

答え合わせ・解説 No.1

問1	答え 1 染色体	真核生物の核内には、DNAがヒストンなどのタンパク質と結合した染色体が存在する。染色体は遺伝情報の保持と伝達を担う構造体であり、細胞分裂の際には凝縮して光学顕微鏡で観察可能な形態となる。中心体は細胞分裂時の紡錘体形成に関与するが遺伝物質そのものではなく、細胞壁や液胞は植物細胞等に特徴的な構造体である。
問2	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3	答え 3 約1000倍	PCR法はDNAの特定の領域を指数関数的に増幅させる技術である。DNA量はサイクルごとに倍増するため、nサイクル後の増幅倍率は2のn乗倍となる。10サイクル繰り返した場合、2の10乗倍となり、これは1024倍である。したがって、選択肢の中では約1000倍が最も妥当な数値である。
問4	答え 1 DNAの特定の塩基配列を識別し、その部位でDNA鎖を切断する	制限酵素は、特定の塩基配列を認識してDNAのリン酸ジエステル結合を切断する酵素であり、遺伝子組換え実験において目的の遺伝子を切り出すために不可欠である。DNAをほどこくのはヘリカーゼ、DNA断片を結合させるのはDNAリガーゼ、RNAを合成するのはRNAポリメラーゼの役割である。これらはそれぞれ異なる機能を持つ酵素であり、混同しないよう注意が必要である。
問5	答え 1 キシロースのみを含む培地と、グルコースとキシロースの両方を含む混合糖培地を比較する	対照実験では、検証したい変数（この場合はグルコースの有無）以外を一定に保つ必要がある。キシロースはオペロンの発現を誘導する必須条件であるため、両方の条件にキシロースを含めることで、キシロースによる誘導効果を共通化できる。その上でグルコースの有無のみを変化させれば、グルコースが発現に対して抑制的に働くかどうかを明確に検証可能である。他の選択肢では変数が複数混在し、結果の要因を特定できない。
問6	答え 1 標識されたヌクレオチドを含む2本鎖DNAが2分子生成される。	半保存的複製では、元の2本鎖DNAがほどこけて2本の鋳型鎖となります。標識されたヌクレオチドのみが存在する環境では、それぞれの鋳型鎖に対して標識されたヌクレオチドが結合するため、生成される2分子のDNAは、いずれも「元の鎖1本+標識鎖1本」という構成になります。したがって、標識を含む2本鎖DNAが2分子生成されることとなります。
問7	答え 1 分化	多細胞生物の個体発生過程において、受精卵から分裂して生じた細胞が、特定の機能や形態を持つ細胞へと変化することを分化という。分化した細胞は、ゲノム情報のうち特定の遺伝子のみを選択的に発現させることで、その細胞特有のタンパク質を合成し、特定の役割を担うようになる。
問8	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9	答え 1 女性はその形質を示す場合、父親は必ずその形質を示す。	伴性遺伝において、X染色体上の劣性遺伝子による形質は、男性はX染色体を一本しか持たないため、その遺伝子を受け継げば必ず発現します。一方、女性が形質を示すには二本のX染色体両方に劣性遺伝子が必要です。そのうち一本は父親から受け継ぐため、形質を示す女性の父親は、そのX染色体上に当該遺伝子を持っていることになり、父親自身も必ずその形質を示すこととなります。

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 mRNAの塩基配列において、3つの塩基の並びが1つのアミノ酸を指定する遺伝暗号の仕組みがある。このとき、塩基の種類はアデニン、ウラシル、グアニン、シトシンの4種類である。この仕組みにおいて、理論上存在しうるコドンの総数はいくつか。

（2021年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------|-------|-------|--------|
| 1. 12 | 2. 20 | 3. 64 | 4. 256 |
|-------|-------|-------|--------|

問3 遺伝子組換え技術において、制限酵素が果たす役割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. DNAの特定の塩基配列を識別し、その部位でDNA鎖を切断する | 2. DNAの二重らせん構造をほどこき、一本鎖の状態にする | 3. DNA断片同士を結合させ、一つの連続したDNA鎖にする | 4. DNAの塩基配列を読み取り、相補的なRNAを合成する |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|

問4 連鎖している遺伝子に関する記述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. 連鎖している遺伝子は、減数分裂の際に必ず独立して遺伝する。 | 2. 組換え価が小さいほど、2つの遺伝子間の距離は遠いことを示す。 | 3. 組換えが起こると、親の個体には見られない遺伝子型の組み合わせを持つ配偶子が生じる。 | 4. 同一染色体上の遺伝子は、乗り換えが起こらない限り、常に親と同じ組み合わせの配偶子のみを形成する。 |
|----------------------------------|-----------------------------------|--|---|

