

小論文問題についての説明

この小論文試験は、あなたの生物学の基礎知識、論理的な思考の能力、および文章力（模式図などでの表現も含む）を知ることが目的としています。問題の設定は架空です。解答にあたっては、（問題文の設定の範囲内で）自分で状況を設定して考えても、実在する生物や生命現象に基づいて考えても、どちらでも構いません。いずれの場合も、どのように考えたかを明確に表現することに留意してください。

評価にあたっては、受験生一人一人の経歴や志望研究分野による問題の難易度の違いを考慮します。

なお、前の問題が解けなくても後の問題が解けることがあります。

以下の問題文を読み、問1～3に答えてください。

- ※ 解答は解答用紙の指定のスペースからはみ出さないように記述してください。その際、解答スペースの枠の大きさは変更しないで下さい。行間等は自由に設定して構いません。
- ※ 解答は手書き、電子ファイルへの直接入力どちらも構いません。手書きの場合は試験終了後スキャンして電子ファイル化して頂きます。電子ファイルへの直接入力と手書きの混合の場合も、解答が同一解答用紙ファイルの指定スペース内に収まるようにしてください。
- ※ 必要な場合は、模式図や表などを用いることができます。解答を電子ファイルへの直接入力で行う場合、図表をその他のソフトで作成してから解答用紙ファイルに貼り付けることもできます。また手書きしたものを電子ファイル化後、解答用紙ファイルに貼り付けることもできます。
- ※ 試験終了後20分以内に、記入済みの解答用紙電子ファイル、手書きの場合はスキャンして電子化したファイルを、info-soken@nig.ac.jpに送付願います。
- ※ 複数解答が求められているときには、できるだけ異なった観点からの解答が望まれます。
- ※ 解答にあたって複数の可能性が考えられる場合はそれらについて簡潔に説明した上で、それらの可能性ごとに解答を記載してください。

三島さんは新種の植物（植物 X）を発見し、その種子を採集しました。三島さんは、研究所の花壇に植物 X の種子を 5 日間にわたって毎日少しずつ植えました（実験 1 日目から 5 日目）。図 1 a は実験 15 日目の芽生えの様子を示します。その後興味深いことに、ほぼすべての植物体からほぼ同時（実験 19 日目から 20 日目）に、紫色をした針状の異形葉が茎頂から現れました（図 1b）。そこで三島さんは、植物 X において針状異形葉がほぼ同時に形成される現象の研究を行うことにしました。

図 1a. 実験 15 日目の植物 X の様子

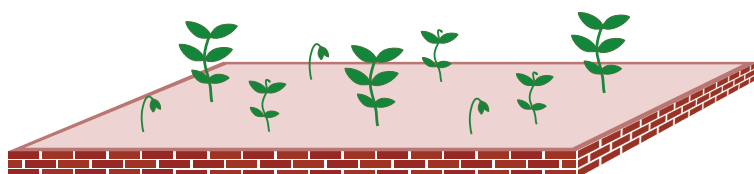
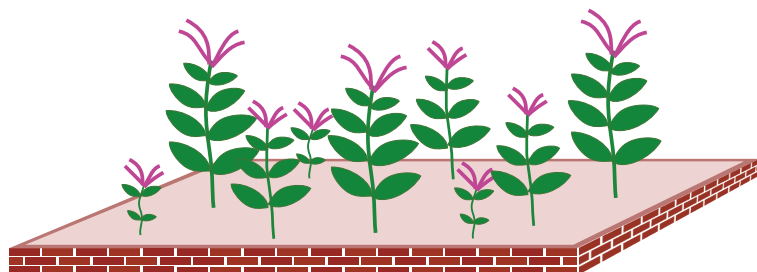


図 1b. 実験 20 日目の植物 X の様子



問 1-1 紫色で針状の異形葉がほぼ同時に形成される原因またはメカニズムについて考えうる、2つ以上の可能性（大きく異なる視点からの可能性）を述べてください。なお、分子生物学的解析や生化学的解析を行わずとも検証可能な可能性を挙げてください。また、葉の構造についてではなく、異形葉形成のタイミングについての原因またはメカニズムを述べてください。

