

【18】 生物工学部門

Ⅲ 次の35問題のうち25問題を選択して解答せよ。(解答欄に1つだけマークすること。)

Ⅲ-1 次のうち、タンパク質分解を伴う細胞内シグナル伝達に関与していないものはどれか。

- ① Gタンパク質      ② TNF      ③ NF- $\kappa$ B  
④ I $\kappa$ B      ⑤ プロテアソーム

Ⅲ-2 次の(ア)～(オ)の脂肪酸の融点を低い順に並べたものはどれか。

(ア) アラキドン酸    (イ) ラウリル酸    (ウ) ステアリン酸  
(エ) リノール酸      (オ) パルミチン酸

- ① ウ → イ → オ → エ → ア  
② イ → ウ → ア → オ → エ  
③ ア → エ → イ → オ → ウ  
④ エ → オ → ウ → ア → イ  
⑤ エ → ア → オ → イ → ウ

Ⅲ-3 次のうち、細胞に外来遺伝子を導入する方法として最も不適切なものはどれか。

- ① リポフェクション      ② エレクトロポレーション  
③ マイクロインジェクション    ④ ハイブリダイゼーション  
⑤ パーティクルガン法

Ⅲ-4 次のうち、免疫細胞とそれぞれの機能の組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① ヘルパーT細胞 — 獲得免疫応答の制御  
② キラーT細胞 — 標的細胞の破壊  
③ B細胞 — 免疫グロブリンの産生  
④ マクロファージ — 捕食, 抗原提示  
⑤ マスト細胞 — II型アレルギーによる組織の障害

Ⅲ－５ 緑色蛍光タンパク質（GFP）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① GFPは、1960年代にオワンクラゲの発光器官から発見された。
- ② GFPの発見者である下村脩博士は、2008年にノーベル化学賞を受賞した。
- ③ GFPを融合させたタンパク質が発現した細胞は、緑色蛍光を発する。
- ④ GFPの利点は、細胞を生かしたまま目的タンパク質の動きを観察できることである。
- ⑤ GFPの蛍光発光には、酸素に加えてATPが必要である。

Ⅲ－６ 次のうち、アミノ酸とそれぞれの略号の組合せとして誤っているものはどれか。

- ① アスパラギン酸 : D
- ② バリン : B
- ③ セリン : S
- ④ アラニン : A
- ⑤ トリプトファン : W

Ⅲ－７ 光合成に関連する次の(ア)～(オ)の記述の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

- (ア) 光合成は明反応と暗反応からなり、明反応はチラコイド膜、暗反応はストロマで起こる。
- (イ) 光化学反応Ⅱと光化学反応Ⅰをつなぐ物質は、チトクロムc複合体である。
- (ウ) 明反応で生成するエネルギー物質は、ATPとNADHである。
- (エ) 暗反応は炭酸固定反応であり、その経路はカルビン回路と呼ばれている。
- (オ) 暗反応の過程では、O<sub>2</sub>が放出される。

- |   | ア | イ | ウ | エ | オ |
|---|---|---|---|---|---|
| ① | 正 | 誤 | 誤 | 正 | 誤 |
| ② | 正 | 誤 | 正 | 誤 | 正 |
| ③ | 誤 | 誤 | 誤 | 誤 | 正 |
| ④ | 誤 | 正 | 誤 | 正 | 誤 |
| ⑤ | 誤 | 誤 | 正 | 正 | 誤 |

Ⅲ－8 次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ワシントン条約 — 絶滅のおそれのある野生動植物の国際取引の規制
- ② 名古屋議定書 — 遺伝資源の取得の機会及びその利用から生ずる利益の公正かつ衡平な配分
- ③ ラムサール条約 — 特定外来生物による生態系の破壊防止
- ④ カルタヘナ議定書 — LMO (Living Modified Organism) が生物の多様性の保全及び持続可能な利用に及ぼす可能性のある悪影響の防止
- ⑤ 京都議定書 — 温室効果ガス排出削減

Ⅲ－9 次のうち、排水浄化に関する活性汚泥の機能として最も不適切なものはどれか。

- ① 有機物の酸化及び同化
- ② 汚泥のメタン発酵
- ③ フロックの良好な沈殿・分離
- ④ 脱リン
- ⑤ 硝化・脱窒

Ⅲ－10 次の土壌浄化の方法のうち、バイオスティミュレーションに関連しないものはどれか。

- ① 浄化活性の高い微生物を外部から注入
- ② トリクロロエチレンの浄化
- ③ 汚染現場の生息微生物の活用
- ④ 原位置浄化
- ⑤ 電子受容体や栄養素の供給

