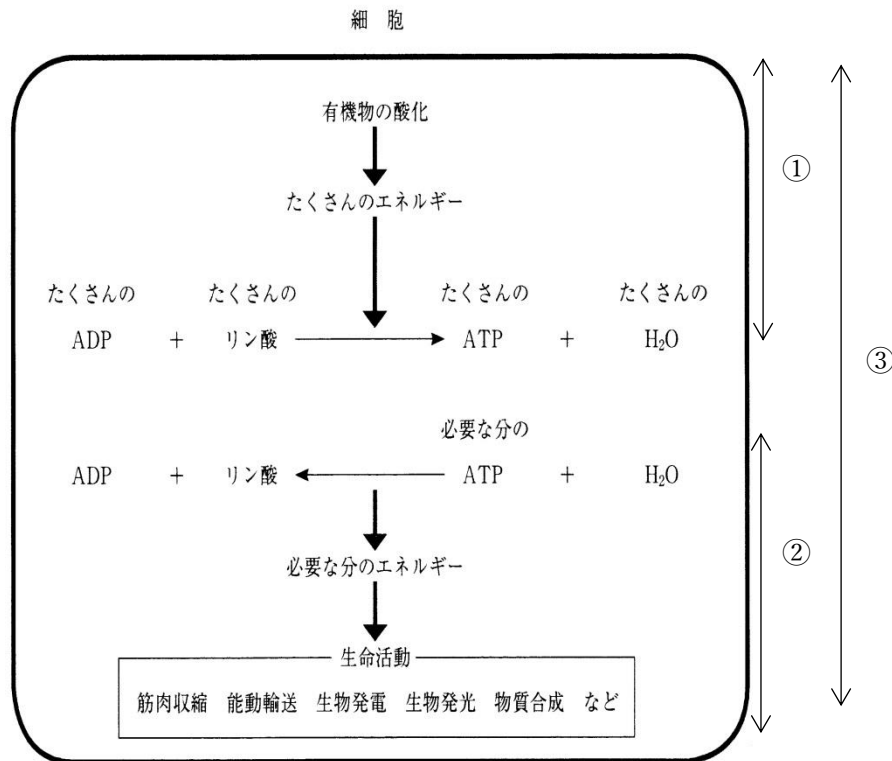


復習シート ハイレベル生物② 2回目

第8問 ATPと発酵・呼吸

下の図は細胞内でおこなわれている代謝・エネルギー代謝を表した模式図である。この図において発酵・呼吸とはどの部分のことか。図中の①～③からそれぞれ選べ。



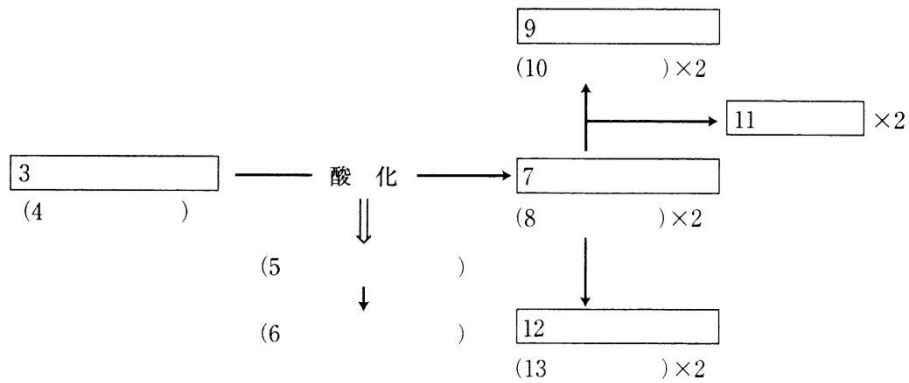
【解答】第8問 ATPと発酵・呼吸

発酵：① 呼吸：①

第9問 発酵

問1 次の文章中の空欄(1～16)に適する語句を入れよ。なお、文章中の空欄の番号と図中の空欄の番号は一致しており、同じ語句が入る。

(1)を酸化したときに生じる(5)を使って(2)を合成するのが発酵であるが、例としてよく出る(1)が(3)(= 4)である。一分子の(3)が酸化されたときに生じる(5)によって(6)を得る。生物たちはこの(6)によって生命活動を行うが、(3)を酸化した結果、破片である(7)(= 8)が生じる。(7)は必要ないため体外に排出されるが、(14)などの生物は(7)を(9)(= 10)と(11)に変換してから排出するし、(15)などは(7)を(12)(= 13)に変換してから排出する。なおこれら(9)や(12)を(16)と表現する。



問2 アルコール発酵と乳酸発酵の化学反応式を書け。なおエネルギー量と ATP も書き加えよ。

【解答】第9問 発酵

問1

1. 有機物 2. ATP 3. グルコース 4. $C_6H_{12}O_6$ 5. エネルギー
