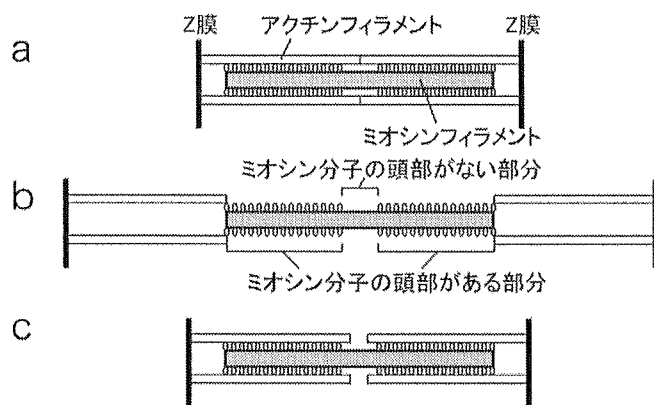
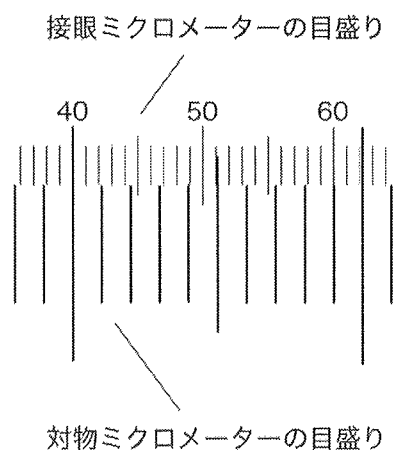


図3 異なる状態のサルコメアの模式図

a: サルコメアの長さが  $2.0 \mu\text{m}$  の状態 b: サルコメアの長さが  $3.65 \mu\text{m}$  の状態 c: 自然状態

問 6 i) 実験 1 の顕微鏡観察において、ある倍率における接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さ  
を決定するため、対物マイクロメーターをステージにのせてピントを合わせた。接眼マイクロメ  
ーターと対物マイクロメーターの目盛りが合致する 2 か所を探したところ、下の図のように、接眼ミ  
クロメーターの 40 と 60 の目盛りの位置で合致した。この倍率における接眼マイクロメーターの 1  
目盛りが示す長さ ( $\mu\text{m}$ ) を計算し、解答欄 i) に記せ。なお、観察には  $1\text{mm}$  を 100 等分した目  
盛りが付いた対物マイクロメーターを用いた。ただし、割り切れない値が出た場合には小数第三位  
を四捨五入し、小数第二位まで求めよ。



ii) i) と同じ顕微鏡を用いて同じ倍率で筋繊維を観察し、明帯と暗帯の境界部と接眼マイクロ  
メーターの目盛りが合致する 2 か所を探したところ、接眼マイクロメーターの 50 と 55 の目盛り  
が合致し、この 2 か所の間に暗帯と明帯がそれぞれ交互に 8 つずつ観察された。このときのサ  
ルコメア 1 つの長さ ( $\mu\text{m}$ ) を計算し、解答欄 ii) に記せ。ただし、割り切れない値が出た場合  
には小数第三位を四捨五入し、小数第二位まで求めよ。なお、すべてのサルコメアは長さが均  
等であるものとする。

問 7 実験 1 と 2 の結果から、つぎの i) ~ iii) の長さ ( $\mu\text{m}$ ) を計算し、解答欄 i) ~ iii) にそれぞれ記せ。ただし、Z 膜の厚さは考えないものとし、マイクロメーターを用いて算出したサルコメアの長さは、電子顕微鏡を用いて測定したサルコメアの長さに一致するものとする。

- i) アクチンフィラメント
- ii) ミオシンフィラメント
- iii) ミオシンフィラメントにおいて、ミオシン分子の頭部がない部分

問 8 以下の文は、実験 1 と 2 の結果から、サルコメアの長さが  $2.25 \sim 3.65 \mu\text{m}$  のとき、サルコメアが長くなるにつれて発生する力が減少する理由を示している。下の理由の文の  に入る語句として適切なものを、つぎの ア) ~ カ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

なお、マイクロメーターを用いて算出したサルコメアの長さは、電子顕微鏡を用いて測定したサルコメアの長さに一致するものとする。

理由： サルコメアの長さが長くなるにつれて、 するから。

- ア) ミオシン分子の頭部と結合できるアクチンフィラメントの数が増加
- イ) ミオシン分子の頭部と結合できるアクチンフィラメントの数が減少
- ウ) 頭部でアクチンフィラメントと結合できるミオシン分子の数が増加
- エ) 頭部でアクチンフィラメントと結合できるミオシン分子の数が減少
- オ) アクチンフィラメントの間にすべり込むミオシンフィラメントの数が増加
- カ) アクチンフィラメントの間にすべり込むミオシンフィラメントの数が減少

