

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。

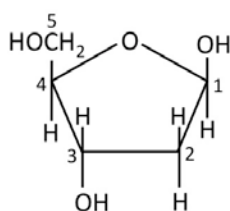
[1] ヒストンに多く含まれるアミノ酸の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- 1) リシン、アルギニン
- 2) アスパラギン酸、グルタミン酸
- 3) アスパラギン、トレオニン
- 4) バリン、イソロイシン
- 5) トリプトファン、チロシン

[2] 生体内で働く一般的な酵素の性質として、誤っているものを選び。

- 1) タンパク質である。
- 2) 反応速度を変化させる。
- 3) 熱感受性がある。
- 4) ΔG (自由エネルギーの変化量) の値を変化させる。
- 5) pH 感受性がある。

[3] 次の図は炭素原子に1～5の番号をつけてDNAを構成する糖を示している。DNAを構成するリン酸と結合する炭素原子、塩基と結合する炭素原子の番号の組み合わせとして、最も適当なものを選び。



	リン酸と結合する炭素原子	塩基と結合する炭素原子
1)	1 と 3	5
2)	3 と 5	1
3)	2 と 5	1
4)	1 と 2	5
5)	3 と 4	5

[4] エンドウ (*Pisum sativum* L.) において遺伝子 A 、 B は遺伝子 a 、 b に対してそれぞれ優性 (顕性) 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 $AaBb : Aabb : aaBb : aabb$ がおよそ $6 : 1 : 1 : 6$ の比率で分離した。 A 、 B 間の組換え価として、最も適当なものを選び。

- 1) 7 %
- 2) 14 %
- 3) 43 %
- 4) 50 %
- 5) 86 %

[5] 選択肢の動物の中で、脊椎動物に最も近縁と考えられているものを選び。

- 1) ホヤ
- 2) プラナリア
- 3) ゴキブリ
- 4) 線虫
- 5) ウニ

[6] 被子植物の種子休眠を促進するホルモンとして、最も適当なものを選び。

- 1) オーキシン
- 2) エチレン
- 3) ジベレリン
- 4) アブシシン酸
- 5) サイトカイニン

[7] 次の文章の空欄に当てはまる数値の組み合わせとして、最も適当なものを選び。ただし、極体の放出を阻止された卵は正常な細胞分裂を行うものとする。

2 倍体のサケの生殖細胞が正常に減数分裂を経て、卵と精子が受精すると（ ア ）倍体のサケの胚が誕生する。卵の第 2 極体放出を阻止したのちに、精子を受精させると（ イ ）倍体のサケが理論上作出でき、第 1 極体及び第 2 極体放出を阻止したのちに、精子と受精させると（ ウ ）倍体のサケが理論上作出できる。

- | | ア | イ | ウ |
|----|---|---|---|
| 1) | 1 | 2 | 3 |
| 2) | 2 | 3 | 4 |
| 3) | 2 | 3 | 5 |
| 4) | 2 | 4 | 6 |
| 5) | 3 | 5 | 7 |

[8] ヒトのミトコンドリアに関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 母性遺伝する。
- 2) 電子伝達系を持つ。
- 3) 脂質二重膜構造を持つ。
- 4) 解糖系により ATP を産生する。
- 5) アポトーシス制御に関与する。

[9] 動物個体を最上位層として、生命の階層レベルを下位に進む順序として、最も適当なものを選び。

- 1) 個体、精巣、泌尿生殖系、精子、プロタミン
- 2) 個体、泌尿生殖系、精巣、精子、プロタミン
- 3) 個体、精巣、泌尿生殖系、プロタミン、精子
- 4) 個体、プロタミン、精子、精巣、泌尿生殖系
- 5) 個体、プロタミン、精巣、精子、泌尿生殖系

[10] あるヒトの母親のミトコンドリア DNA を調べると多型（A、B、C とする）が存在した。しかし、その母親の 3 人の子供のミトコンドリア DNA を調べると、それぞれが A、B、C 一種類の型のミトコンドリアだけを持っていた。この遺伝様式を説明する用語として、最も適当なものを選び。

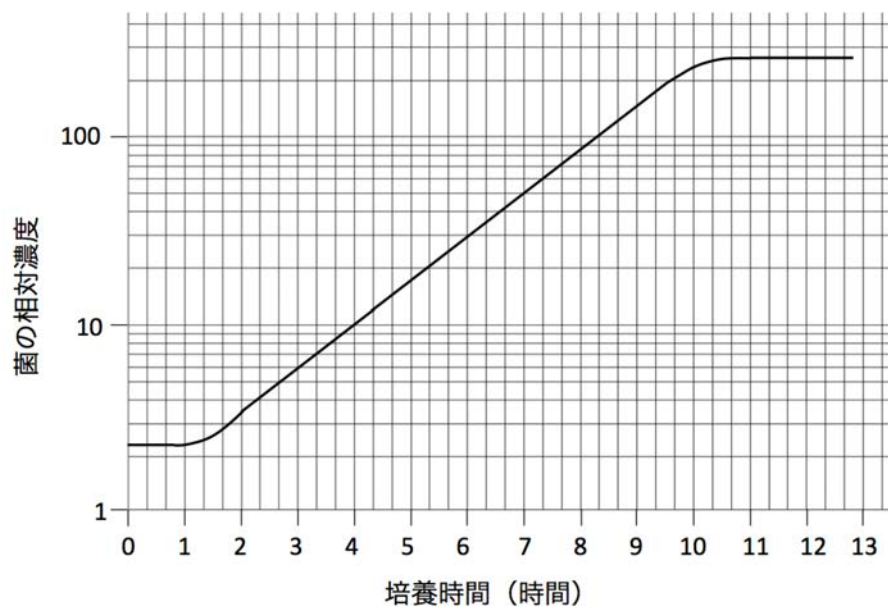
- 1) ボトルネック効果
- 2) 中立変異
- 3) 自然選択
- 4) 性選択（性淘汰）
- 5) 遺伝子流動

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

名古屋大学の細胞生物学実習で染太郎君は、メダカの生殖細胞から染色体標本を作製し、有糸分裂期と第一減数分裂期の染色体を観察した。すると有糸分裂中期には染色体が（ ア ）本、第一減数分裂前期（相同染色体の対合が起きる時期）には二価染色体が（ イ ）本観察できた。この結果をレポートで報告すると A+ の評価を得た。ただし、メダカは $2n=48$ であり、DNA 複製後の姉妹染色分体はセントロメア部で結合しており、観察では 1 本とカウントした。