Ⅲ－11 ある酵素反応がミカエリス・メンテンの式に従って進むものとする。 $K_m$ 値は1.0 mM,  $V_{max}$ は5.0 nM/secである。基質濃度が4.0 mMのときの反応速度 [nM/sec] は次のうちどれか。

- ① 2.0    ② 2.5    ③ 3.0    ④ 4.0    ⑤ 5.0

Ⅲ-12 ビタミンに関する次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

	化合物名	補酵素	生体内での反応
①	ビタミンB <sub>1</sub> (チアミン)	チアミンニリン酸	アルデヒド基転移
②	ビタミンB <sub>2</sub> (リボフラビン)	FAD	酸化還元
③	ビタミンB <sub>6</sub> (ピリドキシン)	ピリドキサルリン酸	アミノ基転移
④	ビオチン	CoA	カルボキシ(ル)化
⑤	ナイアシン	NAD <sup>+</sup>	酸化還元

Ⅲ-13 グリコシド結合に関する次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マルトース —  $\alpha$ 1→4結合
- ② アミロース —  $\alpha$ 1→4結合
- ③ アミロペクチン —  $\alpha$ 1→4結合及び $\alpha$ 1→6結合
- ④ グリコーゲン —  $\alpha$ 1→4結合
- ⑤ セルロース —  $\beta$ 1→4結合

Ⅲ-14 疾患に関する次の(ア)～(オ)の記述について、誤っているものの数はどれか。

- (ア) パーキンソン病はタンパク質のフォールディングの異常による。
- (イ) 痛風は血清脂質が増加した病気である。
- (ウ) 壊血病はコラーゲンの異常による。
- (エ) 黄疸はヘムの分解産物の蓄積による。
- (オ) 関節リウマチは自己免疫疾患の1つである。

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

Ⅲ-15 次の(ア)～(オ)の生物のゲノムサイズを、小さいものから順に正しく並べたものはどれか。

- (ア) 線虫 (*Caenorhabditis elegans*)
- (イ) マイコプラズマ (*Mycoplasma genitalium*)
- (ウ) 出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)
- (エ) インフルエンザ菌 (*Haemophilus influenzae*)
- (オ) ヒト (*Homo sapiens*)

- ① イ, エ, ウ, ア, オ
- ② イ, エ, ア, ウ, オ
- ③ イ, ウ, エ, オ, ア
- ④ エ, イ, ウ, オ, ア
- ⑤ エ, イ, ア, ウ, オ

Ⅲ-16 次の(ア)～(オ)について、発酵食品とその生産に使用する微生物の組合せとして正しいものの数はどれか。

- (ア) 納豆 — *Bacillus anthracis*
- (イ) ビール — *Saccharomyces cerevisiae*
- (ウ) コウジ — *Schizosaccharomyces pombe*
- (エ) 酢 — *Acetobacter aceti*
- (オ) ヨーグルト — *Lactobacillus casei*

- ① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

Ⅲ-17 酵母に関する次の(ア)～(オ)の記述について、正しいものの数はどれか。

- (ア) 酵母は、単細胞世代を持つ真菌の総称である。代表的な種である *Saccharomyces cerevisiae* を単に酵母と呼ぶことも多い。
- (イ) 酵母は、細胞から小突起を生じる出芽と呼ばれる様式によって新たな個体が形成され、動植物細胞一般の様式である分裂によって増殖するものはない。
- (ウ) 酵母は、通常単細胞として存在するが、ある条件下では形態が糸状菌に近い菌糸型となる二型性を示すものがある。
- (エ) 酵母は、分類上は子囊菌に属するものが多数を占めるが、担子菌に分類されるものもあり、分類学的に特定のグループを指すものではない。
- (オ) 酵母は、細菌と同様の環状の染色体を持ち、その遺伝子数やゲノムサイズは細菌より大きい。

① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5

Ⅲ-18 我が国における遺伝子組換え生物等の使用等の規制に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① P1レベルとは微生物使用実験における拡散防止措置が最も厳密なレベルであり、実験室の出入口に前室が設けられている。
- ② 環境中への拡散を防止しつつ行う使用等の非開放系の実験を第一種使用等といい、必要に応じて、事前に拡散防止措置についての主務大臣の確認を受けなければならない。
- ③ 動植物培養細胞（ES細胞を含む。）も遺伝子組換え生物等の使用等の規制による生物の多様性の確保に関する法律における規制の対象である。
- ④ 大量培養実験とは遺伝子組換え実験のうち、微生物である遺伝子組換え生物等の使用等であって総容量が20リットルを超える培養又は発酵設備を用いるものをいう。
- ⑤ バイオハザード対策として、実験施設（区域）を周囲と比べて陽圧に保つことは有効である。

Ⅲ-19 タンパク質の化学構造に関する次の(ア)～(オ)の記述について、正しいものの数はどれか。

- (ア) ジスルフィド結合 (S-S結合) はタンパク質の構造を安定化させる共有結合として多くのタンパク質に存在する。
- (イ) 細胞内ではATPなどのエネルギーと酵素の作用で常温常圧下でペプチド結合が形成される。
- (ウ) タンパク質のN末端のグリシン残基は、脂質が共有結合してミリストイル化されることがある。
- (エ) コラーゲンには、ヒドロキシ (ル) 化された残基であるヒドロキシプロリンがその配列中にある。
- (オ) 特定の配列中にあるアスパラギンに糖鎖が結合することがある。

① 1    ② 2    ③ 3    ④ 4    ⑤ 5

Ⅲ-20 滅菌操作に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 試験管は綿栓やアルミニウム製のキャップ又は多孔性のシリコン栓などで管口を塞ぎ、全体を高温度の加圧滅菌で無菌状態とする。
- ② ガラス製のペトリ皿は一般に高温度の乾熱滅菌を行うが、使い捨てのプラスチック製のものはガンマ線やエチレンオキサイドにより滅菌し無菌包装の状態で供給されている。
- ③ 加圧滅菌は通常、高圧滅菌器 (オートクレーブ) を用い、その中で対象物品を121℃で15分から20分間加熱する。
- ④ 乾熱滅菌は一般に加圧滅菌より高温・長時間の処理が必要で、通常は160℃から180℃で30分から90分間の条件で行われている。
- ⑤ ビタミン類など熱に不安定な物質の滅菌には、主として化学的処理による方法が用いられている。

Ⅲ-21 電気泳動に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アガロースゲル電気泳動において、DNAやRNAは負に荷電しているため、一定方向に電場をかけると分子ふるい効果によって分子量に従い分画される。
- ② パルスフィールドゲル電気泳動は、電圧をパルス状に二方向、交互にかけ合うことで、20 kbを超える巨大DNA分子を分離することを可能にする方法である。
- ③ ポリアクリルアミドゲル電気泳動は、アガロースゲルでは分離困難な、よりサイズの小さいDNAやRNA分子の分離・分画に有用である。
- ④ DNAを変性状態で泳動する場合は、8 M程度の尿素を含んだポリアクリルアミドゲルを用いる。
- ⑤ SDS（ドデシル硫酸ナトリウム）をタンパク質試料に添加して加熱することによって、分子の移動度は電荷と形・大きさに依存するようになる。

Ⅲ-22 1960年代に遺伝暗号解読が盛んに行われた。その方法は、化学合成したRNAを無細胞タンパク質合成系に加えたときにできるポリペプチドを解析するという方法である。例えば、ポリ(U) (5'-UUUU...-3')を用いると、フェニルアラニンが連なったペプチドが合成され、UUUのトリプレットがフェニルアラニンを指定する遺伝暗号であることが示された。次に示す実験結果から推定される事項として最も適切なものはどれか。

ポリ(UC)を無細胞タンパク質合成系に加えると、Leu-Ser-Leu-Serのように、SerとLeuが交互に並んだペプチドが合成された。

ポリ(UUC)を無細胞タンパク質合成系に加えると、3種の異なった単一アミノ酸からなるホモペプチド、(Leu)<sub>n</sub>、(Ser)<sub>n</sub>、(Phe)<sub>n</sub>の混合物が合成された。

ポリ(CCU)を無細胞タンパク質合成系に加えると、3種の異なった単一アミノ酸からなるホモペプチド、(Leu)<sub>n</sub>、(Ser)<sub>n</sub>、(Pro)<sub>n</sub>の混合物が合成された。

