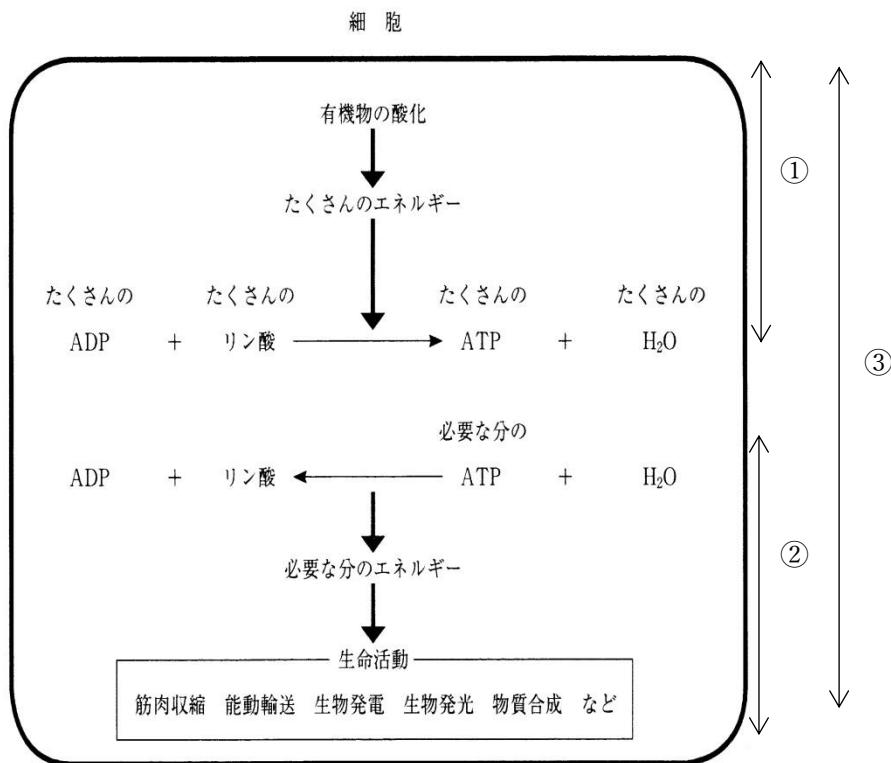


復習シート ハイレベル生物② 1学期 2回目

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。



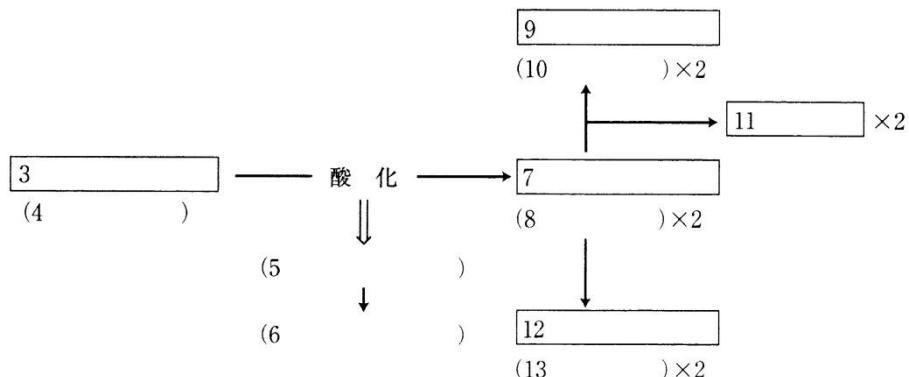
<第8問の解答>

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。

＜第9問の解答＞

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. 2 ATP 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

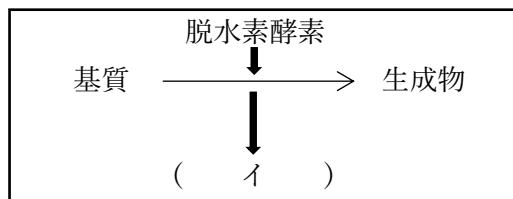
問 2

$$\text{アルコール発酵: } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CO}_2 + 234\text{kJ(2ATP)}$$

乳酸発酵: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 197\text{kJ}$ (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。

