

令和8年度生命理学領域大学院入試

## 専 門 科 目 問 題

所定のマークシートを使用すること。

マークシートの所定の欄に受験番号、氏名、受験日を記入すること。

受験番号については、頭に0（ゼロ）を3つ付けて7桁になるようにマークすること。

例：受験番号1401の場合0001401とマークする。

以下の問い[1]～[67]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] ア～カを減数分裂の過程に従ってならべた順番として、最も適当なものを選べ。

- ア) 相同染色体の分離
- イ) 染色体の倍化
- ウ) 対合による二価染色体の形成
- エ) 姉妹染色分体の分離
- オ) 第一分裂の完了
- カ) 第二分裂の完了

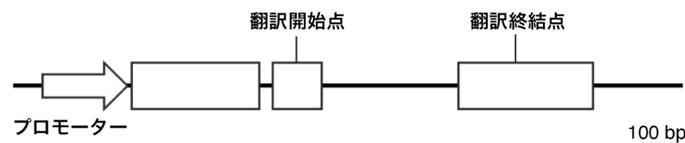
- 1) ウ→ア→オ→イ→エ→カ
- 2) イ→ウ→エ→オ→ア→カ
- 3) イ→エ→オ→ウ→ア→カ
- 4) イ→ウ→ア→オ→エ→カ
- 5) ウ→イ→ア→オ→エ→カ

[2] 次世代シーケンサーを用いた解析では、数十～数百塩基対程度のシーケンス長が得られるショートリードタイプと、数千塩基対のシーケンス長が得られるロングリードタイプのシーケンサーが用いられる。ゲノム配列解読済みの生物において、ロングリードタイプのシーケンサーの使用の方が適している解析の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) 遺伝子発現量解析
- イ) 転写開始点解析
- ウ) 大きな挿入、欠失の同定
- エ) 染色体転座解析

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

[3] 下図はある遺伝子の構造模式図である。この遺伝子の CDS、cDNA、UTR の長さの関係として、最も適当なものを選べ。ただし、四角がエクソンを表し、図示された各領域の長さは塩基数に比例している。また、cDNA は転写後に付加される配列を含まない完全長の長さ、UTR は翻訳後に付加される配列を含まない 5'UTR と 3'UTR の合計の長さとする。



- 1) cDNA > UTR > CDS
- 2) cDNA > CDS > UTR
- 3) cDNA = CDS > UTR
- 4) UTR > cDNA = CDS
- 5) UTR > cDNA > CDS

[4] 植物への遺伝子導入に利用される土壌細菌アグロバクテリウム (*Rhizobium radiobacter*) には、植物に感染して細胞増殖を誘導し、クラウンゴールという腫瘍を形成するために必要な2種類の植物ホルモンの生合成遺伝子を有するものがある。その2種類の植物ホルモンの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) ジベレリン
- イ) エチレン
- ウ) アブシシン酸
- エ) オーキシシン
- オ) サイトカイニン

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

[5] 神経細胞の活動電位の再分極段階における、電位依存性イオンチャネルの役割に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 再分極時に  $\text{Na}^+$ チャネルが再度開き、 $\text{Na}^+$ が細胞内へ流入する。
- 2)  $\text{K}^+$ チャネルが開き、 $\text{K}^+$ が細胞外へ流出することで膜電位が元に戻る。
- 3) 再分極時にはイオンの動きが停止し、膜電位は受動的に元の状態に戻る。
- 4)  $\text{Ca}^{2+}$ が細胞内に流入することで再分極が始まる。
- 5) 再分極時には  $\text{Cl}^-$ が細胞内から細胞外に流出することで膜電位が回復する。

[6] パッチクランプ記録法を用いてできる事として、誤っているものを選べ。

- 1) 単一のイオンチャネルの電流を測定する。
- 2) 細胞膜の電位を固定しながら膜を流れる電流を測定する。
- 3) シナプス前細胞から放出された神経伝達物質の量を計測する。
- 4) 自発的なシナプス後電位を測定する。
- 5) シナプスの伝達効率を評価する。

[7] シナプス伝達、神経伝達物質の説明として、誤っているものを選べ。

- 1) シナプス伝達では、様々な化学物質による入力統合され、出力へと変換される。
- 2) シナプス伝達では、過去にそのシナプスがどれだけ頻繁に使われたかに応じて、活動電位に対する応答の強度が変化する。
- 3) シナプス伝達とはシナプス前膜の電位変化がシナプス小胞の融合を促し、神経伝達物質がシナプス間隙に放出され、シナプス後膜の受容体に結合する過程である。
- 4) 電気シナプスはギャップ結合により膜同士が結合されており、化学シナプスよりも伝達が遅い。
- 5) GABA は代表的な抑制性神経伝達物質の一つである。

[8] アミノ酸の3文字表記、1文字表記、コドンの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1) Trp      W      UGG
- 2) Glu      Q      GAA
- 3) Arg      R      UGA
- 4) Gly      E      AAA
- 5) Lys      K      UAA

