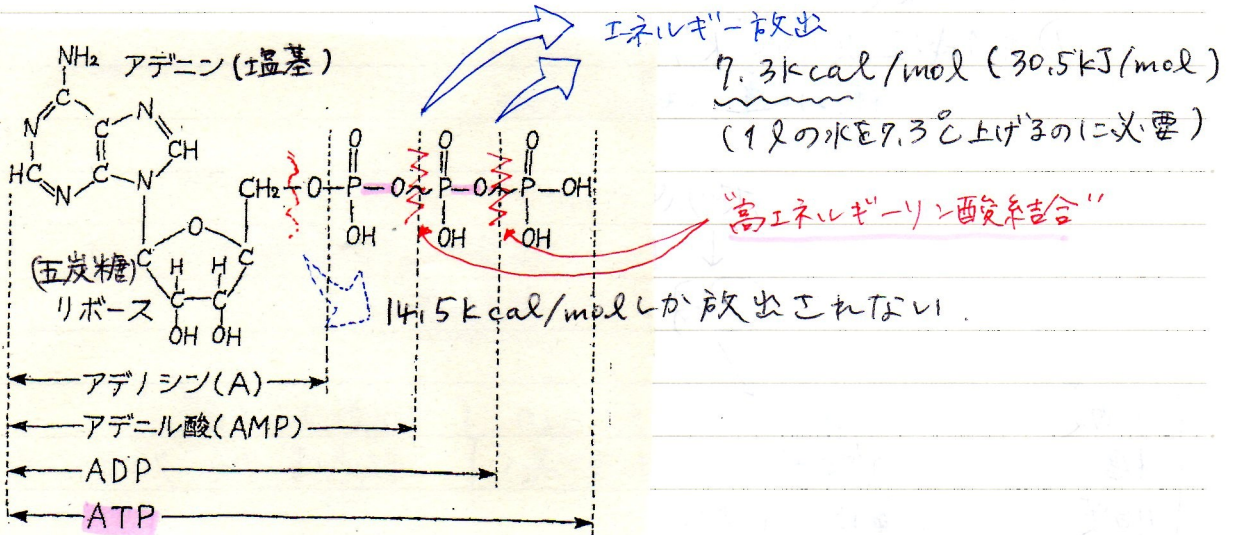


### 第1講 序論・生物とそれを構成する物質

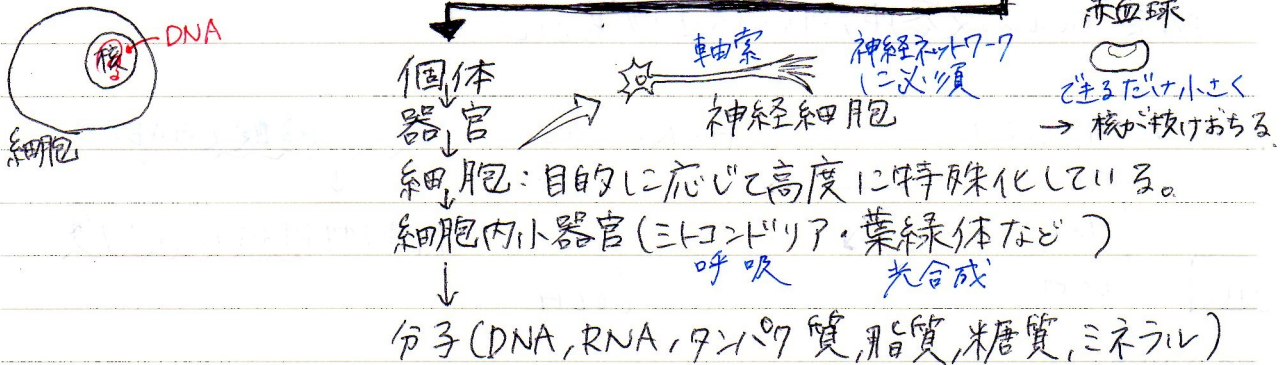
〈生物を定義する基本的特徴〉

1. リン脂質二重膜から成る「細胞」を単位とする。
2. 遺伝子DNAによって自己複製できる。
3. 細胞の活動は、外からの刺激により調節される。
4. アデノシン三リン酸 (ATP) をエネルギー源として活動する。



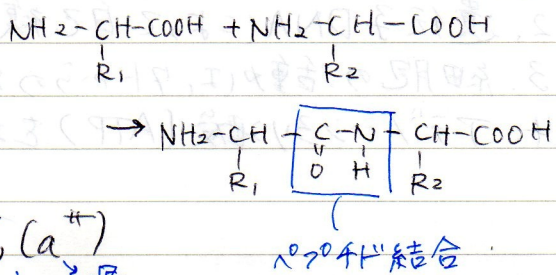
### 〈生物の分類〉

- ・真核生物
  - 単細胞生物 (ゾウリムシ, エドムシ etc)
  - 多細胞生物 (植物, 動物, 昆虫 etc)
- ・原核生物 (核膜を持たない) ... 細菌

