

添削問題の準備（2回目）

摂南大学理工学部生命科学科

添削問題の準備には基本事項と例題が用意されています。添削問題に取り組む前に基本事項を確認し、例題に取り組んでください。途中であきらめないで、がんばってください。

基本事項

代謝とは、生体内での物質の化学変化のことで物質交代ともいいます。それには、簡単な物質から複雑な物質を合成する同化と、複雑な物質を簡単な物質に分解する異化の2つの過程があります。このような生体内での代謝には、いろいろな多くの酵素が関与しています。今回はその代謝について学んでいきましょう。

（1） 酵素

酵素とは、自分自身は化学変化せず、生体内で特定の物質の化学反応をすみやかに促進させるためにはたらく物質である。生体内には数千種類もの酵素が存在し、私たちが生きていくためになくてはならない生体触媒である。

① 基質特異性

☆ それぞれの酵素には役割分担があり、酵素が作用できる相手の物質（基質）は決まっている。このような酵素の性質を基質特異性という。

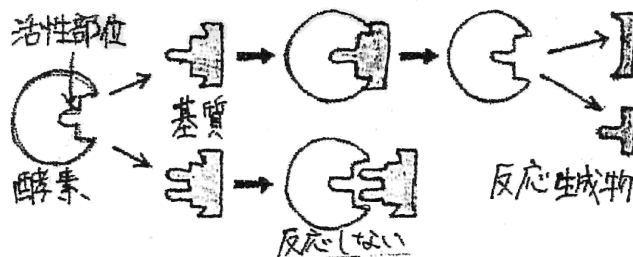
カタラーゼ（過酸化水素分解酵素）

（例） 過酸化水素（基質）の分解 $\longrightarrow$ 水 + 酸素

アミラーゼ（加水分解酵素）

（例） デンプン（基質）の分解 + 水 $\longrightarrow$ 麦芽糖

☆ その他に、脱水素酵素（デヒドロゲナーゼ）、脱炭酸酵素（デカルボキシラーゼ）酸化酵素（オキシターゼ）、など多数の酵素がある。



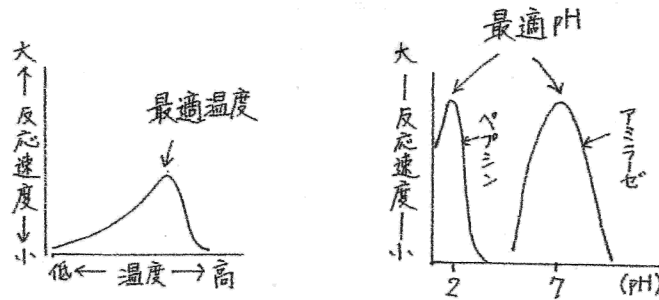
② 酵素の反応と温度

☆ 酵素が最もよくはたらく温度を最適温度といい、温度が上昇するにつれて反応速度が速くなる。一般に40℃付近で最大となる。

(例) だ液中のアミラーゼは、低温よりも体温ぐらいの温度の方がよくはたらく。

☆ 酵素の主成分はタンパク質なので熱に弱く、一般に最適温度を超えると酵素が不安定となり、徐々に反応速度が下がり、やがて酵素自体が変性してそのはたらきを失う。

(例) 熱処理をした濃縮還元ジュースに含まれている果物の酵素は、すべてそのはたらきを失っている。



③ 酵素の反応とpH

☆ 酵素には最適pHがあり、それは酵素の種類によって異なる。

(例) アミラーゼ (デンプン分解酵素) の最適pHは7 (中性)

(例) ペプシン (タンパク質分解酵素) の最適pHは2 (酸性)

(2) 代謝

生体内でおこる化学変化を代謝といい、それにとまっておこるエネルギーの出入りや変換をエネルギー代謝という。

① 同化

簡単な物質から複雑な物質へ合成することを同化という。

(例) 光合成、化学合成、窒素同化

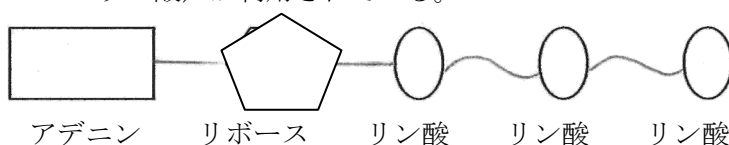
② 異化

複雑な物質から簡単な物質へ分解することを異化という。

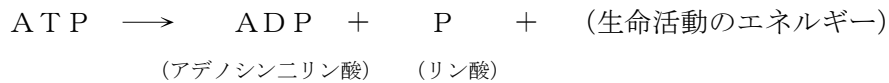
(例) 好気呼吸 (酸素呼吸)、嫌気呼吸 (発酵)

