

### 3. 細胞とエネルギー

#### 3-1 代謝

生体内で起こる、物質の合成や分解などの化学反応を代謝という。酵素(▶3-5)によって進められる。

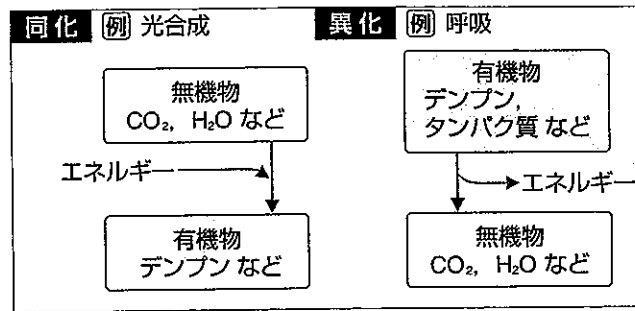
##### ①同化

エネルギーを取りこみ、単純な物質から複雑な物質をつくり出す反応。

例 光合成(糖の合成)

##### ②異化

複雑な物質を単純な物質に分解し、エネルギーを取り出す反応。例 呼吸

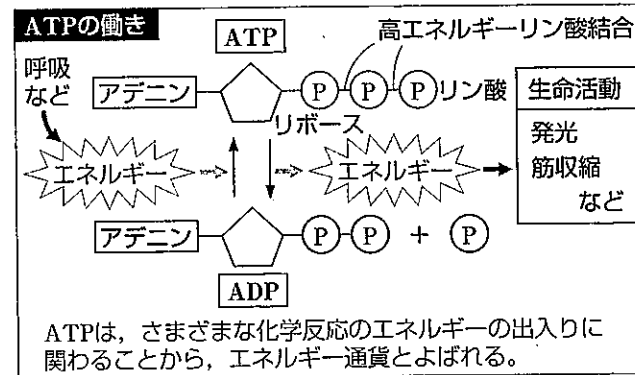


#### 3-2 ATP

• 生物は、エネルギーを蓄える際に ATP (アデノシン三リン酸)を利用する。ATP の利用は、すべての生物に共通である。

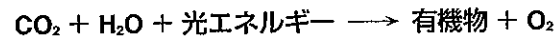
• ATP は、糖の1種であるリボースに、アデニン(塩基)と3つのリン酸が結合した物質である。ATP からリン酸が1つはずれて ADP(アデノシン二リン酸)になる時に、エネルギー(化学エネルギー)が放出され、このエネルギーがさまざまな生命活動に使われる。

• ATP は、呼吸などで合成される。光合成では光エネルギーで合成された ATP が利用される。



#### 3-3 光合成

緑色植物などが、光エネルギーを利用して有機物(デンプンなど)を合成すること。反応の場は葉緑体。



● 転流 光合成でつくられたデンプンは、一時的に葉緑体に蓄えられる(同化デンプン)。その後、スクロースなどの水に溶けやすい物質となって師管などを通り、他の器官に運ばれる(転流)。スクロースは呼吸に用いられる他、成長中の部位などから体を構成する物質をつくる材料として使われたり、貯蔵器官に蓄えられる(貯蔵デンプン)。

#### 3-4 呼吸(細胞呼吸)

細胞内で、酸素を使って有機物を分解し、生命活動に必要なエネルギー(ATP)を得ること。反応の場はミトコンドリアや細胞質基質。  $\text{有機物} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{エネルギー(ATP)}$

#### 3-5 酵素

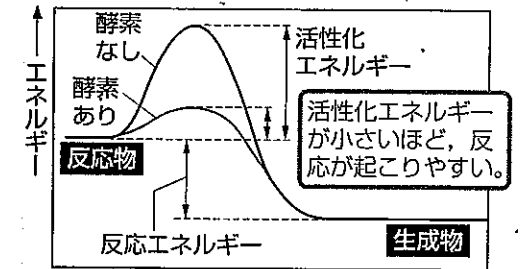
①触媒 化学反応を促進するが、それ自身は変化しない物質。

②酵素 生体内でつくられる、タンパク質を主成分とする触媒(生体触媒)。

#### 3-6 酵素の触媒作用

- 酵素自身は変化しないので、繰り返し作用する。
- 少量で大きな効果がある。
- 生体内の化学反応を促進する。

(補足) 触媒は、化学反応が起こるのに必要な最低限のエネルギー(活性化エネルギー)を低くする働きをもつ。

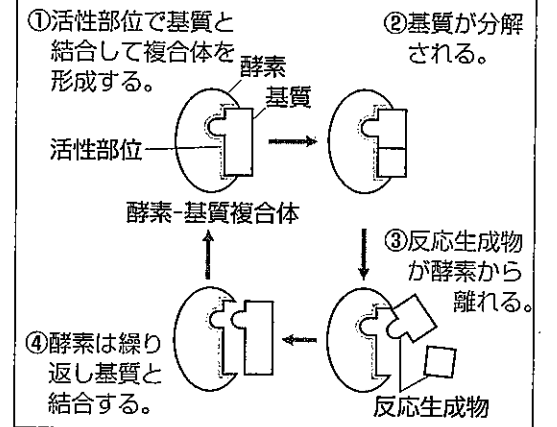


#### 参考 酵素の性質

- 基質特異性** 酵素が作用する物質を基質という。1つの酵素は、特定の基質にしか働かない(特定の化学反応にのみ触媒作用を示す)。
- 酵素反応と温度** 酵素には最もよく働く温度(最適温度)がある。それ以上高温になると、主成分であるタンパク質の構造が変化し、その作用は低下する。
- 酵素反応と pH** 酵素には最もよく働く pH がある(最適 pH)。最適 pH は酵素の種類によって異なるが、細胞質と同じ pH 7(中性)付近であるものが多い。