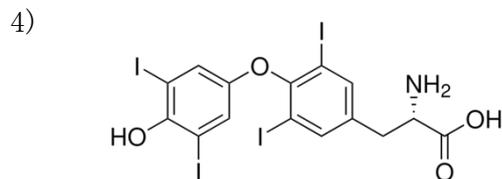
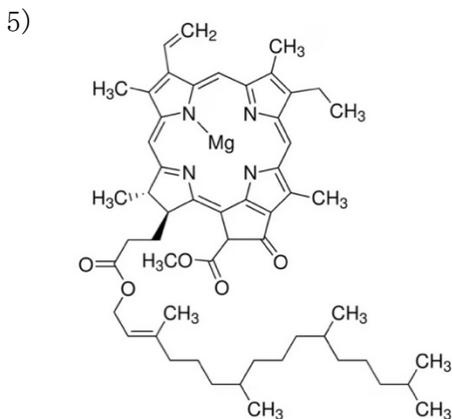
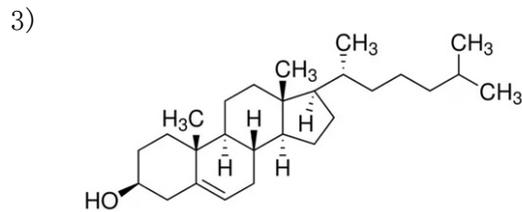
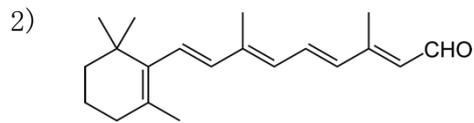
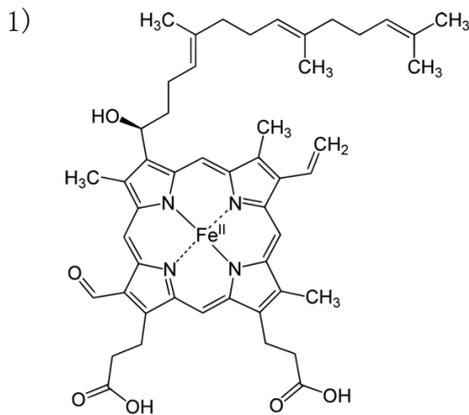
[9] RNA による遺伝子発現調節に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 外来の RNA 分子に対する RNA 干渉では、外来 RNA 分子がダイサーで分解されて生じた二本鎖 RNA が RNA 誘導サイレンシング複合体 (RISC) に組み込まれる。
- 2) 哺乳類における X 染色体の不活性化には翻訳されない約 17,000 塩基の巨大な RNA 分子が関与する。
- 3) 外来の RNA 分子に対する RNA 干渉は菌類では報告されていない。
- 4) siRNA は相補的な塩基配列をもつ外来 RNA 分子の分解に関与する。

[10] 単離した葉緑体を適当な条件で pH4 の溶液に浸し、次に pH8 の溶液に浸すことによって、ストロマの pH を 8、チラコイド内腔の pH を 4 とした。この葉緑体で起こると予想されることの記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 暗条件下で ATP が合成され、チラコイド内腔とストロマの pH の差が消失する。
- 2) 明条件下でのみ ATP が合成され、チラコイド内腔とストロマの pH の差が消失する。
- 3) チラコイド内腔とストロマの pH の差が保たれたまま、暗条件下で ATP が合成される。
- 4) チラコイド内腔とストロマの pH の差が保たれたまま、明条件下でのみ ATP が合成される。
- 5) ATP は合成されず、チラコイド内腔とストロマの pH の差は消失する。

[11] 光受容タンパク質ロドプシンは共有結合しているレチナールの働きで光を感知する。レチナールの構造として、最も適当なものを選び。



[12] 小胞輸送に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 膜から出芽したクラスリン被覆小胞はアクチンとミオシンによって膜から切り離される。
- 2) COP 被覆小胞が小胞体とゴルジ体間での分子の輸送に関与する。
- 3) 細胞膜におけるエンドサイトーシスにはクラスリン被覆小胞が関与する。
- 4) ゴルジ体を經由した細胞外への分泌にはクラスリン被覆小胞が関与する。
- 5) 小胞の標的膜の認識には Rab タンパク質が関与する。

[13] エキソサイトーシス、エンドサイトーシスに関する正しい記述の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) エキソサイトーシスによってインスリンが分泌される。
- イ) エンドサイトーシスの一種である飲作用には被覆小胞が関与する。
- ウ) マクロファージはエンドサイトーシスの一種である食作用によって老朽化した赤血球を捕食する。

- 1) ア、イ
- 2) イ、ウ
- 3) ア、ウ
- 4) ア、イ、ウ
- 5) すべて正しくない。

[14] ファロイジン、サイトカラシン、ラトランクリンと、ア～ウのアクチンフィラメント形成に対する主要な作用の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- ア) フィラメントの安定化
- イ) フィラメントのプラス端における重合阻害
- ウ) 単量体の重合阻害

	ファロイジン	サイトカラシン	ラトランクリン
1)	ア	イ	ウ
2)	イ	ウ	ア
3)	ウ	ア	イ
4)	ア	ウ	イ
5)	イ	ア	ウ

[15] シグナル伝達に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 神経伝達物質であるアセチルコリンに対する応答は、アセチルコリンを受容する細胞の種類によらず一定である。
- 2) ニコチン受容体はリガンド依存性イオンチャネルである。
- 3) チロキシンは標的細胞の細胞膜を透過できないので、細胞表面で受容体と結合する。
- 4) 一酸化窒素は安定な気体であるため、血流によって運ばれて、生産された場所から遠く離れた細胞にも作用できる。
- 5) 一酸化窒素は多くの標的細胞でアデニル酸環状化酵素を活性化する。