- | | ア | イ |
|----|----|----|
| 1) | 24 | 24 |
| 2) | 48 | 48 |
| 3) | 48 | 24 |
| 4) | 48 | 96 |
| 5) | 96 | 96 |

[12] 次の図は大腸菌の増殖曲線である。図から求められる対数増殖期の細胞分裂時間として、最も適当なものを選び。



- 1) 30 分
- 2) 60 分
- 3) 80 分
- 4) 90 分
- 5) 120 分

[13] 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び。

- 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。

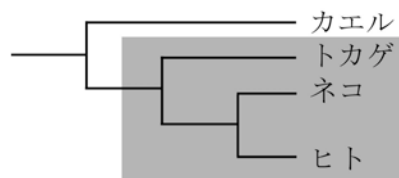
[14] 軸索に生じた活動電位は、通常軸索上を一方向に伝導し、逆戻りしない。その理由として、最も適当なものを選べ。

- 1) ランビエ絞輪が活動電位を一方向に伝導させるため。
- 2) 短い不応期が電位依存性ナトリウムチャネルの再開を妨げるため。
- 3) 軸索小丘は軸索終末よりも膜電位が低いため。
- 4) イオンが軸索に沿って一方向にしか流れないため。
- 5) 電位依存性ナトリウムチャネルと同カリウムチャネルは一方向にしか開かないため。

[15] 軸索終末であるシナプス前膜の脱分極が直接引き起こす現象として、最も適当なものを選べ。

- 1) 膜の電位依存性カルシウムチャネルが開く。
- 2) シナプス小胞が膜に融合する。
- 3) シナプス後細胞に活動電位が発生する。
- 4) リガンド開閉型チャネルが開き、神経伝達物質がシナプス間隙に出る。
- 5) シナプス後細胞に興奮性シナプス後電位 (EPSP) か抑制性シナプス後電位 (IPSP) が発生する。

[16] 次の系統樹に関する記述として、適当でないものを選べ。ただし、系統樹の枝の長さは分岐してからの時間を反映していない。



- 1) カエルはトカゲ、ネコ、ヒトを含む群の姉妹群である。
- 2) カエルはヒトと同程度にネコに近縁である。
- 3) トカゲは、ヒトに比べてカエルに近縁である。
- 4) 網掛けによって強調された群は単系統である。
- 5) トカゲとネコは祖先を共有している。

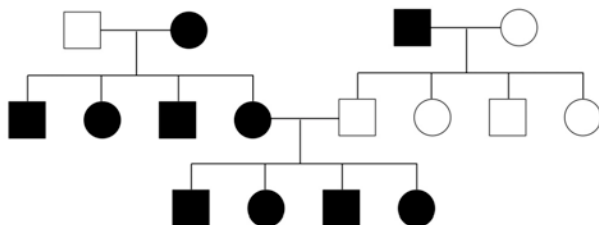
[17] アルコール発酵に関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 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。

[18] メダカのゲノム 1 ng を鋳型に、ゲノムに 1 つしかない遺伝子の特定の 1,000 bp を増幅するプライマーペアを用いて 25 サイクルの PCR を行った。PCR が理想的に (1 サイクル毎に 2 倍に増える) 進行したとして、得られる 1,000 bp 断片の量に最も近い数値を選べ。ただしメダカのゲノムサイズは 800 Mbp であり、 $2^{10}=1024 \approx 10^3$ である。

- 1) 5 ng
- 2) 10 ng
- 3) 20 ng
- 4) 40 ng
- 5) 80 ng

[19] 次はある遺伝病を発症するヒトの家系の家系図である。四角は男性、丸は女性、黒塗りはこの遺伝病を発症したことを示す。この遺伝病の遺伝様式として、最も適切なものを選べ。



- 1) 常染色体優性 (顕性)
- 2) 常染色体劣性 (潜性)
- 3) 性染色体優性 (顕性)
- 4) 性染色体劣性 (潜性)
- 5) 細胞質遺伝

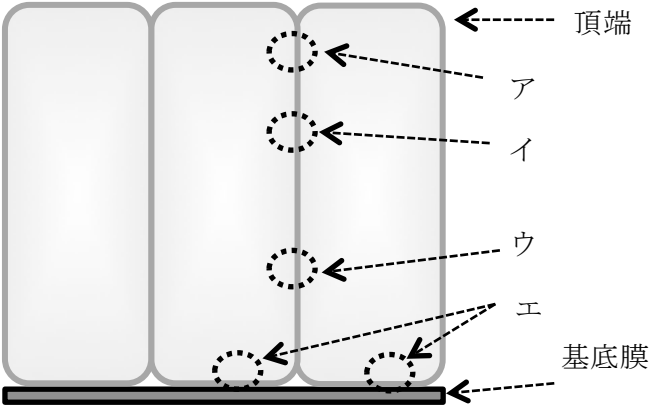
[20] 深海で核もミトコンドリアも持たない未知の生物を発見した。この生物が持つと期待される構造として、最も適切なものを選べ。

- 1) ゴルジ体
- 2) 葉緑体
- 3) リソソーム
- 4) 小胞体
- 5) リボソーム

[21] 半径 10 cm のローターを用いて $10,000 \times g$ で遠心する時の回転数 (rpm) に最も近い数値を選べ。ただし、重力加速度は 9.8 m/s^2 とする。

- 1) 10
- 2) 100
- 3) 1,000
- 4) 10,000
- 5) 100,000

[22] 動物の上皮組織には、ギャップ結合 (gap junction)、接着結合 (adherens junction)、デスモソーム (desmosome)、ヘミデスモソーム (hemidesmosome)、密着結合 (tight junction) という細胞接着装置が存在する。下に示す上皮細胞の模式図で、ア～エに位置する細胞接着装置の名称の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。



- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|----------|--------|--------|----------|
| 1) | 密着結合 | 接着結合 | ギャップ結合 | ヘミデスモソーム |
| 2) | ヘミデスモソーム | デスモソーム | 接着結合 | 密着結合 |
| 3) | 接着結合 | 密着結合 | ギャップ結合 | デスモソーム |
| 4) | ギャップ結合 | 接着結合 | 密着結合 | ヘミデスモソーム |
| 5) | 密着結合 | ギャップ結合 | 接着結合 | デスモソーム |

