

生物休校中課題③

理系 I ・ II 類対象

生物 第 1 章 1 節 細胞と分子 (P.46～73)

生物課題③ (生物 P.46～73)

2年 組 番 氏名

2節 代謝

1 代謝とエネルギー A. 代謝

生物体内での物質の合成や分解の過程を(1)といい、(1)をエネルギーの側面からみたものを(2)という。

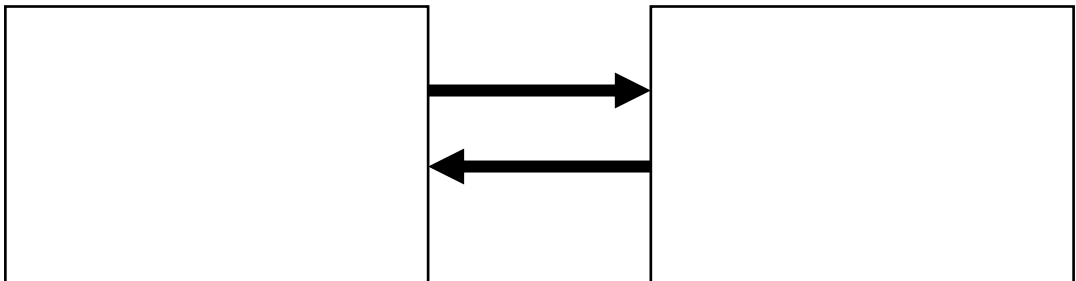
⌒ (3)：簡単な物質から複雑な物質を合成する。
エネルギーを(4)して進む反応。

⌒ (5)：複雑な物質を簡単な物質にする。
エネルギーを(6)して進む反応

B. ATPとADP

生物は、(1)におけるエネルギーの4と6の仲立ちに(7)を利用している。(7)から(8)がになる過程ではエネルギーが(6)され、(8)から(7)が合成される過程ではエネルギーが(4)される。

※ (7)と(8)の模式図を描いてみよう



2 呼吸と発酵のしくみ A. 呼吸と発酵

(9 (10)) を分解したときに放出されたエネルギーを用いて (7) を合成。酸素を利用するものを (11)、酸素を利用しないものを (12) という。

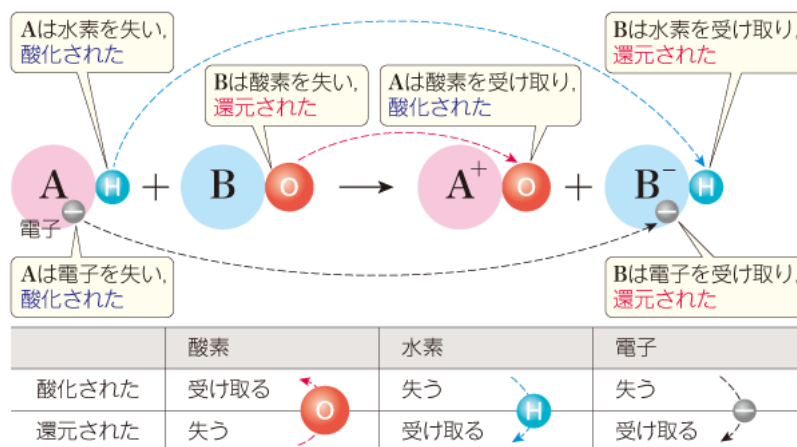
〈参考〉酸化還元反応

呼吸や発酵、光合成の過程では、さまざまな化学反応が起きている。その化学反応には、水素や電子のやりとりを行う酸化還元反応さんか かんげんはんのうが多くみられる。

一般に、酸素を受け取ることを「酸化された」、酸素を失うことを「還元された」という。しかし、酸化還元反応は、酸素の授受だけでなく、水素や電子の授受によっても定義することができる。

水素の授受の場合、物質が水素を失うと「酸化された」といい、水素を受け取ると「還元された」という。電子の授受の場合、物質が電子を失うと「酸化された」といい、電子を受け取ると「還元された」という。