6. 2ATP 7. ピルビン酸 8. $C_3H_4O_3$ 9. エタノール 10. C_2H_5OH
11. CO_2 12. 乳酸 13. $C_3H_6O_3$ 14. 酵母菌 15. 乳酸菌
16. 代謝産物

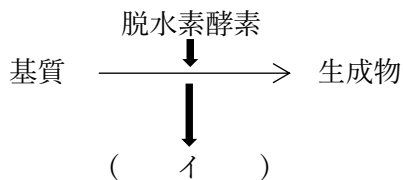
問2

アルコール発酵： $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + CO_2 + 234kJ(2ATP)$

乳酸発酵： $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3 + 197kJ(2ATP)$

第10問 補酵素と発酵

脱水素とは基質から水素を奪うことであるが、これは言い方を換えると基質を(ア)することである。正確には基質から H^+ だけでなく e^- もはずれるため、図のようになる。

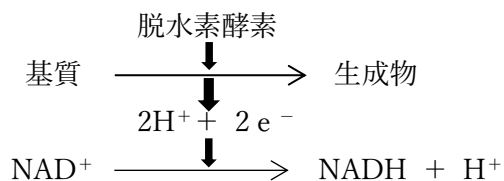


ところで、(ア)と(ウ)は表裏一体で、(ア)が起これば必ず同時に(ウ)が起こる。つまり、ある物質から H^+ と e^- がはずれる(=ある物質が(ア)される)と、また別の物質が必ずこれら H^+ と e^- を受け取らなければならない(=(ウ)されなければならない)。そこで脱水素酵素はそれらの受容体として(=(ウ)され役)として(エ)を伴っている。この(エ)には NAD^+ ・ FAD ・ $NADP^+$ などがある。ここで、 NAD^+ を例にして H^+ と e^- の受容を見てみると・・・

