

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	遺 伝 学	この科目について ( 4 )枚のうち( 1 )枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題1】～【問題3】の全問に解答せよ。

なお、一つの問題につき、1枚の解答用紙を使用すること。

【問題1】以下の(1)～(4)の問いに答えよ。

(1) 次の文章の空欄  と  に適切な語句を記せ。

- ・ mRNAのコドンの読み枠をずらす変異は  変異と呼ばれる。
- ・ 二つの変異が同じ遺伝子座に座上することは、二つの変異を同一の細胞あるいは生物に持たせる  検定によって明らかにできる。

(2) 以下の文章の空欄  と  に適切な語句を記せ。

- ・ X連鎖遺伝子が雌雄間で同じだけ発現するための制御機構は  と呼ばれる。
- ・ クロマチンに結合するタンパク質を特異的に認識する抗体を用いて、それらのタンパク質が結合するDNAを沈殿させ、タンパク質とDNAの相互作用を明らかにする技術は、  と呼ばれる。

(3) 以下の(オ)～(カ)の文章について、正しければ○を、誤っていればXを記せ。

- (オ) ゲノムインプリンティングとは、配偶子形成時に生じる雌雄のクロマチン修飾過程である。
- (カ) ある種から別の種に遺伝子が移行する機構を垂直伝播と呼ぶ。

(4) 次の文章の空欄  と  に適切な語句を下記の選択肢から一つずつ選べ。

- ・ 集団中のアレル(対立遺伝子)の頻度が、表現型をもとにした選択によるのではなく、偶然によりランダムに変化する現象を  と呼ぶ。
- ・ 形質値の全分散のうち、親から子へ伝達する相加的分散の占める割合のことを  と呼ぶ。

- (キ) 遺伝的流動、自然選択、遺伝的浮動、連鎖不平衡
- (ク) 表現度、広義の遺伝率、狭義の遺伝率、エピスタシス

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受 験 専門科目名	遺 伝 学	この科目について ( 4 )枚のうち( 2 )枚目
--------------	-------	------------------------------

【問題2】以下の文章を読み、(1)～(4)の問いに答えよ。

ゲノム上の遺伝子の順序が、異なる種のゲノム間で同じ染色体上で類似した並び順を保っている状態をシンテニー(synteny)と呼ぶ。Hox クラスターは、多くの動物種で保存された発生調節遺伝子の一群であり、広く動物種間で遺伝子の相対的な位置関係(遺伝子の順序・方向)が保存されているシンテニーが見られる。ところが、ある無脊椎動物 X では、Hox クラスターが分断し複数染色体に分散していることが明らかになった。その特徴を以下に列記する。

- ・古典的な Hox クラスターを構成する遺伝子群 (Hox1, Hox2, ..., HoxN) が複数の染色体領域に分散している。
- ・分断化した Hox 遺伝子周辺にはトランスポゾン挿入が観察される。
- ・古典的な Hox クラスターを持つ近縁種と比較すると、この無脊椎動物 X では、胚発生の Hox 遺伝子の発現タイミングや空間パターンが一部変化している事が判明した。
- ・近縁種とのゲノム比較解析の結果、シンテニーが崩れたのは無脊椎動物 X の系統に特異的に起きた出来事であることが推定された。

- (1) Hox クラスターにおける遺伝子の順序の保存(シンテニー)の分子遺伝学的・進化遺伝学的意義をそれぞれ述べよ。発現調節、クロマチン活性化、コリニアリテーなどの語句を使用してよい。
- (2) 無脊椎動物 X でシンテニーが崩れた原因として考えられる遺伝学的なメカニズムを説明せよ。どのような変異が段階的に起きたのかを推定し説明せよ。
- (3) 無脊椎動物 X でシンテニーが崩れた結果として機能が変化している可能性がある。発現の変化を引き起こすメカニズムとして何が考えられるか。またどのような実験を行うことで機能的な影響を評価することができるか説明せよ。
- (4) どのようなゲノム情報解析を行うことで、「シンテニーが崩れたのは無脊椎動物 X の系統に特異的に起きた出来事である」と推定することができるか。またその出来事の起きた年代を推定する方法を述べよ。

受験 専門科目名	遺 伝 学	この科目について ( 4 )枚のうち( 3 )枚目
-------------	-------	------------------------------

