生物とエネルギー

ウォーミングアップ

⑴　生体内での化学反応のことを（　　）という。
⑵　代謝のうち，単純な物質から複雑な物質を合成し，物質内にエネルギーを蓄える反応を（　　）という。
⑶　代謝のうち，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を（　　）という。
⑷　化学反応を促進するがそれ自体は変化しない物質を（　　）という。
⑸　生物体内に存在する触媒を（　　）という。
⑹　酵素を構成する主成分は（　　）である。
⑺　酵素がはたらきかける物質を（ア　　）という。酵素は，その酵素に結合できる特定の物質の化学反応だけを促進する性質を持つ。これを（イ　　）という。
⑻　酵素には細胞内ではたらく酵素と，だ液などに含まれる消化酵素である（　　）のように細胞外ではたらく酵素とがある。
⑼　ATP はリン酸とリン酸の間の結合に，特に多くのエネルギーを蓄えている。この結合を（　　）という。
⑽　光合成は，(ア　　）と（イ　　）を材料に，(ウ　　）エネルギーを用いて有機物を合成するはたらきである。
⑾　光合成は，細胞内の（　　）で行われる。
⑿　呼吸（細胞呼吸）とは，グルコースなどの有機物を分解することにより，（　　）を取り出して ATP を合成する反応である。
⒀　呼吸は主として細胞内の（　　）で行われる。

語群				
	代謝	基質	同化	高エネルギーリン酸結合
	タンパク質	ミトコンドリア	二酸化炭素	基質特異性
	水	エネルギー	異化	触媒
	アミラーゼ	酵素	光	葉緑体

基　本　問　題

16. **（生体内の化学反応）**次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

植物は光合成によって，（[1]　　）と（[2]　　）から有機物を合成している。また動物は植物や他の動物を食べて消化・吸収したものを多種多様な有機物に再合成する。このように（[3]　　）や単純な有機物から複雑な有機物を合成するはたらきを（[4]　　）という。(4)はエネルギーを（[5]　　）する反応である。一方，有機物を分解して生命活動に必要なエネルギーを得る呼吸などのはたらきを（[6]　　）という。(6)はエネルギーを（[7]　　）する反応である。(4)や(6)のように生物が物質を合成したり，分解したりするはたらきを（[8]　　）といい，同時にエネルギーの出入りが生じる。その際（[9]　　）という物質がエネルギーの受け渡しを行う。

(1)　上の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。

語群　異化　同化　吸収　放出　無機物
水　二酸化炭素　代謝　DNA　ATP

(2)　植物や動物が合成する有機物を語群より２つ選べ。

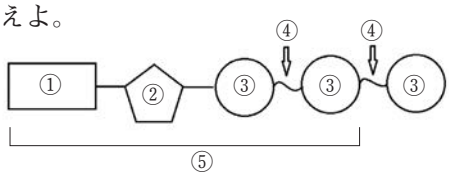
（　　・　　）

語群　水　タンパク質　無機塩類　炭水化物　二酸化炭素

(3)　下線部について，①植物のように有機物を自ら合成する生物，②動物のように他の生物から有機物を獲得する生物を，それぞれ何というか。

①（　　）　②（　　）

17. **（生体内における ATP の利用）**次の図は，ATP の構造を模式的に示したものである。以下の各問いに答えよ。



(1)　図の①～③の名称を答えよ。

①（　　）　②（　　）　③（　　）

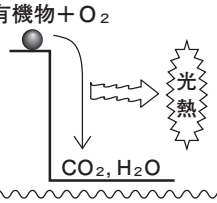
(2)　図の④の矢印で示した③どうしの結合を何と呼ぶか，名称を答えよ。

（　　）

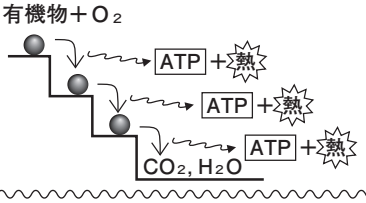
(3)　ATP から③が１つとれた図の⑤の名称を答えよ。　（　　）

■呼吸と燃焼の違い

燃焼…急激な酸化
有機物＋O_2



呼吸…ゆっくりとした酸化
有機物＋O_2



＊問題 21 の解説も読んで下さい。

18. **（酵素のはたらき）**次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

生体内ではさまざまな化学反応が進行することで生命活動が営まれている。生体内での化学反応を（[1]　　）といい，酵素は常温で⑴の反応を促進させる生体（[2]　　）としてのはたらきをもつ。酵素の主成分は（[3]　　）であり，温度などの影響を受ける。

酵素には細胞内ではたらくものや，細胞外ではたらくものがある。アミラーゼなどの消化酵素は（[4]　　）ではたらく。一方，細胞内ではたらく酵素の多くは細胞質基質に存在するが，光合成に関する酵素は（[5]　　）に，呼吸に関する酵素は（[6]　　）に存在している。

⑴　上の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。

語群　ミトコンドリア　葉緑体　触媒　代謝　タンパク質　細胞内　細胞外

⑵　酵素に関する次の文章①～④のうち，正しいものには○，誤っているものには×を（　　）内に記入せよ。

①　反応時に分解されるため，再利用されない。（　　）

②　特定の物質のみにしか作用しない。（　　）

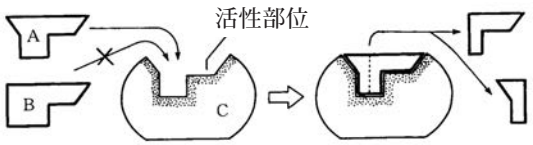
③　高温にするとはたらきを失う。（　　）

④　酸やアルカリの条件を変えてもはたらきは変わらない。（　　）

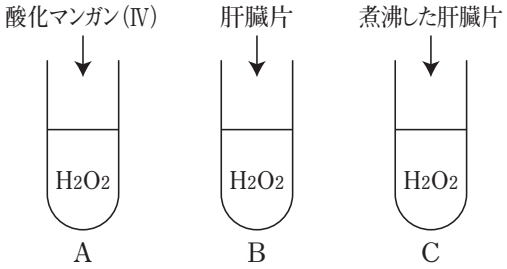
⑶　下図は酵素のはたらきを示す模式図である。酵素Cは物質Aに対してのみ作用を行う。酵素反応においてAのような物質を何というか。

