

令和4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18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1～6に答えよ。

A すべての生物の基本単位である細胞は、細胞膜によって外界と隔てられている。すべての細胞は、構造の違いから と に分けられる。 や の一部には細胞壁をもつものがあり、①細胞壁は、細胞の形態や強度の維持を担っている。

の内部にはさまざまな細胞小器官があり、それぞれが特定のはたらきをもっている。植物の細胞の内部にある細胞小器官のうち、 は が、 は好気性細菌が それぞれ宿主の細胞にとりこまれて共生するうちに細胞小器官となったと考えられている。このような考えを細胞内共生説（共生説）という。

問1 ～ に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ お) にそれぞれ記せ。

問2 下線部①に関連して、細胞壁が細胞や組織の外形や強度の維持を担っている例として適切なものをつぎのア)～カ)からすべて選び、記号で答えよ。

- | | | |
|-------------|-----------|----------|
| ア) ニワトリの卵 | イ) イチョウの根 | ウ) ワラビの茎 |
| エ) ザリガニのはさみ | オ) ウイルスの殻 | カ) サメの骨 |

問3 下線部②に関して、2つの細胞小器官に共通する特徴のうち、細胞内共生説（共生説）を支持する根拠となっているものを1つあげ、解答欄に記せ。

B 植物において、伸長成長を促進するはたらきのある植物ホルモンとしてジベレリンが知られている。イネでは、馬鹿苗病菌ばかなえびょうきんに感染すると、植物体内でのジベレリンの量が過剰となり、徒長とちようとよばれる草丈が伸びすぎた状態になる。また、ジベレリンの合成を阻害する薬剤Uで処理したイネは、処理しなかったイネより草丈が伸びにくくなる（矮化わいか）。草丈の調節に関わる遺伝子のはたらきとジベレリンの関係を調べるために、正常な草丈に育つイネ（正常イネ）と、正常イネとは異なる草丈に育つ突然変異体a、突然変異体b、突然変異体c（以下、変異体a、変異体b、変異体cとする）を用いてつぎの実験1～3を行った。変異体aでは正常イネの遺伝子Aに、変異体bでは正常イネの遺伝子Bに、変異体cでは正常イネの遺伝子Cにそれぞれ劣性（潜性）の突然変異が生じており、それぞれの遺伝子が指定するタンパク質のはたらきが失われている。なお、遺伝子A、遺伝子B、遺伝子Cのそれぞれが指定するタンパク質A、タンパク質B、タンパク質Cは、ジベレリンの合成の過程や分解の過程、ジベレリンに対する応答の過程のいずれか1つにはたらくものとする。

実験 1 通常の条件で生育させた正常イネ，変異体 a，変異体 b，変異体 c の植物体内に含まれるジベレリンの量を測定したところ，変異体 a と変異体 c ではジベレリンの量が正常イネと比べて非常に少なかった。一方，変異体 b では正常イネと比べてジベレリンが過剰に蓄積していた。

実験 2 通常の条件で生育させた正常イネと変異体 a，変異体 b，変異体 c を用意し，それぞれを 3 つのグループに分けた。1 つのグループにはジベレリンを処理した（ジベレリン処理）。別の 1 つのグループにはジベレリンの合成を阻害する薬剤 U を処理した（薬剤 U 処理）。そして，残りのグループには何も処理をしなかった（無処理）。これらすべてをさらに一定期間生育させた後に，草丈を無処理の正常イネと比較した結果，つぎの表 1 の結果が得られた。

表 1 草丈に対するジベレリンまたは薬剤 U 処理の影響

| | 正常イネ | 変異体 a | 変異体 b | 変異体 c |
|---------|------|-------|-------|-------|
| 無処理 | 正常 | 徒長 | 矮化 | 矮化 |
| ジベレリン処理 | 徒長 | 徒長 | 矮化 | 徒長 |
| 薬剤 U 処理 | 矮化 | 徒長 | 矮化 | 矮化 |

実験 3 通常の条件で生育させた正常イネ，変異体 a，変異体 b，変異体 c において，タンパク質 A の蓄積量がジベレリンの処理によって実験前と比べ変化するかを調べたところ，つぎの表 2 の結果が得られた。

表 2 タンパク質 A の蓄積に対するジベレリン処理の影響

| | 正常イネ | 変異体 a | 変異体 b | 変異体 c |
|---------|------|-------|-------|-------|
| 実験前 | + | — | ++ | ++ |
| 無処理 | + | — | ++ | ++ |
| ジベレリン処理 | — | — | ++ | — |

＋：通常の条件で生育させた正常イネと同程度の蓄積量

++：通常の条件で生育させた正常イネより多い蓄積量

—：検出できない程度の蓄積量か，蓄積していない

問 4 実験 1 と 2 の結果より考えられるタンパク質 A のはたらきを説明する文として、もっとも適切なものをつぎの ア) ～ カ) より 1 つ選び、解答欄 i) に記号で答えよ。また、選んだ理由を、解答欄 ii) に 75 字以内で記せ。

- ア) ジベレリンを合成する反応を促進する。
- イ) ジベレリンを合成する反応を抑制する。
- ウ) ジベレリンを分解する反応を促進する。
- エ) ジベレリンを分解する反応を抑制する。
- オ) ジベレリンに対する応答を促進する。
- カ) ジベレリンに対する応答を抑制する。

