

以下の問い[1]～[90]に対する解答を、それぞれの問いの選択肢の中から1つ選び、その番号を解答用紙の所定の欄にマークせよ。

[1] 放射性炭素年代測定に使われる炭素 14 (^{14}C) と、地球上の炭素の大部分を占める炭素 12 (^{12}C) とで異なるものとして、最も適当なものを選べ。

- 1) 陽子の数
- 2) 中性子の数
- 3) 電子の数
- 4) 陽子と中性子の数
- 5) 陽子と中性子と電子の数

[2] 水分子間の結合として、最も適当なものを選べ。

- 1) イオン結合
- 2) 水素結合
- 3) 二重結合
- 4) 極性共有結合
- 5) 非極性共有結合

[3] 被子植物細胞に見られない構造として、最も適当なものを選べ。

- 1) ミトコンドリア
- 2) 中心小体
- 3) 小胞体
- 4) ゴルジ体
- 5) 液胞

[4] 光合成における電子の流れとして、最も適当なものを選べ。

- 1) 光化学系 I → NADPH → 光化学系 II
- 2) 光化学系 II → NADPH → 光化学系 I
- 3) 光化学系 I → 光化学系 II → NADPH
- 4) 光化学系 II → 光化学系 I → NADPH

[5] CAM 植物に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) CO_2 は炭素 4 個の有機酸に取り込まれる。
- 2) CO_2 の濃縮と還元が同じ細胞で行われる。
- 3) CO_2 は主として日中に細胞に取り込まれる。
- 4) カルビン回路で糖が合成される。

[6] 細胞内シグナル伝達において、タンパク質キナーゼが関わるリン酸化カスケードの特徴として、最も適当なものを選べ。

- 1) 異なる種類の細胞においても同じ細胞応答を導く。
- 2) 別のタンパク質キナーゼが関わるリン酸化カスケードとクロストークしない。
- 3) シグナルを何倍にも大きく増幅できる。
- 4) 不活性化されない。

[7] 細胞周期に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) DNA 複製が間期に起こる。
- 2) 細胞質分裂が分裂期に起こる。
- 3) 分裂期前期にクロマチンの凝縮が始まる。
- 4) 分裂期中期に紡錘体の形成が始まる。
- 5) 分裂期後期に姉妹染色分体が分離して両極へ移動する。

[8] 制限酵素は DNA 分子の特定の配列を認識し切断するエンドヌクレアーゼの一種であり、分子生物学の研究ツールとしてもよく用いられる。1972 年に制限酵素 *EcoRI* が単離された生物として、最も適当なものを選べ。

- 1) 黄色ブドウ球菌
- 2) 肺炎桿菌
- 3) インフルエンザ菌
- 4) 枯草菌
- 5) 大腸菌

[9] 核酸プローブを用いて特定の配列を持つ核酸分子を検出する手法として、適当でないものを選べ。

- 1) ウェスタンブロット
- 2) ノーザンブロット
- 3) サザンブロット
- 4) DNA マイクロアレイ
- 5) コロニーハイブリダイゼーション

[10] ある細胞内で発現する遺伝子を解析するため、RT-PCR を行うこととした。RT-PCR 反応に必要な成分として、適当でないものを選べ。

- 1) 逆転写酵素
- 2) 耐熱性 DNA ポリメラーゼ
- 3) プライマー
- 4) ヌクレオシド三リン酸
- 5) Mg^{2+}

[11] データベースを利用した遺伝子やタンパク質などの解析方法として、適当でないものを選べ。

- 1) BLAST サーチにより組織間の遺伝子発現レベルを比較した。
- 2) タンパク質の機能を推定するため遺伝子のアノテーションを検索した。
- 3) メタボロミクスデータベースを利用して、代謝物の役割を調べた。
- 4) アミノ酸配列のアライメントに基づいて系統樹を作成した。
- 5) タンパク質の立体構造データベースを利用して、タンパク質へのリガンドの結合様式を調べた。

[12] 収斂進化の例として、適切でないものを選べ。

- 1) 日本のカラスと北米のコウモリの翼
- 2) ガラパゴス諸島と南米大陸に生息するフィンチのくちばし
- 3) セブラフィッシュとシロナガスクジラのヒレ
- 4) カイコとクモの糸の生産能力
- 5) ハチドリのクチバシとチョウの口吻

[13] 放射性同位元素である炭素 14 (^{14}C) は半減期が約 5,730 年と比較的長いため、有機物中に含まれる炭素 14 は放射性年代決定に用いられる。発掘された動物の骨の炭素 14 と炭素 12 の比 ($[^{14}\text{C}] / [^{12}\text{C}]$) が、現在生息する動物の骨の約 8 分の 1 である時、発掘された動物のおおよその生息年代として、最も適当なものを選べ。

- 1) 約 700 年前
- 2) 約 2,000 年前
- 3) 約 6,000 年前
- 4) 約 17,000 年前
- 5) 約 46,000 年前

[14] 植物ホルモンであるオーキシンに関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 除草剤として用いることができる。
- 2) 葉で合成され、師管（篩管）を通過して移動する。
- 3) インドール酢酸は天然オーキシンである。
- 4) 高濃度のオーキシンは根の伸長を阻害する。
- 5) 植物の重力屈性や光屈性に関与する。

[15] 次の文章の空欄に当てはまる語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

受容体とリガンドの結合の平衡状態における反応物質と生成物質の濃度比のことを（ア）定数といい、 K_d で表す。リガンド濃度を[L]、受容体濃度を[R]、リガンド-受容体複合体濃度を[LR]と表した場合、 K_d は次の式で表される。

$$K_d = \frac{[L][R]}{[LR]}$$

K_d の値が（イ）ほど、受容体に結合しているリガンドの量が少なくなり、リガンドと受容体のアフィニティーが（ウ）なる。

- | | ア | イ | ウ |
|-------|---|-----|----|
| 1) 解離 | | 小さい | 低く |
| 2) 解離 | | 小さい | 高く |
| 3) 解離 | | 大きい | 低く |
| 4) 平衡 | | 小さい | 低く |
| 5) 平衡 | | 大きい | 高く |