呼吸や光合成の反応は、酸化還元反応で起こる、水素や電子の授受により成立している。



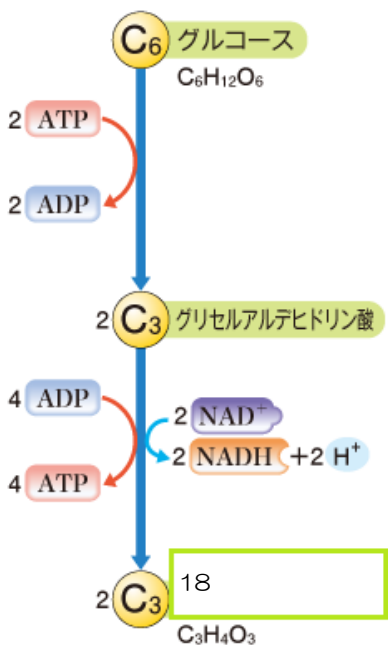
B. 呼吸のしくみ

代表的な（10 ）は、グルコースである。

呼吸の過程は、細胞質基質でおこなわれる（13 ）と、ミトコンドリアで進行する（14 ）、（15 ）の3つの反応系に大別される。

- ①（13 ）：1分子のグルコースから2分子のピルビン酸を合成
- ②（14 ）：大量の H^+ と e^- が放出され NAD^+ や FAD に渡される
- ③（15 ）：酸化反応により多量の（7 ）を合成

▶①（13 ）
（16 ）で進行する

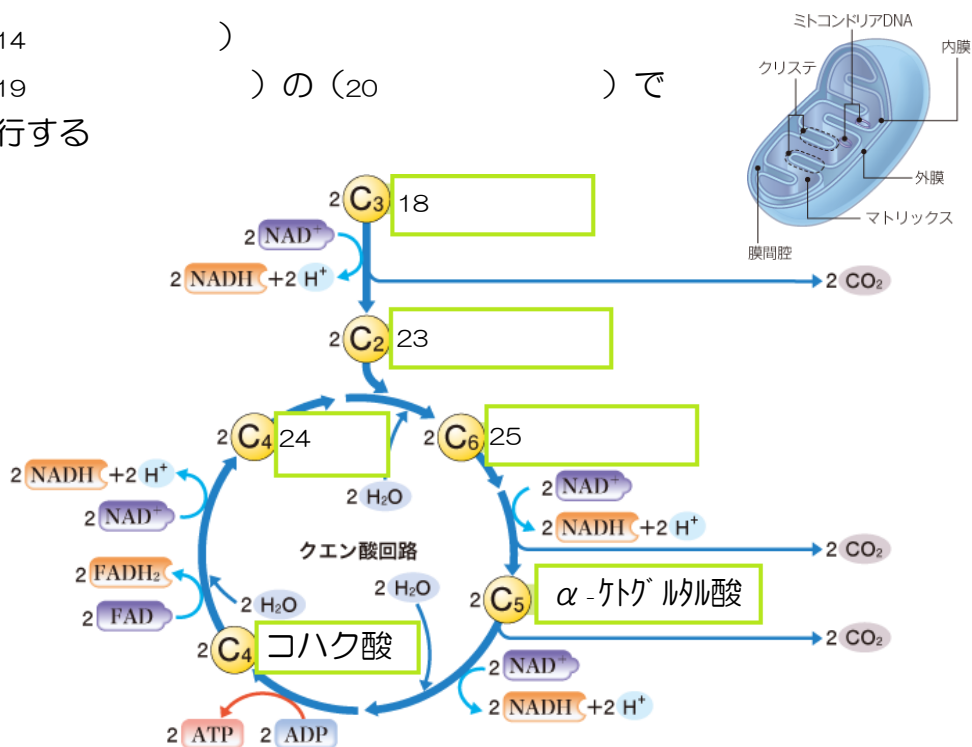


グルコース 1 分子が、（7 ）2 分子からエネルギーを受け取り、2 分子のグリセルアルデヒドリン酸となる。

グリセルアルデヒドリン酸は、補酵素（17 ）に H^+ と e^- を受け渡し、最終的に2分子の（18 ）となる。この過程で4分子の（7 ）が合成される。

（13 ）の反応式

▶② (14) (19) の (20) で 進行する



• (13) でつくられた (18) が、(21) の働きで CO₂ が、(22) の働きで H⁺、e⁻ が取り除かれて 2 分子の (23) となり (14) に入る。