\* pH…水溶液の酸性、アルカリ性の強さを表す。pH<7 のとき酸性、pH>7 のときアルカリ性である。

#### 酵素の働き方



#### 3-7 細胞の働きと酵素

\* ATP の合成や分解、脱水素反応などを含む一連の化学反応

生体内で起こる化学反応の多くは、酵素によって促進される。酵素の多くは細胞内に存在し、細胞小器官ごとに含まれる酵素の種類は決まっている。

● 細胞内で働く酵素…光合成に関する酵素; 葉緑体, 呼吸に関する酵素; ミトコンドリア 解糖系\* に関する酵素; 細胞質基質

● 細胞外で働く酵素…消化に関する酵素(アミラーゼ, ペプシンなど)

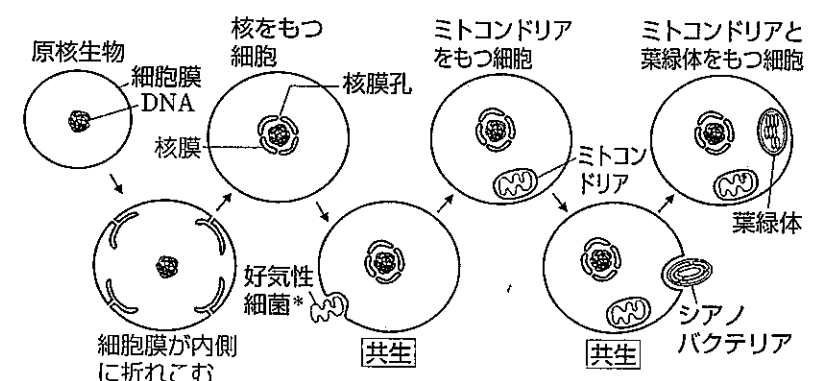
#### 3-8 細胞内共生説(共生説)

\* 酸素を利用して有機物を分解する細菌

真核生物がもつミトコンドリアや葉緑体は、原核生物が細胞内に共生することによって生じたとする説。

この説の根拠としては、

- ミトコンドリアと葉緑体が、それぞれ独自の DNA をもつ。
- ミトコンドリアと葉緑体が、細胞の分裂とは別に分裂して増殖する。 などがある。



- 考え方** (1) ウ(葉緑体)とエ(ミトコンドリア)を形状だけで判別するのは難しいが、一般的に葉緑体の方が大型であることを覚えておくとよい。
- (2) 核には酢酸カーミンや酢酸オルセインなどによく染まる染色体が含まれている。
- (4)① 葉緑体は光合成の場である。
- ② 「細胞液」は液胞内部を満たす液である。
- ③ 細胞壁を構成するセルロースは、繊維状の炭水化物である。
- ④ 遺伝子の本体は DNA であり、基本的に核に含まれている。
- ⑤ ミトコンドリアは呼吸の場であり、生命活動に必要なエネルギーを取り出す。 → 2-6, 2-7

- 解答**
- (1) ア…細胞壁 イ…液胞 ウ…葉緑体  
エ…ミトコンドリア オ…細胞膜  
カ…核 キ…細胞質基質
- (2) カ
- (3) A  
根拠…**図** Aには**細胞壁**や**葉緑体**があると同時に、**発達した液胞**が見られるから。
- (4) ①…ウ ②…イ ③…ア  
④…カ ⑤…エ

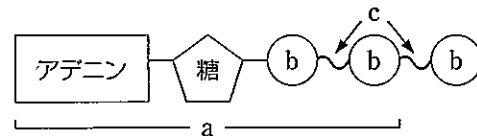
**例題 3 代謝と ATP**

→ 基本問題 10, 11, 12

生体内ではたえず化学反応が起こっている。化学反応には、**① エネルギーを必要とする反応**と**② エネルギーを放出する反応**とがある。生体内で下線部①の反応が起こる場合、高エネルギー化合物の供給が必要である。その代表的なものが ATP であり、すべての生物はこの ATP を利用している。ATP は分解されて ( a ) と ( b ) になるが、その際に発生するエネルギーがさまざまな生命活動に利用される。

(1) 右の図は、ATP の構造の模式図である。

図中の a~c に適する語句を入れよ。なお、上の文中の a, b は図中の a, b と同じものである。c には結合の名称が入る。



- (2) 下線部①の例として、光エネルギーを利用して有機物を合成する光合成があげられる。光合成のように、体内で単純な物質から複雑な物質を合成する反応を何というか。
- (3) 下線部②の例として、からだを構成する有機物を分解する反応があげられる。このように、体内で複雑な物質を単純な物質に分解する反応を何というか。
- (4) (3)の反応で、特に細胞内で酸素を使って有機物を分解し、生命活動に必要なエネルギーを得ることを何というか。また、この反応が行われる細胞小器官の名称を答えよ。(静岡大改)