問 1-2 問 1-1 で挙げた可能性のどれが正しいか検証するためには、どの様な実験をすれば良いでしょうか。なお、あなたの実験室は現在改装中で分子生物学的な解析や生化学的な解析を行うことが出来ません。また、どの様な結果がどの可能性を支持するか、または支持しないかも述べてください。

三島さんは植物 X（野生型）から変異体を 2 種類（変異体 A と変異体 B）得ました。手元にある野生型株および変異体 A 株と B 株の種子はすべて純系の種子です（純系の場合、同じ株の違う個体どうしをかけ合わせた場合、その子と孫は、もとの親と同じ表現型を示します）。さきの実験と同様に、三島さんは野生型株と 2 種の変異体株の種子を 5 日間にわたって毎日少しずつ植えました（実験 1 日目から 5 日目）。野生型株と変異体株は同じ花壇にランダムに植えました、それぞれどの個体か区別できるようにしました。図 2 は実験 15 日目の花壇の様子を示します。図 3 は、それぞれの植物体において針状の異形葉が出現したタイミングを示します。

図 2. 実験 15 日目の植物 X の様子

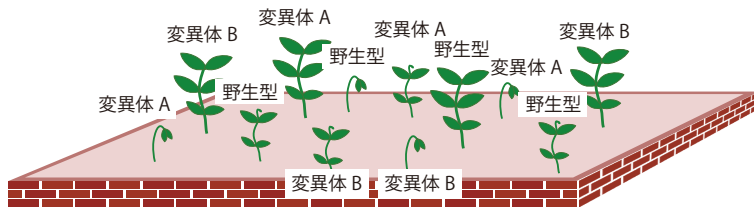
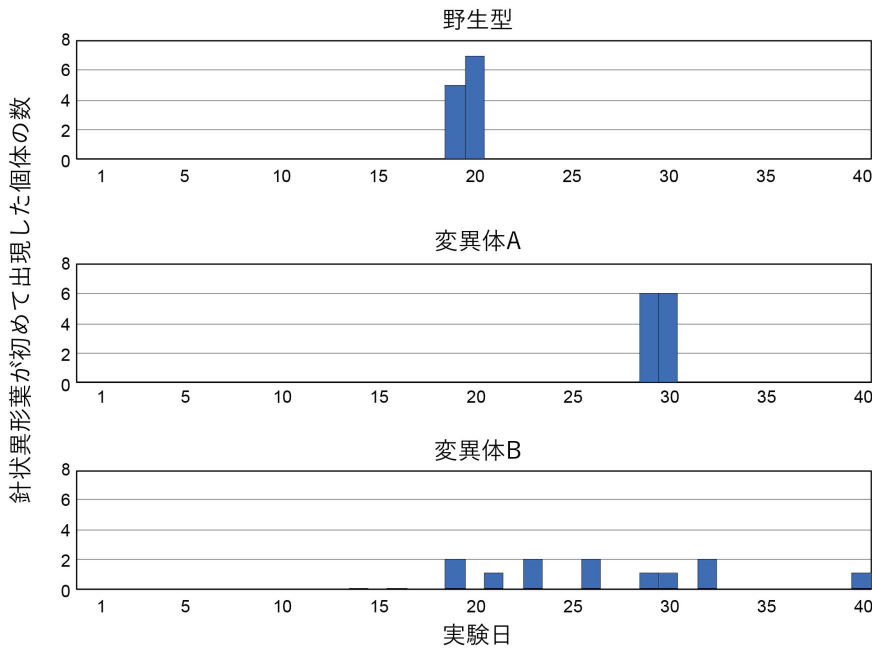


図 3. それぞれの植物体において針状の異形葉が出現したタイミングを示すヒストグラム

実験 1 日目から 5 日目に種子を撒き 40 日目まで観察を続けた。針状異形葉が出現した植物体数を毎日数えた結果を示す。



問 2-1 図 3 のグラフに示される結果の主な特徴を文章で簡潔に説明してください。

問 2-2 この実験で、三島さんは野生体株と変異体株 A と B の種子を同じ花壇のランダムな位置に植えました。なぜこのような植え方をしたのでしょうか。その目的について述べてください。