【問題3】以下の文章を読み(1)～(5)の問いに答えよ。

人間は、長い年月をかけて野生動植物の有用な形質を選抜し、その形質を利用することで育種を進めてきた。このような有用形質の出現には、遺伝的な変異が関与しており、近年では、これらのゲノム上の変異位置や原因遺伝子についても同定されたことで、より効率的な分子育種が行われている。ある植物では、野生植物Aから植物Bへの育種の過程で枝分かれの減少が生じた(図1A)。この枝分かれに関わるそれぞれの植物の原因遺伝子座 $\alpha$ の構造を調べたところ植物Bにおける遺伝子 $\alpha$ のプロモーター上に約4.8 kbpの挿入があった(図1B)。そこで、遺伝子 $\alpha$ の転写産物量を調べたところ、植物Bで高い値を示した(図1C)。

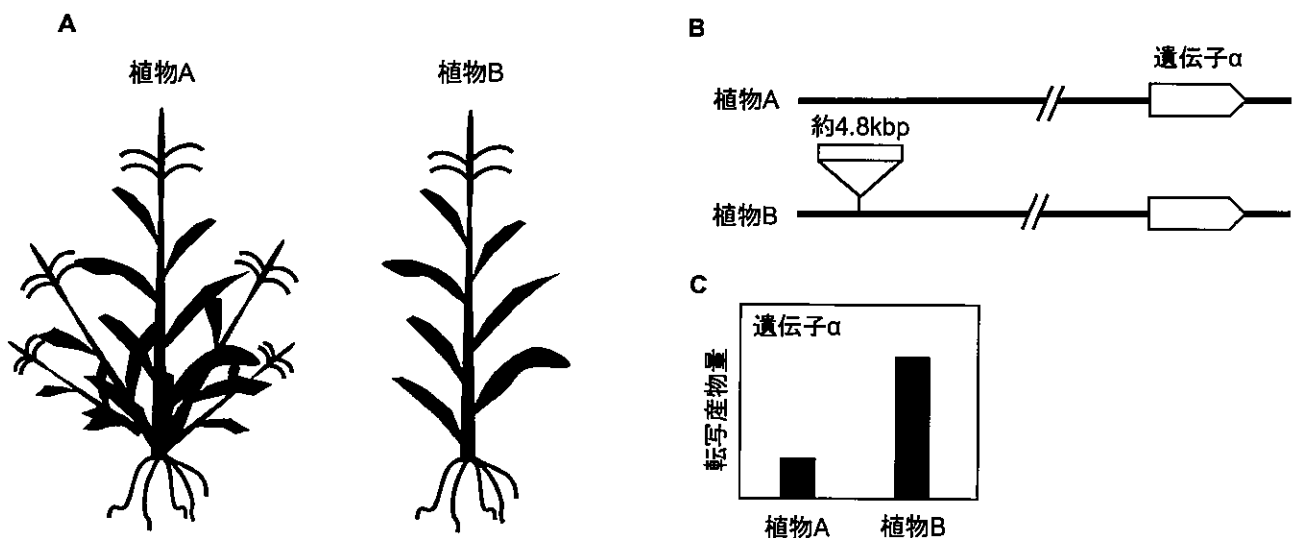


図1. ある野生植物Aと植物Bの表現型と遺伝子座 $\alpha$ の構造、および転写産物量

- (1) 下線部をなんというか述べよ。また作物または家畜における形質利用の具体的な例を一つ挙げよ。
- (2) 図1を参考に、遺伝子 $\alpha$ が枝分かれの違いにどのように関与しているかを図1から推察せよ。

問題3は次ページに続く。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験

受験 専門科目名	遺伝学	この科目について ( 4 )枚のうち( 4 )枚目
-------------	-----	------------------------------