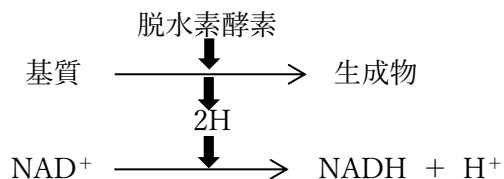


・・・となる。

このとき NAD^+ を(オ)、 $NADH$ を(カ)と表現することもある。以上をまとめると次のように図示することになる。



しかし e^- を省いて次のように描き表わすこともある。

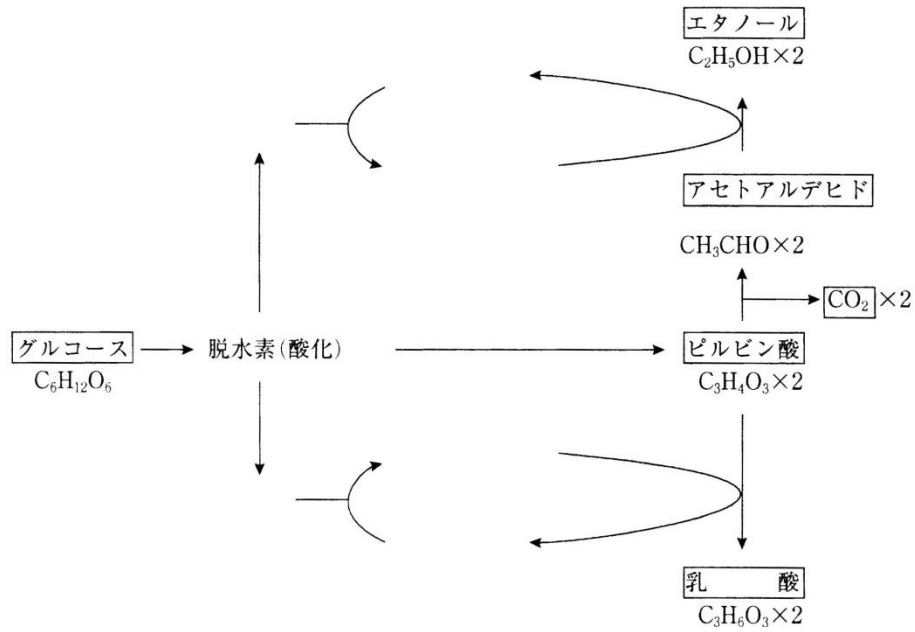


【解答】第10問 補酵素と発酵

ア - 酸化 イ - $2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ ウ - 還元 エ - 補酵素 オ - 酸化型補酵素
カ - 還元型補酵素

第11問 発酵の経路(補酵素も交えて)

問1 次の図の空白部分に補酵素・水素を補え。なお電子は省略してよい。



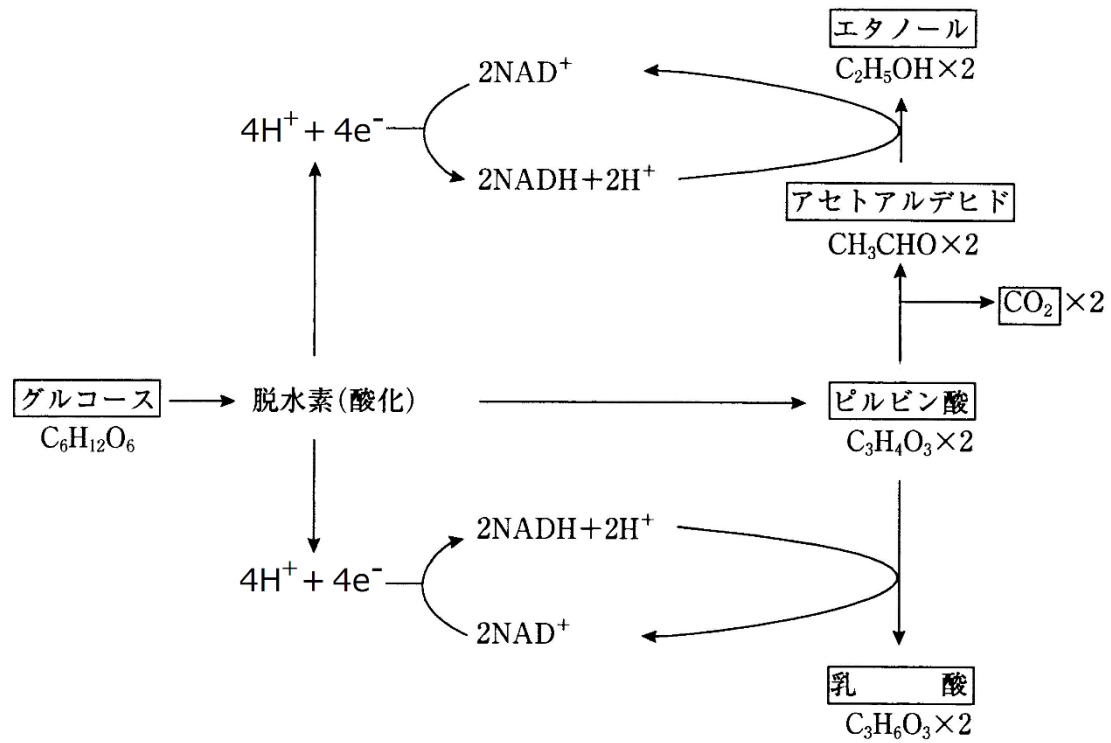
問2 問1の図のアセトアルデヒドとエタノールの間、またはピルビン酸と乳酸の間の反応を止めると、グルコースがピルビン酸になる反応も止まる。この理由を説明する場合いろいろな表現法がある。次の空欄(ア～カ)に適語を入れよ。

