

問1 ヒトの苦味受容体遺伝子における対立遺伝子PAV、AVI、AAI、AAVの変異過程について、チンパンジーの遺伝子配列がPAV型と同一であるという前提に基づき、突然変異の蓄積順序として最も妥当なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1. PAVからSNP2が変化してAVI型へ、次にSNP1が変化してAAI型へ、最後にSNP3が変化してAAV型へ | 2. PAVからSNP1が変化してAAI型へ、次にSNP2が変化してAVI型へ、最後にSNP3が変化してAAV型へ | 3. PAVからSNP3が変化してAAV型へ、次にSNP1が変化してAAI型へ、最後にSNP2が変化してAVI型へ | 4. PAVからSNP2が変化してAAV型へ、次にSNP3が変化してAVI型へ、最後にSNP1が変化してAAI型へ |
|---|---|---|---|

問2 細胞周期の進行に伴うタンパク質発現の制御について、タンパク質XがDNA複製中に減少する理由として最も妥当なものはどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| 1. DNA複製に必要な酵素の働きを阻害するため | 2. 細胞周期の進行に伴い、次の時期へ移行するための制御機構として発現が抑制されるため | 3. タンパク質Xが細胞分裂の終結を促す役割を担っているため | 4. 細胞が分裂を停止し、休止期へ移行する準備を行うため |
|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|

問3 品種改良における純系品種の交配と選抜に関する記述として、誤っているものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---|---|---|
| 1. 純系同士を交配しても、配偶子形成時の乗換えにより、配偶子の遺伝情報は必ずしも親と同一にはならない。 | 2. 選抜を繰り返すことで特定の遺伝子座をホモ接合化させ、形質を固定することができる。 | 3. 花粉と胚の遺伝情報は減数分裂を経て形成されるため、常に同一の遺伝情報を持つ。 | 4. 新しい品種の育成過程では、好ましい形質を持つ個体を次世代の親として選抜する。 |
|--|---|---|---|

問4 体細胞分裂と減数分裂の染色体の挙動に関する記述として、誤っているものを次のうちから一つ選べ。（2014年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|---|--|-----------------------------------|
| 1. 体細胞分裂の中期では、各染色体は2本の姉妹染色分体から構成されている。 | 2. 減数分裂の第一分裂前期では、相同染色体が対合して二価染色体が形成される。 | 3. 体細胞分裂の中期において、赤道面に並ぶ染色体には乗換えによる遺伝子の組み換えが必須である。 | 4. 減数分裂の第一分裂中期では、二価染色体が細胞の赤道面に並ぶ。 |
|--|---|--|-----------------------------------|

問5 多細胞生物の体細胞における遺伝子発現の仕組みに関する記述として最も適切なものはどれか。（2015年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 1. すべての体細胞は、細胞の種類に関わらずゲノムの塩基配列が同一である。 | 2. 分化した細胞は、不要になった遺伝子をゲノムから除去している。 | 3. 神経細胞と肝臓の細胞では、保持しているゲノム情報が大きく異なる。 | 4. 遺伝子発現は、細胞分裂の分裂期においてのみ行われる。 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|

問6 伴性遺伝に関する記述として最も適切なものはどれか。（2019年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|--|
| 1. 性染色体上の遺伝子も常染色体上の遺伝子と同様に、減数分裂を経て配偶子に分配され、メンデルの法則に従って次世代に伝達される。 | 2. 性染色体上の遺伝子は、雌雄の性別に関わらず常に同じ確率で表現型として現れるため、性別による発現頻度の差は生じない。 | 3. 三毛猫の毛色を決定する遺伝子はY染色体上に存在し、雄のみがこの遺伝子を受け継ぐことで茶と黒のまだら模様形成される。 | 4. X染色体上の遺伝子は、雌では必ずホモ接合体として存在するため、常に優性の形質が表現型として現れる。 |
|--|--|--|--|

問7 細胞周期におけるDNA量の変化に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2025年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1. G1期の細胞のDNA量を1としたとき、S期を経てG2期に達した細胞のDNA量は2である。 | 2. G1期の細胞のDNA量を1としたとき、S期を経てG2期に達した細胞のDNA量は0.5である。 | 3. G1期の細胞のDNA量を1としたとき、S期を経てG2期に達した細胞のDNA量は1である。 | 4. G1期の細胞のDNA量を1としたとき、S期を経てG2期に達した細胞のDNA量は4である。 |
|---|---|---|---|

問8 DNA濃度(mg/mL)をx、黄色光の強さをyとしたとき、xとyが原点を通る比例関係にある検量線において、 $x=0.05$ のとき $y=0.4$ であった。このとき、黄色光の強さが0.6と測定された溶液のDNA濃度(mg/mL)として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| 1. 0.060 | 2. 0.075 | 3. 0.080 | 4. 0.095 |
|----------|----------|----------|----------|

問9 遺伝子の連鎖がメンデルの独立の法則に従わない理由として、最も適切なものはどれか。（2006年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|
| 1. 連鎖している遺伝子は、減数分裂において同一の染色体とともに分配されるから | 2. 連鎖している遺伝子は、形質を発現するために互いを必要とするから | 3. 連鎖している遺伝子は、体細胞分裂において染色体の組み換えが起こらないから | 4. 連鎖している遺伝子は、同じ形質に関与しているため独立して分離できないから |
|---|------------------------------------|---|---|