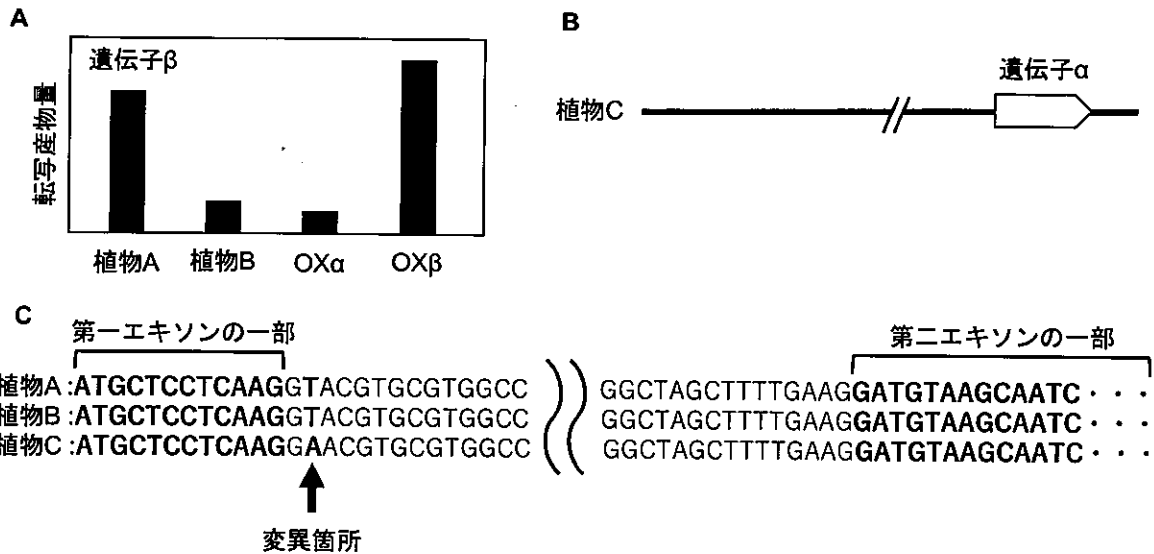


図2. 遺伝子βの転写産物量と塩基配列及び植物Cにおける遺伝子座αの構造

- (3) 遺伝子αは転写因子をコードしていた。プロモーター領域内に転写因子αの結合配列を持つ遺伝子βの転写産物量を調査したところ、野生植物Aでは高い値を示したが、植物Bでは低い値となった(図2A)。そこで、野生植物Aに遺伝子αを過剰発現させたOXα系統を作出したところ、遺伝子βの転写産物量は、植物Bと同程度以下まで低下し(図2A)、枝分かれの数も減少した。さらに、植物Bに遺伝子βを過剰発現させたOXβ系統を作出したところ、遺伝子βの転写産物量は、植物Aと同程度以上まで増加し、枝分かれの数も増加した。次に、植物Bにおける別の系統(品種)で、枝分かれがさらに少ない植物Cについて遺伝子座αのゲノム構造を調べたが、植物Bのような挿入は検出されなかった(図2B)。そこで、遺伝子βの塩基配列を調べたところ、植物Cにおいて1塩基の置換変異が検出された(図2C)。

以上の情報をもとに、植物Cにおける遺伝子βがコードする翻訳産物量を推定し、その理由とともに説明せよ。

- (4) (3)で述べた仮説を証明するためにはどのような実験を行えば良いか説明せよ。
- (5) 植物Bにおいてゲノム編集により遺伝子αの機能を破壊した場合、枝分かれと遺伝子βの転写産物量はどのように変化すると考えられるか説明せよ。

2026年度名古屋大学大学院生命農学研究科博士前期課程入学試験  
解答例及び出題意図

専門科目名	遺伝学
-------	-----

< 解答例 >

【問題 1】

- (1) (ア) フレームシフト (イ) 相補性
- (2) (ウ) 遺伝子量補償 (補正) (エ) クロマチン免疫沈降
- (3) (オ) ○ (カ) ×
- (4) (キ) 遺伝的浮動 (ク) 狭義の遺伝率