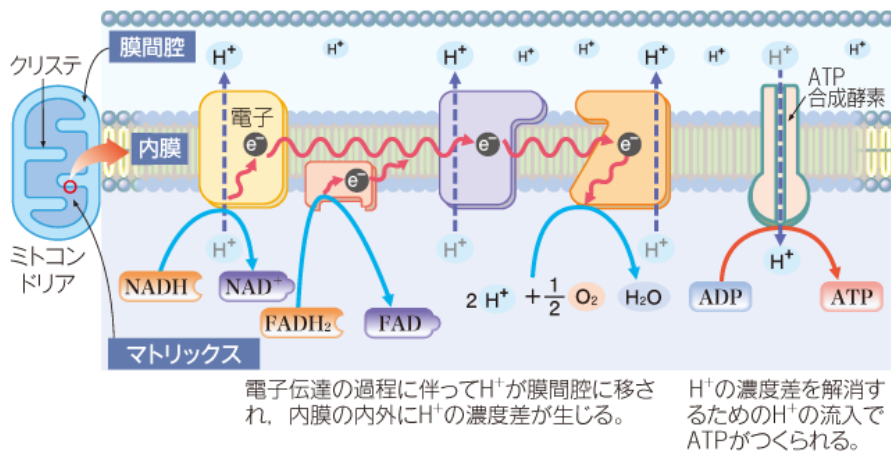
• (23) は (24) と結合して C₆ 化合物である (25) が 2 分子できる。

• (25) は CO₂ と多量の H⁺ と e⁻ を放出して、(24) に戻る。

• H⁺ と e⁻ は補酵素 (17) または (26) に渡される。

(14) の反応式

▶③ (15)
 (19) の (29) で進行する



- (13) や (14) で合成された (27) や (28) から e⁻から放出され、H⁺が遊離する。
- e⁻は酸化還元反応を繰り返しながら (29) の分子に次々と受け渡される。
- このとき放出されるエネルギーによってH⁺が (20) 側から (30) へ輸送され、(30) でのH⁺濃度が高くなる。
- H⁺が濃度勾配に従って (31) を通過して (20) へ流入し、このときに多量の (7) が合成される。
- 酸化反応によって (7) が合成されるので、(32) という。
- (15) を経た e⁻は、O₂に受容され、H⁺と反応して(33) となる。
- (15) の反応式

