

CHECK POINT

I 代謝とATP

細胞と代謝 生体内の化学反応を代謝という。同化と異化がある。

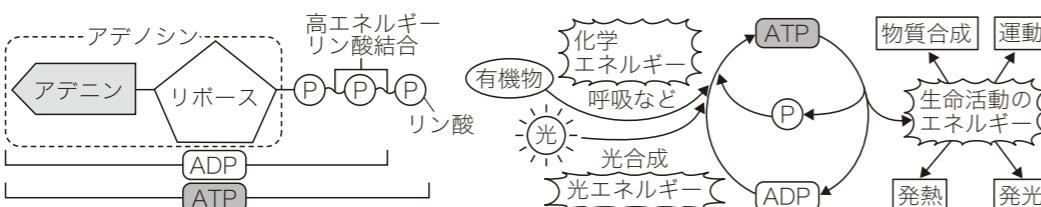
同化	生物が外界から取り入れた簡単な物質から、その生物に必要な化学的に複雑な物質をつくる働き。エネルギーを吸収する。 例 光合成 …光エネルギーを吸収し、無機物の二酸化炭素と水から、有機物をつくる。
異化	複雑な物質を簡単な物質に分解する働き。エネルギーを放出する。 例 呼吸 …有機物を分解し、化学エネルギーに変換する。

独立栄養生物…植物のように、外界から取り入れた無機物から有機物をつくり、生活できる生物。

従属栄養生物…動物のように、外界から取り入れたほかの生物がつくった有機物を利用し生活する生物。

ATPとその働き

ATP(アデノシン三リン酸)…エネルギーの移動の仲立ちをする化学物質。高エネルギーリン酸結合という部分のリン酸が1つ取れてATPからADP(アデノシン二リン酸)になるときに、大きなエネルギーを放出する。逆に、ADPからATPになるときに、エネルギーを吸収する。



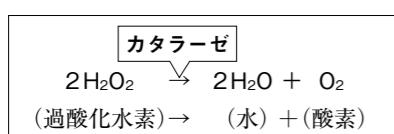
代謝と酵素 代謝による化学反応は、酵素により穏やかな条件で進行する。

酵素…生体内の化学反応を促進する物質(触媒)で、反応の前後で変化しない。生体触媒ともよばれる。

- 例 アミラーゼ(デンプン→マルトース)、マルターゼ(マルトース→グルコース)、ペプシン、トリプシン(タンパク質の分解)、リバーゼ(脂肪の分解)

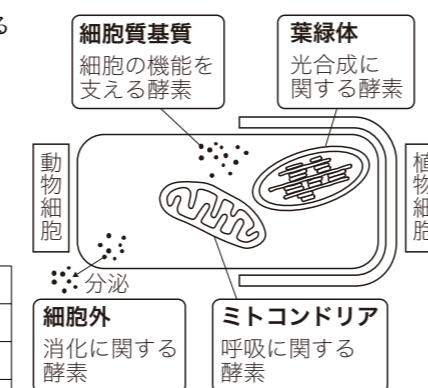
カタラーゼによる過酸化水素(H₂O₂)の分解

過酸化水素は、無機触媒の酸化マンガン(IV)で分解されるが、生体触媒である酵素のカタラーゼでも分解される。



酵素の働く場所

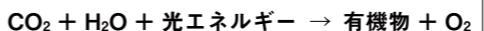
細胞内で働く	ミトコンドリア	呼吸に関する酵素
	葉緑体	光合成に関する酵素
細胞質基質	細胞の機能を支える酵素	
細胞外に分泌されて働く	消化酵素	



II 光合成と呼吸

光合成

太陽の光エネルギーを利用して、二酸化炭素(CO₂)と水(H₂O)から有機物を合成する代謝で、同化である。植物や藻類、シアノバクテリアなどが行う。



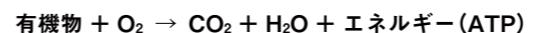
同化デンプン…光合成で取り込まれた二酸化炭素は、葉緑体の中でデンプンになり、一時的に同化デンプンとして葉緑体内に蓄えられる。

転流…デンプンが、水に溶けるスクロース(糖)になって、植物体の各部に運ばれること。

貯蔵デンプン…植物体の貯蔵器官(果実、種子、いもなど)で、蓄えられるデンプン。

呼吸

酸素(O₂)を用いて、炭水化物、タンパク質、脂質などの呼吸の材料(呼吸基質)を分解し、エネルギーを取り出す代謝で、異化である。



呼吸商…呼吸により吸収した酸素の量と、放出した二酸化炭素の量の比

$$\text{呼吸商} = \frac{\text{二酸化炭素放出量}}{\text{酸素吸収量}}$$

呼吸商は、右の表のように、呼吸基質によって決まっている。このため、呼吸商を求めて、呼吸に用いた呼吸基質が何であるかがわかる。

呼吸基質	呼吸商
炭水化物	約1.0
タンパク質	約0.8
脂質	約0.7

光合成と呼吸が行われる場所(真核生物の場合)