[16] 主に本州に生息するエナガ *Aegithalos caudatus* と、主に北海道に生息する亜種シマエナガ *A. caudatus japonicus* は、頭部の色彩のみがわずかに異なる同種として分類される鳥である。エナガとシマエナガが同種に分類される理由として、最も適当なものを選べ。

- 1) エナガとシマエナガは自然条件下でしばしば交雑し、交雑によって生まれた子孫は高い生存力と繁殖力を持つ。
- 2) エナガとシマエナガは同じ生息地に生息する。
- 3) エナガとシマエナガはたくさんの遺伝子を共通に持つ。
- 4) エナガとシマエナガは同様の食物要求性を持つ。
- 5) エナガとシマエナガはよく似た色彩をもつ。

[17] 後生動物に固有の特徴として、最も適当なものを選べ。

- 1) 原腸形成
- 2) 鞭毛をもつ精子
- 3) 多細胞性
- 4) 従属栄養
- 5) 有性生殖

[18] 動物の概日時計機構の特徴として、適当でないものを選べ。

- 1) 温度による影響を受にくい。
- 2) 明暗周期を変えると、リズムの位相をシフトさせることができる。
- 3) 暗闇ではリズムが観察されない。
- 4) 時計遺伝子の突然変異体では、リズムの周期の変化、リズムの消失といった表現型がみられる。

[19] 自然免疫の例として、適当でないものを選べ。

- 1) 抗菌ペプチドを産生し、細菌を排除する。
- 2) 体内に入り込んだ細菌を貪食細胞が貪食して排除する。
- 3) 感染経験のあるウイルスを認識する抗体が速やかに産生される。
- 4) 細菌の細胞壁に特徴的な分子構造を認識して防御反応を誘導する。
- 5) 物理的に細菌が体内に侵入しにくいような構造を持つ。

[20] 次の文章の空欄に当てはまる語、用語の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

電気シナプスでは（ア）結合によって、電流が次のニューロンに直接流れる。化学シナプスではシナプス前ニューロンから（イ）が放出され、シナプス間隙を拡散し、シナプス後膜上の（ウ）開閉型イオンチャンネルに結合し、チャンネルが開くことにより電位変化が起こる。

- | ア | イ | ウ |
|---------|--------|-------|
| 1) ギャップ | 神経伝達物質 | リガンド |
| 2) ギャップ | 神経伝達物質 | レセプター |
| 3) ギャップ | ホルモン | リガンド |
| 4) 密着 | 神経伝達物質 | リガンド |
| 5) 密着 | ホルモン | レセプター |

[21] 細胞内で弱い結合の自由エネルギーは $1 - 7 \text{ kcal/mol}$ である。弱い結合の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) ファン・デル・ワールス結合
イ) 共有結合
ウ) 疎水結合

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ア、ウ
- 4) ア、イ、ウ
- 5) すべて弱い結合ではない。

[22] 高エネルギー結合を持つ分子の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) アセチル-CoA
- イ) ホスホエノールピルビン酸
- ウ) ピロリン酸

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ア、ウ
- 4) ア、イ、ウ
- 5) すべて高エネルギー結合を持たない。

[23] 遺伝子に生じる変異に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) あるアミノ酸に対応するコドンが、ほかのアミノ酸に対応するコドンに変化することをフレームシフト変異という。
- 2) あるアミノ酸に対応するコドンが、同じアミノ酸に対応する別のコドンに変化することをナンセンス変異という。
- 3) 有害な変異の影響を元に戻すような、別の遺伝子におきる第 2 の変異を復帰変異 (reverse mutation) という。
- 4) 1 個あるいは数個の塩基対の挿入によって読み枠が変わる変異をミスセンス変異という。
- 5) プリン塩基から別のプリン塩基への置換をトランジションという。

[24] 次の文章の空欄に当てはまる用語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

出芽酵母の Rap1 タンパク質は、テロメアの長さを調節する。Rap1 タンパク質はテロメアの二本鎖領域に結合し、テロメラーゼ活性の弱い (ア) として働く。テロメアの反復配列が比較的少ないときには、タンパク質がごく少数しか結合していないため、テロメラーゼがテロメアの (イ) を伸長できる。テロメアが長くなるにつれ、タンパク質がたまっていき、テロメラーゼがテロメアの (イ) を伸ばすのを (ウ) 。この単純なフィードバック機構は、全染色体末端のテロメアの長さを同程度に保つ方法である。

- | ア | イ | ウ |
|---------|----------|------|
| 1) 促進因子 | 3'-OH 末端 | 阻害する |
| 2) 阻害因子 | 3'-OH 末端 | 阻害する |
| 3) 促進因子 | 3'-OH 末端 | 促進する |
| 4) 阻害因子 | 5'-OH 末端 | 阻害する |
| 5) 促進因子 | 5'-OH 末端 | 促進する |

[25] 転写は DNA シス配列とそれらに結合するトランス因子の両者の働きで進行する。対応する両者の組み合わせとして、適当でないものを選び。

- 1) UP element と RNA polymerase α サブユニットのカルボキシ末端ペプチド
- 2) -10、-35 配列と RNA polymerase σ サブユニット
- 3) エンハンサーと転写制御因子
- 4) TATA box と TFIID
- 5) シャイン・ダルガーノ (Shine-Dalgarno) 配列と RNA polymerase

[26] 次の文章の空欄に当てはまる用語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

DNA 複製の際に誤った塩基が取り込まれると誤対合が生じる。大腸菌では、誤って取り込まれた塩基を識別する方法として Dam メチル基転移酵素が働く。この酵素は、5'-GATC-3' という配列の (ア) の A をメチル化する。複製フォークが GATC 配列をもつ領域を通ると、その結果生じた娘 DNA 二重らせんは (イ) になる。したがって、新しく合成された鎖には (ウ) という目印があり、修復が必要な鎖が識別できる。