③ ATP

☆ あらゆる生物の生体内でのエネルギー代謝には、すべてエネルギー物質であるATP (アデノシン三リン酸) が利用されている。



☆ATPの3個のリン酸は高エネルギーリン酸結合で結合しているため、分解された時に多量のエネルギーを発生する。これを生物は生命活動のエネルギーとして利用している。



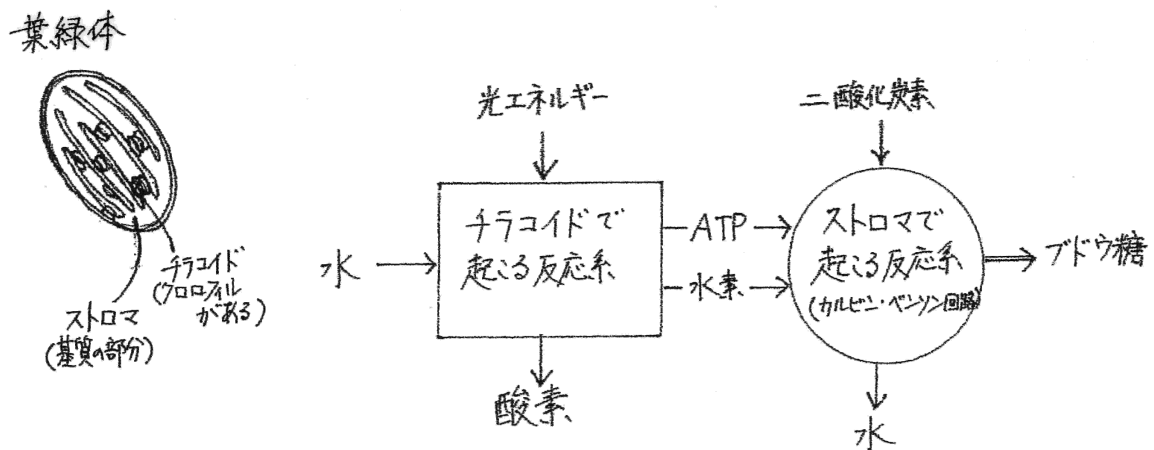
(3) 同化 (例) 光合成

① 光合成とは

一般に葉緑体をもつ緑色植物が、光エネルギーと二酸化炭素と水を利用して、ブドウ糖などの有機物を合成すること。つまり、炭素(C)の同化。

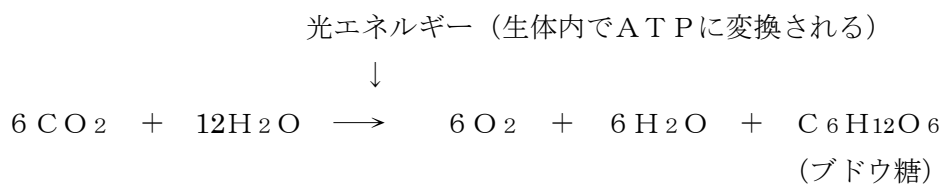
◎ 葉緑体のチラコイドでは光エネルギーを使う化学反応(ATPなどの生成)

◎ 葉緑体のストロマでは光エネルギーを使わずATPと酵素による化学反応(カルビン・ベンソン回路で二酸化炭素からグルコース(ブドウ糖)を合成)



② 光合成の化学反応式

葉緑体の中で複雑な化学反応を繰り返し、最終的には次のような化学反応式にまとめることができる。(1モルのブドウ糖を生成する時)



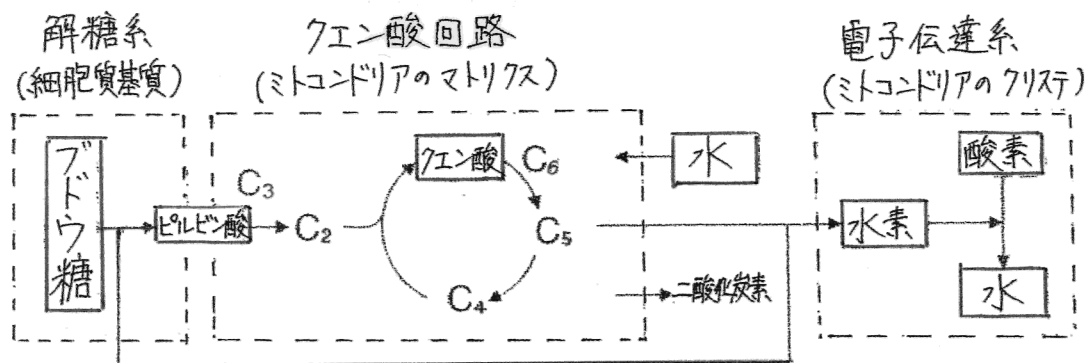
(4) 異化 (例) 好気呼吸(酸素呼吸)