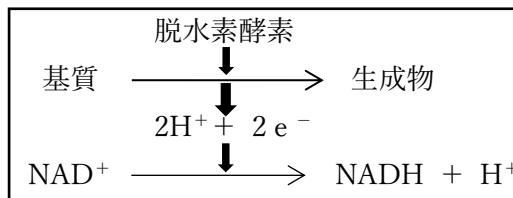


ところで、(ア)と(ウ)は表裏一体で、(ア)が起これば必ず同時に(ウ)が起こる。つまり、ある物質から H^+ と e^- がはずれる(=ある物質が(ア)される)と、また別の物質が必ずこれら H^+ と e^- を受け取らなければならない(=(ウ)されなければならない)。そこで脱水素酵素はそれらの受容体として(=(ウ)され役)として(エ)を伴っている。この(エ)には NAD^+ ・ FAD ・ $NADP^+$ などがある。ここで、 NAD^+ を例にして H^+ と e^- の受容を見てみると・・・

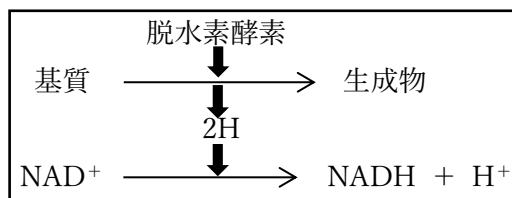


・・・となる。

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。

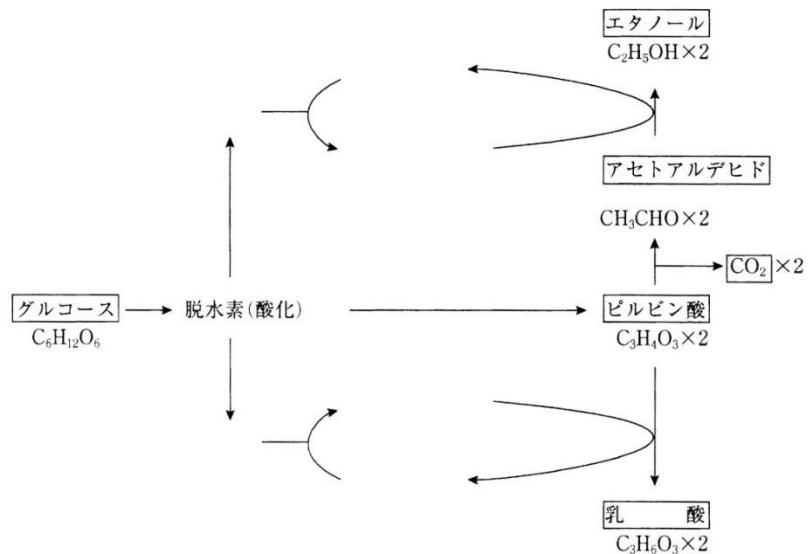


<第10問の解答>

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

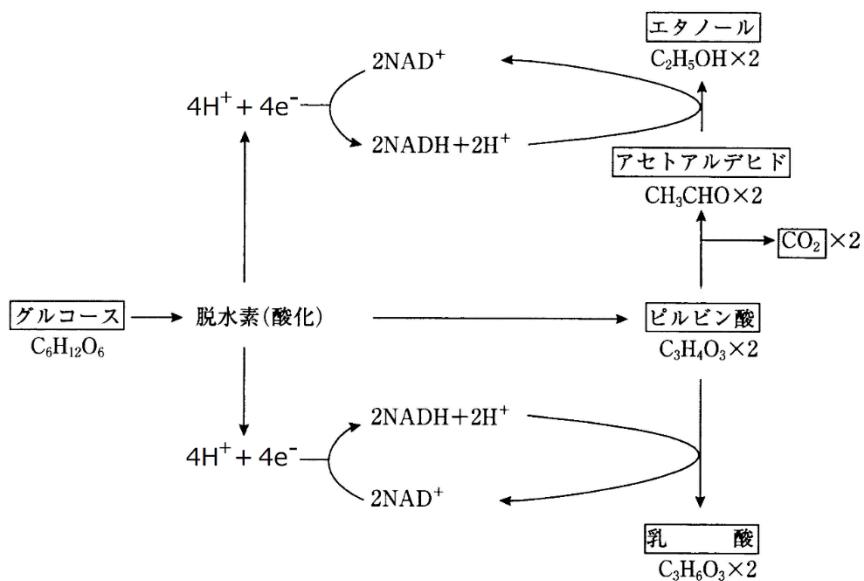
第11問 発酵の経路(補酵素も交えて)