✳呼吸の反応まとめ✳

① (13) の反応式

② (14) の反応式

③ (15) の反応式

①・②・③をまとめると…

C. 発酵のしくみ

有機物を、酸素を用いずに分解して（7 ）を合成する過程。

▶アルコール発酵

最終産物が（34 ）と（35 ）となる発酵。

（36 ）などが行う。

※（36 ）は酸素が多い条件下では呼吸を行うが、酸素が不足している
ると（37 ）を行う。これを（38 ）という。

反応式

--

▶乳酸発酵

最終産物が（39 ）となる発酵。

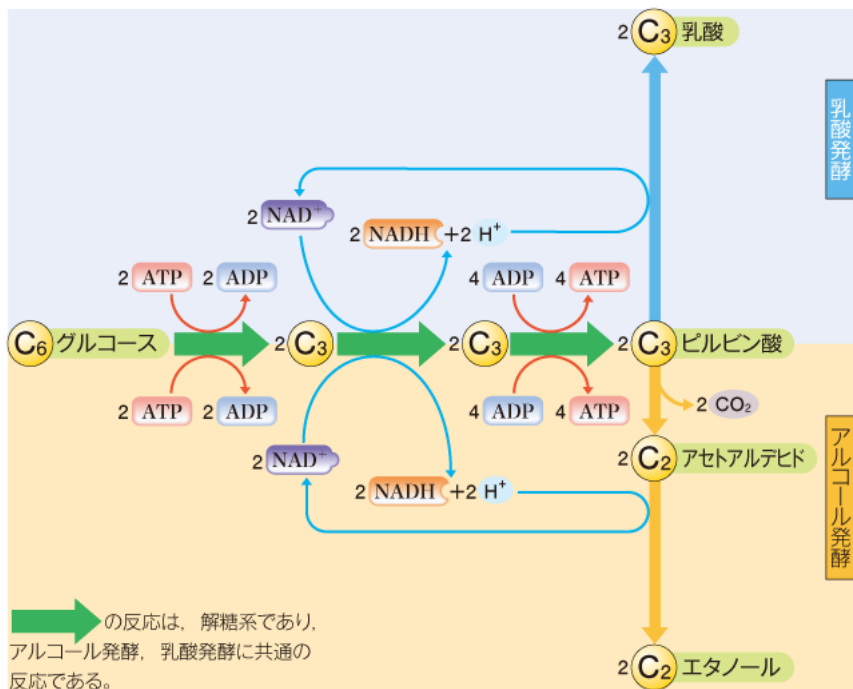
（40 ）などが行う。

反応式

--

▶発酵とATP合成

グルコースからピルビン酸が合成される過程は（37 ）も（40 ）も同じ⇒13 ※すべての生物が共通して持つ過程



- （37 ）：（13 ）で発生した $NADH$ がアセトアルデヒドに渡されて（34 ）が合成される
- （40 ）：（13 ）で生じた $NADH$ が（39 ）の合成に使われる

※動物の筋肉でも酸素供給が不足しているときに（40 ）と同じ過程が起こる⇒41

D. ATPの収量

- 呼吸…有機物を（41）に CO_2 と H_2O に分解し、大量のエネルギーを取り出して大半を ATP 合成に利用。
- 発酵…有機物を（42）に分解して少量のエネルギーを取り出し、（43）の ATP を合成する。エネルギーの多くは有機物中に残る。

