以下の問い[1]～[92]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。

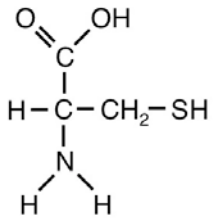
[1]　リン酸化修飾を受けるアミノ酸残基として、最も適当なものを選べ。
1)　アラニン
2)　バリン
3)　トリプトファン
4)　グリシン
5)　チロシン

[2]　アルギニン、メチオニン、アスパラギン酸それぞれのアミノ酸側鎖に含まれるヘテロ原子（炭素と水素以外の原子）の総数として、最も適当なものを選べ。
1)　3
2)　4
3)　5
4)　6
5)　7

[3]　リシン、アルギニン、アスパラギン酸、チロシンの一文字表記の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

	リシン	アルギニン	アスパラギン酸	チロシン
1)	K	A	E	T
2)	L	A	D	T
3)	L	A	E	T
4)	K	R	D	Y
5)	K	R	N	Y

[4]　以下の構造式で表される分子として、最も適当なものを選べ。



1)　ピルビン酸
2)　グルタミン酸
3)　シスチン
4)　システイン
5)　チアミン

[5]　ユビキチン化されるアミノ酸残基として、最も適当なものを選べ。
1)　ロイシン
2)　セリン
3)　リシン
4)　トレオニン
5)　トリプトファン

[6]　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)　プロテアソーム

[7]　糖に関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　マルトースは単糖である。
2)　フルクトースは二糖である。
3)　リボースは六炭糖である。
4)　ラクトースは二糖である。
5)　ガラクトースは二糖である。

[8]　酸加水分解によってグリコシド結合を切断し、遊離単糖にした時、グルコースのみが生じる糖の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。
ア)　アミロース
イ)　スクロース
ウ)　セルロース
エ)　グルコサミン
オ)　グリコーゲン

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

[9]　両親媒性でない分子として、最も適当なものを選べ。
1)　グリセロール
2)　コレステロール
3)　ホスファチジルコリン
4)　ドデシル硫酸ナトリウム（SDS）
5)　ポリオキシエチレンオクチルフェニルエーテル（トリトン X-100）

[10]　ある水溶液の pH を測定したところ、4.0 であった。この水溶液の水酸化物イオン濃度[OH^-]として、最も適当なものを選べ。
1)　4.0 M
2)　10^4 M
3)　10^{-4} M
4)　10^{-10} M
5)　4.0 %（w/v）

[11]　0.2 M 酢酸溶液を 1 リットル作るために必要な氷酢酸（酢酸含量 99.7%）の重量として、最も適当なものを選べ。ただし酢酸の分子式は $C_2H_4O_2$ である。
1)　0.6 グラム
2)　1.2 グラム
3)　6.0 グラム
4)　12.0 グラム
5)　60.0 グラム

[12]　精製したタンパク質の定量方法、もしくはその組み合わせとして、最も適当なものを選べ。ただし、タンパク質はどの定量方法にも十分な量があるものとする。

ア）　Bradford 法
イ）　臭化エチジウム（エチジウムブロマイド）染色
ウ）　ビウレット法

1)　ア
2)　イ
3)　ウ
4)　ア、イ
5)　ア、ウ

[13]　SDS ポリアクリク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大きくなる。
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小さくなる。
5)　タンパク質がもつ疎水性アミノ酸残基の割合に比例して小さくなる。

[14]　タンパク質の変性に関する記述として、適当でないものを選べ
1)　尿素やグアニジン塩酸塩は、ポリペプチド鎖間の非共有結合を解離させる。
2)　ドデシル硫酸ナトリウム(SDS)は、ポリペプチド鎖間の疎水結合を解離させる。
3)　メルカプトエタノールやジチオスレイトール(DTT)は、ポリペプチド鎖間のファンデルワールス結合を解離させる。
4)　トリプシンやパパインは、ポリペプチド鎖のペプチド結合を切断する。
5)　水素イオン濃度（pH)の変化は、ポリペプチド鎖間の静電的結合を解離させることがある。

[15]　タンパク質の精製法に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　塩のイオン濃度が十分高い場合、さらにイオン濃度を上げることにより、タンパク質の溶解度は下がり、タンパク質が析出する。塩析法は、これを利用した精製法である。
2)　陰イオン交換クロマトグラフィーの担体は、陽イオン基を持っており、これを用いてタンパク質を精製する。
3)　疎水性クロマトグラフィーでは、親水性のタンパク質の方が疎水性のタンパク質よりも溶出しやすい。
4)　ゲルろ過クロマトグラフィーでは、分子量が小さいタンパク質ほど速く溶出する。
5)　SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動法では、タンパク質は陰イオンで荷電されるため、陽極側へ向かって泳動される。

[16]　大学院生の A さんは細胞に発現するタンパク質の機能を調べるため 4 種類の阻害剤(W～Z)を購入した。W～Z を低い濃度で使用できる阻害剤から順に並べた順番として、最も適当なものを選べ。ただし平衡状態における基質濃度、阻害剤濃度、基質阻害剤複合体濃度をそれぞれ[E]、[I]、[EI]とした時、Ki=([E][I])/[EI]である。また、各阻害剤の Ki は次の通りである。

W：1 μM、X：1 nM、Y：10 nM、Z：100 pM

1)　W→Y→X→Z
2)　X→Y→Z→W
3)　Z→X→Y→W
4)　W →Z→Y→X
5)　Y→X→W→Z

[17]　質量分析法に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　タンパク質の同定に用いることができる。
2)　ロイシンとイソロイシンを区別することは難しい。
3)　タンパク質のリン酸化を検出することはできない。
4)　イオン化しない有機化合物の分析はできない。
5)　タンパク質発現量の比較定量に用いることができる。

[18]　原核生物として、最も適当なものを選べ。
1)　酵母菌
2)　T4 ファージ
3)　ラン藻
4)　クラミドモナス
5)　キイロタマホコリカビ

[19]　陸上植物に関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　コケ植物は精子をつくる。
2)　シダ植物は重複受精を行う。
3)　シダ植物は胞子をつくらない。
4)　裸子植物は花粉をつくらない。
5)　種子を形成するのは被子植物だけである。

[20]　遺伝に関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　メンデル以前に多くの育種家が親から子への遺伝のしくみを調べようとしたが、体重のような量的形質に関しては明確な法則は発見できなかった。
2)　メンデルの法則は発表当初はその意義が理解されなかったが、染色体研究の発展とともに脚光を浴びるようになった。
3)　メンデルが遺伝の法則性を発見できた理由の一つは、純系を確立して実験に用いたことである。
4)　メンデルの独立の法則は任意の 2 つの遺伝子の組み合わせにおいて常に成り立つ法則である。
5)　ある生物の連鎖群の数は 1 倍体の染色体数と等しい。

