

エネルギーの獲得方法

1. 酸素を発生する光合成微生物
2. 独立栄養光合成細菌
3. 従属栄養光合成細菌
4. 独立栄養化学合成細菌
5. 従属栄養化学合成微生物

ATP合成のしくみ

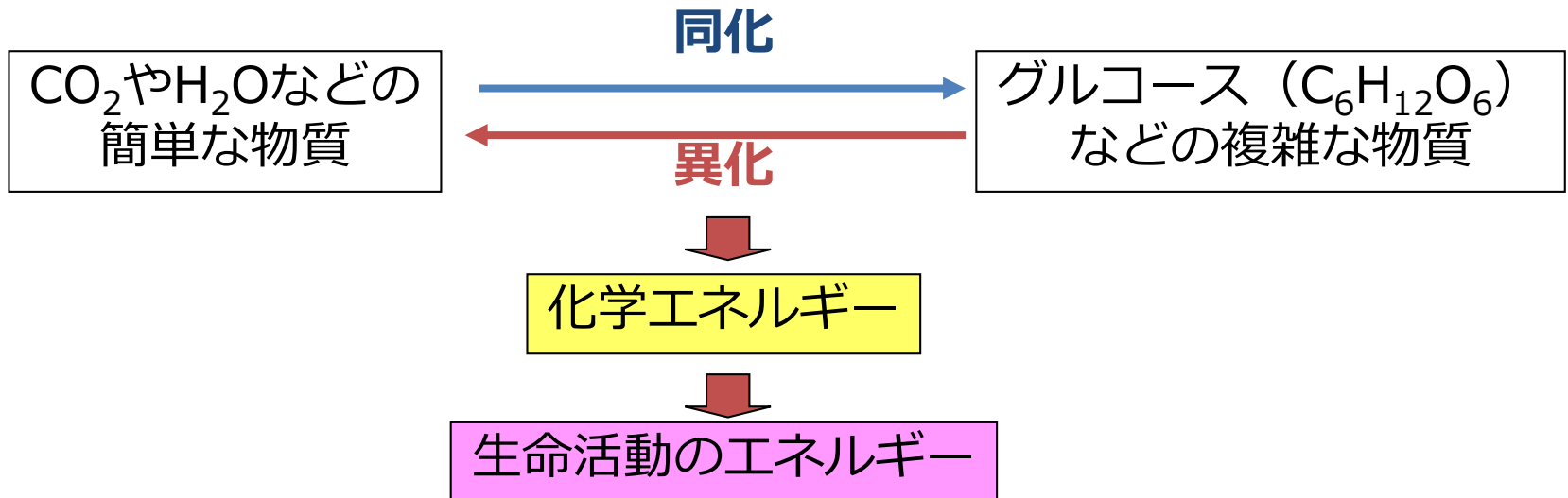
エネルギーの獲得過程は
ATP（アデノシン-5'-三リン酸）の合成過程



エネルギーの獲得

代謝：細胞内で行われる物質変換

- **異化**：有機物あるいは無機物を分解し，エネルギーを得てATPを合成する代謝
- **同化**：エネルギーを使って，簡単な物質からタンパク質などの高度な働きを持つ物質を生合成する代謝



微生物がエネルギーを獲得する方法 (異化代謝)