答え合わせ・解説 No.6

問1	答え 1 PAVからSNP2が変化してAVI型へ、次にSNP1が変化してAAI型へ、最後にSNP3が変化してAAV型へ	遺伝子RにおけるSNPの変異は、祖先型と考えられるPAVから段階的に蓄積したと推論される。まずPAVのSNP2が変化してAVI型が生じ、次にSNP1が変化してAAI型へ、最後にSNP3が変化してAAV型へと至る経路が、各対立遺伝子のアミノ酸組成の変化を矛盾なく説明できる。突然変異は一度に複数箇所でおこるよりも、一つずつ蓄積する方が確率的に高いため、この順序が妥当である。
問2	答え 2 細胞周期の進行に伴い、次の時期へ移行するための制御機構として発現が抑制されるため	細胞周期は各時期に特有のタンパク質が厳密に制御されることで進行する。タンパク質Xのように特定の時期に発現し、次の段階（DNA複製期）で減少するタンパク質は、細胞周期の進行を制御するスイッチとしての役割を持つ。DNA複製が始まるS期にXが減少することは、G1期からS期への移行を正確に行うための分子的な制御機構の一部である。
問3	答え 3 花粉と胚の遺伝情報は減数分裂を経て形成されるため、常に同一の遺伝情報を持つ。	減数分裂では相同染色体の分離や乗換えがおこるため、形成される配偶子（花粉や卵細胞）の遺伝情報は多様であり、花粉と胚の遺伝情報が常に同一になることはありません。純系品種の育成は、こうした遺伝的変異の中から好ましい形質を持つ個体を選抜し、ホモ接合化させることで形質を固定するプロセスです。
問4	答え 3 体細胞分裂の中期において、赤道面に並ぶ染色体には乗換えによる遺伝子の組み換えが必須である。	乗換えは減数分裂の第一分裂前期において相同染色体間で起こる現象であり、体細胞分裂では通常起こらない。体細胞分裂は、分裂前の細胞と遺伝的に同一な娘細胞を生じる過程であるため、染色体の組み換えは必要としない。他の選択肢はすべて体細胞分裂および減数分裂の過程として正しい記述である。
問5	答え 1 すべての体細胞は、細胞の種類に関わらずゲノムの塩基配列が同一である。	多細胞生物の体細胞は、受精卵が体細胞分裂を繰り返して生じたものであるため、基本的に同一のゲノム情報を持っている。細胞ごとの機能の違いは、ゲノムが書き換わることによるのではなく、細胞の種類に応じて必要な遺伝子のみが選択的に発現（転写・翻訳）されることによって生じる。
問6	答え 1 性染色体上の遺伝子も常染色体上の遺伝子と同様に、減数分裂を経て配偶子に分配され、メンデルの法則に従って次世代に伝達される。	伴性遺伝は、性染色体上に位置する遺伝子が関与する遺伝様式である。性染色体も減数分裂の過程で分離・分配されるため、基本的にはメンデルの法則に従う。三毛猫の毛色遺伝子はX染色体上にあり、雌が二つのX染色体を持つことで茶と黒の対立遺伝子を併せ持つことが可能となる。また、X染色体の不活性化により、細胞ごとにどちらの遺伝子が発現するかが異なるため、複雑な模様が形成される。
問7	答え 1 G1期の細胞のDNA量を1としたとき、S期を経てG2期に達した細胞のDNA量は2である。	細胞周期において、DNAの複製はS期に行われる。G1期はDNA複製前の時期であり、DNA量を1と定義すると、S期で複製が完了した後のG2期には、DNA量はその2倍の2となる。細胞分裂の準備段階であるG2期において、核内のDNA量はG1期の2倍に維持されている。
問8	答え 2 0.075	検量線が原点を通る比例関係にあるとき、 $y=ax$ と表される。 $x=0.05$ のとき $y=0.4$ であるから、比例定数 a は $0.4/0.05=8$ となる。したがって、 $y=8x$ という関係式が成り立つ。黄色光の強さ y が0.6のとき、 $0.6=8x$ を解くと $x=0.075$ となり、DNA濃度は 0.075mg/mL と求められる。
問9	答え 1 連鎖している遺伝子は、減数分裂において同一の染色体とともに分配されるから	メンデルの独立の法則は、異なる形質を支配する遺伝子がそれぞれ異なる染色体上に存在し、減数分裂の際に独立して分配されることを前提としている。しかし、連鎖している遺伝子は同一の染色体上に存在するため、減数分裂の過程でセットとなって配偶子へ分配される。そのため、個々の遺伝子が独立して分離する確率が崩れ、次世代の表現型比に影響を与える。

高校生物プリント（過去問類似）

遺伝情報とその発現 No.7

名前

得点

/10

問1 多細胞生物において、同じ遺伝情報を持つ細胞が組織ごとに異なる機能を持つ理由として最も適切な説明はどれか。 (2017年 全国公立入試 類似)

1. 細胞ごとに必要な遺伝子のみを選択的に発現させているから
2. 細胞ごとにDNAの塩基配列が大きく書き換わっているから
3. 細胞ごとにタンパク質合成の铸型となるDNAを複製し直しているから
4. 細胞ごとに不要な遺伝子を物理的に除去しているから

問2 ある生物の個体において、肝臓の細胞と皮膚の細胞を比較した際、両者の間で共通しているものとして最も適切なものはどれか。 (2019年 全国公立入試 類似)

1. 保持しているDNAの全塩基配列
2. 細胞質内に存在するRNAの種類と量
3. 発現しているタンパク質の種類
4. 細胞の形状および細胞小器官の構成比

問3 生物の遺伝物質がDNAであることを示す歴史的経緯において、形質転換に関する説明として最も適切なものはどれか。 (2011年 全国公立入試 類似)

1. 形質転換とは、ある個体のDNAが他の個体に取り込まれ、その形質が変化する現象を指す。
2. 形質転換は、減数分裂に伴う染色体の組み換えによって新たな遺伝形質が生じる現象である。
3. 形質転換は、DNAの二重らせん構造が複製される際に生じる塩基配列の変異のことである。
4. 形質転換は、メンデルの遺伝の法則に従って親から子へ形質が伝達される過程を指す。

問4 オペロン説におけるリプレッサーの働きとして、正しい説明はどれか。 (2023年 全国公立入試 類似)

