

第 23 回上級バイオ技術者認定試験（2017 年 12 月 17 日実施） 正解と解説

お詫びと訂正

「平成 30 年 12 月版上級バイオ技術者認定試験対策問題集」におきまして、第 23 回上級バイオ技術者認定試験（2017 年 12 月 17 日実施）午前の部の問題文に誤植がありました。ここに慎んでお詫び申し上げますとともに、訂正内容につきご確認いただきますようお願い申し上げます。なお、これらの問題は不適切問題として処理をいたしております。

NPO 法人日本バイオ技術教育学会
理事長 池上 正人

< 正誤表 >

【正】	【誤】
<p>核酸・タンパク質 (p.39)</p> <p>問 10 一般的な PCR について正しいのはどれか。</p>	<p>問 10 一般的な PCR について<u>誤っている</u>のはどれか。</p>
<p>安全管理 (p.44)</p> <p>問 34 クラス 2 安全キャビネットについて<u>誤っている</u>のはどれか。</p> <p>① エアカーテンが付属する。 ② ドラフト装置の機能を持つ。 ③ 排気用 HEPA フィルターが付属する。 ④ 吸気用 HEPA フィルターが付属する。 ⑤ 庫内を陽圧と陰圧のどちらにもできる。</p>	<p>問 34 クラス 2 安全キャビネットについて<u>誤っている</u>のはどれか。</p> <p>a. エアカーテンが付属する。 b. ドラフト装置の機能を持つ。 c. 排気用 HEPA フィルターが付属する。 d. 吸気用 HEPA フィルターが付属する。 e. 庫内を陽圧と陰圧のどちらにもできる。</p> <p>① a,b ② a,e ③ b,c ④ c,d ⑤ d,e</p>

核酸・タンパク質

問 1 正解 ②

〔解説〕 B 型 DNA では、主溝の幅は副溝より広い。塩基の面は二重らせんの軸に直角に位置している。

問 2 正解 ③

〔解説〕 二本鎖 DNA の塩基対はアデニン (A) とチミン (T)、グアニン (G) とシトシン (C) である。AT の塩基対で水素結合をしているのは、A の水素と T の酸素、A の窒素と T の水素であり、GC の塩基対では、G の酸素と C の水素、G の水素と C の窒素、G の水素と C の酸素、の組合せである。

問 3 正解 ②

〔解説〕 ユークロマチンは二本鎖 DNA とタンパク質の複合体で、セントロメア付近とテロメアに集中するヘテロクロマチンのような強い凝縮はなく、転写活性の高い領域である。DNA ポリメラーゼは複製や修復に関与するので、集合して存在することはない。

問 4 正解 ⑤

〔解説〕真核生物の遺伝子において、イントロンは多くの場合 5'末端に GU 配列、3'末端に AG 配列を持つ。哺乳類を含む真核生物のプロモーター領域内には TATA ボックスをもつ。

問 5 正解 ④

〔解説〕岡崎フラグメントはラギング鎖上に新たに形成される短い DNA 断片で、複製フォークとは逆向きに 5'末端から 3'末端に向かって非連続的に合成される。

問 6 正解 ⑤

〔解説〕細胞内の DNA が損傷を受ける頻度は、1 日で $10^3 \sim 10^5$ のオーダーである。細胞は損傷の数を上回る修復機能を持つが、ミトコンドリア DNA は活性酸素による損傷を受けやすい。

問 7 正解 ③

〔解説〕hnRNA は遺伝子の一次転写物で、核内で RNA ポリメラーゼ II により転写された後に、転写後修飾を経て成熟する前の mRNA である。hnRNA の長さは、読み取られた領域により様々である。

問 8 正解 ⑤

〔解説〕原核生物における翻訳は毎秒 20 アミノ酸程度であるが、真核生物の翻訳は毎秒 2~4 アミノ酸というゆっくりした速度で進む。

問 9 正解 ②

〔解説〕Cas9 による切断は平滑末端を生じる。

問 10 正解 ③

〔解説〕相補的なプライマーはプライマーダイマーを生成しやすい。DNA の増幅断片長は 100 から 100kbp と広範囲である。DNA はアルカリ性で安定性を増す。Taq ポリメラーゼは 3'-5'エキソヌクレアーゼ活性を欠き、プライマーを分解できない。