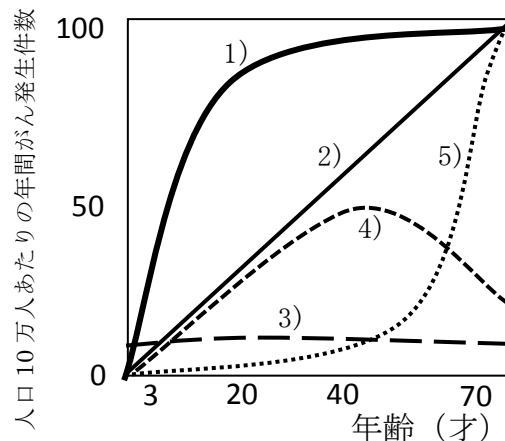
[23] 哺乳類小腸の上皮では絶えず細胞が入れ替わっている。右の小腸内壁断面の模式図に示された上皮中の A～D の領域に関する記述の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

- ア) 放射性チミジンを投与すると、投与開始数時間後に、この領域において最も多くの細胞が標識される。
- イ) この領域では、放射性チミジンの投与数時間後には標識は存在しないが、2日後には標識された細胞が多数存在する。
- ウ) 小腸上皮組織の幹細胞が存在する。
- エ) 細胞が脱落して死んでいく。

図削除

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|---|---|---|---|
| 1) | B | C | A | D |
| 2) | D | C | B | A |
| 3) | C | A | B | D |
| 4) | C | B | D | A |
| 5) | B | D | A | C |

[24] がんは基本的には体細胞変異によって引き起こされると考えられている。人口 10 万人あたりの年間大腸がん発生件数と年齢との関係を示したグラフとして、最も適当なものを右図の 1)～5) から選べ。



[25] 細胞骨格に関する記述として、適当でないものを選べ。

- 1) キネシンは微小管に沿って小胞体膜を動かすので、動物では小胞体の管系が細胞内に張り巡らされる。
- 2) アクチンなしでも動物細胞は機能的な紡錘体を作り染色体を引き離せるが、細胞質分裂はできない。
- 3) 神経軸索中のほとんどの微小管は同じ方向を向き、プラス端が軸索末端側にある。
- 4) チューブリンによる GTP の加水分解が鞭毛の屈曲を引き起こす。
- 5) 動物細胞の葉状仮足ではプラス端が細胞膜に向かって並んだアクチンフィラメントが網目構造を作っている。

[26] ヒトの体にはおよそ 10^{13} 個の細胞が存在すると言われている。ある細胞が変異によって、どんな制御も受けずに限りなく分裂できる能力を獲得したと仮定しよう。さらに、この細胞が 24 時間ごとに 1 回分裂を繰り返し、また、生じた細胞は一つも死なないと仮定した場合、一つの細胞が 10^{13} 個まで増殖するのにかかる時間として、最も適当なものを選べ。ただし、 $2^{10}=1024 \div 10^3$ である。

- 1) 約 13 日
- 2) 約 43 日
- 3) 約 318 日
- 4) 約 4 年
- 5) 約 18 年

[27] G タンパク質共役型受容体 (GPCR) は細胞外のシグナルに反応し、G タンパク質を活性化することにより細胞内へとシグナルを伝達する。GPCR によって活性化された G タンパク質を元通りの不活性化状態にする重要な役割を担う分子、あるいは機構として、最も適当なものを選べ。

- 1) グアニンヌクレオチド交換因子 (GEF)
- 2) GTP アーゼ活性化タンパク質 (GAP)
- 3) GPCR からのネガティブフィードバック
- 4) タンパク質ホスファターゼ
- 5) 単量体 GTP 結合タンパク質

[28] 次のアミノ酸配列のうち、核局在タンパク質の一部である可能性が高いものとして、最も適当なものを選び。

- 1) PIERVKLLLQVQ
- 2) MRLPAQLLGLLM
- 3) EPCSQEPSKDEL
- 4) YHKHLKPLQSKL
- 5) MSRRRKANPTKL

[29] 自己複製に必要な時間を稼ぐために多くのウイルスは感染した細胞のアポトーシス(プログラム細胞死)を積極的に阻害する。しかし、シンドビスウイルス(Sindbis virus)に感染した神経細胞では、ウイルスによってアポトーシスが誘導されることが Victor Nava らによって示された。この研究に役立ったアポトーシスを阻害する薬剤として、最も適当なものを選び。

- 1) zVAD-FMK (カスパーゼの阻害剤)
- 2) MG132 (プロテアソームの阻害剤)
- 3) タキソール (微小管の安定化剤)
- 4) ノコダゾール (微小管の脱重合促進剤)
- 5) サイトカラシン (アクチンの重合・伸長阻害剤)

[30] 次の細胞小器官のうち、通常は RNA を含んでいないものを選び。

- 1) 粗面小胞体
- 2) ミトコンドリア
- 3) 核
- 4) ゴルジ体
- 5) 葉緑体

[31] シグナル分子には短距離でしか働かないものがある。短距離で働くシグナル分子は膜貫通タンパク質であったり、化学的に不安定であったり、または分泌後速やかに酵素によって分解されたりするものが多い。短距離で働くシグナル分子の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

- 1) 血小板由来増殖因子、アドレナリン
- 2) GABA、コルチゾール
- 3) チロキシン、神経成長因子
- 4) エストラジオール、上皮増殖因子
- 5) 一酸化窒素、デルタ

[32] 細胞質に中間径フィラメントを多量に含んでいる細胞として、最も適当なものを選び。

- 1) 大腸菌
- 2) 脊椎動物の精子細胞
- 3) 哺乳類皮膚の表皮細胞
- 4) *Amoeba proteus* (独立生活を営むアメーバ)
- 5) 植物の表皮細胞

[33] 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部分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、イオンや水溶性の物質をタンパク質の介在なしに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) 小胞体やゴルジ体の内腔で糖鎖修飾を受けた膜貫通タンパク質が細胞膜へと輸送された場合、付加された糖鎖は細胞質側に露出している。
- 5) 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。