**考え方** (1)(2)(3) 生体内で行われている化学反応を、まとめて「代謝」という。単純な物質から複雑な物質を合成する過程を「同化」といい、エネルギーを必要とする(エネルギー吸収反応)。また、複雑な物質を分解して単純な物質にする過程を「異化」といい、エネルギーを発生する(エネルギー放出反応)。

(1) アデニン(塩基)とリボース(糖)が結合した構造をアデノシンという。リン酸とリン酸の間の結合を高エネルギーリン酸結合といい、この結合部分の解離によってエネルギーが発生する。

(4) ミトコンドリアは呼吸の場であり、生体内のエネルギー通貨である ATP を生産している。 → 3-1~3-4

- 解答**
- (1) a…ADP(アデノシン二リン酸)  
b…リン酸  
c…高エネルギーリン酸結合
- (2) 同化
- (3) 異化
- (4) 反応…呼吸(細胞呼吸)  
細胞小器官…ミトコンドリア

**Access 2 基本問題**

**生物の多様性と共通性** 次の文を読み、下の問いに答えよ。

現在、地球上にはさまざまな生物が住んでいる。例えば、大きさを比較しただけでも、**A 最も大きな生物**と最も小さな生物では、約1億倍の差があることになる。これらの多様な生物は、すべて同じ祖先から少しずつ変化することで生じたと考えられており、**B すべての生物には共通するいくつかの特徴**がある。

(1) 下線部 A について、最も大きな生物の例とその体長として適するものを、次のア~エからそれぞれ選び、記号を書け。

[例] ア. ジンベエザメ イ. シロナガスクジラ ウ. セコイア エ. バオバブ

[体長] ア. 30 m イ. 50 m ウ. 100 m エ. 200 m

(2) 下線部 B について、生物に共通する特徴を述べた次の文の ( ) に適する語を入れよ。

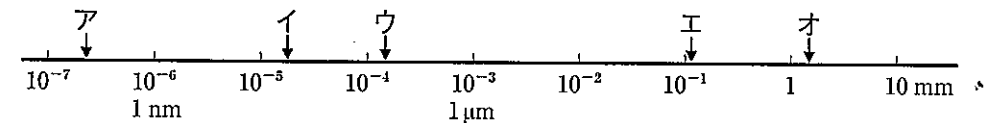
- ① からだが ( a ) からなり、その構造に共通点が見られる。
- ② 生命活動にエネルギーを利用し、体内でのエネルギーのやりとりにおいては ( b ) という分子が仲介を行う。
- ③ 自分とほぼ同じ特徴をもつ子をつくる。遺伝情報を担う物質は ( c ) である。

→ 1-1 (10 弘前大改)

**2 細胞研究の歴史** 次の文の ( ) に適する語句を入れよ。

17世紀にイギリスの ( a ) は、コルクが木片よりも軽く、水に浮くことに疑問をもち、薄片をつくって手製の顕微鏡で観察し、それが多数の小部屋からできていることを発見した。彼はこの小部屋を ( b ) とよんだ。彼が観察したのは植物の ( c ) であった。細菌などの生きた細胞はオランダのレーウエンフックによってはじめて観察された。19世紀に入ると、イギリスのブラウンはランの葉の表皮を観察し、細胞の中に球形の ( d ) があることを発見した。1838年に ( e ) が植物について、1839年に ( f ) が動物について、「生物体はすべて細胞からできており、細胞こそが生物の構造と機能の単位である」という考えを提唱した。この考えを ( g ) という。 → 2-1

**3 顕微鏡の分解能** 図は、ヒトの目や顕微鏡の限界(分解能)を目盛り上に示したものである。なお、目盛りは  $10^{-1}=0.1$ ,  $10^{-2}=0.01$ ,  $10^{-3}=0.001$ , …である。



(1) 次の①~③にあてはまるものを、図のア~オから1つずつ選び、記号を書け。

- ① ヒトの目の限界 ② 光学顕微鏡の限界 ③ 電子顕微鏡の限界

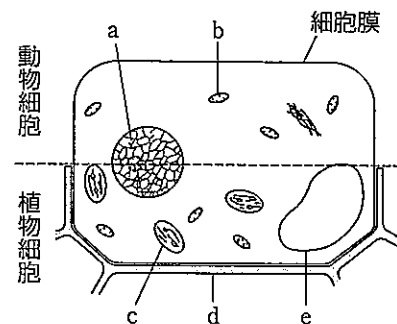
(2) 次の式は 1 mm と 1 μm の関係を示している。( ) にあてはまる数字を記せ。