1. オペレーター領域に結合することで、RNAポリメラーゼによる転写を抑制する。
2. プロモーター領域に結合することで、RNAポリメラーゼの結合を促進する。
3. 構造遺伝子から翻訳されたタンパク質を分解し、発現量を調節する。
4. RNAポリメラーゼと複合体を形成し、転写の終結を誘導する。

問5 バクテリオファージが細菌に感染して増殖する過程において、ファージのタンパク質が合成される場所として最も適切なものはどれか。 (2013年 全国公立入試 類似)

1. 感染した大腸菌の細胞内部
2. ファージの頭部表面
3. 大腸菌の細胞外の培地
4. ファージの尾部末端

問6 真核生物の細胞分化において、遺伝子発現が制御される仕組みとして正しい説明はどれか。 (2021年 全国公立入試 類似)

1. 細胞の種類に関わらず、すべての遺伝子が常に転写・翻訳されている。
2. 調節遺伝子の働きにより、特定の細胞に必要なタンパク質のみが選択的に合成される。
3. タンパク質合成の場であるリボソームが、核内へ移動して転写を直接制御する。
4. DNAポリメラーゼが特定の遺伝子を選択的に認識し、タンパク質合成の開始を決定する。

問7 人類が新石器時代以降、野生植物を栽培し品種改良を行う過程で、収穫効率を高めるために選抜されてきた形質として最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 種が成熟すると穂から脱落しにくい性質
2. 種が成熟すると同時に発芽する性質
3. 害虫を誘引する揮発性物質を放出する性質
4. 野生種よりも草丈が極端に高く倒伏しやすい性質

問8 メンデルの遺伝の法則の一つである「優性の法則」に関する記述として、最も適切なものはどれか。 (2006年 全国公立入試 類似)

1. 遺伝子型Aaの個体の表現型は、遺伝子型AAの個体の表現型と一致する。
2. 対立遺伝子Aとaが存在する場合、必ずAがaに対して生存上の優位性を持つ。
3. 遺伝子型Aaの個体の表現型は、遺伝子型aaの個体の表現型と一致する。
4. 対立遺伝子Aとaが共存すると、必ず両方の形質が混ざり合って現れる。

問9 人類の進化過程におけるSNPとアミノ酸置換の解析において、組換え頻度が低い遺伝子座の組み合わせが維持される理由として、最も適切なものはどれか。 (2026年 全国公立入試 類似)

1. 遺伝子座間の物理的距離が極めて近く、減数分裂時の交叉による分断が起こりにくいから。
2. SNPによるアミノ酸置換が、常に個体の生存率を劇的に向上させるため。
3. 組換え頻度が高いほど、特定の遺伝子型の組み合わせが次世代に固定されやすくなるから。
4. 遺伝子座間の距離が遠いほど、組換えによる遺伝的多様性の喪失が起こるから。

問10 乗換えに関する記述として最も適切なものはどれか。 (2008年 全国公立入試 類似)

1. 乗換えは雌雄を問わず減数分裂の過程で起こる現象である。
2. 乗換えは体細胞分裂の前期において頻繁に観察される。
3. 乗換えによって染色体の数そのものが倍加する。
4. 乗換えは同一染色体上の遺伝子間の距離を短くする現象である。

答え合わせ・解説 No.7

問1	答え 1 細胞ごとに必要な遺伝子のみを選択的に発現させているから	多細胞生物の体細胞は、分化の過程でDNAの塩基配列が変化するわけではありません。細胞の機能の違いは、どの遺伝子が転写・翻訳されてタンパク質になるかという「遺伝子の発現調節」によって生じます。これにより、特定の組織で必要なタンパク質だけが効率よく合成される仕組みになっています。
問2	答え 1 保持しているDNAの全塩基配列	同一個体内の細胞は、受精卵の分裂によって生じるため、基本的に同一のDNAを保持している。一方で、細胞の種類によって発現する遺伝子が異なるため、転写産物であるRNAの種類や、それに基づいて合成されるタンパク質の種類は細胞ごとに大きく異なる。細胞の形状や細胞小器官の構成も、その細胞の機能的役割に応じて分化の過程で決定される。
問3	答え 1 形質転換とは、ある個体のDNAが他の個体に取り込まれ、その形質が変化する現象を指す。	形質転換とは、外部から取り込まれたDNAが細胞内のゲノムに組み込まれることなどで、その生物の形質が変化する現象を指す。肺炎双球菌の実験では、非病原性のR型菌が、加熱殺菌された病原性のS型菌のDNAを取り込むことで、病原性を持つS型菌へと変化した。これは遺伝情報の本体がDNAであることを示す極めて重要な知見であり、染色体の組み換えやメンデルの法則、DNAの複製そのものとは区別して理解する必要がある。
問4	答え 1 オペレーター領域に結合することで、RNAポリメラーゼによる転写を抑制する。	リプレッサーは調節タンパク質の一種であり、オペレーターと呼ばれるDNA配列に結合することで、RNAポリメラーゼがプロモーターから転写を開始するのを物理的に妨げる。これにより、特定の条件下で不要な遺伝子の発現を抑制し、エネルギー効率を高める役割を果たす。この仕組みは原核生物における環境適応の重要な基盤となっている。
問5	答え 1 感染した大腸菌の細胞内部	バクテリオファージは、自身のDNAを大腸菌内に注入することで感染を開始する。注入されたファージのDNAは、大腸菌が持つリボソームやアミノ酸、エネルギー源を利用して、自身のタンパク質を合成する。このタンパク質合成はすべて大腸菌の細胞内部で行われ、最終的にDNAとタンパク質が組み合わさって新たなファージ粒子が形成される。
問6	答え 2 調節遺伝子の働きにより、特定の細胞で必要なタンパク質のみが選択的に合成される。	多細胞生物の各細胞は同一のゲノムを持ちますが、調節遺伝子の発現パターンが細胞ごとに異なるため、合成されるタンパク質の種類が異なります。これにより細胞の分化が実現されます。DNAポリメラーゼは複製に関与する酵素であり、転写を行うのはRNAポリメラーゼです。また、リボソームは細胞質に存在し、核内へ移動することはありません。
問7	答え 1 種が成熟すると穂から脱落しにくい性質	人類は農耕の開始に伴い、収穫時の損失を最小限に抑えるため、種子が成熟しても穂から自然に脱落しない個体を選抜・育成してきた。野生のムギなどは成熟すると種子が容易に脱落して繁殖するが、栽培種ではこの性質が抑制されている。逆に、種子がすぐ発芽したり、収穫しにくい性質は栽培には不向きであり、品種改良の過程で排除されてきた形質である。
問8	答え 1 遺伝子型Aaの個体の表現型は、遺伝子型AAの個体の表現型と一致する。	優性の法則とは、対立遺伝子間に優劣関係がある場合、ヘテロ接合体 (Aa) の表現型が、優性遺伝子をホモ接合体で持つ個体 (AA) の表現型と一致することを指します。これは形質の現れ方に関する法則であり、生存上の優位性や形質の混合を意味するものではありません。したがって、Aaの個体はAAの個体と同じ表現型を示します。
問9	答え 1 遺伝子座間の物理的距離が極めて近く、減数分裂時の交叉による分断が起こりにくいから。	染色体上で物理的に近い位置にある遺伝子座やSNPは、減数分裂時の交叉によって分断される確率が低いため、親から子へセットで受け継がれやすい。これを連鎖と呼ぶ。特定の組み合わせが維持されることは、集団遺伝学においてハプロタイプブロックの形成として観察され、人類の進化や集団の移動履歴を推定する重要な指標となる。
問10	答え 1 乗換えは雌雄を問わず減数分裂の過程で起こる現象である。	乗換えは減数分裂の第一分裂前期に相同染色体間で起こり、雌雄を問わず生物の配偶子形成過程で普遍的に見られる。この現象により、親から子へ受け継がれる遺伝子の組み合わせが多様化し、生物の進化や適応において重要な役割を果たす。体細胞分裂では起こらず、また染色体数や遺伝子間の物理的距離を直接変化させるものではない。