	ア	イ	ウ
1)	両鎖	半メチル化状態	メチル基がない
2)	片鎖	半メチル化状態	メチル基がない
3)	両鎖	半メチル化状態	メチル基がある
4)	片鎖	完全メチル化状態	メチル基がある
5)	両鎖	完全メチル化状態	メチル基がある

[27] 相同組換えが関与しない現象の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) トランスポゾンのゲノムへの挿入
- イ) 免疫グロブリン遺伝子の再編成
- ウ) 減数分裂時における交差 (交叉)
- エ) 大腸菌 RecBCD 経路による二本鎖切断の修復

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ウ、エ
- 4) ア、ウ
- 5) イ、エ

[28] スプライシングに関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 選択的スプライシングによって生じる生成物はときに数万種類に及ぶ。
- 2) 異なる由来のエキソンが組み合わせられて新たな遺伝子が生じることがある。
- 3) 高等真核生物において、スプライソソームは一種類しか知られていない。
- 4) イントロン内のスプライソソーム結合部位が非常に近接していることが、相互排他的な選択的スプライシングの原因となることがある。
- 5) スプライシング反応には、イントロンとエキソン両方の配列が必要である。

[29] 翻訳を行う装置の 4 つの主要な構成要素の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- 1) mRNA、gRNA、アミノアシル tRNA 合成酵素、リボソーム
- 2) mRNA、tRNA、アミノアシル tRNA 合成酵素、リボソーム
- 3) mRNA、tRNA、RN アーゼ、リボソーム
- 4) mRNA、gRNA、スプライソソーム、リボソーム
- 5) mRNA、tRNA、スプライソソーム、リボソーム

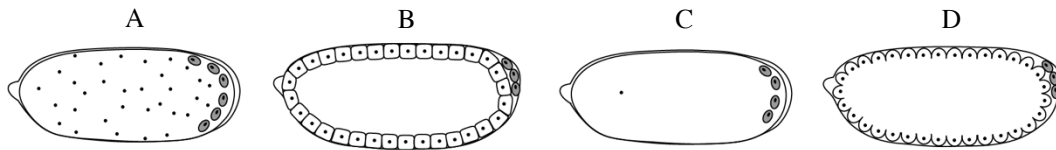
[30] 真核生物の mRNA において翻訳を促進する構造として、誤っているものを選び。

- 1) 5' キャップ構造
- 2) コザック配列
- 3) ポリ A 配列 (ポリ A 尾部)
- 4) インスレーター

[31] RNA ワールド仮説に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 初期の生命では RNA が情報の担い手であると同時に自己複製も行っていたとする仮説。
- 2) 初期の生命では RNA が遺伝情報を担い、タンパク質が RNA 複製を行っていたとする仮説。
- 3) 初期の生命では RNA とタンパク質の複合体が酵素活性を担っていたとする仮説。
- 4) 初期の生命ではリボザイムが DNA 複製を行っていたとする仮説。
- 5) 初期の生命ではリボソーム RNA がタンパク質合成を行っていたとする仮説。

[32] 下図はショウジョウバエの受精卵、および胚の模式図である。ショウジョウバエの胚発生を時系列に沿って並べた順番として、最も適当なものを選び。ただし、黒い点は核を表す。



- 1) B → D → A → C
- 2) C → D → A → B
- 3) C → D → A → B
- 4) A → C → B → D
- 5) C → A → D → B

[33] *Hox* 遺伝子に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) *Hox* 遺伝子は転写因子として体節のアイデンティティを決定する。
- 2) *Hox* 遺伝子の染色体上に並んでいる順序と、発生途上の胚における前後軸に沿った発現パターンには線形の対応関係がある。
- 3) *Hox* 遺伝子の数はほぼ全ての動物門で保存されている。
- 4) *Hox* 遺伝子の変異はしばしばホメオティック変異をもたらす。
- 5) *Hox* 遺伝子群がコードするタンパク質はホメオドメインと呼ばれる進化的に保存された構造を持つ。

[34] モデル生物に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 実験施設での飼育と繁殖がしやすい生物が適している。
- 2) 哺乳類は一般的に世代時間が長いので、モデル生物と呼べる哺乳類は存在しない。
- 3) 分子遺伝学的な実験手段が利用できる生物が適している。
- 4) 研究者が同じモデル生物を用いて研究することで、アイデア・手法・系統など知見を共有できるようになり、研究進展の効率を高めることができる。
- 5) ゲノムサイズが小さいものが多い。

[35] 出芽酵母に関する記述として、誤っているものを選び。

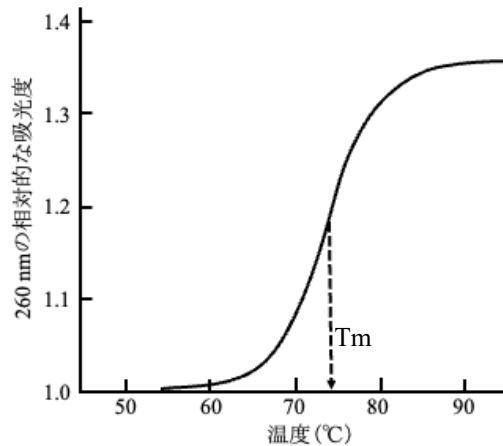
- 1) 染色体を含む核、ミトコンドリア、細胞骨格構造など、全ての真核細胞が持つ主要な特徴を備えている。
- 2) 一倍体細胞と二倍体細胞がある。
- 3) 相同組み換えが高確率で生じる。
- 4) ゲノムの全塩基配列が決定された最初の生物である。
- 5) 出芽していない細胞はゲノムの複製を開始していない。

[36] 転写因子が結合するゲノム上の DNA 配列を同定する手法に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) ChIP 法は、転写因子に対する抗体を用いて免疫沈降を行い、転写因子と結合した DNA を同定する手法である。
- 2) 酵母 One-hybrid 法は、転写活性化因子と結合する DNA 配列の同定に用いられる。
- 3) ChIP 法では、ホルムアルデヒドを用いてタンパク質と DNA を架橋する。
- 4) ChIP-on-Chip 法 (ChIP チップ法) は、複数の転写因子が同時に結合する DNA 配列を同定するための特殊な ChIP 法である。
- 5) ChIP-seq 法 (ChIP シーク法) では、ChIP 法により得られた DNA 断片を次世代シーケンサーによって解読し、転写因子が結合する DNA 配列を網羅的に同定する。