発酵：

- 基質レベルのリン酸化によるATP生成系
- 電子供与体および電子受容体は共に有機物

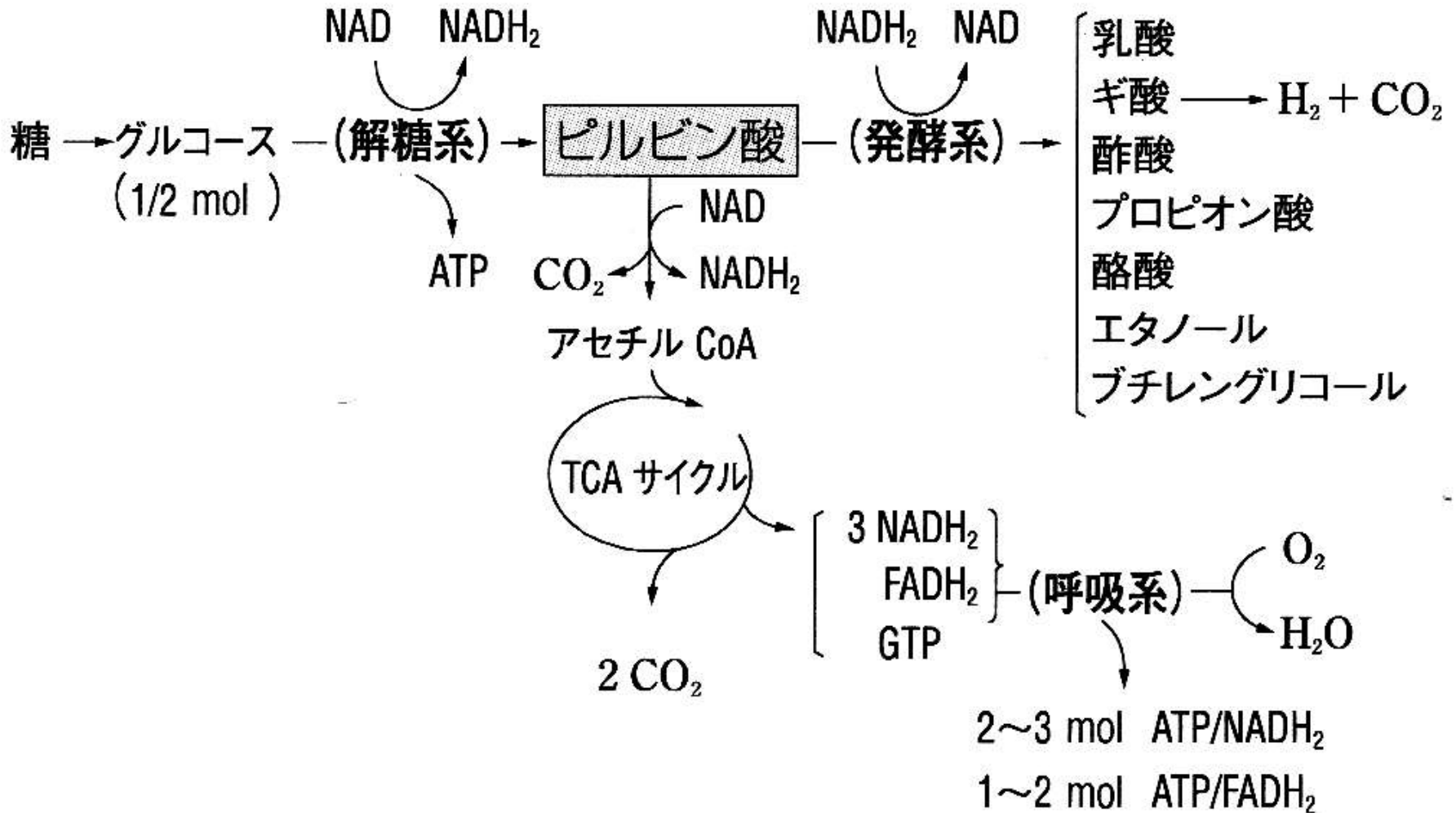
呼吸：

- 基質レベルのリン酸化と、電子伝達系を介した酸化的リン酸化によるATP生成系
- 有機物または無機物を電子供与体、無機物を電子受容体とする

光合成：

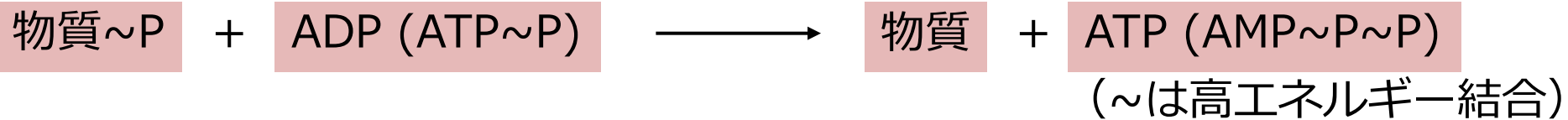
- 光エネルギーによる電子の励起およびそれにともなう電子伝達系によるATP生成

糖分解とATPの生成

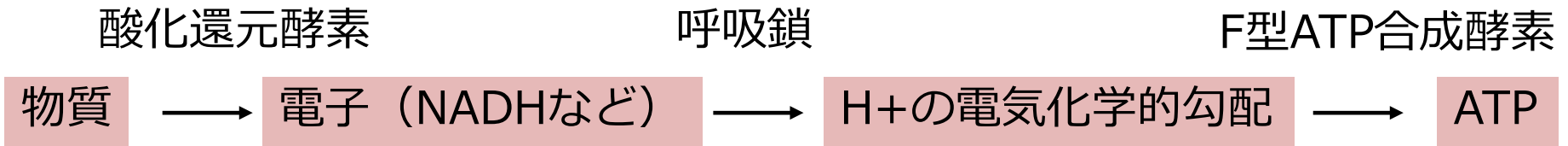


ATP合成のしくみ

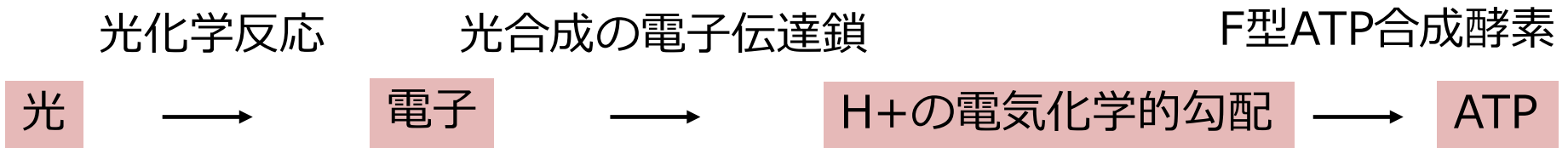
(1) 基質レベルのリン酸化 (発酵)



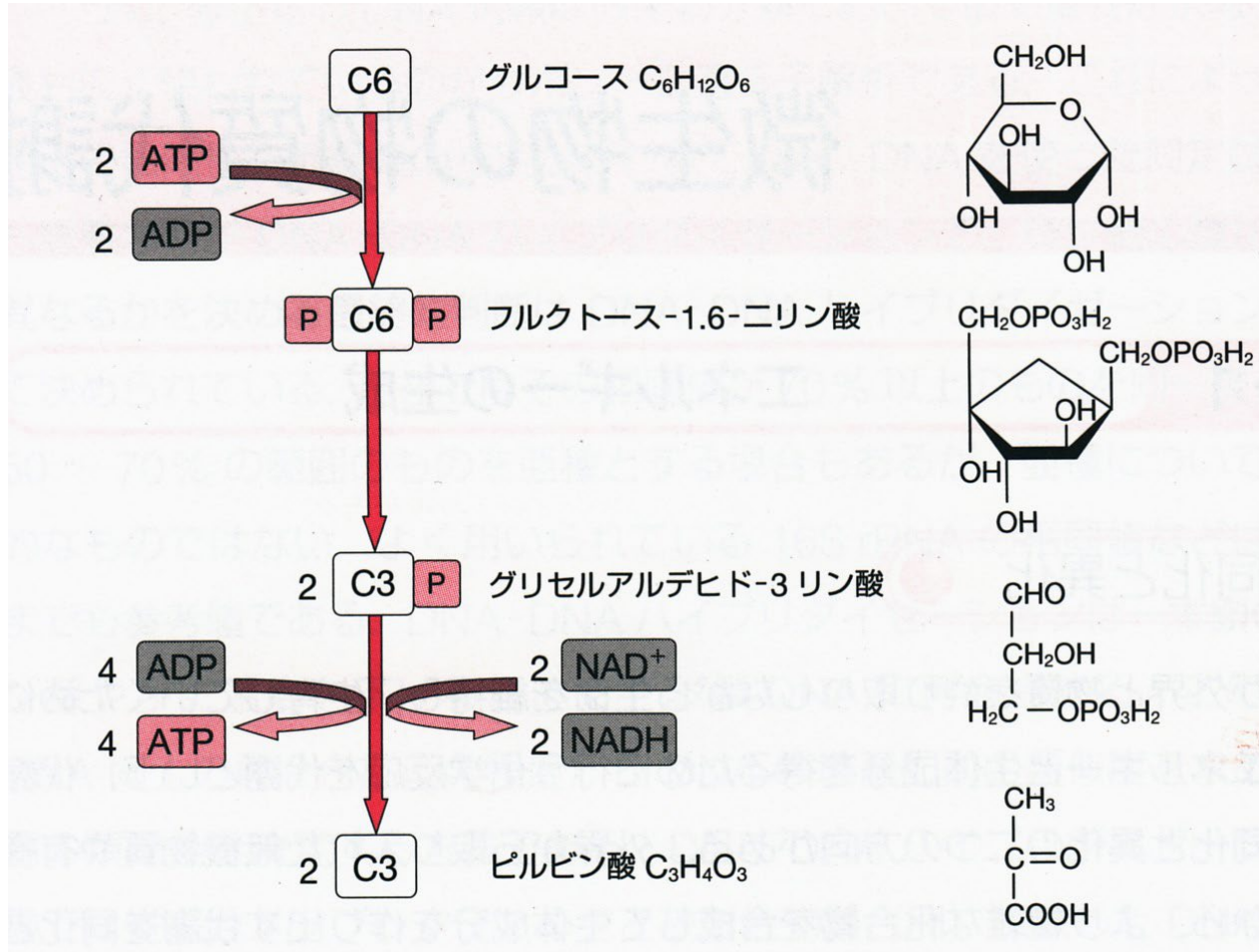
(2) 酸化リン酸化 (呼吸)



(3) 光リン酸化 (光合成)