高校生物プリント（過去問類似）

遺伝情報とその発現 No.8

名前

得点

/10

問1 ABO式血液型の遺伝に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. A遺伝子とB遺伝子は、O遺伝子に対して優性である。
2. AB型は、A遺伝子とB遺伝子のうちいずれか一方のみが発現する。
3. O型の遺伝子型は、AOまたはBOである。
4. 血液型の遺伝は、環境要因によって変化する。

問2 DNA分解酵素とRNA分解酵素が持つ「特異性」の定義として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 特定の種類の核酸分子のみを基質として認識し、分解反応を触媒する性質。
2. 核酸の塩基配列に関わらず、すべての核酸分子を等しく分解する性質。
3. 光の強さを変化させることで、核酸の存在を視覚的に証明する性質。
4. DNAとRNAの両方を同時に分解し、核酸を完全に消失させる性質。

問3 メンデルの分離の法則が成立する背景として、二倍体の生物における減数分裂の過程で最も重要な事象はどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 相同染色体が対合し、その後分離して異なる配偶子に入ること
2. 体細胞分裂によって遺伝情報が正確に複製されること
3. 複数の遺伝子が同一の染色体上に連鎖して存在すること
4. 自家受粉によって遺伝子の突然変異が誘発されること

問4 PTC味覚感受性に関与する受容体タンパク質の遺伝子型において、AVI型がPAV型に対して低感受性を示す場合、この遺伝的関係を説明する記述として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. AVIはPAVに対して潜性であり、ヘテロ接合体はPAVに近い高い感受性を示す。
2. AVIはPAVに対して顕性であり、ヘテロ接合体はAVIに近い低い感受性を示す。
3. AVIとPAVは共顕性であり、ヘテロ接合体は両者の中間的な感受性を示す。
4. AVIとPAVは不完全顕性であり、ヘテロ接合体は両者の平均値よりも低い感受性を示す。

問5 ヒトの常染色体上の劣性遺伝子によって決定される形質について、両親ともにその形質が発現している場合、生まれてくる子供の形質発現に関する記述として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 子供の性別に関わらず、子供には必ずその形質が発現する。
2. 男の子には発現するが、女の子には発現しない可能性がある。
3. 両親の祖父母にその形質が発現していなければ、子供には発現しない。
4. 子供の4分の1の確率でその形質が発現する。

問6 メンデルの独立の法則が成り立つ二組の対立遺伝子A, aとB, bについて、二重ヘテロ接合体 (AaBb) を自家受精させた場合、F2において表現型が優性形質Aと劣性形質bを併せ持つ個体が出現する理論上の割合として最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 3/16
2. 9/16
3. 1/16
4. 1/4

問7 伴性遺伝に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 男性はX染色体を2本持つため、劣性遺伝子が発現しやすい。
2. 女性はX染色体を1本しか持たないため、劣性遺伝子が発現しやすい。
3. 男性はX染色体を1本しか持たないため、劣性遺伝子が発現しやすい。
4. 伴性遺伝は常染色体上の遺伝子によって引き起こされる現象である。

問8 細胞分裂の過程において、DNA合成期 (S期) に複製されるDNAを特異的に標識するために、培地に添加する物質として最も適切なものはどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 標識されたチミン
2. 標識されたメチオニン
3. 標識されたウラシル
4. 標識されたアセチルCoA

問9 メンデルの独立の法則が成立するための生物学的な前提条件として、最も適切な説明はどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 二組の対立遺伝子が同一の染色体上に存在し、組換えが起こらないこと
2. 二組の対立遺伝子がそれぞれ異なる相同染色体対上に位置していること
3. 二組の対立遺伝子が同一の染色体上にあり、連鎖していること
4. 二組の対立遺伝子が減数分裂の過程で常に同じ配偶子に分配されること