[37] 次の文章の空欄に当てはまる記述の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

DNA の塩基部分は約 260 nm の波長の光を最も良く吸収する。ある DNA 溶液を通過した 260 nm の波長の光の吸収度 (A_{260}) は、沸点近くの温度において (ア) ため、急激に大きくなる (下図)。この A_{260} の遷移過程の midpoint が融解温度 (T_m) である (下図)。 T_m は DNA 溶液の塩濃度を (イ)。



- a) 2 本鎖 DNA が 1 本鎖に変性する
- b) ホスホジエステル結合の切断がおこる
- c) 変えても変化しない
- d) 上げると高くなる
- e) 上げると低くなる

- | | | |
|----|---|---|
| | ア | イ |
| 1) | a | c |
| 2) | a | d |
| 3) | a | e |
| 4) | b | c |
| 5) | b | d |

[38] シロイヌナズナの根端分裂組織をチミジンアナログである EdU を含む溶液に浸し、根端分裂組織に EdU を取り込ませた。そして、一定時間後に EdU が取り込まれた核を検出した。EdU の取り込み開始後 3 時間では EdU が取り込まれた M 期細胞はなかったが、EdU の取り込み開始後 6 時間では EdU が取り込まれた M 期細胞が観察された。この結果の解釈として、最も適当なものを選べ。

- 1) G₂ 期の時間は 3-6 時間の間である。
- 2) G₁ 期の時間は 3-6 時間の間である。
- 3) M 期の時間は 3-6 時間の間である。
- 4) 細胞周期が同調している。
- 5) EdU 投与後 S 期の開始まで 3-6 時間かかる。

[39] 真核生物の mRNA にキャップ構造が形成されるタイミングとして、最も適当なものを選べ。

- 1) RNA ポリメラーゼ II は、転写に先立ってまずキャップ構造を形成し、そこにつながる形で RNA を合成する。
- 2) RNA ポリメラーゼ II が数十塩基の RNA を合成した頃にキャップ構造が付加される。
- 3) 核内で RNA ポリメラーゼ II による転写が完了した直後にキャップ構造が付加される。
- 4) 転写された RNA が核内から細胞質に向けて核膜を通過する過程でキャップ構造が付加される。
- 5) 転写された RNA が細胞質に到達後にキャップ構造が付加される。

[40] 真核生物の mRNA に見られるポリ A 尾部に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) ポリ A 尾部の鋳型となるポリ T 配列は遺伝子にコードされている。
- 2) RNA ポリメラーゼ II はポリ A 尾部を合成する酵素活性を持つ。
- 3) tRNA もポリ A 尾部を持つ。
- 4) 事前に合成されてあるポリ A を mRNA 前駆体の末端につなぐことでポリ A 尾部をもつ mRNA となる。
- 5) mRNA 前駆体の末端からポリ A 尾部を伸ばすためのポリメラーゼが存在する。

[41] タンパク質合成およびリボソームに関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 原核生物でも真核生物でも、リボソームはタンパク質と RNA から構成される。
- 2) 原核生物でも真核生物でも、リボソームは大サブユニットと小サブユニットから構成される。
- 3) 原核生物でも真核生物でも、AUG はメチオニンを指定するコドンである。
- 4) 原核生物でも真核生物でも、終止コドンの認識には特別な tRNA が用いられる。
- 5) 原核生物でも真核生物でも、1 本の mRNA に複数のリボソームが結合する状態が存在する。

[42] tRNA の構造と働きに関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 3 塩基からなるアンチコドンを持つ。
- 2) 3' 末端でアミノ酸と共有結合している。
- 3) 1 本鎖であるが分子内で塩基対を形成し立体構造をとる。
- 4) 約 80 塩基の長さである。
- 5) リボソームの tRNA 結合部位は 2 箇所である。

[43] ゲノム、進化に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 細菌、古細菌、真核生物の3つに共通する共通祖先が存在する。
- 2) フグはゼブラフィッシュよりも個体のサイズは大きいだがゲノムのサイズは小さい。
- 3) リボソーム小サブユニット RNA の塩基配列の相異の程度を指標にすると、ヒトとトウモロコシの方が、酵母と大腸菌よりも進化的に離れている。
- 4) 「動く遺伝因子」として知られるトランスポゾンには、単に動くだけではなく、自身のコピーを作ってそれをゲノムの他の位置に挿入するものも存在する。

[44] CRISPR/Cas9 によるゲノム編集で用いられるガイド RNA の配列中で、標的となる DNA 配列を指定する領域の長さとして、最も適当なものを選べ。

- 1) 10 塩基
- 2) 15 塩基
- 3) 20 塩基
- 4) 25 塩基

[45] 二重らせん構造をとる DNA は、複製や転写などのイベントにともなってねじれや絡まりなどの問題に直面する。DNA のねじれや絡まりに関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 複製の結果互いにもつれた 2 本鎖 DNA は、有糸分裂に際してトポイソメラーゼ I によってほどかれる。
- 2) ヘリカーゼによって複製フォークに蓄積したねじれはトポイソメラーゼ I によって解消される。
- 3) 真核生物の DNA がコアヒストンに巻き付くと正の超らせんが生じる。
- 4) トポイソメラーゼ II は 1 本鎖 DNA を切断することでねじれを解消する。
- 5) トポイソメラーゼ II の活性は ATP を必要としない。

[46] ヒトの核型 (Karyotype) に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 核型解析は遺伝性疾患やがんの診断に用いられる。
- 2) ヒト二倍体の核型は常染色体 44 本と性染色体の計 46 本からなる。
- 3) DNA 複製によって核型は倍化する。
- 4) ヒトの成熟卵母細胞に常染色体は 22 本含まれている。
- 5) ヒトの染色体には短腕が極端に短いアクロセントロメリックな染色体が複数存在する。