（　　）

⑷　下図のように酵素は特定の物質にだけ作用する。このような酵素の性質を何というか。（　　）



19. **（酵素の実験）**過酸化水素（H_2O_2）の３％水溶液５mLを入れたA～Cの試験管に，酸化マンガン(Ⅳ)（別名：二酸化マンガン）や肝臓片，煮沸した肝臓片をそれぞれ加えて気体の発生を調べたところ，試験管AとBから気体が発生した。以下の各問いに答えよ。

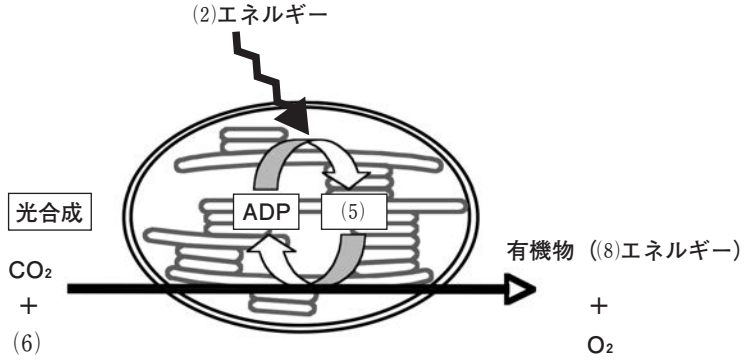


(1)　気体が発生している試験管に火のついた線香を近づけると，激しく燃えあがった。発生した気体は何か。　（　　）
(2)　この実験で酸化マンガン（Ⅳ）と同じはたらきをした肝臓片に含まれた酵素は何か。　（　　）
(3)　酵素は高温によってはたらきを失う。どの試験管の実験結果を比較することでわかるか。　（　　と　　）
(4)　反応終了後，あらたに過酸化水素水を入れると，再び気体が発生する試験管をすべて答えよ。　（　　）
(5)　(4)で再び気体が発生する理由を述べよ。
（　　）

20.（光合成と葉緑体の構造）次の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。なお，下の図の番号と文中の番号は一致している。

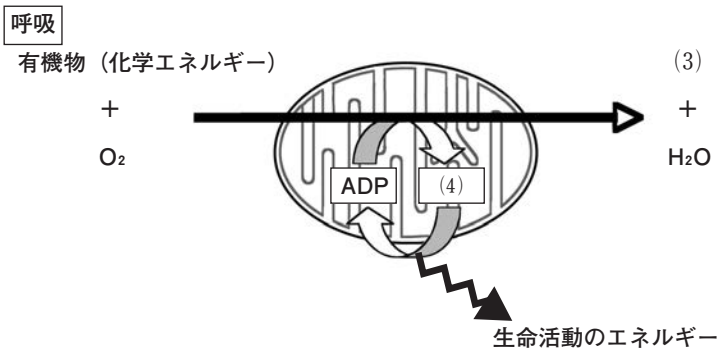
生物が体外から取り入れた簡単な物質から生命活動に必要な複雑な物質を合成する過程を（1　　）という。このうち二酸化炭素（CO_2）を取り込み，（2　　）エネルギーを使って有機物を合成する過程を光合成という。

光合成は，植物細胞に含まれる（3　　）で行われる。(3)は下図のように二重膜構造をしており，内部には袋状の構造と液状の部分がみられる。袋状の構造には(2)エネルギーを吸収する光合成色素である（4　　）が含まれている。吸収した(2)エネルギーを利用して，ADP から（5　　）が合成される。(5)にたくわえられたエネルギーによって二酸化炭素と（6　　）から（7　　）などの有機物が合成される。このように，光エネルギーが ATP を介して，有機物の中に（8　　）エネルギーとしてたくわえられることとなる。



語群　同化　異化　化学　光　葉緑体　ミトコンドリア
水　クロロフィル　デンプン　タンパク質　ATP

21.（呼吸とミトコンドリアの構造）次の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。なお，下の図の番号と文中の番号は一致している。



生物が有機物を分解する過程を異化という。このうち，酸素を用いて有機物を分解し生命活動に必要なエネルギーを得る場合を（[1]　　）という。(1)では，細胞小器官である（[2]　　）が重要な役割を果たしている。(2)は二重膜構造をしており，内部には内膜のひだ状構造と液状の部分がみられる。有機物が水と（[3]　　）に分解される際に得られたエネルギーを利用してADPから（[4]　　）が合成される。合成された(4)には（[5]　　）エネルギーが蓄えられており，生物のさまざまな生命活動のエネルギーとして使われる。

語群　ATP　DNA　呼吸　ミトコンドリア　肺　二酸化炭素　酸素　酵素　葉緑体　化学　熱

■植物はなぜ「みどり」色なのだろう？

光合成により自ら有機物を合成している植物は，「みどり」色をしています。これは葉や茎などの細胞が葉緑体を持っているからです。葉緑体には，クロロフィルa（青緑色），クロロフィルb（黄緑色），カロテン（橙色），キサントフィル（黄色）などの光合成色素が含まれており，その色素が吸収した太陽の光エネルギーを利用してグルコースを合成しています。

さて，植物はなぜ緑に見えるのでしょう。太陽の光はいろいろな波長の光で構成されていて，ヒトは波長の違いを色の違いとして判別しています。植物はこの中でおもに赤色と青紫色の光を吸収しており，緑色や黄色の光は反射または透過されています。これらの光成分が私たちの目に入ってくるために，植物が「みどり」色に見えるのです。