問 2-3 あなたは、植物 X において針状異形葉が植物体間でほぼ同時に出現する原因またはメカニズムについて研究したいと考えました。もし変異体 A と B のうち片方しか実験に利用できないとしたら、あなたはどちらの変異体を選びますか。どちらの変異体を選ぶかとその理由について述べてください。

問 2-4 変異体 A と B では、タンパク質をコードする遺伝子 A と遺伝子 B にそれぞれ変異があります。遺伝子 A の産物と B の産物の機能についての仮説を述べてください。その仮説で図 3 の結果をどのように説明できるのかについても説明してください。

問2-5 三島さんは変異体AとBを掛け合わせ、雑種第一世代（F1）の種子を得ました。次に、複数のF1種子をこれまでの実験と同じように花壇に植えました。問2-4の解答に基づいて、このF1植物体群において針状異形葉が出現する時期を予想してください。またその理由を述べてください。複数の可能性が考えられる場合はそれらについて簡潔に説明した上で、それらの可能性ごとに解答を記載してください。

三島さんは植物 X の研究をさらに進め以下のデータを得ました。

- (1) 野生株、変異体 A および変異体 B それぞれ 1 個体のゲノム配列情報（図 2 と 3 の実験試料から得た情報）。
- (2) 同じ 3 種の個体における、実験 10、20、30 と 40 日目の各組織（根、葉、茎、茎頂と、出現している場合は針状異形葉）のトランスクリプトーム（すべての mRNA の量）情報（図 2 と 3 の実験試料から得た情報）。
- (3) 同じ 3 種の個体における、実験 10、20、30 と 40 日目の各組織（根、葉、茎、茎頂と、出現している場合は針状異形葉）のプロテオーム（すべてのタンパク質の量）情報（図 2 と 3 の実験試料から得た情報）。
- (4) 世界各地から収集した植物 X のさまざまな自然集団において針状異形葉が出現する時期についての情報

問 3 今後、植物 X において針状異形葉が植物体間でほぼ同時に出現する現象について研究を続ける場合、あなたならどのような研究を進めますか。ここまでの問題文に示されたどのトピックに関する内容でも構いません。上記で得られている情報を使うことができますが、必ずしもその必要はありません。研究のタイトル、目的、実験・解析の方法、得られる結果と考察について記述してください。また、どのような結果があなたの調べたいことに対して答えを与えるのかについても説明してください。

Instructions:

This examination is aimed at measuring your creativity, your abilities in logical thinking and writing (including drawing schematics), and your basic knowledge in biology. The setting of the question is basically imaginary. You are free to choose experimental settings unless they are described, but please describe your settings clearly in the answer sheet.

When we evaluate the answers, we will take your research background and future research interests into consideration.

Even if you cannot answer a given question (or a part of a question), you may be able to answer subsequent questions (or subsequent parts of a question).

Read the following story and answer Questions 1 to 3.

- * Please write and draw your answers within the assigned spaces in the answer sheet. Please do not change the size of the space. You are free to set the line spacing.*
- * The answer may be entered directly to the electronic file (Microsoft Word or pdf) and/or in handwriting on a printed answer sheet. Even when your answer is a combination of typing and handwriting, please fit them together to the assigned spaces in the same answer sheet. A handwritten answer should be converted to an electronic file within 20 minutes after the exam.*
- * You may use schematics and/or tables as appropriate. If you enter your answer directly to the electronic file, you may prepare schematics and/or tables by any software before pasting them on the file of your answer sheet. Alternatively, you may scan handwritten schematics and/or tables and paste them on the file of your answer sheet.*
- * At the end of the written exam, an electronic file of complete answer sheet should be submitted by e-mail within 20 minutes (before submission, a handwritten answer should be converted to an electronic file (e-mail address: info-soken@nig.ac.jp).*
- * When multiple answers are requested, answers from different angles are preferable.*
- * When two or more possibilities can be considered for the answer to each question, please explain them briefly, and describe the answers separately, case by case.*

Dr. Mishima found a new plant species, which is referred to as plant X and harvested the seeds. She planted seeds of plant X in a large flower bed in her institute every day during Days 1 to 5 of the experiment. Fig. 1a shows seedlings on Day 15. Later, purple, needle-like leaves emerged from the tips of the stems in most plants around the same day (Days 19-20, Fig. 1b). Dr. Mishima decided to study this phenomenon of simultaneous emergence of the needle-like leaves in plant X.