[21]　研究者名と研究業績の組み合わせとして、適当でないものを選べ。

	研究者名	研究業績
1）	Hershey、Chase	ファージの遺伝物質としての DNA の同定
2）	Brenner	DNA ポリメラーゼの同定
3）	Wilkins、Franklin	DNA の X 線回折像撮影
4）	Meselson、Stahl	DNA の半保存的複製の証明
5）	Avery、MacLeod、MaCarty	DNA による菌の形質転換

[22]　血液型が A 型の父親と B 型の母親から生まれる子供の血液型に関する記述として、最も適当なものを選べ。ただし父親、母親の遺伝子型としてそれぞれ AA と AO、BB と BO の可能性を考慮すること。
1）　A 型か B 型のいずれかである。
2）　AB 型である。
3）　A 型、B 型、AB 型のいずれかである。
4）　A 型、B 型、O 型のいずれかである。
5）　A 型、B 型、O 型、AB 型すべての可能性がある。

[23]　ショウジョウバエにおいて、眼の色が明るい赤色になる変異 *b* と、眼の色が茶色くなる変異 *c* は同じ常染色体上に存在する異なる遺伝子の劣性の変異であり、遺伝子型が *bbcc* の個体は白眼になる。遺伝子型 *bbcc* の個体を野生型のショウジョウバエと交配して得られたハエを、遺伝子型 *bbcc* のハエと交配したところ、得られたハエの眼の色の分離比は（野生型）:（明るい赤色）:（茶色）:（白）＝3:1:1:3 であった。*b*、*c* 遺伝子間の組換え率として、最も適当なものを選べ。
1）　50%
2）　25%
3）　12.5%
4）　6.25%
5）　0%

[24]　一卵性双生児において異なっているものの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

ア）　抗体の抗原結合部位の種類
イ）　T 細胞受容体の抗原結合部位の種類
ウ）　主要組織適合遺伝子複合体（MHC）タンパク質の種類

1）　ア、イ
2）　イ、ウ
3）　ア、ウ
4）　ア、イ、ウ
5）　該当なし（ア、イ、ウはすべて同一）。

[25]　ヒトの抗体の構造に関する記述として、適当でないものを選べ。
1）　抗体は重鎖 2 本と軽鎖 2 本がすべて共有結合で架橋されている。
2）　抗体の可変領域は重鎖にも軽鎖にもある。
3）　抗体の軽鎖を Fab フラグメントと呼び、重鎖を Fc フラグメントと呼ぶ。
4）　Fc フラグメントは細胞上の抗体受容体や、抗体精製に用いられるプロテイン A に結合する。
5）　抗体は重鎖のタイプの違いにより、いくつかのクラスに分けられる。

[26]　制限酵素に関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　制限酵素の反応の結果生じる DNA 末端は、必ず 5´または 3´突出末端である。
2)　*Hin*d III の認識配列は、5´-AAGGTT-3´である。
3)　同じ制限酵素で切断した DNA は、T4 DNA ポリメラーゼによって連結できる。
4)　DNA のメチル化が、制限酵素反応に影響を与えることはない。
5)　DNA の塩基配列がランダムであれば、6 塩基配列を認識する制限酵素の認識配列は、平均して約 4 キロ塩基対につき 1 回存在すると予想される。

[27]　大腸菌でヒトタンパク質を発現させるときに、ゲノム DNA ではなく cDNA を用いる理由として、最も適当なものを選べ。
1)　ゲノム DNA は一般的に長い場合が多く、発現ベクターへのクローニングが困難であるため。
2)　ゲノム DNA に存在するイントロンが大腸菌では取り除かれないため。
3)　ゲノム DNA に存在するプロモーターが大腸菌では機能しないため。
4)　大腸菌内ではゲノム DNA が正確に複製されないため。
5)　ゲノム DNA は大腸菌内で分解され易いため。

[28]　ある遺伝病の原因は図のように遺伝子 *X* の第 1 イントロン中の 1 塩基置換であった。この G から A への 1 塩基置換により病気が現れた原因として、最も適当なものを選べ。

図　遺伝子 *X* の模式図。…は塩基配列が省略されている事を示す。

1)　変異部位に新しい終始コドンができ転写が途中で終結した。
2)　変異部位に新しい制限酵素部位ができ DNA が切断された。
3)　遺伝子 *X* の翻訳開始の位置が変化した。
4)　変異部位に新たなスプライス部位ができタンパク質のアミノ酸配列が変化した。
5)　置換された塩基を含むコドンが変化した。

[29]　ある環状のプラスミドDNAを制限酵素Aで完全に切断したところ、長さ3キロ塩基対（kb）と2 kbのDNA断片が生じた。また、同じプラスミドDNAを制限酵素Bで完全切断したところ5 kbのDNA断片が生じた。制限酵素AとBで完全に切断したところ、2 kbと1 kbのDNA断片が生じた。この結果に関する次の文章の空欄に入る数値の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。ただし、制限酵素の認識配列が非常に近接した場所に複数存在する可能性は考えなくてよい。

このプラスミドには酵素Aの認識配列が（　ア　）箇所あり、酵素Bの認識配列は、酵素Aで切断したときの（　イ　）kbのDNA断片中にあると考えられる。また、酵素A、Bで同時に切断した時に生じる（　ウ　）kbのDNA断片の数は2本と考えられる。

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

[30]　図に示した4回膜貫通型受容体XはN末端側が細胞外に露出し、細胞内ドメインの一部はタンパク質リン酸化酵素によりリン酸化される。Xのリン酸化部位を同定するために、Xのアミノ酸に変異を導入する実験を計画した。変異を導入するアミノ酸として、最も適当なものを図の1〜5から選べ。ただし、図に示した受容体Xはプロセシングを受けない。

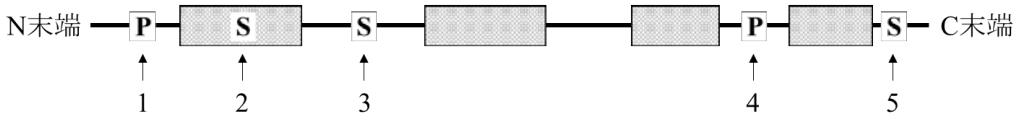


図　4回膜貫通型受容体Xの模式図。四角が膜貫通領域、P、Sが変異を導入するアミノ酸残基を示す。PとSはアミノ酸の一文字表記である。

1)　1
2)　2
3)　3
4)　4
5)　5

[31]　ある転写因子の機能が完全に、もしくはほとんど失われた変異体を用いて実験を行いたい。実験に用いる変異体を次のア～オ から 2 系統選ぶとき、最も適当と思われる組み合わせを選べ。

ア）　開始コドンの直後に 2 塩基の欠失をもつ系統。
イ）　終止コドンの直前に 3 塩基の欠失をもつ系統。
ウ）　5´ UTR（非翻訳領域）に 1 塩基の塩基置換をもつ系統。
エ）　100 bp のイントロンの中央部に 5 塩基の欠失をもつ系統。
オ）　この転写因子の DNA 結合ドメインをコードする領域にトランスポゾンが挿入した系統。