[16] 微小管に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1)  $\alpha\beta$ -チューブリン二量体が付加されることによって微小管が伸長する。
- 2) 微小管のプラス端で伸長と崩壊が繰り返される性質を動的不安定性とよぶ。
- 3) GTP が結合しているチューブリン二量体は、GDP が結合している二量体よりも GTP が結合している二量体と強く結合する。
- 4) タキソールは遊離のチューブリン二量体に結合し、微小管への重合を妨げる。コルヒチンは微小管に結合し、微小管の脱重合を妨げる。
- 5) 神経細胞軸索内の微小管は、プラス端が軸索末端側にある。

[17] 細胞骨格、細胞外マトリックスに関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 植物の二次細胞壁は一次細胞壁の外側に形成される。
- 2) 植物細胞壁を構成するセルロースはエキソサイトシスによって細胞外へ運ばれ、細胞壁を形成する。
- 3) コラーゲンは前駆体として細胞外に分泌され、細胞外で切断や架橋を受けて成熟し、コラーゲン繊維を形成する。
- 4) グルコサミノグリカン (GAG) の多くは、細胞膜を貫くタンパク質を介して細胞内のアクチンと繋がっている。

[18] CRISPR 法に関する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び。

CRISPR 法では、細胞に Cas9 タンパク質と、( ア ) RNA を導入する。( ア ) RNA は、足場となる ( イ ) RNA と、標的に特異的な ( ウ ) RNA が結合した RNA 分子である。

- |    | ア     | イ     | ウ     |
|----|-------|-------|-------|
| 1) | cr    | sg    | tracr |
| 2) | cr    | tracr | sg    |
| 3) | sg    | cr    | tracr |
| 4) | sg    | tracr | cr    |
| 5) | tracr | cr    | sg    |

[19] 遺伝学用語に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 顕性 (優性) 対立遺伝子は、潜性 (劣性) 対立遺伝子と組み合わせさせた時に、個体に現れる形質をもたらす対立遺伝子である。
- 2) 遺伝子型が不明な個体を潜性 (劣性) ホモ接合体の個体と交雑させることを検定交雑という。
- 3) 多面発現性 (pleiotropy) とは、相同遺伝子の変異によって異なる生物種に類似した表現型が現れることをいう。
- 4) ある遺伝子変異による形質が、別の遺伝子の変異の形質に覆い隠されることは上位性 (epistasis) の例である。
- 5) 量的形質とは身長など連続的な変化を示す形質である。

[20] 細胞周期に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 核内倍加 (endoreplication, endoreduplication) では M 期がスキップされることで核内の遺伝子量が増加する。
- 2) 中心小体の複製は G<sub>2</sub> 期には完了している。
- 3) G<sub>1</sub> チェックポイントで細胞周期の進行シグナルを受け取らなければ、細胞は G<sub>0</sub> 期に入る。
- 4) S 期チェックポイントは DNA に損傷があると細胞周期の進行を止める。
- 5) 通常の細胞周期は G<sub>1</sub>、M、G<sub>2</sub>、S 期の順番に進行する。

[21] 転位因子に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) DNA トランスポゾンには転位する時に元の場所に転位因子が残るものと残らないものがある。
- 2) レトロトランスポゾンは RNA 中間体を経て転位する。
- 3) 全てのレトロトランスポゾンには逆転写酵素遺伝子がコードされている。
- 4) 真核生物の転位因子の大部分はレトロトランスポゾンである。
- 5) ヒトゲノムの 40%以上は転位因子で占められている。

[22] 以下は筋収縮が引き起こされるときに起こる現象を生起する順番にならべたものである。空欄に入る用語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

電気シグナルが ( ア ) に伝わる。



電気シグナルが ( イ ) に伝わる。



細胞質の Ca<sup>2+</sup>濃度が上昇する。



( ウ ) の配置が変化する。



ミオシン頭部がアクチンフィラメントに結合する。

- | ア             | イ          | ウ                |
|---------------|------------|------------------|
| 1) 筋小胞体       | 横行小管 (T 管) | トロポミオシン-トロポニン複合体 |
| 2) 筋小胞体       | 横行小管 (T 管) | ミオシンフィラメント       |
| 3) 横行小管 (T 管) | 筋小胞体       | トロポミオシン-トロポニン複合体 |
| 4) 横行小管 (T 管) | 筋小胞体       | ミオシンフィラメント       |
| 5) 横行小管 (T 管) | 筋小胞体       | アクチンフィラメント       |

[23] フグ毒の主成分であるテトロドトキシン (TTX) をニューロンに作用させると、活動電位の発生と興奮伝導を抑制する。TTX によって阻害されるチャネルとして、最も適当なものを選び。