光合成と呼吸が行われる細胞小器官

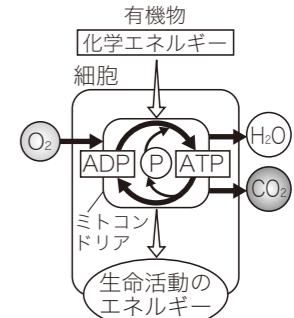
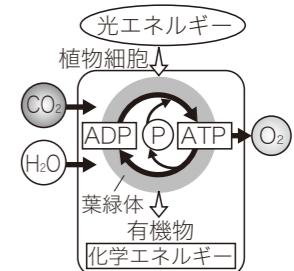
{ **光合成** → 葉緑体
呼吸 → ミトコンドリア }

葉緑体とミトコンドリアの起源

細胞内共生説…マーグリスらが提唱。葉緑体は原核生物(原核細胞)の光合成を行うシアノバクテリアが、ミトコンドリアは原核生物(原核細胞)の酸素を使う細菌が、酸素を使わない細菌に入ることで、生じたという説。

(細胞内共生説の根拠)

- ①葉緑体とミトコンドリアには、それぞれ独自のDNAがある。
- ②葉緑体とミトコンドリアは、細胞の分裂とは独立して分裂している。
- ③細胞内にはほかの単細胞生物を共生させている生物もある。



BASIC ベーシック問題

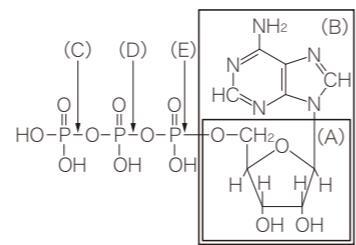
11 □【ATP】5分

右の図は、ATPを表している。下の問い合わせに答えよ。

問1 右の図の□で囲まれた(A)と(B)の部分は、それぞれ何と呼ばれる物質か。その物質名を、次の①～⑨から選べ。

(A) 1 (B) 2

- ① アデニン ② グアニン ③ チミン
- ④ シトシン ⑤ ウラシル ⑥ アデノシン
- ⑦ デオキシリボース ⑧ リボース ⑨ リン酸



問2 右の図の(C)～(E)で、高エネルギー結合となっているのはどこか。正しいものを、次の①～⑥から選べ。 3

- ① (C)のみ ② (D)のみ ③ (E)のみ
- ④ (C)と(D) ⑤ (D)と(E) ⑥ (C)～(E)すべて

問3 ATPの高エネルギー結合が1か所切れたとき、ADPになる。このADPの正式な名称を、次の①～③から選べ。 4

- ① アデノシン一リン酸 ② アデノシン二リン酸 ③ アデノシン三リン酸

問4 問3により発生したエネルギーを利用して当てはまらないものを、次の①～④から選べ。 5

- ① 物質の合成 ② 酵素による栄養分の消化 ③ 筋収縮 ④ ホタルの発光

(福岡大2005 改)

12 □【酵素】5分

大麦の芽生えを、酵素が壊れないように調整した液中で十分に破碎し、ろ過して酵素液を得た。これを一定量とり、デンプン溶液と混合して反応を一定時間進行させ、反応して生じた低分子の糖(グルコース)の量を測定して酵素反応の速度を求めた。デンプン溶液の濃度と反応速度との関係を調べると、反応速度は、デンプン溶液の濃度が高くなるにしたがい増加するが、ある濃度以上になるとほとんど増加しなくなることが観察された。

問1 下線部の反応では、主に2種類の酵素が一定の順序で働いている。働く順番に、次の①～⑥から正しい酵素を選べ。最初に働く酵素 1 次に働く酵素 2

- ① リパーゼ ② アミラーゼ ③ スクラーゼ
- ④ トリプシン ⑤ マルターゼ ⑥ セルラーゼ

問2 問1の最初に働く酵素は、デンプンを何に変えるか。次の①～⑥から選べ。 3

- ① モノグリセリドと脂肪酸 ② アミノ酸 ③ スクロース
- ④ グルコース ⑤ マルトース ⑥ セルロース

13 □【酵素】3分

次の文の中の下線部A～Dには、事実とは異なる記述が含まれているものがある。これらの記述が正しければ①を、誤っていれば②を選べ。 A 1 B 2 C 3 D 4

触媒は、A化学反応の速度を下げることによってB反応を促進することができる。一般に、化学反応が終了するとCそれにともなって触媒自身も変化する。生体内で触媒の働きをもつ物質は酵素と呼ばれ、酵素にはDタンパク質を主成分とするものが多い。
(神奈川大2010 改)

