

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 DNA複製において働く酵素とその作用の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

<u>酵素</u>	<u>作用</u>
① プライマーゼ	プライマーDNAの合成
② DNAポリメラーゼ	DNA鎖の伸長
③ DNAヘリカーゼ	二本鎖DNAの巻き戻し
④ DNAトポイソメラーゼ	超らせん構造のねじれ解消
⑤ DNAリガーゼ	岡崎フラグメントの連結

Ⅲ－2 真核生物の転写に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 真核生物では、3種類のRNAポリメラーゼ (RNAポリメラーゼ I, II, III) が見つかっている。
- ② RNAポリメラーゼ I は、核小体に存在し、mRNAの前駆体となるヘテロ核RNA (hnRNA) の合成を担う。
- ③ プロモーターの共通配列の1つにTATAボックスがある。
- ④ エンハンサーは、プロモーターを活性化し転写を促進する。
- ⑤ 転写因子のDNA結合ドメインとして、ジンクフィンガーモチーフが知られている。

Ⅲ－3 翻訳と遺伝暗号に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① リボソームはRNAとタンパク質から構成されている。
- ② 1種類のtRNAが複数種のコドンを認識できる場合がある。
- ③ tRNAのコドン認識部分はアンチコドンと呼ばれる。
- ④ 翻訳は終止コドンに対応するtRNAが結合して終結する。
- ⑤ 1塩基の挿入変異では、フレームシフト変異を起こして、変異部位より下流のアミノ酸配列は大きく変化する。

Ⅲ－４ 三胚葉とそこから分化する器官の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

胚葉	器官
① 内胚葉	消化管
② 中胚葉	心臓
③ 中胚葉	筋肉
④ 外胚葉	脊索
⑤ 外胚葉	神経

Ⅲ－５ DNAの修復に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ヒトを含む有胎盤類では、DNAフォトリナーゼによるDNA修復機構は見つかっていない。
- ② 塩基除去修復では、塩基損傷の種類に応じたDNAグリコシラーゼが作用する。
- ③ DNA二重らせん構造に大きな歪みをもたらすようなDNA損傷は、ヌクレオチド除去修復系により修復される。
- ④ ミスマッチ修復では、DNA複製の誤りによって生じたミスマッチ塩基対が修正される。
- ⑤ 相同組換え修復では、DNA二本鎖切断によって生じた2つの二本鎖DNA末端をそのまま連結する。

Ⅲ－６ 多能性幹細胞に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① ES細胞やiPS細胞などがある。
- ② 全身の臓器を構成する三胚葉由来の細胞種に分化できる。
- ③ 一般に、胎盤などの胚体外組織には分化できない。
- ④ 疾患特異的iPS細胞は、疾患の病態解析や創薬への応用が期待されている。
- ⑤ 神経・心筋・肝細胞などの分化した細胞から多能性幹細胞を誘導する手法を、ダイレクトリプログラミングという。

Ⅲ－７ 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（略称「カルタヘナ法」）及び関連する法令に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① カルタヘナ法では、ウイルスは「生物」と定義されている。
- ② ウイルスベクターは、「遺伝子組換え生物等」に該当しない。
- ③ ウイルスベクターを野生型のマウスに接種する実験は、「動物使用実験」に区分される。
- ④ バキュロウイルスを用いる実験は、実験分類ではクラス1に分類される。
- ⑤ ウイルスベクターの投与によるヒトの遺伝子治療は、カルタヘナ法の規制対象となる。

Ⅲ－８ ユビキチンに関する次の（ア）～（オ）の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- （ア）真核生物に普遍的に存在する低分子量タンパク質である。
- （イ）分解される標的タンパク質のリシン（lysine）残基に結合する。
- （ウ）オートファジー系よりも選択性が高い分解を行う。
- （エ）ユビキチンが結合したタンパク質は、リソソームにおいて分解される。
- （オ）標的タンパク質の分解時にユビキチン（モノユビキチン）も分解される。

