

'23

前期日程

生 物

(理 工 学 部)

注 意 事 項

全問題(①～④)を解答してください。

1. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いてはいけません。
2. 問題冊子のページ数は29ページです。解答用紙は4枚です。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所等があった場合には申し出てください。
3. 氏名と受験番号は解答用紙の所定の欄に記入してください。
4. 解答は指定の解答用紙に記入してください。
5. 下書きには問題冊子の余白を利用してください。
6. 解答用紙を持ち帰ってはいけません。
7. 問題冊子は持ち帰ってください。

1

(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

DNAは2本の鎖が二重らせん構造をとっており、それぞれの鎖はヌクレオチドが連結してできている。ヌクレオチドは、リン酸、糖、塩基^aから構成され、DNAを構成する糖はデオキシリボース^bと呼ばれる。ヌクレオチド鎖は、デオキシリボースの3番目の炭素原子が、隣接するデオキシリボースの5番目の炭素原子とリン酸基をはさんで互いにつながっている。

DNAの複製は複製開始点と呼ばれる特定の場所からはじまり、両方向に進んでいく(図1)。ほどけて1本鎖になったヌクレオチド鎖を鋳型としてプライマーが合成された後、そのプライマーに続けてDNAポリメラーゼが新たなヌクレオチド鎖を合成する。ただし、DNAポリメラーゼによるヌクレオチド鎖の伸長方向は、一方向(5'末端→3'末端方向)のみである。そのため、鋳型鎖の一方の複製については、二重らせんがほどけていく方向と同じ方向へ新たなヌクレオチド鎖が合成されていくと予想された^c。しかし、もう一方の鋳型鎖の複製については、二重らせんがほどけていく方向と新たなヌクレオチド鎖の伸長方向が逆向きになるため、どのようにして複製開始点に近い方から新しいヌクレオチド鎖を合成できるのか、うまく説明ができなかった。そのしくみを明らかにしたのは、日本人研究者による次のような【実験】であった。

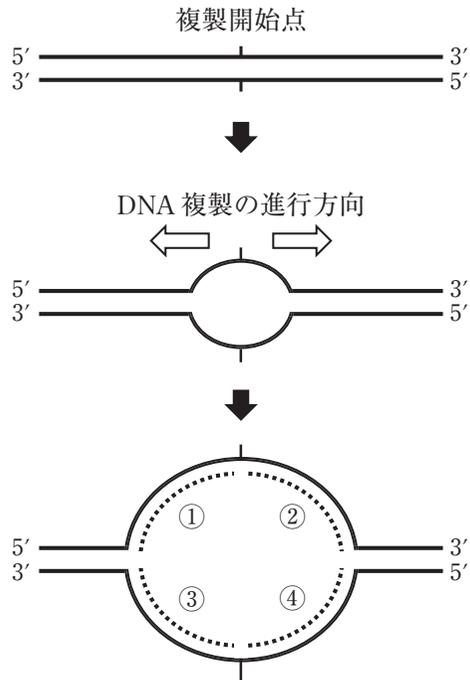


図1 DNA複製の進行の模式図

複製開始点から白い矢印の方向に向けて、二重らせんがほどけながら DNA 複製が進行していく。新しく合成されるヌクレオチド鎖はここには描かれていない。①から④で示した点線は新しく合成される DNA 領域を示している。

【実験】

大腸菌に感染し増殖するバクテリオファージを、放射性同位元素で標識したチミジン(チミンを含むヌクレオシド)を加えた培地で培養した。バクテリオファージのDNAを放射性同位元素で標識する時間を7秒、15秒、30秒、60秒と変化させて培養した後、DNAを単離し、変性させて1本鎖にした。その間に合成されたヌクレオチド鎖を長さに応じて分離し、長さごとの放射活性(ヌクレオチド鎖に取り込まれた放射性同位元素の量)を調べた(図2)。

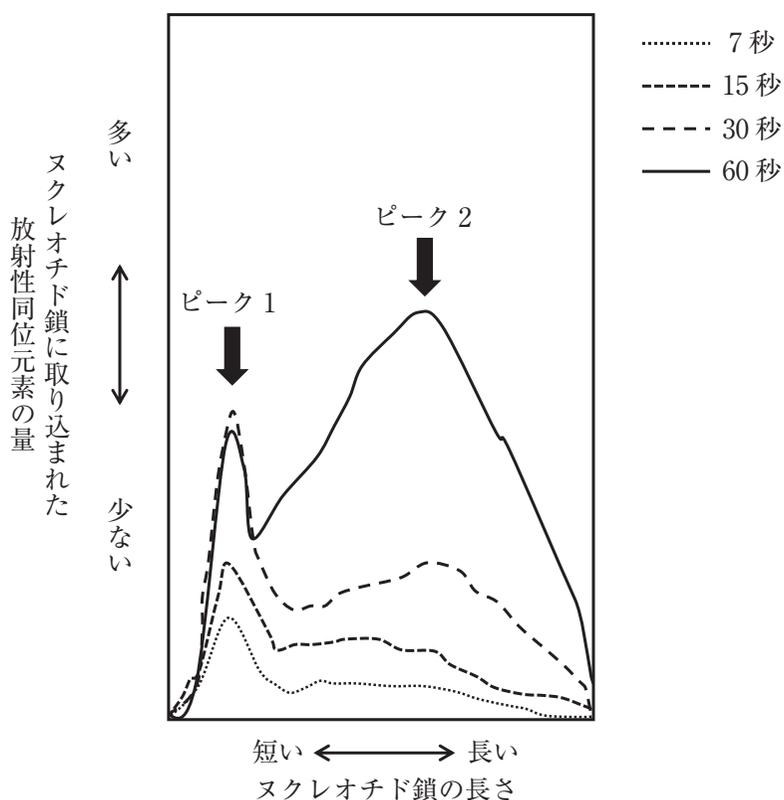
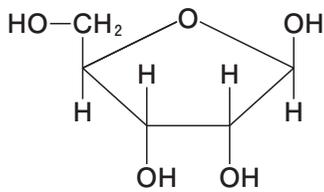