問5 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6 細胞周期の間期において、S期に起こる現象として最も適切な記述はどれか。（2017年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| 1. DNAの複製が行われ、染色体数が2倍になる準備が整う。 | 2. 細胞質が分裂し、2つの娘細胞へと完全に分離する。 | 3. タンパク質の合成が停止し、細胞の成長が一時的に止まる。 | 4. 核膜が消失し、染色体が凝縮して観察されやすくなる。 |
|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|

問7 バクテリオファージの構造に関する記述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. 外殻はタンパク質からなり、内部にDNAを保持している。 | 2. 外殻は細胞膜からなり、内部に炭水化物を保持している。 | 3. 外殻はDNAからなり、内部にタンパク質を保持している。 | 4. 外殻は核からなり、内部に炭水化物を保持している。 |
|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|

問8 メンデルの独立の法則に関する記述として、最も適切なものはどれか。（2012年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|--|--|--|---|
| 1. 二組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在する場合、それぞれの遺伝子は互いに影響を及ぼさず配偶子へ分配される。 | 2. 二組の対立遺伝子が同一の染色体上に存在する場合、それらは常に独立して遺伝する。 | 3. 独立の法則は、不完全優性を示す遺伝子座においても、常に表現型が3対1の比率で現れることを意味する。 | 4. 独立の法則は、減数分裂の過程で相同染色体が対合せず、遺伝子がランダムに組み換わる現象を指す。 |
|--|--|--|---|

問9 肺炎双球菌を用いた形質転換の実験において、S型菌の抽出液をある酵素で処理した後にR型菌と混合したところ、S型菌への形質転換が起こらなかった。この実験結果から導き出される結論として最も適切なものはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

- | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. 形質転換を引き起こす物質はDNAである。 | 2. 形質転換を引き起こす物質はタンパク質である。 | 3. 形質転換を引き起こす物質はRNAである。 | 4. 形質転換は酵素の添加によってのみ促進される。 |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|

問10 遺伝形質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. ツベルクリン反応の陽性・陰性は、親から子へ遺伝子によって受け継がれる典型的な遺伝形質である。 | 2. 指紋やつむじの形は、個人の生活環境や後天的な経験によって決定されるため、遺伝形質には含まれない。 | 3. まぶたの形や性は、遺伝的要因が強く関与しており、遺伝形質として分類される。 | 4. 遺伝形質とは、個人の学習や訓練によって獲得された能力や性質のみを指す言葉である。 |
|---|---|--|---|