①  $1 \text{ mm} = ( ) \mu\text{m}$

②  $1 \mu\text{m} = 10^{( )} \text{ mm}$

**7 細胞の構造と機能** 細胞の構造と機能に関する次の文を読み、下の問いに答えよ。文中の記号 a~e は、図中の同じ記号と対応する。

真核生物の細胞は、( a ) と細胞質からなり、細胞質は細胞膜に包まれている。細胞質には、( b ), ( c ) など、特有の機能をもつ構造がある。( a ) を含め、このような細胞内の特有の機能をもつものを細胞小器官という。そのほか、細胞の成長に伴って、細胞自身の働きによってつくられる構造がある。植物の細胞に特徴的な( d ), ( e ) などがこれに相当する。



- 上の文の( )に適する語句を入れよ。
- 下線部について、細胞小器官の間を満たす液体成分を何というか。
- ( a ) ~ ( e ) の構造の働きを、次のア~オからそれぞれ選び、記号を書け。
  - ア. アントシアン、炭水化物、無機塩類などの物質を貯蔵する。
  - イ. 遺伝情報を支配する。      ウ. 細胞を保護し、細胞の形を保持する。
  - エ. 光合成に関わる。      オ. 呼吸によってエネルギーを生産する。
- ( a ) ~ ( e ) の構造のうち、DNA を含むものをすべて選び、記号を書け。
 

→ 2-6, 2-7, 3-8

**8 原核生物と真核生物** 原核生物に関する、次の問いに答えよ。

- 原核生物であるものを、次のア~カからすべて選び、記号を書け。
  - ア. アメーバ      イ. 酵母      ウ. ユレモ(シアノバクテリア)
  - エ. タマホコリカビ      オ. 大腸菌      カ. ハネケイソウ(ケイ藻類)
- 原核生物に存在するものを、次のア~エからすべて選び、記号を書け。
  - ア. 細胞壁      イ. ミトコンドリア      ウ. 葉緑体      エ. 細胞膜
- 短文記述 原核生物について、真核生物との細胞の構造における最も重要な違いを20字以内で説明せよ。
 

→ 2-4, 2-6

**9 いろいろな細胞** 右の表は、マウスの肝臓の細胞、大腸菌、ホウレンソウの葉の細胞を試料①~③として構造体 a~e の存在を電子顕微鏡で観察した結果であり、「+」は存在が認められたもの、「-」は認められなかったものを示している。なお、すべての細胞は分裂中ではないものとする。

試料/構造体	a	b	c	d	e
①	-	-	-	+	+
②	+	+	+	+	+
③	+	+	-	-	+

- 構造体 a~e は、次のア~オのどれにあたるか。それぞれ記号を書け。ただし、同じ記号は2度使わないものとする。また、a と b については解答の順番は問わない。
  - ア. 核膜で囲まれた核      イ. ミトコンドリア      ウ. 細胞壁
  - エ. 葉緑体      オ. 細胞膜

- 試料①~③は、次のア~ウのどれにあたるか。それぞれ記号を書け。
  - ア. マウスの肝臓の細胞      イ. 大腸菌      ウ. ホウレンソウの葉の細胞
- 短文記述 構造体 d の主な機能を、20字以内で説明せよ。
 

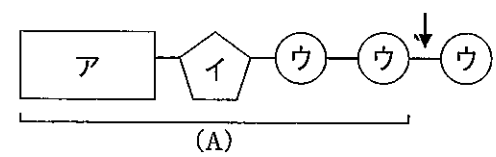
→ 2-3, 2-4, 2-6, 2-7 (05 関西学院大改)

- 10 代謝とエネルギー** 次の文を読み、下の問いに答えよ。
- 生体内で起こっている物質の合成や分解をまとめて( a )という。
- 生物は、外界から取りこんだ物質を、自らを構成する物質や生命活動に必要な物質に転換している。このような( a )を( b )という。一方、生体内の複雑な有機物を分解して、簡単な物質を生成する過程を( c )という。また、生体内においては、( a )に伴ってエネルギーの出入りや変換が行われており、これには( d )が重要な働きをしている。
- 上の文の( )に適する語を入れよ。
  - 下線部には、生体内でつくられ、特定の化学反応を促進するタンパク質が関わっている。これを何とよぶか。
  - ( c )では、体内に存在する有機物を分解することにより、( d )の生成に必要なエネルギーを得ている。( c )のうち、酸素を利用して有機物を分解し、( d )を生成するものを何というか。
 

→ 3-1~3-3 (10 長岡技術科学大改)

- 11 ATP** ATP について以下の問いに答えよ。
- ATP は、さまざまな代謝によって得られた( a )を蓄えたり、さまざまな生命活動に必要な( a )を放出したりして、( a )の出入りや変換の仲立ちとして働いており、( a )の通貨に例えられる。
- 文中の( a )に適する語を入れよ。
  - ATP は何という物質の略称か。
  - 右の図は ATP の模式図である。ア~ウの名称を答えよ。
  - 図の矢印の位置の結合が切れると、多量の( a )が放出される。この結合は何という結合か。また、このとき生じる(A)の名称を答えよ。
 

→ 3-2 (10 群馬大改)