1)　ア、イ
2)　ア、オ
3)　イ、オ
4)　ウ、エ
5)　ウ、オ

[32]　ア～カの語句から、RNA の分子量解析実験に用いる方法・試薬として、最も適当な組み合わせを選べ。

ア）　パルスフィールドゲル電気泳動
イ）　アガロースゲル電気泳動

ウ）　サザンブロット
エ）　ノーザンブロット

オ）　ドデシル硫酸ナトリウム
カ）　グリオキサール

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

[33]　遺伝子組換えシロイヌナズナの栽培を行う実験室 1、および、遺伝子組換えマウスを用いた行動解析を行う実験室 2 がある。実験室 1、2 の拡散防止措置としての物理的封じ込めレベルの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

	実験室 1	実験室 2
1)	P2	P1
2)	P1A	P1P
3)	P1P	P1A
4)	P1	P2
5)	P1	P1

[34]　発生に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　昆虫の受精卵は、核分裂を繰り返した後に受精卵の表層に並んだ核が細胞化する表割と呼ばれる様式で初期の発生を行う。
2)　アフリカツメガエルの卵細胞は、受精前に減数分裂を完了している。
3)　脊椎動物の神経系は外胚葉由来、筋肉系は中胚葉由来である。
4)　マウス *Hox* 遺伝子群の染色体上の並び順は、それら遺伝子群の頭尾軸（前後軸）にそった発現領域の並び順とほぼ一致している。
5)　昆虫の中枢神経系は腹側、消化管は背側に存在する。

[35]　脊椎動物の背腹軸形成において、形成体は重要な役割を果たしている。アフリカツメガエルの形成体に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　形成体は、精子陥入点の反対側に形成される。
2)　形成体の誘導には、TGF-βファミリーのシグナル分子 Nodal が関与している。
3)　形成体は、神経外胚葉および背側中胚葉を誘導する。
4)　形成体因子 Chordin は、細胞膜に存在する受容体と結合し、背側特異的遺伝子の発現を誘導する。
5)　形成体は、脊索前板や脊索などの中軸組織に分化する。

[36]　ヒトの脳の構造と機能の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

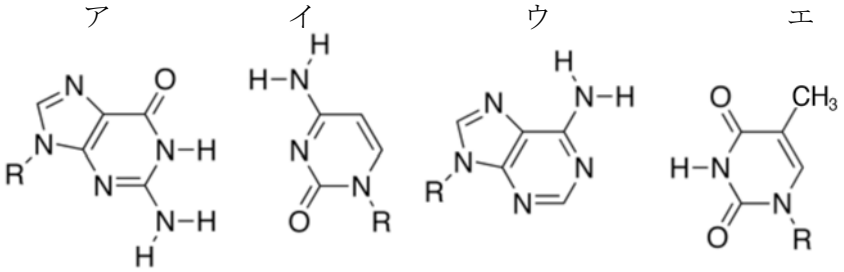
	構造	機能
1)	大脳	平衡の維持
2)	中脳	エピソード記憶
3)	小脳	呼吸
4)	扁桃体	意思決定
5)	視床下部	睡眠調整

[37]　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 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)　ヒト免疫不全ウイルスは RNA を遺伝物質として用いている。
4)　1 本鎖 DNA を持つバクテリオファージΦX174 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垂直な平面で積み重なる。

[38]　ヒストンに関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　酸性タンパク質である。
2)　コアヒストンの分子量はいずれも 20,000 以上である。
3)　コアヒストンのホモ二量体がヌクレオソームコア粒子を形成する。
4)　リンカーヒストンはコアヒストンに先立って DNA と結合する。
5)　ヒストン H1 はリンカーヒストンである。

[39]　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)　酵素活性をもつ RNA 分子である。
2)　染色体の末端にランダムな塩基配列の DNA を付加する。
3)　鋳型なしで DNA を合成する。
4)　DNA リガーゼ活性をもつ。
5)　逆転写活性をもつ。

[40]　下図に示す DNA を構成する塩基部分ア～エの名称として、最も適当な組み合わせを選べ。ただし、R は糖を示している。



	ア	イ	ウ	エ
1)	アデニン	シトシン	グアニン	チミン
2)	シトシン	グアニン	チミン	アデニン
3)	グアニン	シトシン	アデニン	チミン
4)	アデニン	チミン	グアニン	シトシン
5)	チミン	アデニン	シトシン	グアニン

[41]　図は DNA 二重らせんがほどけて、鋳型鎖上から RNA 鎖がつくられていくようすを示す。ア～ウに当てはまるそれぞれの鎖の末端の組み合わせとして、最も適当なものを選べ

図削除

	ア	イ	ウ
1)	5′	5′	3′
2)	5′	3′	3′
3)	3′	3′	3′
4)	3′	5′	5′
5)	5′	5′	5′

[42]　RNA の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べ。
1)　スプライシングは真核生物だけでなく原核生物やウイルスでも起こる。
2)　スプライシングの過程でラリアット（投げ縄）構造を形成するイントロンがある。
3)　RNA-RNA 相互作用がスプライシング反応に寄与している。
4)　グループ I イントロンのスプライシングには遊離の UTP が必要である。
5)　核内 mRNA のイントロンはスプライソソームによってスプライシングされる。

[43]　タンパク質合成およびリボソームに関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　ペプチジル転移反応はリボソームの大サブユニットで起こる。
2)　伸長中のポリペプチド鎖はリボソームを貫通するトンネル状の通路から外に出る。
3)　１本の mRNA に複数のリボソームが結合できる。
4)　リボソームはタンパク質と RNA の複合体である。
5)　メチオニンを指定するコドンは 2 種類以上ある。

[44]　大腸菌では、培養液中に存在するラクトースとグルコースの濃度に依存して、*lac* 遺伝子の発現が調節される。この調節には、アロラクトースに結合する Lac レプレッサーと、グルコース低濃度時に産生される cAMP に結合するカタボライト活性化タンパク質（CAP）が関与している。ラクトースが利用可能でグルコースが利用できない場合に *lac* 遺伝子の発現が起こるメカニズムとして、最も適当なものを選べ。
1)　*lac* 遺伝子制御領域から Lac レプレッサーと CAP の両方が外れる。
2)　*lac* 遺伝子制御領域から Lac レプレッサーが外れ、*lac* 遺伝子制御領域に CAP が結合する。
3)　*lac* 遺伝子制御領域に Lac レプレッサーが結合し、*lac* 遺伝子制御領域から CAP が外れる。
4)　*lac* 遺伝子制御領域に Lac レプレッサーと CAP の両方が結合する。
5)　*lac* 遺伝子制御領域に RNA ポリメラーゼが結合し、RNA ポリメラーゼを介して Lac レプレッサーと CAP が招集される。