答え合わせ・解説 No.2

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 3 64	遺伝暗号はmRNA上の3つの塩基の並び（コドン）によって決定される。各位置に4種類の塩基が入る可能性があるため、組み合わせの総数は4の3乗となり、 $4 \times 4 \times 4 = 64$ 通りとなる。このうち一部は終止コドンとして機能し、アミノ酸を指定しないものも含まれるが、コドン自体の総数は64である。
問3	答え 1 DNAの特定の塩基配列を識別し、その部位でDNA鎖を切断する	制限酵素は、特定の塩基配列を認識してDNAのリン酸ジエステル結合を切断する酵素であり、遺伝子組換え実験において目的の遺伝子を切り出すために不可欠である。DNAをほどくのはヘリカーゼ、DNA断片を結合させるのはDNAリガーゼ、RNAを合成するのはRNAポリメラーゼの役割である。これらはそれぞれ異なる機能を持つ酵素であり、混同しないよう注意が必要である。
問4	答え 3 組換えが起こると、親の個体には見られない遺伝子型の組み合わせを持つ配偶子が生じる。	連鎖とは、同一染色体上に遺伝子が存在し、独立の法則に従わない現象を指す。減数分裂の乗り換えにより、親の染色体にはなかった遺伝子の組み合わせ（組換え型）が生じる。組換え価は遺伝子間の距離に比例するため、値が小さいほど遺伝子同士は近い位置にある。乗り換えは減数分裂時に一定の確率で起こるため、親と同じ組み合わせの配偶子と組換え型の配偶子が混在する。
問5	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6	答え 1 DNAの複製が行われ、染色体数が2倍になる準備が整う。	S期（Synthesis phase）は、細胞周期においてDNAの複製が行われる時期です。この時期にDNA量を2倍に増やすことで、その後の分裂期において、複製されたDNAが各娘細胞に均等に分配されることが可能となります。なお、核膜の消失や染色体の凝縮は分裂期（M期）に起こる現象です。
問7	答え 1 外殻はタンパク質からなり、内部にDNAを保持している。	バクテリオファージは、タンパク質で構成された外殻（カプシド）と、その内部に封入されたDNAからなるウイルスである。ハーシーとチェイスは、放射性同位体を用いてタンパク質とDNAを標識し、ファージが細菌に感染する際にDNAのみが注入されることを確認した。この実験により、遺伝情報の本体がタンパク質ではなくDNAであることが証明された。
問8	答え 1 二組の対立遺伝子が異なる染色体上に存在する場合、それぞれの遺伝子は互いに影響を及ぼさずに配偶子へ分配される。	独立の法則は、異なる染色体上にある遺伝子同士が、減数分裂において互いに干渉することなく独立して配偶子に分配される現象を指します。同一染色体上にある場合は連鎖と呼ばれ、独立の法則は適用されません。不完全優性や連鎖といった例外的な状況と混同しないよう注意が必要です。
問9	答え 1 形質転換を引き起こす物質はDNAである。	グリフィスの実験を継承したエイブリーらによる実験では、S型菌の抽出液を様々な酵素で処理し、形質転換の有無を調べました。タンパク質分解酵素やRNA分解酵素で処理しても形質転換は起こりましたが、DNA分解酵素で処理した場合のみ形質転換が阻害されました。このことから、遺伝情報を次世代に伝える物質の本体がDNAであることが証明されました。
問10	答え 3 まぶたの形や性は、遺伝的要因が強く関与しており、遺伝形質として分類される。	遺伝形質とは、親から子へ遺伝子を介して受け継がれる性質を指す。まぶたの形や性は遺伝的要因が強く、遺伝形質に含まれる。一方、ツベルクリン反応は結核菌に対する免疫反応の有無を示すものであり、過去の感染歴や予防接種歴という環境要因によって決定されるため、遺伝形質ではない。指紋やつむじも遺伝的要因が強い形質である。

高校生物プリント（過去問類似）

遺伝情報とその発現 No.3

名前

得点

/9

問1 ヒトの性染色体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. Y染色体上の遺伝情報は、父親から息子へ必ず伝達される
2. Y染色体上の遺伝情報は、母親から息子へ必ず伝達される
3. X染色体上の遺伝情報は、父親から息子へ必ず伝達される
4. X染色体上の遺伝情報は、母親から娘へは伝達されない

問2 遺伝情報の発現過程において、DNAの塩基配列を写し取ったmRNAを鋳型として、アミノ酸が結合したタンパク質が合成される過程を何と呼ぶか。（2021年 全国公立入試 類似）

1. 転写
2. 翻訳
3. 複製
4. 逆転写

問3 発生過程において、タンパク質Xが特定のmRNAに結合して発現を制御する意義として、最も妥当な説明はどれか。（2023年 全国公立入試 類似）

1. ゲノムDNAの塩基配列を恒久的に変化させるため
2. 転写の段階を経ずに、特定の場所や時期で迅速にタンパク質合成を調節するため
3. 細胞間の物理的な接着を強化して組織の構造を維持するため
4. 細胞外マトリックスを分解して細胞の移動を促進するため

問4 DNAの二本鎖構造において、遺伝子Yの転写が開始される際、RNAポリメラーゼが結合する領域および転写の仕組みに関する記述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. RNAポリメラーゼはプロモーター領域に結合し、鋳型鎖を3'末端から5'末端の方向に読み進めてRNAを合成する。
2. DNAポリメラーゼがプロモーターを認識して結合し、二本鎖DNAを鋳型として直接タンパク質を合成する。
3. 転写の際、RNAポリメラーゼはDNAの二本鎖の両方を同時に読み取り、二種類の相補的なRNAを合成する。
4. プロモーターは遺伝子の終止部位に位置し、RNAポリメラーゼの結合を阻害することで転写を終了させる。

問5 遺伝学における「検定交雑」の目的として最も適切な説明はどれか。（2010年 全国公立入試 類似）

1. 優性形質を示す個体の遺伝子型がホモ接合体かヘテロ接合体かを判定すること
2. 劣性形質を持つ個体同士を交配して、次世代の表現型比を調べる
3. 純系同士を交配して、F1世代における優性の法則を確認すること
4. 突然変異率を測定するために、特定の遺伝子座を人為的に破壊すること