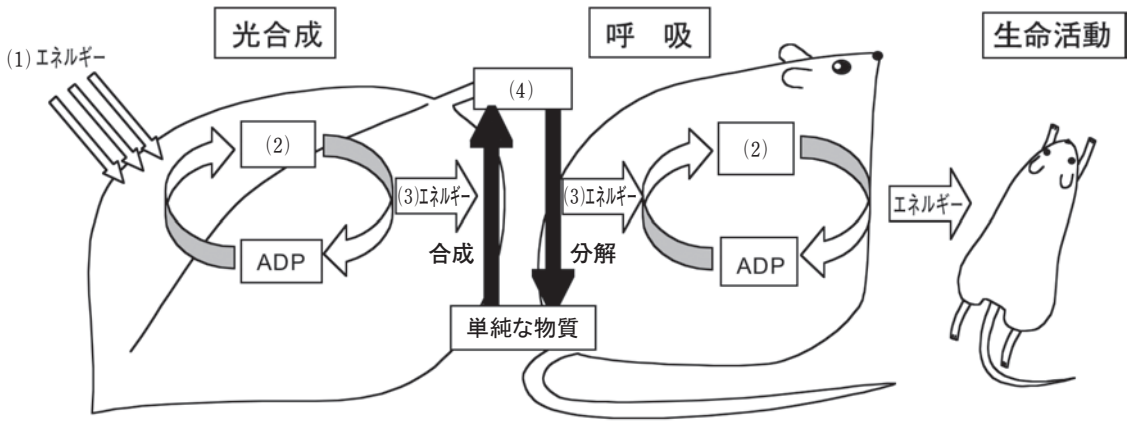
22.（光合成と呼吸のまとめ）次の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。ただし，同じ語句を何度選んでもよい。なお，図の番号と文中の番号の内容は一致している。

光合成では，太陽の（[1]　　）エネルギーが吸収されADPから（[2]　　）が合成される。この(2)の（[3]　　）エネルギーを利用して単純な物質から，デンプンなどの（[4]　　）が合成される。呼吸では，この(4)が分解され生じた(3)エネルギーでADPから(2)が合成される。つまり(2)にはエネルギーが蓄えられておりさまざまな生命活動に必要なエネルギーに変えられる。

たとえばホタルの発光に関わる（[5]　　）エネルギーやデンキウナギの発電に関わる（[6]　　）エネルギー，物質の合成に関わる（[7]　　）エネルギーなどである。

このような生物体内でエネルギーが変換されるとき必ず仲立ちとなる物質は(2)である。したがって，(2)は『([8]　　）の通貨』と呼ばれる。

語群　有機物　光　熱　化学　電気　葉緑体　無機物　エネルギー　ATP　ミトコンドリア



発展問題

23. **（酵素の性質）**酵素のはたらきについて，以下の各問いに答えよ。

(1)　一般に化学反応は高温になると反応速度が上がる。①無機触媒が作用する反応のグラフと②生体触媒である酵素が作用する反応のグラフを，図のア～エより１つずつ選び記号で答えよ。ただし，グラフの横軸は温度，縦軸は反応速度を示している。　　①（　　）　②（　　）

図

(2)　酵素は高温でははたらきが失われる。その理由を示した次の文の（　　）に語群から適語を選び，記入せよ。

酵素の主成分は（[a]　　）であり，高温になると立体構造が変化する。これを（[b]　　）という。そのため，酵素の活性部位が変化し，基質と結合できなくなる。このように酵素のはたらきが失われることを（[c]　　）という。

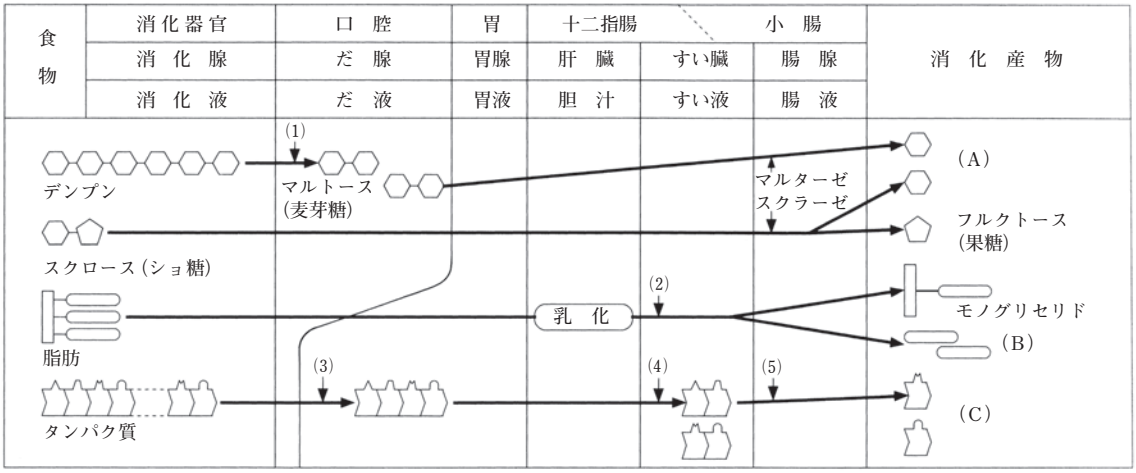
語群　炭水化物　タンパク質　失活　変性

■パイナップルでゼリーが作れるか。

お店でよく見かけるパイナップルゼリーですが，家庭で作るときには，ある点に注意しなくてはなりません。それは，生のパイナップルを使わないことです。生のパイナップルにはプロテアーゼ（タンパク質分解酵素）が含まれています。そのため，タンパク質が主成分であるゼラチンで固めようとしても，プロテアーゼがタンパク質を分解してしまい，うまく固まらずにドロドロの状態になってしまいます。ゼラチンでパイナップルゼリーを作るためには，一度パイナップルを加熱するなどして，プロテアーゼを失活させる手順が必要になります。

ちなみに，缶詰のパイナップルは一度加熱されているため，そのまま使うことが可能です。また，主成分がタンパク質ではない寒天であれば，生のパイナップルであっても固めることが可能です。

24.（消化酵素の名称）図は食物が消化される過程の一部を模式的に示したものである。(1)〜(5)には消化酵素の名称を，(A)〜(C) には物質名を語群から選び記入せよ。



(1　　) (2　　) (3　　)
(4　　) (5　　)
(A　　) (B　　) (C　　)

語群　ペプシン　アミラーゼ　グルコース(ブドウ糖)
ペプチダーゼ　リパーゼ　脂肪酸
アミノ酸　トリプシン

25.（人体の ATP 消費量）右の表は体重が 65kg の成人男性の標準的な器官A〜Eの重量と各器官における1分間の ATP 消費量を表している。以下の各問いに答えよ。