[45]　真核生物の核ゲノムの転写活性化因子に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　転写活性化因子の多くは、DNA 結合ドメインと活性化ドメインを有する。
2)　転写活性化因子は、介在複合体や TFIID 複合体などを介して、RNA ポリメラーゼ II をプロモーターに招集する。
3)　転写活性化因子は、ヒストンメチル化酵素を招集することで、クロマチンの構造を変化させ転写開始を促進する。
4)　複数の転写活性化因子がエンハンサーに同時に結合することで、遺伝子発現の特異性を上げることがある。
5)　ロイシンジッパーモチーフやヘリックス・ループ・ヘリックス構造を持った転写活性化因子は、二量体を形成して DNA に結合する。

[46]　miRNA に関する記述として、誤っているものを選べ。
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)　基となる転写産物 RNA から、ステムループ領域が Drosha によって切り出される。
3)　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。
4)　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。
5)　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。

[47]　ヌクレオソームに関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　細胞周期の G_2 期にのみ形成される。
2)　ヌクレオソームコア粒子はヒストン六量体からなる。
3)　ヌクレオソームコア粒子の直径は 30 nm である。
4)　ヌクレオソームコア粒子は自身の ATPase 活性を用いて移動することができる。
5)　コア DNA の長さはあらゆる真核細胞のヌクレオソームに共通である。

[48]　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。

明視野顕微鏡で観察できる染色体領域のうち、酢酸カーミンや酢酸オルセインなどの色素で濃染されるヘテロクロマチンでは一般に転写レベルが（　ア　）、リシン 9 (N 末端から 9 番目のリシン)がメチル化されたヒストン H3 が（　イ　）。色素による染色性が低いユークロマチンでは一般に転写レベルが（　ウ　）、リシン 4 (N 末端から 4 番目のリシン)やリシン 9 がアセチル化されたヒストン H3 が（　エ　）。

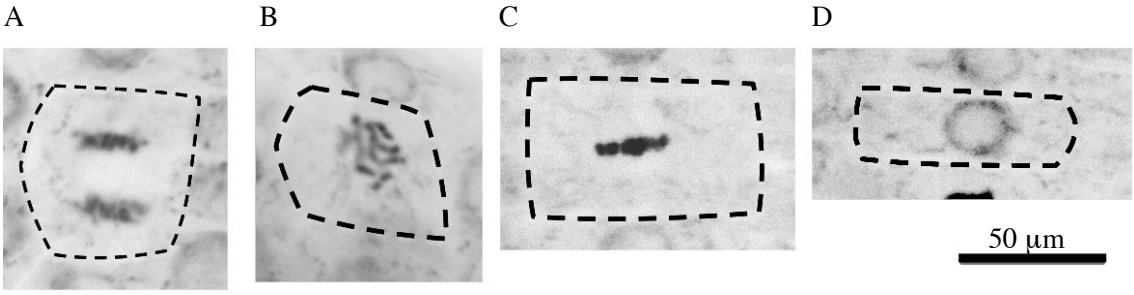
	ア	イ	ウ	エ
1)	高く	多い	低く	多い
2)	高く	少ない	低く	少ない
3)	低く	多い	高く	多い
4)	低く	少ない	高く	少ない
5)	低く	少ない	高く	多い

[49]　下図は大腸菌の DNA 複製フォーク近傍の模式図である。図中のア～エに関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　アはトポイソメラーゼ（DNA ジャイレース）である。
2)　イは DNA である。
3)　イは S 期完了までに分解される。
4)　ウは滑る留め金（sliding DNA clamp）タンパク質である。
5)　エはリーディング鎖である。

図削除

[50]　真核細胞のゲノム DNA 複製に関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　DNA を合成する主要な DNA ポリメラーゼは、リーディング鎖とラギング鎖で異なると考えられている。
2)　リーディング鎖の合成には RNA プライマーが必要でない。
3)　DNA ポリメラーゼには校正活性がある。
4)　一つの染色体に複数個の DNA 複製起点が存在する。
5)　トポイソメラーゼが DNA 複製にともなって生じた DNA 超らせんを取り除く。

[51]　図はDNAを染色する蛍光色素でシロイヌナズナの (ア) ある部分の細胞を染色した写真であり、黒い破線が細胞の輪郭、その中の黒い部分が色素の蛍光を示している。有糸分裂中期、後期にある細胞の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。



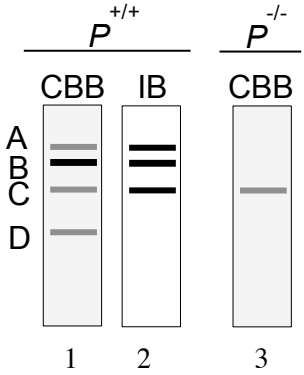
	中期	後期
1)	A	B
2)	B	C
3)	C	D
4)	C	A
5)	D	A

[52]　[51]の下線（ア）で示した「ある部分」として、最も適当なものを選べ。
1)　展開した葉の表皮
2)　開花した花の花弁
3)　根の先端
4)　発芽直後の胚軸
5)　成熟胚

[53]　ある細胞で発現する遺伝子 *P* は100アミノ酸残基のポリペプチド鎖Pのみをコードする。Pのアミノ末端10残基に相当する合成オリゴペプチド P_N を抗原としてウサギ抗血清を作製した。この抗血清に関する記述として、最も適当なものを選べ。ただし、$P^{+/+}$ は野生型 *P* のホモ接合、$P^{-/-}$ は *P* の null 変異のホモ接合を表す。
1)　Pを用いて抗血清をアフィニティー精製するとモノクローナル抗体が得られる。
2)　P_N を用いて抗血清をアフィニティー精製するとモノクローナル抗体が得られる。
3)　抗血清を用いて細胞抽出液のイムノブロット（ウエスタンブロッティング）を行うと、Pに由来するバンドは100 kDaのサイズマーカー近傍に検出されると予想される。
4)　抗血清を用いて、遺伝子 *P* を RNA 干渉法でノックダウンした細胞（$P^{+/+}$）を蛍光抗体染色した場合、観察される蛍光はバックグラウンド・ノイズと考えてよい。
5)　抗血清を用いて、遺伝子 *P* 欠損細胞（$P^{-/-}$）を蛍光抗体染色した場合、観察される蛍光はバックグラウンド・ノイズと考えてよい。

[54]　[53]の合成オリゴペプチド P_N を用いて[53]の抗血清をアフィニティー精製し、次の実験を行った。下のア～エはその実験結果に関する記述である。ア～エの記述の最も適当な組み合わせを選べ。

精製した抗血清を用いて野生型細胞の抽出液を免疫沈降し、得られた試料を SDS ポリアクリルアミド電気泳動（SDS-PAGE）で展開して、クマシー(CBB)染色した。その結果、A～D のバンドを検出した（右図 1)。また、バンド B は P の全長であることが他の解析によって確認された。遺伝子 *P* 欠損細胞（$P^{-/-}$）で同様の実験を行い、クマシー染色によってバンド C のみを検出した（右図 3)。免疫沈降して得られた試料を SDS–PAGE で展開し、ナイロン膜に転写して精製した抗血清でイムノブロット(IB)したところ、A、B、C は抗血清と結合したが、D は結合しなかった（右図 2)。なお、右図においてタンパク質は上から下に向かって泳動されている。