Fig. 1a. Plant X individuals on Day 15.

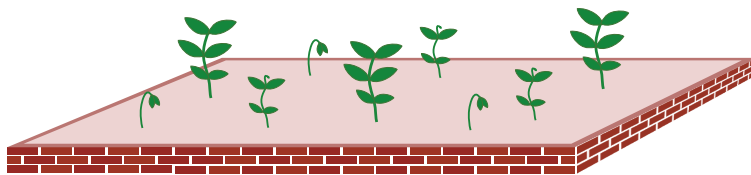
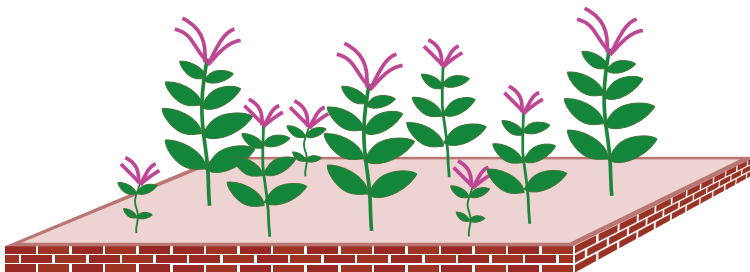


Fig. 1b. Plant X individuals on Day 20.



Q1-1 Propose at least two broad categories of possible explanations/mechanisms for the simultaneous emergence of the purple, needle-like leaves in plant X. You should be able to test your possibilities without employing molecular biology or biochemistry methods. Please note that your answer should focus on the *timing* of emergence rather than the structure of the leaves.

Q1-2

Propose an experiment to distinguish between the possibilities you discussed in Q1-1 above. Your laboratory is undergoing renovations, so molecular and biochemical approaches are not available. Please be sure to clearly state how the results would support or refute respective possibilities.

The original strain (wild type; WT) and two mutant strains of plant X are available, mutant A (mutA) and mutant B (mutB). Dr. Mishima started Experiment 2 with all three strains growing together in a flower bed. The seeds for all three strains are “true-breeding” – in crosses among individuals of the same strain, all offspring show the same phenotype as their parents and grandparents. Dr. Mishima planted the seeds of WT, mutA, and mutB in the first five days of the experiment. The locations within the flower bed and the day of planting were randomized for the three strains but their locations within the flower bed and strain identity were carefully noted. Fig. 2 shows the flower bed on Day 15. Fig. 3 shows when the needle-like leaves emerged in individual plants.

Fig. 2. Plant X individuals on Day 15 of Experiment 2.

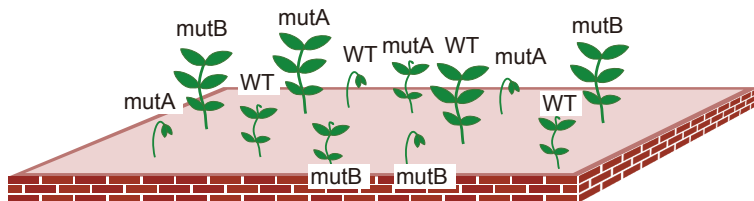
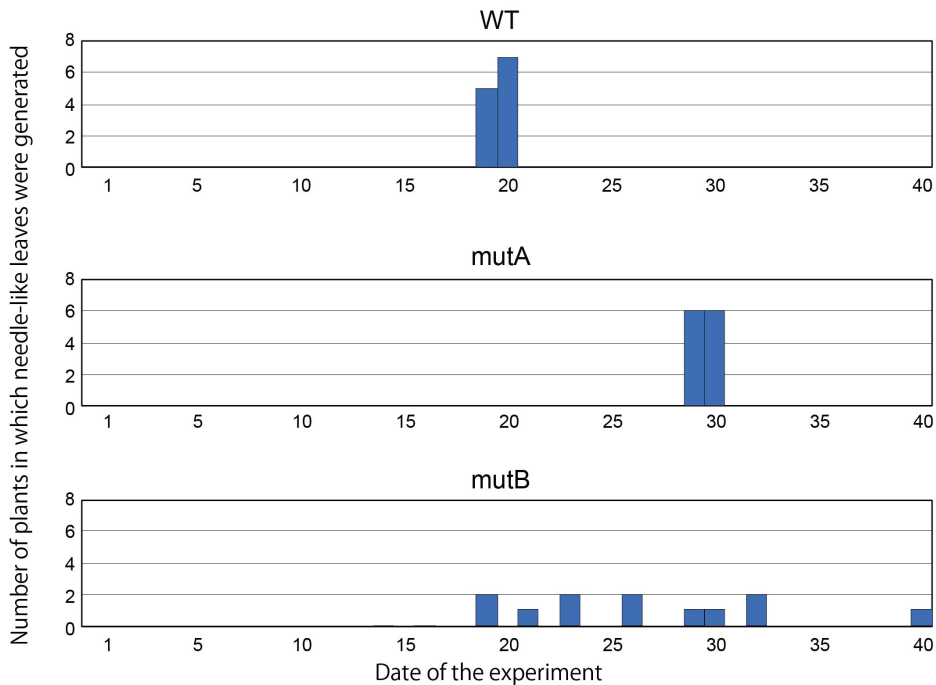