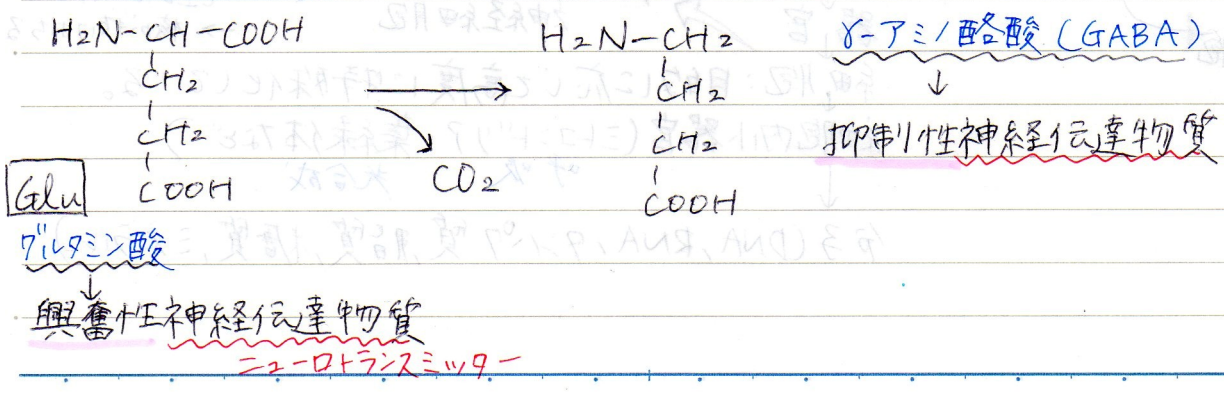
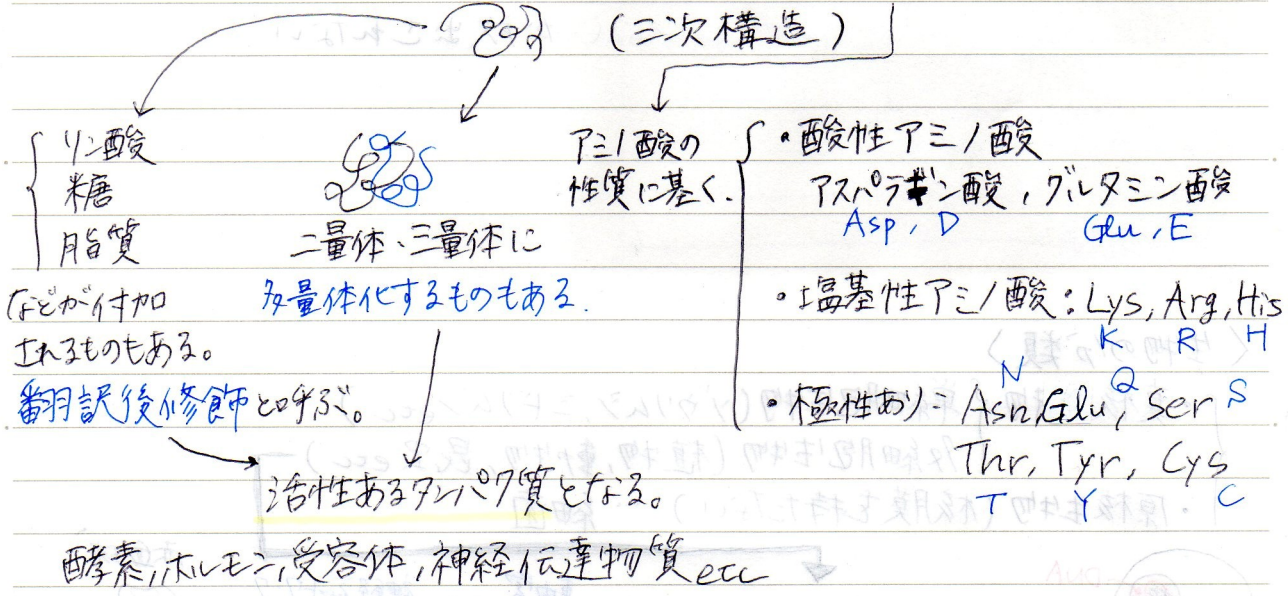


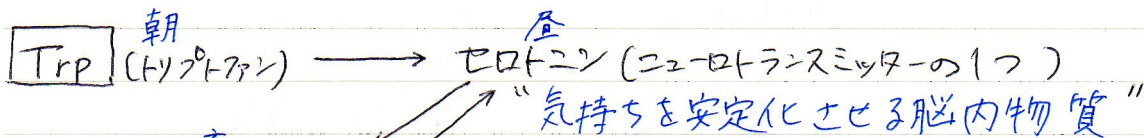
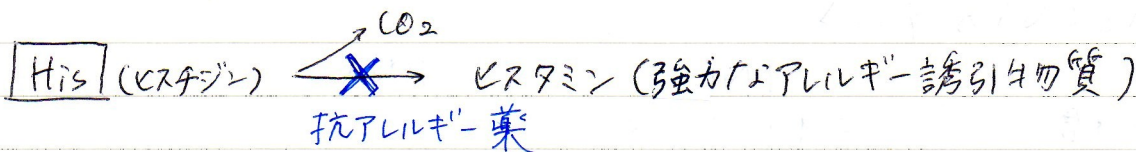
〈生物を構成する物質〉

- ① 水 (70~80%)
- ↓ 生体 ② タンパク質: 20種類のアミノ酸がペプチド結合でつながる。 → <sup>ポリペプチド</sup> と呼ぶ。
- 高分子 ③ 脂質
- ④ 核酸 (DNA, RNA)
- ⑤ 糖質 (ブドウ糖, リボースなど)
- ⑥ ビタミン類
- ⑦ 無機塩類 ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ )  
 神経伝達, ヘモグロビン, 光合成, 骨



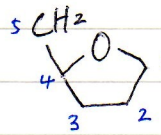
ポリペプチド  
↓ 折りたたまれる (立体構造をとる)