E. 代謝経路

解糖系やクエン酸回路の経路は、脂質やタンパク質などを分解するその他の代謝経路とも相互に関連している。

炭水化物は呼吸基質として重要な役割をはたしているが、脂肪やタンパク質も代謝経路を経て、呼吸基質として使われている。

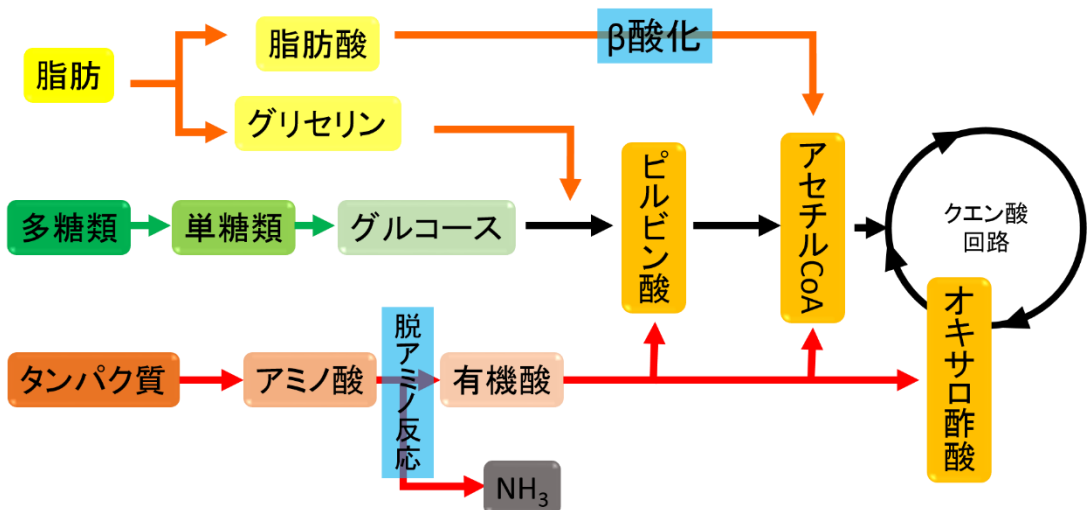


図. 細胞の主要な代謝経路

多くの異化反応は、逆方向にも進むことができる。解糖系やクエン酸回路の途中でできる物質は、酸化されて CO_2 になるだけでなく、還元されてグルコース合成のための材料となる。この過程を（44）という。

F. 呼吸商

呼吸によって発生した CO_2 と、必要とした O_2 の体積比を

(45 (46)) という。

呼吸基質によって取り込む O_2 量と排出する CO_2 量が異なるため、

(45) から呼吸基質を推測できる。

(45) の式

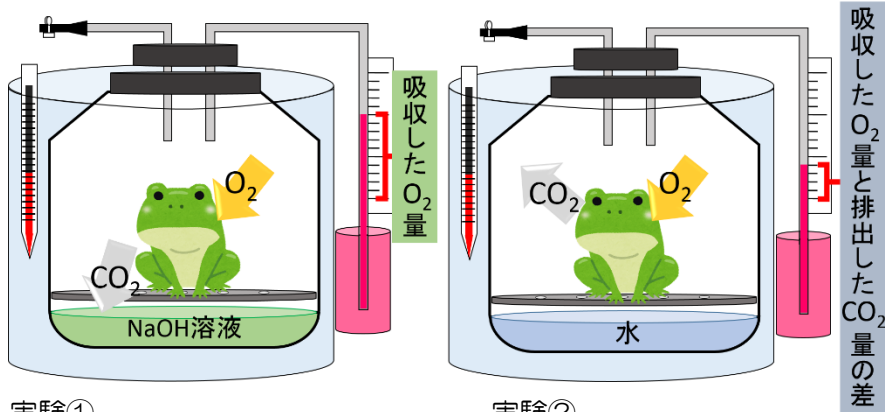
炭水化物⇒(46)

タンパク質⇒(47)

脂肪⇒(48)

○生物の (45)

を求める実験



実験①

発生する CO_2 は NaOH に吸収されるので、容器内の気体の減少量 (A) は、消費した O_2 量である

実験②

容器内の気体の減少量 (B) は、消費した O_2 量と発生した CO_2 量との差である

(45) を A, B を用いて表すと…

3 光合成

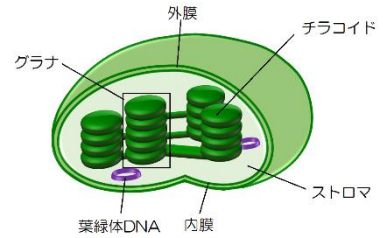
A. 光合成と葉緑体

(49) を用いて H_2O と CO_2 から (50) を合成する反応。

植物では葉の (51) で反応が進む。

(51) のチラコイドには

(49) を吸収する (52) が含まれている。



- (53) : 光の波長と吸収の度合いの関係を表したもの
- (54) : 光の波長と光合成の速さの関係を表したもの

(52) であるクロロフィル a とクロロフィル b の (53) は、(54) とよく似た波形になる。
→ (52)) によって吸収された光が光合成に使われている