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

Ⅲ－9 遺伝子発現の解析に用いられるレポーター遺伝子に関する次の（ア）～（オ）の記述のうち、適切なものの組合せはどれか。

（ア） β －ガラクトシダーゼ（ラクターゼ）はX-galを基質として、Blue-white Selectionへ応用できる。

（イ）ホタルルシフェラーゼはATP非依存的にルシフェリンを基質とし、発光による検出へ応用できる。

（ウ） β －グルクロニダーゼ（GUS）はクロラムフェニコールを基質として、蛍光による検出へ応用できる。

（エ）分泌型アルカリホスファターゼは、ホスファチジルコリンを基質として、蛍光による検出へ応用できる。

（オ）緑色蛍光タンパク質（GFP）は基質を必要とせずに、蛍光による検出へ応用できる。

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

Ⅲ－10 遺伝子工学で用いられる酵素に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

① アルカリホスファターゼは、ポリヌクレオチドの5'末端のリン酸を除去することにより、セルフライゲーションを防止する。

② S1ヌクレアーゼは、cDNAを合成するときに鋳型となったRNA鎖と逆転写酵素で合成されたDNA鎖のハイブリッドからRNAを除去するのに用いられる。

③ RNaseHは、一本鎖のRNAを特異的に分解するため、二本鎖末端の突出した一本鎖部分の除去に用いられる。

④ Taqポリメラーゼは、DNAを3'末端から5'末端へ向けて切除する機能を持つため、制限酵素処理で露出した一本鎖DNAを切除するために用いられる。

⑤ T4DNAポリメラーゼは、高温で活性を失わないため、主にPCR法で用いられる。

Ⅲ－11 次世代シーケンサー (Next-Generation Sequencer:NGS) を用いた解析に関する次の記述のうち、最も適切なものはどれか。

- ① 解析する断片配列の長さは、インサートサイズ (又はフラグメントサイズ) と呼ばれ、NGSに読み取られた配列はリードと呼ばれる。
- ② 読み取られた配列データのみを用いて元の配列を組み立てる作業をリシーケンスと呼び、その結果として得られる連続配列をコンティグと呼ぶ。
- ③ 生物種内での塩基配列の違いを調べる目的で実施される配列決定をデノボアセンブルと呼び、比較対象とするリファレンス配列と異なる箇所を変異として同定する。
- ④ 解析に必要なデータ量は、ゲノムサイズの何倍分かで表現する場合があります、これをクオリティスコアと呼ぶ。
- ⑤ 塩基配列を決定する作業のことをペアエンドシーケンスと呼び、その精度はスキヤフォールドの値に基づいて精査される。

Ⅲ－12 FRET (蛍光共鳴エネルギー移動 (fluorescence resonance energy transfer)

又はフェルスター共鳴エネルギー移動 (förster resonance energy transfer) と呼ばれる) に関する次の (ア) ～ (オ) の記述のうち、不適切なものの組合せはどれか。

- (ア) 励起状態のドナー分子から近接したアクセプター分子にエネルギーが移動する。
- (イ) ドナー分子とアクセプター分子が近接すると、ドナー分子のみが発光する。
- (ウ) FRETバイオセンサーには分子内型と分子間型があり、分子内型は主に細胞内のタンパク質の相互作用の可視化に用いられ、分子間型は主に分子活性のモニターに用いられる。
- (エ) 用いられる蛍光分子の組合せとして、CFPとYFPがある。
- (オ) 蛍光顕微鏡や蛍光分光光度計が用いられる。