※ この問題の設問の文章が「誤っているのはどれか。」となっていました、「正しいのはどれか」の誤植でした。深くお詫び申し上げます。

問 11 正解 ②

〔解説〕ツーハイブリッド法は、転写因子が DNA 結合ドメインとアクティベータードメインに分割できることを利用し、タンパク質間の相互作用を調べる方法である。

問 12 正解 ③

〔解説〕リアルタイム PCR 法は、PCR を用いて DNA を定量する方法で、濃度があらかじめ分かっている鋳型 DNA を標準とする絶対定量法と、リファレンス遺伝子との相対値で示す相対定量法がある。

問 13 正解 ①

〔解説〕転写因子が特異的に結合する塩基配列を持つ DNA は、タンパク質が結合することにより DNase I の限定分解を受けず、その部分での切断による断片が生じない。これとマクサム・ギルバート法を併用して、塩基配列を知ることができる。

問 14 正解 ③

〔解説〕プロモーターの下流に GFP などの蛍光タンパク質を生成するレポーター遺伝子を組込むことにより、活性化因子によるプロモーターの活性化を検出できる。

問 15 正解 ②

〔解説〕コスミドベクターは、 λ ファージの *cos* 配列に目的遺伝子をライゲーションし、 λ ファージが大腸菌に感染する性質を利用して、比較的長い DNA 断片を大腸菌に導入する方法で、酵母とは関係がない。

問 16 正解 ②

〔解説〕GST (グルタチオン S-トランスフェラーゼ) と MBP (マルトース結合タンパク質) はそれら自身の可溶性が高いので、不溶化しやすいタンパク質と融合発現させることにより可溶性を上げることが期待できる。

問 17 正解 ⑤

〔解説〕DNA の抽出に用いるフェノールは中性飽和フェノール溶液 (トリス飽和フェノール溶液) であり、酸性飽和フェノール溶液 (水飽和フェノール溶液) は RNA の精製に用いる。核酸の沈殿にはエタノールやイソプロパノールを用いる。

問 18 正解 ②

〔解説〕イオン交換クロマトグラフィーは、塩濃度を上げることによって静電的相互作用が弱まり、疎水性クロマトグラフィーでは、疎水性溶媒の濃度を上げることによって疎水性相互作用が弱まり、それぞれ吸着したタンパク質が溶出しやすくなる

問 19 正解 ②

〔解説〕酵素は触媒であり、反応に至適な pH と温度がある。ラインウィーバー・バークプロットでは、横軸に基質濃度の逆数、縦軸に初速度の逆数をプロットする。

問 20 正解 ①

〔解説〕競合阻害では、阻害剤が基質結合部位に結合して酵素活性を阻害する。その反応速度は酵素・基質複合体と酵素・阻害剤複合体の濃度比に依存するが、阻害剤を添加しても最大速度は変わらない。

問 21 正解 ③

〔解説〕メチオニンは側鎖に硫黄原子をもつが、ベンゼン環はもたない。メチオニンをコードするコдонは一種類のみである。真核生物の翻訳の開始コдонはメチオニンであり、N 末端からアミノ酸が連結されていく。メチオニンはヒトの必須アミノ酸の一つである。