- 1) Ca<sup>2+</sup>チャネル
- 2) Cl<sup>-</sup>チャネル
- 3) H<sup>+</sup>チャネル
- 4) K<sup>+</sup>チャネル
- 5) Na<sup>+</sup>チャネル

[24] あるネズミの種はもともと集団の大多数が茶色の体色であったが、一部の集団が黒い岩場と白い砂浜がパッチ状に存在する新たな環境に進出した。そして、茶色の体色をしたネズミはいなくなり、白い体色のネズミと黒い体色のネズミに進化した。この進化の過程で働いた選択として、最も適当なものを選べ。

- 1) 方向性選択
- 2) 安定化選択
- 3) 頻度依存選択
- 4) 分断化選択
- 5) 平衡選択

[25] 利他行動の事例として適切なものを選べ。

- 1) ミツバチのワーカーが自らは産卵を行わず、女王の繁殖を助ける。
- 2) オオヨシキリがカッコウの雛を育てる。
- 3) ホンソメワケベラがクエの口の中を掃除する。
- 4) イソギンチャクがクマノミに隠れ家を提供している。
- 5) アリがアブラムシを天敵から守る。

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

( ア ) であるフクロモモンガは、異なる大陸に住む ( イ ) であるムササビと同じような滑空するための膜構造を有している。このように ( ウ ) 生物種が類似した特徴を獲得することは ( エ ) と呼ばれる。

- |    | ア   | イ   | ウ          | エ      |
|----|-----|-----|------------|--------|
| 1) | 有袋類 | 真獣類 | 系統的に離れた    | 収斂進化   |
| 2) | 真獣類 | 有袋類 | 系統的に離れた    | 収斂進化   |
| 3) | 真獣類 | 真獣類 | 地理的に離れた場所で | 収斂進化   |
| 4) | 真獣類 | 有袋類 | 地理的に離れた場所で | 異所的種分化 |
| 5) | 有袋類 | 真獣類 | 地理的に離れた場所で | 異所的種分化 |

[27] 中立進化説の提唱者として、最も適当なものを選べ。

- 1) 木村資生
- 2) チャールズ・ダーウィン
- 3) ジャン・バティスト・ラマルク
- 4) ウィリアム・ドナルド・ハミルトン
- 5) ロナルド・フィッシャー

[28] 生物の系統に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 系統推定に用いられる共有派生形質とは、クレード特有であり、その祖先で見られない形質である。
- 2) 最大節約法は、最も少ない進化的変化で説明できる系統関係を選択する系統関係の推定方法である。
- 3) 系統樹は分岐のパターンのみを表し、枝の長さが遺伝的な変化量を表すことはできない。
- 4) 分子時計は遺伝的変化速度が一定であると仮定して、分岐した年代を推定するために使用される。
- 5) 最尤法は観察されたデータが得られる可能性が統計学的に最も高い系統樹を選択する方法である。

[29] 陸上植物に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 裸子植物は種子植物には含まれない。
- 2) 水や栄養などを輸送する組織である維管束はシダ植物には存在しない。
- 3) 単子葉植物と双子葉植物はすべて被子植物である。
- 4) 光合成能を失った陸上植物は知られていない。
- 5) 重複受精を行わない種子植物は知られていない。

[30] 原生生物に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 原生生物はすべて真核生物である。
- 2) 原生生物は多系統群である。
- 3) 原生生物には多細胞体を形成するものは存在しない。
- 4) マラリア原虫は原生生物である。
- 5) 光合成を行う原生生物が存在する。

[31] *Caenorhabditis elegans* は自家受精により繁殖することができる。*Aa* の遺伝子型を持つ線虫 1 個体およびその子孫が自家受精のみによって増殖した場合、3 世代目の子孫の中で *AA* の遺伝子型を持つ線虫の割合について、最も適当なものを選べ。ただし、遺伝子型によって生存率や自家受精の効率などに差はないと仮定する。

- 1) 48%
- 2) 44%
- 3) 38%
- 4) 31%
- 5) 25%

[32] ミツバチの単為生殖に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 減数分裂を伴う。
- 2) 雌のハチのみが生じる。
- 3) 生じたハチは親のクローンである。
- 4) 生じたハチは生殖能力を持たない。
- 5) 生じたハチは 2 倍体である。

[33] 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べ。

- ア) 減数分裂時における交差 (交叉)  
イ) 免疫グロブリン遺伝子の再編成  
ウ) トランスポゾンのゲノムへの挿入  
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

[34] 下記の中でゲノムの大きさが最も大きい生物を選べ。

- 1) 出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*)
- 2) アメーバ (*Amoeba dubia*)
- 3) ショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*)
- 4) シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*)
- 5) ヒト (*Homo sapiens*)

[35] ヌクレオソームコア 1 つのおおよその分子質量として、最も適当なものを選べ。ただし、コアヒストンのモノマーを 15 kDa、1 ヌクレオチドを 0.3 kDa とし、1 つのヌクレオソームコアには 147 bp の DNA が結合しているものとする。