[47] アミノ酸の性質はタンパク質の折りたたみを支配する重要な要因となる。水溶液中で折りたたまれたタンパク質の内側に集合する傾向があるアミノ酸として、最も適当なものを選べ。

- 1) ヒスチジン
- 2) バリン
- 3) アスパラギン
- 4) セリン
- 5) リシン

[48] 細胞内に存在する脂質や脂肪酸に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) オレイン酸は飽和脂肪酸である。
- 2) 脂肪酸はグリセロールとエステル結合してトリアシルグリセロールとなる。
- 3) コレステロールやテストステロンは多環構造を含むステロイドに分類される。
- 4) リン脂質と糖脂質は脂質二重層を形成する。
- 5) ホスファチジルコリンはリン脂質の一つである。

[49] DNA および RNA の構造に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) シトシン、チミン、ウラシルはピリミジンの誘導体である。
- 2) ATP は三リン酸、リボース、アデニンから形成される。
- 3) ヌクレオチドは核酸の構成単位である。
- 4) ポリヌクレオチドはヌクレオチドがホスホジエステル結合で連結されている。
- 5) ポリヌクレオチド鎖の 5'末端には常に遊離のヒドロキシ基が存在する。

[50] 生体膜に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) リン脂質は親水性の部分と疎水性の部分とを併せ持つ両親媒性の性質を有しており、水溶液の環境中ではミセルや脂質二重層構造をとりやすい。
- 2) 生体膜は空間を物理的に区切る仕切りとして機能するが、タンパク質の介在なしにイオンや水溶性の物質を自由に素早く通過させる。
- 3) 膜内在性タンパク質の全ての膜貫通領域は、疎水性アミノ酸残基を主とする α ヘリックスから成る。
- 4) コレステロールはリン脂質ではないため膜の流動性に影響を与えない。

[51] 小胞輸送に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 小胞側の SNARE タンパク質と標的膜側 SNARE タンパク質とが結合することによって小胞の融合が始まる。
- 2) カベオリンによって形成された細胞膜上のくぼみであるカベオラは、受容体のエンドサイトーシスなどに用いられる。
- 3) 分泌タンパク質は、ゴルジ体→小胞体→細胞膜の順に小胞が輸送され、最終的に細胞外に分泌される。
- 4) 分泌における細胞内の小器官の間のタンパク質輸送には、クラスリン、COPI、COPII などでコートされた被覆小胞が用いられる。
- 5) 小胞体タンパク質は C 末端側に KDEL などの特定のアミノ酸配列を持つことにより、小胞体にとどまる。

[52] ミトコンドリアにおける酸化リン酸化と葉緑体における光合成に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) どちらにも金属イオンを含むタンパク質が関与する。
- 2) どちらも膜を介したプロトンの電気化学的勾配を利用して ATP が合成される。
- 3) 酸化リン酸化では NADH と FADH₂ から高エネルギー電子が供給される。
- 4) 酸化リン酸化で最終的に電子を受容するのは O₂ 分子である。
- 5) 光合成で最終的に電子を受容するのは H₂O 分子である。

[53] タンパク質のシグナル配列に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 分泌タンパク質や膜貫通タンパク質が持つ小胞体シグナル配列には疎水性アミノ酸残基が多い。
- 2) 核局在化シグナルには塩基性アミノ酸残基が多い。
- 3) 小胞体シグナル配列がリボソームから現れると、シグナル識別粒子 (SRP) がシグナル配列とリボソームの両方に結合する。
- 4) タンパク質の N 末端側にある小胞体シグナル配列はシグナルペプチダーゼによって細胞質側の部分で切断される。
- 5) ミトコンドリアのマトリックスに局在するタンパク質は、ミトコンドリアの外膜と内膜が近接している部位で 2 枚の膜を通過する。

[54] 生体膜を介したイオンの輸送に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) イオンチャネルは、膜を介したイオンの濃度勾配に逆らって能動輸送を行う。
- 2) パッチクランプ法では、1個のチャネルを通過するイオンの流れを記録することも可能である。
- 3) 動物細胞の静止膜電位は、概ね+20 から+200 ミリボルトの間の値をとる。
- 4) 細胞質ゾルの Ca^{2+} 濃度は細胞外よりも高く保たれている。
- 5) ニューロンの活動電位は、細胞膜に急激に起こる過分極によって生じ、その近傍にある電位依存性 Na^+ チャネルの開口の連鎖によって伝播される。

[55] 動物における細胞接着に含まれないものを選び。

- 1) 接着結合 (Adherens junction)
- 2) 密着結合 (Tight junction)
- 3) ギャップ結合 (Gap junction)
- 4) デスモソーム(Desmosome)
- 5) 原形質連絡 (Plasmodesmata)

[56] 動物の組織は大きく 4 つの種類に分類される。この 4 種類に含まれないものを選び。

- 1) 結合組織
- 2) 上皮組織
- 3) 造血組織
- 4) 神経組織
- 5) 筋組織

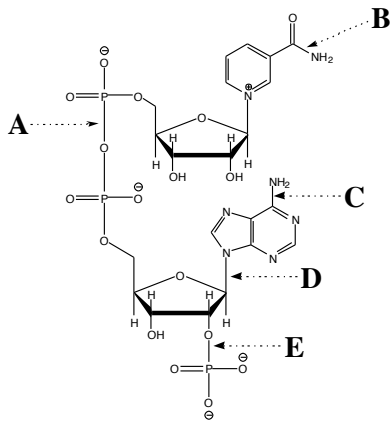
[57] 実験の測定値の系統誤差 (systematic error) とランダム誤差 (random error) に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 計測機器を校正することで系統誤差を小さくできる。
- 2) 測定回数を増やすことでランダム誤差を小さくできる。
- 3) 測定精度を上げることで系統誤差を小さくできる。
- 4) 測定精度を上げることでランダム誤差を小さくできる。