① 好気呼吸

好気呼吸とは、生物が酸素を利用して細胞内でブドウ糖などの有機物を分解し、生命活動に必要なエネルギーを取り出すはたらきである。酸素を使わない嫌気呼吸(発酵)よりもエネルギー効率がよい。

② ATP生産の流れ

1モルのブドウ糖を分解するとき、好気呼吸で得られるATPは、細胞内の細胞質基質で2ATP、ミトコンドリア（マトリクス）のクエン酸回路で2ATP、ミトコンドリア（クリステ）の電子伝達系で34ATP、最終的には38ATP得ることができる。



③ 好気呼吸の化学反応式

細胞内での複雑な化学反応をまとめると最終的には次のような化学反応式にまとめることができる。



↓

38ATP（生命活動のエネルギー）

④ まとめ

ア. 従属栄養生物

動物はこのような生命活動のエネルギーを得るために（生きるために）呼吸をしている。そのためにブドウ糖などの有機物（食べ物）を摂取しなければならない。またその食べ物は、緑色植物が合成した有機物を直接的、または間接的に摂取しているのである。

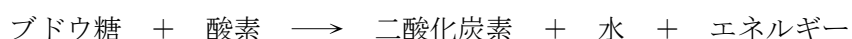
イ. 独立栄養生物

生物である緑色植物も動物と同様、生きるために呼吸をして生命活動のエネルギーを得ているが、ブドウ糖のような有機物を光合成という化学反応により、自分で合成することができる。

ウ. 簡略化した同化（光合成）の化学反応式



エ. 簡略化した異化（好気呼吸）の化学反応式



右辺と左辺が全く逆の化学反応式になる。

(例題1) 酵素

以下のようなA～Dの試料を用意し室温25℃の部屋で実験をおこなった。次の問いに答えなさい。

Aの試験管には、デンプン糊と水とだ液を入れ、よくかき混ぜた。

Bの試験管には、デンプン糊と塩酸とだ液を入れ、よくかき混ぜた。

Cの試験管には、デンプン糊と水とだ液を入れ、よくかき混ぜたあと煮沸した。

Dの試験管には、デンプン糊と水とだ液を入れ、よくかき混ぜたあと氷で冷やした。

- (1) 5分後、試験管にヨウ素溶液をいれた。色に変化があったのはどの試験管ですか。すべて記号で答えなさい。
- (2) (1)は何色に変化しましたか。
- (3) 色に変化がみられなかった試験管がありましたが、それはなぜですか。
- (4) だ液にふくまれている酵素の名前を答えなさい。

(解説)

- ☆ 水は中性だが、塩酸は酸性である。
- ☆ だ液中の酵素は中性でよくはたらく。
- ☆ 酵素は低温条件では、一般にそのはたらきが鈍る。
- ☆ タンパク質である酵素は煮沸すると変性しそのはたらきを失う。
- ☆ デンプンにヨウ素溶液を加えると、ヨウ素デンプン反応が起こる。

(解答)

- (1) B, C, D (2) 青紫
- (3) だ液中の酵素がよくはたらきデンプンを分解したから
- (4) アミラーゼ

(例題2) ATP

以下の文章はATPについて述べたものである。()に適当な語句や数字を入れなさい。

ATPの分子構造は、(①)という塩基と糖と、さらにリン酸が(②)個結合し、ADPの分子にはリン酸が(③)個結合している。リン酸どうしの結合は多量のエネルギーを必要とするので、このような結合を(④)という。したがって、ADPとリン酸からATPを生成するためには多量のエネルギーの供給を必要とし、逆にATPが分解され、(⑤)とリン酸に分解される反応では多量のエネルギーが(⑥)される。私たちの体内では生きるためにこのような化学反応が常におこなわれている。

(解説)

- ☆ ATPとADPは、塩基と糖とリン酸からなる分子構造で、リン酸の数が1個ちがうだけである。
- ☆ リン酸どうしの結合は非常に強く、結合が切れるときに多量のエネルギーが出る
- ☆ ATPは、あらゆる生物が生きたために利用しているエネルギー物質である