問6 三つの遺伝子座が連鎖しているヘテロ接合の個体において、減数分裂の過程で乗換えが自由に起こる場合、生じる配偶子の遺伝子型の最大の種類数はいくつになるか。（2022年 全国公立入試 類似）

1. 二種類
2. 四種類
3. 六種類
4. 八種類

問7 キシロースオペロンの発現がキシロースによって誘導され、グルコースによって抑制されるという仮説を検証したい。このとき、グルコースによる抑制効果のみを独立して評価するための最も適切な対照実験の組み合わせはどれか。（2024年 全国公立入試 類似）

1. キシロースのみを含む培地と、グルコースとキシロースの両方を含む混合糖培地を比較する
2. グルコースのみを含む培地と、グルコースとキシロースの両方を含む混合糖培地を比較する
3. キシロースのみを含む培地と、グルコースのみを含む培地を比較する
4. 培地なしの条件と、キシロースのみを含む培地を比較する

問8 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9 相同染色体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. 減数分裂の際に接合し、乗換えを行う対となる染色体である。
2. 体細胞分裂の際にのみ複製され、娘染色体として分配される。
3. 有性生殖を行う生物の性染色体のみを指す用語である。
4. 減数分裂の過程で消失し、配偶子には含まれない染色体である。

答え合わせ・解説 No.3

問1	答え 1 Y染色体上の遺伝情報は、父親から息子へ必ず伝達される	ヒトの性決定において、男性はXY、女性はXXの性染色体を持つ。息子は父親からY染色体を受け取り、母親からX染色体を受け取る。したがって、Y染色体上の遺伝情報は父親から息子へと直接伝達される。この遺伝様式は伴性遺伝の一種であり、性染色体上の遺伝子の伝達経路を理解する上で重要である。
問2	答え 2 翻訳	遺伝情報の流れは、DNAからmRNAが合成される転写と、そのmRNAの情報を基にタンパク質が合成される翻訳の二段階で進む。転写は核内で行われ、翻訳は細胞質のリボソームで行われる。本問の過程は、mRNAの塩基配列がアミノ酸の配列へと変換されるため、翻訳と定義される。
問3	答え 2 転写の段階を経ずに、特定の場所や時期で迅速にタンパク質合成を調節するため	発生過程では、すでに転写されて卵内に蓄積された母性mRNAを利用し、翻訳のタイミングや場所を厳密に制御することで、初期の形態形成が行われる。転写を介さずに翻訳レベルで制御を行うことは、細胞が迅速に環境変化や発生プログラムに応答するために極めて重要である。DNAの改変や細胞接着、マトリックス分解は本質的な機能とは異なる。
問4	答え 1 RNAポリメラーゼはプロモーター領域に結合し、鋳型鎖を3'末端から5'末端の方向に読み進めてRNAを合成する。	RNAポリメラーゼは遺伝子の転写開始点の上流にあるプロモーター領域に結合する。その後、DNAの二本鎖を解き、鋳型鎖を3'から5'の方向に読み進めることで、5'から3'の方向に新しいRNA鎖を伸長させる。DNAポリメラーゼは複製に関与する酵素であり、転写には関与しない。また、転写は一方の鎖のみを鋳型として行われる。
問5	答え 1 優性形質を示す個体の遺伝子型がホモ接合体かヘテロ接合体かを判定すること	検定交雑は、表現型が優性である個体が、AAのようなホモ接合体なのか、Aaのようなヘテロ接合体なのかを判別するために行われる。劣性ホモ接合体 (aa) と交配させることで、もし親がAaであれば次世代に劣性形質 (aa) が一定の割合で出現するため、遺伝子型を特定することが可能となる。これはメンデル遺伝学における遺伝子型の決定において極めて重要な手法である。
問6	答え 4 八種類	乗換えが自由に起こる場合、各遺伝子座の対立遺伝子の組み合わせは独立して分配されるのと同等の結果が得られます。三つの遺伝子座それぞれでヘテロ接合体 (Aa, Bb, Cc) であるため、組み合わせの総数は2の3乗である8通りとなります。これにより、遺伝的多様性が確保され、親とは異なる遺伝子型を持つ個体が次世代に現れる可能性が生じます。
問7	答え 1 キシロースのみを含む培地と、グルコースとキシロースの両方を含む混合糖培地を比較する	対照実験では、検証したい変数（この場合はグルコースの有無）以外を一定に保つ必要がある。キシロースはオペロンの発現を誘導する必須条件であるため、両方の条件にキシロースを含めることで、キシロースによる誘導効果を共通化できる。その上でグルコースの有無のみを変化させれば、グルコースが発現に対して抑制的に働くかどうかを明確に検証可能である。他の選択肢では変数が複数混在し、結果の要因を特定できない。
問8	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9	答え 1 減数分裂の際に接合し、乗換えを行う対となる染色体である。	相同染色体は、二倍体の生物が持つ対となる染色体であり、一方は父親由来、もう一方は母親由来である。減数分裂の第一分裂においてこれらが対合し、乗換えを行うことで遺伝子の組換えが起こる。体細胞分裂では相同染色体は対合せず、それぞれが複製されて分配されるため、減数分裂特有の現象と区別する必要がある。