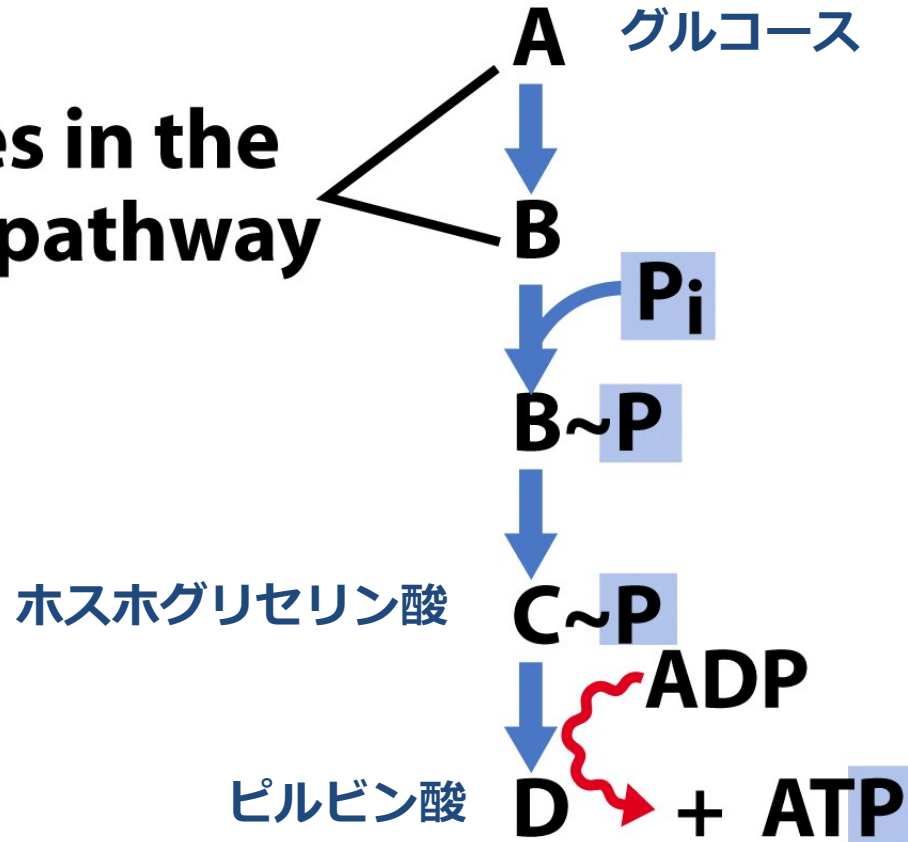
解糖系



ATP合成のしくみ

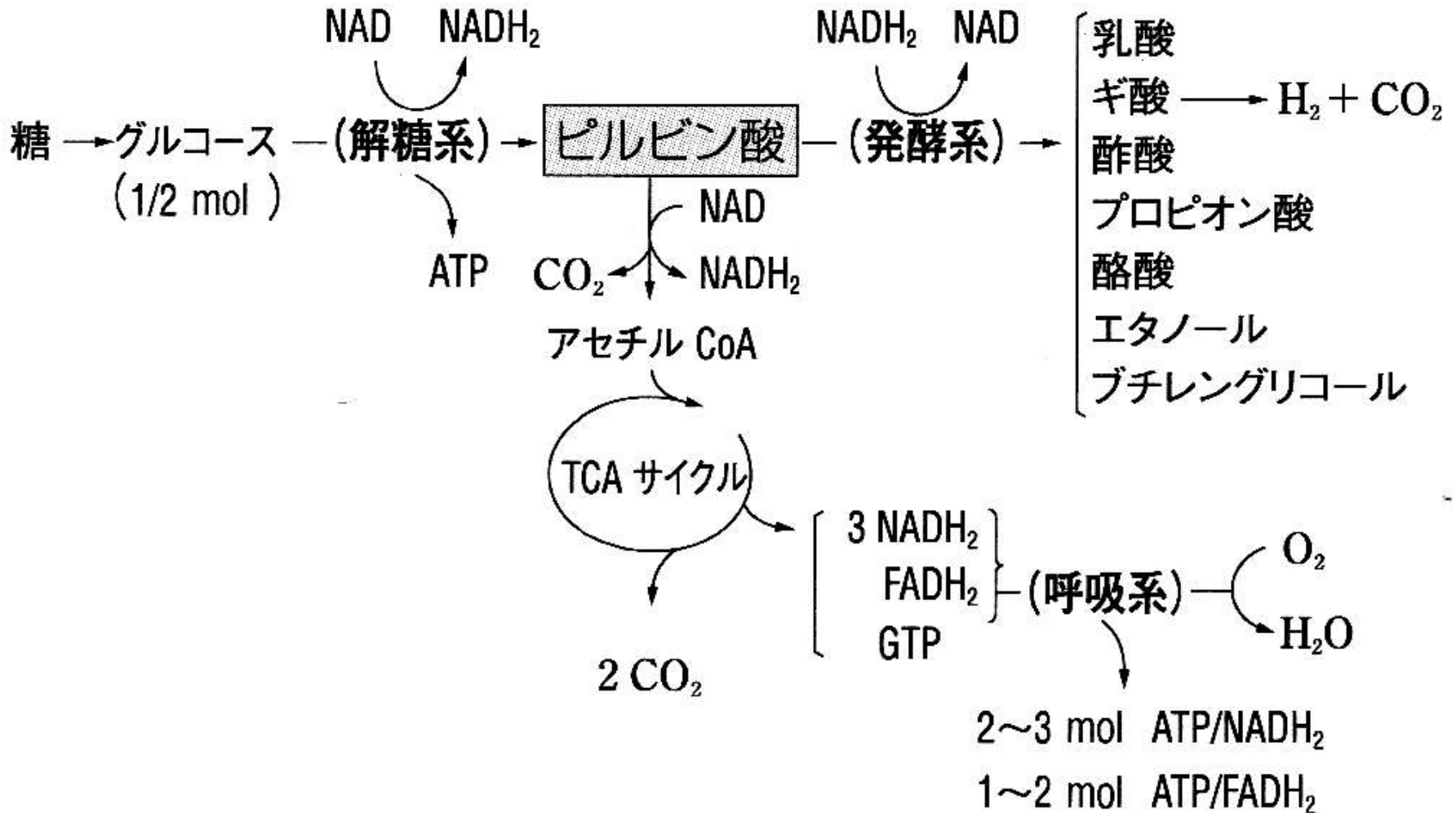
基質レベルのリン酸化（発酵）

Intermediates in the
biochemical pathway



Substrate-level phosphorylation

糖分解とATPの生成



生体の還元剤

ニコチンアミドアデニン
ジヌクレオチリン酸
NADPH (還元型)
NADP⁺ (酸化型)

ニコチンアミドアデニン
ジヌクレオチド
NADH (還元型)
NAD⁺ (酸化型)