[34] 神経細胞のイオンチャネルと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) 脱分極とは、膜電位の値が静止電位よりもさらに小さくなることである。
- 2) 活動電位は細胞膜のごく一部で生じるため、それが隣接部分に伝わって軸索の末端まで到達することは無い。
- 3) シグナルを伝達する神経細胞（シナプス前細胞）の膜と受け取る細胞（シナプス後細胞）の膜は隙間無く接着しており、電気シグナルが直接伝わる。
- 4) アセチルコリンは神経伝達物質の一種である。
- 5) 一つの神経細胞は最大でも数個の神経細胞としかシナプスを形成しない。

[35] 生体内のタンパク質の翻訳後修飾やアミノ酸同士の結合に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) セリン残基、トレオニン残基、チロシン残基はリン酸化修飾を受けることがある。
- 2) リシン残基はユビキチン化修飾を受けることがある。
- 3) システイン残基はジスルフィド結合によって、他のシステイン残基と結合することがある。
- 4) アスパラギン酸残基は N 結合型糖鎖修飾を受けることがある。
- 5) セリン残基、トレオニン残基は O 結合型糖鎖修飾を受けることがある。

[36] アミノ酸に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) リシンは塩基性アミノ酸である。
- 2) システインの側鎖は硫黄原子を含む。
- 3) アルギニンの側鎖は負電荷を有する。
- 4) バリンは非極性アミノ酸である。
- 5) トリプトファンは芳香族アミノ酸である。

[37] ヒト（動物）とトウモロコシ（植物）のからだを構成する成分の組成を見ると、最も多いのは共通して水である。ヒトでは 2 番目にタンパク質が多い。トウモロコシで 2 番目に多い成分として、最も適当なものを選び。

- 1) タンパク質
- 2) 無機塩類
- 3) 炭水化物
- 4) 脂質
- 5) 核酸

[38] 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。

光合成暗反応の炭素固定回路では、大気由来の CO_2 が五炭糖の（ ア ）と反応して、3 個の炭素原子を含む 3-ホスホグリセリン酸が 2 分子つくられる。この反応を触媒するのが、ルビスコと呼ばれる（ イ ）である。また、この回路でつくられる（ ウ ）の一部は糖、脂肪、アミノ酸合成の材料に使われる。

	ア	イ	ウ
1)	グリセルアルデヒド 3-リン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ	リブロース 1,5-ビスリン酸
2)	1,3-ビスホスホグリセリン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ	グリセルアルデヒド 3-リン酸
3)	リブロース 1,5-ビスリン酸	リブロース 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ／オキシゲナーゼ	グリセルアルデヒド 3-リン酸
4)	リブロース 1,5-ビスリン酸	カルボニックアンヒドラーゼ	1,3-ビスホスホグリセリン酸
5)	フルクトース 1,5-ビスリン酸	カルボニックアンヒドラーゼ	リブロース 1,5-ビスリン酸

[39] 光合成の明反応で生成され、 CO_2 の固定に利用される物質として、最も適当なものを選べ。

- 1) ATP と NADPH
- 2) ATP と NADH
- 3) ATP と NADP^+
- 4) GTP と NADP^+
- 5) GTP と NADPH

[40] ヒトにおける減数分裂の記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) 1 個の二倍体細胞から 2 個の遺伝的に同一な二倍体細胞ができる。
- 2) 1 個の二倍体細胞から 4 個の遺伝的に同一な一倍体細胞ができる。
- 3) 1 個の二倍体細胞から 2 個の遺伝的に同一な一倍体細胞ができる。
- 4) 1 個の二倍体細胞から 4 個の遺伝的に同一でない一倍体細胞ができる。
- 5) 1 個の二倍体細胞から 2 個の遺伝的に同一でない二倍体細胞ができる。

[41] タンパク質の分離・精製に関する記述として、誤っているものを選べ。

- 1) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動では、正に荷電した SDS がタンパク質に結合し、タンパク質は陰極に引き寄せられて移動する。
- 2) ゲル濾過クロマトグラフィーでは、多孔性のビーズの孔に入り込める小さな分子は、ビーズ内部に入り込めない大きな分子よりも遅れて溶出される。
- 3) 抗体を結合したビーズを用いて、雑多なタンパク質混合溶液から抗原のタンパク質を濃縮・精製する方法はアフィニティークロマトグラフィーの一種である。
- 4) 細胞ホモジェネートの遠心分離操作では、形が大きく密度の高い成分は、形が小さく密度の低い成分よりも沈殿しやすい。
- 5) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動では、タンパク質の形状や複合体形成による移動度の違いを最小限にし、分子量によって移動度が決まる様に、SDS でタンパク質の立体構造を壊してから泳動する。

[42] 次の文章の空欄にあてはまる数値として、最も適当なものを選べ。

DNA 二重らせんの隣接する塩基対の距離は約 () nm である。したがって、ヒト 1 細胞が持つ 60 億塩基対の DNA を合計した長さは約 2 m となる。

- 1) 340
- 2) 34
- 3) 3.4
- 4) 0.34
- 5) 0.034

[43] 次の文の空欄にあてはまる数値として、最も適当なものを選べ。

CRISPR/Cas9 を用いたゲノム編集では、標的 DNA 配列は一般的にガイド RNA の 5' 末端約 () 塩基によって認識される。

- 1) 10
- 2) 20
- 3) 30
- 4) 40
- 5) 50

[44] GFP (Green Fluorescent Protein) は自身のセリン、芳香族アミノ酸 X、グリシンからなるトリペプチドで発色団を形成するため、補因子を必要とせずに蛍光を発することができる。X に該当するアミノ酸として、最も適当なものを選べ。

- 1) リシン
- 2) アルギニン
- 3) システイン
- 4) チロシン
- 5) メチオニン

[45] 次の制限酵素で処理した DNA 断片のうち、*Xho* I (5'-C*TCGAG-3') で処理した DNA 断片とライゲーション反応で連結できるものを選べ。ただし、*は切断部位を示す。

- 1) *Age* I (5'-A*CCGGT-3')
- 2) *Bam* HI (5'-G*GATCC-3')
- 3) *Eco* RI (5'-G*AATTC-3')
- 4) *Hind* III (5'-A*AGCTT-3')
- 5) *Sal* I (5'-G*TCGAC-3')

[46] SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) を用いて、200 kDa と 150 kDa のタンパク質を分離したい。これら 2 つのタンパク質を分離するための分離ゲルの濃度として、最も適当なものを選べ。

- 1) 5 %
- 2) 10 %
- 3) 15 %
- 4) 20 %
- 5) 25 %

[47] 紫外線照射によってゲノム DNA に生じたチミン二量体（ピリミジン二量体）のチミン塩基間を結ぶ共有結合を切断して、元通りに修復する酵素として、最も適当なものを選べ。