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。



<第11問 問1の解答>

問1



第11問 発酵の経路(補酵素も交えて)

問2 問1の図のアセトアルデヒドとエタノールの間の反応、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。

<第11問 問2の解答>

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

呼吸の過程を説明した下の文章の空欄(ア～ク)を埋めよ。

問1 ア・イを埋めよ。

● 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、ここまで反応は(イ)でおこなわれる。

<第12問 問1の解答>

ア - 解糖系 イ - 細胞質基質

第12問 呼吸

問2 ウ～クを埋めよ。

● 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 $8H^+ + 8e^-$ になってしまい過程である。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 $10NADH + 10H^+$ 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 $24H(=24H^+ + 24e^-)$ 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 $12H_2O$ 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。

<第12問 問2の解答>

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

第12問 呼吸

問3 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4 (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のか。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3

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

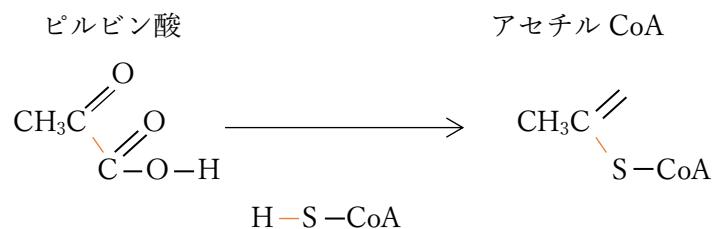
問4

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

第12問 呼吸

問5 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6 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。