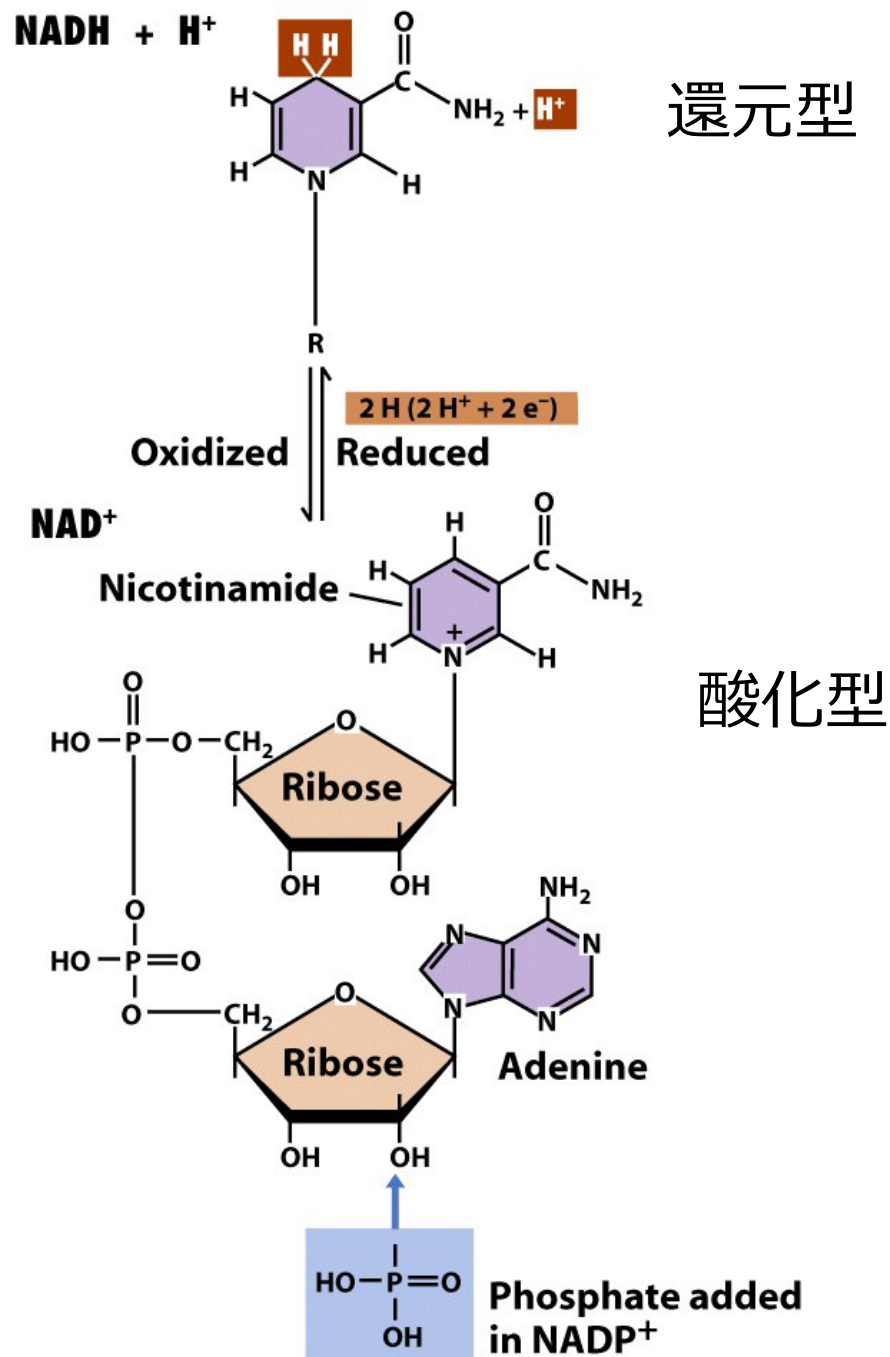
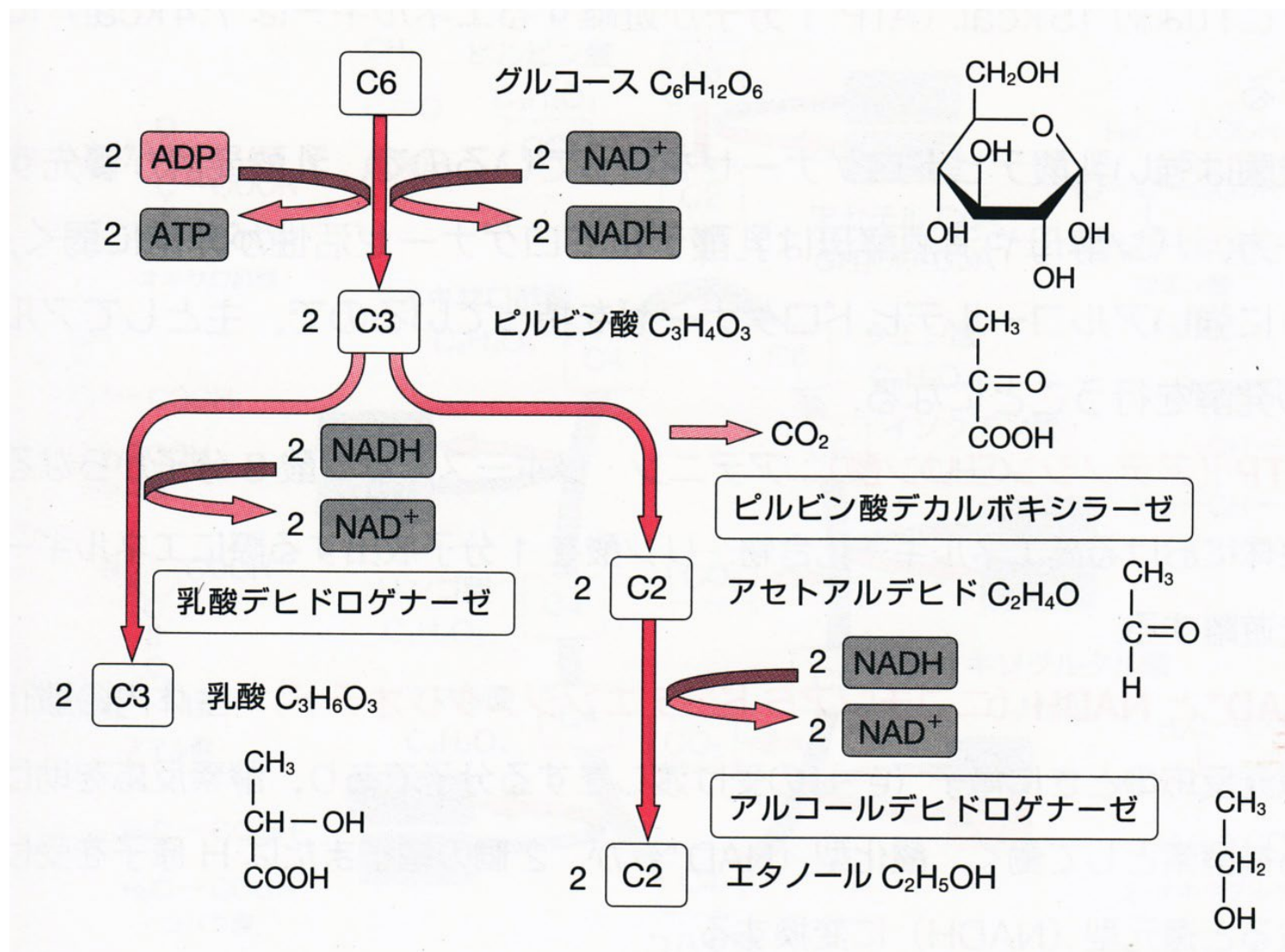