第4問 つぎのAとBの文を読んで、問1～9に答えよ。

A アリストテレスは、動くか否かで生物を動物と植物に大別した。このように、ある共通の特徴で生物の一部を別のものと区別してまとめることを  とよぶ。生物の  の基本となる単位は種である。いろいろな種を比較し、共通する特徴にもとづいて種をまとめたものを属という。属をさらにまとめていくと , , , ,  と次第に上位の階級となる。 よりさらに上位には、ドメインという階級も提案されている。このような階級を利用することで、生物を ①体系的に整理することができる。

標本にもとづいて生物の種名を明らかにすることを同定という。調べた生物が未知の種だった場合、その特徴をもとに国際的な規約にしたがって種名をあたえる。このような手続きによって決められた種名を  といい、②二名法で表現される。現在、 が与えられている種の数は約190万種であるが、地球上にはそれより多くの未知種が存在すると推定されている。

地球上のさまざまな環境にはさまざまな種が生息しており、生態系の構成要素となっている。生態系にさまざまな種が共存していることを種の多様性という。種の多様性が高い生態系では、食物網における , 一次 , 二次  などの栄養段階が発達し、その構造は複雑になる。種の多様性は、地球上における生物多様性を種という階層であらわしたものである。生物多様性は、③遺传的多様性(遺伝子の多様性)と生態系の多様性によってもあらわされる。

問1  ～  に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ え) にそれぞれ記せ。

問2  ～  に入る適切な用語を、解答欄 a) ～ e) にそれぞれ記せ。

問3 下線部①について、体系的な整理には生物の系統が反映されていることが望ましいが、形質をもとにした整理ではそうならないことがある。生物の系統が反映されていないのはどのような場合か、記せ。

問4 下線部②を確立した人物の名前を解答欄 i) に記せ。また、下線部②で種名を表現するとき用いられる2つの要素を、解答欄 ii) に記せ。

問5 下線部③について、遺传的多様性が高いと個体群は存続しやすくなると考えられるが、その理由をつぎの用語をすべて用いて、50字以内で記せ。

用語： 形質 生息環境

B 生物群集には複数の種が共存しており、互いにさまざまな関係がみられる。生物群集では、捕食者は1種の生物だけではなく、④複数の種の生物を捕食していることも多い。また、その捕食者自身も複数の種の生物に捕食されている。このような複数の種がかかわる被食者と捕食者の相互関係は、生物群集において多種が共存する要因の1つとなっている。一方で、外来生物の侵入と定着により、これまで存在しなかった被食者と捕食者の相互関係が生じ、外来生物からの捕食によって在来生物が絶滅の危機にさらされる場合がある。外来生物による在来生物の捕食が生じるとき、その在来生物の保全を進めるためには、外来生物による捕食の影響を小さくする必要がある。

ある島では、在来生物のハジロシロハラミズナギドリ（以下ミズナギドリ）と、外来生物のネコ（以下ネコ）とナンヨウネズミ（以下ネズミ）が生息している。ネコはミズナギドリを積極的に捕食し、さらにネズミも捕食する。ネズミは通常、果実などの植物質の餌を食べるが、植物質の餌が少ない場所ではミズナギドリのひなや卵を捕食する。ミズナギドリの保全に向けて、以下の実験を行った。ただし、この島にはミズナギドリと競争する生物や、ネコとネズミ以外に捕食によってミズナギドリの繁殖に影響をあたえる生物は生息していないものとする。

実験 1 島内の地区 X のネコとネズミが生息している場所において、ミズナギドリが繁殖を試みた巣を観察し、ひなが巣立ちまで成長した巣の割合を調べて繁殖成功率とし、ネコを駆除した（図1）。5年後に再びミズナギドリの繁殖成功率を調べると、ネコがいなくてもかかわらずむしろ低下した。その15年後では、繁殖成功率はさらに低下した。そこで、ネコがいなかったことを確認したうえでネズミを駆除したところ、1年後にミズナギドリの繁殖成功率はネコを駆除する前よりも上昇した。