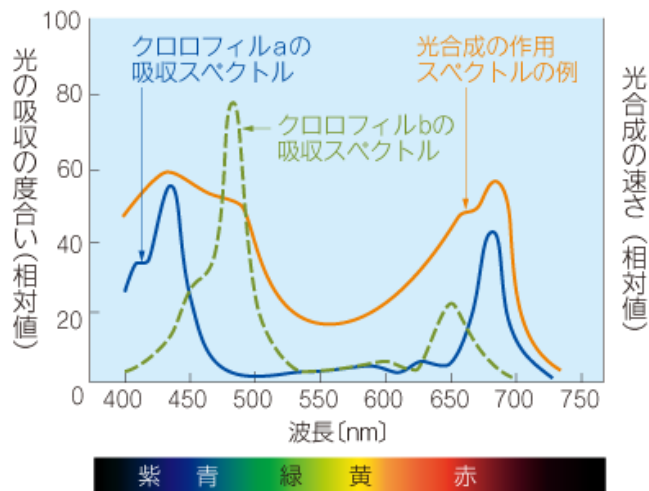
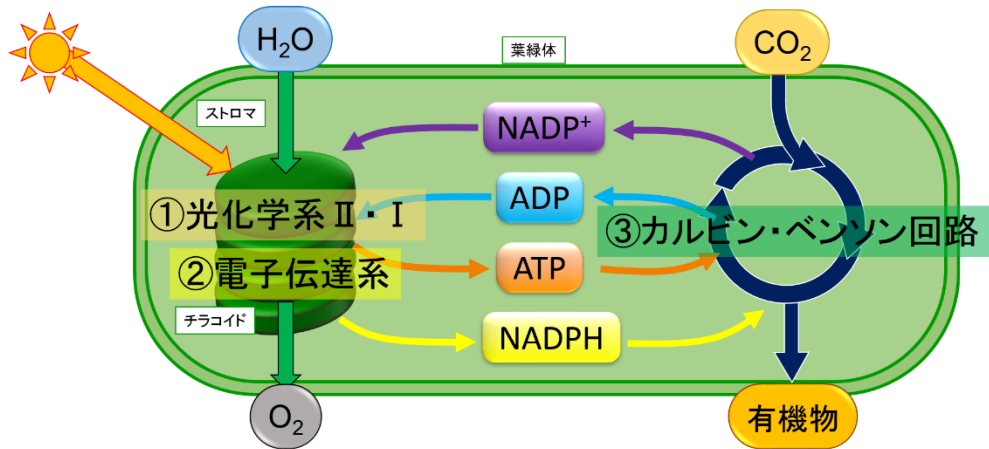


図. 光合成色素の吸収スペクトルと光合成の作用スペクトルの例

B. 光合成のしくみ



光合成の過程は、還元型補酵素（55 ）と（56 ）がつくられる過程と、つくられた（55 ）と（56 ）を用いてCO₂を固定し、（50 ）を作る過程に大別される。

（55 ）と（56 ）をつくる過程

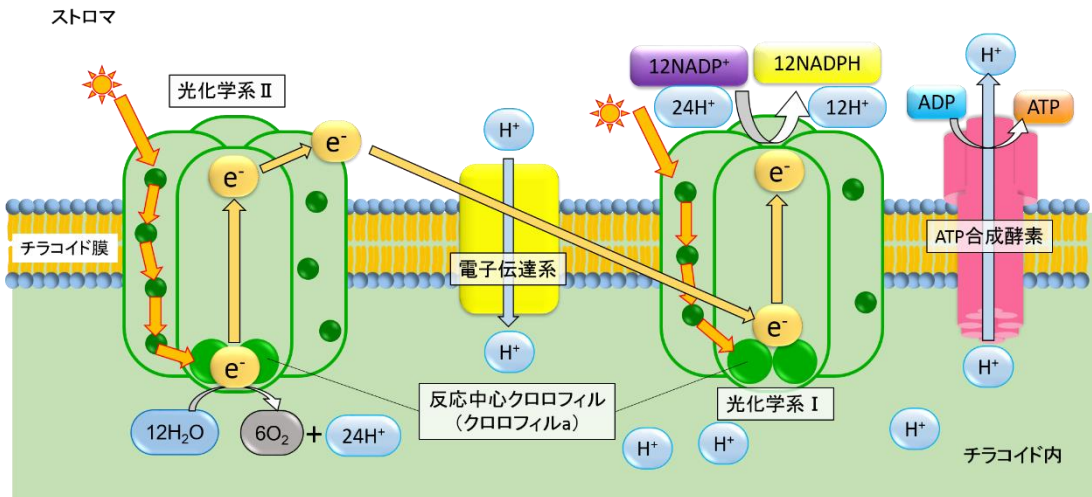
- ① （57 ）：（49 ）を吸収し、e⁻を放出、（55 ）が作られる
- ② （58 ）：e⁻が受け渡され、多量の（56 ）が合成される