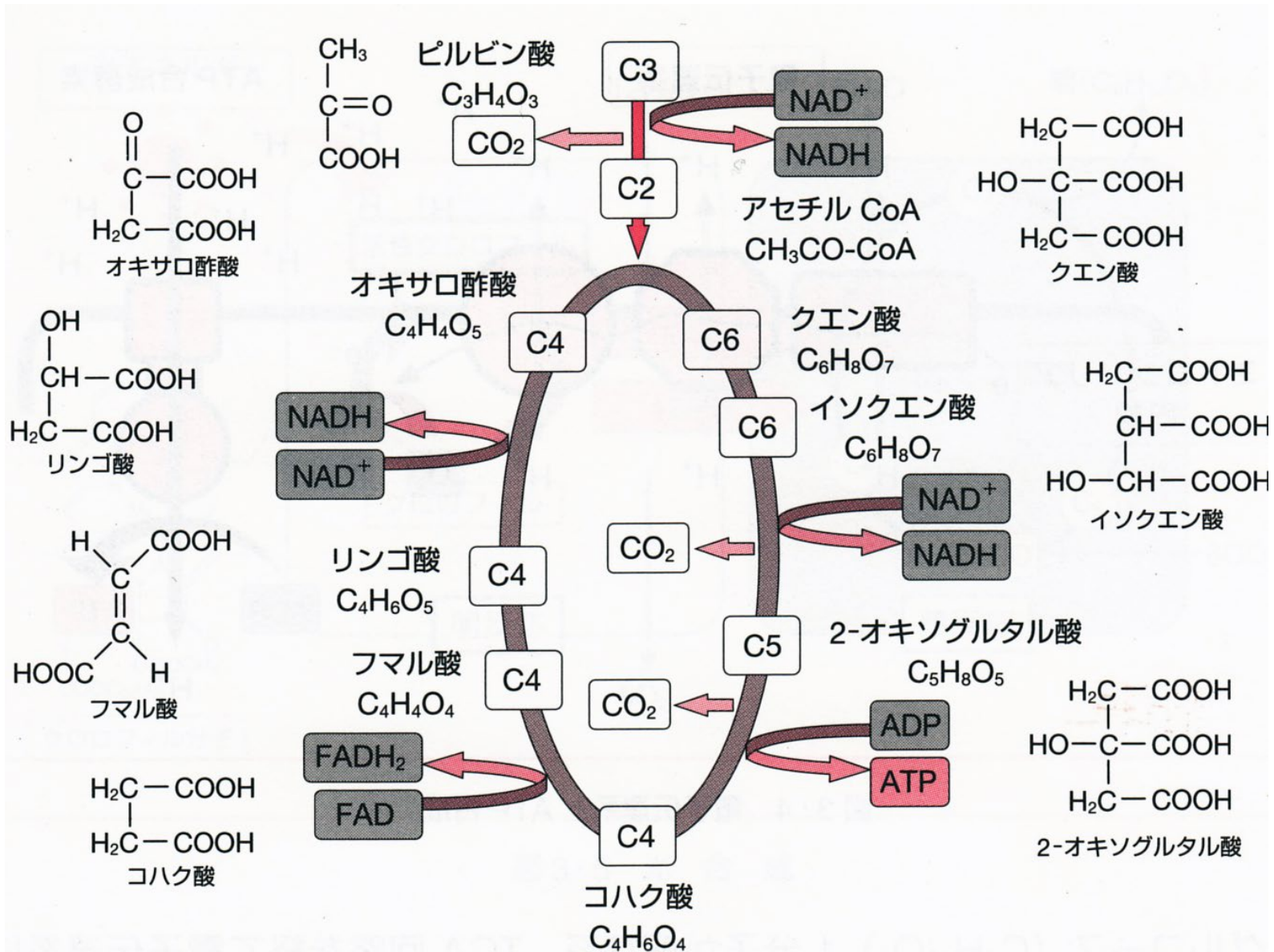