＜第12問 問5・6の解答＞

問 5

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

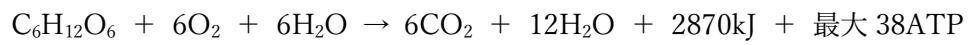
問 6

ニ・酸化型補酵素 ヌ・供給 ネ・ノ・NAD⁺・FAD ハ・ヒ・H⁺・e⁻

第12問 呼吸

問7 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。

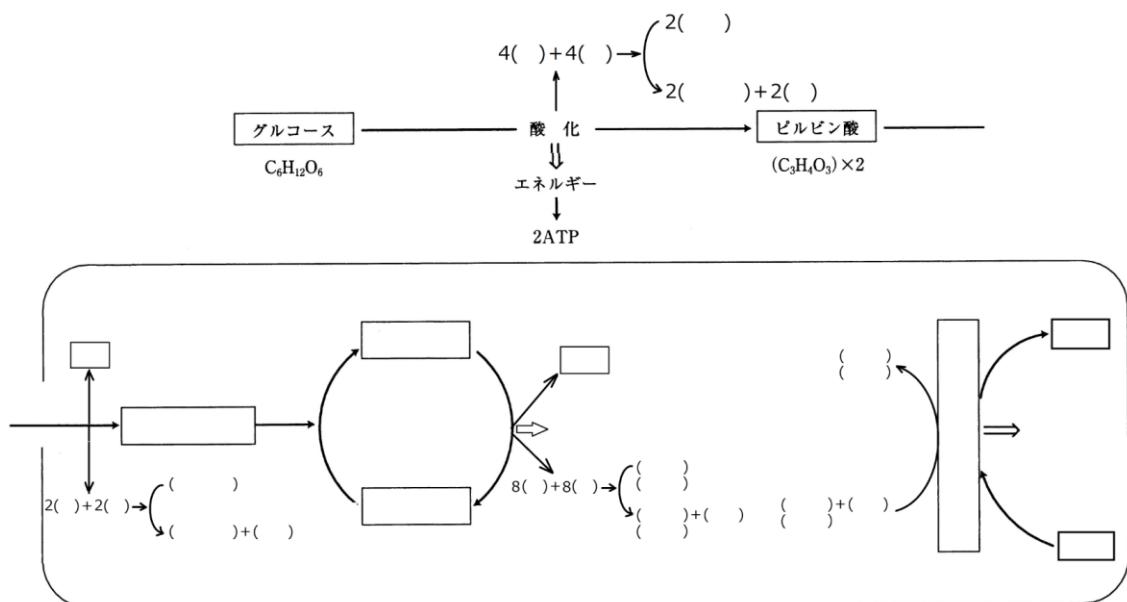
<第12問 問7の解答>



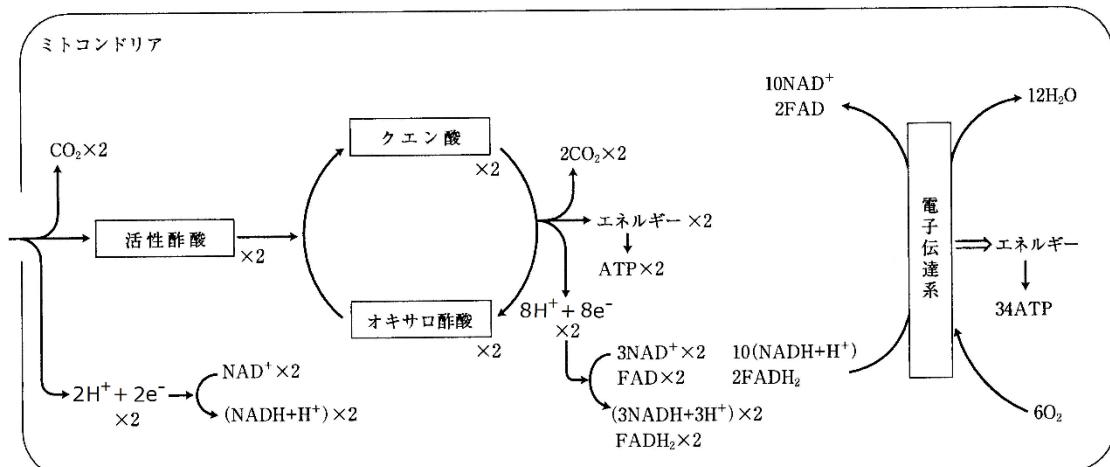
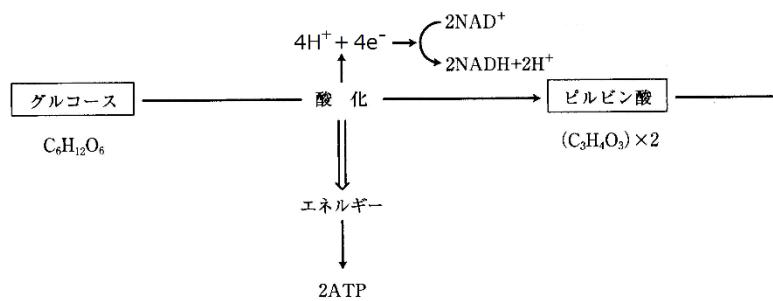
☆できることなら、エネルギー量(2870kJ)も覚えておいた方がよい。