問 5 実験 3 の結果より考えられるタンパク質 B のはたらきを説明する文として、もっとも適切なものをつぎの ア) ～ カ) より 1 つ選び、解答欄 i) に記号で答えよ。また、選んだ理由を、解答欄 ii) に 75 字以内で記せ。

- ア) ジベレリンを合成する反応を促進する。
- イ) ジベレリンを合成する反応を抑制する。
- ウ) ジベレリンを分解する反応を促進する。
- エ) ジベレリンを分解する反応を抑制する。
- オ) ジベレリンに対して応答したときにタンパク質 A の分解を促進する。
- カ) ジベレリンに対して応答したときにタンパク質 A の分解を抑制する。

問 6 変異体 a と変異体 c との交配を通じて、タンパク質 A とタンパク質 C の両方のはたらきが失われている変異体 ac を得た。実験 1 ～ 3 の結果から、変異体 ac を通常の条件で生育させたときの草丈はどのようになると考えられるか。解答欄に記せ。

第2問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～6に答えよ。

A 人体では、ある種の刺激に対して特定の反応が無意識に起こることがある。たとえば、高温の物体が手に触れると、手を無意識にすばやく引っ込める反応が起こる。また、空腹時に食べ物を見たり匂いをかいだりすることで、口の中に唾液が分泌される。これらのような反応を一般的に とよぶ。

は大脳における情報処理を介さずに中脳や延髄、あるいは にある中枢を介した経路で起こる。 が起こる時には、刺激を感知する受容器、受容器が受けた刺激を中枢へと伝える 神経、さらに中枢から筋肉などに指令を送る役割を担う 神経などからなる経路を ①興奮が伝わる。この経路全体のことを とよぶ。

問1 ～ に入る適切な用語を、解答欄 あ) ～ お) にそれぞれ記せ。

問2 Aの文の第1段落で述べられている現象の一例として、膝の関節のすぐ下の部分を軽く叩くと、意図せずに足が前に跳ね上がる現象がある。この現象をとくに何とよぶか、名称を記せ。

問3 下線部①に関連して、ニューロンが刺激を伝える一般的なしくみに関するつぎの ア) ～ エ) の説明のうち、誤っているものを1つ選び、記号で答えよ。

ア) 神経伝達物質は軸索の末端にあるシナプス小胞の内部に豊富に存在し、そこからシナプス間隙に放出されることでつぎのニューロンへと興奮が伝達される。

イ) 無髄神経繊維では、興奮がランビエ絞輪の部分飛び飛びに伝わっていく跳躍伝導が起こる。

ウ) 静止時(静止状態)のニューロンに細胞外から細胞内へと十分な量の Na^+ が流入すると、そのニューロンは興奮する。

エ) 活動電位を発生した直後の時期(不応期)には、その部位の軸索は活動電位を起こすことができないので、活動電位は軸索を後戻りしない。

B 骨格筋の収縮のようすを記録するために、カエルの足の筋肉をそこにつながる神経とつながったまま摘出した標本(神経筋標本)を作製した。この標本の筋肉の両端を実験装置に固定することで、筋肉の収縮の度合いをペンの動きに変換し、用紙上に記録した(図1)。刺激の頻度や回数の違いが筋肉の収縮に与える影響を調べるために、標本の神経を図1で示した部位で刺激し、時間とともに筋肉の収縮がどのように変化するかを観察した。

初めに ②単発の刺激を与えた。その後しばらくしてから 15 回/秒の頻度で 6 回の刺激を与え、さらにしばらくした後に ③30 回/秒の頻度で 12 回の刺激を与えた。なお、1 回ずつの刺激の強さはすべて同じであったものとする。