14 □【代謝】5分

エネルギー代謝に関する次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

光合成を行う植物は、光エネルギーを用いて二酸化炭素や水などから無機物を1し、より複雑で大きな2をもつグルコースなどの有機物を合成する。グルコースは、生体の維持に必要なさまざまな物質の原料となるほか、生命活動を営むための主要なエネルギー源として利用される。しかし、グルコースはエネルギーを必要とする生体反応に直接利用されるわけではない。グルコースの2は、酸素を用いた3により再び水と二酸化炭素に分解される過程で、ATPの内部の4結合としていったん蓄えられる。そして、エネルギーを必要とするさまざまな生体反応では、この結合が分解されるときに生じるエネルギーが主に利用される。ATPは、分解されるとADPを生じ、このとき生成するエネルギーがさまざまな生命活動に用いられる。

問1 上の文の中の1～4に当てはまる最も適切なものを、次の①～⑧からそれぞれ選べ。

- ① 分解 ② 異化 ③ 同化 ④ 分子量 ⑤ 化学エネルギー ⑥ 酸素
- ⑦ 呼吸 ⑧ 高エネルギー結合

問2 ATPの化学構造中に含まれる糖と同じ糖を構造中に含むものを、次の①～⑥から選べ。

- 5
- ① DNA ② スクロース ③ デンプン ④ RNA
- ⑤ セルロース ⑥ グリコーゲン

問3 下線部に関して、ATPを分解したときに発生するエネルギーを必要とするものを、次の①～③から選べ。 6

- ① デンプンのグルコースへの分解 ② 抗原抗体反応
- ③ 骨格筋の弛緩状態からの収縮

(近畿大2010 改)

15 □【独立栄養生物と従属栄養生物、細胞内共生説】3分

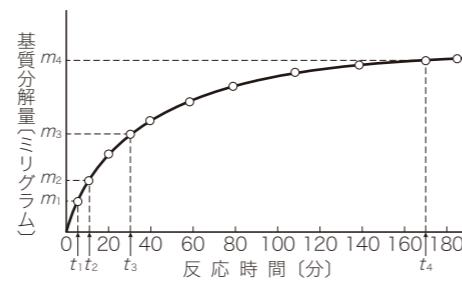
炭酸同化によって無機物から有機物を合成することができる生物を独立栄養生物と呼ぶ。このことについて正しいものを、次の①～④から選べ。 1

- ① 光合成を行うクロレラを体内に共生させているミドリゾウリムシは、独立栄養生物である。
- ② 原核生物のシアノバクテリアは、光合成を行う独立栄養生物である。
- ③ 独立栄養生物のシアノバクテリアは、葉緑体をもっている。
- ④ 酸素を使わない細菌に、シアノバクテリアと、酸素を使う細菌が共生して、従属栄養生物の動物細胞ができたと考えられている。

MASTER マスター問題

16 □【酵素の活性と働き】5分

一定量のある物質(基質)にトリプシンという酵素を作用させたところ、この基質の分解は右の図のように進行し、その後やがて分解曲線は水平になった。この実験について、次の問いに答えよ。なお、温度はヒトの体温に近い37℃に、また、pH(水素イオン濃度指数)は、ほぼ最適pHの8に保った。



問1 酵素の性質を示した文として誤っているものを、次の①～④から一つ選べ。 1

- ① 特定の化学反応を促進する働きをもつ。
- ② 反応の前後で変化しない性質をもつ。
- ③ 細胞内でつくられ、細胞外に出てはじめて働くことができる。
- ④ 微量でも著しい効果を示す。

問2 上の図では、トリプシンによる分解は140分以降ほとんど進行していない。その理由として適当なものを、次の①～④から一つ選べ。 2

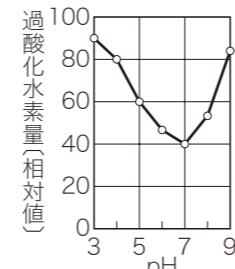
- ① 基質の大部分が分解された。 ② トリプシンが反応で消費された。
- ③ 反応温度が低すぎた。 ④ トリプシンの大部分が熱により働き(活性)を失った。