- 1) 208 kDa
- 2) 164 kDa
- 3) 148 kDa
- 4) 118 kDa
- 5) 104 kDa

[36] 岡崎フラグメントに関する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。

分子生物学の黎明期だった（ア）年代、DNA 合成には大きな謎が残されていた。既知の DNA 複製酵素は全て 5'→3' 方向にしか合成できないにも関わらず、DNA は両方向に複製されるのである。岡崎令治、恒子博士らは、大腸菌の DNA を（イ）放射性ラベルして解析することによって、岡崎フラグメントとして知られる短鎖 DNA を発見した。さらに当時単離されたばかりであった大腸菌の変異体を用いた実験から、短鎖 DNA の結合に（ウ）が必要であることを見出し、DNA 合成の謎を解き明かした。

- |    | ア    | イ     | ウ          |
|----|------|-------|------------|
| 1) | 1960 | 10 秒間 | DNA リガーゼ   |
| 2) | 1960 | 10 分間 | DNA ポリメラーゼ |
| 3) | 1980 | 10 秒間 | DNA リガーゼ   |
| 4) | 1980 | 10 分間 | DNA ポリメラーゼ |
| 5) | 1980 | 10 秒間 | DNA ジャイレース |

[37] 真核細胞におけるシグナル伝達経路や遺伝子発現調節に関する記述として、誤っているものを選べ。

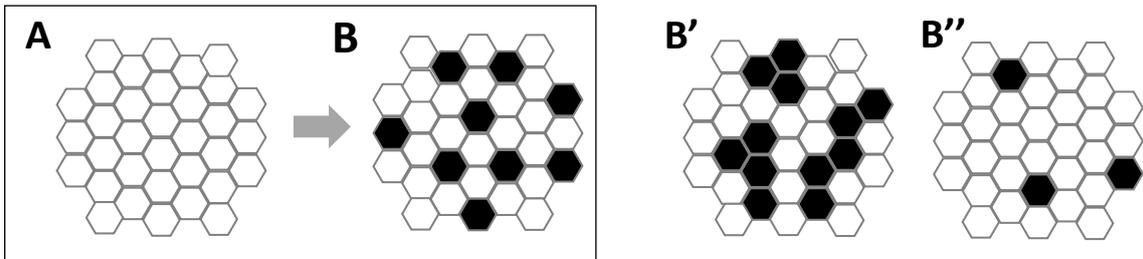
- 1) 細胞膜を貫通しているタンパク質 Notch は活性化されると細胞質側でリン酸化カスケードを引き起こしてシグナルを伝える。
- 2) 活性化された Ras によって活性化される Raf はタンパク質リン酸化酵素を活性化する。
- 3) ショウジョウバエの胚において、*twist* は高濃度の Dorsal タンパク質が存在する領域で発現が誘導される。これは *twist* 遺伝子の発現制御領域に存在する Dorsal 結合部位の Dorsal に対する親和性が低いためである。
- 4) コルチゾールは細胞膜を通過して細胞質に存在する受容体と結合し、標的遺伝子の発現を制御する。
- 5) Ras タンパク質は GTP と結合すると活性化する。

[38] モデル生物に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 出芽酵母は一倍体なので相補性検定を行うことができない。
- 2) シロイヌナズナの遺伝子改変で用いられる Ti プラスミドはトランスポゾンベクターである。
- 3) ショウジョウバエの雌雄モザイクで、オスの性質を示す細胞は Y 染色体をもたない。
- 4) マウスはヒトと同じ数の染色体を有する。
- 5) 線虫では RNAi による遺伝子ノックアウトが可能である。

[39] 以下の文章の空欄に当てはまる語、記号の組み合わせとして、最も適当なものを選び。ただし、下図の六角形は1つの細胞を表す。

ショウジョウバエ胚の神経上皮 (図 A、白細胞) から一部の細胞 (図 B、黒細胞) が神経芽細胞に分化する際には、Notch-Delta 系による側方抑制 (隣接する細胞が神経芽細胞に分化しないようにするしくみ) が働く。図 B において Notch が活性化しているのは (ア) 細胞、Delta の発現が抑制されていないのは (イ) 細胞である。また、Notch 遺伝子の機能が低下した変異体では、図 B の時点での細胞構成は図 (ウ) のようになると予想される。



- |    | ア | イ | ウ   |
|----|---|---|-----|
| 1) | 白 | 白 | B'  |
| 2) | 白 | 黒 | B'  |
| 3) | 黒 | 黒 | B'  |
| 4) | 黒 | 白 | B'' |
| 5) | 白 | 黒 | B'' |

[40] miRNA に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) miRNA の配列は、RNA 中のイントロンとエキソンのいずれにも存在する。
- 2) miRNA は、RNA の切断、翻訳抑制、遺伝子発現サイレンシングに関与する。
- 3) RNA 誘導サイレンシング複合体 (RISC) には、二本鎖 miRNA と Argonaute タンパク質が含まれる。
- 4) 元となる転写産物 RNA から、ステムループ領域が Drosha によって切り出される。
- 5) 最終的に miRNA を切り出す Dicer は、RNアーゼ III ドメインを有する。

[41] RNA 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) スプライソソームはタンパク質と snRNA からなる。
- 2) スプライソソームは mRNA 前駆体中のイントロン領域のみを認識してスプライシングを進行させる。
- 3) スプライソソームによるスプライシングにおいて、イントロンは連続した 2 回のエステル転移反応によって除去される。
- 4) 選択的スプライシングにより、mRNA 前駆体から複数の異なる成熟 mRNA が生じる。
- 5) スプライシングにより、異なる RNA 分子間のエキソンが連結されることがある。