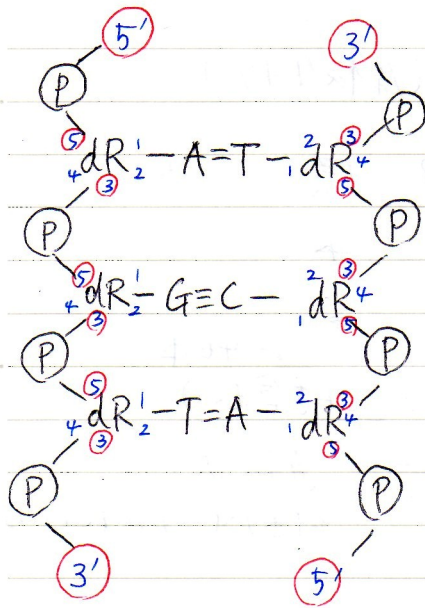


- ① 太陽の光 > 3000 ルクス
- ② リズム運動 ex. 10分程度のジョギング  
かまをかむ, カラオケ
- ③ 朝食 Trpを含む食材が望ましい  
ex. バナナ, 納豆, 牛乳, ゴマ

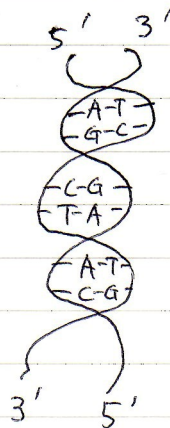
第2講 DNA複製  
 <DNAの化学構造>

- リン酸 (P)
- 五炭糖デオキシリボース dR 
- 4種類の塩基 ... アデニンA, チミンT, シトシンC, グアニンG

A=T, G=C ... 相補的な水素結合で連結  
 "塩基対と呼ぶ"



5'-ATGCCTAT-3'  
 |||||  
 3'-TACGGATA-5'



右巻きの二重らせんを作っている。  
 (1953 ワトソン・クリック)

3.4nmで1回転  
 (10塩基対)

## < DNAとRNAの違い >

	DNA	RNA
五炭糖	デオキシリボース	リボース
塩基	A, T, G, C	A, U, G, C ウラシル
構造	2本鎖で安定	1本鎖で不安定
機能	遺伝子本体	遺伝情報をアミノ酸配列へと 変換するツール(mRNA, tRNA, rRNA)

## < DNAの半保存的複製 >

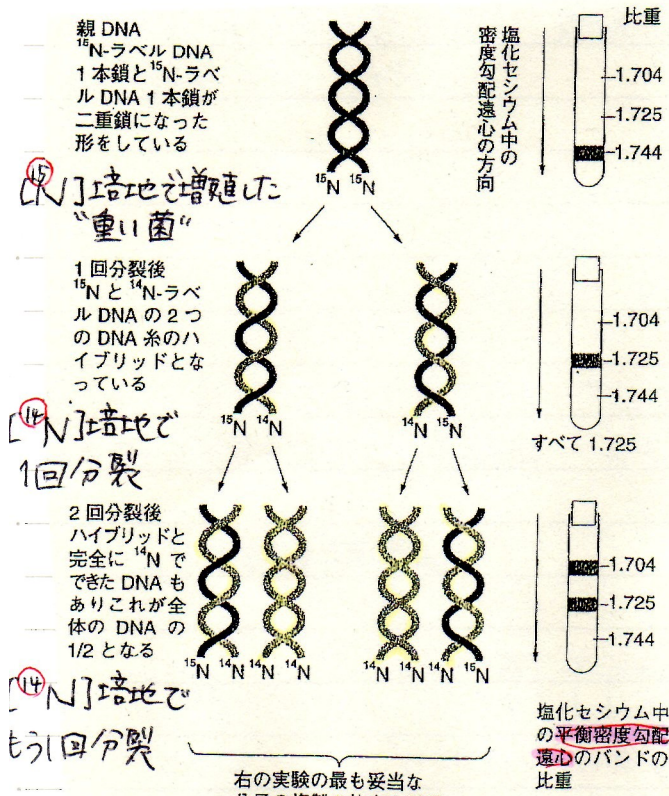


図 1.41 メセルソン-スタールの実験。(1958)

DNAの半保存的複製  
 : DNAの中に遺伝情報を保管し、  
 同一のエピローを無限に産み出す仕組み

## < DNA複製の仕組み >

大腸菌(原核生物)

DNA 環状で1本

真核生物(ヒトを含む)

46本  
 直鎖状で  
 何本かに分かれている

## DNA複製のしくみ

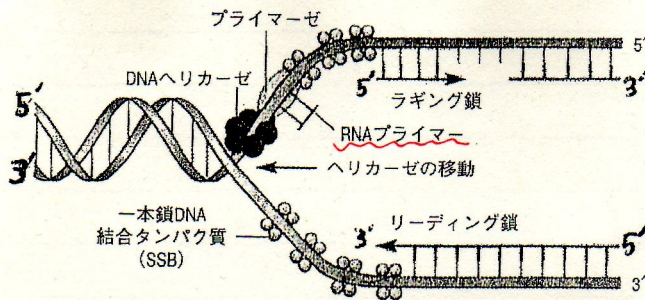


図13・12 複製フォークでのヘリカーゼと一本鎖DNA結合タンパク質 (SSB) の役割 ATPを使って二重鎖の巻戻しを触媒しつつ、ヘリカーゼはDNAに沿って移動する。DNAが巻戻されると、一本鎖DNA結合タンパク質によって二つの鎖が再び二重鎖になってしまうことが防がれる。ヘリカーゼに結合したプライマーゼが、それぞれの岡崎フラグメントを開始するRNAを合成する。RNAプライマーは10ヌクレオチドほどの長さで、最後には取除かれる。

①複製起点をオープンにする。

Ori (245塩基から成る)

②ヘリカーゼが二重らせんをほどく。

③SSBが再会合をふせく。

④RNAプライマー結合(60塩基くらい)