- 1) メチル基転移酵素
- 2) グリコシラーゼ
- 3) AP エンドヌクレアーゼ
- 4) ヘリカーゼ
- 5) DNA フォトリアーゼ

[48] Y ファミリーに分類される DNA ポリメラーゼの機能として、最も適当なものを選べ。

- 1) 誤対合修復
- 2) 二本鎖切断修復
- 3) ニックの修復
- 4) 損傷乗り越え DNA 合成
- 5) 塩基除去修復

[49] テロメラーゼに関する記述として、最も適当なものを選べ。

- 1) DNA ポリメラーゼ活性をもつ単一の酵素と RNA 分子から形成されている。
- 2) エキソヌクレアーゼ活性をもち、テロメアの一本鎖 DNA 領域の 3'末端を分解する。
- 3) DNA リガーゼ活性をもち、テロメアの岡崎フラグメントを連結する。
- 4) 逆転写酵素活性をもち、自身の RNA 成分を鋳型として一本鎖 DNA の 3'末端を伸長する。
- 5) RNA ポリメラーゼ活性をもち、ラギング鎖のプライマーRNA を合成する。

[50] 岡崎フラグメントの説明として、最も適当なものを選べ。

- 1) DNA ポリメラーゼによってリーディング鎖に合成される短い DNA 断片。
- 2) DNA ポリメラーゼによってラギング鎖に合成される短い DNA 断片。
- 3) プライマーゼによってリーディング鎖に合成されるプライマーRNA 断片。
- 4) プライマーゼによってラギング鎖に合成されるプライマーRNA 断片。
- 5) プライマーゼによってリーディング鎖およびラギング鎖に合成されるプライマーRNA 断片。

[51] 次の図 1 に示された 2 つの DNA 間で、Cre-loxP システムによる部位特異的組換えが起こった場合に生じる DNA の構成として、最も適当なものを選び。黒塗りは Cre-loxP システムの組換え酵素識別配列、白三角は交差領域とその向き、A、B、X、Y は組換え酵素識別配列に隣接する DNA 領域を表す。

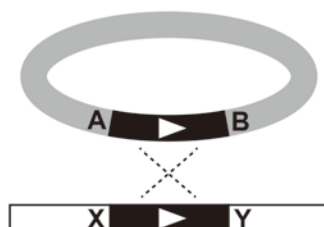


図 1

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

[52] RNA ポリメラーゼに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 真核生物の Pol I は rRNA 前駆体の遺伝子を転写する。
- 2) Pol IV と Pol V は植物にしか存在せず、短鎖干渉 RNA を転写する。
- 3) RNA ポリメラーゼも DNA ポリメラーゼと同様に RNA プライマーを転写開始に必要とする。
- 4) 大腸菌には RNA ポリメラーゼのコア酵素は 1 種類しか存在しない。
- 5) RNA ポリメラーゼはプロモーター DNA と閉鎖型複合体を形成したのち、開放型複合体となる。

[53] RNA スプライシングに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) エキソン内の塩基配列はスプライシング部位の決定には関係しない。
- 2) スプライシングを行うスプライソソームはタンパク質と RNA から構成される。
- 3) スプライシングの過程で、イントロンは投げ縄 (lariat) 構造をとることがある。
- 4) RNA 分子の中には自己スプライシングを行うものがある。
- 5) スプライシングによって別々の RNA 分子のエキソンが結合することがある。

[54] 翻訳の効率を制御する仕組みに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 大腸菌の mRNA には、開始コドンの下流 (3'側) にリボソーム結合部位として働く短い配列がある。
- 2) 真核生物の mRNA の 5' キャップ構造には、翻訳の開始に関与する因子が結合する。
- 3) 真核生物の mRNA のポリ A 配列によって翻訳効率が高められる。
- 4) mTOR キナーゼは eIF4E 結合タンパク質のリン酸化を介して翻訳効率を促進する。
- 5) シクロヘキシミドはリボソーム内で起こるペプチジル転移反応を阻害することで翻訳を阻害する。

[55] 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) プリン塩基からピリミジン塩基への置換をトランスバージョンという。
- 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) 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。
- 4) 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。
- 5) 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。

[56] 下図の DNA 断片の全長を増幅するプライマー配列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.....は塩基配列が省略されていることを表す。

DNA 配列

5'-GGTATGCACGTGACGTACGT.....GTGACGTGATGAGGGAGTGA-3'
3'-CCATACGTGCACTGCATGCA.....CACTGCACTACTCCCTCACT-5'

- 1) 5'-GGTATGCACGTGACGTACGT-3' と 5'-GTGACGTGATGAGGGAGTGA-3'
- 2) 5'-CCATACGTGCACTGCATGCA-3' と 5'-CACTGCACTACTCCCTCACT-3'
- 3) 5'-GGTATGCACGTGACGTACGT-3' と 5'-TCACTCCCTCATCACGTCAC-3'
- 4) 5'-ACGTACGTCACGTGCATACC-3' と 5'-GTGACGTGATGAGGGAGTGA-3'
- 5) 1)-4) のすべて

[57] 酵母の転写因子 Gal4 に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) 酵母においては、Gal4 は *GAL1* 遺伝子上流活性化配列 (UAS) に結合する。
- 2) Gal4 タンパク質は DNA 結合ドメインと転写活性化ドメインを含む。
- 3) ガラクトース非存在下では、Gal4 に Gal80 が結合し Gal4 の転写活性化能を阻害する。
- 4) 酵母 two hybrid 法では、Gal4 がホモダイマーになることを利用してタンパク質間相互作用を検出する。
- 5) Gal4 を介した転写活性化には介在複合体が関与している。

[58] 真核生物の核ゲノムにおいて遺伝子サイレンシングを誘導するタンパク質、タンパク質複合体として、適当でないものを選び。

- 1) ヒストンメチラーゼ
- 2) MeCP2 (methyl-CpG-binding protein 2)
- 3) ヒストンアセチルトランスフェラーゼ
- 4) polycomb 群複合体
- 5) DNA メチルトランスフェラーゼ