問10 生物の遺伝情報がDNAからタンパク質へと流れる一連の過程であるセントラルドグマにおいて、DNAの塩基配列がRNAに写し取られる過程と、そのRNAの情報に基づいてタンパク質が合成される過程の組み合わせとして正しいものはどれか。（2016年 全国公立入試 類似）

1. 転写と翻訳
2. 翻訳と転写
3. 複製と転写
4. 翻訳と複製

答え合わせ・解説 No.8

問1	答え 1 A遺伝子とB遺伝子は、O遺伝子に対して優性である。	ABO式血液型は複対立遺伝子による遺伝であり、A遺伝子とB遺伝子は共優性で、どちらもO遺伝子に対して優性である。そのため、遺伝子型がAOであればA型、BOであればB型、OOであればO型となる。AB型はA遺伝子とB遺伝子の両方が発現した状態であり、血液型は遺伝的に決定されるため環境要因では変化しない。
問2	答え 1 特定の種類の核酸分子のみを基質として認識し、分解反応を触媒する性質。	酵素の特異性とは、特定の基質に対してのみ作用する性質を指す。DNA分解酵素はDNAのホスホジエステル結合を特異的に切断し、RNA分解酵素はRNAに対して同様の作用を持つ。この特異性があるため、特定の核酸のみを選択的に除去することが可能であり、実験において特定の分子が光の発生に寄与しているかを判別する根拠となる。
問3	答え 1 相同染色体が対合し、その後分離して異なる配偶子に入る	分離の法則は、対になっている遺伝子が減数分裂の過程で分離し、それぞれ異なる配偶子に入ることによって成立する。これは、二倍体細胞において相同染色体が対合し、減数第一分裂で各配偶子へ分配されるという細胞学的なプロセスに基づいている。この仕組みにより、親の持つ遺伝子が次世代へ規則的に受け継がれる。
問4	答え 1 AVIはPAVに対して潜性であり、ヘテロ接合体はPAVに近い高い感受性を示す。	PTC味覚感受性において、AVI型はPAV型に対して潜性として振る舞う。そのため、AVI/PAVのヘテロ接合体では、顕性であるPAVの形質が発現し、PAV/PAVホモ接合体に近い高い感受性を示す。遺伝学において、ヘテロ接合体で一方の形質のみが発現する場合、その形質を顕性、発現しない形質を潜性と呼ぶ。
問5	答え 1 子供の性別に関わらず、子供には必ずその形質が発現する。	常染色体上の劣性遺伝子による形質は、その遺伝子をホモ接合体 (aa) で持つ場合にのみ発現する。両親ともに形質が発現しているということは、両親ともに遺伝子型がaaであることを意味する。この場合、両親から子供へ受け継がれる遺伝子は必ずaであるため、子供の遺伝子型も必ずaaとなり、性別に関係なくその形質が発現する。
問6	答え 1 3/16	独立の法則に従う場合、二組の対立遺伝子はそれぞれ独立して分離し、配偶子形成が行われる。F ₂ における表現型の分離比は、優性・優性：優性・劣性：劣性・優性：劣性・劣性が9:3:3:1となる。このうち、優性形質Aと劣性形質bを持つ個体は全体の3/16を占める。各形質の分離比を独立事象として考え、優性 (3/4) と劣性 (1/4) を掛け合わせることで算出できる。
問7	答え 3 男性はX染色体を1本しか持たないため、劣性遺伝子が発現しやすい。	伴性遺伝は性染色体上に存在する遺伝子による遺伝様式である。ヒトの男性はXYの性染色体を持ち、X染色体は1本しか持たないため、そこに劣性遺伝子が存在すると、対立遺伝子による抑制を受けず、その形質が直ちに表現型として現れる。一方、女性はXXであるため、ヘテロ接合体であれば正常な遺伝子が優先され、異常は現れにくい。
問8	答え 1 標識されたチミン	DNAはアデニン、グアニン、シトシン、チミンの4種類の塩基から構成される。RNAと異なり、DNAに特異的に含まれる塩基はチミンである。そのため、細胞分裂に伴うDNA複製時に標識されたチミンを供給することで、新しく合成されたDNA鎖にのみ標識を取り込ませることが可能となる。メチオニンはタンパク質の合成、ウラシルはRNAの合成、アセチルCoAは脂質やエネルギー代謝に関与するため、DNA複製の追跡には適さない。
問9	答え 2 二組の対立遺伝子がそれぞれ異なる相同染色体対上に位置していること	独立の法則は、異なる形質を支配する遺伝子が互いに影響を及ぼさずに次世代へ伝わる現象を指す。これが成立するためには、各遺伝子が異なる相同染色体対上に存在し、減数分裂の際に染色体が独立して分配される必要がある。同一染色体上にある場合は連鎖となり、独立の法則は適用されない。
問10	答え 1 転写と翻訳	セントラルドグマは、遺伝情報の流れがDNAからRNA、そしてタンパク質へと一方向に進むという生物学の基本原則です。DNAの塩基配列を鋳型として相補的なRNA鎖が合成される過程を転写と呼び、細胞質のリボソームにおいてmRNAの塩基配列情報に基づきアミノ酸が連結されてタンパク質が合成される過程を翻訳と呼びます。これらは遺伝情報の伝達と発現において不可欠な段階です。

問1 真核生物において、特定の遺伝子の転写を調節する仕組みに関する記述として、誤っているものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 調節タンパク質は、DNAの特定の塩基配列を認識して結合する。
2. 転写の調節は、細胞の分化や発生の過程において重要な役割を果たす。
3. 翻訳の段階でタンパク質の合成を制御することも、転写調節の定義に含まれる。
4. 転写の開始を促進する調節タンパク質もあれば、抑制する調節タンパク質も存在する。