(ア)が(イ)に戻らなくなるから。
 =(ウ)が(エ)に戻らなくなるから。

(イ)の(オ)が止まるから。
 =(エ)の(オ)が止まるから。

【解答】第11問 発酵の経路(補酵素も交えて)

問1

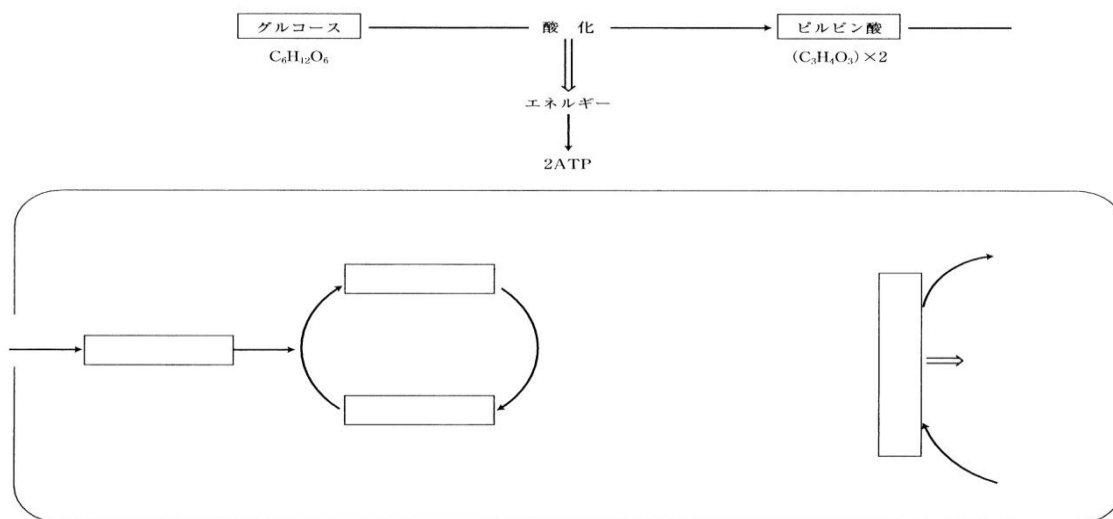


問2

ア - 還元型補酵素 イ - 酸化型補酵素 ウ - NADH エ - NAD^+ オ - 供給

第12問 呼吸

問1 次の図は呼吸の過程を示す模式図である。下の文章の空欄(ア～ク)を埋めつつ、図の空白部分にも物質名・補酵素・水素を補え。なお電子は省略してよい。



● ア

グルコースが酸化されることでピルビン酸が生じる。この過程では生じたエネルギーによって2分子のATPを得、また $4H(=4H^+ + 4e^-)$ が生じるため、これらを $2NAD^+$ が受容して $2NADH + 2H^+$ が生じる。なおこのグルコースからピルビン酸までの過程を(ア)といい、ここまでの反応は(イ)でおこなわれる。