[59] CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat) に関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) CRISPR は、細菌や古細菌がファージやプラスミドの配列をゲノムに取り込んだものであり、細菌や古細菌の獲得免疫に関与する。
- 2) CRISPR 遺伝子座には、CRISPR 生成および機能に関わる *cas* 遺伝子群が存在する。
- 3) 化膿レンサ球菌の CRISPR 配列と *cas9* を利用してゲノム編集が可能となっている。
- 4) CRISPR を用いたゲノム編集における標的 DNA の切断には、標的を認識するガイド RNA と *cas9* RNA が DNA 上に集合する必要がある。
- 5) CRISPR を用いたゲノム編集によって切断されたゲノム DNA は修復過程で遺伝子変異が導入されることがある。

[60] 脊椎動物初期発生における胚葉形成および体軸形成に関する記述として、誤っているものを選び。

- 1) BMP は腹側中胚葉の誘導に関与する。
- 2) Chordin は神経外胚葉の誘導に関与する。
- 3) Wnt は後方組織の形成に関与する。
- 4) Nodal は側板中胚葉の左側化に関与する。
- 5) Activin は表皮外胚葉の誘導に関与する。

[61] 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ファクターである。水の物性の記述として、最も適当なものを選び。

- 1) 凍ると体積が減少する。
- 2) 水分子は他の分子と最大 2 個の水素結合を作る。
- 3) 表面張力が小さい。
- 4) 誘電率が大きい。
- 5) 様々な非極性物質をよく溶かす。

[62] 大腸菌の細胞内容積を $2\ \mu\text{m}^3$ ($2 \times 10^{-15}\ \text{l}$) とする。大腸菌細胞内に 1 分子だけ存在する分子のモル濃度として、最も適当なものを選び。

- 1) $8.3 \times 10^{-11}\ \text{M}$
- 2) $8.3 \times 10^{-10}\ \text{M}$
- 3) $8.3 \times 10^{-9}\ \text{M}$
- 4) $8.3 \times 10^{-8}\ \text{M}$
- 5) $8.3 \times 10^{-7}\ \text{M}$

[63] ペプチド、タンパク質分析に関する記述として、最も適当なものを選び。

- 1) エドマン分解を用いてペプチドのアミノ酸配列を決定する事が可能であるが、1段階のエドマン分解によってカルボキシ末端のアミノ酸1残基を分解できる。
- 2) タンパク質の切断に用いられるブロモシアン（臭化シアン）は、メチオニン残基のカルボキシ基側を特異的に切断する。
- 3) トリプシンは酸性アミノ酸を優先的に切断する。
- 4) 尿素はジスルフィド結合を還元して切断する。
- 5) タンパク質のような巨大分子の分析に質量分析法を使うことはできない。

[64] 酵素反応における活性化エネルギーに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) 活性化エネルギーは、反応物の自由エネルギーと遷移状態の自由エネルギーとの差である。
- 2) 活性化エネルギーが大きいほど、反応速度は大きい。
- 3) 遷移状態が二つある場合、活性化エネルギーが大きい方が律速段階になる。
- 4) 触媒は活性化エネルギーを下げる。
- 5) 活性化エネルギーが下がると、逆反応も同様に促進される。

[65] ヌクレオチドに関する記述として、適当でないものを選び。

- 1) ヌクレオチドはヌクレオシドがリン酸化されたものである。
- 2) アデノシン三リン酸（ATP）は、アデニン、デオキシリボース、3つのリン酸基からなる。
- 3) 細胞内ヌクレオチドのほとんどはポリマー型で存在している。
- 4) ポリヌクレオチドのリン酸基は酸性なので、核酸は生理的 pH で多価陰イオンである。
- 5) DNA はヌクレオチドがホスホジエステル結合で結合したポリマーである。

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

多糖は単糖がグリコシド結合で結びついたもので、生物にとって重要な機能を果たしている。代表的な多糖として、エネルギーの貯蔵に重要なデンプンを構成する（ア）やアミロペクチン、植物の細胞壁成分として構造維持に機能するセルロースなどが知られている。（ア）はグルコースが（イ）グリコシド結合したもの、セルロースはグルコースが（ウ）グリコシド結合したものである。

	ア	イ	ウ
1)	グリコーゲン	$\alpha(1\rightarrow4)$	$\beta(1\rightarrow4)$
2)	アミロース	$\alpha(1\rightarrow4)$	$\beta(1\rightarrow4)$
3)	グリコーゲン	$\beta(1\rightarrow4)$	$\alpha(1\rightarrow4)$
4)	アミロース	$\alpha(1\rightarrow4)$	$\alpha(1\rightarrow4)$
5)	アミロース	$\beta(1\rightarrow4)$	$\alpha(1\rightarrow4)$

[67] 電位依存チャネルの機能の例として、ニューロンにおける電気シグナルの発生について述べた次の文章の空欄にあてはまる語、イオンの組み合わせとして、最も適当なものを選び。

哺乳類のニューロンは興奮性の刺激により（ ア ）チャネルを開いて自発的に細胞内に（ イ ）を流入させる。その結果、局所的に膜電位が（ ウ ）すると、近くの電位依存性（ エ ）チャネルが開く。こうして起こる局所的な膜の（ オ ）分極が今度は近くの電位依存性（ カ ）チャネルを開き、（ キ ）の細胞外への流出を促進する。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|-----------------|----|---|-----------------|
| 1) | Na ⁺ | 上昇 | 脱 | K ⁺ |
| 2) | Na ⁺ | 上昇 | 過 | K ⁺ |
| 3) | Na ⁺ | 下降 | 脱 | K ⁺ |
| 4) | K ⁺ | 上昇 | 過 | Na ⁺ |
| 5) | K ⁺ | 下降 | 脱 | Na ⁺ |

[68] 大学院生の X さんはマウスのニューロンにおける受容体 Y の局在を調べる目的で免疫組織染色を行う計画を立て、一次抗体として以下の製品情報が添付された抗体を用意した。用いるビオチン標識された二次抗体として、最も適当なものを選び。

製品情報：抗原種 Rabbit、免疫動物 Goat、交叉性 Mouse/Rabbit

- 1) mouse anti-rabbit IgG (H+L)
- 2) rabbit anti-mouse IgG (H+L)
- 3) horse anti-goat IgG (H+L)
- 4) goat anti-rabbit IgG (H+L)
- 5) goat anti-mouse IgG (H+L)