問 22 正解 ④

〔解説〕分子シャペロンはタンパク質のフォールディング、すなわちポリペプチド鎖の折り畳み反応を制御するタンパク質分子である。

問 23 正解 ④

〔解説〕ユビキチンはタンパク質を修飾するタンパク質で、ユビキチン化されたタンパク質は、ATP 依存的にプロテアソームにより選択的に分解・除去される。

問 24 正解 ⑤

〔解説〕カルボキシペプチダーゼはペプチド鎖を C 末端から分解する酵素群で、C 末端のアミノ酸を同定するために用いられる。

問 25 正解 ③

〔解説〕タンパク質が変性すると、ランダムコイルと呼ばれる不規則な構造をとり、生物活性を失う。

問 26 正解 ①

〔解説〕銀染色法はクマシーブリリアントブルー染色法より 50~100 倍程度感度が高いとされ、10 ng 程度のタンパク質を検出することができる。

問 27 正解 ①

〔解説〕培地中に ^{35}S が含まれる場合、タンパク質の生合成過程において放射性標識されたアミノ酸が生成するため、新たに合成されるタンパク質を検出することができる。

問 28 正解 ⑤

〔解説〕競合法による ELISA 法の一つとして、抗体を固相化し、酵素標識した抗原とサンプルを競合反応させる。標識抗原単独の場合と比べて低下するシグナルから、サンプル中の抗原量を定量する。

問 29 正解 ①

〔解説〕ChIP-Seq 法では、DNA 結合タンパク質の結合部位を同定する。修飾されたヒストンに対する抗体を用いて ChIP 解析し、得られた DNA を配列解析すれば、エピジェネティックな解析ができる。

問 30 正解 ①

〔解説〕ゲノムデータベースのアノテーションとは、塩基配列から遺伝子をコードする領域を見つけ出して、その領域が果たす機能に関する情報を付加することであり、塩基配列の登録や類似配列を見つけるだけでは不十分である。

安全管理

問 31 正解 ⑤

〔解説〕カルタヘナ議定書は、遺伝子組換え生物 (LMO) が生態系や生物多様性に対して悪影響を及ぼさないよう、LMO の国境を越える移動や取扱い、利用に関する手続きなどを定めた国際的な取り決めである。

問 32 正解 ④

〔解説〕実験室内を陽圧にすると、有害な生物で汚染された空気が実験室の外に漏れ出す可能性がある。

問 33 正解 ③

〔解説〕 α 線はヘリウムの原子核と同じ粒子線で、遮蔽は紙 1 枚程度でも可能である。 γ 線は電磁波である。 ^{32}P の半減期を 14 日とすると、42 日後に 8 分の 1、56 日後に 16 分の 1 となる。

問 34 正解 ⑤

〔解説〕安全キャビネットはクラス 1 からクラス 3 までのクラスに分類されており、クラス 2 安全キャビネットは給気・排気ともに HEPA フィルターでろ過する構造になっている。キャビネット内は陰圧になっており、内部の汚染された空気が外に漏れないようになっている。

※ この問題の選択肢が a.~e.から「誤っている」ものを 2 つ選ぶ問題となっていました。①~⑤の選択肢から 1 つを選ぶ問題の誤植でした。深くお詫び申し上げます。

問 35 正解 ③

〔解説〕P1 レベル実験室では窓や扉は開放してはならず、飲食や喫煙も禁止されている。室内にオートクレーブの設置が義務付けられているのは P3 レベル実験室であり、隔離した建物内に設置することはどのレベルでも定められていない。

問 36 正解 ⑤

〔解説〕フェノールは皮膚や粘膜に激しい炎症を引き起こす。ニトロソグアニジンに変異原性を有する。アクリルアミドモノマーは神経障害を引き起こす。

問 37 正解 ①

〔解説〕殺菌灯から照射される紫外線は、同一ポリヌクレオチド鎖内で隣接する 2 つのピリミジン塩基を融合する作用があり、その結果生じるピリミジン二量体は DNA の複製や転写の妨げとなる。

問 38 正解 ④

〔解説〕有機溶剤は少量であってもドラフトなど換気装置のある場所で使用し、堅固な容器に入れて冷暗所で保管する。プラスチック製の容器は、有機溶剤で腐食する可能性があるため、使用しない。廃棄は法の定めに従って専門業者に委託する。

問 39 正解 ②

〔解説〕化学物質を使用する実験を行う際、ナイロン製の白衣は静電気が発生し、引火の可能性があるので着用しない。スリッパは、足の保護や転倒防止のため、避けるべきである。