	器官重量	ATP 消費量（1分間あたり）
A．脳	1.30 kg	5.6g
B．肝臓	1.20 kg	8.0g
C．心臓	0.30 kg	2.0g
D．腎臓	0.15 kg	3.1g
E．骨格筋	19.50 kg	5.3g
からだ全体	65 kg	30g

(1)　A〜E の ATP の合計消費量はからだ全体の ATP 消費量の何%か，小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。　(　　)

(2)　A〜Eのうち，器官の重量に対して ATP 消費量が最も多いものと最も少ないものを記号で答えよ。

最も多い（　　）　最も少ない（　　）

(3)　ATP は，細胞内で ADP とリン酸から何回も再合成され，利用される。あるヒトにおいてからだ全体に含まれている全 ATP 量が 50g であり，1日に消費される ATP 量が 50kg であったとする。このヒトは，1日に何回 ATP を再合成したと計算されるか。ただし，ATP や ADP は細胞膜を通り抜けることがないものとする。　(　　)

探究問題

26.（酵素反応の実験） ニワトリの肝臓にはカタラーゼとよばれる酵素が存在し，カタラーゼは過酸化水素を水と酸素に分解する反応を触媒する。この化学反応は無機触媒の酸化マンガン（Ⅳ）（二酸化マンガン）でも促進される。また，酵素は高温ではたらきを失うこと，酵素には基質特異性があることがわかっている。酵素の実験の組み立てについて，以下の各問いに答えよ。

実験　試験管に３% 過酸化水素水５ml を入れ，肝臓片を入れると，反応が進み気体が発生した。気体は，火のついた線香を近づけると明るく燃えたことから，酸素であることが確認できた。

(1)　この実験で起こった反応は酵素によるものであるが，

①「何らかの物質を加えることによる物理的刺激によって過酸化水素が分解し，気体が発生した。」

②「肝臓片から酸素が発生した。」

といった可能性も考えられる。

可能性①②を検証するには，どのような実験を行って元の実験と比較するとよいか。比較する実験を示した下の文の（　　）にあてはまる物質を，それぞれの語群から選び，答えよ。なお，石英砂は過酸化水素の分解反応を促進しない物質である。

①の検証　試験管に（[a]　　）を入れ，
　　それに（ア　　）を加える。

②の検証　試験管に（[b]　　）を入れ，
　　それに（イ　　）を加える。

a，b の語群　過酸化水素水　　水　　酸を加えた水

ア，イの語群　肝臓片　　酸化マンガン(Ⅳ)(二酸化マンガン)
　　石英砂

(2)　過酸化水素に入れる肝臓の状態を，１cm 角くらいに切った組織の塊を用いる場合と肝臓をすりつぶしたものを用いる場合とで比較した。なお，入れる質量は同じにした。結果として最も適切なものを次から選べ。

（　　）

１．１cm 角くらいに切った肝臓の組織の塊を用いた方が激しく気体が発生した。

２．肝臓をすりつぶしたものを用いた方が激しく気体が発生した。

３．組織の塊とすりつぶしたもので，気体の発生のしかたに違いはなかった。

⑶　次のような実験を行った場合，結果からどのようなことがいえるか。30 字以内で答えよ。

①　一度反応が終わった試験管に過酸化水素を追加したら，気体が発生した。しかし，一度反応が終わった試験管に肝臓片を追加しても，気体は発生しなかった。

②　過酸化水素水にダイコン片を入れると気体が発生し，気体は酸素であることが確認できた。

①

②

■基礎代謝とダイエット

運動していなくても，生命活動は常に行われておりエネルギーが消費され続けています。生命活動維持に必要な最低限のエネルギーを「基礎代謝量」と呼び，この値は年齢などで異なりますが，高校生の皆さんは男子1600kcal，女子で1400kcal程度です。これに運動など諸活動に要するエネルギーを加えたものが１日に摂取することが必要な熱量となります。高校生では運動量が普通の場合，男子2850kcal，女子2300kcal程度です。

ところで，体重を気にして食事を過度に控えている人はいませんか？　食事を過度に控えると，基礎代謝量が減って，合計の消費エネルギーが減少するため，かえって太りやすい体になることもあります。たとえば，

①　不規則な食事は基礎代謝を低下させます。

食事をすると体が温かくなる経験があると思います。これは食事誘導性熱産生と呼ばれ，内臓が消化のためにエネルギーを消費するためです。食べないダイエットは体を冷やしたままにしてしまい，基礎代謝が低下します。

②　筋肉量が減少して基礎代謝が低下します。

骨格筋で消費される基礎代謝量は，全体の４分の１近くになります。次に多いのが肝臓，脳ですが，その質量は骨格筋ほど増減しないので，無理なダイエットは，筋肉量の減少をもたらし，基礎代謝を減少させます。

ミオスタチンというタンパク質を作る遺伝子が働かないウシやマウスは，全身筋肉だらけのマッチョな体となります。実はミオスタチンは筋細胞で合成され，周辺の筋細胞に「これ以上成長するな」というメッセージを出して基礎代謝が過剰となることを抑えているのです。筋細胞の成長には，ミオスタチンによるブレーキを上回るトレーニングが必要で，食べずに運動をしないと，筋肉量が急激に減っていきます。

健康的な体重減少には，規則正しい食事と適度な運動，この二つが欠かせませんね。

27. **（酵素反応の連続）**次の文を読み，以下の各問いに答えよ。

(1)　生体内でおこる化学反応は，ふつういくつもの連続した反応で成り立っている。ある生物の細胞内では，図１のように物質①が最終的に物質④に変化し，この過程には酵素X，Y，Zがはたらいている。通常，この生物は酵素X，Y，Zのすべてをもっていて（これを「野生株」という），培養液に物質①を加えておくとそれを取り込み，酵素反応が進んで物質④ができて，生育できる。また，この生物は物質②③④も生体内に取りこんで用いることができる。しかし，酵素X，Y，Zのいずれか一つがはたらかなくなった個体は，物質①を加えても反応が途中で止まってしまい，生育できない。特定の酵素をもたない個体（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）に図１の①～④に該当する物質 a ～ d を与えたところ，次のような結果になった。

