

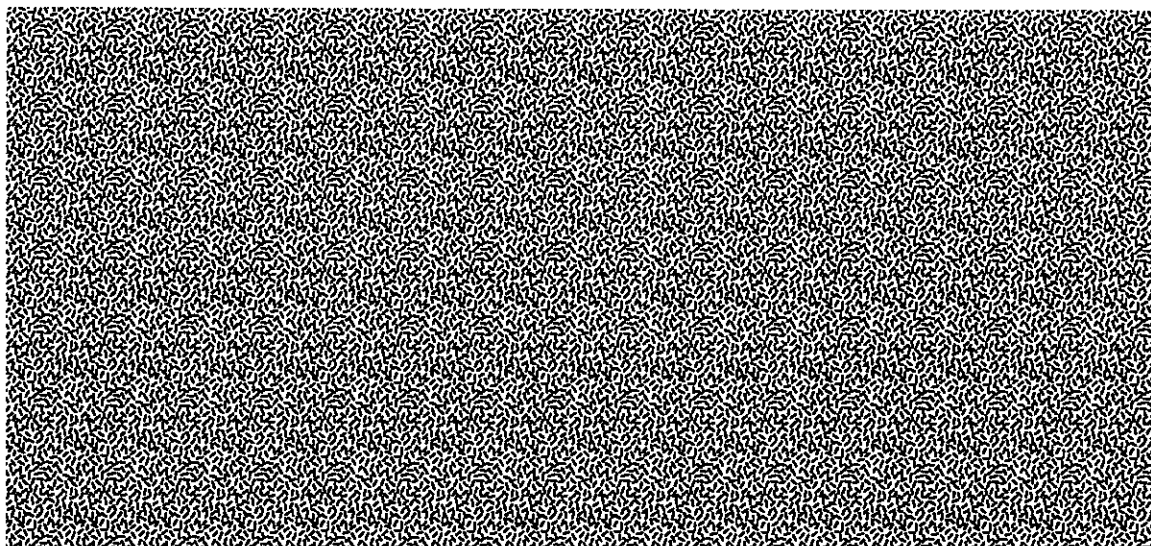
2026—(A)

# ◇生物問題

13:00～14:15 (75分)

## 受験についての注意

1. 試験開始の合図があるまで、問題を見てはいけません。
2. 生物の試験用紙は、問題用紙1部(12ページ)、記述式解答用紙(1)1枚、記述式解答用紙(2)1枚、記述式解答用紙(3)1枚から構成されています。過不足があれば監督者に申し出てください。  
なお、記述式解答用紙はセットになっています。監督者の指示に従って、解答用紙を破ったりしないよう注意して、ミシン目に沿って1枚ずつ切り離してください。
3. 試験中に試験用紙の印刷の不鮮明、ページの欠落、乱れおよび解答用紙の汚れなどに気づいた場合は、監督者に申し出てください。
4. 監督者の指示に従って、記述式解答用紙(3枚)の受験番号の記入欄に受験番号をそれぞれ2カ所(計6カ所)記入してください。また、氏名欄に氏名をそれぞれ1カ所(計3カ所)記入してください。
5. 解答はすべてHBの黒鉛筆またはHBで0.5mm以上の芯のシャープペンシルで記入してください。
6. 解答用紙は丁寧に取り扱いってください。
7. 解答は、解答用紙の問題番号を十分に確認のうえ、解答用紙の各問指定の枠内に記入してください。解答用紙の裏面にはいっさい記入してはいけません。下書きなどには問題用紙の余白を利用してください。
8. 解答中以外の解答用紙は必ず裏返しに置いてください。
9. 受験中は不審な行動をとってはいけません。不正行為があれば当該年度の全入学試験を無効とします。
10. 試験時間の途中で退場することはできません。  
ただし、気分が悪いなど身体の調子が悪くなった場合は、手を挙げて監督者に申し出てください。
11. 試験終了の合図と同時に解答をやめてください。
12. 問題用紙は試験終了後、持ち帰ってください。