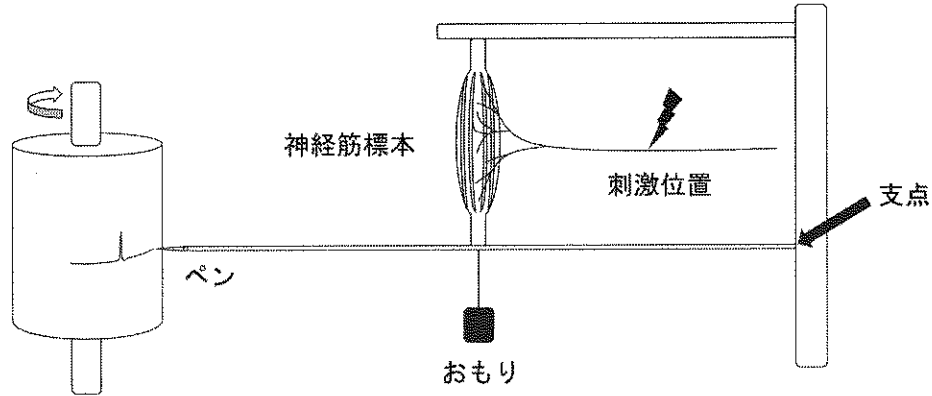
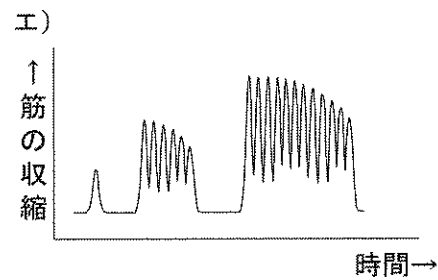
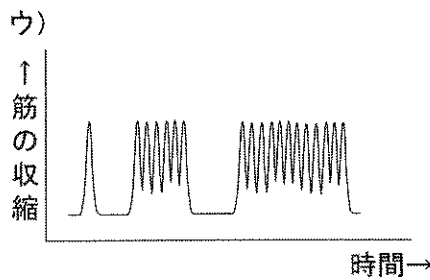
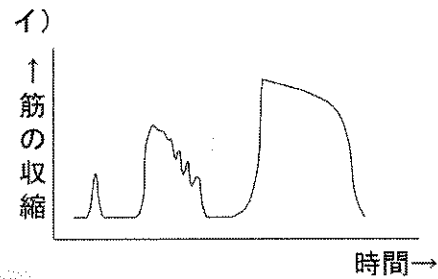
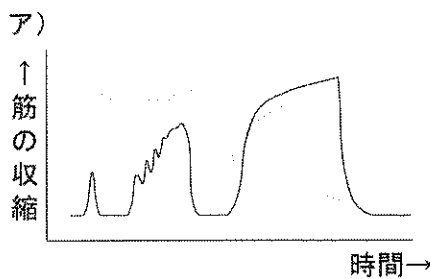


図 1 神経筋標本を用いた実験の模式図

問 4 B の文で記した一連の刺激によって筋の収縮がどのように変化したかを示したグラフとしてもっとも適切なものを、つぎの ア) ~ エ) の中から 1 つ選び、解答欄 i) に記号で答えよ。また、下線部②の時に起こった骨格筋の収縮を何とよぶか、解答欄 ii) に記せ。さらに、下線部③の時に起こった骨格筋の収縮を何とよぶか、解答欄 iii) に記せ。



C 魚類では、大きな音や視覚刺激などに応じて、刺激が提示された方向と反対の方向に向かってすばやく方向転換を行う「^{きょうかく}驚愕反応」とよばれる行動が知られている（図 2）。魚類の驚愕反応にはさまざまな種類のニューロンが関わっており、そのしくみの一部を簡略化して示したのが図 3 である。これらのニューロンには興奮性のものと抑制性のものがあり、興奮性のニューロンは伝達先のニューロンを興奮させるのに対し、抑制性のニューロンは伝達先のニューロンの興奮を抑えるはたらきをしている。ニューロン A とニューロン B はからだの左右に一对存在する興奮性のニューロンであり、ニューロン C はからだの左右に一对存在する抑制性のニューロンである。

聴覚の受容器の興奮を伝える神経は左右同じ側のニューロン A とニューロン C に興奮を伝達している。ニューロン A の軸索は左右反対側のニューロン B と、左右同じ側のニューロン C に興奮を伝達する。ニューロン B は左右同じ側の胴体側面の骨格筋に軸索を伸ばしており、この骨格筋を収縮させることで、方向転換の運動を発生させる。ニューロン C は左右同じ側のニューロン B と、左右反対側のニューロン A に軸索を伸ばしており、これらのニューロンの興奮を抑制する。

一般的な魚類の驚愕反応では、左側から音刺激が提示された場合、左側のニューロン A が右側のニューロン A よりもわずかに早いタイミングで伝達された刺激を受けとることでより早く、より大きく反応する。その結果、胴体の右側の骨格筋を強く収縮させることで、音刺激とは反対方向である右側へとすばやく方向転換を行うと考えられている。

音刺激による驚愕反応と各ニューロンの関係について調べるために、つぎの実験 1 と 2 を行った。なお、実験では図 3 に示した細胞群のみを考えることとし、これらの細胞のはたらきのみで驚愕反応が起こるものとする。