● ウ

- 発酵ではピルビン酸を“破片”として捨ててしまったが、このピルビン酸はまだ(エ)であり、酸化すればまだエネルギーを取り出すことができる。そこでこのピルビン酸をさらに酸化していく過程が(ウ)であり、これが発酵との違いである。なおピルビン酸の酸化は(オ)の(カ)でおこなわれる。
- まずピルビン酸を酸化(=脱水素)して $2H(=2H^+ + 2e^-)$ を得る。これらは NAD^+ に受容されて $NADH + H^+$ となる。この脱水素と同時に脱炭酸が起こって CO_2 が生じる。このように脱水素と脱炭酸を受けたピルビン酸はアセチル CoA となる。
- アセチル CoA はオキサロ酢酸(C_4)と反応してクエン酸(C_6)となる。クエン酸は脱水素・脱炭酸されてもとのオキサロ酢酸になる過程で $8H^+ + 8e^-$ と $2CO_2$ を生じる。 $8H^+ + 8e^-$ は $3NAD^+$ と FAD に受容されて $3NADH + 3H^+$ と $FADH_2$ が生じる。つまり(ウ)はピルビン酸を酸化した結果、ピルビン酸が $2CO_2$ と $8H^+ + 8e^-$ になってしまう過程である。またピルビン酸を酸化したときに生じるエネルギーによってATPを合成すると、ピルビン酸1分子あたり1分子のATPが得られる。

● キ

(ア)・(ウ)では、グルコース1分子あたり合計で $10\text{NADH} + 10\text{H}^+$ と 2FADH_2 が生じる。これらが(オ)の(ク)にある(キ)にやってきて、合計で $24\text{H} (= 24\text{H}^+ + 24\text{e}^-)$ を置いて 10NAD^+ と 2FAD となって帰っていく。 24H は 6O_2 と反応して $12\text{H}_2\text{O}$ となる。この反応は簡単に言えば「水素の酸素による燃焼」であり、このため大量のエネルギーが放出され、グルコース1分子当たり最大で34分子のATPが得られる。

問2 酸素がなくなるとどうなるかを説明した次の文章の空欄(ケ～ソ)に適語を入れよ。

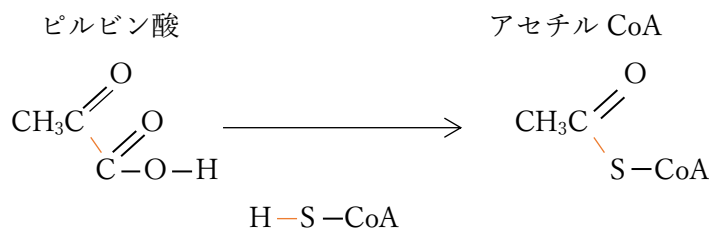
酸素がなくなると(キ)が停止する。すると(ケ)・(コ)の(サ)が停止まるので(ウ)も停止する。(ア)は(シ)に切り替わるので停止しない。なお植物の場合は(ス)型の、動物の場合は(セ)型のものに切り替わるが、筋肉内など動物体内でおこなわれる(セ)型の反応は特に(ソ)と呼ばれる。

問3 (ア)の過程では最初にグルコース1分子が 2ATP によってリン酸化され、ピルビン酸が2分子生じるまでの間に 4ATP が合成される。このため差し引き 2ATP が得られる。ではなぜ最初にグルコースのリン酸化がおこなわれる。これを説明した次の文章の空欄に適語を入れよ。

グルコースは(タ)な物質で化学反応を(チ)。そのため、ATPの(ツ)に存在するエネルギーをグルコースに注入して(テ)にして、化学反応を開始させるのである。

問4 アセチル CoA を説明した次の文章の空欄に適語を入れよ。

ピルビン酸がアセチル CoA になるまでの反応を触媒する酵素の補酵素を(ト)といい、「-SH」という部分を持つので(ナ)と表記することもある。これがピルビン酸のカルボキシ基の部分と結合して生じるのがアセチル CoA である。