ア)　A は P の翻訳後修飾産物である可能性がある。
イ)　D はプロテアーゼなどで切断された P の断片である可能性がある。
ウ)　D は P と直接または間接的に会合している可能性がある。
エ)　C は上記抗血清を用いた細胞の蛍光抗体染色においてバックグラウンド・ノイズの原因となる可能性がある。

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

[55]　[54]の遺伝子 *P* 欠損細胞（$P^{-/-}$）の異常形質として増殖能の低下を認めた。この細胞で高い遺伝子発現活性をもつプロモーターの下流に *P* 遺伝子と選択マーカーとして抗生物質 N に対する耐性遺伝子を接続した発現プラスミドを構築した。この発現プラスミドを遺伝子 *P* 欠損細胞（親株）に導入して P を過剰発現させ、抗生物質 N を含有する培地で培養したところ、野生型に近い増殖能に正常復帰した株 A と、親株よりさらに増殖能が低下した株 B を得た。株 B の増殖能低下の原因として想定される可能性として、適当でないものを選べ。
1)　多コピーのプラスミド DNA の挿入によるゲノム DNA の大規模な突然変異
2)　抗生物質 N に対する感受性の増大
3)　ポリペプチド鎖 P の機能増大による細胞機能の阻害
4)　転写/翻訳系の過負荷による細胞機能の阻害
5)　タンパク質分解系の過負荷による細胞機能の阻害

[56]　研究活動において、「存在しないデータ、研究結果等を作成すること」、「研究資料・機器・過程を変更する操作を行い、データ、研究活動によって得られた結果等を真正でないものに加工すること」、「他の研究者のアイディア、分析・解析方法、データ、研究結果、論文又は用語を、当該研究者の了解もしくは適切な表示なく流用すること」はそれぞれ捏造 fabrication、改竄 falsification、盗用 plagiarism と定義されている。不正行為とみなされるものをア～オから選んだ組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

ア)　イムノブロット（ウエスタンブロッティング）で、予想されたサイズのバンド P の他に複数のバンドが検出されたため、視認性を高める目的でバンド P のみコントラストを調整した。
イ)　実験データをもとに群間の統計学的有意差を検証する検定を行い、p 値が 0.05 を上回る結果が続いたが、同じ実験を繰り返したところ、10 回目に p 値が 0.04 となったため、卒業研究発表会では 10 回目の実験結果のみを示した。
ウ)　数値データから外れ値を取る標本（outlier）を 1 つ除いて標準誤差を小さくした。
エ)　卒業研究発表会の抄録で、標本数 n を実際より少しだけ多く記載した。
オ)　先輩の卒業研究論文のイントロダクションを自分の卒業研究論文に引き写した。

1)　ア、イ、ウ、エ
2)　ア、イ、ウ、オ
3)　ア、イ、エ、オ
4)　ア、ウ、エ、オ
5)　ア～オすべて

[57]　ある細胞を培養すると、細胞密度が高い時にのみ遺伝子 *A* が発現した。また、細胞密度が低い細胞群と高い細胞群を半透膜を隔てて培養すると、細胞密度が高い細胞群だけでなく、細胞密度が低い細胞群でも遺伝子 *A* が発現した。次のア～エから、この現象と論理的に矛盾しない記述を選んだ組み合わせとして、最も適当なものを選べ。なお、半透膜は細胞を通さないが、一定の大きき以下の分子またはイオンを通すことができる。

ア)　細胞が培地中の栄養分の減少を感知して遺伝子 *A* が発現した。
イ)　細胞同士の物理的接触によって遺伝子 *A* が発現した。
ウ)　細胞が分泌する促進因子の濃度の上昇により遺伝子 *A* が発現した。
エ)　細胞が分泌する抑制因子の濃度の減少により遺伝子 *A* が発現した。

1)　ア、イ
2)　ア、ウ
3)　ア、エ
4)　イ、ウ
5)　イ、エ

[58]　次の文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べ。

Ras や *Src* などのがん遺伝子は（　ア　）遺伝子に（　イ　）性の（　ウ　）型の変異が起こることで生じる。

	ア	イ	ウ
1)	原がん	劣	機能欠損
2)	がん抑制	優	機能獲得
3)	原がん	優	機能獲得
4)	がん抑制	劣	機能欠損
5)	原がん	優	機能欠損

[59]　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べ。

1)　Na^+チャネル
2)　K^+チャネル
3)　Ca^{2+}チャネル
4)　Cl^-チャネル
5)　H^+チャネル

[60]　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べ。

骨格筋細胞の神経筋接合部には、神経末端から遊離する（　ア　）を受けて開くチャネルである（　ア　）受容体が存在する。この神経シグナルによって引き起こされた筋細胞膜の電気的興奮は、細胞内陥入部分である T 管を介して、細胞内の筋小胞体へと伝わり、（　イ　）イオンが細胞質中へ放出される。放出されたイオンが（　ウ　）と呼ばれる筋タンパク質複合体に結合し、構造変化を促すことで、筋原線維の収縮につながる。

	ア	イ	ウ
1)	アセチルコリン	マグネシウム	トロポニン
2)	グルタミン酸	カルシウム	ミオシン
3)	アセチルコリン	カルシウム	トロポニン
4)	グルタミン酸	マグネシウム	ミオシン
5)	グルタミン酸	カルシウム	トロポニン

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

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、（　ウ　）分子の ATP が消費され、（　エ　）分子の ATP が生じる。

	ア	イ	ウ	エ
1)	1	3–ホスホグリセリン酸	1	3
2)	1	ピルビン酸	1	3
3)	2	3–ホスホグリセリン酸	2	4
4)	2	ピルビン酸	2	4
5)	3	ピルビン酸	2	6

[62]　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べ。

クエン酸回路で生じた還元型補酵素は、ミトコンドリアの電子伝達系に電子を渡す。電子伝達系に電子が流れると、ミトコンドリアの（　ア　）から（　イ　）へ（　ウ　）が汲み出され、電気化学的勾配が生じる。

	ア	イ	ウ
1)	マトリックス	膜間部	H^+
2)	膜間部	マトリックス	H^+
3)	マトリックス	膜間部	ATP
4)	膜間部	マトリックス	ATP
5)	マトリックス	細胞質	H^+

[63]　光化学反応の電子伝達系で起こる事に関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　酸素ガスが放出される。
2)　水が電子とプロトンを与える。
3)　電子が光化学系Ⅱから光化学系Ⅰに流れる。
4)　ATP が産生される。
5)　CO_2を固定・還元して炭素数 3 の化合物を合成する。

[64]　ア、イの金属含有タンパク質がもつ金属イオンの組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