[42] 真核生物における 5'キャップに関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 5'キャップはリボソームが mRNA に結合するための認識部位として機能する。
- 2) 5'キャップには eIF4F が結合する。
- 3) 5'キャップの形成は転写が完了した後に行われる。
- 4) メチル化グアニンヌクレオチドが 5'-5'結合で mRNA の 5'末端に結合している。
- 5) 5'キャップ形成酵素は RNA ポリメラーゼ II のリン酸化された尾部に結合する。

[43] タンパク質合成に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 成熟した tRNA の 3'末端は 5'-CCA-3' という配列で終わる。
- 2) 真核生物の mRNA の開始コドンの 3 塩基上流にあるプリン塩基と開始コドン直後のグアニン塩基は翻訳効率を上昇させる。
- 3) 原核生物の mRNA の開始コドンの上流にあるリボソーム結合部位は、23S rRNA の 3'末端近くの塩基配列と相補的である。
- 4) アミノアシル tRNA 合成酵素は、2 段階の酵素反応でアミノ酸を tRNA に結合させる。
- 5) 翻訳終結因子は終止コドンを認識してリボソームに結合し、新生ペプチドを放出させる。

[44] 真核生物における mRNA のポリアデニル化に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) ポリ A ポリメラーゼは、RNA ポリメラーゼとは異なり、鋳型を使わずに ATP を付加する。
- 2) ポリアデニル化は主に核外で行われるプロセスである。
- 3) mRNA のポリ A 配列は、mRNA の安定性に影響を与える。
- 4) DNA のポリ A 信号 (poly-A-signal) が転写されると、転写されていた RNA は切断されポリアデニル化が起こる。

[45] 遺伝子 A の部分配列を以下に示す。その下に示した 5 つの変異型のうち、野生型遺伝子 A と同様の機能を果たす可能性が最も高い変異型を選び。空白はコドンの区切りを示し、下線は変異箇所を示す。

野生型    5'-GCT   AAG   TAT   TGC   TCA   TAT   ACT   CGT   C-3'

- 1) 変異型 1   5'-GCC   AAG   TAT   TGC   TCA   TAT   ACT   CGT   C-3'
- 2) 変異型 2   5'-GCT   AAG   TAT   CGC   TCA   TAT   ACT   CGT   C-3'
- 3) 変異型 3   5'-GCT   AAG   TAA   TGC   TCA   TAT   ACT   CGT   C-3'
- 4) 変異型 4   5'-GCT   AAG   TAT   ATG   CTC   ATA   TAC   TCG   TC-3'
- 5) 変異型 5   5'-GCT   AAG   TGT   TGC   TCA   TAT   ACT   CGT   C-3'

[46] トウモロコシ (*Zea mays*) において、遺伝子 A、B は遺伝子 a、b に対してそれぞれ顕性 (優性) であり、A と B は連鎖している。遺伝型が AABB である個体と遺伝型が aabb である個体を交配してえられた F1 個体 (遺伝型 AaBb) を、遺伝型が aabb である個体と交配した。その結果、次世代では AaBb : Aabb : aaBb : aabb が 4 : 3 : 3 : 4 の比率で分離した。次の中から、A、B 間の組換え価として最も適当なものを選び。

- 1) 29%
- 2) 36%
- 3) 43%
- 4) 50%
- 5) 57%

[47] アスパラギン酸の等電点として、最も適当なものを選び。ただし、アスパラギン酸のカルボキシ基、アミノ基、側鎖のカルボキシ基の  $pK$  値をそれぞれ、1.99, 9.90, 3.90 とする。

- 1) 1.99
- 2) 2.94
- 3) 3.90
- 4) 6.90
- 5) 9.90

[48] 次の文章の空欄に当てはまるアミノ酸の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

トリプシンは、特異性の高いエンドペプチダーゼで（ア）残基または（イ）残基の C 末側のペプチド結合を加水分解する。

- |    | ア      | イ       |
|----|--------|---------|
| 1) | リシン    | アルギニン   |
| 2) | プロリン   | ヒスチジン   |
| 3) | グルタミン酸 | アスパラギン酸 |
| 4) | グリシン   | アラニン    |
| 5) | チロシン   | トリプトファン |

[49] 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び。

相同タンパク質とは、進化的に起源を同じくするタンパク質の総称で、種分化によって生じたものは（ア）と呼ばれ、同一種の中で遺伝子重複によって生じたものは（イ）と呼ばれる。

- |    | ア     | イ     |
|----|-------|-------|
| 1) | オーソログ | パラログ  |
| 2) | パラログ  | オーソログ |
| 3) | ホモログ  | パラログ  |
| 4) | オーソログ | ホモログ  |
| 5) | パラログ  | ホモログ  |

[50] GroEL/ES シャペロニンに関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 好熱性細菌にのみ存在する。
- 2) 低い pH でのみ機能する。
- 3) 機能に ATP を必要とする。
- 4) 膜貫通タンパク質である。