(共通一次1981 改)

17 □【カタラーゼの実験】5分

次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

ダイコンの芽生えのカタラーゼ活性について、次の実験を行った。ダイコンの芽生えをすりつぶして抽出液をつくり、ただちに氷冷した。次に少量の過酸化水素を等量に含むpH(水素イオン濃度指数)3～9の溶液の一定量をそれぞれ試験管にとり、30℃に保温しながら氷冷抽出液の一定量を各試験管に加えた。いずれの試験管からも気体の発生が観察された。一方、対照として、pH7の溶液だけは1本余分に用意し、これには氷冷抽出液を熱処理したのち加えた。抽出液を加えて5分後、各試験管中の過酸化水素量を測定し、右の図のような結果を得た(対照の値を100とする)。



問1 抽出液を加えたとき、発生した気体は何か。次の①～⑤から選べ。 1

- ① 水素 ② 窒素 ③ 酸素 ④ 水蒸気 ⑤ 二酸化炭素

問2 問1のときの反応を表す次の化学反応式の左辺と右辺に入るものを、下の①～⑥からそれ

ぞれ選べ。 2 → 3

- ① H_2O ② H_2+O_2 ③ $\text{H}_2\text{O}+\text{O}$
- ④ H_2O_2 ⑤ $2\text{H}_2\text{O}_2$ ⑥ $2\text{H}_2\text{O}+\text{O}_2$

問3 結果のグラフから考えて、カタラーゼが最もよく働くpHを、次の①～⑦から選べ。

4

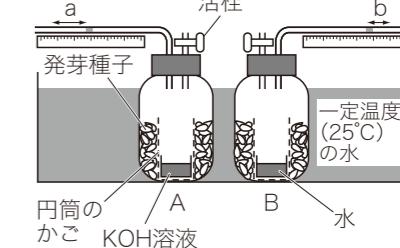
- ① pH3 ② pH4 ③ pH5 ④ pH6 ⑤ pH7 ⑥ pH8 ⑦ pH9

18 □【呼吸商】8分

次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

呼吸において、酸素吸収速度と二酸化炭素の放出速度との関係から呼吸商の値は呼吸に使われた栄養分(呼吸基質)の種類によって異なるので、その値からその生物が利用している呼吸基質の種類を推定することができる。

右の図に示す装置A、Bに円筒のかごを入れ、その外側にヒマワリの発芽種子をそれぞれ80g入れた。次いで、かごの中に、装置Aでは20%水酸化カリウム溶液(KOH溶液)を入れたシャーレを、装置Bでは同量の水を入れたシャーレを入れ、栓をした。装置A、Bを一定の温度(この実験では25℃)に保った水の中に入れ、黒色のシートで被い暗黒状態にし、装置内の温度が一定になるまで放置した後、ガラス管(内径が一定)内の着色液の位置を調節し、栓を閉じた。ガラス管の着色液が10分間に移動した距離とガラス管の内径から、装置内の気体の体積の減少量aとbを計算したところ、a=3.31mL、b=0.96mLであった。なお、各発芽種子の単位重量・単位時間当たりの呼吸量は等しいと仮定する。また、測定中に大気圧は変化しなかったとする。



問1 下線部の20%水酸化カリウム溶液(KOH溶液)の役割を、次の①～④から選べ。 1

- ① 熱の吸収 ② 水の吸収 ③ 酸素の吸収 ④ 二酸化炭素の吸収

問2 消費された酸素の体積および放出された二酸化炭素の体積を示すものを、次の①～⑤からそれぞれ選べ。酸素の体積 2 二酸化炭素の体積 3

- ① a ② b ③ a+b ④ a-b ⑤ b-a

問3 発芽種子の25℃における呼吸商を四捨五入して小数第2位まで求めたとき、最も近い数値を、次の①～⑦から選べ。 4

- ① 0.29 ② 0.71 ③ 0.83 ④ 0.98 ⑤ 1.02 ⑥ 1.17 ⑦ 1.29

問4 問3の結果から、発芽種子が呼吸に使った主な呼吸基質は何か、次の①～③から選べ。

5

- ① 炭水化物 ② 脂質 ③ タンパク質

(九州大2006・名城大2005 改)

特集 融合問題

9

大学入試センター試験は、1つの大問が1つの分野に対応していることが多いが、近年、複数の分野にまたがる問題も出題されるようになっている。

この章では、生物基礎全分野の総まとめとして、複数の分野にまたがる問題に取り組んでみよう。

75 次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

生物はさまざまな環境に適応しながら生活している。そのため、生物を構成するア細胞には共通するところも多いが、同時に、相違も大きい。環境の多様性を反映するように、イ生物界においても多様性が見られる。