## 解答はすべて別紙の解答用紙に記入しなさい

( 字数制限のある解答については、句読点、アルファベット、数字、小数点、  
指数はすべて1字としなさい。 例 

|   |   |   |
|---|---|---|
| D | N | A |
|---|---|---|

|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| 0 | . | 1 | m | m |
|---|---|---|---|---|

|   |              |
|---|--------------|
| 2 | <sup>5</sup> |
|---|--------------|

 )

〔 I 〕 次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

遺伝情報の本体である核酸は最初、ミーシャーによって酸性の物質として同定された。その後、核酸には<sup>1)</sup>DNA と RNA の 2 種類があることや、糖や塩基が核酸の構成分子であることが明らかとなった。さらにシャルガフは<sup>2)</sup>ゲノム DNA 中の 4 種の塩基の存在比に特徴があることを示し、<sup>3)</sup>フランクリンらが得た X 線回折像により DNA が形成する構造が明らかとなった。これらの研究成果からワトソンとクリックが DNA の構造モデルを提唱した。さらに DNA の複製機構として、DNA 二本鎖のそれぞれを鋳型として DNA が合成される半保存的複製モデルが提唱され、<sup>4)</sup>メセルソンとスタールにより、このモデルを証明する実験が行われた。化学物質としての DNA の構造や合成経路が明らかとなる一方で、DNA が遺伝子の本体であることは、肺炎球菌を用いた実験や<sup>5)</sup>ファージを用いた実験から証明された。

このような遺伝物質である DNA を導入することで、大腸菌などの細菌や植物・動物などの広い生物種の形質を変化させる形質転換が可能となった。植物細胞を形質転換する方法の1つに<sup>6)</sup>アグロバクテリウム法がある。この方法では、導入したい遺伝子を含むベクターを持つアグロバクテリウムを感染させることで、<sup>7)</sup>植物細胞のゲノム DNA に目的遺伝子を挿入して発現させることができる。このような DNA 組換え技術は遺伝子機能の研究のみでなく、除草剤耐性植物や有効成分の高い作物の作出など農業分野にも大きく貢献している。

問1. 下線部1) について、DNA や RNA の説明として正しいものを以下の (A)～(F) からすべて選び、記号で答えなさい。

- (A) DNA と RNA は糖に塩基とリン酸が結合した構造を持つ。
- (B) DNA と RNA は水溶液中で酸性を示し、分子全体としては正電荷を帯びている。
- (C) DNA と異なり、RNA はチアミンの代わりにウラシルを塩基として持つ。
- (D) DNA と比較して、RNA を構成する糖は OH 基が1つ多く、RNA が物質として不安定となる原因となっている。
- (E) RNA 合成酵素による DNA を鋳型とした RNA 合成には、合成の起点となるプライマーが必要である。
- (F) RNA はアミノ酸を指定する情報を持つだけでなく、RNA 自体が機能分子として生体反応で働くものもある。

問2. 下線部2) に関連して、ある生物のゲノム DNA 中の塩基グアニンの比率が22%であった。この DNA 中の塩基アデニンが占める比率を答えなさい。また、その比率を求めるために用いた二本鎖 DNA が持つ特徴を答えなさい。

問3. 下線部3) について、フランクリンらが行った実験結果から、ワトソンとクリックが推察した DNA の立体構造の名称を答えなさい。

問 4. 下線部 4) について, DNA を  $^{14}\text{N}$  の同位体  $^{15}\text{N}$  により標識し, 二本鎖 DNA を密度勾配遠心分離法により分離することで, 図 1 の模式図のように DNA 重量の差により異なる位置にバンドが現れる. メセルソンとスタールの実験では,  $^{15}\text{N}$  を含む培地で DNA を標識した大腸菌を,  $^{14}\text{N}$  を含む培地に移植して培養し, 大腸菌の世代ごとに現れるバンドのパターンから半保存的複製を証明した. ここで, 重窒素  $^{15}\text{N}$  とは窒素  $^{14}\text{N}$  と質量の異なる同位体であり, 化学的性質は等しい.