ア）シトクロム
イ）DNA ポリメラーゼ

	ア	イ
1)	鉄イオン	マグネシウムイオン
2)	銅イオン	マグネシウムイオン
3)	鉄イオン	銅イオン
4)	銅イオン	亜鉛イオン
5)	亜鉛イオン	銅イオン

[65]　クエン酸回路の説明として、最も適当なものを選べ。
1)　途中でイソクエン酸からコハク酸とグリオキシル酸が生じる。
2)　脂肪酸のみからエネルギーを回収する。
3)　アミノ酸からはエネルギーを回収できない。
4)　最初にグルコースがヘキソキナーゼによってリン酸化される。
5)　アセチルCoAを生じる各種代謝燃料からエネルギーを回収する。

[66]　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)　スクアレンモノオキシゲナーゼ
5)　メバロン酸キナーゼ

[67]　代謝経路の流量調節の機構、もしくはその組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

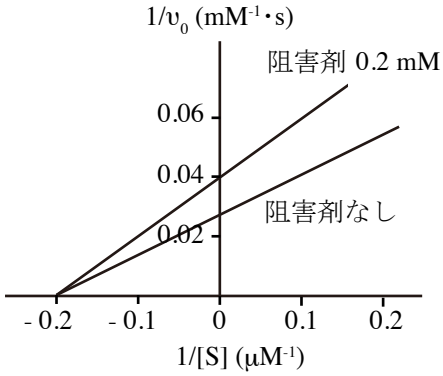
ア）遺伝子発現による酵素濃度の調節
イ）酵素のアロステリック制御
ウ）酵素の共有結合修飾

1)　ア
2)　イ
3)　ウ
4)　ア、イ、ウすべて
5)　ア、イ、ウのどれでもない

[68]　ヒト小腸粘膜で吸収された脂質消化物は、小腸粘膜細胞において、あるリポタンパク質に組み込まれ循環系に乗る。このリポタンパク質として、最も適当なものを選べ。
1)　キロミクロン
2)　超低密度リポタンパク質（VLDL）
3)　低密度リポタンパク質（LDL）
4)　中間密度リポタンパク質（IDL）
5)　高密度リポタンパク質（HDL）

[69]　次の文章の（　ア　）と（　イ　）に当てはまる用語と数値の組み合わせとして、最も適当なものを選べ。

ある酵素反応系に阻害剤Aを0.2 mM添加したところ、酵素反応の最大速度 V_{max} が、阻害剤なしの場合の70%に低下した。この阻害剤は、阻害剤と酵素との結合の解離定数 K_A と、阻害剤と酵素−基質複合体との解離定数 K_A´とが等しいことが分かっている。また反応初速度 v_0 と基質濃度 [S] のそれぞれの逆数をプロットし、得られた直線を縦軸、横軸と交わるように延長すると右図のような結果が得られた。以上から A による阻害形式は（　ア　）と考えられ、K_A は（　イ　）mM と算出できる。



　ただし、各阻害形式におけるミカエリス・メンテン式は以下を参考にせよ。

競合阻害：$v_0 = \frac{V_{max}\,[S]}{\alpha K_M + [S]}$　　反競合阻害：$v_0 = \frac{V_{max}\,[S]}{K_M + \alpha'[S]}$　　混合阻害：$v_0 = \frac{V_{max}\,[S]}{\alpha K_M + \alpha'[S]}$

K_M はミカエリス定数、α および α' は阻害剤の濃度[I]と K_A または K_A´ から成る関数で、それぞれ

$\alpha = 1 + \frac{[I]}{K_A}$ 、　$\alpha' = 1 + \frac{[I]}{K'_A}$　とする。

	ア	イ
1)	競合阻害	0.14
2)	反競合阻害	1.52
3)	反競合阻害	0.76
4)	混合阻害	0.14
5)	混合阻害	0.47

[70]　生体分子間に生じる結合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弱い結合である。
2)　イオン間相互作用は、一般に共有結合や水素結合より弱い結合である。
3)　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。
4)　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。
5)　メタンの沸点が水の沸点よりも高いのは、水素結合が存在しないためである。

[71]　膜輸送に関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　イオノフォアはイオンの膜透過性を高める有機分子である。
2)　特定のイオンを効率よく通過させる特異的イオンチャネルは、浸透圧の保持、シグナル伝達、膜電位の変化などに必須である。
3)　アクアポリンは膜を介して水分子を選択的に輸送する。
4)　細胞間を直接つなぐギャップ結合は、タンパク質や核酸のような高分子を通すことができない。
5)　Na^+/K^+-ATP アーゼは ATP 加水分解と共役して Na^+と K^+を細胞内から細胞外へ輸送する。

[72]　生体内における化学反応の多くは、酵素の触媒作用によって媒介されている。触媒に関する記述として、最も適当なものを選べ。
1)　触媒活性を持つ酵素−補因子複合体をホロ酵素、補因子を取去った触媒活性のないタンパク質をリアーゼ（脱離酵素）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。

[73]　動物の細胞膜に関する記述として、適当でないものを選べ。
1)　細胞膜の表裏で膜脂質の組成に差はない。
2)　脂質ラフトには、スフィンゴ糖脂質とコレステロールが集まっている。
3)　細胞膜にはアンキリンやスペクトリンなどのタンパク質による裏打ち構造がある。
4)　細胞膜に局在するタンパク質には、膜貫通タンパク質の他にグリコシルホスファチジルイノシトール(GPI)結合型タンパク質やプレニル化タンパク質などがある。
5)　細胞膜に局在するタンパク質は、α ヘリックス構造や β バレル構造を取り、ポリペプチド主鎖の極性部分を脂質から隠している。

[74]　小胞輸送に関する記述として、適当でないものを選べ。
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。

[75]　微小管、ケラチンフィラメント、アクチンフィラメントの 3 種類の細胞骨格を直径の小さいものから大きいものへ並べた順番として、最も適当なものを選べ。

	直径小		直径大
1)	微小管	ケラチンフィラメント	アクチンフィラメント
2)	アクチンフィラメント	ケラチンフィラメント	微小管
3)	ケラチンフィラメント	微小管	アクチンフィラメント
4)	微小管	アクチンフィラメント	ケラチンフィラメント
5)	ケラチンフィラメント	アクチンフィラメント	微小管

[76]　アクチンフィラメントと微小管に関する記述として、適当でないものを選べ。

1)　サイトカラシンはアクチンフィラメントのプラス端に結合して重合を阻害する。
2)　ファロイジンはアクチンフィラメントに結合し、脱重合を抑えてフィラメント構造を安定化する。
3)　真核細胞の鞭毛内には、9 本の周辺微小管と 1 対の中心微小管が存在する。
4)　細胞内では微小管のマイナス端は中心体に、プラス端は細胞の辺縁に多く存在する。
5)　精製したアクチンフィラメントでは、アクチン分子の重合はプラス端でのみ起こり、脱重合はマイナス端でのみ起こる。

[77]　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べ。

カドヘリンは細胞-細胞間結合である（　ア　）の主要な膜タンパク質で、細胞内ではアンカータンパク質を介して（　イ　）と結合している。カドヘリンの接着活性は細胞外部分に結合する（　ウ　）イオンの濃度によって変化する。

