

生物

●工学部（生命環境化学科）

（3教科型・2月10日実施分）

（解答：70ページ）

1 次の図は生物の呼吸におけるグルコースの異化反応の一部を示したものである。

図を見ながら以下の各問いに答えよ。なお C_2 から C_6 は、それぞれ物質の炭素の数を表している。

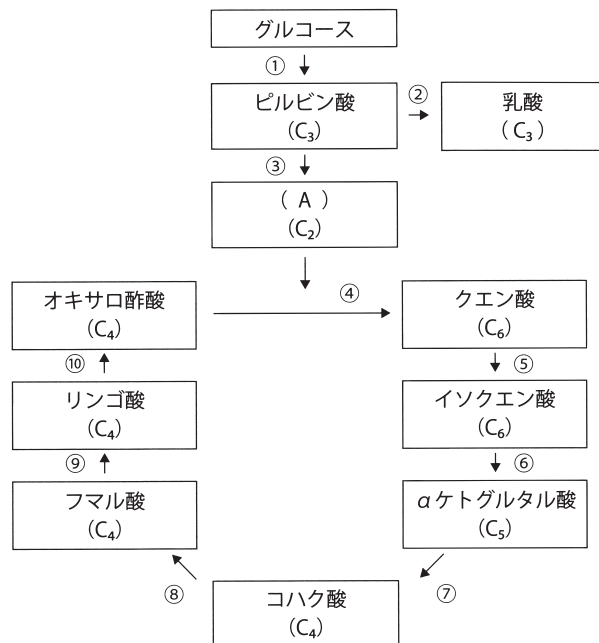


図 グルコースの異化反応

問1. グルコースの分子式を答えよ。

問2. グルコース1分子から、何分子のピルビン酸が生じるか答えよ。

問3. 図中の(A)にあてはまる語句を答えよ。

問4. 図中の(A)は、細胞内のどこで合成されるか答えよ。

問5. 図中の①から⑩の中で、二酸化炭素が生じる反応を全て選び番号で答えよ。

問6. 筋肉の細胞などでグルコースから乳酸が生成する過程をなんと呼ぶか答えよ。

問7. 図の⑧や⑩で生じる還元型補酵素を2種類答えよ。

問8. 図の一連の反応後、還元型補酵素は電子伝達系へと進む。電子伝達系において、還元型補酵素から放出された水素イオンと電子のうち、電子は酸素に受け取られ、最終的には水素イオンと反応することである分子を生成する。この分子を分子式で答えよ。

2 生物の DNA に関する文章をよく読み、以下の各問いに答えよ。なお、図中の記号アおよびイは文中の記号アおよびイと同じである。

真核生物の DNA は [ア] とよばれるタンパク質の一種に結合してヌクレオソームを形成している。ヌクレオソームのつながりは折りたたまれ、クロマチン構造を形成している。核内に広がっているクロマチン構造の DNA は、細胞分裂時には凝集し、図の左のような [イ] として観察できる。一方、原核生物である大腸菌では、環状の DNA 分子が 1 個とそれより小さな環状 DNA の [ウ] が存在する。[ウ] は菌体内で増殖することができ、大腸菌から取り出し、目的の遺伝子を組み込んで大腸菌に戻すことができる。[ウ] やバクテリオファージのように特定の遺伝子を組み込み、生物内で増殖させることのできる遺伝子の運び屋のことを [エ] という。

例えば、特定の DNA 領域が多量に必要な場合、試験管内で特定の DNA 領域を多量に増幅する方法として [オ] 法が開発されている。この方法は最近の新型コロナウイルス感染症の検査技術に応用されている。

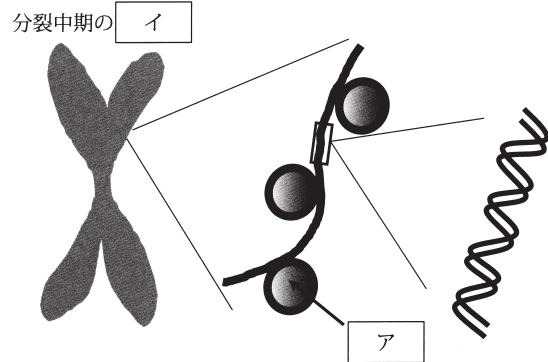


図 真核生物の [イ] と DNA

問 1. 文中のア～オに適切な語句を答えよ。

問 2. 真核生物において、DNA 転写直後の RNA の不要部分を切除し、つなぎ合わせて mRNA にすることを何というか。

問 3. 真核生物において、遺伝情報の転写と翻訳が行われる場所の組み合わせについて正しいものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) 転写—核膜外、翻訳—核膜外
- (b) 転写—核膜外、翻訳—核膜内
- (c) 転写—核膜内、翻訳—核膜外
- (d) 転写—核膜内、翻訳—核膜内

問 4. 遺伝子発現の流れは、DNA から RNA がつくられ、その配列をもとにアミノ酸配列が指定されてタンパク質が合成される、というように一方である。この考え方を何というか。

問 5. 細胞分裂の過程で化学的薬剤や紫外線の影響で DNA の塩基配列が変化してしまうことがある。塩基の挿入や欠失、[イ] の数が変化するなど遺伝情報が変わることを何というか。

問 6. 遺伝暗号表の終止コドンでタンパク質の合成が停止する理由について、最も適した文を次から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (a) 終止コドンに対応するコドンをもつ tRNA が存在しないため
- (b) 終止コドンに対応するコドンをもつ rRNA が存在しないため
- (c) 終止コドンに対応するコドンをもつ mRNA が存在しないため
- (d) 終止コドンに対応するアンチコドンをもつ tRNA が存在しないため
- (e) 終止コドンに対応するアンチコドンをもつ rRNA が存在しないため
- (f) 終止コドンに対応するアンチコドンをもつ mRNA が存在しないため