CO₂を固定し有機物をつくる過程

- ③ （59 ）：（55 ）と（56 ）を用いて、（60 ）を固定して有機物を合成する

▶①光化学系

(51) の (61) に存在する (52) やタンパク質の複合体。



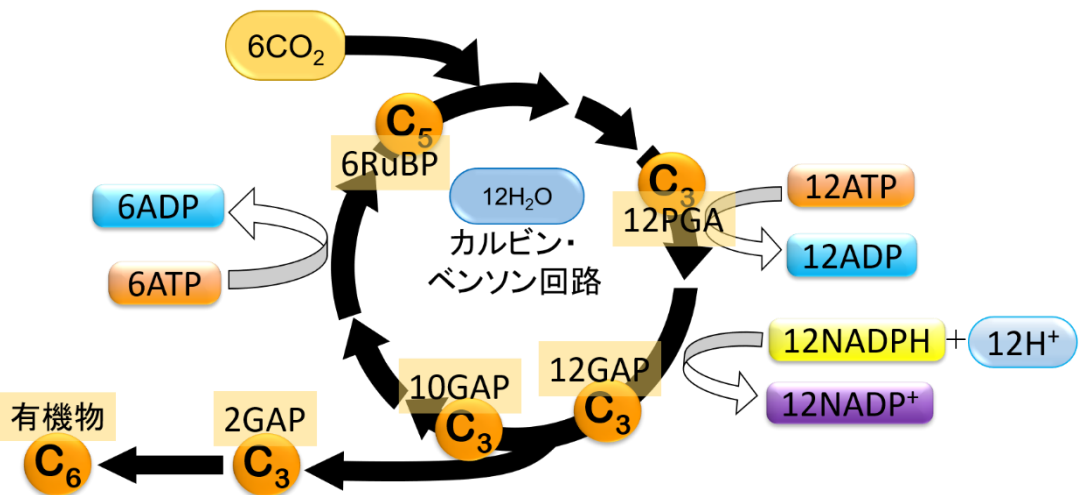
- (52) が (49) を吸収し、(62) に集められ、活性化して電子 e^- を放出する。
- e^- を放出した光化学系Ⅱの (62) は (63) の分解で生じた e^- を受け取って元の状態に戻る。
- 光化学系Ⅱから放出された e^- は 58 を通って光化学系Ⅰの (62) に受け取られる。
- 光化学系Ⅰから放出された e^- は、 H^+ とともに (64) に渡され、(55) となる。

▶②電子伝達系

- (51) の (61) に存在し、光化学系とつながっている。
- 光化学系Ⅱから放出された e^- が酸化還元反応を繰り返しながら (58) を通る。このときに H^+ が (65) 側から (66) 内に取り込まれ、(65) 内の H^+ 濃度が高くなる
 - H^+ の濃度勾配に従って、 H^+ が (67) を通って (65) 側に移動し、(56) が合成される。

▶③カルビン・ベンソン回路

(51) の (65) で起こる反応。



- (68) から吸収された (60) はまず、C₅化合物の (69) (70) と結合して C₃化合物の (71) (72) 2分子ができる。
- (72) が (56) によりリン酸化、(55) によって還元され、(73) (74) になる。
- (74) の一部が有機物合成に利用され、残りはそのまま回路を進む。
- 回路に残った (74) は、(56) のエネルギーを利用して (70) に戻る。
⇒このとき、(75) (RubisCO; RuBP カルボキシラーゼ/オキシゲナーゼ) によって反応が進む