- 12 光合成と呼吸** 生体内で行われる代謝は、光合成に代表される( a )と呼吸に代表される( b )に大別される。光合成では、光エネルギーを利用して生命活動に必要な有機物を合成し、呼吸では、外界から取り入れた有機物や、生体内で合成した有機物を生体内の化学反応に利用できる形に変換する。
- 上の文の( )に入る語は何か。最も適当なものを、次のア~エのうちからそれぞれ1つずつ選べ。
    - ア. 独立栄養      イ. 従属栄養      ウ. 同化      エ. 異化

(2) 光合成について、次の問いに答えよ。

- ① 光合成においてデンプンが合成される時、材料となる無機物を2つあげよ。
- ② 光合成によって合成されたデンプンは、一時的に葉緑体に蓄えられるが、その後スクロースとなって植物のからだ全体に運ばれる。この現象を何というか。
- ③ ②によって運ばれたスクロースの一部は、再びデンプンに変えられて蓄えられる。このときつくられるデンプンを何というか。

(3) 呼吸について、次の問いに答えよ。

- ① 呼吸によってグルコースが完全に分解されたとき、分解産物として生じる無機物を2つあげよ。
- ② グルコースのように、呼吸によって分解される有機物を何とよぶか。
- ③ 真核生物において、活発に呼吸を行う細胞小器官の名称を書け。

→ 3-1, 3-3, 3-4 (00 センター追試験改)

**13 酵素の働き** プタの生の肝臓片を過酸化水素水に加えたところ、気体が発生した。

(1) 発生した気体を試験管に集め、火のついた線香をその中に入れたところ、炎をあげて燃えた。発生した気体は何か。

(2) この反応は、プタの肝臓に含まれているある酵素の働きによるものである。

- ① 酵素のように、それ自身は変化せず、化学反応を促進するものを何というか。
- ② 下線部の酵素を次のア～カから選び、記号を書け。

- |          |          |             |
|----------|----------|-------------|
| ア. アミラーゼ | イ. カタラーゼ | ウ. ペプシン     |
| エ. トリプシン | オ. リパーゼ  | カ. デヒドロゲナーゼ |

(3) 酵素には、細胞内で働くものと細胞外で働くものがある。次のア～ウから、細胞内で働くものをすべて選び、記号を書け。また、その酵素を含む細胞小器官の名称を書け。

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| ア. 呼吸に関係する酵素  | イ. デンプンの消化に関係する酵素 |
| ウ. 光合成に関係する酵素 |                   |

→ 3-5, 3-7

**14 細胞の進化と代謝** 進化の初期段階で現れた生物は、からだが1つの細胞からなる(a)生物であり、遺伝物質が(b)に包まれていない原核生物であった。その後、細胞内に核をもった真核生物が進化してきたと考えられている。原核生物から真核生物への進化においては、膜で包まれた細胞小器官の発達も顕著である。やがて、真核生物の中から多細胞化するものが現れ、さまざまな体制をもつ生物が現れた。

(1) 上の文の( )に適する語句を入れよ。

(2) 下線部について、次の文を読み、下の問いに答えよ。

真核生物の細胞に含まれる葉緑体や(c)は、原始的な真核生物に、それぞれ光合成を行う(d)や呼吸を行う好気性細菌が取りこまれてきたと考えられている。

- ① 上の文の( )に適する語句を入れよ。
- ② **短文記述** このような考え方を何というか。また、この学説の根拠と考えられている、葉緑体と(c)が共通してもつ特徴を、2つ簡単に書け。

→ 3-8

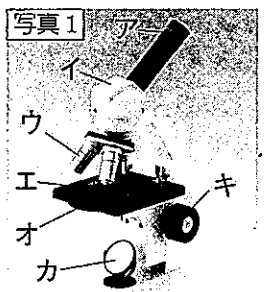
Vital Experiment

① ミクロメーターの使い方と葉緑体の観察

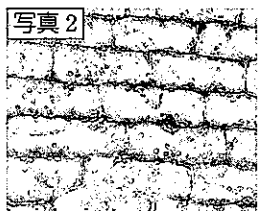
顕微鏡に①接眼ミクロメーターと対物ミクロメーターをセットした。10倍の接眼レンズと10倍の対物レンズの組み合わせで、②反射鏡としぼりで光の量を調節し、その後ピントを合わせる操作を行った。これらの過程で③ピントが合う前にすでに1種類の目盛りが見え、ピントが合った時点で2種類の異なる目盛り(A目盛りとB目盛り)が見えた。2種類の目盛りのうち、A目盛りは視野の中で水平に見えたが、B目盛りは水平方向からずれて傾いていた。そこで接眼レンズを回すことによりB目盛りを動かし、A目盛りと重ね合わせた。このときA目盛りの14目盛り分とB目盛りの10目盛り分がちょうど一致した。次に接眼レンズは10倍のままに対物レンズだけを40倍にかえた。その結果、④A目盛りは拡大され、A目盛りの7目盛り分とB目盛りの20目盛り分がちょうど一致した。

続いて、対物ミクロメーターを顕微鏡からはずし、かわりにオオカナダモの葉を水で封じたプレパラートを観察した。10倍の接眼レンズと40倍の対物レンズで観察すると、多数の葉緑体を見ることができたが(写真2)、⑤核を観察することはできなかった。観察された葉緑体は、⑥細胞壁に沿って流れるように動いていた。動いている葉緑体の1つに着目したところ、⑦この葉緑体は接眼ミクロメーターの10目盛り分を6.1秒で動いた。