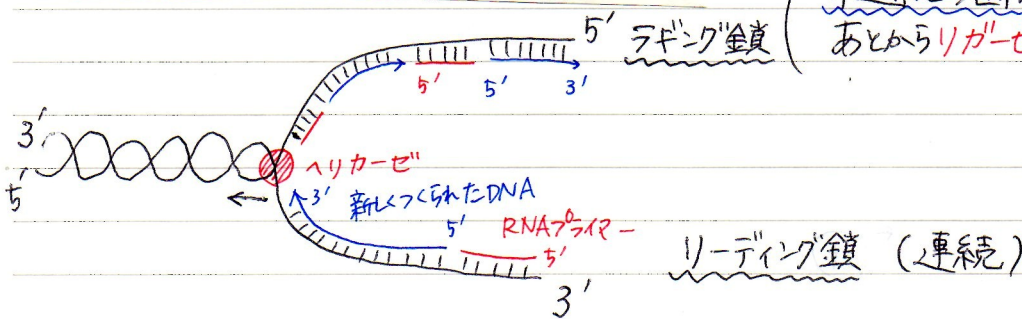
⑤DNAポリメラーゼが5'→3'方向にDNA合成

⑥DNAポリメラーゼI・IIが

エラーをなおしていく(精度  $10^{-10}$ )

→ オキサキフラグメント

(不連続の断片を作り  
あとからリガーゼを使い連結)



## 〈DNA複製のスピード〉

・原核生物の場合

大腸菌: 40分で倍化する

DNA →  $2.4 \times 10^6$  塩基対

⇒ DNA複製は  $1000 \times \text{ヌクレオチド} / \text{秒}$  で

進む必要がある。およそオキサキフラグメントの長さに対応する。

・真核生物の場合

ヒトDNA ~  $3.0 \times 10^9$  塩基対

DNA合成酵素ポリメラーゼの

活性が、大腸菌の  $1/10$

▷  $40 \text{分} \times 1000 \times 10 = 400,000 \text{分}$  (278日) かかってしまう

大腸菌 塩基対数の比 活性の比



実際は24日以内で倍化が起こる。

理由 ① 50~300 kbおきに Oriがあり、同時に複数の場所から複製を行う。

② DNAポリメラーゼの数が多し。

$2.6 \times 10^4$  / cell  
(大腸菌 10~20/cell)

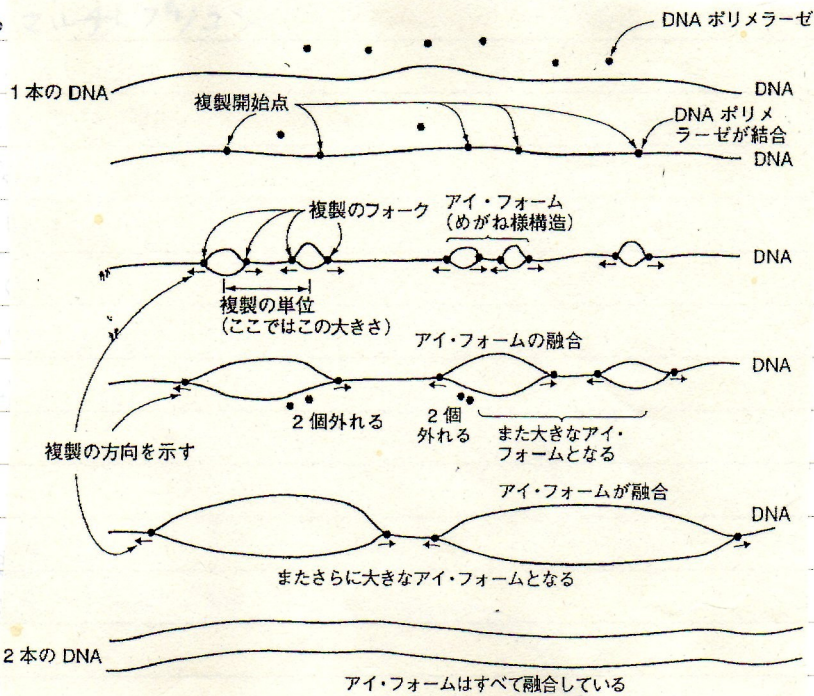
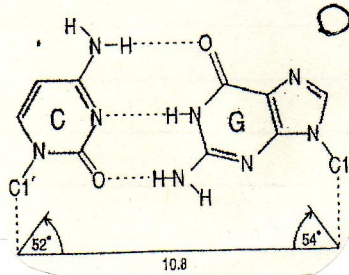
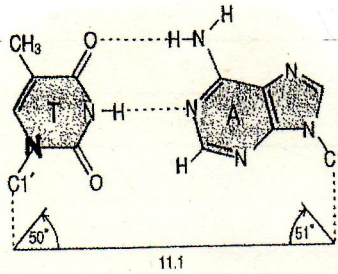
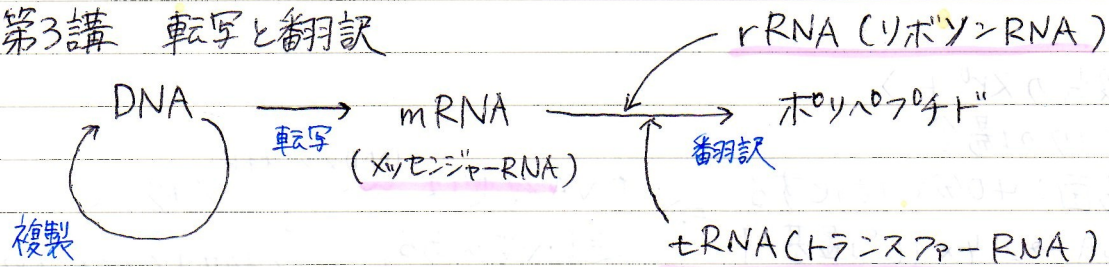


図 1.45 真核生物 DNA のマルチレプリコンの構造とアイ・フォームの形成. 塩川原図.