結果

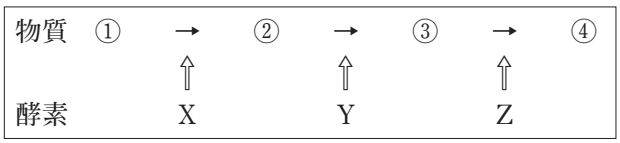
・Ⅰ（酵素Xがはたらかなくなった個体）は，物質 a，b，d のいずれか一つを加えると，生育できた。

・Ⅱ（酵素Yがはたらかなくなった個体）は，物質 a または d を加えると生育できた。

・Ⅲ（酵素Zがはたらかなくなった個体）は，物質 a を加えた場合のみ生育できた。

・Ⅰ～Ⅲのどの個体も，物質 c を加えた場合は生育できなかったが，野生株は物質 c を与えると生育できた。

図１



物質①～④はそれぞれ物質 a ～ d のどれに該当するか。

物質①（　　）　物質②（　　）　物質③（　　）　物質④（　　）

(2)　図２はヒトの体内でタンパク質が消化され，アミノ酸などのさまざまな物質に変化する様子を示している。フェニルケトン尿症の患者の体内にはフェニルアラニンの蓄積が見られ，尿中にフェニルケトンが排出される。この患者は図２中のどの酵素を持っていない可能性が高いと考えられるか。酵素の記号を答えよ。　（　　）

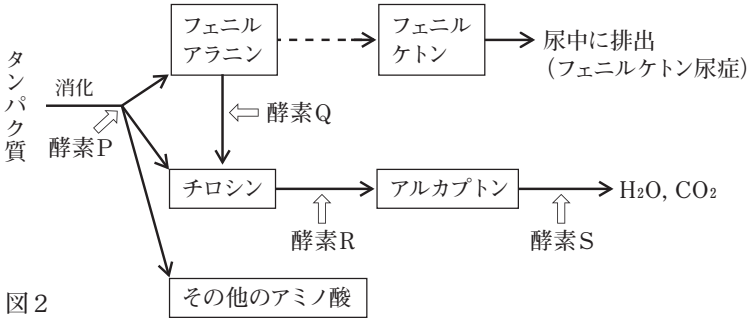
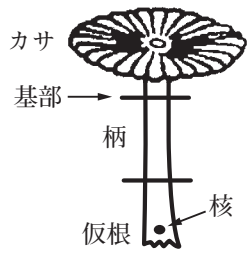
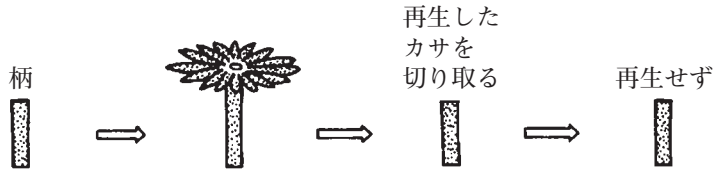


図２

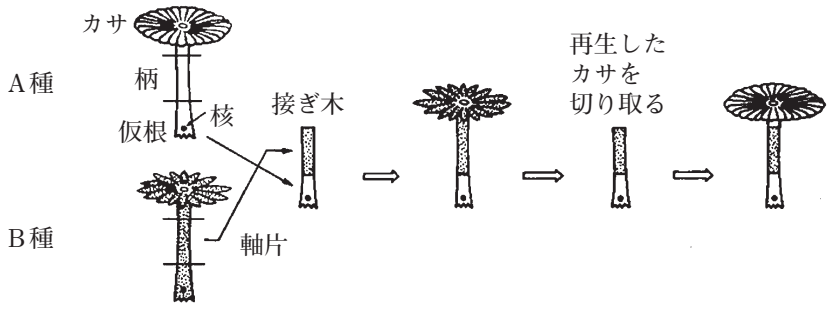
28.（核のはたらき） カサノリは，図に示すように，葉状のカサ，約５cmの柄，および仮根とよばれる根状の突起からできている再生力の強い単細胞の緑藻類である。核は仮根の中にあり，種によってカサは特徴ある形態を示す。カサノリを使ってカサの形成についての実験を行ったところ，次のような結果を得た。



［結果１］カサを，カサの基部から何回切りとっても，そのつど失った部分を再生した。核を含まない柄だけでも数ヶ月生き続けて，カサを再生したが，そのカサを何度か切りとるうちに，再生しなくなった。



［結果２］図のように，Ａ種の仮根にＢ種の無核の柄をつなぐと，Ｂ種のカサを再生した。このカサを何度切りとっても，そのつどカサを再生したが，Ｂ種のカサからしだいにＡ種のカサに変わっていった。



以上の実験結果の説明として最も適当と思われるものを，下のア～オから２つ選び，記号で答えよ。また，その結論の根拠となった実験の結果を，１，２の番号で答えよ。

（記号　　，番号　　）（記号　　，番号　　）

ア　核がないと，カサの再生は起こらない。
イ　カサの再生には，核はまったく必要ではない。
ウ　柄には，カサの再生に必要な物質が含まれている。
エ　核は，再生に必要な物質を細胞質に分泌し，カサの形態を決定する。
オ　核は，カサの再生を促すが，形態を決める能力はない。

探 究 問 題

15.（生物の分類）

(1) 系統樹

(2)

生物の特徴	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
細胞の核の有無	**なし**	あり	**あり**	**あり**	**あり**
細胞壁の有無	あり	**あり**	**あり**	あり	**なし**
単細胞か多細胞か	**単細胞**	**多細胞**	**多細胞**	多細胞	**多細胞**
光合成能力の有無	**なし**	**あり**	**あり**	**なし**	なし

(3) (b)

(4) (a) 細胞の核の有無（「単細胞か多細胞か」も可）
(b) 光合成能力の有無
(c) 細胞壁の有無

(5) 光合成能力をもつ

＜解説＞

(1) 生物の進化の道筋を系統という。またそれを図に表すと樹木のように共通の祖先から多様な生物が広がっているので，系統樹という。

(2) 細胞の核の有無：原核生物には核がなく，真核生物には核がある。Ⅰ．大腸菌，乳酸菌は原核生物なので核がないが，それ以外は真核生物なので核がある。

細胞壁の有無：原核生物には細胞壁がある。真核生物では動物以外は細胞壁がある。

単細胞か多細胞か：原核生物はすべて単細胞。真核細胞では原生動物（ゾウリムシ，アメーバなど）や藻類や菌類の一部に単細胞の生物が存在するが，それ以外は多細胞。

光合成能力の有無：原核生物のシアノバクテリア（ユレモ，ネンジュモ）や一部の細菌は光合成をするがそれ以外は光合成能力はない。真核生物では藻類やコケ・シダ・裸子・被子植物は光合成をするがそれ以外は光合成能力がない。