問5 発酵と呼吸の違いは「ピルビン酸をどうするか」であるが、「酸素を使うか使わないか」という違いも重要である。ではなぜ酸素が使われるのかを説明した次の文の空欄に

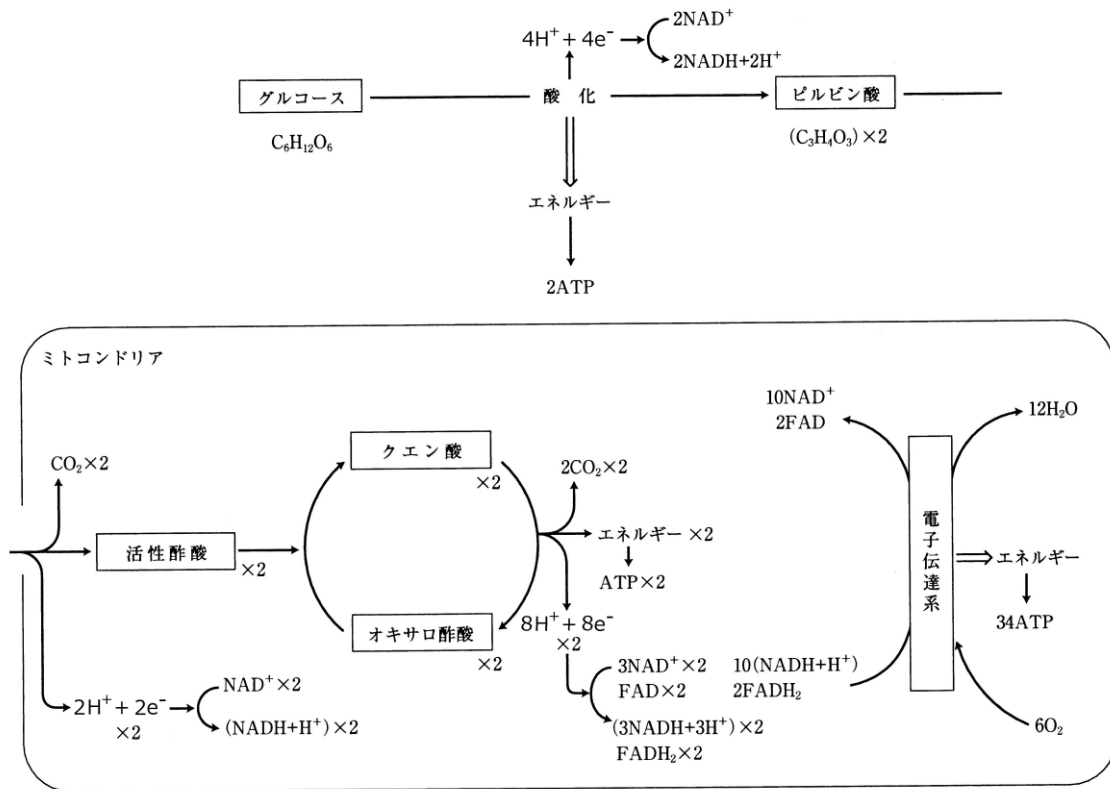
表現法1：(ニ)を(ヌ)し続けるため。

表現法2：(ネ)・(ノ)を(ヌ)し続けるため。

表現法3：(ハ)・(ヒ)の受容体として必要である。

問6 呼吸全体の化学反応式を書け。なお、エネルギー量やATPも書き加えること。

【解答】第12問 呼吸



ア - 解糖系 イ - 細胞質基質 ウ - クエン酸回路 エ - 有機物
 オ - ミトコンドリア カ - マトリックス キ - 電子伝達系 ク - 内膜

問2

ケ・コ - $NAD^+ \cdot FAD$ サ - 供給 シ - 発酵 ス - アルコール発酵 セ - 乳酸発酵
 ソ - 解糖

問3

タ - 安定 チ - 起こしにくい ツ - 高エネルギーリン酸結合 テ - 不安定

問4

ト - CoA(読み方: コエンザイムエー・補酵素エー・コエー) ナ - CoA-SH

問5

ニ - 酸化型補酵素 ヌ - 供給 ネ・ノ - $NAD^+ \cdot FAD$ ハ・ヒ - $H^+ \cdot e^-$

問6