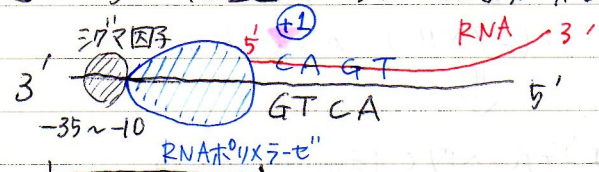
第3講 転写と翻訳



<原核生物の場合>

\*転写反応

① -35~-10配列にシグマ因子が結合して、転写開始点を決める。



転写を制御する領域 = プロモーターと呼ぶ。

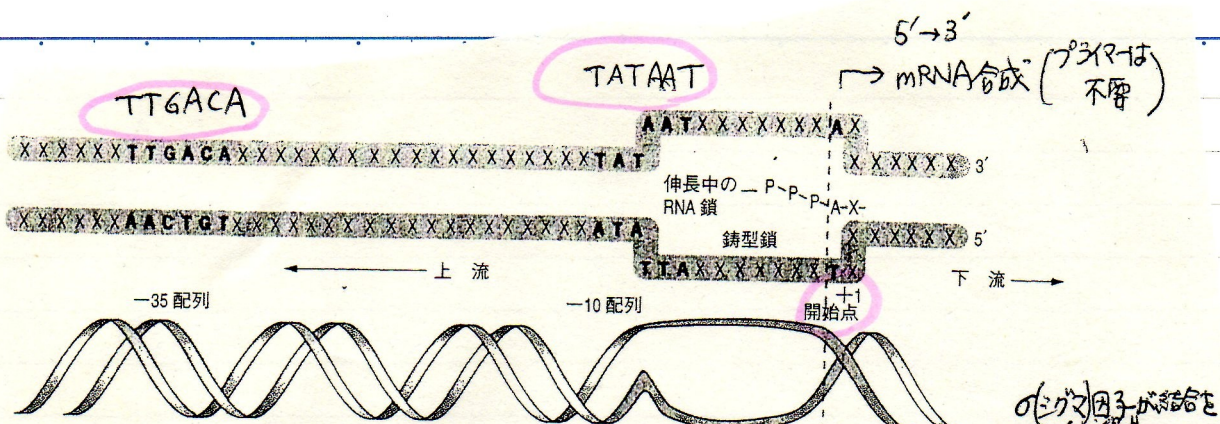
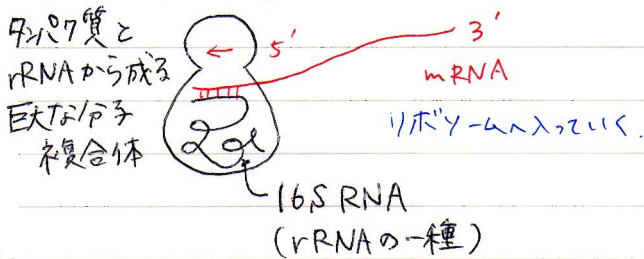


図 11・7 大腸菌の DNA のプロモーター領域の基本要素 転写の開始に必要で重要な調節配列は、転写が開始される部位から -35 および -10 塩基対の位置の領域に見られる。  
 (Karp 「分子細胞生物学」より) 転写終結には P(O) 因子が結合する。

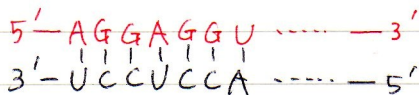
- ② 5'→3' 方向へ RNA ポリメラーゼが RNA を合成して行く (伸長)
- ③ 終結配列 (逆反復配列) のところまでくると、D-因子 により転写が終了する

★翻訳反応 (リボソームで行われる)

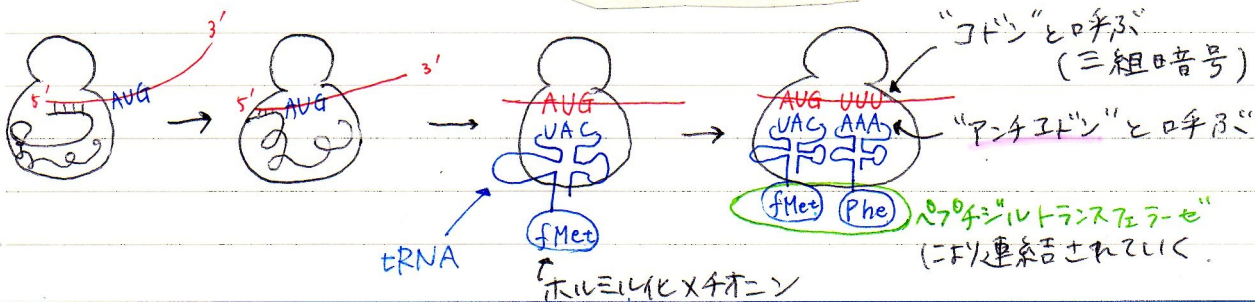
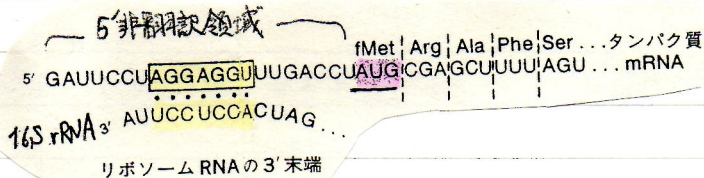


① mRNA の 5' 端がリボソーム RNA の ショーランドール配列を介して リボソームに固定される。

② 5' 端側に最も近い AUG 配列 が リボソームの中に来るように、 5' へむかって mRNA をずらして行く。  
 開始コドン



"ショーランドール配列" と呼ぶ。



(大腸菌特有の化学修飾をつけてメチオニン)