高校生物プリント（過去問類似）

遺伝情報とその発現 No.4

名前

得点

/10

問1 ある調節タンパク質が特定の遺伝子の転写調節に関与していることを証明するための実験として、最も適切なものはどれか。

(2023年 全国公立入試 類似)

1. 調節タンパク質を欠損させた変異体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量を測定する。
2. 調節タンパク質と翻訳後のタンパク質産物との結合能を、免疫沈降法によって確認する。
3. 調節タンパク質の発現量が細胞周期に伴ってどのように変動するかを観察する。
4. 調節タンパク質をコードする遺伝子の塩基配列を決定し、アミノ酸組成を推定する。

問2 ある植物の根端細胞において、細胞分裂の全周期が15時間（900分）であるとする。観察された全細胞数が3100個であり、そのうち核分裂の後期に相当する形態の細胞数が90個であった場合、この細胞分裂における後期に要する時間として最も適切なものはどれか。

(2014年 全国公立入試 類似)

1. 9分
2. 27分
3. 90分
4. 270分

問3 遺伝子の連鎖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. 2つの遺伝子が同一の染色体上に存在することである
2. 2つの遺伝子が同じ形質の発現に関与することである
3. 2つの遺伝子が胚発生の同じ時期に機能することである
4. 2つの遺伝子が互いに補い合って形質を発現することである

問4 細菌において、グルコースとキシロースが共存する環境下で、キシロースオペロンの発現が誘導されるメカニズムとして最も適切なものはどれか。

(2024年 全国公立入試 類似)

1. リプレッサーがオペレーターに結合することで、RNAポリメラーゼの結合が促進される。
2. リプレッサーがオペレーターから離れることで、RNAポリメラーゼによる転写が開始される。
3. グルコースがリプレッサーに結合し、オペレーターへの結合を強めることで発現を抑制する。
4. キシロースが直接RNAポリメラーゼに結合し、オペレーターを介さずに転写を促進する。

問5 ある遺伝実験で、F2世代の雄の表現型を調査したところ、組換え型である個体の割合がそれぞれ3.6パーセントと5.5パーセントであった。この2つの遺伝子間の組換え価として最も適切な値はどれか。

(2014年 全国公立入試 類似)

1. 9.1パーセント
2. 4.5パーセント
3. 18.2パーセント
4. 90.9パーセント

問6 多細胞生物の体細胞において、神経細胞や肝臓の細胞のように異なる機能を持つ細胞へと変化する現象を何と呼ぶか。

(2015年 全国公立入試 類似)

1. 分化
2. 複製
3. 翻訳
4. 突然変異

問7 ハーシーとチェイスの実験において、バクテリオファージの構成成分のうち、遺伝子の本体として細菌内に注入された物質はどれか。

(2011年 全国公立入試 類似)

1. DNA
2. タンパク質
3. 炭水化物
4. 細胞膜

問8 遺伝子組換え技術による作物開発の事例として、不適切なものはどれか。

(2006年 全国公立入試 類似)

1. 特定の酵素の働きを抑制することで、果実の軟化を遅らせて流通期間を延ばす
2. 特定の細菌由来の遺伝子を導入し、害虫に対する抵抗性を持たせる
3. 特定の除草剤に対して分解能や耐性を持つ遺伝子を導入し、栽培管理を効率化する
4. 細胞融合技術を用いて、ジャガイモとトマトの性質を併せ持つポマトを開発する

問9 ある植物において、花の色を決定する2対の対立遺伝子A, aとB, bが独立に遺伝しているとする。AまたはBの少なくとも一方の優性遺伝子を持つ個体は有色花となり、両方とも劣性ホモ（aabb）である個体のみが白色花となる場合、AaBbの個体を自家受精させた次世代における有色花と白色花の分離比はどれか。

(2010年 全国公立入試 類似)