- (1) 下線部①について、接眼ミクロメーターと対物ミクロメーターをセットする位置を写真1のア～キからそれぞれ1つずつ選び、記号を書け。
- (2) 下線部②について、反射鏡としぼりを写真1のア～キからそれぞれ1つずつ選び、記号を書け。
- (3) 下線部③で見えていた目盛りは、接眼ミクロメーターと対物ミクロメーターのどちらのものか。
- (4) A目盛りとB目盛りのうち、接眼ミクロメーターの目盛りはどちらか。
- (5) 下線部④について、対物レンズを10倍から40倍にすると、視野の中でのB目盛りの長さはどのようになったか。次のア～オから適するものを1つ選び、記号を書け。  
ア. 40倍に拡大された。      イ. 4倍に拡大された。      ウ. 変わらない。  
エ.  $\frac{1}{4}$ に縮小された。      オ.  $\frac{1}{10}$ に縮小された。
- (6) 下線部⑤について、核を観察しやすくするために酢酸カーミン溶液で染色したところ、下線部⑥のような葉緑体の動きは停止してしまっ。酢酸カーミン溶液の特性を考慮し、下線部⑥を観察するために適している実験材料の状態を答えよ。
- (7) 下線部⑥の現象を何とよぶか。
- (8) 下線部⑦について、この葉緑体の動く速度は何  $\mu\text{m/s}$  か。四捨五入して小数第一位まで求めよ。ただし、対物ミクロメーターの目盛りは1mmを100等分するものである。



※ステレオが上下する型



→ 2-2 (06 東京農工大改)

Access 3 発展問題

頻出重要

❖ 15◇細胞の構造と働き 生物の共通点の1つは、からだは細胞でできていることである。細胞やその内部の構造は小さいため、顕微鏡を用いてはじめてその詳細な観察が可能になる。

1665年、フックは、自作の顕微鏡でコルクの薄片を観察し、小さな部屋のように見える構造を見だし、この構造を細胞「cell」と名づけた。実際にフックが観察したのは、死んだ植物細胞の細胞壁である。19世紀に入り、シュライデンとシュワンは「細胞は生物体をつくる基本単位である」という細胞説を提唱した。

その後、顕微鏡の性能が向上し、また、細胞の内部構造を色素で染め分ける方法なども発達した。このようにして細胞の中に存在する大小の細胞小器官が観察できるようになったものの、A 一般の光学顕微鏡ではミトコンドリア程度の大きさのものを見るのが限界である。

一方、20世紀になり電子顕微鏡が開発され、B 細胞内部のより微細な構造の観察が可能になった。ルスカはこの業績によりノーベル賞を受賞した。現在では、電子顕微鏡によりDNAやタンパク質などの分子の構造も観察できるようになった。

また今世紀に入り、オワンクラゲからGFP(緑色蛍光タンパク質)を発見した下村の功績に対し、ノーベル賞が授与された。GFPを使うと、調べたい遺伝子の細胞内での働きなどを蛍光を指標に知ることができる。さらに2014年には、光学顕微鏡がもつ分解能の限界を打ち破る技術の開発に対しノーベル賞が授与された。このように顕微鏡に関する技術革新は現在も進み、生命科学の進展に貢献している。

(1) 下線部Aについて、識別できる2点間の最小距離を分解能とよぶ。

① ヒトの眼、光学顕微鏡、電子顕微鏡の順に分解能をあらわした組み合わせで最も適するものを、次のア～エから選び、記号を書け。

- ア. 0.01 mm, 0.02 μm, 0.02 nm      イ. 0.1 mm, 0.2 μm, 0.2 nm  
ウ. 1 mm, 2 μm, 2 nm                  エ. 10 mm, 20 μm, 20 nm

② 一般的な大きさが0.05～0.5 μmの範囲内にあるのは次のア～エのうちどれか。最も適するものを選び、記号を書け。

- ア. ミドリムシ      イ. 大腸菌      ウ. 葉緑体      エ. インフルエンザウイルス

(2) 下線部Bについて、次の文を読み、下の問いに答えよ。

真核細胞は核と細胞質に分けられ、細胞膜により外界と区切られている。光学顕微鏡で観察すると細胞質はほぼ均質に見えるが、実際には種々の細胞小器官が細胞質に存在している。細胞小器官には膜で囲まれたものと囲まれていないものがあり、それぞれが固有の構造と機能をもっている。

① 原核細胞と真核細胞すべてに共通する性質を、次のア～エからすべて選び、記号を書け。

- ア. 細胞壁によっておおわれている。      イ. 細胞質基質で化学反応が起きている。  
ウ. ミトコンドリアでATPを産生する。      エ. 細胞膜を通して物質の輸送が行われる。

② **記述** 下線部Cについて、細胞内の代謝において、細胞小器官が膜で囲まれることの有利な点を考察し、簡潔に説明せよ。 → 2-1, 2-4～2-7, 3-7 (16 北海道大改)