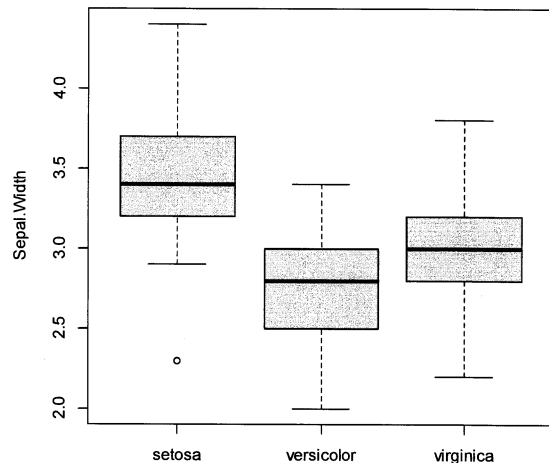
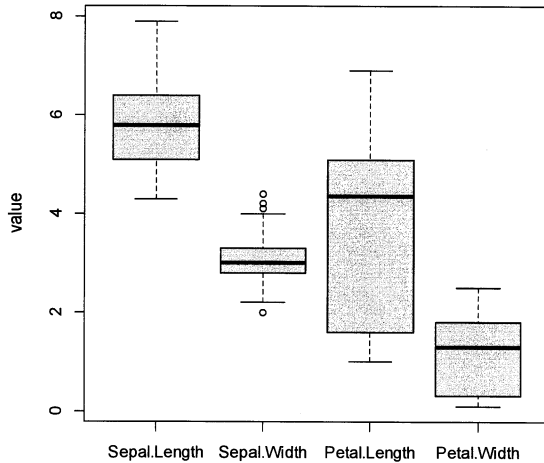
- ① (ア), (イ)
- ② (イ), (ウ)
- ③ (ウ), (エ)
- ④ (エ), (オ)
- ⑤ (ア), (オ)

Ⅲ－13 次世代シーケンサー (Next-Generation Sequencer:NGS) などを用いた網羅的解析に関する次の (ア) ～ (オ) の記述のうち, 次元の縮約や削減によって, 高次元のデータをより低次元のデータで説明できるようにする手法として, 不適切なものの組合せはどれか。

- (ア) PCA (principal component analysis:主成分分析)
- (イ) t-SNE (t-distributed stochastic neighbor embedding)
- (ウ) UMAP (uniform manifold approximation and projection)
- (エ) Volcano plot
- (オ) GO (gene ontology) 解析

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

Ⅲ-14 アヤメ (*Iris*) の3種類 (*setosa*, *versicolor*, *virginica*) の花について、それぞれ50標本のがく片の長さ (Sepal. Length), がく片の幅 (Sepal. Width), 花弁の長さ (Petal. Length), 花弁の幅 (Petal. Width) を計測したデータを用いて、図A及び図Bを描画した。これらの図に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。



図A 3種類を統合した各計測項目の値の箱ひげ図

図B 種類ごとのがく片の幅の値の箱ひげ図

- ① 図Aでは、Petal. Lengthの最大値は、Sepal. Lengthの第3四分位数より大きい。
- ② 図Aでは、Petal. Lengthの平均値は、Sepal. Widthの平均値より、約1.3大きい。
- ③ 図Aでは、Sepal. Lengthの最小値は、Petal. Widthの最大値よりも大きい。
- ④ 図Bでは、*setosa*の第1四分位数と*virginica*の第3四分位数は、ほぼ同値である。
- ⑤ 図Bでは、示された外れ値を除外したとき、*setosa*の最小値は、*versicolor*の中央値より大きい。

Ⅲ-15 次の(ア)～(オ)に示すビタミンの主な生理活性, ヒトでの欠乏症の組合せとして, 正しいものはどれか。

<u>ビタミン名</u>	<u>主な生理活性</u>	<u>欠乏症</u>
(ア) ビタミンB ₁	脂質の酸化防止	夜盲症
(イ) ビタミンB ₆	糖代謝	脚気
(ウ) ビタミンC	活性酸素の処理	壊血病
(エ) ビタミンD	カルシウム吸収	くる病
(オ) ビタミンK	血液凝固	神経障害

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

Ⅲ－16 植物ホルモンに関する次の記述の、に入る語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。

植物の発生、生理作用は植物ホルモンにより調節されている。幼葉鞘の屈曲の研究により発見された a は化学的にはインドール酢酸として同定され、細胞成長を促進する。また、 b はイネの馬鹿苗病の原因物質として分離同定され、茎の伸長や発芽を促進する。 c は種子の成熟や休眠、水ストレスに反応した気孔の開鎖を制御する。 d はエンドウの黄化芽生えの成長を変化させる能力があることで、成長調整物質として最初に同定され、果実の成熟作用も有する。

	<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>	<u>d</u>
①	オーキシシン	サイトカイニン	エチレン	アブシジン酸
②	オーキシシン	ジベレリン	アブシジン酸	エチレン
③	オーキシシン	ジベレリン	エチレン	アブシジン酸
④	サイトカイニン	オーキシシン	アブシジン酸	エチレン
⑤	サイトカイニン	ジベレリン	アブシジン酸	エチレン