問 40 正解 ①

〔解説〕特許として認められているのは、特定の疾患の原因遺伝子 X に起こった変異を検出する方法であるので、この変異を標的とした診断用検査キットの開発には、特許使用許諾を得る必要がある。

バイオ機器

問 41 正解 ⑤

〔解説〕マイクロピペッターで粘性のある液体を計量する場合は、チップ内に試料が入るまでチップの先端を試料中に浸しておき、プッシュボタンは通常よりもゆっくりと戻すようにする。チップ先端径が大きいほうが抵抗は少なく、採取が容易である。

問 42 正解 ②

〔解説〕ガスクロマトグラフィーの検出器のうち、水素炎イオン化検出器 (FID) は有機物一般の分析に利用される。熱伝導度検出器 (TCD) はキャリアーガス以外のすべての試料ガスを検出できる。

問 43 正解 ①

〔解説〕ポリアクリルアミドゲルやアガロースゲルは DNA や RNA の分析に広く利用されている。分子量がより小さい断片を分離するには、ゲル濃度を高くする。

問 44 正解 ①

〔解説〕赤外分光分析は、分子の振動による吸収を利用した分析法で、標準物質との比較により識別、構造解析が行われる。分子内の官能基の有無を知ることができるが、一般にその位置情報を得ることは難しい。

問 45 正解 ③

〔解説〕マイクロプレートリーダーでの蛍光測定では、ブラックプレートを用いることで S/N 比を改善することができる。測定前にプレートを振とうすると、試料濃度が均一になる。

問 46 正解 ③

〔解説〕付着性細胞の継代では、細胞表面に傷をつけないように配慮し、トリプシン溶液を加えて所定時間インキュベートした後、細胞が自然に剥離するのを確認する。この時容器を振動させて無理やりはがそうとしてはいけない。

問 47 正解 ①

〔解説〕培養シャーレ内の細胞観察では、シャーレの底面から観察する必要があるため、通常の生物顕微鏡（正立顕微鏡）ではなく、倒立顕微鏡を用いる。

問 48 正解 ⑤

〔解説〕NMR（Nuclear Magnetic Resonance）は、磁気モーメントをもつ原子核を磁場に置き、電磁波を照射したときに起きる共鳴現象を観測する。従って、磁気モーメントをもち、共鳴周波数の異なる同位体を識別できる。

問 49 正解 ②

〔解説〕ピクセルは画素のことで、表示の精細度は単位面積あたりのピクセル数（画素数）により決まる。

問 50 正解 ⑤

〔解説〕表面プラズモン共鳴は金属薄膜界面での光の吸収現象を利用したもので、特異的リガンドとその結合部位間の相互作用を検出することができる。

微生物バイオテクノロジー

問 1 正解 ②

〔解説〕ヒト免疫不全ウイルス（Human Immunodeficiency Virus : HIV）はレトロウイルス（RNA ウイルス）であり、DNA を分解する DNase は持たない。

問 2 正解 ⑤

〔解説〕古細菌は核をもたず、環状の DNA が凝集して核様体を形成しており、DNA にはヒストン様タンパク質が結合している。

問 3 正解 ④

〔解説〕担子菌類の二次菌糸はかすがい連結を形成し、核を2つ含んで成長する。枯草菌は有孢子細菌で、栄養状態が悪くなると栄養細胞内で芽胞を形成する。分裂酵母では、栄養状態により菌糸様構造をとる。

問 4 正解 ①

〔解説〕グラム陽性菌は、グラム陰性菌に比べて厚い細胞壁（ペプチドグリカン）をもつ。

問 5 正解 ③

〔解説〕グラム染色では、クリスタルバイオレットとルゴール液中のヨウ素ヨウ化カリウムが複合体を形成して不溶化し、ペプチドグリカン層が紫色に染色される。

問 6 正解 ⑤

〔解説〕アルコール発酵は、グルコースから解糖系を経てピルビン酸が生成され、二酸化炭素を放出してアセトアルデヒドを生じる。このアセトアルデヒドがアルコールデヒドロゲナーゼの作用でエタノールとなる。