Figure 5-10 Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

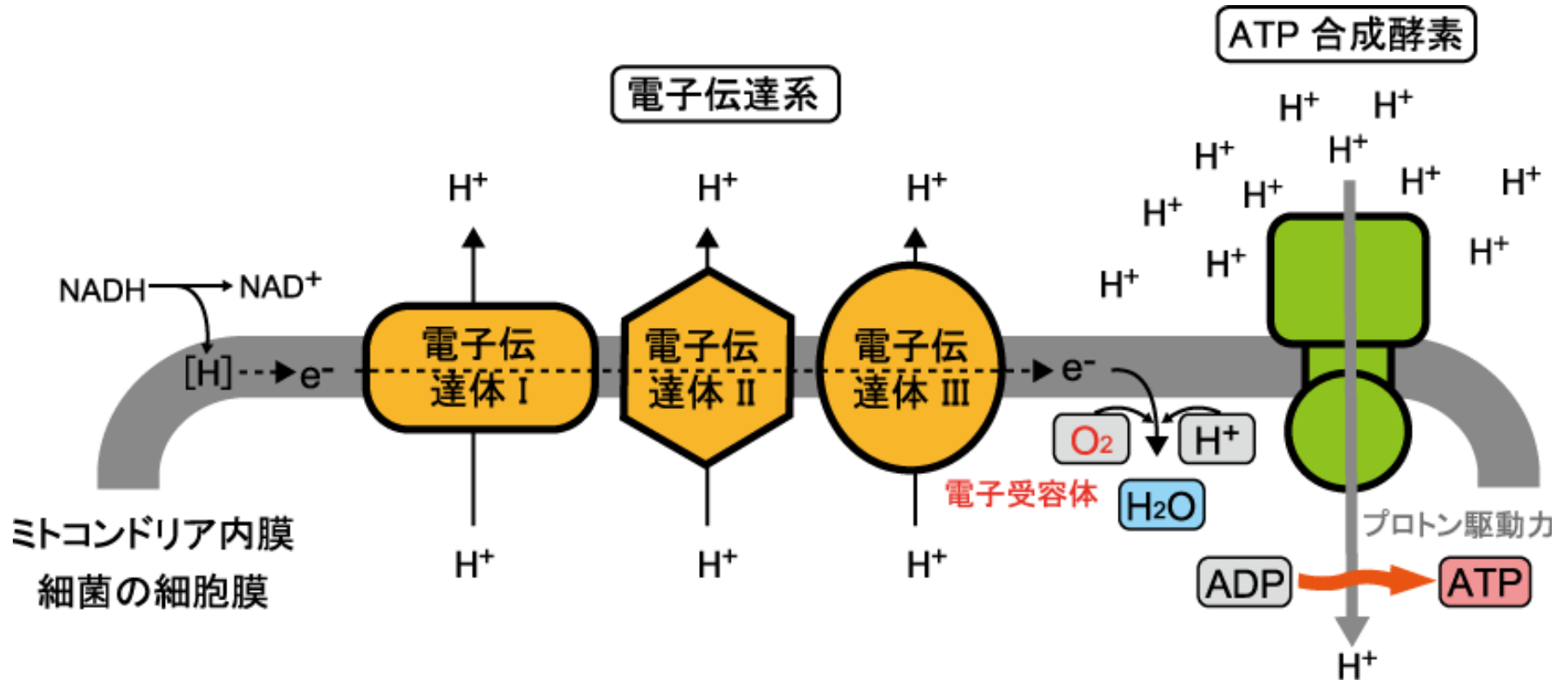
乳酸発酵とアルコール発酵



TCA回路



電子伝達系とATP合成



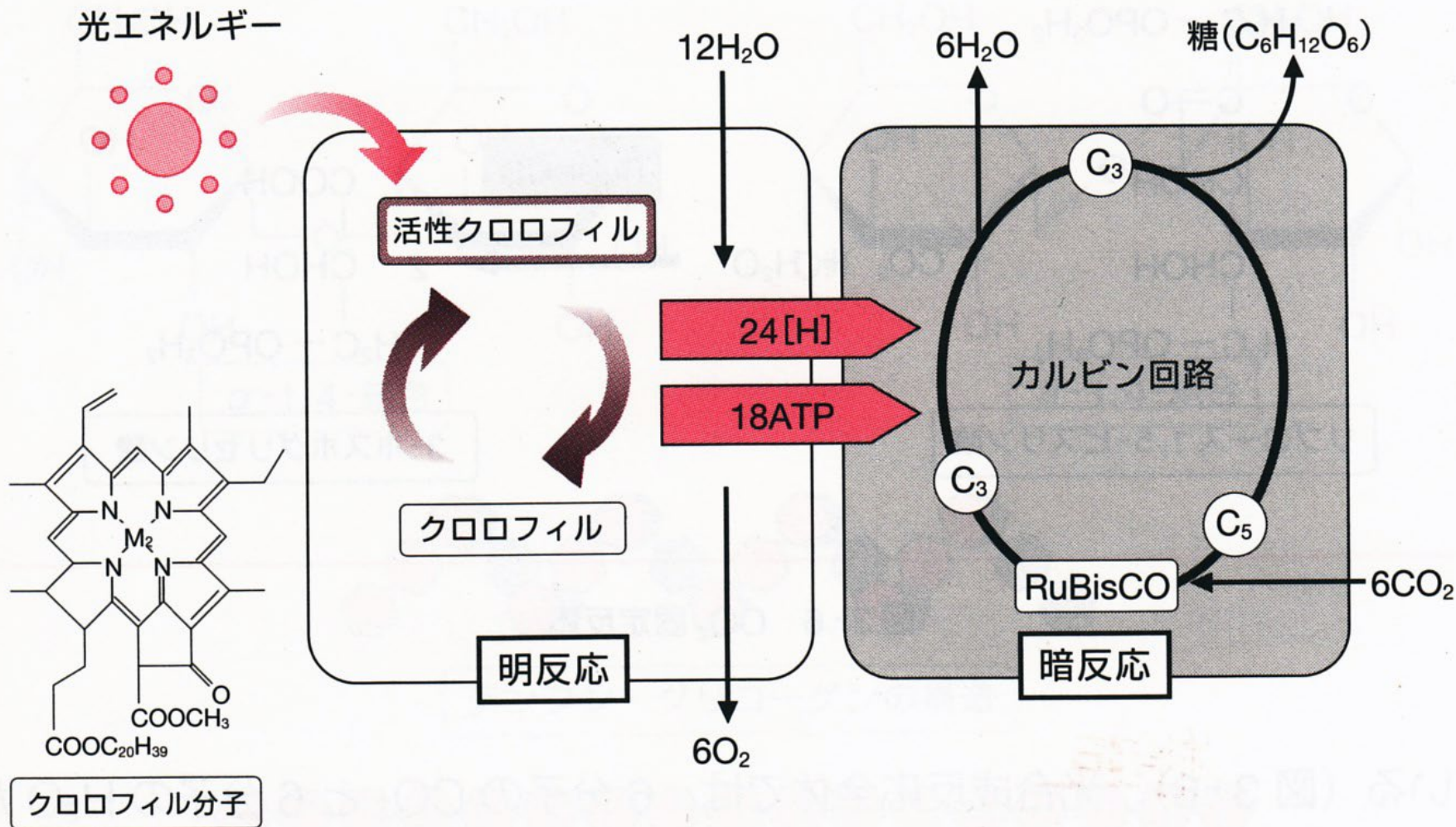
微生物がエネルギーを獲得する方法

呼吸：

有機化合物を細胞外の電子受容体（酸素など）を介して酸化して，エネルギーを得る一連の反応系

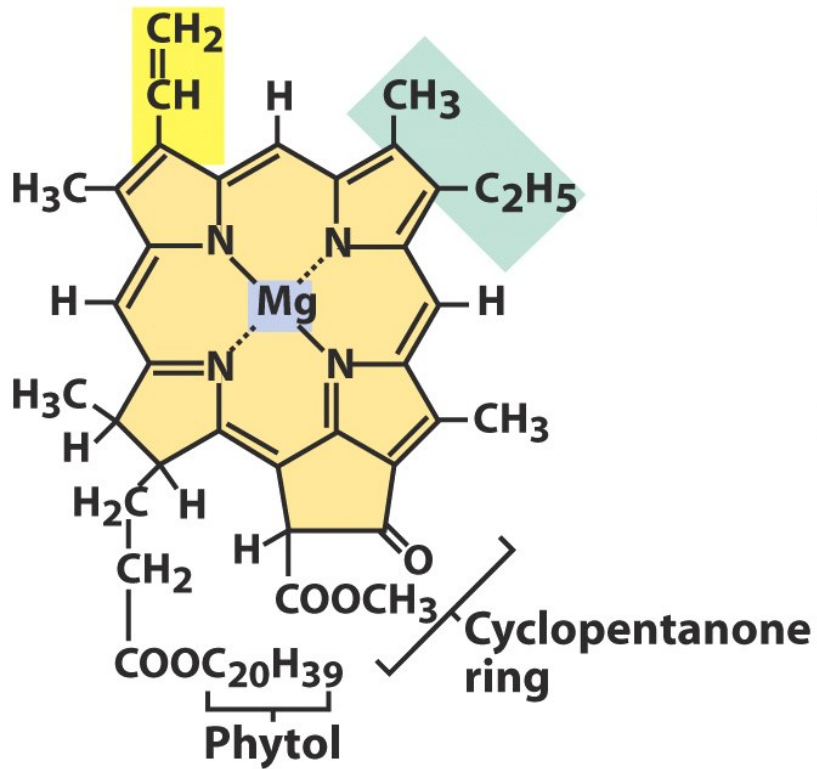
- **好氣的呼吸**：水素の最終電子受容体が酸素
 - **嫌氣的呼吸**：酸素が存在しない場合，水素の最終電子受容体が硝酸塩や硫酸塩，炭酸塩
 - **硝酸塩呼吸**
 - **硫酸塩呼吸**
 - **炭酸塩呼吸**
- (嫌氣的解糖 (アルコール発酵・乳酸発酵など))