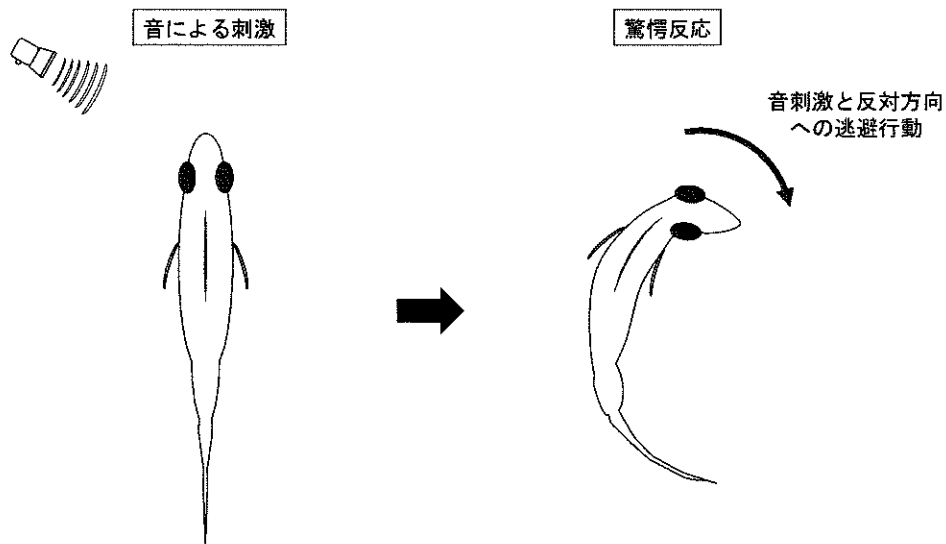


図 2 音刺激による驚愕反応

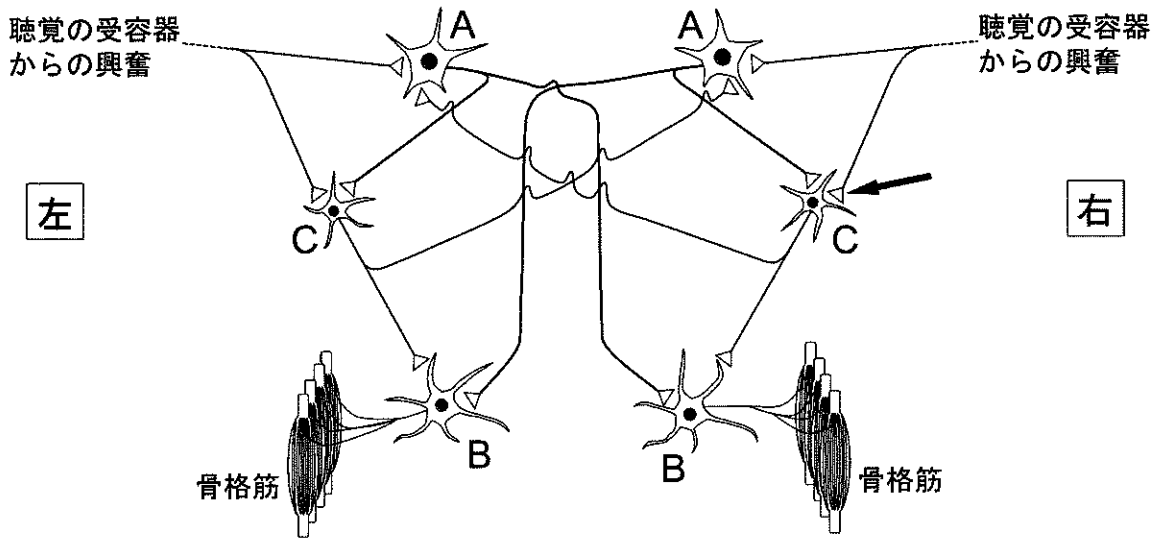


図 3 驚愕反応に関わるニューロンと骨格筋

図中の矢印が示す三角形、およびそれと同形状のものはすべて軸索の末端を表している。

A ~ C の記号はニューロン A ~ C の細胞体を示している。

聴覚の受容器から神経へと興奮が伝わる経路は一部が省略されており、省略されている部分は点線で表示されている。

実験 1 ある魚類の^{ふか}孵化後数日たった幼体を準備し、処理群と対照群に分けた。処理群では各個体の左側のニューロン C をレーザー照射によって破壊した。対照群の個体には何も処置をせずに、両方のグループをしばらく飼育した後に実験に使用した。

安定的に細胞内の電位を記録するために、骨格筋は動かないが神経活動には影響しないような麻酔を行うことでからだを固定し、左右のニューロン A の細胞体に電極を挿入して細胞内の電位を記録した。対照群の個体を用いて、左側からある一定時間の長さの音刺激を与えると、右側のニューロン A は左側のニューロン A に比べて興奮の持続時間が短かった。処理群の個体にも同様に左側から音刺激を与えて比較すると、右側のニューロン A の興奮の持続時間は処理群の方が対照群よりも長かった。

実験 2 実験 1 と同様に、レーザーで左側のニューロン C を破壊した処理群と破壊処理を行っていない対照群を準備して、音刺激による驚愕反応の違いを高速な動きを記録することが可能なビデオカメラで撮影した。対照群の個体では、音刺激を右側から与えた時も左側から与えた時も、方向転換の角度に大きな違いは見られなかった。

一方、処理群の個体では、右側および左側から音刺激を与えて比較すると、左側への方向転換の角度に比べて右側への方向転換の角度が小さかった。

問 5 C の文と実験 1 および 2 の結果だけにもとづいて、実験 2 における処理群の個体にみられる特徴としてもっとも適切なものを、つぎの ア) ~ エ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

ア) 対照群の個体と比べて、左側からの音刺激に対する右側のニューロン C の興奮の持続時間が短い。

イ) 対照群の個体と比べて、左側からの音刺激に対する右側のニューロン A の興奮の持続時間が短い。

ウ) 対照群の個体と比べて、左側からの音刺激に対する左側のニューロン B の興奮の持続時間が長い。

エ) 対照群の個体と比べて、左側からの音刺激に対する左側の胴体の骨格筋の収縮が弱い。

問 6 実験 2 の処理群の個体においては、驚愕反応による左右の方向転換の角度に違いが生じた。その理由を、C の文と実験 1 および 2 の結果だけにもとづいて推察し、つぎの語句をすべて用いて 150 字以内で記せ。