- (1) 彼らが行った実験で,  $^{15}\text{N}$  を含む培地から  $^{14}\text{N}$  を含む培地に変更して大腸菌を生育し, 分裂した第 1 世代と第 2 世代の娘細胞からゲノム DNA を抽出し, 密度勾配遠心分離法により分離した. 第 1 世代, 第 2 世代の DNA バンドは遠沈管中のどの位置に現れるか, 解答用紙の図の①～⑤で示した適切な位置にバンドを記入しなさい. ただし,  $^{14}\text{N}$  を含む培地への変更により, 新しく合成される DNA 鎖の窒素はすべて  $^{14}\text{N}$  に置き換わるものとする.
- (2) (1) と同様に第 1 世代を取得後, すぐに  $^{15}\text{N}$  を含む培地に戻して第 2 世代の娘細胞を得た. この娘細胞におけるゲノム DNA のバンドは遠沈管中のどの位置に現れるか, 解答用紙の図の①～⑤で示した適切な位置にバンドを記入しなさい. ただし,  $^{15}\text{N}$  を含む培地への変更により, 新しく合成される DNA 鎖の窒素はすべて  $^{15}\text{N}$  に置き換わるものとする.

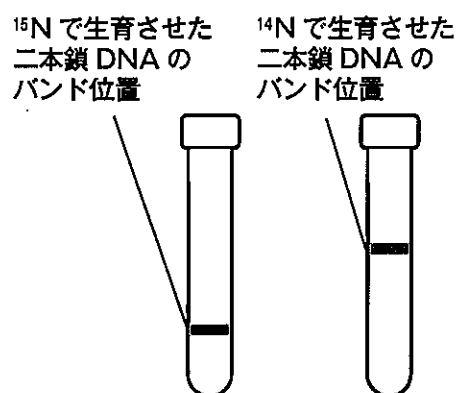


図 1 遠沈管中で密度勾配遠心分離法により分離した DNA バンド

$^{15}\text{N}$  で標識された DNA は,  $^{14}\text{N}$  の DNA より遠沈管中の下部にバンドが現れる.

問 5. 下線部 5) について、ハーシーとチェイスは、バクテリオファージから大腸菌内部に導入される物質が、DNA とタンパク質のどちらであることを示すことで、遺伝物質が DNA であることを証明した。このとき、彼らは DNA とタンパク質のそれぞれを異なる放射性同位元素で標識して調べた。DNA とタンパク質の構成元素の中で、標識に使用された元素を答えなさい。

問 6. 下線部 6) について、図 2 のようなベクターを持つアグロバクテリウム (*Agrobacterium tumefaciens*) を植物細胞に感染させ、*GFP* 遺伝子が発現する遺伝子組換え植物体が得られた。



図 2 アグロバクテリウムに導入したベクター

アグロバクテリウムの感染により、ベクター中の left border (LB) と right border (RB) の間の DNA 領域が植物ゲノム DNA 中に導入される。*GFP* : 緑色蛍光タンパク質を指定する遺伝子

- (1) アグロバクテリウムは植物病原菌として知られている。この菌が植物に感染することでどのような形態的な変化が引き起こされるか答えなさい。
- (2) 図 2 のようなベクターには、細菌の持つ小型の環状 DNA を改変して用いられることが多い。このような環状 DNA を何と呼ぶか答えなさい。
- (3) 図 2 のベクター上の塩基配列 A は *GFP* 遺伝子の上流に位置して転写開始部位として機能する。この塩基配列を何と呼ぶか答えなさい。
- (4) *GFP* 遺伝子の mRNA 上で、開始コドンが指定するアミノ酸の名称を答えなさい。また、そのコドンと塩基対をつくる tRNA が持つアンチコドンの塩基配列を 5' 側から 1 文字表記で答えなさい。