第12問 呼吸

問8 次の図の空白部分を埋めよ。



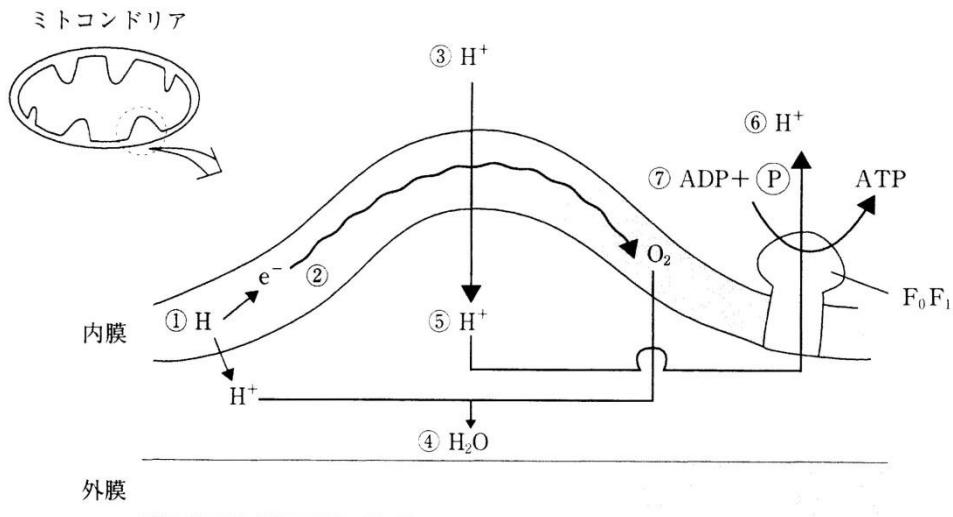
<第12問 問8の解答>



第13問 電子伝達系

ミトコンドリアの電子伝達系の図を参考にして、下の文の空欄(ア～コ)に適語を入れよ。

- ① NAD⁺やFADによって運ばれてきたHはH⁺とe⁻になる。
- ② e⁻は(ア)が高いO₂に引き寄せられて移動していくが、ここが(イ)である。
なお、正確にはこの(ア)には(ウ)a・(ウ)b・(ウ)cという3種類のタンパク質が(ア)が高くなる順に並んでおり(b→c→a)、電子はこれらの順に受け渡され、最終的に(エ)という酵素によってO₂に受け取られるのである。
- ③ e⁻が移動するときに生じるエネルギーでH⁺が(オ)される。
- ④ e⁻を受け取ったO₂はH⁺と反応してH₂Oとなる。
- ⑤ 内膜と外膜の間の(カ)が上昇する(=pHが低下する)。
- ⑥ H⁺が濃度勾配に従ってF₀F₁複合体(=キ)を通るときにエネルギーが生じる(物質が高濃度側から低濃度側に移動するときに生じるエネルギー=浸透エネルギー)。
- ⑦ このエネルギーによってADPが(ク)されてATPが生じる。この(ク)反応はもとをただせばe⁻が移動するときのエネルギー(=(ケ)のエネルギー)によっておこなわれたことになるので、この(ク)反応を(コ)という。



<第13問の解答>

- ア - 電子親和性 イ - 電子伝達系 ウ - シトクロム エ - シトクロムオキシダーゼ
 オ - 能動輸送 カ - H⁺濃度 キ - ATP合成酵素 ク - リン酸化 ケ - 酸化
 コ - 酸化的リン酸化

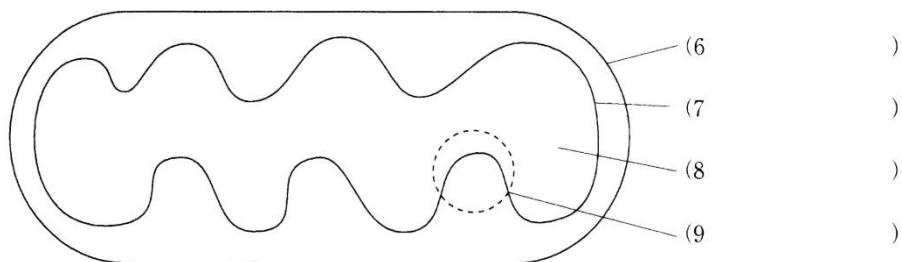
第14問 ミトコンドリア

ミトコンドリアに関する以下の各間に答えよ。

問1 ミトコンドリアを説明した文章の空欄(1～5)に適語を入れよ。

ミトコンドリアはもともと(1)という原核生物であったと考えられている。その証拠として(2)構造であること、内部に環状の(3)や(4)が存在し(5)の合成がおこなわれていること、自律的に分裂増殖することなどがあげられる。

問2 ミトコンドリアの模式図中の空欄(6～7)に適語を入れよ。



問3 問2の図中の6～9でおこなわれていること、または存在するものはどれか。次の①～④のうちから1つずつ選べ。

- ① 解糖系 ② クエン酸回路 ③ 電子伝達系 ④ 該当なし

<第14問の解答>

問1

1. 好気性細菌 2. 二重膜 3. DNA 4. リボソーム 5. タンパク質

問2

6. 外膜 7. 内膜 8. マトリックス 9. クリステ

問3

6. ④ 7. ③ 8. ② 9. ④