

【1】解答例

- ア ピリミジン
- イ プリン
- ウ 水素
- エ 両親媒
- オ ホスホジエステル
- カ スプライシング
- キ CoA、FAD、NAD⁺など
- ク 官能基
- ケ ステロイド
- コ モノクローナル
- サ CRISPR
- シ 分解能
- ス コントラスト
- セ 収縮環
- ソ 細胞壁、または細胞板
- タ NADPH
- チ プランクトン
- ツ カルシウム
- テ 熱
- ト グラム
- ナ 酸素

【2】解答例

問1

- (1) RNase (RNA 分解酵素)
- (2) フェノールクロロホルム (フェノール、クロロホルム、フェノール CIA など可)
- (3) 逆転写酵素
- (4) cDNA
- (5) プライマー

問2

1/1024 倍 (約 1/1000 倍)

問3

- (1) クローニング
- (2) プロモーター
- (3) 複製
- (4) 抗生物質 など
- (5) 形質転換 (遺伝子組み換えも可)

問4

蛍光タンパク質の遺伝子を含むプラスミドをリポフェクションし、何%の細胞が蛍光タンパク質を発現したかをフローサイトメトリーにより定量する。(蛍光顕微鏡で観察して蛍光をもった細胞の割合を算出するも可。蛍光タンパク質の代わりに何か目印となるタンパク質を使って抗体による免染などで検出するも可。)

問5

以下のいずれか

免疫染色

細胞を固定し、細胞膜の透過処理を行ったのち、タンパク質 X に対する抗体を含むバッファー中でインキュベートする。その後、蛍光標識された 2 次抗体を用いて 1 次抗体を検出し、蛍光顕微鏡により観察、定量する。

ウェスタンブロッティング

細胞を溶解してタンパク質を抽出し、電気泳動 (SDS-PAGE) をして分子量によって分離する。ゲル中のタンパク質を膜上に転写して、1 次抗体および 2 次抗体を用いて目的タンパク質のバンドを検出する。

【3】解答例

問1

A：ヒストン、B：ヌクレオソーム、C：ヘテロクロマチン、D：ユークロマチン、E：テロメア、F：核小体、G：リボソーム

問2

母親、父親それぞれに由来する倍化した相同染色体どうしが対合し、計4本の染色体からなる二価染色体という構造が生じる。二価染色体（のうち姉妹染色体ではないもの）の間で、交差が生じ、染色体が繋ぎ変わることによって相同組換えがおこる。

問3

内膜と外膜の二重の膜で囲まれている。

現生の細菌の細胞膜と相同の酵素や輸送システムを内膜が有する。

自身のゲノムを持つ。

原核生物のゲノムと同様、ゲノムを核様体として持ち、核膜で囲まれていない。

ヒストンや他の多種類のタンパク質が付随しない環状DNAを持つ。

独自の遺伝子発現系を持つ。

翻訳に必要な装置を持ち、必要なタンパク質の一部を合成できる。

リボソームが細菌型に近い。

細胞分裂とは独立した二分裂により複製される。

などから2つ

問4

全ての掛け合わせで花粉側の形質によらず、柱頭側に由来する形質が次世代に伝わっている（斑入りは緑色、白色の葉緑体のみを受け継ぐ場合がある）ことから、オシロイバナでは、葉緑体は雌親から受け継がれる片親遺伝であり、母性遺伝である。

【4】解答例

問1

モルフォゲン

問2

頭部だけに集中した図

問3

*in situ*ハイブリダイゼーション法。目的の mRNA と相補的な RNA（アンチセンス鎖）を標識しながら合成する。これを、卵、胚、組織上で標的とする遺伝子の mRNA とハイブリダイゼーションさせることで、標的 mRNA の空間分布を調べる。その他の新しい方法でも可。

問4

ビコイド遺伝子の mRNA を野生型の受精卵の後部に注入すると、後部に頭部様の構造が形成される。

問5

背側では細胞質だけ、腹側では核内だけ。

問6

培養液が右方向の流れる条件で胚を生体外で培養すると、*Nodal* 遺伝子が右側で発現するかどうかを調べる。培養液が流れていない場合、左方向に流れる場合には、*Nodal* 遺伝子は正常に左側で発現する。