1. 9:7
2. 13:3
3. 15:1
4. 3:1

問10 DNAの塩基組成の恒常性に関する記述として、最も適切なものはどれか。

(2013年 全国公立入試 類似)

1. DNAの塩基組成は生物種に固有であり、環境変化や感染によって容易には変化しない
2. DNAの塩基組成は遺伝情報を決定する主要な要素であり、割合が異なれば全く別の遺伝情報となる
3. バクテリオファージが大腸菌に感染すると、ファージのDNAは宿主の塩基組成に合わせて書き換えられる
4. DNAの塩基組成の恒常性が保たれるのは、塩基の並び順が常に一定であるためである

答え合わせ・解説 No.4

問1	答え 1 調節タンパク質を欠損させた変異体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量を測定する。	転写調節タンパク質は、標的遺伝子の転写調節領域に結合し、RNAポリメラーゼによる転写の開始を促進または抑制する。したがって、そのタンパク質の機能を欠損させた変異体や、逆に過剰発現させた個体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量がどのように変化するかを定量的に解析することは、転写調節への関与を証明する直接的な手法である。一方で、翻訳産物との結合確認や発現変動の観察は、転写調節のメカニズムを直接示す証拠にはならない。
問2	答え 2 27分	細胞分裂の各時期に要する時間は、その時期にある細胞数の割合に全周期の時間を乗じることで算出できる。全細胞数が3100個、後期にある細胞数が90個であるため、後期が占める割合は $90/3100$ となる。これに全周期の900分を掛けると、 $900 \times (90 / 3100) \approx 26.1$ 分となる。したがって、選択肢の中で最も近い27分が妥当である。
問3	答え 1 2つの遺伝子が同一の染色体上に存在することでである	遺伝子の連鎖とは、2つ以上の遺伝子が同一の染色体上に位置している状態を指す。この場合、減数分裂の際にそれらの遺伝子は独立して分配されず、セットで次世代に受け継がれる傾向がある。連鎖は遺伝子の物理的な位置関係を示すものであり、形質の種類や機能の類似性、あるいは発生段階での役割とは直接的な関係はない。
問4	答え 2 リプレッサーがオペレーターから離れることで、RNAポリメラーゼによる転写が開始される。	細菌のオペロン説において、負の制御を行うリプレッサーは、通常オペレーターに結合して転写を阻害している。特定の誘導物質（この場合はキシロースに関連する代謝産物など）が存在すると、リプレッサーの構造が変化してオペレーターから解離し、RNAポリメラーゼがプロモーターに結合可能となって転写が開始される。グルコースの優先利用は、この転写調節系にさらに上位の制御が関与することで実現されている。
問5	答え 1 9.1パーセント	組換え価は、組換えによって生じた配偶子の割合の総和として定義される。問題文にある2つの組換え型個体の割合（3.6パーセントと5.5パーセント）は、それぞれ異なる組換え型配偶子の出現頻度を示している。これらを合計することで、全配偶子に対する組換え型配偶子の割合が求められ、 $3.6 + 5.5 = 9.1$ パーセントとなる。
問6	答え 1 分化	多細胞生物の個体発生過程において、受精卵から分裂して生じた細胞が、特定の機能や形態を持つ細胞へと変化することを分化という。分化した細胞は、ゲノム情報のうち特定の遺伝子のみを選択的に発現させることで、その細胞特有のタンパク質を合成し、特定の役割を担うようになる。
問7	答え 1 DNA	ハーシーとチェイスは、タンパク質を構成する硫黄と、DNAを構成するリンをそれぞれ放射性同位体で標識し、バクテリオファージを大腸菌に感染させた。その結果、細菌内に侵入して次世代のファージを形成するための遺伝情報を伝達したのは、リンで標識されたDNAであることが明らかになった。この知見は、遺伝子の化学的実体がDNAであることを決定づけた。
問8	答え 4 細胞融合技術を用いて、ジャガイモとトマトの性質を併せ持つポマトを開発する	遺伝子組換え技術は、特定のDNA断片を組み込むことで形質を改変する技術である。果実の軟化抑制、害虫抵抗性、除草剤耐性はすべてこの技術の応用例である。ポマトは細胞融合という異なる技術によって作られた植物であり、遺伝子組換え技術の事例としては不適切である。
問9	答え 3 15:1	独立の法則に従う2対の遺伝子において、表現型が9:3:3:1に分かれる際、AまたはBの少なくとも一方が優性であれば有色花となる条件を当てはめます。このとき、 $9 (A-B-) + 3 (A-bb) + 3 (aaB-) = 15$ が有色花となり、残りの1 ($aabb$) のみが白色花となります。したがって、表現型の分離比は15:1となります。これは遺伝子相互作用の一種である補足遺伝子や抑制遺伝子とは異なる、独立した遺伝子の組み合わせによる現象です。
問10	答え 1 DNAの塩基組成は生物種に固有であり、環境変化や感染によって容易には変化しない	DNAの塩基組成は生物種ごとに決まっており、これをシャルガフの法則などと関連付けて理解します。感染などの外部要因によってこの組成比が変化することはありません。また、遺伝情報は塩基の割合ではなく、その配列順序によって規定されるため、組成の恒常性は遺伝情報の安定的な継承を支える基盤となっています。