図2 放射性同位元素で標識されたヌクレオチド鎖の長さの変化を示した概略図
図中の時間(秒)は、放射性同位元素で標識した時間を示している。

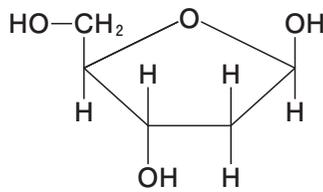
問 1 下線部 a について、ある生物の DNA に含まれる塩基の種類と量を調べたところ、全体の塩基数に対するシトシンの割合が 18 % であった。このときアデニンの割合は何%になるか、答えよ。

問 2 下線部 b について、DNA を構成している糖の構造として、最も適切なものを次の①～⑥の中から 1 つ選び、記号で答えよ。

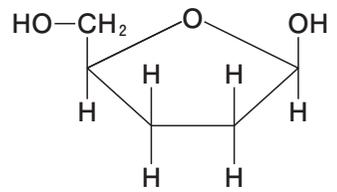
①



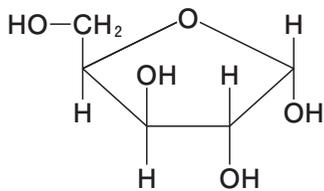
②



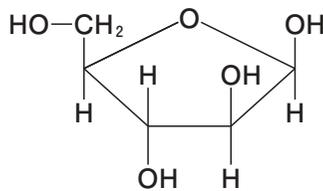
③



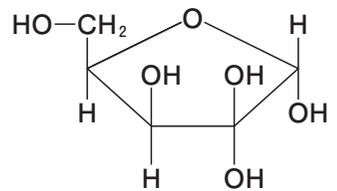
④



⑤



⑥



問 3 下線部 c について、図 1 の複製の進行方向(二重らせんがほどけていく方向)と同じ方向へ合成されるヌクレオチド鎖のことを何と呼ぶか、その名称を答えよ。また、そのヌクレオチド鎖が合成される領域を、図 1 の①～④の中からすべて選び、記号で答えよ。

問 4 図 2 を見ると、短時間の標識ではピーク 1 の短いヌクレオチド鎖が生じて増えていくが、長いヌクレオチド鎖のピーク 2 は目立たない。しかし長く標識すると短いヌクレオチド鎖は増えなくなるが、ピーク 2 の長いヌクレオチド鎖が急に増えてきた。この結果を考察した次の①～⑤の中から、二重下線部の「うまく説明ができなかった」点を、後に説明できることに結びつけたのはどの考えだったのか、最も適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。

- ① ピーク 1 の短いヌクレオチド鎖がさらに伸長してピーク 2 の長いヌクレオチド鎖になることで、複製が進行する。
- ② ピーク 1 の短いヌクレオチド鎖どうしが連結してピーク 2 の長いヌクレオチド鎖になることで、複製が進行する。
- ③ ピーク 1 の短いヌクレオチド鎖が分解された後にピーク 2 の長いヌクレオチド鎖が新たに合成されることによって、複製が進行する。
- ④ ピーク 1 の短いヌクレオチド鎖が反対側の鎖の一部と入れ替わることでピーク 2 の長いヌクレオチド鎖が新たに合成できるようになり、複製が進行する。
- ⑤ ピーク 1 の短いヌクレオチド鎖が鋳型からはずれることで方向に関係なくピーク 2 の長いヌクレオチド鎖が合成されるようになり、複製が進行する。

問 5 図 2 のピーク 1 で示される短いヌクレオチド鎖のことを何と呼ぶか、その名称を答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

生体内では、酵素と呼ばれる触媒のはたらきにより、さまざまな化学反応が速やかに進行している。酵素の本体はタンパク質であり、特有の立体構造をもっている。酵素がはたらきかける特定の物質は と呼ばれ、酵素の と呼ばれる部分と結合して酵素- 複合体を形成し、この状態を経て反応生成物となる(図1)。 と似た構造をもつ物質が に結合し、反応速度を低下させる作用を 阻害という。一方、阻害物質が とは異なる部位に結合し、反応速度を低下させる作用は 阻害という(図2)。酵素の反応速度と温度の関係は、無機触媒^aの場合とは異なる特徴を示す。また、酵素の反応速度は溶液のpHにも影響を受ける。温度やpHなどの外的要因によって、酵素の反応速度が最大になるときの条件を という。

ブタのレバーに含まれる酵素の1つであるカタラーゼがはたらく条件について調べるために、次の ～ までの【実験】を行った。

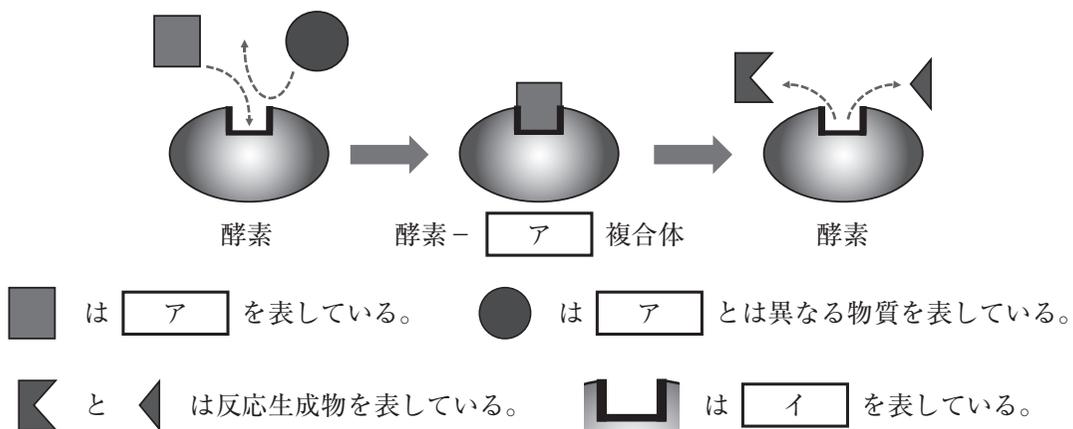


図1 酵素反応の模式図

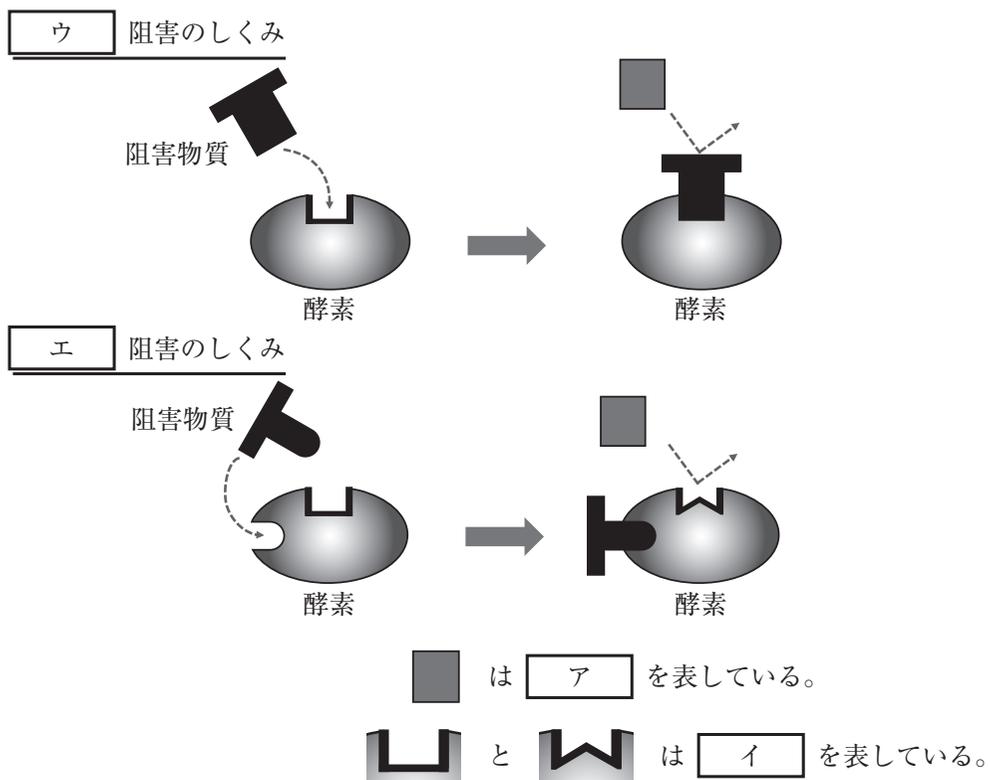
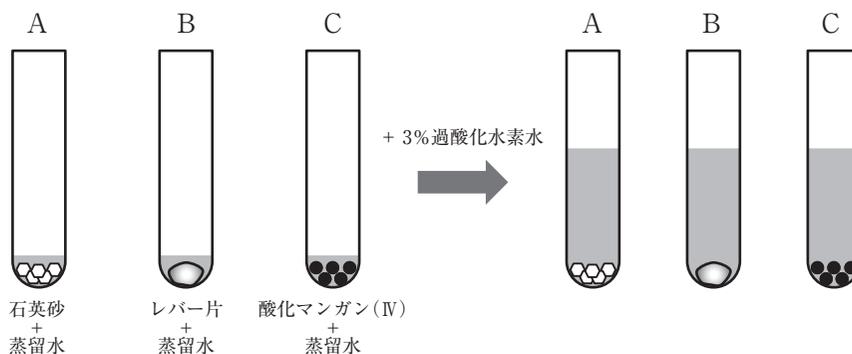


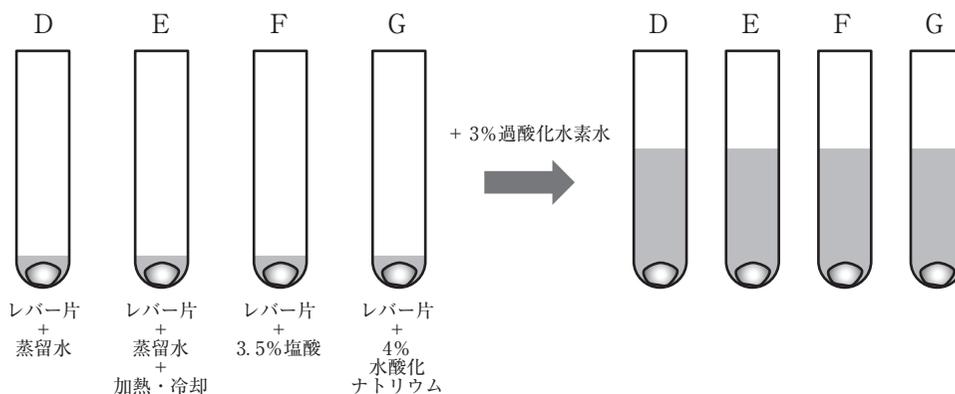
図2 酵素反応の阻害のしくみの模式図

【実験】

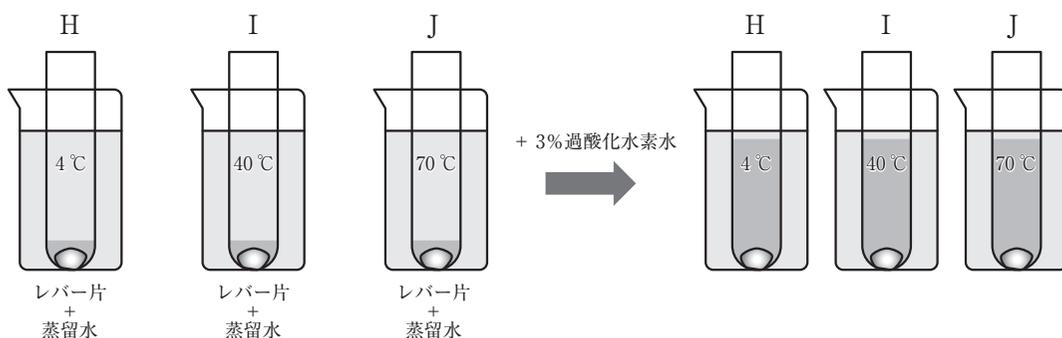
操作 1 試験管 A, B, C の底に耳かき 1 杯程度の石英砂, 米粒大のレバー片, 耳かき 1 杯程度の酸化マンガン(IV)をそれぞれ入れ, 蒸留水 1 mL を加えた。その後, すべての試験管に 3% 過酸化水素水 5 mL を加えて混合し, 泡の出方を観察した。



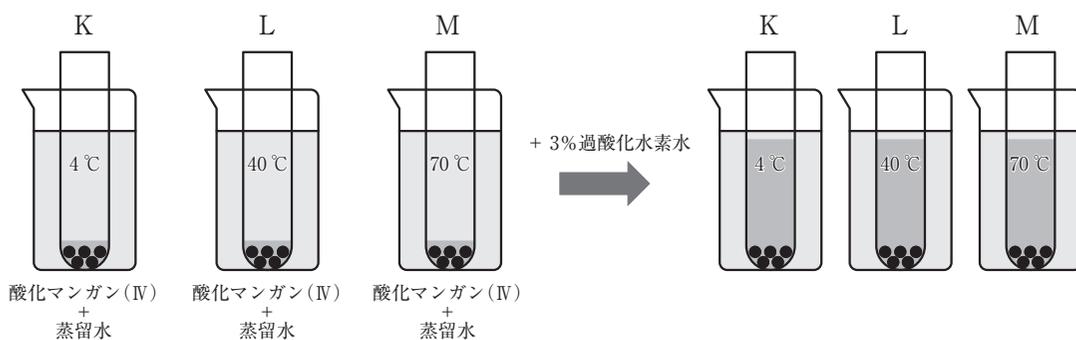
操作 2 試験管 D, E, F, G のすべての底に米粒大のレバー片を入れ, 試験管 D と試験管 E には蒸留水 1 mL, 試験管 F には 3.5% 塩酸 1 mL, 試験管 G には 4% 水酸化ナトリウム水溶液 1 mL を入れた。試験管 E は 90℃ に加熱した後, 室温まで冷ました。その後, すべての試験管に 3% 過酸化水素水 5 mL を加えて混合し, 泡の出方を観察した。



操作3 試験管H, I, Jのすべての底に米粒大のレバー片と蒸留水1 mLを入れ, Hは冷水(4℃), Iはぬるま湯(40℃), Jは熱湯(70℃)を入れたビーカーにしばらく浸した。その後, H, I, Jに3%過酸化水素水5 mLを加えて混合し, 泡の出方を観察した。



操作4 試験管K, L, Mのすべての底に耳かき1杯程度の酸化マンガン(IV)と蒸留水1 mLを入れ, Kは冷水(4℃), Lはぬるま湯(40℃), Mは熱湯(70℃)を入れたビーカーにしばらく浸した。その後, K, L, Mに3%過酸化水素水5 mLを加えて混合し, 泡の出方を観察した。



問 1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 酵素の特徴やはたらきについて、次の(i)～(iv)のそれぞれの記述が正しいければ○，誤りを含んでいれば×として，○または×の記号で答えよ。

- (i) 酵素自体は反応の前後で変化せず，それ自体は消費されないためくり返し作用できるので，少ない量でも化学反応を促進することができる。
- (ii) 胃液に含まれるペプシンはグルコースを分解することができる。
- (iii) 酵素は活性化エネルギーを増加させることで，化学反応を促進する。
- (iv) 酵素は細胞内で作られるので，細胞外ではたらく酵素は存在しない。

問 3 下線部 a について，【実験】で用いたブタのレバーに含まれるカタラーゼに関して，(i)～(ii)の間に答えよ。

- (i) カタラーゼの反応速度と温度の関係を表すグラフとして最も適切なものを図 3 の A～D の中から 1 つ選び，記号で答えよ。

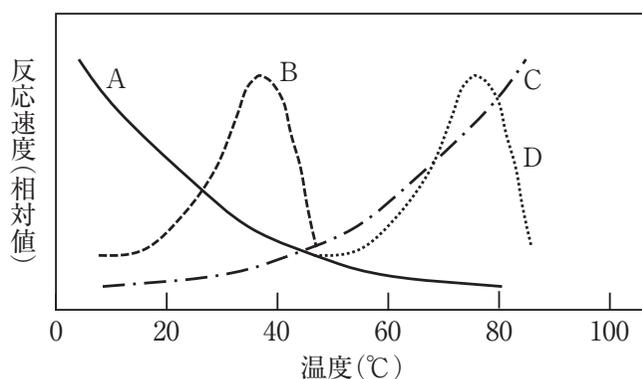


図 3 反応速度と温度の関係

- (ii) カタラーゼの反応速度と温度の関係について，「失活」という語句を用いて 45 字程度で説明せよ。

問 4 実験の **操作 1** ~ **操作 4** の観察結果に関する(i)~(iv)の間に答えよ。

- (i) **操作 1** において、泡が発生した試験管はどれか、すべて選んで記号で答えよ。
- (ii) **操作 2** において、最も盛んに泡が発生した試験管はどれか、1つ選んで記号で答えよ。
- (iii) **操作 3** において、最も盛んに泡が発生した試験管はどれか、1つ選んで記号で答えよ。
- (iv) **操作 4** において、最も盛んに泡が発生した試験管はどれか、1つ選んで記号で答えよ。

問 5 **【実験】**において、泡が発生している試験管の口に、火のついた線香をゆっくりと近づけたとき、線香に生じる変化を 10 字程度で説明せよ。

問 6 **【実験】**において、カタラーゼがはたらいて泡が発生した反応が進行した際の化学反応式を記せ。

2

(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

タマネギの根の先端では、体細胞分裂がさかんにおきている。体細胞分裂の各時期の細胞の形態を観察するために、タマネギの根を用いて以下に示す

操作1 ～ 操作7 を順に行った。

操作1 発根したタマネギの根を先端から1 cm 程度の長さに切り取った。

操作2 切り取った根をエタノールと氷酢酸の混合液に10分間程度浸した。

操作3 切り取った根を60℃の希塩酸に1分間程度浸した。

操作4 切り取った根を水洗して根の先端から3 mm 程度の部分を切り取って、スライドガラスにのせた。

操作5 根の先端に酢酸オルセイン液を滴下し、しばらく静置した。

操作6 根の先端にカバーガラスをかけ、折ったろ紙でスライドガラスとカバーガラスをはさみ、カバーガラスの上から根の先端を押しつぶしてプレパラートを作製した。

操作7 光学顕微鏡にプレパラートをセットし、細胞を観察した。

問1 操作1 ～ 操作7 の中で染色の操作に該当するのはどれか、最も適切なものを1つ選び、1～7の数字で答えよ。

問 2 この実験での染色方法で最もよく染色されて、顕微鏡で観察されるものはどれか、最も適切なものを①～⑥の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 細胞膜
- ② 細胞壁
- ③ 染色体
- ④ ミトコンドリア
- ⑤ 液胞
- ⑥ 葉緑体

問 3 操作1 ～ 操作7 の中で、細胞を生きた状態に近いまま生命活動を止めて、細胞の構造を保つために行われる操作はどれか、最も適切なものを1つ選び、1～7の数字で答えよ。

問 4 操作6 の押しつぶす操作で、細胞の形態を観察するために重要なことはどれか、最も適切なものを①～⑥の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 細胞どうしが重なると観察しにくいので、細胞が一層になるように、押しつぶすとよい。
- ② 操作2 ～ 操作5 の過程で染色体が形成されるので、染色体をほぐすように、押しつぶすとよい。
- ③ 操作2 ～ 操作5 の過程で多くの細胞は溶けるので、溶けていない細胞だけを選別できるように、押しつぶすとよい。
- ④ 細胞の中をよく観察するために、細胞膜が破壊されるようにカバーガラスをしっかりと押し付けて、押しつぶすとよい。
- ⑤ 観察の時にカバーガラスを動かせるように、押し付けすぎないように注意して、押しつぶすとよい。
- ⑥ タマネギの汁は手につくと非常に危ないので、ろ紙でよくふき取ってから、押しつぶすとよい。

問 5 この実験の顕微鏡観察から、体細胞分裂の各時期の細胞数を記録した結果を以下に示す。数えたすべての細胞の細胞周期の長さが等しく 20 時間とすると、間期の長さは何時間になるか、計算して最も近い整数で答えよ。

時期	細胞数
間期	340 個
前期	35 個
中期	7 個
後期	5 個
終期	13 個

(2) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

被子植物では、おしべの中で花粉がつくられる。やくの中では、 (2n)が減数分裂を行って、4個の細胞(n)からなるができる。のそれぞれの細胞は、細胞分裂によって雄原細胞と花粉管細胞に分かれ、やがて成熟した花粉となる。

めしべの子房の中の胚珠では、 (2n)が減数分裂を行って 個の娘細胞(n)が生じる。このうち 個は退化し、1個が胚のう細胞として残る。胚のう細胞は、 回の核分裂を行って8個の核を生じる。このうち6個の核はまわりを仕切られて細胞化し、1個の卵細胞、その両脇にある2個の助細胞、および卵細胞の反対側に位置する3個の となる。残りの2個の核は、胚のうの中央に並んで位置し、極核と呼ばれる中央細胞の核となる。

花粉はめしべの柱頭につくと発芽して、花粉管を胚珠に向かって伸ばす。雄原細胞は花粉管の中で分裂して2個の精細胞になる。花粉管の先端が胚のうに達すると先端が破れ、精細胞の1個が卵細胞と受精し、受精卵(2n)となる。精細胞の他の1個は、中央細胞と融合し、胚乳細胞(n)を形成する。このような受精の様式は重複受精と呼ばれ、被子植物に特有の現象である。

重複受精の後、受精卵は細胞分裂を繰り返して胚球と胚柄になり、胚球がさらに分裂をくり返して胚になる。胚はその後、ある程度発達したところで発生・成長が止まり、休眠状態となる。一方、胚乳細胞は核分裂をくり返した後、核の周囲に細胞膜が形成されて多細胞の胚乳となり、胚の発達に必要な養分を貯蔵する役割を果たす。オオムギやイネなどの種子では、水や温度などの条件が発芽に適するようになると、胚でジベレリンが合成され、発芽がはじまる。

問 1 空欄 **ア** ~ **エ** にあてはまる適切な語句を記せ。また、空欄 **A** ~ **D** にあてはまる適切な数字を記せ。

問 2 下線部 a について、図 1 の模式図において、雄原細胞と花粉管細胞はどれか。図中の①~⑩の中から最も適切なものをそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。

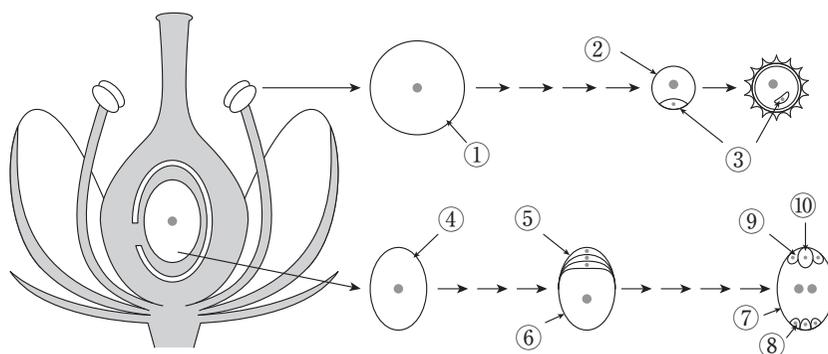


図 1 被子植物の配偶子形成の過程

問 3 下線部 b について、(i)~(ii)の問に答えよ。

(i) 花粉管はどの細胞に誘引されるか、その細胞の名称を答えよ。

(ii) (i)の細胞はどのようにして花粉管を誘引するか、20 字程度で説明せよ。

問 4 下線部 c について、被子植物には、胚乳に養分を蓄える種子と子葉に養分を蓄える種子があるが、それぞれ何と呼ぶか、名称を答えよ。また、イネ、ソラマメ、トウモロコシはそれぞれどちらの種子であるか、答えよ。

問 5 下線部 d について、ジベレリンにより糊粉層で発現が誘導される酵素の名称を答えよ。また、その酵素の胚乳でのはたらきを 25 字程度で説明せよ。

3

(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

炭素や窒素は生物に不可欠な元素であり、生態系の中では、光合成や呼吸、食物連鎖など様々な過程を経て形態を変えながら循環している。大気の体積の約80%は窒素(N₂)であるが、ほとんどの生物はこの大気中の窒素を直接利用できない。しかし、は大気中の窒素を取りこんで無機窒素化合物に変換することができる。の一種である根粒菌はマメ科植物などの根に侵入して増殖する。には根粒菌のほかに、好気性のや嫌気性のなどがある。

陸上生態系の主要な生産者である植物は、土壤中の無機窒素化合物を根から吸収して、タンパク質などの有機窒素化合物を合成する。このようにして植物の体の一部となった窒素は、食物連鎖を通じて様々な生物に直接的または間接的に取り込まれる。一方、生物の遺体・枯死体や排出物などに含まれる有機窒素化合物は、菌類や細菌のはたらきで分解され、無機窒素化合物となる。この無機窒素化合物を変換する細菌には、アンモニアをしてを生成する、をしてに変換するが含まれる。やを硝化菌という。硝化菌は、アンモニアからやに変換する過程で得たエネルギーを用いて、炭酸同化を行っている。このようにして硝化菌が生成した無機窒素化合物は、のはたらきにより窒素(N₂)に変換され、大気中に放出される。

問1 空欄～にあてはまる適切な語句を記せ。ただし、同じ語句を2回以上使ってはならない。

問2 マメ科植物と根粒菌の相利共生の関係について、60字程度で説明せよ。

問 3 下線部 a について，図 1 をみて(i)～(iii)の間に答えよ。

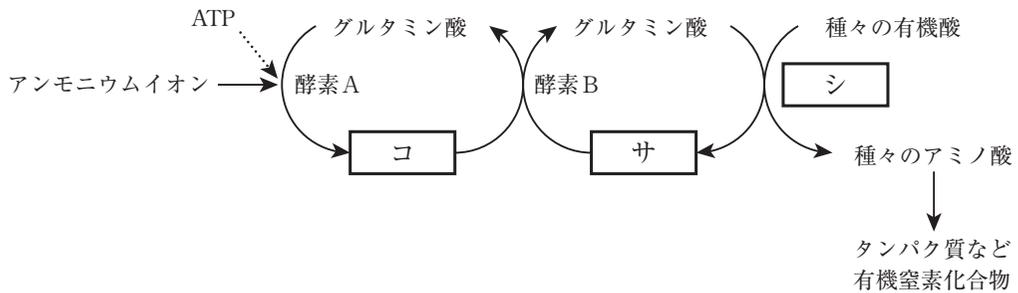


図 1 植物の窒素同化の過程の概略

- (i) 空欄 と にあてはまる化合物名と空欄 にあてはまる酵素名を答えよ。
- (ii) 植物が合成する有機窒素化合物には，タンパク質の他にどのようなものがあるか，①～⑦の中からあてはまるものをすべて選び，記号で答えよ。
- ① DNA
 - ② クエン酸
 - ③ ATP
 - ④ セルロース
 - ⑤ エチレン
 - ⑥ クロロフィル
 - ⑦ デンプン
- (iii) グルホシネートは，図 1 の酵素 A のはたらきを阻害する除草剤である。植物をグルホシネートで処理すると，葉中のアンモニウムイオンの量は処理前と比較してどのようなになると考えられるか，答えよ。

問 4 下線部 b について、アンモニアから オ が生成される際の化学反応式を記せ。ただし、アンモニアが反応する反応式でも、アンモニウムイオンが反応する反応式でも、どちらでもよい。

問 5 光エネルギーによらない炭酸同化を行う硝化菌以外の細菌を 1 つあげて、その名称を答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

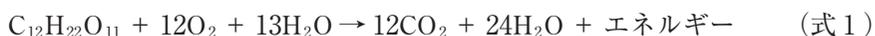
呼吸の過程は、で行われる解糖系、ミトコンドリアで行われるクエン酸回路と電子伝達系の3つの反応系に大別される。このうち、解糖系は発酵と共通の反応系では必要としない。植物では、主にデンプンやスクロース($C_{12}H_{22}O_{11}$)が呼吸基質として用いられる。スクロースが呼吸基質として用いられると、解糖系では、1分子のスクロースあたり、最終的には4分子のATP、4分子のピルビン酸、4分子のがつくられる。クエン酸回路では、ピルビン酸4分子が完全に分解されると、二酸化炭素が合計分子放出され、分子のATPがつくられる。クエン酸回路の反応過程で生じた大量のと電子は補酵素と結びつき、その結果スクロース1分子あたり16分子のと4分子のが生成される。電子伝達系では、補酵素と結びついたと電子が放出され、電子は電子伝達系を構成するタンパク質などに受け渡されていき、最後にはの還元に使われて水を生じる。電子が伝達される際には、ミトコンドリアのから膜間腔へが運ばれる。このの濃度勾配を利用して、ATP合成酵素はADPとからATPを合成している。

問1 空欄～にあてはまる適切な語句あるいは数字を記せ。

問2 クエン酸回路と電子伝達系は、ミトコンドリアのどこで行われている反応系か、それぞれについて答えよ。

問3 電子伝達系で得られたエネルギーを用いてATPを合成する反応を何と呼ぶか、その名称を答えよ。

問 4 スクロースを呼吸基質とした場合，呼吸の反応式は，(式 1)のように表される。



1 mol のスクロースが完全に酸化・分解されたとき，理論上，5,764 kJ のエネルギーが発生する。このエネルギーが仮に 64 mol の ATP の合成に使われたとすると，何%のエネルギーが ATP として蓄えられたことになるか。計算過程とともに小数点第 1 位を四捨五入して整数で答えよ。ただし，1 mol の ATP の合成には 30.5 kJ のエネルギーを必要とする。

問 5 図 1 のような実験装置 A と実験装置 B に，発芽状態が同じ植物 X の発芽種子を同数入れ，同じ条件に置いた後，それぞれの装置内の気体の減少量を着色液の移動距離 ((a) および (b)) から測定した。植物 Y の発芽種子についても同様に測定した。実験の測定結果は，表 1 のようになった。ただし三角フラスコ内の水酸化カリウム水溶液および水の蒸発は無視できるものとする。(i)~(iv)の間に答えよ。

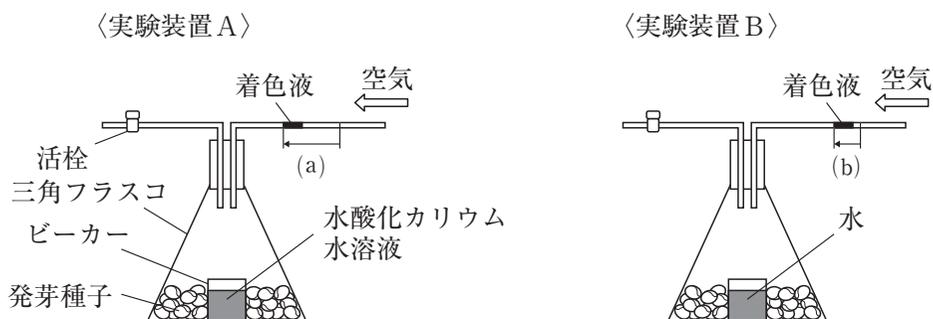


図 1 呼吸商を測定するための装置

表1 実験の結果

発芽種子	実験装置Aでの気体の減少量(a)	実験装置Bでの気体の減少量(b)
植物X	10.2 mL	0.1 mL
植物Y	10.8 mL	3.2 mL

- (i) 実験で用いた水酸化カリウム水溶液の役割を、25字程度で説明せよ。
- (ii) 実験装置Bでの気体の減少量は何を表しているか、25字程度で説明せよ。
- (iii) 植物Xと植物Yのそれぞれの呼吸商を、小数点第2位を四捨五入して答えよ。
- (iv) 植物Xと植物Yはそれぞれ主に何を呼吸基質としているか、炭水化物、脂肪、タンパク質の中から選んで答えよ。

4

(1) 次の文章を読んで、問1～問5の答を解答欄に記入せよ。

多くの動物の卵には、地球の北半球と南半球のように 半球と 半球がある。カエルの未受精卵では、 半球に色素粒が多いことで両者を見分けられる。カエル卵が受精すると、第一卵割が始まる前に卵の表層全体が内側の細胞質^aに対して約30度回転し、灰色三日月環が生じる。卵割が進んで32細胞期から64細胞期の胚は 胚と呼ばれるようになる。さらに卵割が進むと胚の内部の卵割腔が次第に大きくなり、この空間は と呼ばれるようになる。原腸胚^cになると、灰色三日月環のあった部位の近くの胚表面の細胞が から内部に陥入して原腸が形成される。原腸形成が進むと、外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉ができる。原腸の先端部は、将来外につながり口になる。 は半月状からやがて円形となり、この円形に囲まれた部分は と呼ばれる。

胚のある領域の細胞が他の領域の細胞分化に影響を及ぼすことを調べる次の【実験】を行った。

【実験】

図1に示すように、カエル胚を破線の位置で切断して細胞塊Aと細胞塊Bを切り取った。これらを ～ のように培養して、それぞれ何が出現するかを観察した。

細胞塊Aを単独で培養した。その結果、外胚葉性の組織^dが出現した。

細胞塊Bを単独で培養した。その結果、内胚葉性の組織が出現した。

細胞塊Aと細胞塊Bを接触させて培養した。その結果、筋肉^eが出現した。

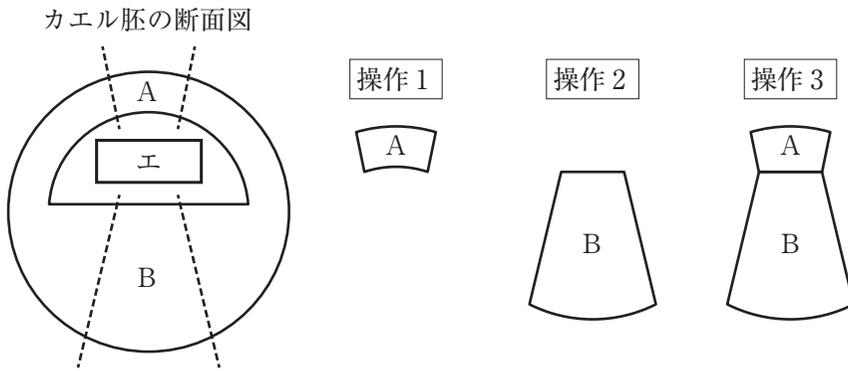


図 1 カエル胚の細胞塊を用いた培養実験の模式図

問 1 空欄 ～ にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 下線部 a について，カエル卵の受精の際に精子が進入する場所の説明として最も適切なものを①～⑤の中から 1 つ選び，記号で答えよ。

- ① カエルの未受精卵では，精子が進入する場所は決まっていない。
- ② カエルの未受精卵では，決まった一方の半球からだけ，精子は進入する。
- ③ カエルの未受精卵ではすでに将来腹側になる場所が決まっていて，そこからしか精子は進入しない。
- ④ カエルの未受精卵ではすでに将来背側になる場所が決まっていて，そこからしか精子は進入しない。
- ⑤ カエルの未受精卵では精子が進入する場所があらかじめ決まっていて，極と呼ばれる。

問 3 下線部 b について、灰色三日月環が生じる位置の説明として適切なものを①～⑥の中から2つ選び、記号で答えよ。

- ① 精子進入点の位置とは関係がない。
- ② 精子進入点に近い赤道付近に生じる。
- ③ 精子進入点の反対側の赤道付近に生じる。
- ④ 将来の背側になる。
- ⑤ 将来の腹側になる。
- ⑥ 将来の背側・腹側とは関係がない。

問 4 下線部 c について、発生段階が異なる原腸胚の断面の模式図を図 2 に示した。(i)～(ii)の間に答えよ。

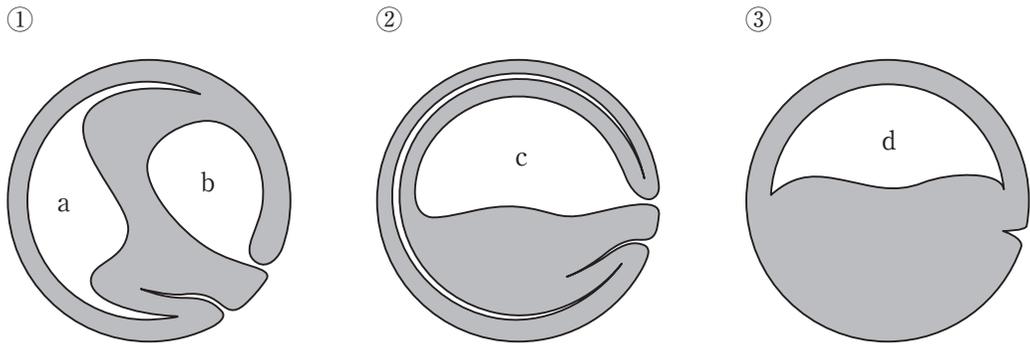


図 2 カエル原腸胚の断面図

(i) 図中の空洞 a～d の中から エ と原腸をすべて選び、記号で答えよ。

(ii) 図 2 の①, ②, ③を発生過程の順に並べよ。

問 5 【実験】について、(i)～(iii)の問に答えよ。

(i) 下線部 d について、操作 1 で出現する外胚葉性の組織として最も適切なものを①～⑤の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 血管
- ② 脊索
- ③ 表皮
- ④ 消化管の上皮
- ⑤ 体節

(ii) 下線部 e について、操作 3 で筋肉が出現する部位の説明として最も適切なものを①～⑥の中から1つ選び、記号で答えよ。

- ① 細胞塊 A 全体に出現する。
- ② 細胞塊 B 全体に出現する。
- ③ 細胞塊 A と細胞塊 B の全体に出現する。
- ④ 接触面近くの細胞塊 A に出現する。
- ⑤ 接触面近くの細胞塊 B に出現する。
- ⑥ 接触面近くの細胞塊 A と細胞塊 B の両方に出現する。

(iii) 操作 3 で観察された分化誘導を何と呼ぶか、その名称を答えよ。

(2) 次の文章を読んで、問1～問6の答を解答欄に記入せよ。

神経系を構成する基本単位はニューロンである。ニューロンは、核のある細胞体とそこから伸びる多数の突起からなり、1本の長く伸びた突起を **ア**、枝分かれした多数の短い突起を **イ** という。**ア** は神経繊維とも呼ばれ、その多くは **ウ** 細胞によってできた **エ** とよばれる膜でおおわれている。**ア** の末端は、せまいすきまを隔てて他のニューロンや効果器の細胞と連結する。この部分をシナプスという。

神経繊維や **イ** のように細胞膜が連続しているところでは、興奮が細胞膜に沿って発生する活動電位によって伝導する。しかし、シナプスでは細胞膜が連続していないため、神経終末内部の **オ** から放出されるアセチルコリンなどの **カ** 物質によって興奮が伝わる。神経筋接合部では、シナプス間隙に放出されたアセチルコリンのはたらきで **キ** イオンが筋細胞内に流入し、脱分極性の電位変化が生じる。このような電位変化を興奮性シナプス後電位という。これがきっかけとなって筋肉の収縮が起こる。シナプス間隙に放出されたアセチルコリンは次の興奮への応答に備えて、分解されたりシナプス前細胞に回収されたりして速やかに取り除かれる。

神経と筋肉を用いて以下の【実験】を行い、**結果1**～**結果3**を得た。

【実験】

カエルのふくらはぎの筋肉に座骨神経がついたまま取り出した**神経筋標本**^bをつくり、神経の興奮と筋肉の収縮についての実験を行った。

結果1 筋肉を電極で直接刺激した場合、筋肉の収縮が始まるまでにかかった時間は5ミリ秒であった。座骨神経と神経筋接合部を除去した筋標本でも、結果は変わらなかった。

結果2 神経筋接合部から6cmの点で神経を電極で刺激した場合、筋肉の収縮が始まるまでにかかった時間は11ミリ秒であった。

結果3 神経筋接合部から12cmの点で神経を電極で刺激した場合、筋肉の収縮が始まるまでにかかった時間は13ミリ秒であった。

問 1 空欄

ア

 ～

キ

 にあてはまる適切な語句を記せ。

問 2 ニューロンは刺激が弱いときは興奮せず，刺激がある強さ以上になると初めて活動電位が生じ，それ以上刺激が強くなっても活動電位の大きさは変わらない。このようなニューロンの性質を何の法則と呼ぶか，答えよ。

問 3 下線部 a について，アセチルコリンの受容体に結合して受容体のはたらきを阻害する薬物を神経筋標本に作用させて，【実験】と同じように神経を電極で刺激した。このとき筋肉の収縮の様子は薬物を作用させなかった時と比べてどのように変化するか，最も適切なものを①～④の中から1つ選び，記号で答えよ。

- ① 収縮は起こらなくなる。
- ② 収縮の様子は変わらない。
- ③ 収縮している時間が長くなる。
- ④ 収縮している時間が短くなる。

問 4 下線部 a について，アセチルコリンの分解を阻害する薬物を神経筋標本に作用させて，【実験】と同じように神経を電極で刺激した。このとき筋肉の収縮の様子は薬物を作用させなかった時と比べてどのように変化するか，最も適切なものを①～④の中から1つ選び，記号で答えよ。

- ① 収縮は起こらなくなる。
- ② 収縮の様子は変わらない。
- ③ 収縮している時間が長くなる。
- ④ 収縮している時間が短くなる。

問 5 下線部 b について，神経筋標本の神経を刺激して筋肉の収縮が始まるまでの時間には，神経を電極で刺激した部分から神経筋接合部までに神経の興奮が伝わる時間，神経筋接合部において神経から筋肉に興奮が伝わる時間，および筋肉に興奮が伝わってから筋肉が収縮を開始するまでの時間，の 3 つの要素が含まれる。(i)～(iv)の間に答えよ。

(i) 筋肉に興奮が伝わってから筋肉が収縮を開始するまでの時間は何ミリ秒であると考えべきか，最も近い整数で答えよ。

(ii) 神経を興奮が伝わる速度は何 cm/ミリ秒であると予想されるか，計算過程を示しながら求め，最も近い整数で答えよ。

(iii) 神経筋接合部において神経から筋肉に興奮が伝わる時間は何ミリ秒であると予想されるか，計算過程を示しながら求め，最も近い整数で答えよ。

(iv) 神経筋接合部から 9 cm の点で神経を電極で刺激した場合，筋肉の収縮が始まるまでにかかる時間は何ミリ秒であると予想されるか，計算過程を示しながら求め，最も近い整数で答えよ。

問 6 一般に神経繊維での伝導の速度よりもシナプスでの伝達の速度の方がずっと遅い。この理由の 1 つを 30 字程度で説明せよ。