

1

次の文を読み、I～IVの各問に答えよ。

〔文〕

呼吸は、、、という、3つの過程に分けて考えることができる。

第一の過程であるは、細胞中ので行われる酵素反応である。この過程で、呼吸基質であるグルコース（ブドウ糖）はにまで分解される。第二、第三の過程はミトコンドリア内で起こる。

ミトコンドリアは内外2枚の膜からなる構造体であり、図1—1のように外側に外膜、その内側に内膜、さらにその内側に基質部分のマトリックスと模式化できる。

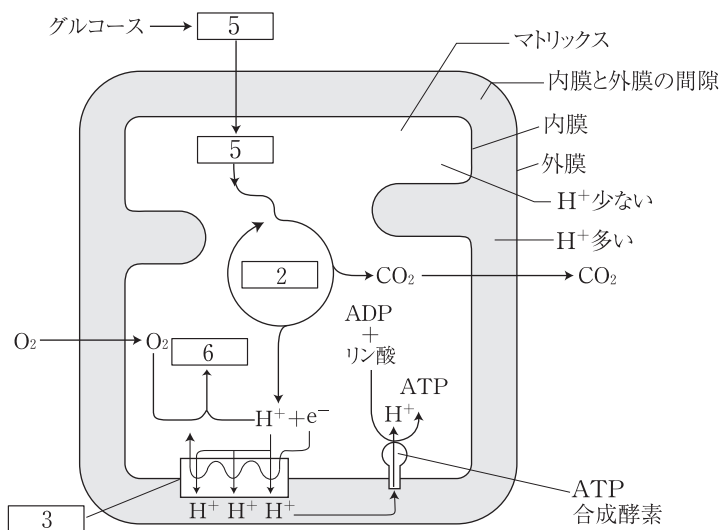


図1—1 ミトコンドリアの構造

ミトコンドリアに取り込まれたからは、マトリックス内での酵素の作用により、多量の水素イオン (H^+) と電子 (e^-) が生成される。この過程がである。

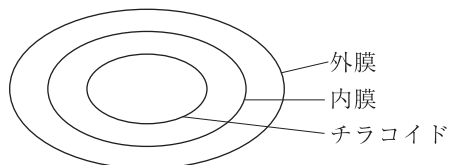
生成した電子は、内膜にある酵素群に受け渡される。電子は酵素間を次々と受け渡されていき、その間に少しずつエネルギーを放出する。このエネルギーは主にマトリックス内の H^+ を内膜と外膜の間隙へ汲み出すことに使われ、またマトリックスに必要なものを取り入れることにも使われる。電子は最終的に酵素群から酸素に受け渡され、酸素はマトリックス内の H^+ と結合してを生じる。

ミトコンドリアでは多量のATPが合成されるが、3の過程との関係はどのようになっているのだろうか。3の過程では、電子が運ばれるごとに、内膜と外膜の間隙の H^+ の量が増加していく。一方、マトリックス内の H^+ の量は減少する。そのため、内膜の内外に H^+ の濃度勾配（濃度差）が生じる。したがって、マトリックス側へ H^+ を送って濃度勾配をなくす反応が促進されることになる。 H^+ は内膜を貫通している特殊な酵素を通過してしか再びマトリックス内に戻れないようになっているが、マトリックス側へ H^+ が通過するときにこの酵素はATP合成酵素として働き、ADPとリン酸からATPを合成する。このように H^+ の濃度勾配を利用してATPの合成が行われるのである。

また、^(ア)この酵素は、状況によってはATP分解酵素として働くこともできる。すなわち、マトリックス内にATPが過剰にあたり、何らかの理由で内膜と外膜の間隙に H^+ が必要な場合には、ATPを分解することで H^+ を内膜と外膜の間隙へ供給することができる。 H^+ の濃度勾配をうまく利用して、ATPの生産の調節を行っているのである。

〔問〕

- I 空欄1～6に入る最も適切な語句を入れよ。
- II ミトコンドリアの内膜の内側（マトリックス）と、内膜と外膜の間隙ではどちらがpHが高いと考えられるか。文章の内容を参考に、理由とともに2行以内で答えよ。
- III 葉緑体にも呼吸の3に似た酵素群が存在し、 H^+ の濃度勾配によってATPが合成される。この際のATP合成に使われる H^+ は光エネルギーを用いた水分解によって生成されたものである。これについて以下の小問に答えよ。
- A 光合成におけるATPの合成は葉緑体のどの部分で行われるか。
- B 葉緑体では、合成されたATPは主にどのような反応に使われるか。
- C Bで答えた反応は葉緑体のどの部分で行われるか。
- D 葉緑体を模式化したものが図1—2のようであるとすると、ATP合成酵素はどの位置（膜）に、どの方向を向いて存在すると考えられるか。A～Cを踏まえて図中にATP合成酵素のマーク（図1—1参照）を2つ以上記せ。




注) ATP合成酵素は図1—1に倣って

 のような形状で示すこと。
 なお、球状の部分にATP合成酵素としての活性がある。

図1—2 葉緑体の模式図

IV 好気性の細菌では 3 は細胞膜にある。つまり細胞膜そのものがミトコンドリアの内膜に相当する性質をもっていて、環境あるいは細胞膜と細胞壁の間隙と、細胞内の H^+ の濃度勾配を利用して ATP を合成している。ある種の好気性の細菌は、 H^+ の濃度勾配を用いて直接べん毛（または繊毛）の動力を得ているという。その仕組みは、図 1—3（細胞壁は省略）に示すように ATP 合成酵素と似て、 H^+ を取り込む際の駆動力を利用したものである。

これらの細菌は、嫌気状態でもグルコースなどの呼吸基質があれば泳ぐことができる。しかし、べん毛に動力を与えるタンパク質群に異常がないが、細胞膜に正常に働く ATP 合成酵素がない突然変異体は、嫌気状態では泳ぐことができない。下線部(ア)を参考にして、このような差異が生じる理由を推察し、5 行以内で説明せよ。

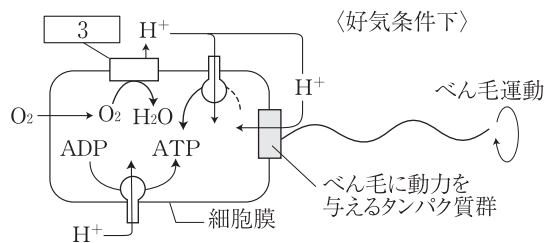


図 1—3 ある種の好気性細菌の模式図