高校生物プリント（過去問類似）

遺伝情報とその発現 No.5

名前

得点

/10

問1 遺伝子型がQQrrの個体をめしべとし、遺伝子型がQQRRの個体を花粉親として交配させた場合、生じる種子の胚および胚乳の遺伝子型として正しい組み合わせはどれか。（2007年 全国公立入試 類似）

1. 胚：QQRr、胚乳：QQQRrr 2. 胚：QQRr、胚乳：QQQRrr 3. 胚：QQRr、胚乳：QQQRrr 4. 胚：QQrr、胚乳：QQQRrr

問2 ある調節タンパク質が特定の遺伝子の転写調節に関与していることを証明するための実験として、最も適切なものはどれか。

（2023年 全国公立入試 類似）

1. 調節タンパク質を欠損させた変異体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量を測定する。 2. 調節タンパク質と翻訳後のタンパク質産物との結合能を、免疫沈降法によって確認する。 3. 調節タンパク質の発現量が細胞周期に伴ってどのように変動するかを観察する。 4. 調節タンパク質をコードする遺伝子の塩基配列を決定し、アミノ酸組成を推定する。

問3 DNAとRNAの両方に結合して光を発する試薬Yを用いた実験において、DNA分解酵素処理後に試薬Yを加えた場合と、RNA分解酵素処理後に試薬Yを加えた場合を比較した。酵素による分解の特異性にに基づき、試薬Yを単独に加えた場合と比較した結果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. DNA分解酵素処理後、RNA分解酵素処理後のいずれも、試薬Y単独の場合より光の強さが弱くなる。 2. DNA分解酵素処理後は光の強さが強くなり、RNA分解酵素処理後は光の強さが弱くなる。 3. DNA分解酵素処理後は光の強さが弱くなり、RNA分解酵素処理後は光の強さが強くなる。 4. DNA分解酵素処理後、RNA分解酵素処理後のいずれも、試薬Y単独の場合より光の強さが強くなる。

問4 減数分裂の過程において、相同染色体間で染色体の一部が交換され、両親にはない新しい遺伝子の組合せを持つ染色体が形成される現象を何というか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 乗換え 2. 体細胞分裂 3. 細胞質分裂 4. 接合

問5 PTC味覚受容体タンパク質の遺伝子多型において、SNP2の変化が受容体機能に与える影響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. SNP2の変化は、受容体タンパク質の機能への影響が最も小さい。 2. SNP2の変化は、受容体タンパク質の機能を完全に消失させる。 3. SNP2の変化は、受容体タンパク質の感受性を劇的に高める。 4. SNP2の変化は、SNP1やSNP3よりも感受性の低下に強く寄与する。

問6 肺炎双球菌の形質転換に関する実験において、当初の予想を覆し、遺伝物質の正体がタンパク質ではなくDNAであることを示唆する結果を得た研究者は誰か。（2010年 全国公立入試 類似）

1. エイブリーら 2. メンデル 3. ダーウィン 4. ワトソンとクリック

問7 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8 ある遺伝実験で、F2世代の雄の表現型を調査したところ、組換え型である個体の割合がそれぞれ3.6パーセントと5.5パーセントであった。この2つの遺伝子間の組換え価として最も適切な値はどれか。（2014年 全国公立入試 類似）

1. 9.1パーセント 2. 4.5パーセント 3. 18.2パーセント 4. 90.9パーセント

問9 細胞分裂期における染色体の凝縮が生物学的に果たす主な役割として、最も適切なものはどれか。（2005年 全国公立入試 類似）

1. 染色体をコンパクトにまとめ、娘細胞への分配を正確かつ容易にする 2. DNAの複製を効率化し、細胞分裂の速度を速める 3. 核膜を完全に消失させ、細胞質分裂を先行させる 4. 染色体同士の組み換えを促進し、遺伝的多様性を高める