	ア	イ	ウ
1)	アドヘレンスジャンクション（接着結合）	ケラチン線維	ナトリウム
2)	タイトジャンクション（密着結合）	ケラチン線維	ナトリウム
3)	タイトジャンクション（密着結合）	アクチン線維	カルシウム
4)	アドヘレンスジャンクション（接着結合）	アクチン線維	カルシウム
5)	アドヘレンスジャンクション（接着結合）	ケラチン線維	カルシウム

[78]　細胞膜に関する記述として、適当でないものを選べ。

1)　細胞膜の主な脂質成分であるリン脂質は両親媒性であり、脂質二重層を形成する。
2)　細胞膜は流動性を持ち、コレステロール含量が高いほど膜の流動性が高くなる。
3)　細胞膜に局在する膜タンパク質の中には、特定のイオン、糖、アミノ酸などの分子が膜を通過するための通路をつくっているものがある。
4)　細胞膜に局在する糖脂質や糖タンパク質は、細胞の保護や細胞同士の識別・接着に重要な役割を果たしている。
5)　細胞膜での能動輸送には、濃度勾配や電気化学的勾配に逆らって溶質を移動させるためのエネルギーが必要である。

[79]　右図の電子顕微鏡写真の破線で囲まれた細胞小器官の名称として、最も適当なものを選べ。

1)　ゴルジ体
2)　リソソーム
3)　ミトコンドリア
4)　小胞体
5)　リボソーム

図削除

[80]　タンパク質の二次構造に関する記述として、適当でないものを選べ。

1)　α ヘリックス構造では、4 残基離れたペプチド結合(-CO-NH-)の C=O 基と N-H 基の間で水素結合をしている。
2)　β シート構造は、シートを形成する隣接したペプチド結合の C=O 基と N-H 基の間で水素結合をしている。
3)　ペプチド結合では、C、O、N、H の４つの原子で正四面体構造をとるため、C=O と N-H の配置は自由に回転することができない。
4)　ケラチンは、片側に疎水性アミノ酸を持つ 2 本のα ヘリックス構造のペプチド鎖により二量体を形成し、それがさらに複数集合することにより、繊維状のタンパク質集合体を形成する。
5)　コラーゲンは、α ヘリックスの形成を妨げるアミノ酸残基であるプロリンを多く含むため、α ヘリックス構造でもβ シート構造でもない３本ラセン構造をとっている。

[81]　下図はヒトヘモグロビンにおけるヘム領域の構造を示している。下図白矢尻はヘムを、中央の大きな灰色の球（黒矢印）はヘムに配位した鉄(II)イオン(Fe^{2+})を表している。鉄(II)イオン以外は原子の大きさは原子半径を表してはいない。このヘム領域に、外から来た酸素分子が結合することによって、鉄(II)イオンに配位したヒスチジン（H-F8、白矢印）の位置に変化が起こり、それが酸素分子とヘモグロビンとの結合のアロステリック効果につながると考えられている。その酸素分子が結合する場合の H-F8 の位置変化に関する記述として、最も適当なものを選べ。

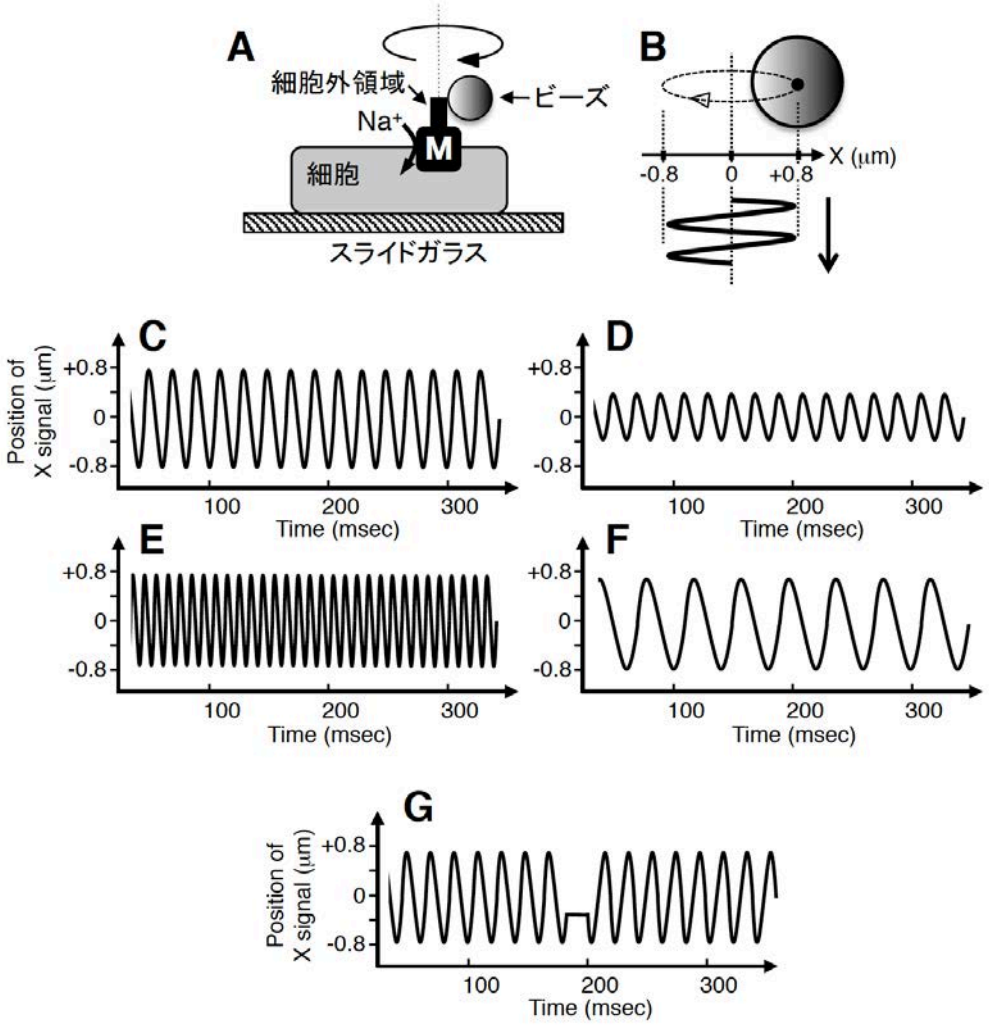
図削除

1)　酸素分子が鉄イオンと入れ替わる。鉄と酸素の原子半径の違いにより H-F8 が酸素に引き寄せられる。
2)　酸素分子が H-F8 とは反対側から鉄イオンに配位する。そのため鉄イオンとヘムの電子状態に変化が起こり、ヘムが H-F8 を引き寄せる。
3)　酸素分子が H-F8 と入れ替わって鉄イオンに配位し、H-F8 を横にずらす。
4)　酸素分子は H-F8 と鉄イオンの間に入り込み、H-F8 を下に押し込む。
5)　酸素分子が鉄イオンとヘムの間に入る。生じた鉄イオンのずれに合わせ、H-F8 の位置が横にずれる。