Ⅲ－17 エピジェネティクスに関連する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① マウスの発生過程において、体細胞系列でも生殖細胞系列でも、ともにDNAのメチル化のインプリント・パターンは消されずに維持される。
- ② 三毛猫のほとんどがメスであるのは、毛色を決める遺伝子の1つがX染色体上にあり、X染色体の不活化が起こるためである。
- ③ ショウジョウバエの複眼において赤眼と白眼が斑入り状になるのは、染色体領域の凝縮による、赤色色素合成遺伝子の発現抑制が関与する。
- ④ アサガオにおいて、青色色素合成遺伝子上流に挿入されたトランスポゾンのメチル化の有無により青と白の絞り模様が形成される。
- ⑤ ミツバチの幼虫にローヤルゼリーを長期間与えると女王蜂になるが、普通食（花粉、蜜）を与えるとハタラキ蜂になるのは、エピジェネティクスによる制御が関与する。

Ⅲ-18 コウジカビであるアスペルギルス (*Aspergillus*) に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 高峰譲吉は、*A. oryzae*の培養抽出物を消化剤タカジアスターゼとして商品化した。
- ② *A. niger*は、グルコン酸の工業的な発酵生産に広く用いられている。
- ③ 醤油の製造に用いられるのは、*A. oryzae*と*A. sojae*であり、*A. sojae*は*A. oryzae*に比べて概して α -アミラーゼ活性が低く、製麹過程で多量の糖分を残すことができる。
- ④ 清酒の製造に主に用いられるのは黄麹菌*A. oryzae*であり、発がん性のカビ毒であるアフラトキシンを生産しないことが示されている。
- ⑤ 主に焼酎の製造に用いられる黒麹菌、白麹菌の*A. luchuensis*は、黄麹菌*A. oryzae*に比べてともに多量のコハク酸を生成するため、腐造を防ぐことができる。

Ⅲ-19 ヒトにおける長鎖脂肪酸の合成、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 脂肪酸は、細胞質でCoAと反応してアシル-CoAに変換された後、ミトコンドリアのマトリックス内で β 位が段階的に酸化される。
- ② ミトコンドリア内へのアシル-CoAの輸送にはカルニチンが必要であり、脂肪酸とカルニチンが結合したアシルカルニチンとしてミトコンドリアのマトリックス内に運ばれる。
- ③ 脂肪酸の合成は、細胞質内においてATPを使ったアセチルCoAのカルボキシル化反応から始まる。
- ④ 脂肪酸の不飽和化において、ステアリン酸を不飽和化してオレイン酸を合成することができるが、さらに不飽和化してリノール酸や α -リノレン酸を合成することはできない。
- ⑤ DHA (ドコサヘキサエン酸) から、鎖長延長と不飽和化によりアラキドン酸を合成することができる。

Ⅲ-20 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。 V_{\max} は6.0 nM/sec, K_m 値は1.0 mMである。基質濃度が5.0 mMのときの反応速度 [nM/sec] は次のうちどれか。 V_{\max} は最大反応速度, K_m 値は反応速度が $V_{\max}/2$ (最大反応速度の半分の速度) のときの基質濃度とする。

- ① 0.2 ② 1.0 ③ 2.5 ④ 5.0 ⑤ 10.0

Ⅲ-21 細胞内シグナル伝達に関するリガンド，その受容体，主な生理活性の組合せとして，正しいものはどれか。

<u>リガンド</u>	<u>受容体</u>	<u>主な生理活性</u>
① アセチルコリン	Gタンパク質共役受容体	肝臓での糖の取込み促進
② アドレナリン	酵素共役型受容体	赤血球増加
③ エリスロポエチン	受容体型チロシンキナーゼ	神経伝達
④ インスリン	リガンド依存性イオンチャネル型受容体	血圧上昇
⑤ コルチゾール	核内受容体	肝臓での糖新生の促進