[51] 以下の中で、呼吸鎖の電子伝達系反応に直接関わる分子として、適当でないものを選び。

- 1) 鉄硫黄タンパク質
- 2) コエンザイムA
- 3) シトクロムc
- 4) FMN
- 5) コエンザイムQ

[52] AMP 依存性プロテインキナーゼ (AMPK) は、真核生物の細胞や個体において AMP/ATP 比が大きい場合、生命維持に必要な過程に ATP を供給する役割を担う。動物組織での AMPK の役割に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) 肝臓での脂質合成と糖新生を阻害する。
- 2) 骨格筋での脂肪酸酸化を促進する。
- 3) 脂肪組織での脂質分解を阻害する。
- 4) 酸素の供給が不足した虚血心筋での嫌氣的解糖を活性化する。
- 5) 骨格筋でのグルコース取り込みを阻害する。

[53] コレステロール生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) メバロン酸キナーゼ

[54] ユビキチン-プロテアソーム系を介したタンパク質分解を担う因子の中で、種類が多い因子として、最も適当なものを選べ。

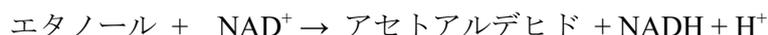
- 1) ユビキチン
- 2) E1
- 3) E2
- 4) E3
- 5) 26S プロテアソーム

[55] 以下の文章の空欄に入るアミノ酸の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

カスパーゼは、( ア ) プロテアーゼの一種であり、基質となるタンパク質に存在する ( イ ) 残基の C 末端側を切断する。

- |    | ア     | イ       |
|----|-------|---------|
| 1) | セリン   | アスパラギン酸 |
| 2) | チロシン  | グルタミン酸  |
| 3) | セリン   | アスパラギン  |
| 4) | システイン | グルタミン酸  |
| 5) | システイン | アスパラギン酸 |

[56] エタノールが  $\text{NAD}^+$  によって酸化され、アセトアルデヒドと  $\text{NADH}$  および  $\text{H}^+$  が生成する下記の反応の標準状態における還元電位として、最も適当なものを選べ。ただし、アセトアルデヒドが電子を受け取ってエタノールになる反応と  $\text{NAD}^+$  が電子を受け取って  $\text{NADH}$  になる反応における標準還元電位は、それぞれ  $-0.197\text{V}$ 、 $-0.315\text{V}$  とする。



- 1)  $-0.512\text{V}$
- 2)  $0.512\text{V}$
- 3)  $0.236\text{V}$
- 4)  $-0.118\text{V}$
- 5)  $0.118\text{V}$

[57] グリコーゲン代謝の制御に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 筋細胞において、アドレナリンは  $\beta_2$  アドレナリン受容体に結合して cAMP の増加を介してグリコーゲンの分解を促進する。
- 2) 肝細胞において、グルカゴンはアデニル酸シクラーゼの活性化を通してグリコーゲンの分解を促進する。
- 3) 膵臓から放出されるインスリンは、グリコーゲンの合成を促進する。
- 4) グルカゴンは、副腎から分泌される。
- 5) 筋ホスホプロテインホスファターゼ I は、グリコーゲン代謝に関与するタンパク質を脱リン酸化する。

[58] 解糖系を構成するホスホフルクトキナーゼに関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) フルクトース 1-リン酸からフルクトース 1,6-ビスリン酸を産生する。
- 2) リン酸化反応におけるリン酸基供与体は無機リン酸である。
- 3) 細胞内で AMP 濃度が高くなると酵素活性が上昇する。
- 4) 細胞内でフルクトース 3,6-ビスリン酸合成反応も触媒する。

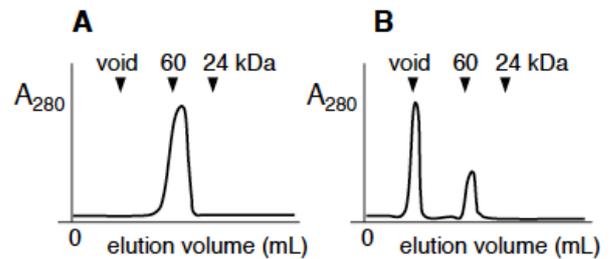
[59] 触媒に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 触媒活性を持つ酵素-補因子複合体をアポ酵素、補因子を取り去った触媒活性のないタンパク質をホロ酵素という。
- 2) 触媒のはたらきは、生成物の自由エネルギーを下げることである。
- 3) 触媒は逆反応の活性化自由エネルギーには影響しない。
- 4) 一般酸触媒はプロトンを引き抜くことで自由エネルギーを下げ、反応を促進する。
- 5) 共有結合触媒は、触媒の求核基と基質の求電子基の間に共有結合を作って反応を促進する。

[60] ディープマインド社のデミス・ハサビス氏およびジョン・ジャンパー氏は、深層学習モデルを利用した高精度なタンパク質立体構造予測プログラムの開発に貢献し、2024 年のノーベル化学賞を受賞した。このプログラムの名称として、最も適当なものを選び。