[82]　クロロフィルに関する記述として、誤っているものを選べ。
1)　クロロフィルは赤と青紫の光を強く吸収するため緑色を呈する。
2)　クロロフィルはカロテノイドなど他の色素からエネルギーを受け取ることができる。
3)　励起されたクロロフィルは蛍光を発することがある。
4)　励起された反応中心のクロロフィルは電子を失うことで電子受容体を還元する。
5)　クロロフィルはマンガンを含んでいる。

次の文章を読み、 [83]～[85]に答えよ。

ある細胞の膜に埋まった超分子複合体 M を考える。M は細胞膜を介した Na^+の電気化学ポテンシャル差を駆動力とし、細胞外領域が回転する。従って駆動力の大きさに依存して回転速度は変化する。M の細胞外領域の回転を計測するため、図 A のように細胞をスライドガラス表面に固定し、細胞外領域に回転プローブとして直径 1.0 μm のビーズを付着させると、ビーズは M を回転中心とした円軌道上を回転した。ビーズの回転を 4 分割フォトダイオード検出器により記録し、回転に伴うビーズの重心位置の X 座標の時間変化をとると、図 B に示すように安定な正弦波が得られたとする。なお、細胞内の Na^+濃度は、計測中は変化せず一定であるとする。また、msec はミリ秒のことである。



[83]　超分子複合体 M の細胞外領域の回転を、NaCl 50 mM を含む緩衝液中で計測したところ、図 C のような結果が得られた。M の回転速度として、最も適当なものを選べ。

1)　5 回転/秒
2)　50 回転/秒
3)　100 回転/秒
4)　200 回転/秒
5)　500 回転/秒

[84]　同じサンプルを用いて、M の細胞外部分の回転計測を NaCl 濃度が 20 mM と 500 mM の緩衝液においてそれぞれ行った。得られる計測結果のパターンはそれぞれ図 C、D、E、F のどれになると考えられるか。最も適当な組み合わせを選べ。

	20 mM	500 mM
1)	F	E
2)	E	F
3)	C	F
4)	D	C
5)	C	D

[85]　同じサンプルを用いて、再び 50 mM の緩衝液中で M の細胞外領域の回転を計測していると、図 G のような計測結果が得られた。この結果の解釈として、最も適当なものを選べ。

1)　回転していた M が、200 ミリ秒付近で約 20 ミリ秒ほど逆方向に回転し、その後再び元と同じ方向に回転した。
2)　回転していた M が、200 ミリ秒付近で約 20 ミリ秒ほど停止し、その後再び同じ方向に回転した。
3)　回転していた M が、200 ミリ秒付近で約 20 ミリ秒ほど停止し、その後逆方向に回転した。
4)　回転していた M が、200 ミリ秒付近において、約 20 ミリ秒ほど回転速度を上昇させた。
5)　200 ミリ秒付近において、振動によりビーズが一時的に視野から完全にはずれた時間が約 20 ミリ秒ほどあった。

[86]　*t* 検定は生物学で最もよく使われる統計検定法の一つである。その利用法に関する記述として、最も適当なものを選べ。

1)　二つの母集団の標準偏差を比較する。
2)　二つの母集団の確率密度を比較する。
3)　二つの母集団の平均を比較する。
4)　三つ以上の母集団の平均を比較する。
5)　三つ以上の母集団の標準偏差を比較する。

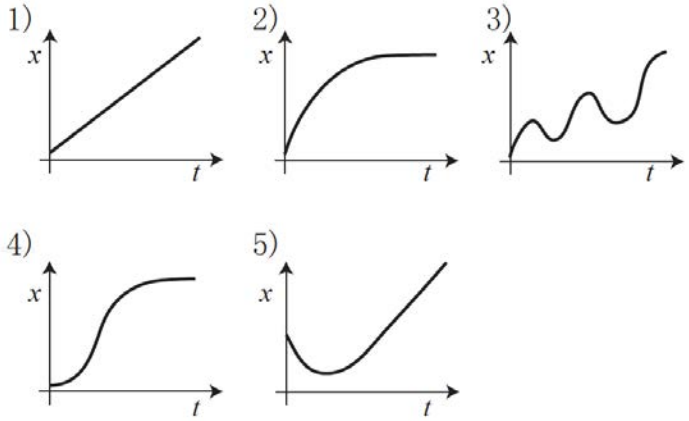
[87]　統計における標準誤差の説明として、適当でないものを選べ。

1)　標本の大きさに依存するため標本サイズを大きく取ると値は低くなる。
2)　母集団の分布の広さを示す。
3)　標準偏差を標本サイズの平方根で割った値である。
4)　グラフで誤差バーとして表現されることがある。
5)　母集団平均の推定精度を表す指標として使われる。

[88]　自己リン酸化するタンパク質 X がある。細胞分裂直後に X は大部分が非リン酸型であり、リン酸化型 X は細胞内に少量しか存在しない。また、細胞内のリン酸化型 X の量を x、時間を t、固有の定数を m とした場合、細胞分裂直後の x は次式に従って増加する。

$$\frac{dx}{dt} = mx$$

x の時間変化を細胞分裂直後からプロットした図として、最も適当なものを選べ。ただし、X の細胞内量は測定時間中一定である。



[89]　あるタンパク質の変性におけるエンタルピー変化が 129 kJ mol^{-1}、エントロピー変化が 390 J K^{-1} mol^{-1} である場合、このタンパク質が自発的に変性する最低温度として、最も適当なものを選べ。

1)　273 K
2)　300 K
3)　311 K
4)　321 K
5)　331 K

次の文章を読み、[90]、[91]の問いに答えよ。

2 つの分子間の相互作用ポテンシャルエネルギーをあらわすレナード-ジョーンズポテンシャル V は、分子間距離 r の関数として次式であらわされる。

$$V = 4\varepsilon\left\{\left(\frac{\sigma}{r}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma}{r}\right)^{6}\right\}$$

ここで ε と σ は、相互作用する 2 つの分子によって決まる正の定数である。V は r =（　ア　）において極小値（　イ　）をもつ。

[90]　空欄アに入る式として、正しいものを選べ。

1)　$2^{1/12}\sigma$
2)　$2^{1/6}\sigma$
3)　$2^{1/3}\sigma$
4)　σ
5)　2σ

[91]　空欄イに入る式として、正しいものを選べ。
1）　ε
2）　0
3）　$-\varepsilon/2$
4）　$-\varepsilon$
5）　-2ε

[92]　あるタンパク質を精製し、吸光度からタンパク質の濃度を算出することにした。このタンパク質の 280 nm における消光係数が 9530(M^{-1} cm^{-1})であり、分子質量が 22978 (ダルトン)だとする。最終精製標品の 280 nm の吸光度を光路長 1 cm のキュベットで測定すると 0.580 だった。精製タンパク質の濃度に最も近い値を選べ。
1）　10 mg/ml
2）　8 mg/ml
3）　5 mg/ml
4）　3 mg/ml
5）　1.5 mg/ml