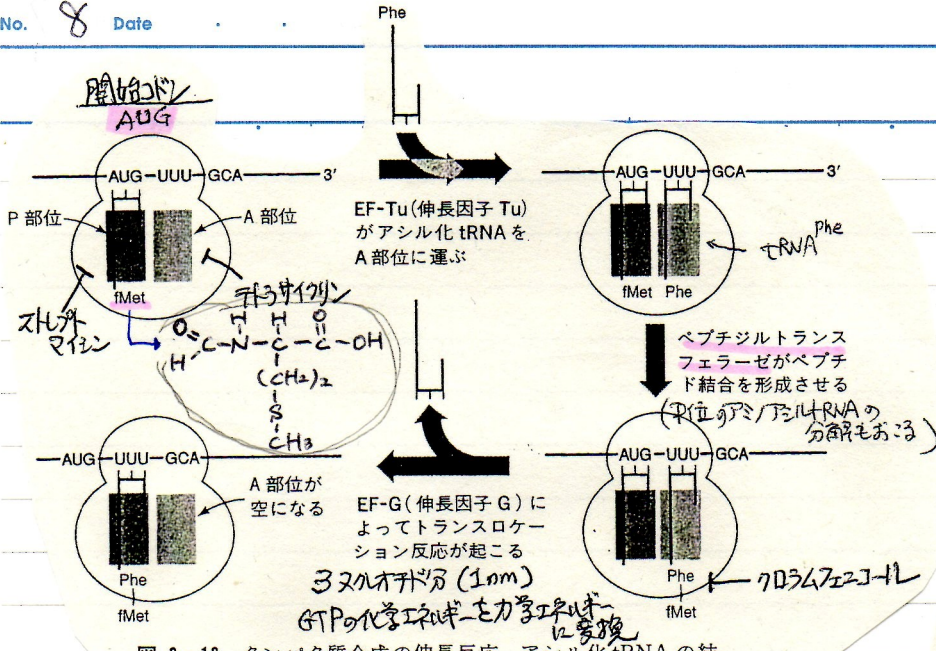
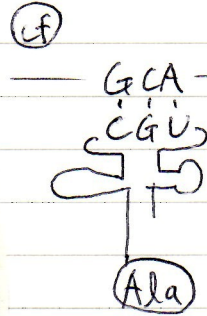
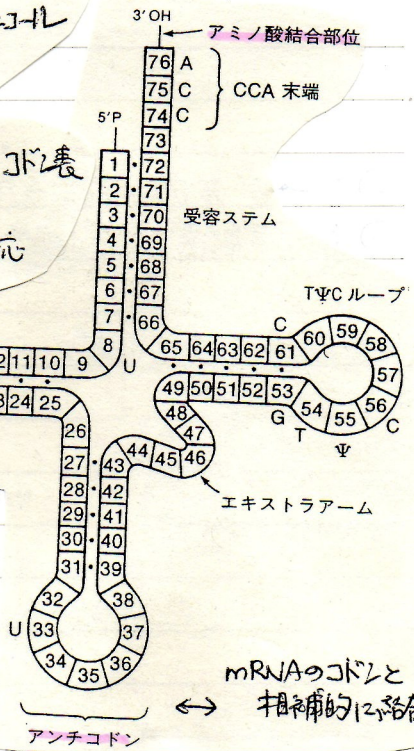


図 9・13 タンパク質合成の伸長反応。アシル化 tRNA の結合、ペプチド結合の形成、およびトランスロケーション



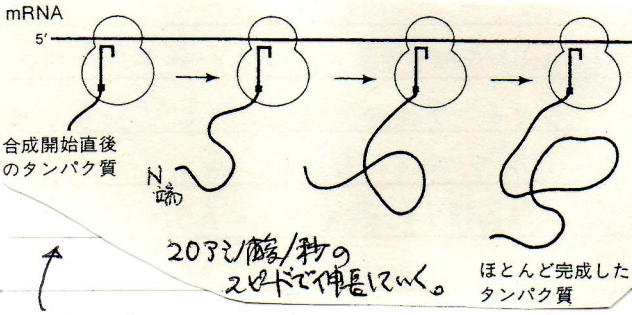
(UUUの次)