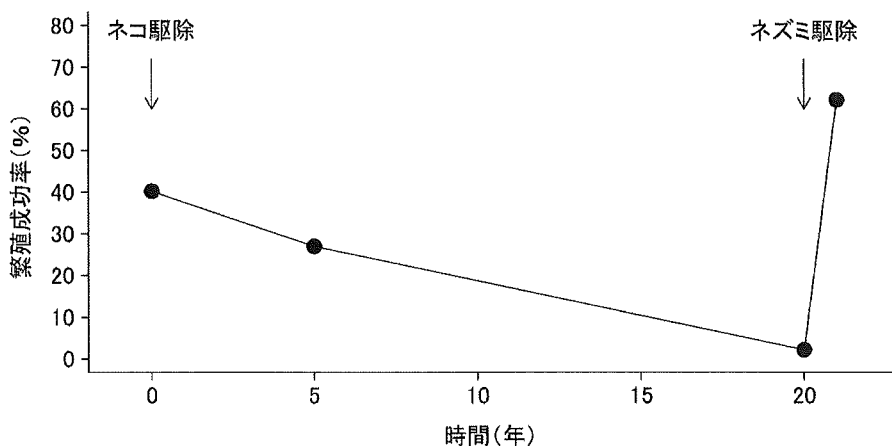


図1 ネコを駆除したとき、およびネコを駆除した後さらにネズミを駆除したときのミズナギドリの繁殖成功率の変化

0年の繁殖成功率はネコを駆除する前の値であり、20年の繁殖成功率はネズミを駆除する前の値である。

問 6 下線部④のような種の中には、キーストーン種とよばれる生物群集のバランスを保つ役割をもつ上位捕食者がいる。キーストーン種によって生物群集のバランスがどのように保たれるのか、つぎの用語をすべて用いて、75字以内で記せ。

用語： 被食者 種間競争

問 7 実験 1 において、ネコを駆除した後にミズナギドリの繁殖成功率が低下した理由を、75字以内で記せ。

問 8 実験 1 の結果から、地区 X のネコとネズミが生息している場所でミズナギドリの繁殖成功率を高めるために、ネコとネズミのどちらから対策を行うべきか検討した。しかし、実験 1 の結果だけからではネコとネズミのどちらを先に駆除するべきか判断することができなかった。なぜ判断できなかったのか、75字以内で記せ。

実験 2 島内の環境が異なる地区 X と地区 Y においてネコが生息していない場所に、それぞれネズミが生息している実験区とネズミを駆除した実験区を新たに設置した。1年後にこれらの実験区で、ネズミがミズナギドリの繁殖成功率に与える影響を調べたところ、図 2 の結果が得られた。

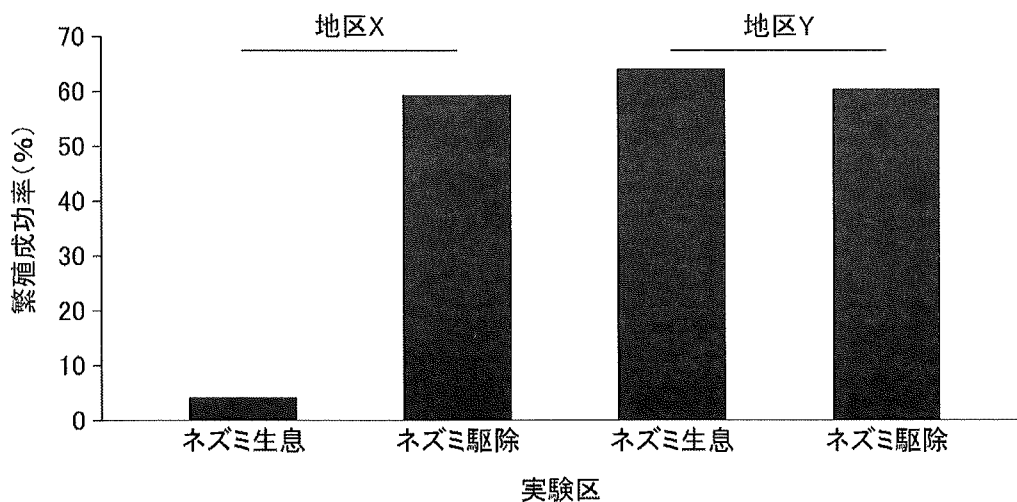


図 2 各実験区におけるミズナギドリの繁殖成功率  
各実験区は、地区 X と地区 Y のネコが生息していない場所に設置した。

問 9 B の文および実験 1 と 2 の結果から、地区 Y のネコとネズミが生息している場所において推察できることとして適切なものを、つぎの ア) ～ キ) からすべて選び、記号で答えよ。

- ア) ネズミによる捕食が、ミズナギドリの繁殖成功率に与える影響は小さい。
- イ) ネズミによる捕食が、ミズナギドリの繁殖成功率に与える影響は大きい。
- ウ) ネズミにとって植物質の餌が少ない。
- エ) ネズミにとって植物質の餌が多い。
- オ) ネコを駆除すると、ミズナギドリの繁殖成功率は低下する。
- カ) ネコを駆除すると、ミズナギドリの繁殖成功率は上昇する。
- キ) ネコを駆除しても、ミズナギドリの繁殖成功率は変わらない。