[58] 生命以前の地球の大気を構成する分子の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- 1) H_2O 、 CO_2 、 N_2 、 CH_4 、 NH_3
- 2) H_2O 、 CO_2 、 O_2 、 CH_4 、 NH_3
- 3) H_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 、 $\text{COO}^-\text{CH}_2\text{NH}_3^+$
- 4) H_2O 、 CO_2 、 CH_4 、 $\text{COOHCH}_2\text{NH}_3$ 、 NH_3

[59] 下図に示した化合物の名称として、最も適當ものを選び。



- 1) ATP
- 2) NAD
- 3) NADP
- 4) Vitamin B₁₂
- 5) プロトポルフィリン

[60] [59]の図に示されたA-Eのうち、グリコシド結合を示す矢印として、最も適當ものを選び。

- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) D
- 5) E

[61] RNase Aは124残基からなる酵素で、Cys残基を8個もち、それらは4つのジスルフィド(S-S)結合を形成している。RNase Aを8 M尿素、βメルカプトエタノール存在下で、S-S結合を完全に還元し変性させた。変性条件下で、空気酸化によりすべてのCys残基間にランダムにS-S結合を分子内で形成させた後に透析で尿素を除去してRNase Aを再生させた。この時、期待されるRNase Aの活性として、最も適當なものを選び。ただし、全てのS-S結合が正しい場合にのみ活性を持ち、1ヶ所でも間違ったS-S結合を持つ分子は活性が完全になくなるものとする。

- 1) 変性前の100%程度
- 2) 変性前の30%程度
- 3) 変性前の10%程度
- 4) 変性前の3%程度
- 5) 変性前の1%程度

[62] 抗体に関する記述として、適當でないものを選び。

- 1) IgG をタンパク分解酵素パパインで分解すると1個のFabフラグメントと2個のFcフラグメントに分解される。
- 2) ヒトの抗体には大別して5つのクラスがある。
- 3) 特定の抗原に曝露されたマウスが産生する抗体は、ポリクローナルである。
- 4) ネイティブなタンパク質に結合する抗体が、同じタンパク質が変性すると結合しないことがある。
- 5) 抗体の多様性は、体細胞におけるDNA組換えによる。

[63] 酵素反応における補因子と補酵素に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) Cu^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Zn^{2+} などの金属イオンは補因子である。
- 2) フラビンアデニンジヌクレオチドは、アルコールデヒドロゲナーゼの補酵素である。
- 3) シトクロムに結合しているヘムは酵素から離れず、補欠分子族と呼ばれる。
- 4) 酵素-補因子複合体をホロ酵素という。
- 5) NAD^+ は、酵素に一時的に結合して働く補酵素である。

[64] 不足すると骨軟化症を発症するビタミンとして、最も適当なものを選び。

- 1) ビタミン B_1
- 2) ビタミン B_{12}
- 3) ビタミン D
- 4) ビタミン E
- 5) ビタミン P

[65] 以下のア～ウを標準状態でのリン酸加水分解時の自由エネルギー変化が大きい順に並べた順番として、最も適当なものを選び。

- ア) $\text{ATP} \rightarrow \text{AMP} + \text{二リン酸}$
イ) $\text{ADP} \rightarrow \text{AMP} + \text{リン酸}$
ウ) $\text{グリセロール 3-リン酸} \rightarrow \text{グリセロール} + \text{リン酸}$

- 1) ア > イ > ウ
- 2) ア > ウ > イ
- 3) イ > ア > ウ
- 4) イ > ウ > ア
- 5) ウ > イ > ア

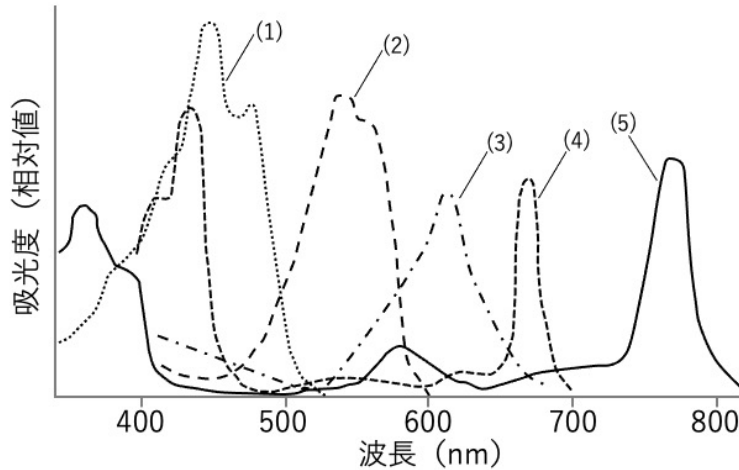
[66] ミトコンドリアの外膜と内膜の分子の通過に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 分子質量 100 kDa のタンパク質は外膜を自由に通過できない。
- 2) 分子質量数 kDa 程度の分子は外膜を自由に通過できる。
- 3) ATP、ADP は外膜を自由に通過できるが、内膜の通過には ATP、ADP を輸送するためのタンパク質が必要である。
- 4) リン酸イオンは外膜も内膜も自由に通過できる。
- 5) O_2 、 CO_2 は外膜も内膜も自由に通過できる。

[67] ミトコンドリアの電子伝達系に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) NADH から複合体 I へ電子が伝わる。
- 2) コハク酸から複合体 II へ電子が伝わる。
- 3) 複合体 I や複合体 II は補酵素 Q を介して複合体 III に電子を伝える。
- 4) 複合体 III はシトクロム c を介して複合体 IV に電子を伝える。
- 5) 複合体 IV が複合体 V (プロトンポンプ) に電子を伝えると、ATP が作られる。