語句： 骨格筋 興奮 抑制 ニューロン C

第3問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～7に答えよ。

A 被子植物の器官は、大きく、根、葉、茎に分けられる。根と茎それぞれの先端部には、細胞分裂がさかんに生じている と が存在する。このうち、 の一部が花芽へと分化して花が形成される。一般に、花は外側から中心に向かって , , , という4種類の器官からなる複合器官である。シロイヌナズナの突然変異体の研究などから、これらの器官への分化には3種類のホメオティック遺伝子(Aクラス、Bクラス、Cクラス)が関わっていることが明らかになっている。これらのホメオティック遺伝子による花の器官分化の制御のしくみはABCモデルによって説明され、A、B、C各クラスの遺伝子は、それぞれはたらく領域が決まっている。また、これらのホメオティック遺伝子のはたらきが失われた突然変異体が数多く存在しており、例えば、①シロイヌナズナの突然変異体 W では Aクラスの遺伝子のはたらきが失われており、花の形態が一般のものとは異なっている。

問1 と に入る用語を、解答欄 あ) と い) にそれぞれ記せ。

問2 ～ に入る用語の組み合わせとしてもっとも適切なものを、つぎのア)～オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- | | | | | |
|----|--------|--------|--------|--------|
| ア) | a: がく片 | b: 花弁 | c: おしべ | d: めしべ |
| イ) | a: 花弁 | b: がく片 | c: めしべ | d: おしべ |
| ウ) | a: めしべ | b: おしべ | c: がく片 | d: 花弁 |
| エ) | a: めしべ | b: おしべ | c: 花弁 | d: がく片 |
| オ) | a: がく片 | b: 花弁 | c: めしべ | d: おしべ |

問3 下線部①のシロイヌナズナの突然変異体 W の花の形態に関するつぎの文の ～ にあてはまる語句を下のア)～キ)から1つずつ選び、解答欄 う)～く)にそれぞれ記号で答えよ。

文: 正常なシロイヌナズナの花において がはたらくはずの領域で がはたらく。その結果、本来 ができる領域に が、 ができる領域に が形成される。

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|--------|
| ア) おしべ | イ) がく片 | ウ) 花弁 | エ) めしべ |
| オ) Aクラスの遺伝子 | カ) Bクラスの遺伝子 | キ) Cクラスの遺伝子 | |

B 植物の花芽形成を促進する条件や物質について調べるために、植物種 X と植物種 Y を用いて実験 1 を、植物種 Y を用いて実験 2 ～ 6 を行った。

実験 1 葉が 6 枚形成された植物種 X と植物種 Y を、それぞれ以下の条件 a) ～ f) で育て、頂芽における花芽の形成の有無を確認したところ、表 1 の結果が得られた。

条件 a) 明期 16 時間，暗期 8 時間を交互に繰り返した。

条件 b) 明期 8 時間，暗期 16 時間を交互に繰り返した。

条件 c) 明期 16 時間，暗期 8 時間を交互に繰り返した。ただし，明期開始 8 時間後から 30 分間の暗期を明期ごとに毎回挿入した。

条件 d) 明期 8 時間，暗期 16 時間を交互に繰り返した。ただし，暗期開始 8 時間後から 30 分間の明期を暗期ごとに毎回挿入した。

条件 e) 明期 8 時間，暗期 4 時間を交互に繰り返した。

条件 f) 明期 4 時間，暗期 8 時間を交互に繰り返した。

表 1 実験 1 の結果の一部

| | 条件 a) | 条件 b) | 条件 c) | 条件 d) | 条件 e) | 条件 f) |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 植物種 X | ○ | × | ○ | ○ | i) | ii) |
| 植物種 Y | × | ○ | × | × | iii) | iv) |

頂芽に花芽が形成された場合を○，形成されなかった場合を×で示した。

実験 2 植物種 Y を実験 1 の条件 a) で一定期間育てた後，図 1 のように，葉をすべて除去する処理を行い，条件 b) で育てた。その結果，頂芽に花芽は形成されなかった。

実験 3 植物種 Y を実験 1 の条件 a) で一定期間育てた後，図 1 のように，地面からもっとも近い葉 1 枚を除くすべての葉を除去する処理を行い，条件 b) で育てた。その結果，頂芽に花芽が形成された。

実験 4 植物種 Y を実験 1 の条件 a) で一定期間育てた後，図 1 のように，地面からもっとも近い葉 1 枚のみを除去する処理を行い，条件 b) で育てた。その結果，頂芽に花芽が形成された。

実験 5 実験 3 と同じ処理に加え，図 1 のように，残した葉と頂芽の間の茎に環状除皮（形成層より外側の組織を取り除く処理）を行い，条件 b) で育てた。その結果，頂芽に花芽は形成されなかった。