問 7 正解 ②

〔解説〕エイムス試験では、アミノ酸（ヒスチジン）要求性のネズミチフス菌（*Salmonella typhimurium*）の復帰突然変異の検出により、変異原性物質（がん原性物質）のスクリーニングを行なう。

問 8 正解 ③

〔解説〕アミノ酸要求変異株の取得を目的とする場合、突然変異誘発処理後に最少培地で菌を増殖させ、ペニシリンを加えてアミノ酸要求変異株以外を溶菌させて、変異株を選別する。

問 9 正解 ①

〔解説〕LB培地の成分はトリプトン、酵母エキス、NaClである。半流動培地の寒天濃度は、一般的に0.3~0.5%程度である。

問 10 正解 ①

〔解説〕β-ラクタム構造を持つ代表的な抗生物質はペニシリンである。セファロスポリンはβ-ラクタム構造を持つセフェム系抗生物質として、ペニシリン系抗生物質に代わるようになった。

問 11 正解 ④

〔解説〕エンドトキシンは抗原性をほとんどもたず、細胞壁に組込まれているので、細菌が死滅した後に細胞壁が崩壊して菌体外に溶出してくる。

問 12 正解 ④

〔解説〕次亜塩素酸ナトリウムは反応性が強く、皮膚などの消毒には不向きである。綿栓をつけたガラス容器は、アルミホイルなどでカバーすれば乾熱滅菌が可能である。70%エタノールは孢子を殺菌することはできない。

問 13 正解 ①

〔解説〕GILSP（Good Industrial Large-Scale Practice）とは優良工業製造規範のことであり、カルタヘナ法ではGILSPは産業利用二種省令で決められた拡散防止措置により規定される。

問 14 正解 ③

〔解説〕細菌の細胞壁はペプチドグリカンで構成されているので、プロトプラスト化にはリゾチームを使用する。

問 15 正解 ③

〔解説〕β-ガラクトシダーゼは2つのドメイン構造を有しており、1つのドメインに相当する遺伝子だけでは酵素活性は生じないが、プラスミドなどによりもう1つの遺伝子が組み込まれると正常に発現するようになる。これをα相補性という。

問 16 正解 ⑤

〔解説〕抗体分子は糖タンパク質であり、その糖鎖は抗体分子としての生理活性や動態に重要な役割を果たす。細菌を宿主細胞とする場合、糖鎖は付加されないので、植物細胞、動物細胞、カイコなどの昆虫を用いて生産する。

問 17 正解 ④

〔解説〕ヒトでは授乳期にビフィズス菌が最も増加し、年齢とともに減少していく。

問 18 正解 ①

〔解説〕生物は、真正細菌、古細菌と真核生物に分類され、好熱菌は古細菌と真正細菌に分類される。

問 19 正解 ①

〔解説〕バイオオーギュメンテーションは、汚染場所とは異なる場所で培養した微生物を利用して、環境汚染物質の分解・除去により環境を浄化する技術である。活性汚泥法は、生活排水や産業排水中の有機物を好氣的に分解する方法である。

問 20 正解 ①

〔解説〕メタゲノム解析とは、難培養性微生物を含めて細菌叢を形成する微生物種をまとめて解析する方法である。

動物バイオテクノロジー

問 21 正解 ②

〔解説〕アドヘレンスジャンクションは、多細胞生物の細胞-細胞間および細胞-基質間の接着である。デスモソームは、細胞-細胞間の接着。ギャップジャンクションは、隣り合う上皮細胞をつなぎ、水溶性の小さいイオンや分子を通過させる細胞間結合である。

問 22 正解 ④

〔解説〕リボソームは、タンパク質の合成（翻訳）を行う。滑面小胞体は脂質の代謝や Ca^{2+} の貯蔵など、ゴルジ体はタンパク質への糖鎖の付加を行う。エンドソームは、細胞内に取り込まれた物質の輸送や代謝に関与する。