[68] 図の1~5のスペクトルのうち、光合成色素であるクロロフィル a の吸収スペクトルとして、最も適当なものを選べ。



[69] イノシンーリン酸 (IMP) を起点として合成されるヌクレオチドとして、最も適当なものを選べ。

- 1) AMP と TMP
- 2) CMP と GMP
- 3) AMP と GMP
- 4) CMP と TMP
- 5) AMP と UMP

[70] メチレン基1つだけ異なるアミノ酸の組み合わせとして、適当でないものを選べ。

- 1) アラニンとグリシン
- 2) セリンとトレオニン
- 3) バリンとロイシン
- 4) バリンとイソロイシン
- 5) アラニンとフェニルアラニン

[71] 核酸に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) RNA は独自の三次構造をとることができるが、常に1本鎖で存在し、2つの1本鎖 RNA が2本鎖を形成することはない。
- 2) RNA は DNA に比べてアルカリ性条件下で分解しやすい。
- 3) SARS コロナウイルス 2 は RNA を遺伝物質として用いている。
- 4) 1本鎖ゲノム DNA を持つバクテリオファージ ϕ X174 では、シャルガフの法則は成立しない。
- 5) 2本鎖 DNA 中で塩基対はらせん軸方向にほぼ垂直な平面で積み重なる。

[72] 二重らせん構造をとる B 型 DNA において、らせんは 10 塩基対で一回転し、となりあう塩基対の間隔は 0.34 nm、らせんの幅（直径）は 2 nm である。コドンが DNA 上に連続して存在する場合、分子量 33,000 のタンパク質をコードする B 型 DNA の全長として最も適当なものを選べ。ただし 1 アミノ酸残基の平均分子量を 110 とする。

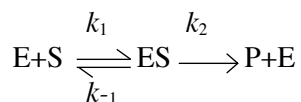
- 1) 2.1×10^2 nm
- 2) 2.4×10^2 nm
- 3) 2.8×10^2 nm
- 4) 3.1×10^2 nm
- 5) 3.4×10^2 nm

[73] 糖に関する記述の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) デオキシリボースは六炭糖である。
 イ) セルロースはグルコースのポリマーである。
 ウ) スクロースはグルコースとガラクトースが結合した二糖である。
 エ) ラクトースは二糖である。
 オ) フルクトースは二糖である。

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

[74] 図のように速度定数 k_1 、 k_2 、 k_{-1} を持つ酵素反応を考える。



ここで E は酵素、S は基質、ES は酵素基質複合体、P は生成物を表す。それぞれの濃度を $[E]$ 、 $[S]$ 、 $[ES]$ とし、反応速度が定常状態にあるとすれば、次の式が成り立つ。

$$k_1[E][S]=k_{-1}[ES] + k_2[ES] \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

酵素の総量 $[E]_T = [E] + [ES]$ とミカエリス定数 $K_M = (k_{-1} + k_2) / k_1$ を用いて、 $\textcircled{1}$ から $[E]$ と速度定数 k_1 、 k_2 、 k_{-1} を消去すると、 $[E]_T$ 、 K_M 、 $[S]$ を用いて $[ES]$ を表すことができる。 $[E]_T$ 、 K_M 、 $[S]$ を用いて $[ES]$ を表した式として、最も適当なものを選べ。

- 1) $[ES] = [E]_T S - K_M$
- 2) $[ES] = K_M / [E]_T [S]$
- 3) $[ES] = [E]_T [S] / (K_M + [S])$
- 4) $[ES] = [E]_T [S] / K_M$
- 5) $[ES] = (K_M + [S]) / [E]_T [S]$

[75] アルコール発酵に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) ミトコンドリア内部で行われる。
- 2) すべての動物細胞が行う。
- 3) 酸素を必要としない。
- 4) 乳酸を必要とする。
- 5) 解糖系を抑制する。

[76] 筋肉において解糖系の調節反応に関わる酵素とその酵素活性をアロステリック阻害する物質の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1) ヘキソキナーゼとグルコース 6-リン酸
- 2) ヘキソキナーゼと AMP
- 3) ホスホフルクトキナーゼと AMP
- 4) ピルビン酸キナーゼと ATP
- 5) ホスホフルクトキナーゼと ATP

[77] コレステロール合成を調節する律速酵素として、最も適当なものを選べ。

- 1) HMG-CoA レダクターゼ
- 2) HMG-CoA シンターゼ
- 3) HMG-CoA リアーゼ
- 4) スクアレンモノオキシゲナーゼ
- 5) メバロン酸キナーゼ

[78] ヒトの代謝、アミノ酸代謝に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) ヘムの分解産物であるフィコビリンの分解が不足し血中濃度が高まると、皮膚などが黄色くなる黄疸になる。
- 2) 血管収縮作用のある一酸化窒素(NO)は、リシンから生成される。
- 3) フェニルケトン尿症は、フェニルアラニンの分解ができないため、血中のチロシン濃度が上昇して皮膚のメラニン色素合成が促進される。
- 4) 肝臓障害の指標となる GOT や GPT は、グルタミンへ酸素やリン酸を転移するトランスフェラーゼである。
- 5) アミノ酸の代謝産物である尿素は、オルニチンやシトルリンを介する尿素サイクルで生成される。

[79] 葉緑体には存在しない構造、化合物として、最も適当なものを選べ。

- 1) クロロフィル
- 2) ストロマ
- 3) チラコイド
- 4) クリステ
- 5) グラナ

[80] 遺伝子やタンパク質の発現調節に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) mRNA としての合成量が同じでも、その mRNA から合成されるタンパク質の量は変化することがある。
- 2) 1つの細胞が分裂して生じた2つの娘細胞の遺伝子発現量は常に同じである。
- 3) マイクロ RNA は標的の mRNA の分解を促進することがある。
- 4) マイクロ RNA は標的の mRNA の翻訳を抑制することがある。
- 5) 1つのマイクロ RNA が複数の遺伝子から転写される mRNA をまとめて制御することがある。

[81] ヒマワリの種が作る螺旋の数や、多くの種の花冠（花びら）の数など、生命現象にもしばしば現れるフィボナッチ数列(F_n)は 0、1、1、2、3、5、8、13、21、34、55、89、144、233、377、610...と続く。