Ⅲ-22 多糖とその構成糖に関する次の組合せのうち，最も不適切なものはどれか。

<u>多糖</u>	<u>構成糖</u>
① セルロース	グルコース
② キチン	N-アセチルグルコサミン
③ キシラン	キシロース
④ ペクチン	ブシコース
⑤ デンプン	グルコース

Ⅲ-23 光合成に関連する次の(ア)～(オ)の記述について、正しいものは○、誤っているものは×として、最も適切な組合せはどれか。

(ア) 光合成は明反応とカルビン回路からなり、明反応は葉緑体のストロマ、カルビン回路はチラコイド膜で起こる。

(イ) シトクロム複合体は、2つの光化学系(光化学系Ⅱと光化学系Ⅰ)間における電子伝達鎖として機能する。

(ウ) 明反応では光のエネルギーを利用してATPとNADHが作られる。

(エ) カルビン回路ではリブローズ1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼにより炭素固定が起こる。

(オ) 明反応では、 H_2O が分解され O_2 が放出される。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	×	○	×	○	○
②	○	×	○	×	○
③	×	○	×	×	×
④	×	○	×	○	×
⑤	○	×	○	○	○

Ⅲ-24 微生物の分類と同定に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

① 16S rRNA塩基配列による系統解析は、バクテリアの分類に用いられる。

② Multilocus Sequence Analysis (MLSA) は、複数のハウスキーピング遺伝子の塩基配列又はアミノ酸配列を連結して系統解析する方法である。

③ 細菌は、細胞壁の構造が異なることによって、グラム染色により陽性菌と陰性菌に大別される。

④ MALDI-TOF MSを用いた同定法は、rRNA遺伝子配列の長さの違いで判別する方法である。

⑤ Average Nucleotide Identity (ANI) 法は、ゲノム配列の類似度から同定を行う方法である。

Ⅲ-25 アフィニティークロマトグラフィーに関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① リガンドと目的物質の親和性を利用して分離する。
- ② プロテインAカラムは、主に抗体の精製に用いられる。
- ③ 目的物質のリガンドへの吸着に影響する要因には、イオン強度、pH、温度などがある。
- ④ 酵素の精製には、基質や生成物、阻害物質がリガンドとして用いられる。
- ⑤ ニッケルイオン錯体の支持体は、主にグルタチオンS-トランスフェラーゼ (GST) タグを付加した組換えタンパク質の精製に用いられる。

Ⅲ-26 次の医薬品成分のうち、通常、動物細胞を宿主とした遺伝子組換え技術を用いて生産されているものとして、最も不適切なものはどれか。

- ① アンチトロンビン
- ② エリスロポエチン
- ③ ヒト化抗HER2抗体 (トラスツズマブ)
- ④ ペニシリン
- ⑤ t-PA (組織プラスミノゲンアクチベーター)

Ⅲ-27 次のアミノ酸とその分類に関する (ア) ~ (オ) の組合せのうち、不適切なものの数はどれか。

<u>アミノ酸</u>	<u>分類</u>
(ア) アスパラギン酸	酸性アミノ酸
(イ) セリン	塩基性アミノ酸
(ウ) システイン	含硫アミノ酸
(エ) フェニルアラニン	芳香族アミノ酸
(オ) リシン	中性アミノ酸

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5

Ⅲ-28 生体物質と含まれるミネラルについて、次の組合せのうち、最も不適切なものはどれか。

<u>生体物質</u>	<u>ミネラル</u>
① 甲状腺ホルモン	ヨウ素
② グルタチオンペルオキシダーゼ	セレン
③ ビタミンB ₁₂	コバルト
④ アルコール脱水素酵素	亜鉛
⑤ ヘモグロビン	モリブデン

Ⅲ-29 器具・試薬等の滅菌等の操作に関する次の記述のうち、その使用目的に対して最も不適切なものはどれか。

- ① 器具に付着したエンドトキシンを不活化するため、乾熱滅菌器を用いて250℃以上に加熱した。
- ② RNAの取扱いに用いる器具を滅菌するため、オートクレーブで121℃に加熱した。
- ③ 抗生物質を含む溶液を滅菌するため、孔径0.22 μmのフィルターでろ過した。
- ④ 大腸菌を培養する実験の際、着用したゴム手袋の消毒のため、70%エタノール溶液を噴霧した。
- ⑤ 寒天培地上の微生物のコロニーを採取する際に、使用する白金耳を火炎で赤熱させた。