問 23 正解 ⑤

〔解説〕縦列反復配列のうち2~4塩基が反復するものをマイクロサテライトといい、*Alu* 配列はレトロトランスポゾンである SINE の一種として知られている。

問 24 正解 ⑤

〔解説〕インテグリンは細胞質貫通型糖タンパク質で主に細胞外マトリックスとの接着に関与する。

問 25 正解 ③

〔解説〕甲状腺から分泌されるホルモンはチロキシンと 3,3',5-L-トリヨードチロニンで、幼弱動物の成長と成熟促進、成熟動物の基礎代謝の維持作用がある。

問 26 正解 ②

〔解説〕神経線維のミエリン鞘では、コレステロールはイオンの膜透過性を制限する絶縁体として機能する。

問 27 正解 ②

〔解説〕S 期チェックポイントは DNA 複製が正常に行なわれているかチェックし、複製速度を制御する。DNA の損傷が見つかったら、S 期での DNA 複製は中断され修復が開始される。

問 28 正解 ③

〔解説〕近交系マウスは、兄妹交配や姉弟交配を 20 世代以上繰り返して作出され、ヘテロ接合が 0.01%の近似した形質を有する系統のマウスであるが、交配で作出されたため、クローンではない。

問 29 正解 ③

〔解説〕ウシ胎児血清は、血清に含有される補体が細胞膜に障害を与えるため、56°Cで加温することにより不活性化してから添加する。

問 30 正解 ③

〔解説〕プリン塩基の *de novo* 合成に障害のあるミエローマ細胞と B 細胞を融合させて HAT 培地中で培養すると、ハイブリドーマは B 細胞のもつサルベージ回路により核酸の生合成を行えるので、選別することができる。

問 31 正解 ④

〔解説〕3R 原則とは、Replacement（代替法の利用）、Reduction（使用動物数の削減）、Refinement（実験方法の洗練、実験動物の苦痛軽減）をいう。

問 32 正解 ③

〔解説〕マウスの反復採血は、外側尾静脈が推奨されている。

問 33 正解 ③

〔解説〕SPF 動物は特に指定された病原微生物を保有しない動物である。ノトバイオートは保有する微生物群のうち 2 種が明らかな動物である。

問 34 正解 ④

〔解説〕LIF 試薬は、未分化多能性を維持するために使用する。

問 35 正解 ②

〔解説〕エレクトロポレーションは、電気パルスで細胞膜に孔をあけ物質を導入する手法。リン酸カルシウム法は、エンドサイトーシスにより DNA を導入する方法。マイクロインジェクション法は、微小ガラス管を用いて DNA などを細胞内に注入する方法。

問 36 正解 ④

〔解説〕外来 DNA をもつ遺伝子導入ショウジョウバエは、トランスポゾンである P 因子を用いて作成される。

問 37 正解 ②

〔解説〕ショウジョウバエは 4 染色体であり、世代間隔は約 10 日、寿命は 2 か月である。

問 38 正解 ①

〔解説〕競合的アンタゴニストとは、神経伝達物質やホルモンなどの分子が受容体の結合部位を奪い合うことで阻害する物質のことである。

問 39 正解 ①

〔解説〕再生医療はこれまで有効な治療法がなかった疾患の治療法として期待されており、遺伝性疾患に限るものではない。

問 40 正解 ④

〔解説〕「新型出生前診断」は次世代シーケンサーを用いた分析法であり、母体血中にある胎児由来遺伝子を調べることで、胎児の単一遺伝子病や染色体異常の診断に利用されている。

植物バイオテクノロジー

問 41 正解 ②

〔解説〕*N*-アセチルグルコサミンと *N*-アセチルムラミン酸が β (1→4) 結合したものはペプチドグリカンの構成成分の一部で、細菌細胞壁の主成分である。

問 42 正解 ⑤

〔解説〕プロプラスチドは分裂組織の細胞に見られる色素体で、クロロフィルを含まず光合成に関与しない。

問 43 正解 ⑤

〔解説〕トウモロコシなどの C_4 植物は、ダイズなどの C_3 植物に比較して強い日射や高温、水分の少ない環境に順応し、光合成能が高い。 CO_2 固定はどちらの場合もカルビン回路で行われる。