▶ヒント 15 (2)② それぞれの細胞小器官には、その働きに特化した酵素が含まれている。

16◇細胞小器官の働き 植物細胞をすりつぶし、グルコースを加えると酸素が消費された。この反応がどの細胞小器官の働きによるのかを調べるために、次のような実験を行った。なお、図1は植物細胞に見られるさまざまな細胞小器官を模式的に示したものである。

濃度の異なるスクロース(ショ糖)水溶液を重層した遠心管を準備した。用いたスクロース水溶液の質量パーセント濃度と体積濃度の関係を表1に示す。ある植物の緑葉を細胞内と同濃度の溶液中でつぶして細胞破砕液を作成した。この操作によって細胞壁や細胞膜が破壊され、細胞小器官が遊離した。この細胞破砕液をスクロース水溶液の上に重層し(図2、遠心分離前)、遠心分離器にかけて遠心操作を行った。遠心分離後、細胞小器官は密度に応じて分離され、図2の矢印1～6のいずれかの位置に濃縮された(図2、遠心分離後)。細胞小器官の密度は生物や細胞の種類によって異なるが、この実験に用いた植物細胞の3種類の細胞小器官の密度を表2に示す。なお、実験中に遠心管内のスクロース水溶液は濃度変化しなかったものとする。

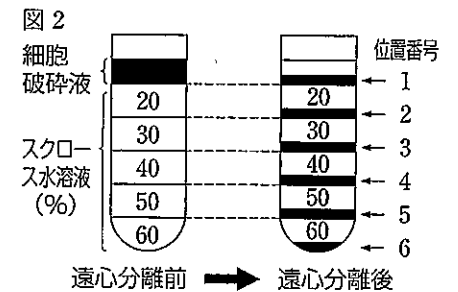
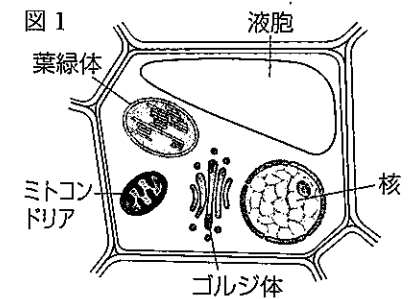


表1 スクロース水溶液の濃度

質量パーセント濃度(%) <sup>*1</sup>	体積濃度(g/L) <sup>**2</sup>
20	216.2
30	338.1
40	470.6
50	614.8
60	771.9

\*1 例えば、20%スクロース水溶液は溶液100g中にスクロース20gを含む。  
\*2 例えば、20%スクロース水溶液は溶液1L中にスクロース216.2gを含む。

表2 細胞小器官の密度

細胞小器官	密度(g/cm <sup>3</sup> )
(a)核	1.32
(b)ゴルジ体	1.10
(c)ミトコンドリア	1.20

次に、密閉した容器に精製した核、ゴルジ体、ミトコンドリアを入れ、グルコースを加えたところ、酸素が消費された。それぞれの細胞小器官における酸素の消費量を測定した結果、ミトコンドリアの酸素消費量が最も多いことがわかった。

(1) 遠心分離後に表2の細胞小器官a～cは主に遠心管のどの位置に分離されていると考えられるか。a～cそれぞれについて対応する図2の位置番号を書け。

(2) 細胞内で細胞小器官の間を満たしている液体成分を何とよぶか。

(3) 問題文の結果から考えて、正しいものには○、間違っているものには×を書け。

- ① 細胞はすりつぶされると死ぬので、生体活動はただちに停止する。
- ② ミトコンドリア以外の細胞小器官は、酸素を消費しない。
- ③ ミトコンドリアの消費する酸素は、グルコースの酸化に使われると考えられる。
- ④ 細胞内の細胞小器官は、相互に機能を分担しているので、単独で働くことはできない。

→ 2-6, 2-7, 3-4, 3-7 (10 京都大, 長岡技術科学大改)

▶ヒント 16 (1) 各濃度のスクロース水溶液の密度(1 cm<sup>3</sup>あたりのスクロース水溶液の質量)を求める。

❖ 17 酵素の働き 呼吸を行わない一部の細菌を除き、ほとんどすべての生物は、呼吸の途中で生じる過酸化水素を分解するカタラーゼを有している。肝臓のカタラーゼの性質を調べるため、次のような実験を行った。

【準備した物】

肝臓片(ブタの肝臓の組織片)

酸化マンガン(IV)

試験管 A...3% の過酸化水素水を入れ、10℃ に冷やした試験管

試験管 B...3% の過酸化水素水を入れ、37℃ に温めた試験管

試験管 C...3% の過酸化水素水を入れ、45℃ に温めた試験管

【実験1】

- ① 各試験管に肝臓片を入れると、それぞれ気体が発生した。
- ② 各試験管に肝臓片を入れてから1分間、発生した気体の量を測定した。気体の量は次の順であった。  
試験管 A < 試験管 C < 試験管 B
- ③ 煮沸した肝臓片を37℃ に冷やしてから試験管 B に入れると、気体は発生しなかった。