実験 6 実験 3 と同じ処理に加え，図 1 のように，残した葉と地面の間の茎に環状除皮を行い，条件 b) で育てた。その結果，頂芽に花芽が形成された。

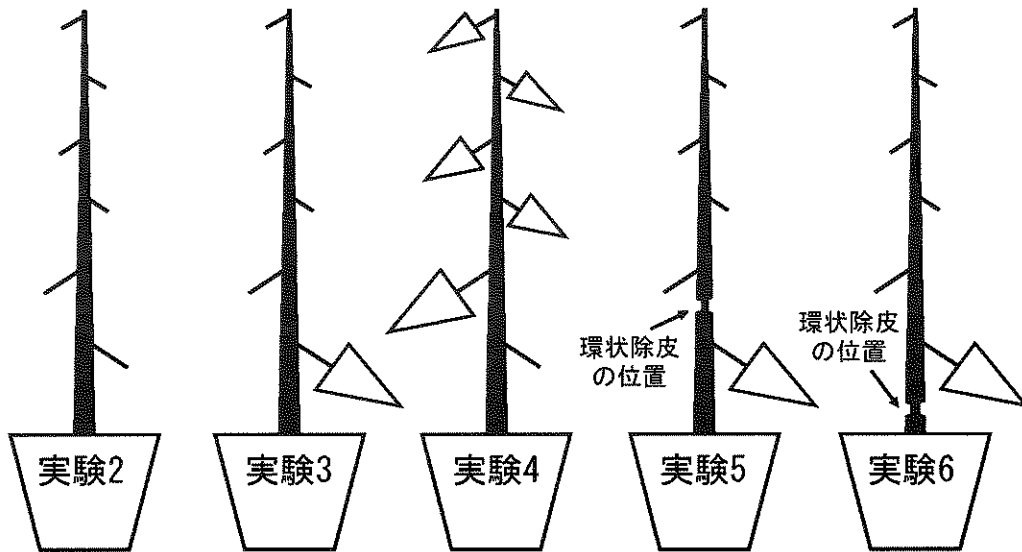


図 1 実験 2 ～ 6 において，条件 b) で育て始めたときの植物種 Y の模式図

問 4 表 1 に示した実験 1 の条件 e) と条件 f) の結果はどのようなになったと考えられるか。表 1 の条件 a) ～ d) の結果だけにもとづいて，○ か × で解答欄 i) ～ iv) にそれぞれ記せ。

問 5 実験 2 ～ 6 にもとづく花芽形成を促進する物質についての考察として，もっとも適切なものをつぎの ア) ～ ク) から 1 つ選び，解答欄 i) に記号で答えよ。また，このような植物の花芽形成を促進する物質をとくに何とよぶか，その名称を解答欄 ii) に記せ。なお，実験 2 ～ 6 では新たな葉は形成されなかったものとする。

- ア) 根で生産され，茎の師管を通して葉に向かって移動する。
- イ) 葉で生産され，茎の師管を通して根の先端に向かって移動する。
- ウ) 根で生産され，茎の道管を通して葉に向かって移動する。
- エ) 葉で生産され，茎の道管を通して根の先端に向かって移動する。
- オ) 根で生産され，茎の師管を通して茎の先端に向かって移動する。
- カ) 葉で生産され，茎の師管を通して茎の先端に向かって移動する。
- キ) 根で生産され，茎の道管を通して茎の先端に向かって移動する。
- ク) 葉で生産され，茎の道管を通して茎の先端に向かって移動する。

C ある植物の1年を見ていくと、種子が発芽し、各器官が分化して成長が進み、やがて開花し、結実に至る。また、成熟が進んだ葉や果実は落葉、落果し、果実内の種子は翌春の発芽まで休眠する。このような植物の生育の調節にはさまざまな植物ホルモンが関与している。例えば、②オーキシンは伸長成長を促し、ジベレリンは果実の肥大促進や③種子の発芽などに関わっている。また、エチレンは落葉や落果を促進するが、オーキシンは落葉や落果を抑制する。

問 6 下線部②のオーキシンにみられるような方向性を持った物質の移動を何とよぶか、解答欄 i) に記せ。また、茎におけるその方向を解答欄 ii) に簡潔に記せ。

問 7 下線部③に関連して、オオムギやイネなどの種子が発芽するときにジベレリンが胚の成長を促すしくみを、つぎの用語をすべて用いて100字以内で記せ。

用語： アミラーゼ 糊粉層 糖 胚 誘導

第4問 つぎのA～Cの文を読んで、問1～8に答えよ。

A 自然選択説では、丈夫な子をたくさん産める形質ほど、個体群に広まりやすいと考える。ある個体が産んだ生殖可能な子の数を適応度とよび、この値が大きい個体ほど①自然選択において有利になる。

集団で生活するそれぞれの個体の適応度が高くなる場合には、群れで生活する形質が進化することがある。たとえば、に襲われやすい動物は、群れることでをいち早く発見したり、集団で追い払えたりするようになる。また、多数の個体が近くにいることでに出会いやすく、生殖にも参加しやすくなる。一方で、②群れが大きくなりすぎると、出生率や生存率が低下したり、多数の個体から放出されるによって生育環境が悪化しやすくなったりするため、適応度が低下しやすい。

問1 ～に入る用語を、解答欄あ)～う)にそれぞれ記せ。

問2 下線部①によらず、偶然の効果によって遺伝子頻度が変化することを何とよぶか、記せ。

問3 下線部②の現象は、ほ乳類を含むさまざまな生物で観察されている。このように、単位面積当たりの個体数によって、個体や個体群の性質が変化することを何とよぶか、記せ。