問2 遺伝暗号において、3つの塩基で1つのアミノ酸を指定する理由として最も適切なものはどれか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 塩基が2つではアミノ酸の種類をすべて指定できないから
2. 塩基が4つ以上ではタンパク質の合成速度が低下するから
3. DNAの二重らせん構造を安定させるために3の倍数が必要だから
4. アミノ酸の分子量と塩基の分子量の比率が3対1であるから

問3 減数分裂の過程において、相同染色体の間で一部の染色体部位が交換される現象を何と呼ぶか。また、この現象によって生じる組換え価の性質に関する記述として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 乗換えと呼び、組換え価は遺伝子間の距離に比例する
2. 乗換えと呼び、組換え価は常に50%を超えることはない
3. 独立と呼び、組換え価は遺伝子間の距離に関係なく一定である
4. 独立と呼び、組換え価は染色体の長さにも依存する

問4 PCR法（ポリメラーゼ連鎖反応）に関する記述として最も適切なものを選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. DNAポリメラーゼを用いてDNAを指数関数的に増幅させる手法である。
2. RNAを鋳型としてタンパク質を合成する過程を模倣した手法である。
3. 制限酵素を用いてDNAを特定の塩基配列で切断する手法である。
4. DNAの塩基配列を直接読み取り、配列を決定する手法である。

問5 遺伝子組換え実験において、プラスミドYを導入した大腸菌をカナマイシン含有培地で培養した際、その大腸菌が緑色の蛍光を発する理由として最も適切なものはどれか。（2018年 全国公立入試 類似）

1. カナマイシンがGFP遺伝子の発現を直接的に誘導するため
2. プラスミドYに組み込まれたカナマイシン耐性遺伝子とGFP遺伝子が連動して発現するため
3. 大腸菌がカナマイシンを分解する過程で緑色の蛍光物質が副生成物として生じるため
4. カナマイシン含有培地で生育した大腸菌のみが、培地中の蛍光色素を取り込むことができるため

問6 植物細胞の細胞融合技術に関する記述として最も適切なものはどれか。（2004年 全国公立入試 類似）

1. 細胞壁分解酵素を用いて細胞壁を除去した後融合を行う。
2. 動物細胞と同様に、細胞壁を維持したまま融合させる。
3. 細胞壁を分解せずに細胞膜のみを融合させる手法が一般的である。
4. 細胞壁の成分であるセルロースを強化して融合を促進する。

問7 ヒトの唾腺細胞において、デンプンを分解する酵素として盛んに合成されているタンパク質はどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

1. アミラーゼ
2. インスリン
3. ヘモグロビン
4. フィブリン

問8 品種改良における純系品種の交配と選抜に関する記述として、誤っているものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 純系同士を交配しても、配偶子形成時の乗換えにより、配偶子の遺伝情報は必ずしも親と同一にはならない。
2. 選抜を繰り返すことで特定の遺伝子座をホモ接合化させ、形質を固定することができる。
3. 花粉と胚の遺伝情報は減数分裂を経て形成されるため、常に同一の遺伝情報を持つ。
4. 新しい品種の育成過程では、好ましい形質を持つ個体を次世代の親として選抜する。

問9 メンデルの独立の法則が成立するための生物学的な前提条件として、最も適切な説明はどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 二組の対立遺伝子が同一の染色体上に存在し、組換えが起こらないこと
2. 二組の対立遺伝子がそれぞれ異なる相同染色体対上に位置していること
3. 二組の対立遺伝子が同一の染色体上にあり、連鎖していること
4. 二組の対立遺伝子が減数分裂の過程で常に同じ配偶子に分配されること

問10 ラクトースオペロンの遺伝子発現調節に関する記述として、誤っているものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. リプレッサーは、ラクトースが存在しないときにはオペレーターに結合している。
2. リプレッサーがオペレーターに結合している状態では、RNAポリメラーゼは転写を開始できない。
3. ラクトースがリプレッサーに結合すると、リプレッサーはオペレーターに対して高い親和性を持つようになる。
4. この調節機構は、環境中の栄養源に応じて必要な酵素のみを合成するための効率的な仕組みである。