ポリ(UUCC)を無細胞タンパク質合成系に加えると、N末端(-Pro-Ser-Phe-Leu-)<sub>n</sub>C末端の順で繰り返し配列したペプチドが合成された。

- ① UUCはLeuをコードする。
- ② CCUとUCUはともにSerをコードする。
- ③ UCUとUCCはともにLeuをコードする。
- ④ CUUはLeuをコードし、UCCはSerをコードする。
- ⑤ CUCはSerをコードし、CUUはLeuをコードする。



Ⅲ-23 タンパク質標準液を下表の上段の濃度になるように希釈した溶液を、Lowry法により反応させて波長770 nmの吸光度を測定した結果、表の下段のようになった。

タンパク質濃度 ( $\mu\text{g/ml}$ )	0	20	40	60	80	100
吸光度 (770 nm)	0.10	0.18	0.26	0.32	0.40	0.48

濃度未知のタンパク質試料を150倍に希釈したときの波長770 nmの吸光度は0.38、200倍に希釈した時の波長770 nmの吸光度は0.31であった。希釈する前のタンパク質試料の濃度に最も近い値はどれか。

- ① 79.3  $\mu\text{g/ml}$
- ② 86.3  $\mu\text{g/ml}$
- ③ 10.5  $\text{mg/ml}$
- ④ 14.9  $\text{mg/ml}$
- ⑤ 16.8  $\text{mg/ml}$

Ⅲ-24 エネルギー代謝に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 解糖は10種の酵素反応による過程で、1分子のグルコースが2分子のピルビン酸に変換され、正味2分子のATPが生じ、2分子の $\text{NAD}^+$ が $\text{NADH}$ に還元される。
- ② ピルビン酸はピルビン酸デヒドロゲナーゼ複合体の作用で酸化的に脱炭酸されアセチルCoAが生じる。
- ③ ペントースリン酸経路はアセチルCoAのアセチル基を2分子の $\text{CO}_2$ に酸化し、遊離するエネルギーを $\text{NADH}$ や $\text{FADH}_2$ など還元型化合物に保存する多段階触媒経路である。
- ④ 還元型補酵素 $\text{NADH}$ と $\text{FADH}_2$ からの電子は電子伝達系の一連の酸化還元中心を通過して $\text{O}_2$ を $\text{H}_2\text{O}$ に還元する。電子伝達に伴い、膜を介してプロトンが汲み出され、膜内外にプロトン濃度勾配ができる。
- ⑤ 電子伝達系により生じた膜内外の電気化学勾配の自由エネルギーを使って、ATP合成酵素はADPとリン酸からATPを合成する。

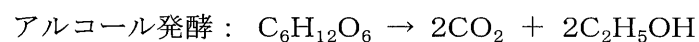
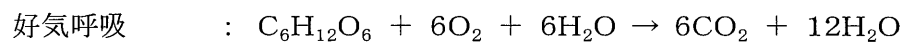
Ⅲ-25 細胞周期及びその制御に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① G<sub>1</sub>期チェックポイントでは、DNAの複製が完了したことをチェックする。
- ② G<sub>2</sub>期チェックポイントでは、M期に進んでよいかをチェックする。
- ③ G<sub>1</sub>期で止まって増殖を一時休止している状態を特にG<sub>0</sub>期と呼ぶ。
- ④ M期中期では、染色体は赤道面に並ぶ。
- ⑤ M期の後期では、染色体が紡錘糸の働きによって両極に移動していく。

Ⅲ-26 ウイルスに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 1本鎖DNAをゲノムとして持つウイルスがある。
- ② 細菌に感染するウイルスをバクテリオファージあるいはファージと呼ぶ。
- ③ レトロウイルスは、逆転写酵素によって、ゲノムDNAから二本鎖RNAを中間体として複製させ増殖する。
- ④ SV40ウイルスのゲノムは、真核細胞への遺伝子導入のベクターとして用いられる。
- ⑤ アデノウイルスベクターは、大きなDNA断片が組み込めるため、遺伝子治療に用いられる。

Ⅲ-27 酵母は下記のとおり、好気呼吸とアルコール発酵を同時に行う。



酵母から放出されるCO<sub>2</sub>が1時間当たり5 mol、吸収されるO<sub>2</sub>が1時間当たり3 molであった場合、1時間当たりのグルコースの消費量に最も近いものはどれか。