- (5) GFPを発現する植物体のDNAに変異処理を行うと、後代でGFP蛍光を失う個体が現れた。GFPのアミノ酸を指定する塩基配列内に1塩基の変異が入ったことがGFP蛍光の消失の原因となった場合、置換(1塩基が他の塩基に置き換わる)による変異と比較して、欠失(1塩基が欠ける)や挿入(1塩基が増える)の方が、GFP蛍光が失われた割合が大きくなった。その理由を簡潔に答えなさい。

問7. 下線部7)について、一般的な植物細胞には核以外にも遺伝情報を有するDNAを持つ細胞小器官が存在している。その細胞小器官の名称を2つ答えなさい。

〔Ⅱ〕 次の文章を読んで以下の問に答えなさい。

生命を維持する上で重要な役割を担うタンパク質は、アミノ酸が共有結合の一種である ア 結合により鎖状に結合してつくられる分子であり、生体内では酵素や受容体などとして機能する。

酵素は、呼吸や光合成、転写・翻訳など、生命を維持する上で重要な化学反応を促進する役割を担う。酵素がその作用を及ぼす物質を基質という。例えば、<sup>1)</sup>カタラーゼという酵素は過酸化水素を基質とし、これを水と酸素に分解する化学反応を促進する。また、唾液に含まれる <sup>2)</sup>アミラーゼという酵素は、デンプンを基質とし、これをマルトースに分解する化学反応を促進する。このように酵素は特定の物質にのみ作用するが、この性質を イ という。酵素は生体内で見られる化学反応を促進する触媒として働き、化学反応に必要な活性化エネルギーを ウ させる。酵素には、化学反応を進行させる上で エ と呼ばれる分子量の小さな有機物を必要とするものがある。例えば、呼吸に関与する脱水素酵素には、水素の受容体として働く エ が結合しており、これがないと酵素は働くことができない。

問 1. 文中の ア ～ エ に入る最も適切な語句を答えなさい。

なお ウ については以下の選択肢から選び答えなさい。

【選択肢】 増加、減少、固定

問 2. タンパク質の一次構造および四次構造とは何か、簡潔に答えなさい。

問 3. 下線部 1) について、以下の実験に関する問に答えなさい。

【実験】

ブタの肝臓に含まれるカタラーゼの性質を調べるために、試験管 A～C に肝臓片と 1 mL の水を加え、それぞれの試験管を異なる温度に調整した。すべての試験管に 6% 過酸化水素水を加え、それぞれの試験管から発生する泡のようすを観察した結果、表 1 のような結果が得られた。

表 1

| 試験管    | A          | B         | C         |
|--------|------------|-----------|-----------|
| 温度     | 4℃         | 40℃       | 70℃       |
| 反応のようす | 少しだけ泡が発生した | 激しく泡が発生した | 泡が発生しなかった |

(1) 試験管 A と試験管 B で異なる反応が起きた理由を簡潔に答えなさい。

(2) 試験管 C では泡が発生しなかった理由を簡潔に答えなさい。

問 4. 下線部 2) について、図 1 は異なる pH 中の酵素 A, B, C の反応速度を示す。唾液中に含まれるアミラーゼの特徴を示す曲線を図 1 の記号 A～C で答えなさい。また、胃液に含まれるペプシンの特徴を示す曲線を図 1 の記号 A～C で答えなさい。

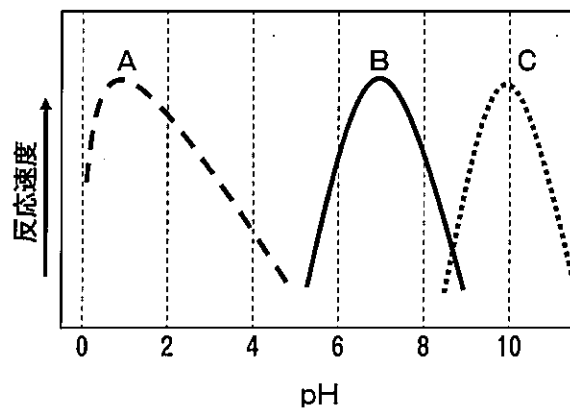


図 1

問 5. ある条件で、基質濃度を変化させて酵素の反応速度を計測した結果が図 2 の点線で示されている。この条件において、酵素量のみを 2 倍に増加させると点線で示した曲線はどのように変化するか、図 2 の記号 X～Z で答えなさい。