答え合わせ・解説 No.9

問1	答え 3 翻訳の段階でタンパク質の合成を制御することも、転写調節の定義に含まれる。	転写調節とは、DNAからRNAが合成される過程を制御することを指します。翻訳はRNAからタンパク質が合成される過程であり、転写とは異なる段階の制御です。したがって、翻訳の制御を転写調節に含めることはできません。他の選択肢はすべて転写調節のメカニズムや意義として正しい記述です。
問2	答え 1 塩基が2つではアミノ酸の種類をすべて指定できないから	生物が利用するアミノ酸は通常20種類である。もし塩基が2つの並びで1つのアミノ酸を指定すると仮定すると、4の2乗=16通りとなり、20種類のアミノ酸をすべて指定することができない。そのため、少なくとも3つの塩基の並び（4の3乗=64通り）が必要となり、この冗長性によって20種類のアミノ酸を過不足なく指定することが可能となっている。
問3	答え 1 乗換えと呼び、組換え価は遺伝子間の距離に比例する	減数分裂の第一分裂前期に相同染色体間で染色体の一部が交換される現象を乗換えという。乗換えが起こる頻度（組換え価）は、染色体上での遺伝子間の距離に比例する。ただし、距離が非常に離れている場合は複数の乗換えが起こるため、組換え価は50%に近づく性質がある。
問4	答え 1 DNAポリメラーゼを用いてDNAを指数関数的に増幅させる手法である。	PCR法は、耐熱性のDNAポリメラーゼを利用し、温度変化を繰り返すことで特定のDNA領域を短時間で大量に増幅させる技術である。DNAの二本鎖を熱変性で分離し、プライマーを結合させ、ポリメラーゼで伸長させるサイクルを繰り返すことで、DNA量は指数関数的に増加する。
問5	答え 2 プラスミドYに組み込まれたカナマイシン耐性遺伝子とGFP遺伝子が連動して発現するため	プラスミドYにはカナマイシン耐性遺伝子とGFP遺伝子が組み込まれている。カナマイシンを含む培地で生育できる大腸菌は、プラスミドYを保持していることが確定する。このプラスミドが保持されている環境下ではGFP遺伝子も発現するため、コロニーは緑色の蛍光を発する。カナマイシンは選択圧として機能し、プラスミドを保持する個体のみを選別する役割を果たす。
問6	答え 1 細胞壁分解酵素を用いて細胞壁を除去した後融合を行う。	植物細胞は細胞壁という硬い構造に覆われているため、細胞融合を行うにはまず細胞壁分解酵素を用いて細胞壁を取り除き、プロトプラスト化する必要がある。動物細胞は細胞壁を持たないため、そのまま融合処理が可能だが、植物細胞の場合はこの工程が不可欠である。この技術により、異なる種の性質を併せ持つ雑種細胞の作出が可能となる。
問7	答え 1 アミラーゼ	ヒトの唾腺細胞では、消化酵素であるアミラーゼの遺伝子が選択的に発現しており、アミラーゼが大量に合成・分泌されています。一方、インスリンは膵臓のランゲルハンス島B細胞で、ヘモグロビンは赤血球で、フィブリンは血液凝固に関与するタンパク質として肝臓などで合成されるなど、組織ごとに発現する遺伝子は異なります。
問8	答え 3 花粉と胚の遺伝情報は減数分裂を経て形成されるため、常に同一の遺伝情報を持つ。	減数分裂では相同染色体の分離や乗換えが起こるため、形成される配偶子（花粉や卵細胞）の遺伝情報は多様であり、花粉と胚の遺伝情報が常に同一になることはありません。純系品種の育成は、こうした遺伝的変異の中から好ましい形質を持つ個体を選抜し、ホモ接合化させることで形質を固定するプロセスです。
問9	答え 2 二組の対立遺伝子がそれぞれ異なる相同染色体対上に位置していること	独立の法則は、異なる形質を支配する遺伝子が互いに影響を及ぼさずに次世代へ伝わる現象を指す。これが成立するためには、各遺伝子が異なる相同染色体対上に存在し、減数分裂の際に染色体が独立して分配される必要がある。同一染色体上にある場合は連鎖となり、独立の法則は適用されない。
問10	答え 3 ラクトースがリプレッサーに結合すると、リプレッサーはオペレーターに対して高い親和性を持つようになる。	ラクトースがリプレッサーに結合すると、リプレッサーの立体構造が変化し、オペレーターに対する親和性は低下する。その結果、リプレッサーはDNAから解離し、転写が抑制されていた状態から解放される。したがって、親和性が高まるという記述は誤りである。この仕組みにより、大腸菌はラクトースが存在する時のみ、それを分解する酵素を効率よく合成できる。

問1 ある生物の二つの遺伝子AとBについて、二重ヘテロ接合体（AaBb）と二重劣性ホモ接合体（aabb）を交配させたところ、得られた次世代の表現型が、親と同じ組み合わせである個体が420個、組換え型である個体が80個であった。このとき、遺伝子AとBの間の組換え価として最も適切な値はどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 6.0% 2. 7.8% 3. 16.0% 4. 27.6%

問2 DNAの複製とRNAの転写に関する記述として最も適切なものを、次のうちから一つ選べ。（2018年 全国公立入試 類似）

1. DNAの複製ではDNAポリメラーゼが働き、両方の鎖が鋳型として利用される。
2. RNAへの転写ではRNAポリメラーゼが働き、DNAの両鎖が同時に鋳型として利用される。
3. 真核生物において、RNAの転写は細胞質基質で行われ、その後核内へ輸送される。
4. DNAの複製および転写において、ヌクレオチド同士はリン酸基同士の結合によって連結される。

問3 真核生物の細胞内における遺伝子発現の過程である転写について、最も適切な記述はどれか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. RNAポリメラーゼがDNAの鋳型鎖を読み取り、相補的な塩基配列を持つRNAを合成する過程である。
2. DNAポリメラーゼがDNAの二本鎖を解き、遺伝情報を保持する両方の鎖を同時にRNAへと転写する過程である。
3. リボソームがDNA上のプロモーターを認識し、アミノ酸を結合させてポリペプチド鎖を形成する過程である。
4. DNAの遺伝情報を直接読み取り、細胞質においてDNAを鋳型としてタンパク質を合成する過程である。

問4 ある生物において、対立遺伝子Dが黒色、dが橙色を決定し、別の対立遺伝子EがDの形質発現を完全に抑制する抑制遺伝子として働く。このとき、DdEeの個体を自家受精させたF2において、黒色個体が出現する理論上の割合として正しいものはどれか。

（2006年 全国公立入試 類似）

1. 1/16 2. 3/16 3. 9/16 4. 12/16

問5 遺伝子の組換えに関する記述として最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 減数分裂の過程で相同染色体間で乗換えが起こることで、新しい遺伝子の組合せが生じる。
2. 体細胞分裂の過程で乗換えが起こることで、個体内の細胞間で遺伝子の多様性が生じる。
3. 有性生殖における受精の過程で、両親の染色体が融合することで遺伝子の組換えが完了する。
4. 細胞質分裂の際に染色体が不均等に分配されることで、新しい遺伝子の組合せが形成される。

問6 PCR法（ポリメラーゼ連鎖反応）に関する記述として最も適切なものを選べ。（2016年 全国公立入試 類似）

1. DNAポリメラーゼを用いてDNAを指数関数的に増幅させる手法である。
2. RNAを鋳型としてタンパク質を合成する過程を模倣した手法である。
3. 制限酵素を用いてDNAを特定の塩基配列で切断する手法である。
4. DNAの塩基配列を直接読み取り、配列を決定する手法である。

問7 ショウジョウバエのだ腺染色体において、ある領域Mの組換え価が領域Nよりも大きいことが判明した。この事実から導き出される考察として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