Fig. 3. Histogram showing dates of emergence of needle-like leaves in plant X individuals in Experiment 2.



Seeds were planted between Days 1 and 5, and the experiment was ended on Day 40. The number of individuals, in which needle-like leaves were generated, was counted on each day.

Q2-1 Please describe the main patterns shown in Fig. 3.

Q2-2 Dr. Mishima randomized the locations of WT, mutA, and mutB seeds within the flower bed. Please explain why this was a part of the experimental design.

Q2-3 You would like to investigate the causes or mechanisms that coordinate the timing of emergence of the needle-like leaves among the plantlets. If you can only study one of the mutant strains, which one would you choose? Please clearly explain your choice and reasoning.

Q2-4 You can assume that mutA and mutB harbor a mutation in different protein-coding genes, genes A and B, respectively. Propose possible functions for the gene A and gene B products. Please clearly explain how your proposed functions account for the mutant characteristics observed in Fig. 3.

Q2-5 Dr. Mishima performed crosses between mutA and mutB individuals. For Experiment 3, she planted F1 seeds (first filial generation) from the mutA-mutB crosses in the same flower bed (similar to Experiments 1 and 2 above). Based on your answer to Q2-4, please explain possible timing of emergence of the needle-like leaves in the mutA-mutB offspring in Experiment 3, your reasoning, and, if any, additional assumptions you are making. When two or more possibilities can be considered for the answer, please explain them briefly, and describe the answers separately, case by case.

Dr. Mishima conducted several analyses on plant X and obtained the following data.

- (1) Genome sequences of a wild-type individual, a mutant A individual, and a mutant B individual (samples obtained from the experiment shown in Figs. 2 and 3).
- (2) Transcriptome data (abundance of all mRNAs) of the respective tissues (root, leaf, stem, tip of stem, and needle-like leaf if applicable) for the same three individuals on Days 10, 20, 30 and 40 in Experiment 2 (samples obtained from the experiment shown in Figs. 2 and 3).
- (3) Proteome data (abundance of all proteins) of the respective tissues (root, leaf, stem, tip of stem, and needle-like leaf if applicable) for the same three individuals on Days 10, 20, 30 and 40 in Experiment 2 (samples obtained from the experiment shown in Figs. 2 and 3).
- (4) Timing of emergence of the needle-like leaves from several natural populations of plant X that have been collected worldwide.

Q3 You are asked to conduct research related to simultaneous emergence of the needle-like leaves in plant X. You can focus on any topic or finding described above that interests you. You may use the available data described above, but this is not necessary. Please construct a proposal that includes the following parts: “title of research”, “research aims”, “outline of experiments/analyses” and “expected results and conclusions”. Be sure to clearly explain how different results will answer the question(s) that you pose.