問1 下線部アの細胞に関する次の文章について、正しいものには①、誤っているものには②と答えよ。(1) **1** (2) **2** (3) **3** (4) **4**

- (1) 細胞壁は植物細胞にのみ含まれている。
- (2) ヒトの体細胞の染色体数を $2n$ とすると精子の染色体数は n となる。
- (3) 免疫機構においては、T細胞のみが免疫に関与する細胞になる。
- (4) 分解者に分類される菌類や細菌類はすべて原核細胞からなる单細胞生物である。

問2 下線部イに関する記述として正しいものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① 極相林では、陽樹よりも陰樹が優占種になる傾向が大きい。
- ② 海水魚は淡水魚に比べて塩類濃度の高い尿を大量に排出する。
- ③ 陰樹と陽樹では、陰樹の方が光補償点が高い。
- ④ ヒトの遺伝子数は大腸菌の遺伝子数の100万倍以上多い。

76 次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

現象を観察し、仮説を立て、その仮説の妥当性をア実験によって確かめることで生物学は進歩してきた。生物学史上、極めてイ有名な実験が、多くの人々に知られている。

問1 下線部アに関して、顕微鏡観察を容易にするための染色実験に関する次の文章について、正しいものには①、誤っているものには②と答えよ。(1) **1** (2) **2** (3) **3** (4) **4**

- (1) 原核細胞を染色すると細胞壁が着色される場合がある。
- (2) 酢酸カーミンはミトコンドリアを染色するために頻繁に用いられる。
- (3) 血液の有形成分を観察する際には、ギムザ液が用いられる。
- (4) メチルグリーン・ピロニン染色法で硝酸菌と亜硝酸菌とを分離できる。

問2 下線部イに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

- ① ロバート・フックが観察したコルク片は、死細胞であった。
- ② エイブリーらは、タンパク質が肺炎双球菌を形質転換させると考えた。
- ③ ペインはキーストーン種を人為的に除去すると生態系が変化する事実を示した。
- ④ セクレチンを発見し、ホルモンという言葉を提唱したのはベイリスとスターリングである。

77 次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

ア生物体を構成する元素の割合は、生重量と乾燥重量とで異なる。前者において最も多い元素はイ酸素で、後者において最も多い元素は炭素である。

問1 下線部アに関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 **1**

- ① リンはATPの構成要素の一つである。
- ② リンは骨の構成要素の一つである。
- ③ リンはスクレオチドには含まれない。
- ④ リンは富栄養化の原因物質の一つである。

問2 下線部イに関する記述として正しいものには①、誤っているものには②と答えよ。

(1) **2** (2) **3** (3) **4** (4) **5**

- (1) 酸素は呼吸商が最も大きい呼吸基質である。
- (2) ヘモグロビンは酸素濃度が低いところほど酸素と結合しやすい。
- (3) 河川における自然浄化では、汚染水が流入した地点から下流に向かうほど溶存酸素濃度は高くなる。
- (4) 酸素はオゾン層を破壊する。

78 次の文章を読み、下の問い合わせに答えよ。

ATPはアエネルギーの通貨とよばれるように、あらゆる生物がエネルギー源として利用している。多種多様な生物にはこのような共通性がある反面、イ生物種間や一つの生命体内でも大きな相違が認められる場合も少なくない。

問1 下線部アに関する記述として正しいものには①、誤っているものには②と答えよ。

(1) **1** (2) **2** (3) **3** (4) **4**

- (1) 物質は生態系内を循環するので、物質とともに流れるエネルギーも循環する。
- (2) 筋肉が収縮する際には、ATPのエネルギーを必要とする。
- (3) 光合成は、光エネルギーを利用して二酸化炭素と水から有機物を合成する働きである。
- (4) シャルガフは、DNAの相補的結合に必要なエネルギー量を計測した。

問2 下線部イに関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **5**

- ① ヒトの白血球には核があるが、赤血球には核がない。
- ② 同じ生物を構成する細胞でも、細胞の種類によって合成するタンパク質は異なる。
- ③ 恒常性において、脊椎動物は閉鎖血管系、節足動物や軟体動物(タコ・イカなどを除く)などは開放血管系によって体液を循環させている。
- ④ ヒトの心臓の肺動脈には静脈血が、肺静脈には動脈血が、それぞれ流れている。
- ⑤ 水界においては、個体数や生物量の生態ピラミッドの形は常に逆転する。