【5】 解答例

問 1

アミノ酸主鎖のカルボニル基 (C=O 基) とアミド基の水素原子 (NH 基) との間の分子内水素結合

問 2

- リン酸化 (セリン、スレオニン、チロシン) ---- タンパク質の活性制御や細胞内シグナル伝達 etc
- グリコシル化 (アスパラギン、セリン、スレオニン) --- タンパク質の活性や安定性、細胞内輸送 etc
- アセチル化 (リジン) --- 転写制御、細胞骨格の調節 etc
- メチル化 (リジン、アルギニン、ヒスチジン) --- 遺伝子転写のエピジェネティックな制御 etc
- ユビキチン化 (リジン) --- 選択的なタンパク質分解、タンパク質間相互作用 etc

問 3

ドデシル硫酸ナトリウム (SDS) と還元剤存在下で電気泳動解析を行い、CBB 染色でサブユニットの構成因子を検出する。タンパク質の分子量マーカーをもとにサブユニットのサイズを見積もる。

問 4

X 線結晶構造解析：結晶化させたタンパク質に X 線を当てると、タンパク質の結晶内で規則正しく並んだタンパク質分子によって X 線が回折する。その回折パターンを解析することで、電子密度分布に関する情報を得ることができ、原子レベルでの三次元構造を明らかにすることが可能となる。

NMR 分光法：タンパク質を強い磁場中に置き、特定の原子核に高周波の電磁波を照射する手法。原子核が固有の周波数の電磁波と相互作用する現象を利用して、化学シフトや原子間距離などの情報を得て、タンパク質分子内の原子の配置や三次元構造を決定することが出来る。

クライオ電子顕微鏡：タンパク質溶液を急速凍結して薄い氷の中に閉じ込め、液体窒素などで極低温状態を保ったまま電子顕微鏡で撮影する手法。得られた多数の二次元画像から、データ解析により三次元構造を再構成することで、結晶化することなく、タンパク質の立体構造を明らかにすることが出来る。

問 5

もたない。ペプチド結合は2つのアミノ酸のカルボキシル基とアミノ基が脱水縮合して形成される共有結合だが、逆配列の場合は、このカルボキシル基とアミノ基の関係も逆になってしまい、結果としてアミノ酸残基の側鎖の位置も変わってしまうため。

【6】解答例

問1

- 引力相互作用は、分子間距離 r が小さくなるほどポテンシャルエネルギーの低下を導く。これに相当するのは第2項である。
- 引力相互作用は、(双極子-双極子相互作用・双極子-誘起双極子相互作用・分散相互作用からなるが、これらのいずれも、) 分子間距離 r の6乗に反比例してエネルギーが変化する。これに相当するのは第2項である。
など。

問2

ポテンシャルエネルギーが極小値をとる分子間距離 r は、関数 $V(r)$ を r で微分した値が0となる値として求められる。したがって、

$$\begin{aligned}\frac{d}{dr} \left[4E \left\{ \left(\frac{r_0}{r} \right)^{12} - \left(\frac{r_0}{r} \right)^6 \right\} \right] &= 0 \\ 4E \{ -12r^{-13} \cdot r_0^{12} - (-6r^{-7} \cdot r_0^6) \} &= 0 \\ r^6 = 2r_0^6 \quad \therefore r &= 2^{\frac{1}{6}} r_0\end{aligned}$$

$$\text{このとき } V\left(2^{\frac{1}{6}}r_0\right) = 4E \left\{ \left(\frac{r_0}{2^{\frac{1}{6}}r_0} \right)^{12} - \left(\frac{r_0}{2^{\frac{1}{6}}r_0} \right)^6 \right\} = 4E \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{2} \right) = -E$$

問3

ア. 疎水性 イ. 水素 ウ. 増大 エ. 負 オ. 内部

問4

系のギブズエネルギー変化 ΔG は、次の式で表すことができる。

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

(ただし、 ΔH は系のエンタルピー変化、 ΔS はエントロピー変化、 T は温度である。)
ここで、温度 T が上昇すると、式の第2項の絶対値が大きくなるため、エントロピー増大による ΔG 減少の度合いがより大きくなる。

問5

誘電率 $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ (ただし ϵ_r は比誘電率、 ϵ_0 は真空の誘電率) であり、 ϵ_r は、水溶

媒に近いタンパク質表面とくらべ、溶媒から隔離されたタンパク質内部の方が小さい。

〔誘電率は媒質の存在により大きくなる、電荷間の相互作用は媒質により弱められる、などでも可。〕したがって、タンパク質内部で起こる相互作用の方が、エネルギー変化が大きいと予想される。

問 6

折り畳み時の分子内相互作用形成によるエネルギー低下が〔エンタルピー低下でも可〕、折り畳みによって無秩序な構造から特定の構造を取ることによる（コンフォメーションル） エントロピー減少によって相殺されるため。