光合成

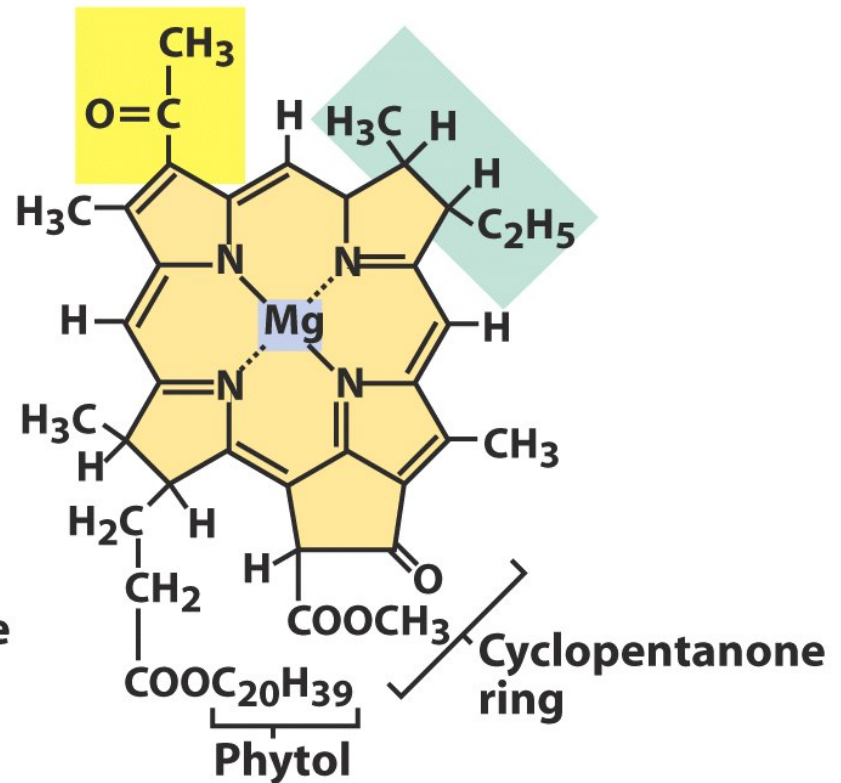


クロロフィル

生体内ではタンパク質と結合して存在



Chlorophyll *a*



Bacteriochlorophyll *a*

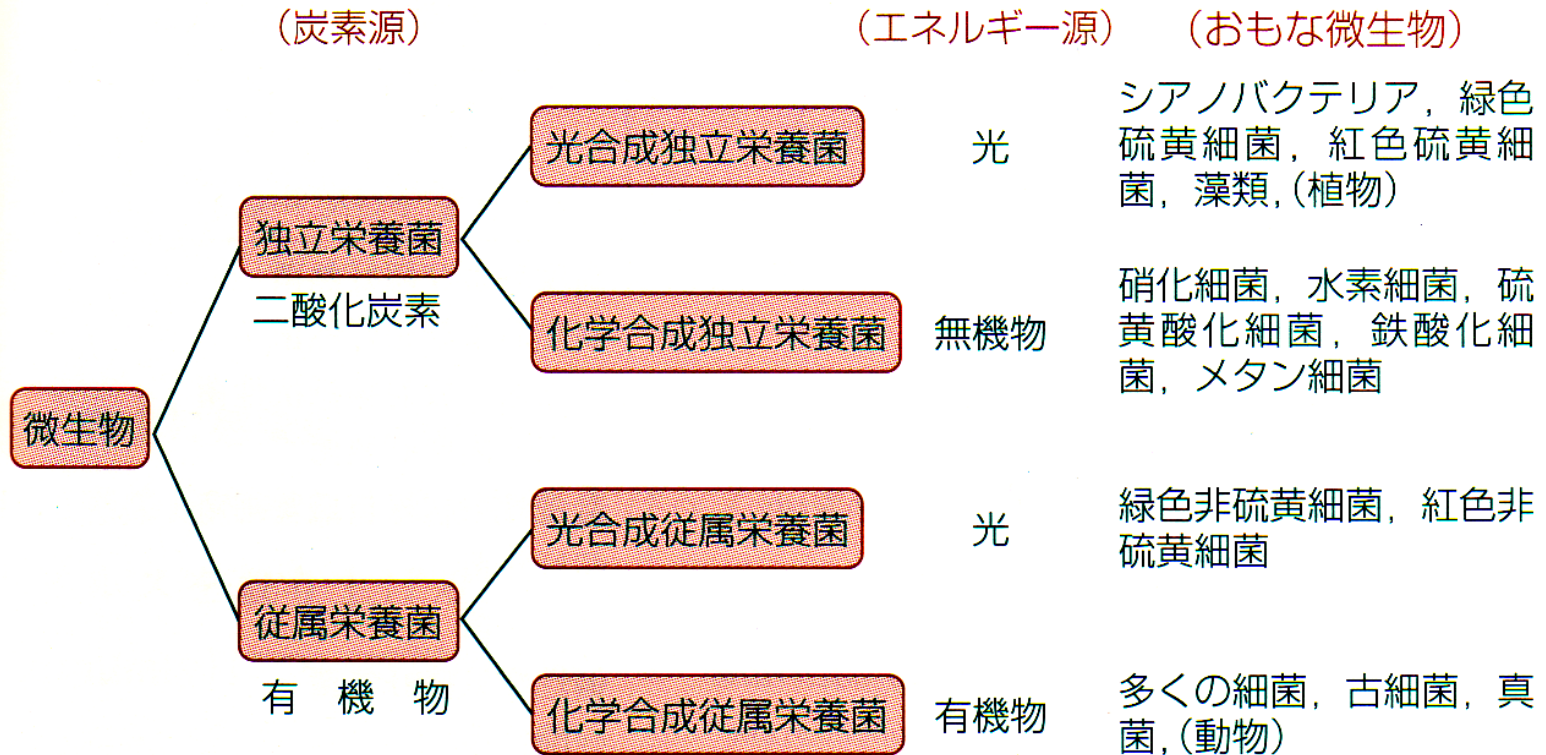
微生物がエネルギーを獲得する方法

光合成：

光エネルギーによる電子の励起およびそれにともなう電子伝達系によるATP生成

- **酸素を発生する光合成微生物**：光エネルギーを用いて H_2O を酸化してATPとNAD(P)Hを生成し、 CO_2 から有機物を生合成する微生物。 O_2 を発生する
- **独立栄養光合成細菌**：光エネルギーを用いて硫化水素や単体硫黄などを酸化してATPとNAD(P)Hを生成し、 CO_2 から有機物を生合成する細菌。 O_2 を発生しない
- **従属栄養光合成細菌**：光エネルギーを用いて有機物を酸化してATPとNAD(P)Hを生成する

炭素源・エネルギー源の相違に基づく 微生物の分類



微生物の生育

1. 生育曲線
2. 細菌数の測定

微生物の増殖特性

- (1) 微生物は**栄養増殖**と**孢子形成**により増殖する
- (2) 細菌は一般に、細胞の**二分裂**により栄養増殖する
- (3) 酵母は一般に、栄養増殖と有性孢子の形成により増殖する。出芽により栄養増殖する
- (4) 糸状菌や放線菌は菌糸の伸長により栄養増殖し、有性孢子や無性孢子的形成によっても増殖する

増殖曲線

- (1) **誘導期**：新しい環境での増殖に必要な各種酵素遺伝子の発現を行う
- (2) **指数増殖期**：細胞数が指数関数的に増加する
- (3) **定常期**：栄養分が不足し，有害な代謝産物が培地中に蓄積する．このため，増殖速度が低下して死滅速度と同じになり，見かけ上の細胞数の変化がなくなる
胞子形成菌はこの時期に胞子を形成する
- (4) **死滅期**：栄養細胞は時間と共に死滅していく