【問題 2】

- (1) **Hox** クラスターでは染色体上の遺伝子の並び順序と時間的および体軸上の位置的発現順序が一致しており (コリアリティー)、体節前後軸に沿った形態形成を可能にするメカニズムがある。遺伝子順序保存により、複数遺伝子でエンハンサーの共有が可能となり、発現を協調的に制御できる。クロマチンの 3 次元構造 (ループ形成や抑制的クロマチンが順番にオープンになっていくこと、クロマチン活性化) により、正確なタイミングでの転写複合体形成や RNA ポリメラーゼ II リクルートが可能になり遺伝子発現調節が行われる。これらにより動物共通のボディプランの発生メカニズムの維持が行われる。
- (2) トランスポゾン挿入 (遺伝子間に挿入されることで物理的に距離を拡大し、ループ形成や調節配列利用に影響する)、染色体再編成 (逆位・転座・欠失・重複) (遺伝子位置が移動し、クラスター構造が崩れる)、相同・非相同組換えによる再構成 (本来の相同位置でない類似配列間の誤った組換えにより、あるいはランダムな二重鎖切断の修復により遺伝子順序が乱れる)、これらが段階的に起こることでまとまった遺伝子構造が失われ、複数染色体に分散した遺伝子構造ができた、など
- (3) エンハンサーとプロモーター間の物理的距離やループ形成の変化、Mediator 複合体が正常に標的プロモーターに相互作用できず転写開始効率が低下、CTCF 結合サイトの分断やループ形成の乱れによる複数遺伝子の協調発現の不安定化など。  
Hi-C 実験により DNA 領域間の物理的接近頻度を測定しエンハンサーとプロモーター間相互作用の変化を確認する、ChIP-seq (H3K27ac、CTCF) により活性化エンハンサーやループ形成因子の結合状態を確認して転写複合体形成の影響を評価する、CRISPR で元の **Hox** 遺伝子配置に部分的に復元またはエンハンサーを標的遺伝子近傍に再導入するなどでレスキューされるか検証する、など
- (4) (比較ゲノム解析) 系統樹上で近縁種と遺伝子順序を比較し、シンテニー崩壊が起きた枝を特定する。(分子時計) ブレークポイント付近やトランスポゾン配列の塩基置換率から年代を推定する。トランスポゾンサブファミリーの情報から挿入時期の推定を行う、化石情報などで再構成された系統樹の種分岐時間との比較から、シンテニー崩壊が起きた枝の年代を推定する。など

【問題 3】

- (1) Domestication (あるいは栽培化、あるいは家畜化)。例としては、脱粒性、実のサイズ、従順性など。
- (2) 植物 B の遺伝子  $\alpha$  のプロモーター領域に、4.8 kbp の挿入があり、転写産物量は増加してい

ることから、植物 A から植物 B への栽培化の過程で、遺伝子  $\alpha$  の転写を促進する効果がある挿入配列が生じたと考えられる。転写産物量が増加した植物 B で枝分かれが減少していることから、遺伝子  $\alpha$  は枝分かれを抑制する効果を持つ遺伝子であると考えられる。

- (3) 遺伝子  $\beta$  のプロモーター上に転写因子  $\alpha$  の結合配列があり、植物 A、B および過剰発現体を用いた、遺伝子  $\beta$  の転写産物量の比較から、遺伝子  $\beta$  は転写因子  $\alpha$  により転写が抑制されると考えられる。さらに過剰発現体の実験結果から、遺伝子  $\beta$  は、枝分かれを促進する機能があると考えられる。植物 C では、遺伝子  $\alpha$  のプロモーター上に挿入がないことから、転写産物量は植物 A と同等であると考えられる。一方で、植物 C には、エキソン-イントロンジャンクションに変異があることから、遺伝子  $\beta$  の転写産物量は A と同等だが、スプライシング異常のため正常な翻訳産物は合成されていないか、その量は大幅に低下していると考えられる。
- (4) 植物 A と C から RNA を抽出し、cDNA を合成する。遺伝子  $\beta$  のコード領域に設計したプライマーで PCR を行い電気泳動後、バンドを切り出し、塩基配列を確認して、スプライシング異常が生じているかどうかを確認する。その後、抗体などを用いたウェスタンブロッティング（あるいは MS など）で、植物 C においてタンパク質量が少ないまたは検出されないことを確認する。
- (5) 遺伝子  $\beta$  の転写産物量は、植物 A と同等かそれ以上に増加し、枝分かれも促進される。

<出題意図>

- 【問題 1】 遺伝学の分野における基礎的な知識の習得状況を測る。
- 【問題 2】 HOX クラスターを題材に、分子遺伝学、発生遺伝学および進化遺伝学の知識および実験・データ解析手法の基礎知識と共に、遺伝現象の基礎的な仕組みを理解して正しく説明できる力を問う。
- 【問題 3】 植物の栽培化を題材に、分子遺伝学の基礎知識および実験データの解釈に関する思考力を問う。