問10 DNAの複製において、ラギング鎖上で合成される短いDNA断片の名称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. リーディングフラグメント 2. 岡崎フラグメント 3. テロメア断片 4. 複製起点断片

答え合わせ・解説 No.5

問1	答え 1 胚 : QQRr、胚乳 : QQQRrr	被子植物の受精において、胚は卵細胞 (Qr) と精細胞 (QR) の受精によりQQRrとなる。一方、胚乳は2個の極核 (QrとQr) と1個の精細胞 (QR) が融合する重複受精によって形成される。そのため、胚乳の遺伝子型はQとrが3つずつ、Rが1つ含まれるQQQRrrとなる。この過程はメンデル遺伝の法則に基づき、配偶子の遺伝子型を正確に把握することで導き出される。
問2	答え 1 調節タンパク質を欠損させた変異体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量を測定する。	転写調節タンパク質は、標的遺伝子の転写調節領域に結合し、RNAポリメラーゼによる転写の開始を促進または抑制する。したがって、そのタンパク質の機能を欠損させた変異体や、逆に過剰発現させた個体を作製し、標的遺伝子のmRNA発現量がどのように変化するかを定量的に解析することは、転写調節への関与を証明する直接的な手法である。一方で、翻訳産物との結合確認や発現変動の観察は、転写調節のメカニズムを直接示す証拠にはならない。
問3	答え 1 DNA分解酵素処理後、RNA分解酵素処理後のいずれも、試薬Y単独の場合より光の強さが弱くなる。	DNA分解酵素はDNAを、RNA分解酵素はRNAをそれぞれ特異的に分解する。試薬YがDNAとRNAの両方に結合して光を発する場合、酵素処理によってそれぞれの核酸が分解されると、試薬Yが結合できる標的分子が減少する。その結果、どちらの酵素を用いた場合でも、処理前と比較して試薬Yによる光の強さは減少する。酵素の特異性は、特定の基質に対してのみ反応が進む性質を指す。
問4	答え 1 乗換え	減数分裂の第一分裂前期において、対合した相同染色体間で染色体の一部が入れ替わる現象を乗換えという。この過程により、親の染色体上の遺伝子の連結が組み換えられ、多様な遺伝子型を持つ配偶子が形成される。これは有性生殖を行う生物において、次世代の遺伝的多様性を高める重要な役割を担っている。
問5	答え 1 SNP2の変化は、受容体タンパク質の機能への影響が最も小さい。	受容体タンパク質のアミノ酸配列を決定する複数のSNP (一塩基多型) のうち、SNP2によるアミノ酸置換は、タンパク質の立体構造やリガンド結合能に対する影響が小さく、感受性の低下への寄与も限定的である。他のSNP部位と比較して、機能変化の度合いが最小であることが研究により示されている。
問6	答え 1 エイブリーら	グリフィスの実験後、エイブリーらはS型菌の抽出物からタンパク質、脂質、多糖などを分解・除去しても形質転換が起こることを示し、DNAを分解したときのみ形質転換が起こらないことを確認した。これにより、遺伝物質の本体がDNAであることが強く示唆された。その後、ハーシーとチェイスがバクテリオファージを用いた実験でこれを決定的に証明した。
問7	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8	答え 1 9.1パーセント	組換え価は、組換えによって生じた配偶子の割合の総和として定義される。問題文にある2つの組換え型個体の割合 (3.6パーセントと5.5パーセント) は、それぞれ異なる組換え型配偶子の出現頻度を示している。これらを合計することで、全配偶子に対する組換え型配偶子の割合が求められ、 $3.6 + 5.5 = 9.1$ パーセントとなる。
問9	答え 1 染色体をコンパクトにまとめ、娘細胞への分配を正確かつ容易にする	間期において細い糸状で存在していた染色体は、細胞分裂期に入ると凝縮して太く短い構造へと変化します。この凝縮は、非常に長いDNA分子を物理的に扱いやすいサイズにまとめ、細胞分裂の過程で娘細胞へ均等かつ正確に分配するために不可欠なプロセスです。これにより、遺伝情報の継承におけるエラーを最小限に抑えることが可能となります。
問10	答え 2 岡崎フラグメント	DNAポリメラーゼの合成方向は常に5'から3'方向であるため、複製フォークの進行方向と逆向きの鋳型鎖では、フォークの拡大に合わせて短いDNA断片が断続的に合成されます。この断片は発見者の名にちなんで岡崎フラグメントと呼ばれ、後にDNAリガーゼによって連結されることで一本の鎖となります。