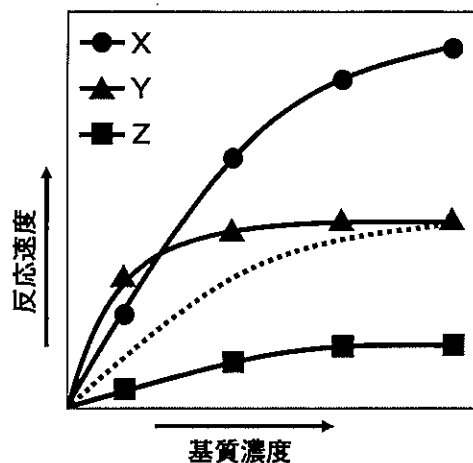


図 2



問6. 図3の点線は基質濃度と酵素による反応速度の関係を示す。以下の問に答えなさい。

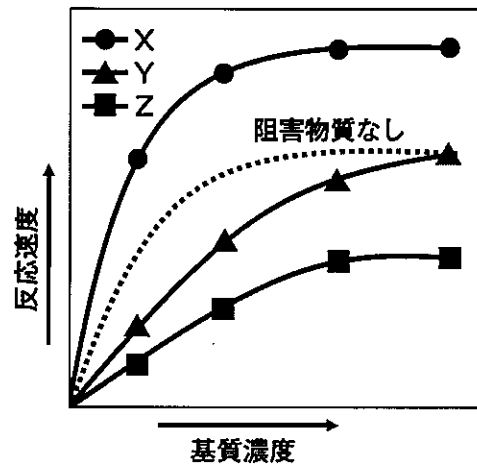


図3

- (1) 一定量の阻害物質により酵素の競争的阻害が起こった場合、点線で示した曲線はどのように変化するか、変化後の曲線を図3の記号X～Zから1つ選び、その理由を答えなさい。
- (2) 一定量の阻害物質により酵素の非競争的阻害が起こった場合、点線で示した曲線はどのように変化するか、変化後の曲線を図3の記号X～Zから1つ選び、その理由を答えなさい。

問7. 酵素のアロステリック調節とは何か、簡潔に答えなさい。

〔Ⅲ〕 次の文章を読んで以下の間に答えなさい。

人間は細胞の核の中に46本の染色体を持っている。この46本は23本ずつのペアになっている。ペアとなっている染色体を ア と呼ぶ。ア のペアの一方は父親から、他方は母親から受け継いだものである。エンドウ豆は14本の染色体、すなわち7ペアの ア を持っている。染色体はDNAと<sub>1)</sub>タンパク質で構成されている。多くの遺伝子が染色体中のDNAに含まれており、遺伝子の情報としての実体はDNAの塩基の並びである。ア の同じ位置（遺伝子座）に存在する異なる遺伝子のことを対立遺伝子と呼ぶ。個体の同一遺伝子座における遺伝子の組み合わせを遺伝子型、遺伝子型に基づいて現れる形質を表現型と呼ぶ。19世紀のオーストリアの修道士グレゴール・メンデルはエンドウ豆を使った実験を繰り返し、<sub>2)</sub>分離の法則、独立の法則、顕性・潜性に関する法則を発見した。その後、メンデルの法則に従わない様々な<sub>3)</sub>非メンデル型遺伝も発見されてきている。