ただし、原子量はH=1, C=12, O=16として計算せよ。

- ① 90 g    ② 180 g    ③ 270 g    ④ 360 g    ⑤ 450 g

Ⅲ-28 タンパク質に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① タンパク質の4次構造とは、複数のタンパク質がサブユニットとして集合してできた構造をいう。
- ② タンパク質の中で、アミノ酸残基間を結ぶアミド結合をペプチド結合という。
- ③ 膜貫通型のタンパク質の膜貫通領域は、多くの場合、 $\alpha$ ヘリックス構造をとっている。
- ④ 一般的に、タンパク質の溶解度は、その等電点付近のpHで最も高い。
- ⑤  $\beta$ シート構造を形成する水素結合は、主にアミノ酸の主鎖間に形成されている。

Ⅲ-29 次のうち、エピジェネシスとして最も不適切なものはどれか。

- ① DNAのメチル化
- ② トランスポゾン
- ③ ヒストンのメチル化
- ④ クロマチンリモデリング
- ⑤ ヒストンのアセチル化

Ⅲ-30 RNAに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 細胞のタンパク質合成には、リボソームRNA (rRNA)、トランスファーRNA (tRNA) とメッセンジャーRNA (mRNA) が関与する。
- ② RNAアプタマーはリガンド結合能をもち、標的分子は低分子化合物からタンパク質まで多彩であり、その医療応用も検討されている。
- ③ RNA干渉は、二本鎖RNAによって配列特異的にmRNAが分解される遺伝子発現抑制現象である。
- ④ RNA自体が触媒活性を示す場合にはリボザイムと呼び、加水分解反応によるtRNA前駆体の5'側での切断をRNA単独で行う現象などが知られている。
- ⑤ アンチセンスRNAは21~23塩基長のRNAからなり、特定の遺伝子の発現を抑える。

Ⅲ-31 次のうち、ミトコンドリアに関する記述として最も不適切なものはどれか。

- ① 外膜、内膜の二重の膜に包まれた細胞小器官である。
- ② 物質の酸化によるエネルギーを用いてATPを合成する酸化的リン酸化を行う。
- ③ 直径0.5～1  $\mu\text{m}$ 、長さ数 $\mu\text{m}$ の桿状の細胞小器官としてとらえられることが多いが、通常、融合・分裂を繰り返している動的な細胞小器官である。
- ④ クリステという複雑な陥入構造が発達している。
- ⑤ 固有のDNAをもつが、その複製や転写・翻訳は独立して行うことはできず、完全に核の機能に依存している。

Ⅲ-32 ホルモンに関する次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

- ① アドレナリン — 副腎髄質 — カテコールアミン
- ② プロスタグランジン — 視床下部 — ペプチド
- ③ インスリン — 膵臓 — ペプチド
- ④ エストラジオール — 卵巣 — ステロイド
- ⑤ テストステロン — 精巣 — ステロイド

Ⅲ-33 次のうち、試験法とその用途の組合せとして最も不適切なものはどれか。

- ① エドマン法 — アミノ酸配列の決定
- ② フットプリント法 — 変異原性の評価
- ③ マクサム・ギルバート法 — DNAの塩基配列決定
- ④ 酵母ツー・ハイブリッド法 — タンパク質間相互作用の同定
- ⑤ ELISA法 — 抗原抗体反応の試験

Ⅲ-34 Gタンパク質及びGタンパク質結合型受容体（GPCR）に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① GPCRは真核細胞のすべてに存在し、細胞表面受容体の最大ファミリーである。
- ② GPCRは脂質二重層を7回貫通する構造を有している。
- ③ GPCRに細胞外シグナル分子が結合すると構造的変化がおこり、3量体GTP結合タンパク質（Gタンパク質）が活性化する。
- ④ Gタンパク質は $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ の3種類のタンパク質サブユニットからできており、刺激を受けていない状態では、 $\alpha$ サブユニットにGTPが結合し、不活性状態にある。
- ⑤ GPCRの多くは、細胞膜に結合しているホスホリパーゼC- $\beta$ の活性化に働くGタンパク質を介して作用する。

Ⅲ-35 次の物質のうち、通常、動物細胞では産生されていないものはどれか。

- ① エリスロポエチン      ② ペニシリン      ③ インスリン
- ④ モノクローナル抗体      ⑤ インターロイキン6