解答用紙： 受験番号

以下に各問を簡単に記載してありますが、必ず問題用紙の情報に基づいて解答して下さい。解答スペースのサイズは変更しないでください。解答スペース内の行間は自由に変更して構いません。

問 1-1 紫色で針状の異形葉がほぼ同時に形成される原因またはメカニズムについて考えうる、2つ以上の可能性（大きく異なる視点からの可能性）を述べてください。また、葉の構造についてではなく、異形葉形成のタイミングについての原因またはメカニズムを述べてください

問 1-2 問 1-1 で挙げた可能性のどれが正しいか検証するためには、どの様な実験をすれば良いでしょうか。なお、あなたの実験室は現在改装中で分子生物学的な解析や生化学的な解析を行うことが出来ません。また、どの様な結果がどの可能性を支持するか、または支持しないかも述べてください。

問 2-1 図 3 のグラフに示される結果の主な特徴を文章で簡潔に説明してください。

問 2-2 この実験で、三島さんは野生体株と変異体体株 A と B の種子を同じ花壇のランダムな位置に植えました。なぜこのような植え方をしたのでしょうか。その目的について述べてください。

問 2-3 あなたは、植物 X において針状異形葉が植物体間でほぼ同時に出現する原因またはメカニズムについて研究したいと考えました。もし変異体 A と B のうち片方しか実験に利用できないとしたら、あなたはどちらの変異体を選びますか。どちらの変異体を選ぶかとその理由について述べてください。

問 2-4 変異体 A と B では、タンパク質をコードする遺伝子 A と遺伝子 B にそれぞれ変異があります。遺伝子 A の産物と B の産物の機能についての仮説を述べてください。その仮説で図 3 の結果をどのように説明できるのかについても説明してください。

問2-5 三島さんは変異体AとBを掛け合わせ、雑種第一世代（F1）の種子を得ました。次に、複数のF1種子をこれまでの実験と同じように花壇に植えました。問2-4の解答に基づいて、このF1植物体群において針状異形葉が出現する時期を予想してください。またその理由を述べてください。複数の可能性が考えられる場合はそれらについて簡潔に説明した上で、それらの可能性ごとに解答を記載してください。

問 3

研究のタイトル：

目的：

実験・解析の方法：

得られる結果と考察：

Answer sheet : Application Number

Note that the exam questions are only briefly summarized in the answer sheet. Please be sure to read the exam for the full information and questions. Please do not change the size of the space. You are free to set the line spacing in the given spaces.

Q1-1 Propose at least two broad categories of possible explanations/mechanisms for the simultaneous emergence of the purple, needle-like leaves in plant X. Please note that your answer should focus on the *timing* of emergence rather than the structure of the leaves.

Q1-2 Propose an experiment to distinguish between the possibilities you discussed in Q1-1 above. Molecular and biochemical approaches are not available. Please be sure to clearly state how the results would support or refute respective possibilities.

Answer sheet : Application Number

Q2-1 Please describe the main patterns shown in Fig 3.

Q2-2 Dr. Mishima randomized the locations of WT, mutA, and mutB seeds within the flower bed. Please explain why this was a part of the experimental design.

Q2-3 You would like to investigate the causes or mechanisms that coordinate the timing of emergence of the needle-like leaves among the plantlets. If you can only study one of the mutant strains, which one would you choose? Please clearly explain your choice and reasoning.

Answer sheet : Application Number

Q2-4 You can assume that mutA and mutB harbor a mutation in different protein-coding genes, genes A and B, respectively. Propose possible functions for the gene A and gene B products. Please clearly explain how your proposed functions account for the mutant characteristics observed in Fig. 3.

Answer sheet : Application Number

Q2-5 Dr. Mishima performed crosses between mutA and mutB individuals. For Experiment 3, she planted F1 seeds (first filial generation) from the mutA-mutB crosses in the same flower bed (similar to Experiments 1 and 2 above). Based on your answer to Q2-4, please explain possible timing of emergence of the needle-like leaves in the mutA-mutB offspring in Experiment 3, your reasoning, and, if any, additional assumptions you are making. When two or more possibilities can be considered for the answer, please explain them briefly, and describe the answers separately, case by case.

Answer sheet : Application Number

Q3

Title of research:

Research aims:

Outline of experiments/analyses:

Expected results and conclusions: