

生 物

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

外界から取り入れた物質を、エネルギーを消費しながら体を構成する物質や生命活動に必要な物質に合成する反応は **ア** 化と呼ばれる。一方、体内で複雑な有機物がより簡単な物質に分解されエネルギーが取り出される反応は **イ** 化と呼ばれる。

真核生物は、グルコース (**ウ**) などの有機物を分解し、生命活動に必要な ATP を得ている。この **イ** 化反応は呼吸と呼ばれ、細胞内の **エ** と **オ** で行われる。**オ** には、呼吸に関係するさまざまな酵素が含まれ、**カ** を用いる反応もここで行われる。呼吸で、グルコースが分解されると、**キ** と **ク** を生じる。



この反応に伴ってエネルギーが放出されることなどから、炭水化物の代謝は一般的な燃焼と同じようにみえる。しかし炭水化物がもつエネルギーは、一般的な燃焼では、主に **ケ** や **コ** として放出されるのに対して、呼吸では、**ケ** や **サ** に変換される。

問1 文中の空欄 **ア** ~ **ク** に当てはまる最も適当な語句を記せ。ただし、**ウ** には化学式が入り、**キ** と **ク** については順序を問わない。

問2 文中の空欄 **ケ** ~ **サ** に当てはまる最も適当な語句を【語群】から選び、記せ。

【語群】 光エネルギー 熱エネルギー 化学エネルギー 音エネルギー

問3 図1はATPの構造を模式的に示している。以下の設問に答えよ。

- (1) 図中の**あ**~**え**の結合のうち、切り離されるときに多くのエネルギーが放出され、生体内でエネルギー源として一般的に使われる結合はどれか、記号で答えよ。
- (2) (1)の結合が切り離されると、ATPは2つの化合物に分解される。2つの化合物の名称を記せ。

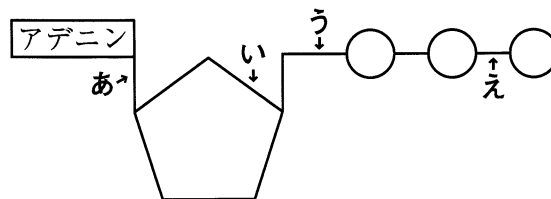


図1 ATPの構造の模式図

問4 ヒトのだ液に含まれるアミラーゼの反応に関する【実験】の記述を読み、以下の設問に答えよ。

【実験】

〈操作〉

1. 試験管 A~I にデンプン溶液を同量ずつ入れた。
2. 各試験管に表1の「加えたもの」の列に記載してあるものを同量ずつ加え、よく混ぜた。
3. 各試験管を表1の「温度」の列に記載してある温度に保ちながら一定時間静置した。
4. 各試験管内の溶液の温度を 25℃にしてから、ヨウ素溶液を適量ずつ加えた。

表1 各試験管と「加えたもの」および「温度」

試験管	加えたもの	温度
A	水	25℃
B	水	40℃
C	水	100℃
D	希硫酸	25℃
E	希硫酸	40℃
F	希硫酸	100℃
G	アミラーゼ溶液	25℃
H	アミラーゼ溶液	40℃
I	アミラーゼ溶液	100℃

- (1) 試験管 F ではデンプンが分解したことを示す結果が得られた。デンプンが分解した原因が希硫酸によるものであることを証明するにはどの試験管と比較すればよいか、記号で答えよ。
- (2) 25℃において、希硫酸やアミラーゼ溶液でデンプンが分解できているのか、またどの程度分解できているのかを調べたい。どの試験管を比較するのが適切か、試験管の記号をすべて答えよ。
- (3) 希硫酸を加えた試験管のうち、最もデンプンが分解すると考えられる試験管を解答欄 i に記号で答えよ。またそれを選んだ根拠を解答欄 ii の枠内で簡潔に記せ。
- (4) アミラーゼ溶液を加えた試験管のうち、最もデンプンが分解すると考えられる試験管を解答欄 i に記号で答えよ。またそれを選んだ根拠を解答欄 ii の枠内で簡潔に記せ。

2 次の文章は、3回生の逢坂さんと2回生の蟬丸くんと教授とが高大連携実験講義の準備を行った際の会話の一部である。以下の問いに答えよ。

教授「明日の実験は、ブロッコリーの花芽からDNAを抽出するんだ。実験の詳細を理解して、その試薬を作っておいて欲しいんだ。手元にある簡単バージョンの実験手順（図1）を見て。」

1. ブロッコリーの花芽部分を約15gはさみで切り取り、すりつぶす。
  2. 1にDNA抽出液を25mL加え、約3分間静かに混ぜる。
  3. 2の液をろ過し、ろ液をビーカーに入れる。
  4. 3のろ液の上にあらかじめ冷やした100%エタノールを静かに注ぐ。
  5. DNAがろ液とエタノールの境界面に繊維状に析出するので、それをガラス棒で絡め取る。
- \*DNA抽出液：15%NaCl水溶液（重量%）を作り、それで中性洗剤を10倍に希釈する。

図1 手元に配られた実験手順

逢坂「先生。DNA抽出液はどれだけ必要ですか？」

教授「最低30サンプル分あればいいので、全部で900mL作ってくれないか。NaCl水溶液は余って<sup>①</sup>もいいから、作りやすいように作って。」

逢坂「了解です。DNA抽出液は、タンパク質を変性させながら核内にあるDNAを可溶化させるんですよね。でも、RNAはどうなるんですか？」

教授「RNAもDNAと同様な挙動をするから多少混入するかもね。逢坂さん、繊維状に析出したも<sup>②</sup>のにDNAやRNAが含まれていることを示す実験を考えてくれないか？」<sup>③</sup>

蟬丸「先生、なんでブロッコリーの花芽だけ使うんですか？」

教授「花芽では盛んに細胞分裂が起こっていて、体積の割に細胞数が多く、細胞壁などの核以外の細胞領域が少なく<sup>④</sup>、DNAが抽出しやすいということだな。」

逢坂「先生、でも分裂期の染色体は凝集していて、DNAを抽出しにくいのですか？」<sup>⑤</sup>

教授「このDNA抽出液の中では、間期も分裂期も抽出のしやすさは変わらないということだね。」

逢坂「ところで、ブロッコリーのゲノムの大きさがどのぐらいなのですか？」

教授「 $5.2 \times 10^8$  bp（塩基対）だ。ちなみに2倍体で染色体は18本だ。」

逢坂「じゃあ、染色体1本あたり平均で約 $5.8 \times 10^7$  bpということですね。」

蟬丸「ヒトのゲノムで同じような問題を先生が出してました。僕、分からなかったんです。」

逢坂「簡単よ。今度私のノート貸してあげるわ。」

蟬丸「1回生も逢坂先輩に教えてもらいたいわって言ってたから、1回生にも見せてあげて良いですか？」

教授「ハッハッ！やっぱり逢坂さんだね。知るも知らぬも頼ってくるね。」

問1 下線部①に関して、以下の設問に答えよ。

(1) DNA 抽出液を 900 mL 作るために NaCl 水溶液と中性洗剤はそれぞれ何 mL 必要か、  
解答欄 I に NaCl 水溶液の容量を、解答欄 II に中性洗剤の容量をそれぞれ記せ。

(2) 重量%で 15 %の NaCl 水溶液の作り方を記せ。ただし水の比重は 1 とし、適宜、具体的な  
数値を示すこと。

問2 下線部②に関して、DNA と RNA の違いを説明する以下の文章における空欄  ~  
 に当てはまる最も適当な語句を記せ。

DNA も RNA も核酸であるが、その構成単位となる  の糖の部分が DNA では  
 であり、RNA では  になっている。一般的に DNA は 2 本の  な鎖  
が塩基どうしで結合し、二重らせん構造を形成しているが、RNA はふつう 1 本鎖として存在す  
る。また、塩基として DNA ではアデニン、シトシン、グアニン、 の 4 種類が、  
RNA ではアデニン、シトシン、グアニン、 の 4 種類が使われる。

問3 下線部③に関して、DNA と RNA の違いを区別して核酸が含まれていることを確かめるには  
どのような実験が考えられるか、解答欄の枠内で簡潔に記せ。

問4 下線部④および図2に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) 図2において、細胞の外周として四角く囲んだ線（太いグレー）は細胞膜および細胞壁を示している。図2 a中の破線で示した空欄 あ が示す構造の名称を記せ。
- (2) 図2 dには、長さや大きさが同じ2本の染色体が2組描かれている。このような長さや大きさの同じ染色体どうしを何と呼ぶか、名称を記せ。
- (3) 図2において、矢印の先には染色体の凝集の程度やその形態を分かりやすく拡大したものを示している。これらの構造すべてに含まれる主要なタンパク質の名称を記せ。
- (4) 図2において、aをスタートとして細胞周期の進行の順番に図を並べ替えた場合、どのような順番となるか。a→b→c→d→e→fのように正しい順番を記せ。
- (5) 図2において、間期を示す図はどれか、記号をすべて記せ。

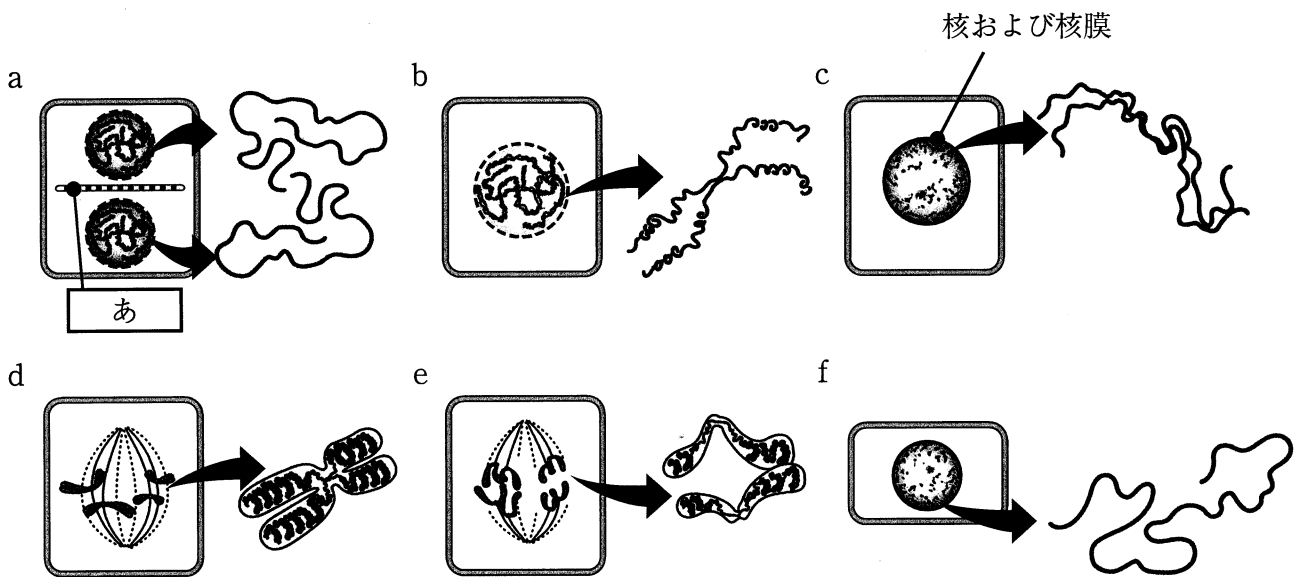


図2 植物細胞の細胞周期と染色体の様子を示す模式図

問5 下線部⑤に関して、その後の会話内容も参考にして、ブロッコリー2倍体細胞の分裂期の全DNA量は何bpとなっているか、四捨五入して有効数字2桁で記せ。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

脊椎動物の体液は、血管内を流れる血液、組織の細胞間を満たす組織液、管内を流れる液に分けられる。これらの体液は互いにかかわり合って、体内を循環している。体液のこのような働きは、気温などの様々な環境（体外環境）が変化しても体内環境を一定に保つ性質に重要な役割を果たしている。<sup>①</sup>

このうち血液は、液体成分のと、有形成分の血球（赤血球、, ）からできている。血球は、骨髄にあるから作られる。は、粘性のある淡黄色の液体で、90%以上が水であるが、タンパク質、グルコース、脂質、無機塩類などの栄養素を含んでおり、それらを消化管から吸収し、各細胞へ運搬する働きをしている。さらに、は各細胞で生じた老廃物も含んでおり、腎臓などの排出器官へ運搬する働きもある。また、血液は内分泌器官から放出されたホルモンを標的器官に運搬するのにも重要である。<sup>②</sup>

血球のうち、赤血球はヘモグロビンというタンパク質を含み、酸素と結合して肺から各組織に酸素を運搬する。<sup>③</sup>は、顆粒球、球、単球などの免疫にかかわる血球の総称で、外来の病原体などから体を防御するために働いている。は血液凝固に関係する血球で、血管が傷を受けて出血した場合に傷口に集まることが血液凝固反応のきっかけとなる。<sup>④</sup>

問1 文中の空欄～に当てはまる最も適当な語句を記せ。

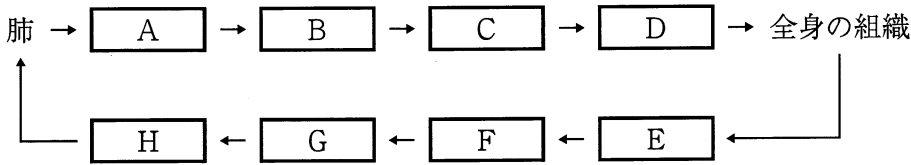
問2 下線部①に関して、このような性質は何と呼ばれるか、名称を記せ。

問3 下線部②に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) 外界の温度が低いとき、体温維持のためホルモンの一種であるアドレナリンが放出される。
  - (i) アドレナリンが放出される内分泌器官の名称を記せ。
  - (ii) アドレナリンが体温維持のために作用する標的器官の名称を一つ記せ。
- (2) ホルモンの一種であるバソプレシンの働きを解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。

問4 下線部③に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) 肺で酸素を結合したヘモグロビンは、その後心臓を経由して全身に送られる。その際、流れていく経路を以下に示す。空欄, , , に当てはまる最も適当な語句を【語群】から選び完成させよ。ただし、～には、【語群】の語句が1つずつ当てはまる。



【語群】 大動脈                      大静脈                      肺動脈                      肺静脈  
                     右心房                      右心室                      左心房                      左心室

(2) 図1は、酸素分圧と酸素ヘモグロビンの割合を示すグラフである。

- (i) このようなグラフは一般に何と呼ばれるか、名称を記せ。
- (ii) 動脈血では、酸素分圧が 100 mmHg, 二酸化炭素分圧が 40 mmHg である。このとき、全ヘモグロビンの何%が酸素と結合しているか、整数で記せ。
- (iii) 六甲山の山頂 (931 m) にいるヒトの肺胞における酸素分圧は 60 mmHg, 二酸化炭素分圧は 40 mmHg であった。一方、組織における酸素分圧は 30 mmHg, 二酸化炭素分圧は 70 mmHg であった。組織における酸素ヘモグロビンの割合は、肺胞における酸素ヘモグロビンの割合の何%か、小数第1位を四捨五入して整数で記せ。ただし、肺胞と組織におけるヘモグロビン濃度に差はないものとする。
- (iv) 図1に示すグラフは、ヘモグロビンが肺胞における酸素との結合、組織における酸素の放出において、非常に優れた特徴をもつことを示している。どのように優れているのか、また、どのような意義をもつのか、解答欄の枠内で簡潔に説明せよ。

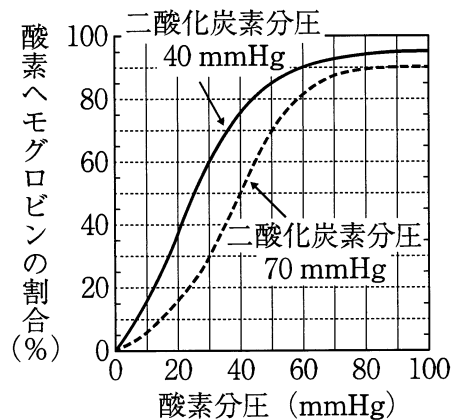


図1 酸素分圧と酸素ヘモグロビンの割合との関係  
 (1013 hPa (1気圧) は 760 mmHg であり、分圧とはその気体が  
 単独で同じ体積を占めるときに示す圧力である。)

問5 下線部④に関して、血べいの形成に重要な働きをする繊維状のタンパク質は何か、名称を記せ。