問 44 正解 ②

〔解説〕ミトコンドリア DNA は環状 DNA で、電子伝達系の一部や tRNA 合成遺伝子などをもつが、光合成に関連する遺伝子をもたない。シロイヌナズナはゲノムサイズが小さく、125 メガ塩基対程度である。ニトロゲナーゼ遺伝子は窒素固定細菌がもち、植物のゲノムにはない。

問 45 正解 ③

〔解説〕液胞は植物や菌類に特有の細胞小器官で、水、無機塩、糖、酵素、各種二次代謝産物などを含んでいる。二次代謝産物の例として、アントシアニンやアルカロイドなどがある。

問 46 正解 ④

〔解説〕メチオニンからメチオニンアデノシルトランスフェラーゼにより S-アデノシルメチオニン (SAM) が、SAM から 1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸合成酵素の作用により 1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸 (ACC) が、ACC から ACC 酸化酵素によりエチレンが合成される。

問 47 正解 ④

〔解説〕細胞雄性不稔遺伝子はミトコンドリア DNA に存在し、回復遺伝子は細胞核に存在する。自家不和合性遺伝子は、花粉とめしべの両方に存在する。

問 48 正解 ④

〔解説〕種子を用いて人為的に変異を誘発できるのは、 γ 線照射、重イオンビーム照射である。

問 49 正解 ③

〔解説〕ハ克蘭は、ハクサイとキャベツとの間で胚培養によって作出された雑种植物である。

問 50 正解 ④

〔解説〕薬培養には四分子期から一核期の花粉が用いられ、花粉からの植物体再生は、カルス経由または不定胚経由の 2 つの経路がある。

問 51 正解 ③

〔解説〕プロトプラストの形態は球状であり、調製後すぐに全能性を獲得する。プロトプラストは培養するとすぐに細胞壁を再生するので、細胞融合には使えない。

問 52 正解 ①

〔解説〕イネの品種の分別同定には、PCR 法（アレル特異的 PCR 法やマルチプレックス PCR 法）が用いられる。

問 53 正解 ②

〔解説〕隔離圃場では、組換え植物の花粉の飛散による生態系への影響を試験するので、飛散防止措置はとらない。非閉鎖系温室（特定網室）で使用した水はすべて滅菌処理を行う。

問 54 正解 ③

〔解説〕アグロバクテリウム（リゾビウム）法は高等植物への外来遺伝子導入法であり、*Agrobacterium tumefaciens*（*Rhizobium radiobacter*）とバイナリーベクターを用いる。

問 55 正解 ④

〔解説〕ゲノム編集によって作られた作物の商業栽培の承認については、日本国内ではまだ議論の段階である。安全性が評価された組換え作物を商業栽培する場合、その安全管理については特に国内法で規定されていない。

問 56 正解 ②

〔解説〕ムーンダストは青色の色素が蓄積するように形質転換された組換えカーネーションである。

問 57 正解 ①

〔解説〕グリフォセートは、非選択性除草剤の 1 つであり、5-エノールピルビルシキミ酸-3-リン酸合成酵素の活性を阻害することで、芳香族アミノ酸の合成を阻害し、植物を枯死させる。

問 58 正解 ⑤

〔解説〕PLA 樹脂は、トウモロコシ由来のデンプンなどを酵素により糖化し、無機触媒存在下で重合したものである。PLA 樹脂を生分解すると、二酸化炭素と水が発生し、アンモニアは生成しない。

問 59 正解 ⑤

〔解説〕ファイトレメディエーションは、植物を利用した汚染浄化技術で、重金属、ダイオキシンや内分泌攪乱物質などの有機汚染物、大気汚染物質などを除去する。

問 60 正解 ⑤

〔解説〕人工種子は、不定胚などを栄養などとともアルギン酸カルシウムゲルのカプセルに包み込んだものである。人工種子には胚乳は使用しない。