(3) **［考察］**細胞壁があるのはⅠ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳで，細胞壁がないのがⅤのみなので，共通の祖先からⅠ，Ⅱ，Ⅲ，ⅣとⅤで分かれている(b)を選ぶ。

(4) **［考察］**まず，共通の祖先からⅠのみが枝分かれしている。Ⅰとそれ以外を分ける特徴(a)は完成された表からは「細胞の核の有無」と「単細胞か多細胞か」となる。ただし，真核生物の中にも単細胞生物は存在する。次にⅡ，ⅢとⅣ，Ⅴを分ける特徴(b)は完成された表から「光合成能力の有無」となる。最後にⅣとⅤを分ける特徴(c)は「細胞壁の有無」となる。

(5) **［考察］**シアノバクテリアはクロロフィルをもち光合成を行う。ⅡとⅢのみの特徴が「光合成能力がある」なので，Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの共通の特徴は「光合成能力がある」となる。

《生物とエネルギー》

ウォーミングアップ

(1) 代謝　(2) 同化　(3) 異化
(4) 触媒　(5) 酵素　(6) タンパク質
(7) ア 基質　イ 基質特異性
(8) アミラーゼ
(9) 高エネルギーリン酸結合
(10) ア・イ 二酸化炭素・水（順不同）
ウ 光
(11) 葉緑体　(12) エネルギー
(13) ミトコンドリア

基 本 問 題

16.（生体内の化学反応）

(1) 1・2 水・二酸化炭素（順不同）
3 無機物　4 同化　5 吸収
6 異化　7 放出　8 代謝
9 ATP

(2) タンパク質・炭水化物

(3) ① 独立栄養生物　② 従属栄養生物

＜解説＞

(1) 生物体内の物質の合成や分解を代謝といい，それに伴ってエネルギーの変化や出入りが起こる。このことは生物全体の共通性の一つである。

(2) 炭水化物にはグルコースやデンプンなどがあり，タンパク質はアミノ酸から構成される。

17.（生体内における ATP の利用）

(1) ① アデニン　② リボース　③ リン酸

(2) 高エネルギーリン酸結合

(3) ADP（アデノシンニリン酸）

＜解説＞

ATP（アデノシン三リン酸）は塩基であるアデニン，糖であるリボースが結合したアデノシンにリン酸が３つ結合した化合物で，リン酸どうしは高エネルギーリン酸結合をしている。その結合が切れる

とATPはADP（アデノシン二リン酸）とリン酸になり，多量のエネルギーが放出される。ATPは呼吸で合成されるほか，光合成においても光エネルギーからATPが合成される。

ATPは，生体内での物質の合成，筋肉の収縮，能動輸送などさまざまな生命活動にエネルギーを直接供給する物質であり，「エネルギーの通貨」とよばれることもある。

18.（酵素のはたらき）

⑴ 1 代謝　2 触媒
3 タンパク質　4 細胞外
5 葉緑体　6 ミトコンドリア

⑵ ① ×　② ○　③ ○　④ ×

⑶ 基質

⑷ 基質特異性

＜解説＞

⑴ 酵素はタンパク質からできており，細胞の核に含まれるDNAの遺伝情報に基づき，必要に応じて細胞内で合成されている。酵素は，それぞれ異なったはたらきをもち，生命活動において重要な役割を果たしている。

⑵ 酵素自身は反応の前後で変化しないため，繰り返しはたらくことができる。酵素がはたらきかける物質を基質といい，酵素は特定の基質にのみはたらく(基質特異性)。

酵素には最もよくはたらく温度（最適温度）があり，ヒトの酵素の最適温度は体温に近いものが多い。酵素の主成分はタンパク質であるため，高温にすると立体構造が変わり（熱変性)，はたらきを失う（失活)。

酸やアルカリによってもはたらきやすい条件（最適pH）があり，胃液に含まれるペプシンは強酸性，だ液に含まれるアミラーゼは中性付近で最もよくはたらく。

⑶，⑷ タンパク質からなる酵素はそれぞれ特有の立体構造をもち，酵素が基質と結合する部分は活性部位と呼ばれる。活性部位にはその立体構造に適合する物質（基質）だけが結合することができる。これが基質特異性を示す理由である。図において，酵素Cの基質がAである。

19.（酵素の実験）

⑴ 酸素

⑵ カタラーゼ

⑶ BとC

⑷ A，B

⑸ 触媒は反応の前後で変化しないため，基質の過酸化水素を入れると再び反応する。

＜解説＞

AとBには，触媒の作用を受ける物質（基質）として過酸化水素，触媒として酸化マンガン(Ⅳ)または肝臓片中のカタラーゼがある。よって，過酸化水素が分解され，気体（酸素）が生じる。

⑴ 非常に反応性が高く，老化や病気の原因といわれている「活性酸素」は，紫外線や生体内の反応で生じる。その活性酸素の一つである過酸化水素を最終的に水と酸素に分解するのがカタラーゼである。化学反応式は，$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$である。酸素には物質の燃焼を助ける「助燃性」があり，先端を赤くした線香が激しく燃えることで，その存在を確認できる。

⑶ 酵素であるカタラーゼはタンパク質でできており，高熱ではタンパク質の立体構造が変化（熱変性）し，酵素としてのはたらきを失う（失活)。つまり，Cでは気体はほとんど発生しない。

20.（光合成と葉緑体の構造）

1 同化　2 光　3 葉緑体
4 クロロフィル　5 ATP　6 水
7 デンプン　8 化学

＜解説＞

葉緑体は二重膜でできており，内部にはへん平なチラコイドという袋状の膜をもつ。さらにチラコイドが密に重なった部分をグラナという。チラコイド以外の液状部分をストロマといい，多くの酵素や独自のDNAをもつ。チラコイドにはクロロフィルなどの光合成色素が多く含まれていて，光エネルギーを吸収して，ATPが合成される。このATPのエネルギーで，ストロマにおいて二酸化炭素と水から有機物を合成する。