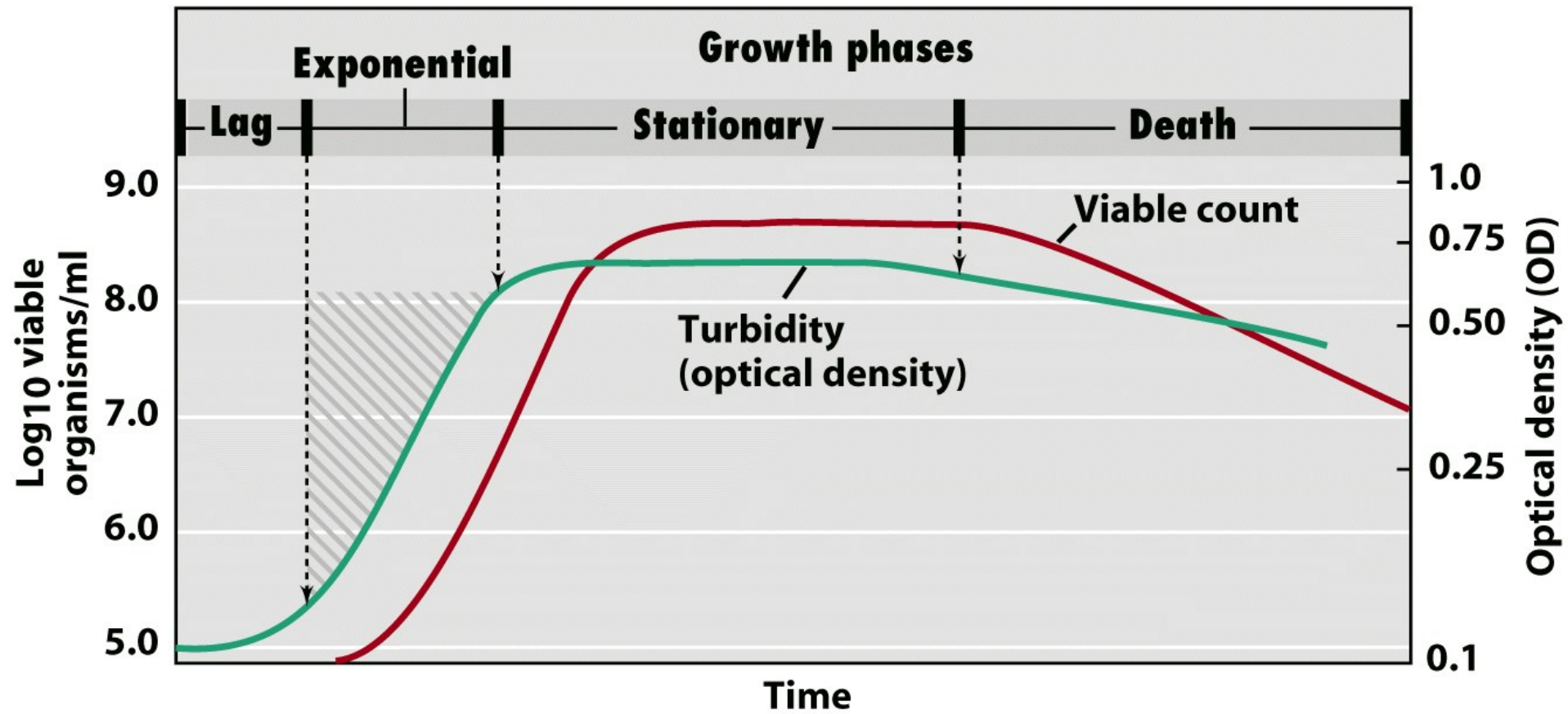


Figure 6-8 Brock Biology of Microorganisms 11/e
 © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

世代時間（倍加時間）の計算

(細菌の生育の早さ) = $\mu \times$ (生きている細胞数)

$$dN / dt = \mu N$$

- $t = t_0$ のときのNの値を N_0 として積分すると

$$\ln N - \ln N_0 = \mu(t - t_0)$$

- 常用対数をとると

$$\log N - \log N_0 = \mu(t - t_0) / 2.303$$

- μ の値が得られると, 世代時間 g は

Nが $2N_0$ になるときの $(t-t_0)$ に相当するので

$$\ln 2 - \ln N_0 = \mu g$$

$$\ln 2 = \mu g$$

$$g = \ln 2 / \mu = 0.693 / \mu$$

N: 生きている細胞数

t : 時間

μ : 増殖定数

- 対数増殖期において, 菌数が2倍になる時間
- 菌種や培養条件により異なる
- 大腸菌 約20分 (40°C)

増殖の測定法

- (1) 顕微鏡による直接測定法：スライドグラス上に一定の体積をもった空間をつくり，その空間内に浮遊する細胞を顕微鏡で計測
- (2) コロニー計測法：増殖したコロニーを計測
- (3) 濁度測定法：白濁した培養液を分光光度計で測定
- (4) 乾燥重量測定法：細胞を洗浄・乾燥させ，その重量を測定
- (5) 細胞成分の定量による測定法：細胞内のタンパク質，核酸，ATP，全窒素などを定量
- (6) PCRによる測定法：特定の遺伝子をPCR法で増幅し，あらかじめ作成した検量曲線から，細胞数を測定

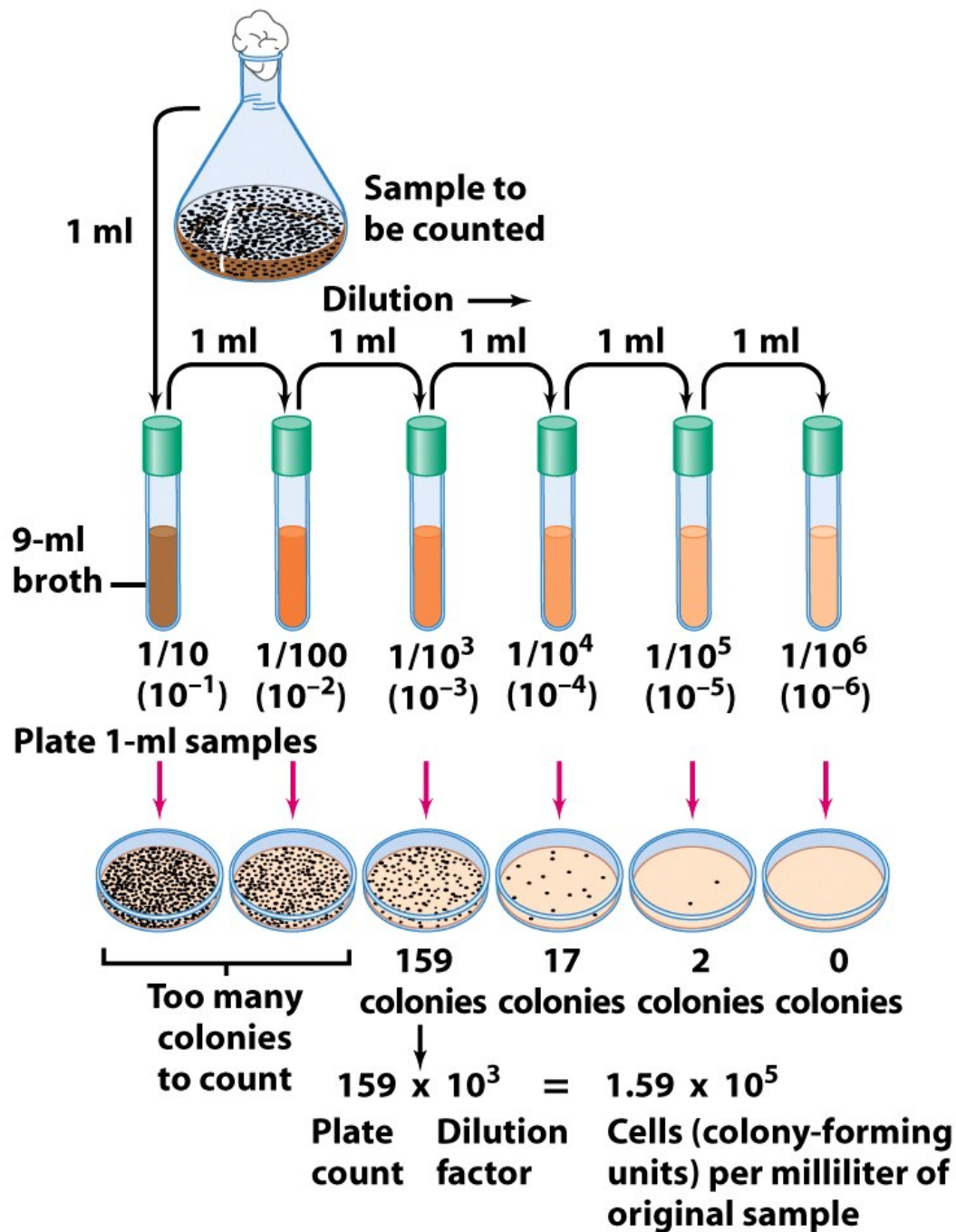


Figure 6-11 Brock Biology of Microorganisms 11/e
 © 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.