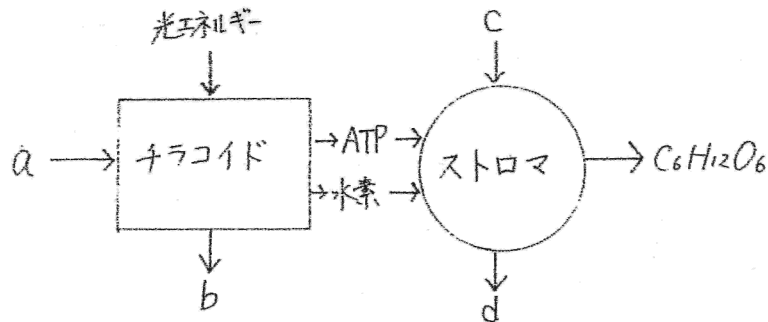
(解答)

- ①アデニン ②3 ③2 ④高エネルギーリン酸結合 ⑤ADP ⑥放出

(例題3) 光合成

光合成について以下の問いに答えなさい。

- (1) 光合成の全体反応を化学反応式で示せ。
- (2) 葉緑体中に含まれる緑色の色素を何といいますか。
- (3) 光合成に特に有効な光の色をあげよ。
- (4) 図は光合成の過程を簡単に示したものである。
a～dにあてはまる物質を、化学式に係数をつけて答えなさい。



- (5) 葉緑体のストロマでおこる回路反応を何といいますか。

(解説)

- ☆ 緑色植物は、一般的に緑色の色素a、緑色の色素b、カロテン、キサントフィルの4種類の色素をもっている。
- ☆ 光合成によって最も吸収されない光の色は緑色。よって人間には葉に吸収されずに反射された緑色の光が目に入るため、植物は緑色に見える。

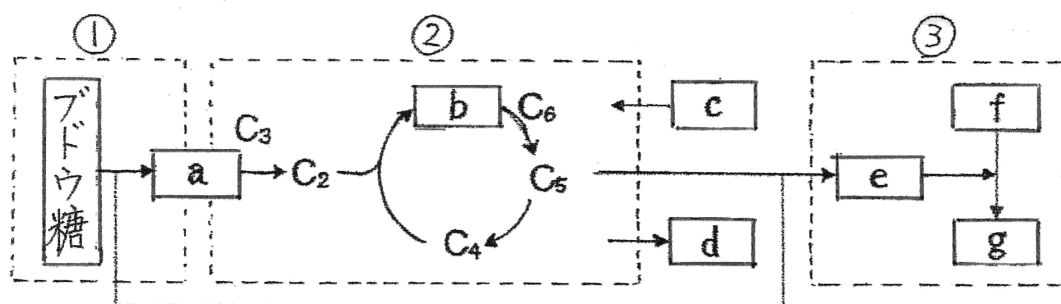
(解答)

- (1) $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} + (\text{光エネルギー}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- (2) クロロフィル
- (3) 青紫色、赤色
- (4) a. $12\text{H}_2\text{O}$ b. 6O_2 c. 6CO_2 d. $6\text{H}_2\text{O}$
- (5) カルビン・ベンソン回路

(例題 4) 異化

異化に関して以下の問いに答えなさい。

- (1) 酸素を用いて有機物を分解し、エネルギーを得る反応を何というか。
- (2) ブドウ糖 1 モルを使い、好気呼吸をしたときの全体の反応を化学反応式で示せ。
- (3) 図は、好気呼吸の過程を簡単に示したものである。①、②、③の過程を何というか。
- (4) 図の①、②、③の反応は細胞のどこでおこなわれますか。
- (5) a ～ g にあてはまる物質名は何ですか。
- (6) ブドウ糖 1 モルあたり①、②、③では、それぞれ何 ATP が生成されますか。



(解説) ☆好気呼吸は、酸素を吸収し、最終的には水と二酸化炭素を排出する。

(解答)

- (1) 好気呼吸
- (2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O}$
- (3) ① 解糖系 ② クエン酸回路 ③ 電子伝達系
- (4) ① 細胞質基質 ② ミトコンドリアのマトリクス ③ ミトコンドリアのクリステ
- (5) a. ピルビン酸 b. クエン酸 c. 水 d. 二酸化炭素 e. 水素
f. 酸素 g. 水
- (6) ① 2 ATP ② 2 ATP ③ 34 ATP