21.（呼吸とミトコンドリアの構造）

1 呼吸　2 ミトコンドリア　3 二酸化炭素
4 ATP　5 化学

＜解説＞

ミトコンドリアは二重膜でできている。二重膜の内側の基質をマトリックスといい，多くの酵素や独

自のDNAをもつ。また，内膜はクリステと呼ばれる内側に突出したひだをつくっている。

呼吸では，酸素を利用して有機物を分解し，水と二酸化炭素を生成する過程でエネルギーを取り出しており，燃焼とよく似ている。しかし，燃焼は急激な反応でほとんどが熱エネルギーとして放出されるが，呼吸は段階的な化学反応の連続であり，放出されるエネルギーはATPに蓄えられるため，熱として放出されるエネルギーは燃焼より少ない。(p39コラムを見て下さい。)

一般に，肺で酸素を吸収して二酸化炭素を排出することを呼吸（外呼吸）と呼んでいるが，ここでの呼吸（細胞呼吸）は，細胞が行う代謝のことである。

多くの生物が酸素を利用して有機物を分解してエネルギーを得る呼吸を行っているが，酵母などのように，酸素を使わないで有機物を分解しエネルギーを得る発酵を行う生物がいる。酵母は，酸素があるときは呼吸を行うが，酸素が少ないときは有機物(グルコース）を二酸化炭素とエタノールに分解する。それによりエネルギーを得て，ATPを生成している。このはたらきをアルコール発酵という。

22.（光合成と呼吸のまとめ）

1　光　　2　ATP　　3　化学
4　有機物　　5　光　　6　電気
7　化学　　8　エネルギー

＜解説＞

代謝において，植物は光合成と呼吸を，動物は呼吸を行っている。植物は光合成により，光エネルギーを有機物の中の化学エネルギーに変えて蓄えることができる。しかし，動物は外界から有機物を取り入れて，エネルギーを取り出さなければならない。動物が取り入れる有機物は，もとをたどれば植物が行う光合成によるものである。したがって，光エネルギーが生物にとってのエネルギーのもとといえるだろう。

発展問題

23.（酵素の性質）

(1)　①　ウ　　②　エ
(2)　a　タンパク質　　b　変性　　c　失活

＜解説＞

酵素のはたらきは温度やpHなどに影響される。もっともよくはたらく温度を最適温度といい，最適温度を超えると反応速度は急激に小さくなる。一般に，無機触媒の場合は最適温度は存在せず，温度の上昇とともに反応速度は大きくなる。また，最もよくはたらくpHを最適pHという。pH（水素イオン指数）とは，一般に水溶液の酸性やアルカリ性の強弱を表す指数であり，数値が小さいほど酸性が強くなり，数値が大きいほどアルカリ性が強くなる。(最適pHの例) ペプシン:pH 2，アミラーゼ:pH 7，トリプシン：pH 8

24.（消化酵素の名称）

1　アミラーゼ　　2　リパーゼ
3　ペプシン　　4　トリプシン
5　ペプチダーゼ
A　グルコース（ブドウ糖）　　B　脂肪酸
C　アミノ酸

＜解説＞

消化酵素は加水分解酵素である。デンプンなどの多糖類は，単糖類（グルコース）が多数結合してできている。まずアミラーゼ（だ液・すい液）で加水分解され，さらに小腸の柔毛で吸収する直前にマルターゼでグルコースまで分解される。二糖類であるスクロースは単糖類であるフルクトースとグルコースが1個ずつ結合しており，小腸の柔毛で吸収する直前にスクラーゼで加水分解される。脂肪は十二指腸で胆汁により乳化され水となじみ，リパーゼ（すい液）により脂肪酸とモノグリセリドに加水分解される。タンパク質は多数のアミノ酸がペプチド結合してできている。ペプシン（胃液），トリプシン（すい液）で加水分解し，小腸の柔毛で吸収する直前にペプチダーゼでアミノ酸まで分解される。

25.（人体のATP消費量）

(1)　80%
(2)　最も多い　D　　最も少ない　E
(3)　1000回

＜解説＞

(1)　求めるものは，(A～EのATP消費量合計) ÷ (からだ全体のATP消費量) × 100である。よって，(5.6 + 8.0 + 2.0 + 3.1 + 5.3) ÷ 30 × 100 = 80%となる。

(2)　臓器の重量に対するATP消費量の値は，例えばAの場合，5.6g/1.3kg = 5.6g/1300g ≒ 0.0043と

なる。同様にB～Eを計算し，比較すればよい。

(3)　1日に50kg（50000g）のATPを消費するが，50gしかATPがないため，50000 ÷ 50 ＝ 1000で1000回ATPを再合成する必要がある。

組織や器官によってATPの消費量は大きく異なり，人体の場合，この5つの臓器で80％ものATPが消費されていることがわかる。

探究問題

26.（酵素反応の実験）

(1)　①　a　過酸化水素水　　ア　石英砂

②　b　水　　イ　肝臓片

(2)　2

(3)　①　酵素反応では過酸化水素（基質）は消費されるが，酵素は消費されない。(29字)

②　過酸化水素を分解するカタラーゼはダイコンの細胞にも存在する。(30字)

＜解説＞

(1)　［実験の設計］この問題の実験でおこっているのは，反応物（過酸化水素）が酵素（肝臓片に含まれるカタラーゼ）の触媒作用を受けて，生成物（酸素と水）になるという反応である。酵素の作用ではなく①「何らかの物質を加えることによる物理的刺激によって過酸化水素が分解し，気体が発生した。」を検証するには，酵素の代わりに分解反応を促進しない物質（石英砂）を入れて比較する。石英砂を入れても気体は発生しないことから，気体の発生は物質を加えた物理的な刺激によるものではないといえる。②「肝臓片から酸素が発生した。」ことを検証するには，発生する気体の材料である反応物がなくても気体が出るのかを確かめる。過酸化水素が入っていない水に肝臓を入れて，もし気体が発生すれば肝臓から気体が出たことになるが，気体は発生しない。