問1. 文中の ア に入る最も適切な語句を答えなさい。

問2. 下線部1) について、DNAに結合してヌクレオソームと呼ばれる構造を形成するのに必要なタンパク質の名称を答えなさい。

問3. 同じ染色体上に存在する複数の遺伝子が一緒に遺伝することを何と呼ぶか答えなさい。

問4. 2つの遺伝子が同じ染色体上に比較的近接して存在する時に成立しなくなるメンデルの法則は、下線部2) に挙げられている法則のうちどれか答えなさい。

問5. エンドウ豆の対立遺伝子  $A$  と  $a$  は種子の形に関与し、 $AA$  と  $Aa$  は丸形（顕性形質）、 $aa$  はしわ形（潜性形質）になる。また、 $A$  や  $a$  とは別の染色体にある対立遺伝子  $B$  と  $b$  は種子の色に関与し、 $BB$  と  $Bb$  は黄色（顕性形質）、 $bb$  は緑色（潜性形質）になる。この2つの遺伝子座についてはメンデルの法則に従い遺伝するものとする。

(1) 種子の表現型（例えば、丸形黄色）がわかっているが遺伝子型は不明の個体を、潜性形質の個体（遺伝子型  $aabb$ ）と交配させ、その子（F1）の表現型から、この種子の遺伝子型を調べることを何と呼ぶか答えなさい。

(2) 表現型が丸形黄色の個体  $X$  と  $aabb$  の遺伝子型を持つ個体をかけ合わせて得られたF1では、丸形黄色と丸形緑色の表現型が1:1で得られた。個体  $X$  の遺伝子型は何か、また、その理由を答えなさい。

$D$ を持つ配偶子1と $d$ を持つ配偶子2が受精し、 $Dd$ の状態の接合体が形成される。この時、図1に示すように、 $d$ からメチル化状態が $D$ に伝搬し、 $D$ の発現制御領域がメチル化され、接合体は $dd$ の状態となり、この遺伝子の mRNA への転写は抑制される。このように、塩基配列を変化させることなく、同じ遺伝子座にある遺伝子の一方の発現状態が、他方の遺伝子の発現状態に伝搬する現象をパラ突然変異と呼ぶ。

$D$ とは別の染色体にある遺伝子座に存在する対立遺伝子  $E$  と  $e$  を考える。 $E$  と  $e$  はメンデルの法則に従って遺伝する。遺伝子型  $EE$  と  $Ee$  は、 $D$  を持つ配偶子と  $d$  を持つ配偶子が受精した時の  $d$  から  $D$  へのメチル化の伝搬が抑制されるが、 $d$  のメチル化の状態には影響を及ぼさない。その結果、この接合体では、 $Dd$  の状態が維持され、遺伝子  $D$  は発現する。遺伝子型  $ee$  は  $D$  や  $d$  の発現制御領域のメチル化には影響しない。

- (1) *DDEE* と *ddee* の個体を交配させ、その子 F1 を得る。F1 の紫色と緑色の葉の色の比率を答えなさい。また、その理由を説明しなさい。
- (2) (1) の F1 同士を交配させて得られた F2 における紫色と緑色の葉の色の比率を答えなさい。また、その理由を説明しなさい。

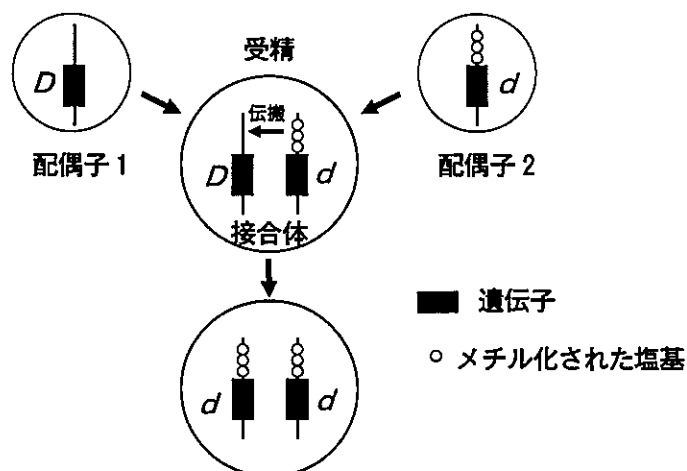


図1 発現制御領域のメチル化の伝搬によるバラ突然変異

—— このページは白紙です。 ——