B アリ類のように、③血縁者が高度に組織化された集団を形成する昆虫がいる。アリ類では、交尾して産卵するのは女王だけで、ワーカーとよばれる残りのメスは、一般的に生殖能力がない。ワーカーは自分の子を産まないで適応度は 0 になり、自然選択説ではワーカーの進化を説明できないようにも思われる。しかし、アリ類のワーカーには、産卵しなくても自分と同じ対立遺伝子を増やす手段がある。その手段には、多くの生物では ④オスもメスも二倍体であるのに対し、アリ類ではメスだけが二倍体で、オスは半数体（一倍体）であることが関係する。

2 個体が共通の祖先に由来する特定の対立遺伝子をともにもつ確率を、血縁度とよぶ。アリ類の女王は減数分裂によって作った卵を通じて、半数の染色体を娘に伝える。そのため、女王と娘の血縁度は 0.5 になる。女王から伝わった対立遺伝子が、姉妹で一致する確率も 0.5 である（図 1）。一方で、半数体である父親は、自身もつ染色体をすべて娘に伝える。そのため、父から伝わった対立遺伝子が、姉妹で一致する確率は 1.0 になる。娘には女王からも父親からも対立遺伝子が伝わるので、0.5 と 1.0 の平均値である 0.75 が、アリ類の姉妹の血縁度となる（図 1）。ワーカーは、女王のように血縁度 0.5 の娘を産むことはできないが、血縁度 0.75 の妹を新女王に育てることで、娘より血縁度の高い個体を残すことができる。このように、血縁者から生じる子も含めて考える場合の適応度を、包括適応度とよぶ。

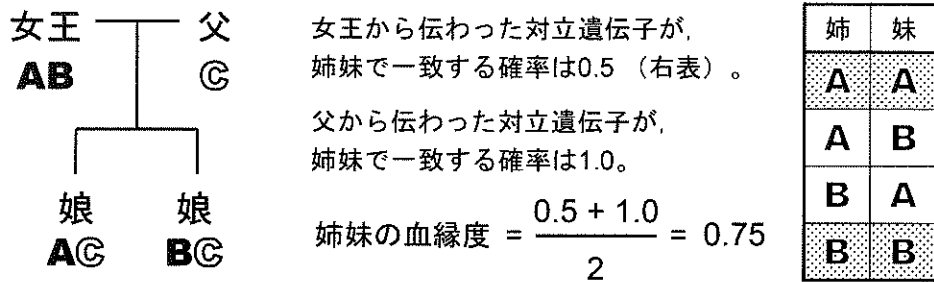


図 1 アリ類の姉妹の血縁度

遺伝子型が AB の女王と、遺伝子型が C の父親からは、2 種類の遺伝子型の娘が同じ確率で産まれる。

問 4 下線部③のような昆虫の総称を記せ。

問 5 下線部④の特徴を示す生物では、父とその息子の血縁度はいくつだと予想されるか。もっとも適切な値をつぎの ア) ～ キ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 0.000 イ) 0.250 ウ) 0.333 エ) 0.500 オ) 0.667 カ) 0.750 キ) 1.000

C 種 N は、1 匹の女王と数千匹のワーカーからなる集団（コロニー）で生活するアリである。ワーカーには分業がある。主に巣内で、女王や羽化する前の若い個体を世話するワーカーは、内勤とよばれる。日中は主に巣の外で餌を探し、見つけた餌を巣にいる内勤や若い個体に渡すワーカーは、外勤とよばれる。そのため、外勤の方が雑多な物に触れやすく、病原体と出会う機会も多い。

菌 M は種 N の病原体であり、種 N の体表面に付着した菌 M の胞子は、24 時間後に体内に侵入する。多数の胞子に侵入された種 N は病死する。菌 M の胞子は、種 N どうしが接触することで、コロニー内の個体に伝搬される。外勤の一部が菌 M を持ち帰った場合に、種 N がどのように行動するのかを調べるために、つぎの実験 1 と 2 を行った。

実験 1 野外で種 N のコロニーを 22 個採集し、11 個を処理群、残りの 11 個を対照群とした。個体を識別するための標識を、各個体に付けた。実験室内に、巣材と餌を設置した観察容器を準備した。行動をそれぞれのコロニーごとに記録するため、観察容器には 1 度に 1 つのコロニーだけに移した。処理群では、外勤から 10% の個体を選び、菌 M の胞子を混ぜた溶液に浸けてから、もとの観察容器に戻した。対照群では、外勤の 10% を胞子が入っていない溶液に浸けてから、もとの観察容器に戻した。観察容器全体の様子を録画し、全個体の位置を 30 秒に 1 回の頻度で 23 時間にわたって記録した。全記録のうち、個体が巣の外に位置していた記録の割合を図 2 に示す。また、全記録のうち、内勤と外勤の位置が重なっていた記録が占める割合を図 3 に示す。位置が重なっていた個体どうしは接触しており、胞子が他個体へ移りやすい状態だったことがわかっている。なお、コロニーを観察容器に移した時点では、種 N にも観察容器にも菌 M の胞子は付着していなかったものとする。