特有のアミノ酸1つと結合している

▷ アシル化 tRNA という。

tRNAを介して 3つの遺伝暗号とアミノ酸の対比している。



20アミノ酸/秒のスピードで伸長していく。

このように mRNAの上をリボソームがすべっていく。

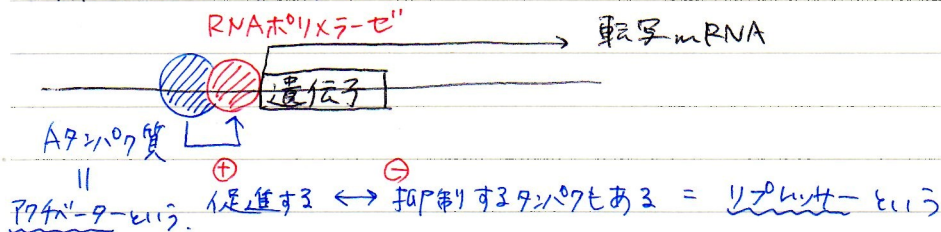
③ 停止コドンまで達すると、ポリペプチド合成が停止する。

UGA, UAA, UAG

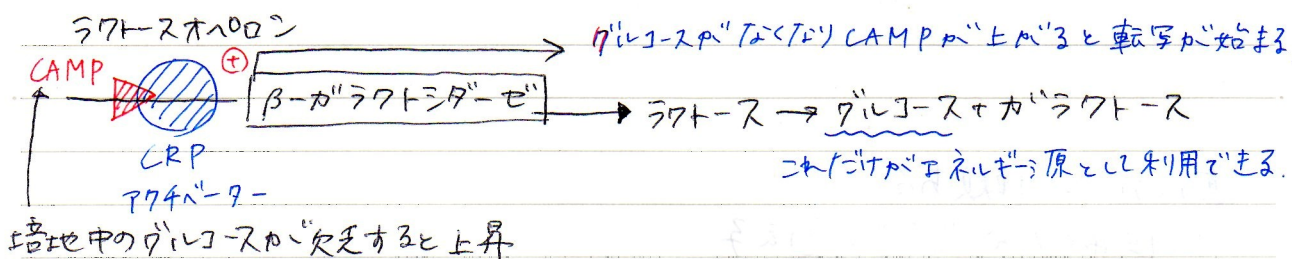


# 第4講 転写制御

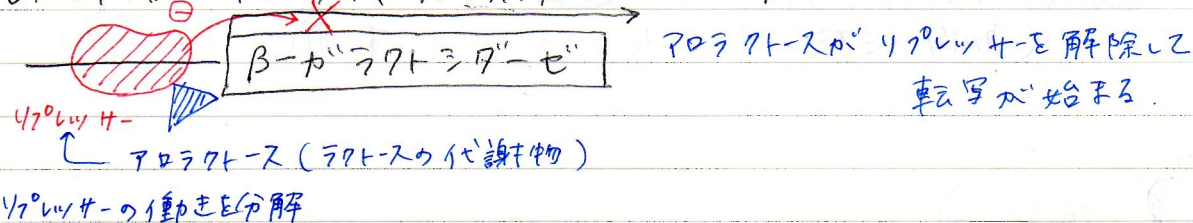
## \* 原核生物の場合



• 転写調節の代表例

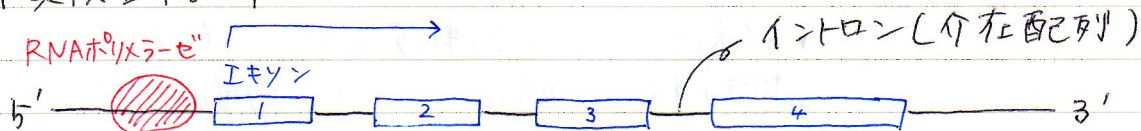


しかし、培地中にラクトースが存在しないとき、



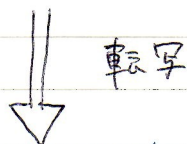
必要最小限の酵素だけを合成するように、転写レベルでちゃんと調節されている

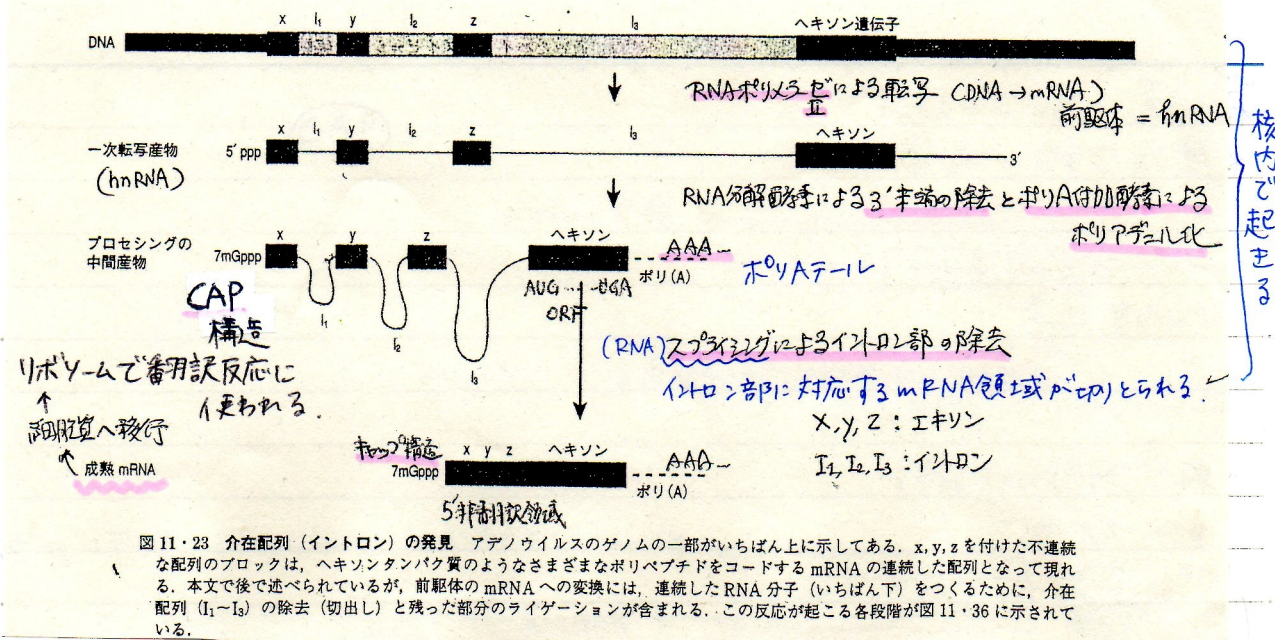
## \* 真核生物の転写



ほとんどの遺伝子は複数のエキソンから成る。

アミノ酸配列の情報に使用される部分





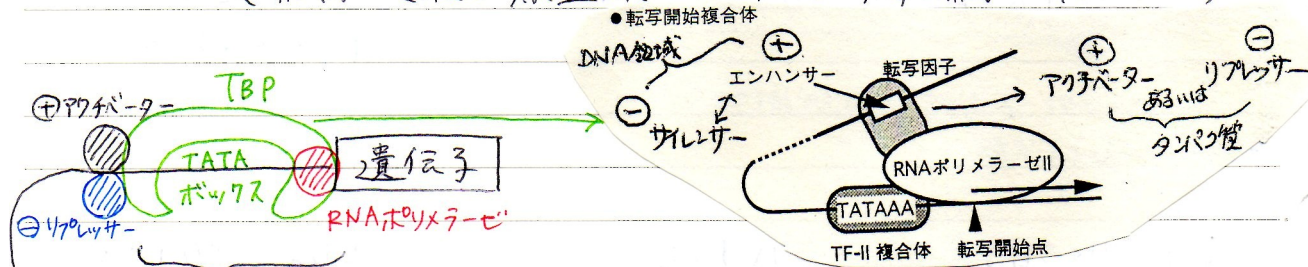
遺伝子には2種類ある。

I. 恒常的発現する遺伝子

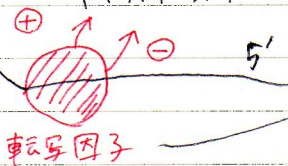
(代謝, 細胞膜, 生存などに関わるもの = ハウスキーピング遺伝子)