(2)　［結果の予測］酵素反応が進むには，反応物と酵素が出会うことが必要である。酵素は肝臓の組織に含まれている。同じ質量の肝臓の組織であっても，1cm角の塊（かたまり）よりもすりつぶしたほうが組織の粒が小さくなり，反応物と接触することが多くなるので，すりつぶしたものを用いた方が激しく気体が発生する。

(3)　［考察・表現］

①　酵素は反応を促進するが，自身は反応の前後で変化しない。一度反応が終わった試験管の中には酵素があるので，反応の材料である過酸化水素を入れると再び気体が発生する。しかし，反応の材料はなくなっているので，そこに酵素を含む肝臓片を入れても反応はおこらない。

②　ダイコン片を入れると，肝臓片を入れたときと同様の気体が発生したことから，ダイコンにもカタラーゼがあるといえる。カタラーゼはヒトでは，血液や肝臓に多く分布し，植物や細菌ももっている。

27.（酵素反応の連続）

(1)　物質①　c　　物質②　b

物質③　d　　物質④　a

(2)　酵素Q

＜解説＞

(1)　［結果の分析］酵素Xがはたらかなくなると，物質①を代謝には利用できなくなり，②以降の物質が生成されず，Ⅰは生育できない。しかし，②以降の物質があればⅠは生育できる。このことから，Ⅰが生育できる物質は②～④でa，b，dのいずれか，生育できない物質①はcということになる。

同様に，酵素Yがはたらかなくなると，物質②を代謝に利用できなくなり，③以降の物質が生成されず，Ⅱは生育できなくなる。しかし，③以降の物質があればⅡは生育できる。このことから，生育できない物質は物質①がcなので②は物質b，生育できる物質は③④でa，dのいずれかということになる。最後に，酵素Zがはたらかなくなった個体は，最後の物質④を与えられたときのみ生育できる。aを加えた場合のみ生育できているので，物質④がaで残る物質③がdということになる。

(2)　［思考・探究・考察］(1)はその酵素がはたらかないとその基質となる物質以降の代謝産物が生成されなくなりその個体は生育できないという，代謝経路の寸断によって生じることに焦点をあてた問題である。それに対して，(2)は酵素がはたらかないとその基質となる物質が代謝されずに蓄積され別の問題を発生するという，代謝経路の寸断で蓄積された物質によって生じることに焦点をあてた問題である。この問題では，蓄積されるのはフェニルアラニンであるので，関係している酵素はフェニルアラニンをチロシンに変える酵素Qとなる。

フェニルアラニンは，タンパク質を構成する重要

なアミノ酸である。また，代謝の過程で様々な重要な物質へと変換される。フェニルケトン尿症は，フェニルアラニンが代謝できないために起こる病気である。治療としては，授乳時はフェニルアラニンの量を必要最小限に抑え，不足するアミノ酸を添加したミルクを与える。その後も食事治療を継続することになる。生後１ヶ月以内くらいで治療を開始できれば経過は良好である。

28.（核のはたらき）

記号　ウ，番号　1

記号　エ，番号　2

＜解説＞

まず結果１に注目すると，「柄だけ」で「カサを再生」できたことから記号アは誤りである。一方，再生したカサをくり返し切り取れば，柄だけでは再生できなくなったことから，記号イの「核はまったく必要ではない」とも言えない（記号イは誤り）。したがって，柄の細胞質にはカサの再生に必要な物質が含まれているが，核が無いとそれがしだいに失われることがわかる（記号ウは正しい）。

結果２から，A種の仮根（核がある）とB種の柄（再生に必要な物質がある）をつなぐと，最初はB種のカサが再生されるが，しだいにA種のカサが再生されたことから，核には「カサの形態を決定する」能力があると考えられる。したがって記号エが正しい。（記号オは誤り）。

《遺伝子とそのはたらき》

ウォーミングアップ

(1) 遺伝	(2) 遺伝子	(3) ゲノム
(4) DNA	(5) ヌクレオチド	
(6) ア　アデニン	イ　グアニン	
(7) 二重らせん	(8) 相補性	
(9) 細胞周期	(10) 半保存的複製	
(11) アミノ酸	(12) ウラシル	
(13) 転写	(14) 翻訳	(15) 発現

基本問題

29.（DNA と遺伝子）

1　形質　　2　遺伝子　　3　染色体

4　DNA　　5　共通性　　6　多様性

7　ゲノム　　8　2万　　9　30億

＜解説＞

個々の遺伝子は染色体を構成する DNA の中に存在している。

親から子へと DNA が受け渡されることにより，遺伝情報も伝えられる。精子や卵によって受け渡される DNA は，その種を構成するために必要な１セットの遺伝情報であり，これをゲノムという。たとえば，ヒトの受精卵は卵から１セット，精子から１セット，合計２セットのゲノムをもっている。

30.（DNA の抽出実験）

(1)　a　中性洗剤　　b　乳鉢

c　冷却したエタノール

(2)　①　イ　　②　ア

＜解説＞

手順１について。DNA はヒストンというタンパク質に巻きついて折りたたまれているが，DNA は食塩水に溶けやすい性質を持ち，食塩水を加えるとヒストンから DNA がほどけやすくなる。また，DNA は核内にあるので，細胞膜や核膜を破壊する必要がある。中性洗剤によってこれらの主成分であるリン脂質を溶かすことができる。

手順３について。DNA はエタノールに溶けないという性質がある。このため，ろ液にエタノールを加えると，ろ液中の DNA が白い糸状となって現れてくる。なお，細胞中には DNA 分解酵素が含まれるので，エタノールを加えるまでの操作は手早く行う必要がある。

31.（DNA の構造－１）

(1)　a　ヌクレオチド　　b　塩基

c　デオキシリボース　　d　塩基対

e　二重らせん

(2)　名称　アデニン　略称　A

名称　チミン　　略称　T

名称　シトシン　略称　C

名称　グアニン　略称　G　　（順不同）

(3)　ワトソンとクリック

＜解説＞

1953 年ワトソン（米）とクリック（英）により二重らせん構造モデルが発表された。DNA は，リン酸，糖，塩基からなるヌクレオチドを構成単位と