【実験2】

- ① 各試験管に酸化マンガン(IV)を入れると、それぞれ気体が発生した。
- ② 各試験管に酸化マンガン(IV)を入れてから1分間、気体の量を測定した。気体の量は次の順であった。  
試験管 A < 試験管 B < 試験管 C
- ③ 100℃ に加熱した酸化マンガン(IV)を37℃ に冷やしてから試験管 B に入れると、気体が発生した。

【実験3】

ひざの傷口に3%の過酸化水素水を少量滴下したところ、気泡が発生した。しばらく観察していると気泡の発生は少なくなり、やがて止まった。

- (1) この実験で発生した気体は何か。
- (2) 実験1-①, および実験2-①で観察された化学反応において、カタラーゼと酸化マンガン(IV)の果たす作用のことを何というか。
- (3) 記述 実験1-②と実験2-②の結果を比較すると、カタラーゼと酸化マンガン(IV)にはどのような性質の違いがあるとわかるか。説明せよ。
- (4) 記述 実験1-③と実験2-③の結果を比較すると、カタラーゼと酸化マンガン(IV)にはどのような性質の違いがあるとわかるか。説明せよ。
- (5) 実験3の直後に、少量の過酸化水素水を追加すると、どのような現象が見られると考えられるか。次のアまたはイから選び、記号を書け。

ア. 気泡が発生する      イ. 気泡は発生しない      → 3-3, 3-6 (10 滋賀医科大改)

▶ ヒント 17 (2) 反応の前後でカタラーゼや酸化マンガン(IV)の性質は変化しない。

# 2 遺伝子とその働き

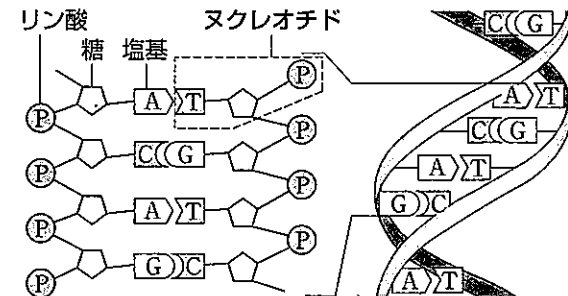
## 1. 遺伝情報と DNA

\*生物の形や性質などの特徴を形質という。生物の特徴\*は、遺伝子によって子へと受け継がれる。遺伝子の本体は、DNA という物質である。

### 1-1 遺伝子の本体 DNA

#### ①ヌクレオチド

- DNA(デオキシリボ核酸)は、リン酸、糖、塩基からなるヌクレオチドが連なった、高分子化合物である。
- DNA を構成するヌクレオチドの塩基には、4つの種類がある。アデニン(A)とチミン(T)、グアニン(G)とシトシン(C)の組み合わせで弱い結合を形成し、この性質を相補性という。



#### ②DNA 分子の組成と構造

- シャルガフは、DNA に含まれる A と T、G と C の量がそれぞれほぼ等しいことを明らかにした(1949年)。
- ワトソンとクリックは、ウィルキンスらが行った X 線回折や、シャルガフによる塩基組成の研究をもとに、DNA が二重らせん構造をとることを提唱した(1953年)。

	DNA の塩基組成(%)			
	A	T	G	C
ウシの肝臓	28.8	29.0	21.2	21.1
ヒトの肝臓	30.3	30.3	19.5	19.9
結核菌	15.1	14.6	34.9	35.4
天然痘ウイルス	29.5	29.9	20.6	20.3

- DNA 中の、4種類の塩基の配列順序(塩基配列)が遺伝情報となる。

#### ③遺伝子の本体たる根拠

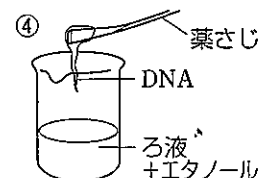
- DNA は、タンパク質や RNA などに比べて、安定で変化しにくい。
- ある生物体では、すべての細胞がもつ DNA の遺伝情報は基本的に同じであり、生物の種類が異なると DNA の遺伝情報も異なる。

参考 遺伝子が存在する染色体は、主に DNA とタンパク質でできている。

#### DNA の抽出実験

- ①破碎 凍らせたブロッコリーの芽や鳥のレバーなどを、ミキサーやすり鉢で破碎する\*。細胞を壊し、DNA を取り出しやすくする。
- ②湯せん 食塩水を混ぜ、100℃ で湯せんする。食塩水を加えることで DNA がより溶液に溶けやすくなり、収量が増える。また、加熱すると、タンパク質(不純物)が水に溶けにくい状態に変化する。
- ③ろ過 ろ過により不純物をのぞく。DNA は水溶性なので、ろ液に含まれる。
- ④DNA の分離 ろ液に冷エタノールを加える。DNA は高濃度のエタノールには溶解しないため、薬さじなどでかき混ぜると、繊維状の DNA が絡みつく。

\*細胞内の DNA 分解酵素(タンパク質)が働かないよう、タンパク質分解酵素を加えながら行う。



### 1-2 遺伝子とゲノム

- 個体の形成や維持に必要な一通りの遺伝情報をゲノムという。ヒトなどでは、生殖細胞(配偶子)に含まれる1セットの DNA、または遺伝情報を指す。
- 真核生物の遺伝子は、ゲノムの中の一部の領域に過ぎない。