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

大学院生の X さんはある機能成分がパラメーター A に与える影響を評価する目的で、実験動物 60 匹を 2 群に分け、一方には対照食（コントロール食）を、他方にはある機能成分が添加された試験食を与えた。2 群間でパラメーター A に違いがあるかを検討するため、母集団の正規性を検討したところ、正規分布していなかったため、（ ア ）検定を用いることとした。2 群を比較できる（ ア ）検定として（ イ ）検定を実施し有意差の有無を確認した。

- | ア | イ |
|--------------|--------------------|
| 1) ノンパラメトリック | t |
| 2) ノンパラメトリック | Mann Whitney の U |
| 3) パラメトリック | t |
| 4) パラメトリック | Mann Whitney の U |
| 5) パラメトリック | Kolmogorov-Smirnov |

[70] 次の文章の空欄にあてはまる数字、用語の組み合わせとして、最も適当なものを選び。

解糖によって1分子のグルコースから（ア）分子の（イ）が生じる。この過程では差し引き（ウ）分子のATPと2分子の（エ）が生じる。（エ）は、ミトコンドリア内におけるATP合成などに使われる。

	ア	イ	ウ	エ
1)	1	アセチル CoA	4	NADH
2)	2	ピルビン酸	2	NADH
3)	2	アセチル CoA	2	NADH
4)	2	ピルビン酸	2	NADPH
5)	2	ピルビン酸	4	NADH

[71] 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び。

- 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

[72] ミカエリス・メンテンの式に関する記述として、最も適当なものを選び。ただし、 K_M はミカエリス定数、 V_{max} は反応の最大速度とする。

- 1) ミカエリス・メンテン式は平衡状態の反応速度と基質濃度の関係を示す。
- 2) K_M とは V_{max} を示す基質濃度である。
- 3) 反応初速度の逆数と基質濃度をプロットすると直線にのり、 K_M と V_{max} を求めることができる。
- 4) K_M は、酵素と基質の組み合わせに応じて特有の値となる。
- 5) 競合阻害剤は V_{max} の値を変化させる。

[73] 次の文章の空欄に入る用語の組合せとして、最も適当なものを選び。

骨や腱などに含まれるコラーゲンは繊維状タンパク質でグリシンが約30%、（ア）と（イ）で10～30%を占めるという独特なアミノ酸組成をしている。また、動物の毛や爪を構成するケラチンには α 型と β 型があり、 α 型を湿った状態で加熱し引き伸ばすとコンフォメーションが変化して β 型になる。 α ケラチンと β ケラチンの基本的二構造はそれぞれ（ウ）構造と（エ）構造である。

	ア	イ	ウ	エ
1)	プロリン	ヒドロキシプロリン	α ヘリックス	β シート
2)	プロリン	セリン	β シート	α ヘリックス
3)	アラニン	セリン	α ヘリックス	β シート
4)	アラニン	ヒドロキシプロリン	β シート	α ヘリックス
5)	アラニン	ヒドロキシプロリン	α ヘリックス	β シート

[74] 酵素の競合阻害剤の説明として、最も適当なものを選び。

- 1) 酵素に不可逆的に結合する阻害剤。
- 2) 酵素-基質複合体にのみ結合する阻害剤。
- 3) 酵素の基質結合部位に結合する阻害剤。
- 4) 遊離の酵素にも酵素-基質複合体にも結合する阻害剤。
- 5) 基質結合に影響せず触媒作用に影響する阻害剤。

[75] 栄養素であるビタミンは、水溶性と脂溶性の2種類に分けることができ、水溶性ビタミンは補酵素またはその前駆体となることが多い。プロリンをヒドロキシ化する酵素であるプロリルヒドロキシラーゼの補酵素であり、ヒトで欠乏すると壊血病を引き起こす水溶性ビタミンとして、最も適当なものを選び。

- 1) ビタミン A
- 2) ビタミン C
- 3) ビタミン D
- 4) ビタミン E
- 5) ビタミン K

[76] ある細胞において、4つの代謝物 W、X、Y、Z と3つの酵素 A、B、C が関係している3段階からなる代謝経路を考える。この代謝経路に関して、次の4つの情報が得られた。(1) 酵素 B の阻害剤を加えると、Z が蓄積した。(2) 酵素 C を欠失した変異株は、培地に Y を添加することで増殖した。(3) 酵素 A の阻害剤を加えると、W、Y、Z が蓄積した。(4) 酵素 C の阻害剤を加えると、W と Z が蓄積した。この代謝経路の順序として、もっとも適当なものを選び。

- 1) $Z \rightarrow X \rightarrow Y \rightarrow W$
- 2) $X \rightarrow Y \rightarrow W \rightarrow Z$
- 3) $W \rightarrow Z \rightarrow Y \rightarrow X$
- 4) $Z \rightarrow Y \rightarrow X \rightarrow W$
- 5) $Z \rightarrow W \rightarrow Y \rightarrow X$

[77] グリコーゲン合成におけるグリコーゲンシンターゼによる反応として、最も適当なものを選び。

- 1) $\text{ADP-グルコース} + \text{グリコーゲン (n 残基)} \rightarrow \text{ADP} + \text{グリコーゲン (n+1 残基)}$
- 2) $\text{GDP-グルコース} + \text{グリコーゲン (n 残基)} \rightarrow \text{GDP} + \text{グリコーゲン (n+1 残基)}$
- 3) $\text{TDP-グルコース} + \text{グリコーゲン (n 残基)} \rightarrow \text{TDP} + \text{グリコーゲン (n+1 残基)}$
- 4) $\text{CDP-グルコース} + \text{グリコーゲン (n 残基)} \rightarrow \text{CDP} + \text{グリコーゲン (n+1 残基)}$
- 5) $\text{UDP-グルコース} + \text{グリコーゲン (n 残基)} \rightarrow \text{UDP} + \text{グリコーゲン (n+1 残基)}$

[78] 次の文の空欄にあ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。

クエン酸サイクル(回路)は、1回りごとに2分子の(ア)、3分子の(イ)、1分子の(ウ)と、1分子の高エネルギー化合物である(エ)を生じる。

- | | ア | イ | ウ | エ |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
| 1) | CO_2 | NADH | FADH_2 | GTP |
| 2) | NADH | CO_2 | FADH_2 | ATP |
| 3) | FADH_2 | NADH | CO_2 | GTP |
| 4) | NADH_2 | CO_2 | FADH | ATP |
| 5) | CO_2 | FADH_2 | NADH | GTP |