3

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

骨格筋は、筋繊維とよばれる多核の細胞からなり、その細胞質には多数の **ア** が存在する。**ア** は明帯と暗帯が交互に連なっており、明帯の中央はZ膜で仕切られている。Z膜とZ膜の間を **イ** という。**ア** は、細いアクチンフィラメントと太いミオシンフィラメントが交互に規則正しく重なり合った構造をしている。

運動神経は筋繊維とシナプスを形成している。運動神経末端から分泌されたアセチルコリンが筋繊維の膜にある受容体に結合すると、**ア** をおおっている **ウ** から **エ** が放出され、**a** 筋収縮が起こる。

脊椎動物の骨格筋を取り出し、それに接続する神経を1回刺激すると、**オ** とよばれる0.1秒ほどの収縮が起こる。**b** 骨格筋は運動神経の支配を受けており、運動神経から毎秒数十回といった連続的な刺激を受けて起こる **カ** によって収縮するものが多い。

問1. 文中のア～カに入る適切な語句を答えよ。

問2. 下線部 a の筋収縮のしくみに関する以下の(1)～(4)について、正しい文章には

○、誤っている文章には×をつけよ。

- (1) **エ** が結合するのは、ミオシンフィラメントである。
- (2) ATP アーゼとしてはたらくのは、ミオシンフィラメントの突起部分である。
- (3) アクチンフィラメントがミオシンフィラメントをたぐり寄せ、ミオシンフィラメントがアクチンフィラメントの間に滑り込み、筋肉が収縮する。
- (4) 筋収縮が起こっても明帯の幅は変化しない。

問3. 下線部 b について、運動神経の末梢神経の伝導速度を測定するため、図のように軸索の途中の A 点を刺激して、骨格筋の B 点での筋収縮の発生を観察した。A 点の位置を変え、A - B 間の距離 (cm) と筋収縮が発生するまでの時間 (ミリ秒) を測定した結果を表にまとめた。

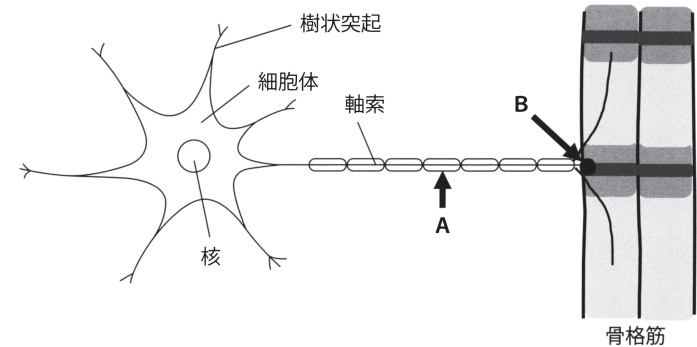


図. 筋収縮の発生時間の測定

表. 筋収縮の発生時間の測定

A - B 間の距離 (cm)	5	10	15	20
筋収縮が発生するまでの時間 (ミリ秒)	1.5	2.0	2.5	3.0

- (1) この神経の伝導速度は何 m/ 秒か答えよ。なお、1ミリ秒は1/1000秒である。
- (2) この神経から骨格筋に興奮が伝達され、収縮が起こるまでに要する時間は何ミリ秒か答えよ。

4 問1. 植物ホルモンについて、次の問いに答えよ。

- (1) 種子の休眠の維持にはたらく植物ホルモンを答えよ。
- (2) 胚で合成される休眠打破を促す植物ホルモンを答えよ。
- (3) (2)のホルモンは、イネ科植物では種子の①どこに作用して、②なんとという酵素の分泌を促すか答えよ。
- (4) (3)の酵素により、①種子内の浸透圧はどのようになるか。また、その結果、②種子にとってどのような利点があるか、答えよ。

問2. 植物の花芽形成のしくみを調べるために、長日植物と短日植物を栽培する際に、人工的に明暗周期を作った実験1～4をおこなった。なお、この実験で使用した植物の限界暗期は、図に示されているように、12時間であるとする。実験3では明期の途中で短時間だけ光照射を止め、その後光照射を再開した。実験4では暗期の途中で短時間の光照射をおこなった。

- (1) 実験1～4の条件で、花芽形成が起こるのは、長日植物または短日植物のどちらかを、それぞれ答えよ。
- (2) 暗期の途中の短時間の光照射には、赤色光が有効である。光受容体としてはたらく、赤色光を吸収して構造が変化する色素タンパク質を何というか、答えよ。
- (3) 光屈性を引き起こす、光受容体を何というか、答えよ。

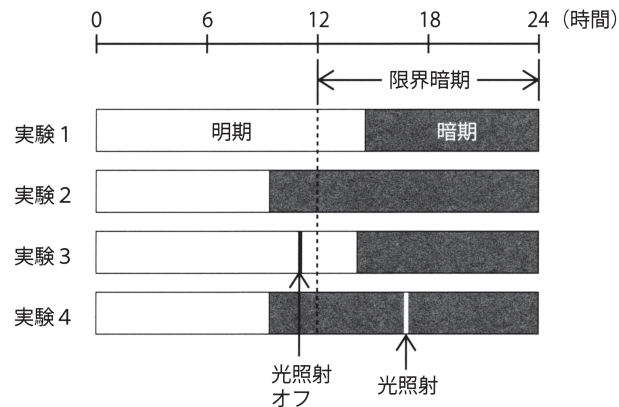


図. 実験1～4の明暗周期の条件