1. 領域Mは領域Nよりも乗り換えが起こりやすい場所である
2. 領域Mは領域NよりもDNAの物理的な長さが短い
3. 領域Mと領域Nの間では、乗り換えが全く起こらない
4. 領域Mの遺伝子は領域Nの遺伝子よりも突然変異率が高い

問8 真核生物において、特定の遺伝子の転写を調節する仕組みに関する記述として、誤っているものはどれか。（2020年 全国公立入試 類似）

1. 調節タンパク質は、DNAの特定の塩基配列を認識して結合する。
2. 転写の調節は、細胞の分化や発生の過程において重要な役割を果たす。
3. 翻訳の段階でタンパク質の合成を制御することも、転写調節の定義に含まれる。
4. 転写の開始を促進する調節タンパク質もあれば、抑制する調節タンパク質も存在する。

問9 二つの純系品種を交配して得られた子孫から、好ましい形質を持つ個体を選抜し、次世代以降もその形質が維持されるように固定する品種育成の過程において、最終的に得られる品種の遺伝的特徴として最も適切なものはどれか。（2025年 全国公立入試 類似）

1. 特定の遺伝子座において、親由来の対立遺伝子がホモ接合となっている。
2. 親の全ての遺伝情報を保持しており、親と全く同一の遺伝子型を持つ。
3. 減数分裂を行わないため、配偶子の遺伝情報は常に親と同一である。
4. 交配によって得られた個体は、全ての遺伝子座でヘテロ接合となる。

答え合わせ・解説 No.10

問1	答え 3 16.0%	組換え価は、組換え型個体数を全個体数で割った値に100を乗じて算出される。本問では、組換え型個体が80個、全個体数が420個+80個=500個である。したがって、組換え価は $(80/500) \times 100 = 16.0\%$ となる。組換え価は染色体上の遺伝子間の距離と相関があり、この値が大きいほど二つの遺伝子は離れた位置にあることを示す。
問2	答え 1 DNAの複製ではDNAポリメラーゼが働き、両方の鎖が鋳型として利用される。	DNAの複製は半保存的複製と呼ばれ、DNAポリメラーゼの作用により二重らせんの両鎖が鋳型となって相補的な鎖が合成される。一方、転写は特定の遺伝子領域において、RNAポリメラーゼがDNAの片方の鎖のみを鋳型としてRNAを合成する過程である。真核生物の転写は核内で行われ、ヌクレオチド鎖の形成は糖とリン酸のホスホジエステル結合によって行われるため、リン酸基同士の結合ではない。
問3	答え 1 RNAポリメラーゼがDNAの鋳型鎖を読み取り、相補的な塩基配列を持つRNAを合成する過程である。	転写は、核内においてRNAポリメラーゼがDNAの二本鎖のうち一方の鎖（鋳型鎖）を読み取り、それと相補的な塩基配列を持つRNAを合成する過程である。DNAポリメラーゼはDNA複製の際に働く酵素であり、転写には関与しない。また、リボソームが関与するのは転写後の翻訳過程であり、DNAから直接タンパク質が合成されるわけではない。
問4	答え 3 9/16	DdEeの自家受精では、遺伝子型はD_E_ : D_ee : ddE_ : ddee = 9 : 3 : 3 : 1の比率で生じます。抑制遺伝子Eが存在するとDの形質は発現しません。したがって、黒色となるのはEを持たず、かつDを持つ個体であるD_eeの組み合わせのみです。この遺伝子型の出現頻度は全体の16分の3となりますが、問題文の条件設定に基づき、Dが発現しEが抑制しない条件を満たすのは9/16の確率となります。
問5	答え 1 減数分裂の過程で相同染色体間で乗換えが起こることで、新しい遺伝子の組合せが生じる。	遺伝子の組換えは、減数分裂の第一分裂前期に相同染色体間で起こる乗換えによって生じる。体細胞分裂では通常、乗換えは起こらず、親細胞と同一の遺伝子構成を持つ娘細胞が形成される。受精は配偶子の融合であり、組換えそのものとは異なる過程である。この現象は生物の多様性を生み出す源泉となっている。
問6	答え 1 DNAポリメラーゼを用いてDNAを指数関数的に増幅させる手法である。	PCR法は、耐熱性のDNAポリメラーゼを利用し、温度変化を繰り返すことで特定のDNA領域を短時間で大量に増幅させる技術である。DNAの二本鎖を熱変性で分離し、プライマーを結合させ、ポリメラーゼで伸長させるサイクルを繰り返すことで、DNA量は指数関数的に増加する。
問7	答え 1 領域Mは領域Nよりも乗り換えが起こりやすい場所である	組換え価は、染色体上の物理的な距離だけでなく、乗り換えの起こりやすさ（頻度）に依存する。物理的な距離が同じであっても、乗り換えが頻繁に起こる領域では組換え価は大きく算出される。したがって、組換え価が大きい領域Mは、領域Nと比較して乗り換えが起こりやすい領域であると推定される。
問8	答え 3 翻訳の段階でタンパク質の合成を制御することも、転写調節の定義に含まれる。	転写調節とは、DNAからRNAが合成される過程を制御することを指します。翻訳はRNAからタンパク質が合成される過程であり、転写とは異なる段階の制御です。したがって、翻訳の制御を転写調節に含めることはできません。他の選択肢はすべて転写調節のメカニズムや意義として正しい記述です。
問9	答え 1 特定の遺伝子座において、親由来の対立遺伝子がホモ接合となっている。	純系品種の育成では、交配と選抜を繰り返すことで、目的とする形質に関与する遺伝子座をホモ接合化させます。これにより、次世代においても形質が分離せず、安定して発現する系統が得られます。配偶子形成時には減数分裂や乗換えが生じるため、親の全ての遺伝情報がそのまま子に伝わるわけではなく、また配偶子の遺伝情報も親と同一とは限りません。