Ⅲ-30 材料や物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 アガロースは、寒天の主成分であり、核酸を吸着しやすい性質を利用して電気泳動の支持体として利用されている。
- ② アテロコラーゲンとは、抗原性のあるテロペプチドを除去したコラーゲン分子であり、医療用素材として利用されている。
- ③ ポリ-L-リジンとは、カチオン性ポリマーであり、シャーレ等の細胞接着性向上を目的としたコーティング剤として利用されている。
- ④ ポリスチレンとは、透明性に優れるプラスチックであり、シャーレやフラスコの材質として利用されている。
- ⑤ ポリ-N-イソプロピルアクリルアミドとは、温度応答性ポリマーであり、再生医療に用いる細胞シートの調製に利用されている。

Ⅲ－31 細胞培養で使用する機器に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 位相差顕微鏡は、明視野観察では見えづらい細胞等を、光の回折と干渉を利用して、明暗のコントラストを付けて観察する顕微鏡である。
- ② ドライシッパーは、細胞を超低温で輸送するために、特殊な吸着剤に液体窒素を吸収させて超低温の気相を作り出している容器である。
- ③ フローサイトメーターは、蛍光標識抗体で細胞表面抗原を標識した細胞を1個ずつ検出して、細胞の特性を測定又は分取することに用いられる装置である。
- ④ CO₂インキュベーターは、温度とCO₂濃度を調節する機能を有する。
- ⑤ クラスⅡの安全キャビネット（バイオハザード対策用キャビネット）は、HEPAフィルターを通した無菌の空気を装置内に給気し、装置外より陽圧にすることで、装置外から微生物が混入することを防ぐ装置である。

Ⅲ－32 ヒト細胞及びその培養に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 初代培養細胞とは、生体組織から分離して培養した細胞に1回のみ継代操作を行い、単一の種類とした培養細胞である。
- ② 接着細胞は、生体内で足場となる周辺の細胞及び細胞外マトリックスと接着して生存・増殖している。
- ③ 自家細胞とは、ドナーが患者本人である移植に用いる細胞であり、免疫拒絶がない。
- ④ 不死化細胞とは、無限増殖能を獲得した細胞であり、がん組織由来の不死化細胞が研究に使用されている。
- ⑤ フィーダー細胞は、目的とする細胞の増殖に必要な環境を整えるために補助的に用いられる。一般的には、フィーダー細胞自身が増殖しないようにγ線照射や抗生物質によって処理されて使用される。

Ⅲ－33 排水の生物処理法に関する次の記述のうち、最も不適切なものはどれか。

- ① 標準活性汚泥法は、曝気槽と沈殿槽から構成されている。
- ② 嫌気－好気活性汚泥法は、無機塩の結晶としてリンを除去する。
- ③ 膜分離活性汚泥法は、槽内設置型と槽外設置型がある。
- ④ UASB（上向流式嫌気性汚泥床）法は、グラニュール状の汚泥を利用する。
- ⑤ オキシデーションディッチ法は、機械式エアレーション装置を用いて曝気する。

Ⅲ－34 ある標準活性汚泥法による排水処理施設の反応タンクに流入する汚水の流量は60 m³/日，BODは500mg/Lである。反応タンクの容積が100m³であるとき，BOD容積負荷 [kgBOD/(m³・日)] の値として，最も近い値はどれか。

- ① 0.01 ② 0.03 ③ 0.1 ④ 0.3 ⑤ 1.0

Ⅲ－35 汚染環境修復技術に関する次の記述のうち，最も適切なものはどれか。

- ① バイオオーグメンテーションとは，不活性ガスを注入する浄化法である。
② バイオスティミュレーションとは，微生物の生育基質や栄養塩を添加する浄化法である。
③ バイオリファイナリーとは，植物の機能を利用する浄化法である。
④ ファイトレメディエーションとは，汚染土壌を高温に加熱する浄化法である。
⑤ バイオミネラリゼーションとは，微生物を注入する浄化法である。