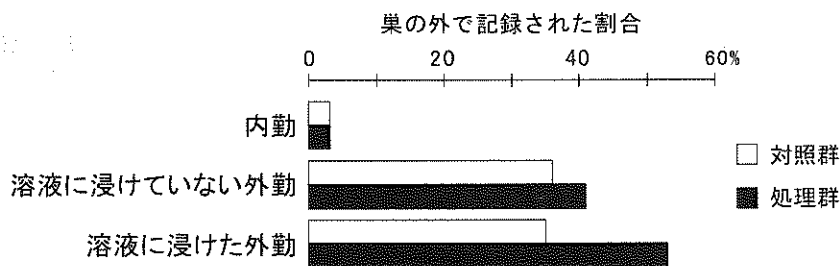


図 2 種 N が巣の外で記録された割合

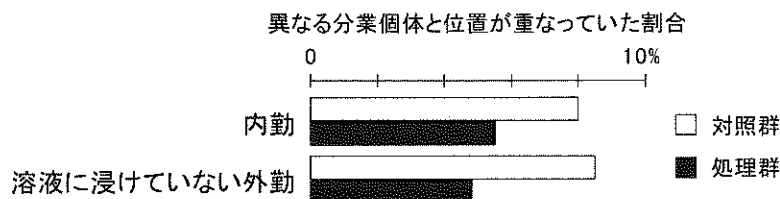


図 3 種 N が異なる分業個体と同じ位置にいた割合

問 6 実験 1 で、菌 M の孢子が一部の個体に付着した場合に種 N がとった行動の説明として適切なものを、つぎの ア) ~ キ) から 2 つ選び、記号で答えよ。

- ア) 内勤は、巣から離れやすくなった。
- イ) 内勤は、巣に留まりやすくなった。
- ウ) 外勤は、巣から離れやすくなった。
- エ) 外勤の行動は、変化しなかった。
- オ) 外勤は、巣に留まりやすくなった。
- カ) 内勤と外勤は、より接触しやすくなった。
- キ) 内勤と外勤は、より接触しにくくなった。

実験 2 実験 1 の終了後、処理群の一部を冷凍保存し、体表に付着した菌 M の孢子の量を実測した。加えて、処理群で記録された位置情報から、個体どうしの接触を介して、各個体に孢子がどの程度移ったのかを推定した。処理群では、付着した孢子が多いと推定された個体ほど、実測された孢子が多かった (図 4)。実験 1 の対照群についても、外勤を浸けた溶液に孢子が混ぜられていたとしたら、各個体に孢子がどの程度移ったのかを推定した。その結果、処理群と対照群には図 5 のような違いがみられた。また、溶液に浸けてから 9 日後の生存率は、図 4 の点線より多くの孢子が付着したと推定された個体の方が、それ以外の個体よりも低かった。

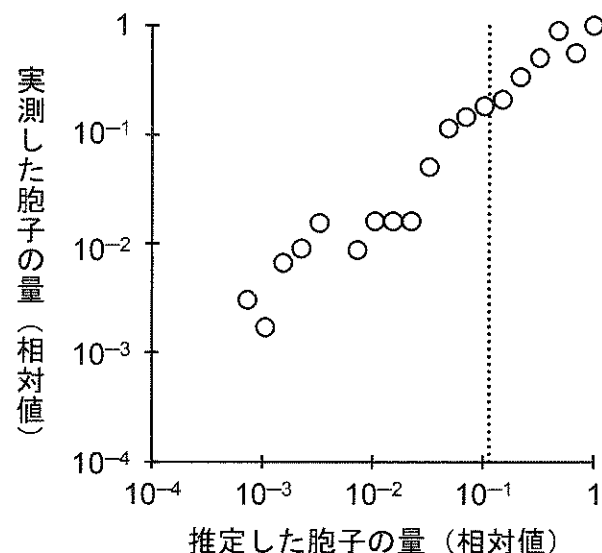


図 4 種 N に付着した菌 M の孢子の量の推定値と実測値の関係

実測値と推定値は、いずれも最大値を 1 とした相対値で示した。

溶液に浸けてから 9 日後の生存率は、孢子の量が点線より多いと推定された個体の方が低かった。

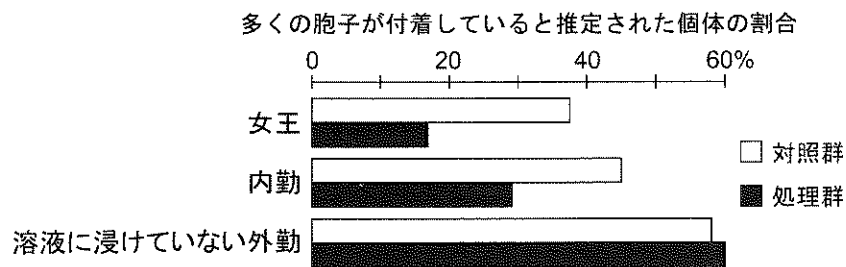


図 5 図 4 の点線よりも、多くの胞子が付着していると推定された個体の割合

問 7 種 N の行動が菌 M の伝搬に与える影響を調べるうえで、図 5 のように推定値どうしを比較することがなぜ必要だと考えられるか、75 字以内で記せ。

問 8 外勤が菌 M を持ち帰ったコロニーでは、実験 1 の対照群より処理群のように行動した方が、ワーカーの包括適応度が高くなると予想される。その理由として、B の文と実験 2 から考えられることを、75 字以内で記せ。