- 1) Swiss-model
- 2) Rosetta
- 3) HHpred
- 4) AlphaFold
- 5) Modeller

[61] 右の図は分子質量 58 kDa のタンパク質を精製後、ゲル濾過クロマトグラフィーを行った結果である。横軸に溶出の容量 (mL)、縦軸に溶出サンプルの吸光度 (280 nm) を示している。精製直後にゲル濾過を行った場合の溶出プロファイルはパネル A のようになったが、精製後 1 時間室温に静置後にゲル濾過を行った場合はパネル B のような溶出プロファイルとなった。ゲル濾過カラムの排除限界 (void) と分子質量サイズマーカーの溶出位置を示してある。この結果を説明する以下の文章において、最も適切なものを選べ。



- 1) 精製したタンパク質は溶液中で二量体を形成している。
- 2) 精製したタンパク質は室温 1 時間静置中に切断される。
- 3) 精製したタンパク質は室温 1 時間静置中に凝集する。
- 4) 精製直後のタンパク質は複数のコンフォメーションを持つ。
- 5) このタンパク質は細長い形状をしている。

[62] タンパク質の物性や動態を解析する手法に関する記述として、誤っているものを選べ。

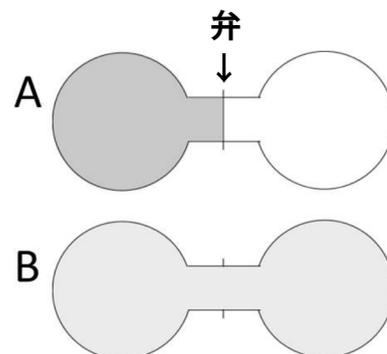
- 1) 蛍光共鳴エネルギー移動 (FRET) とは、蛍光分子 A の発する蛍光の波長が、近接する蛍光分子 B の励起波長と重なる場合に、A の励起により B が蛍光を発する現象のことをいう。
- 2) タンパク質に蛍光色素を付加し、極微小容積内で励起された蛍光分子の蛍光強度の時間変化を計測することで、タンパク質 1 分子レベルの拡散速度を求めることができる。
- 3) タンパク質の立体構造モデルを立てる場合、側鎖の位置を明瞭に示すには、10 Å の分解能のデータで十分である。
- 4) 適切な条件下におけばタンパク質が一晩で結晶を形成する場合がある。
- 5) 蛍光色素に高輝度の励起光を当て続けると、分子構造が変化し蛍光を放出できなくなる。

[63] 液体状の水はさまざまな反応の溶媒として機能している。水が液体の状態であることは、地球上における生命誕生にとって非常に重要な要素である。水の物性の記述として、誤っているものを選べ。

- 1) 有機溶媒に比べて誘電率が大きい。
- 2) 凍ると体積が増加する。
- 3) 有機溶媒に比べて表面張力が大きい。
- 4) 水分子は他の分子と最大 2 個の水素結合を作る。
- 5) 様々な極性物質をよく溶かす。

以下の文章を読んで問い[64]と[65]に答えよ。

二つの同じ大きさの球を弁で繋いだ装置を考える(右図)。初期状態においては、左の球に1モルの理想気体が入っており、右の球は真空である(A)。ここで弁を開くと気体は右の球にも広がり、等分に分配されるだろう(B)。弁の開閉動作によって、弁以外の球や装置の形はまったく変化しないとする。系全体は外部の温度  $T$  の熱源に接しており、内部の気体は常に温度  $T$  に保たれているものとする。弁を開く前後で、気体が外界から得た熱を  $q$  (外界から正の熱を得た場合に  $q$  は正、外界に正の熱を与えた場合に  $q$  は負)、外界からなされた仕事を  $w$  (気体が圧縮される方向の仕事の場合  $w$  は正、膨張する方向の場合  $w$  は負)、圧力変化を  $\Delta P$ 、エントロピー変化を  $\Delta S$  とする。



[64]  $w$  と  $q$  の値の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1)  $w = 0, q > 0$
- 2)  $w = 0, q = 0$
- 3)  $w = 0, q < 0$
- 4)  $w < 0, q = 0$
- 5)  $w < 0, q < 0$

[65]  $\Delta P$  と  $\Delta S$  の値の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- 1)  $\Delta P = 0, \Delta S > 0$
- 2)  $\Delta P = 0, \Delta S = 0$
- 3)  $\Delta P = 0, \Delta S < 0$
- 4)  $\Delta P < 0, \Delta S > 0$
- 5)  $\Delta P < 0, \Delta S = 0$

[66] SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) における、タンパク質の移動度に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) タンパク質の等電点に比例して大きくなる。
- 2) タンパク質がもつ負電荷の数に比例して小さくなる。
- 3) タンパク質がもつ正電荷の数に比例して大きくなる。
- 4) タンパク質の分子量の対数に比例して大きくなる。
- 5) タンパク質の分子量の対数に比例して小さくなる。

[67] 生体分子間に生じる相互作用に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) ファンデルワールス力はイオン間相互作用の中でもっとも強い。
- 2) 本来極性のない分子でもロンドン分散力によって互いに引き合うことがある。
- 3) 水は極性分子であり、液体では規則的な網目状の水素結合をつくる。
- 4) イオン結合は、一般に共有結合や水素結合より弱い結合である。
- 5) 水の沸点がメタンの沸点よりも低いのは、水素結合の影響による。