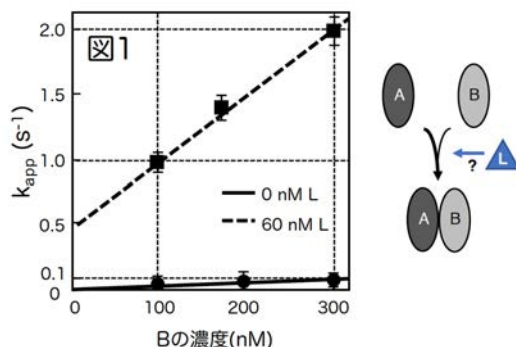
[79] 葉緑体の中で光合成の明反応が生じる部位として、最も適当なものを選び。

- 1) 外膜 (外包膜)
- 2) 内膜 (内包膜)
- 3) ストロマ
- 4) チラコイド
- 5) クリステ

タンパク質 A と B は複合体を形成する。最近、リガンド L が AB 複合体に相互作用する可能性が示唆された。そこで、L 存在下における AB 複合体の形成速度を解析した。この実験では、A に対し B が過剰量存在する条件で複合体形成を計測し、A-B 結合反応 (AB 複合体変化量) を 1 次反応として近似して、見かけ上の反応速度定数 (k_{app}) を得た。この時、次の式 1 が成り立つ。

$$k_{app} = k_{on} \times [B] + k_{off} \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 $[B]$ は B の初期濃度、 k_{on} は結合速度定数、 k_{off} は解離速度定数である。B の濃度を変化させて実験を行い、各 B 濃度に対して得た k_{app} をプロットしたのが図 1 である。この解析に関する [80] ~ [82] の問いに答えよ。



[80] 結合速度定数 k_{on} と解離速度定数 k_{off} の単位について、最も適当な組み合わせを選び。なお、 $M (= \text{mol } \ell^{-1})$ は molar、s は second である。

- 1) k_{on} は M^{-1} 、 k_{off} は Ms
- 2) k_{on} は M^{-1} 、 k_{off} は s
- 3) k_{on} は $M^{-1}s^{-1}$ 、 k_{off} は s^{-1}
- 4) k_{on} は s^{-1} 、 k_{off} は $M^{-1}s^{-1}$
- 5) k_{on} は s^{-1} 、 k_{off} は s^{-1}

[81] 図 1 の結果から、60 nM の L の存在下で見積もられた k_{on} の数値として、最も適切なものを選び。

- 1) $5.0 \times 10^6 M^{-1}s^{-1}$
- 2) $3.3 \times 10^5 M^{-1}s^{-1}$
- 3) $1.0 \times 10^6 s^{-1}$
- 4) $5.0 \times 10^5 s^{-1}$
- 5) $3.3 \times 10^6 M^{-1}$

[82] 図1の結果の解釈として最も適切なものを選び。なお、0 nM L のとき 300 nM B では k_{app} は 0.1 s^{-1} である。

- 1) 60 nM の L により A と B の解離速度定数が 5 倍大きくなる。
- 2) 60 nM の L により A と B の結合速度定数が 3.3 倍大きくなり、複合体形成が促進される。
- 3) 60 nM の L により、A と B の解離が 15 倍遅くなり、複合体が安定化する。
- 4) L が存在しないと、60 nM の L 存在下に比べて複合体が 5 倍の速度で解離してしまう。
- 5) 60 nM の L により、A と B の結合速度が 15 倍速くなり、複合体の形成が促進される。

同じ実験を独立に n 回行った。 i 番目の実験における観測値を x_i とする。この実験結果は平均値 a 、標準偏差 σ の正規分布に従うと仮定した場合、[83]～[85]の問いに答えよ。

[83] 平均値 a を推定する式として、最も適切なものを選び。

- 1) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- 2) $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i$
- 3) $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n x_i^2$
- 4) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$
- 5) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ ただし、 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

[84] 標準偏差 σ を推定する式として、最も適切なものを選び。ただし、 $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ とする。

- 1) $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- 2) $\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$
- 3) $\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
- 4) $\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$
- 5) $\sqrt{\frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$

[85] [83]で求めた平均値推定値が持つ標準偏差（標準誤差）を推定する式として、最も適当なものを選べ。

- 1) $\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2$
- 2) $\frac{1}{n}\sqrt{\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}$
- 3) $\frac{1}{n-1}\sqrt{\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}$
- 4) $\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}$
- 5) $\sqrt{\frac{1}{(n-2)(n-1)}\sum_{i=1}^n(x_i - \bar{x})^2}$

次の文章を読み、[86]～[90]の問いに答えよ。なお、相補的な塩基対が形成されている二本鎖 DNA の二重らせん 1 巻き（one helical turn）に含まれる塩基対数が、A 型 DNA では 11 塩基対、B 型 DNA では 10 塩基対であるものとする。

共有結合で閉じた、ある環状二本鎖 DNA が、7700 塩基対の長さを持ち、全長にわたって相補的な塩基対が形成されており、水中で弛緩した B 型 DNA の構造をとっているものとする。このとき、この DNA の Lk (linking number) は（ ア ）であり、Wr (writhing number) は（ イ ）である。この DNA は紫外線波長（ ウ ）nm 付近に吸収極大をもつが、これは DNA を構成する塩基が紫外線を吸収するためである。次に、この環状二本鎖 DNA の水溶液にエタノールを加え、最終濃度が 70%エタノールになるようにすると、DNA が（ エ ）され B 型から A 型のコンフォメーションに変化した。A 型に変化した後も、この環状二本鎖 DNA が部分的にほどけていることはなく、全長にわたって相補的な塩基対が形成されているならば、A 型に変化した後の Wr (writhing number) は（ オ ）である。

[86] 空欄アに入る数値として、最も適当なものを選べ。

- 1) 0 2) 70 3) 77 4) 770 5) 7700

[87] 空欄イに入る数値として、最も適当なものを選べ。

- 1) 0 2) 7 3) 77 4) 770 5) 7700

[88] 空欄ウに入る数値として、最も適当なものを選べ。

- 1) 230 2) 260 3) 300 4) 600 5) 700

[89] 空欄エに入る語句として、最も適当なものを選べ。

- 1) 加水分解
- 2) 還元
- 3) 酸化
- 4) メチル化
- 5) 脱水

[90] 空欄オに入る数値として、最も適当なものを選べ。

- 1) 0 2) -70 3) 70 4) -700 5) 700