F_n を表した漸化式で表したときに最も適当なものを選べ。

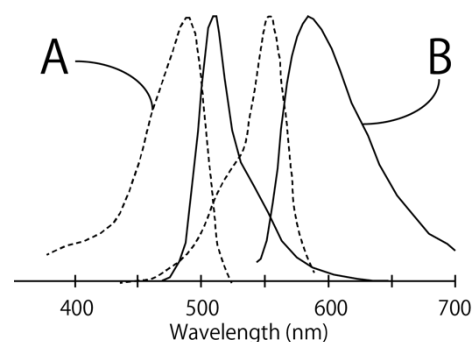
- 1) $F_0 = 0, F_{n-1} = F_n + F_{n-2} (n \geq 2)$
- 2) $F_0 = 0, F_{n-1} = F_{n-2} + 1 (n \geq 2)$
- 3) $F_0 = 0, F_1 = 1, F_{n+2} = F_n \times F_{n+1} (n \geq 0)$
- 4) $F_1 = 1, F_2 = 1, F_n = F_{n+1} + F_{n+2} (n \geq 0)$
- 5) $F_0 = 0, F_1 = 1, F_{n+2} = F_n + F_{n+1} (n \geq 0)$

[82] あるタンパク質 A の細胞内発現量について、野生型と変異体 X とで比較したい。そのため適当な方法を用いて細胞内のタンパク質 A を蛍光ラベルし、野生型と変異体 X それぞれでタンパク質 A を発現している細胞の顕微鏡蛍光画像をデジタルカメラで取得した。この実験における蛍光画像の撮影・画像処理方法として、最も適当なものを選べ。

- 1) 定量性を保つため、すべての画像を jpeg 形式で保存してから同じ画面で比較した。
- 2) 測定範囲外の輝度値を排除するため、二値化した後に面積を比較した。
- 3) 最も明瞭に画像が撮れるようにそれぞれの実験で照明の強度を調整した。
- 4) 細胞内での発現量を比べたいので細胞領域を選択ツールで囲い、その内部の輝度値を測定値とした。
- 5) 一定の条件にするため、明瞭な画像はそのまま、不明瞭な画像はフィルター処理することで明瞭にしてから測定した。

[83] 図は緑色蛍光タンパク質 (GFP) と赤色蛍光タンパク質 (RFP) の、吸収スペクトルと蛍光スペクトルを示したものである。A、B のスペクトルの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1) A: GFP の吸収スペクトル、B: RFP の吸収スペクトル
- 2) A: RFP の蛍光スペクトル、B: GFP の蛍光スペクトル
- 3) A: GFP の吸収スペクトル、B: RFP の蛍光スペクトル
- 4) A: GFP の蛍光スペクトル、B: RFP の吸収スペクトル
- 5) A: RFP の吸収スペクトル、B: GFP の蛍光スペクトル



[84] ある実験を 10 回繰り返したときの計測値が平均値 10、標準誤差 6 だったとき、この誤差を 1/3 にするには、何回の実験の追加が平均的に必要か。ただし、誤差には系統誤差は含まれないものとする。

- 1) 10 回
- 2) 20 回
- 3) 80 回
- 4) 170 回

[85] 大きさが $4\ \mu\text{m} \times 0.5\ \mu\text{m} \times 0.5\ \mu\text{m}$ の直方体の原核生物がいたとする。あるタンパク質の細胞内濃度が $1\ \mu\text{M}$ のとき、細胞内に存在するそのタンパク質の分子数に最も近いものを選び。ただしアボガドロ数は 6×10^{23} とする。

- 1) 6 個
- 2) 60 個
- 3) 600 個
- 4) 6000 個

[86] 三つのサンプルがある。サンプル 1 はバッファーのみ、サンプル 2、3 はサンプル 1 と同じバッファーと、あるタンパク質が含まれている。2、3 に含まれているタンパク質は同じである。280 nm の紫外線透過率を同じ条件で計測したところ、サンプル 1、2、3 の透過率はそれぞれ 90%、63%、44%であった。サンプル 2 とサンプル 3 のタンパク質濃度比に最も近いものを選び。

- 1) 10 : 7
- 2) 7 : 10
- 3) 2 : 1
- 4) 1 : 2

[87] 様々なタンパク質の解析手法に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) クライオ電子顕微鏡による構造解析で水分子を観察できる場合がある。
- 2) 光学顕微鏡の超解像解析を使うと、5 nm 程度の低分解能であるが分子の概形がわかる場合がある。
- 3) X 線結晶解析では結晶に極短波長の電磁場を当てて回折像を得る。
- 4) NMR は原子核のスピン間の相互作用を計測する手法である。
- 5) 原子間力顕微鏡を使って、モータータンパク質が動く様子を直接観察した例がある。

[88] 細胞 1 個の質量を 1 ng とした場合、細胞 1 個が重力から受ける力に最も近い値を選び。ただし、重力加速度を $9.8\ \text{m/s}^2$ 、 $1\ \text{N} = 1\ \text{kg m/s}^2$ とする。

- 1) 10 mN (ミリニュートン)
- 2) 10 μN (マイクロニュートン)
- 3) 10 nN (ナノニュートン)
- 4) 10 pN (ピコニュートン)

[89] 筋肉の収縮に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 筋収縮の駆動力はミオシンと細いフィラメントとの相互作用を通じて発生する。
- 2) ミオシン頭部に ATP が結合すると、細いフィラメント上で滑り運動が始まる。
- 3) ATP の加水分解で生じた Pi がミオシンから解離すると、ミオシンの細いフィラメントに対する親和性が高まる。
- 4) 筋収縮の制御について、骨格筋はアクチン側制御であるのに対し、平滑筋の多くはミオシン側制御を受ける。
- 5) 細いフィラメントに含まれているのは、アクチン、トロポミオシン、トロポニン、ケラチンである。

[90] 400 mL の純水に 10 mM NaOH を 100 mL 加えた溶液の pH として、最も適当な値を選べ。ただし、 $\log 2 = 0.301$ とする。

- 1) 13.3
- 2) 12.3
- 3) 11.3
- 4) 10.7
- 5) 9.8