光合成の反応式

C. 細菌の炭酸同化

▶細菌の光合成

(76) : 光合成を行う細菌類

- ・シアノバクテリア… (52) として (77) をもち、植物と同様の光合成をする。

反応式

- ・(78) や (79) … (52) として (80) をもつ。
光化学系 I ・ II によく似たどちらか一方の構造を持つ。
水の代わりに (81) を取り入れて電子を供給する。

反応式

▶細菌の化学合成

(82) : 無機物を酸化して得た化学エネルギーを利用して
(56) や (55) を合成する。
例 (83) 、(84) ・(85)

- ・亜硝酸菌… (86) を酸化したときのエネルギーを利用

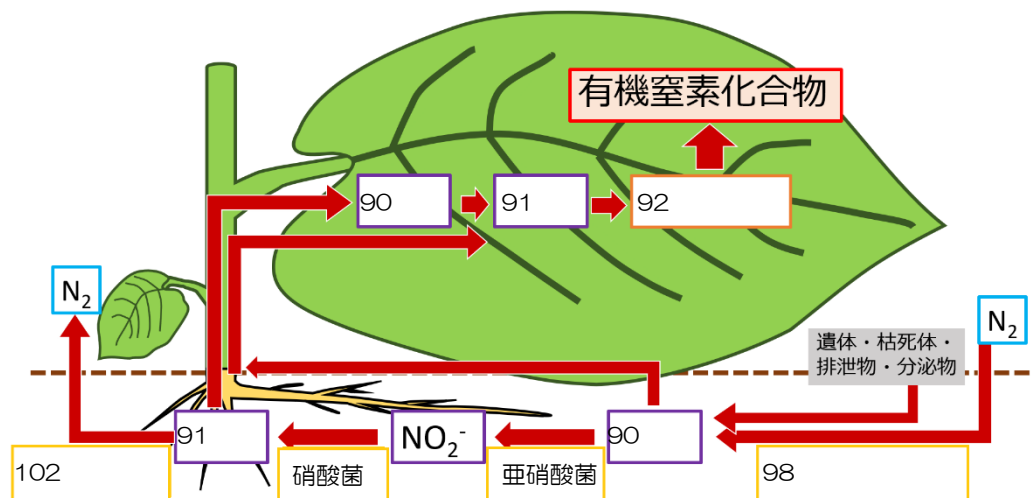
反応式

- ・硝酸菌… (87) を酸化したときのエネルギーを利用

反応式

4 窒素同化 A. 植物の窒素同化

窒素 (N) を含む有機物を、(88) 有機窒素化合物 という。
 体外から取り入れた窒素化合物をもとに (88) 有機窒素化合物 を合成する働きを、(89) 窒素同化 という。



- 土壌中の (90) 硝酸菌 や (91) 根粒菌 を根から吸収し、葉へ輸送する。
- (91) 根粒菌 は (90) 硝酸菌 に還元される。
- (90) 硝酸菌 が呼吸の過程で出た各種の有機酸と結合し、様々な (92) 有機窒素化合物 が合成され、(88) 有機窒素化合物 の合成に利用される。

▶ アミノ酸の合成

(90) 硝酸菌 は、まず (93) 硝酸を (94) 亜硝酸として取り入れられる。その後、(95) 根粒菌 の働きによって (96) 根粒菌 に移動し、その後各種有機酸と結合してアミノ酸となる。

▶ 窒素固定

- (97) 根粒菌 : 大気中の窒素 (N_2) を (90) 硝酸菌 に変える働き。
 (98) 根粒菌 のみがおこなえる。
 例 (99) 根粒菌 、(100) 根粒菌 、
 (101) 根粒菌
- 脱窒: (91) 根粒菌 を N_2 にする働き。(102) 根粒菌 がおこなう。