II. 組織, 時期特異的に発現する遺伝子

(筋肉...ミオシン, 赤血球...ヘモグロビン, すい臓...インスリン)



RNAポリメラーゼ複合体 (50種類以上のタンパク質から成る巨大複合体)



5'付近に結合して、転写を促進したり、抑制するものもある。

タンパク質: リプレッサー  
DNA配列: サイレンサー

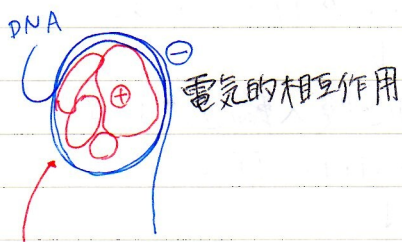
タンパク質: アクチベーター  
DNA配列: エンハンサー

### 真核生物の遺伝子発現調節

1. 転写因子 (アプター, リプレッサー) および シスエレメント (エンハンサー, サイレンサー) を介した調節 DNA配列
2. 転写後調節 (RNAスプライシング, mRNA安定性 etc)
3. DNAあるいはヒストンの化学修飾 ... 主にアセチル化, メチル化  
→ "エピジェネティックな制御" と呼ぶ。



ヒストン 2nmあり



ヒストン: 塩基性 (Arg, Lysが 20~30% を占める)

転写時はどのようにして緩めるのか?

↓  
ヒストンのアセチル化

↓  
塩基性が部分的に弱められて DNAがはがれる。

↓  
転写可能となる。

主に封じられた状態 = "ヘテロクロマチン"

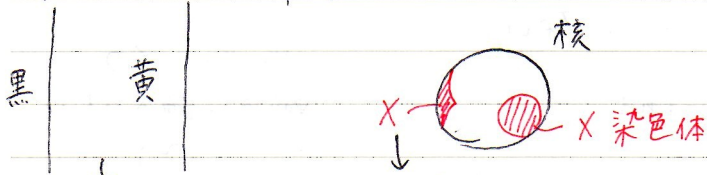
### 転写

	ON	OFF
ヒストン	アセチル化	デアセチル化
DNA	メチル化	メチル化
	ユークロマチン	ヘテロクロマチン

### ※エピジェネティックな制御の代表例

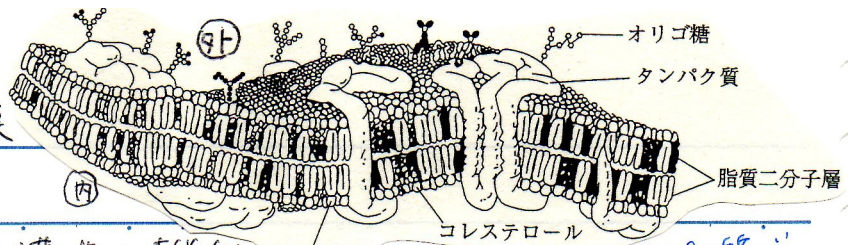
X染色体の色

X	X	♂ XY
X	X	



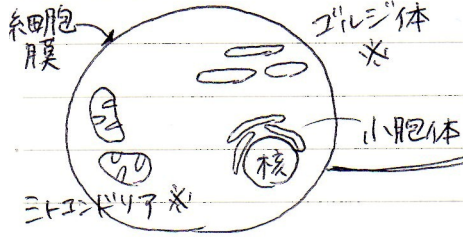
70% ほどみえてね。

↓  
"バート体" → 細胞ごとランダムに起る



第5講 細胞膜の構造と機能

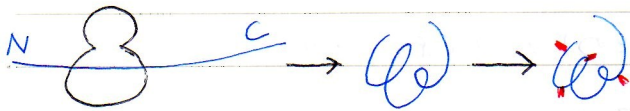
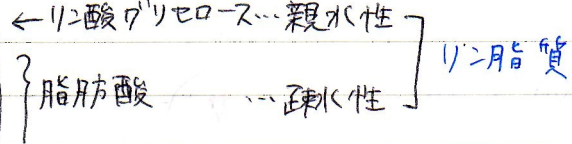
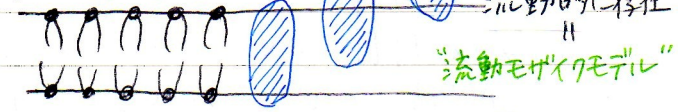
動物細胞



※細胞内小器官という。

〈細胞膜の構造〉

リン脂質二重層



糖やリン酸などが付加される。

膜タンパク質は細胞膜へ輸送される。

シグナルペプチドが目印になる。

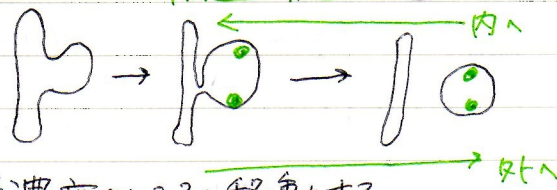
〈細胞膜の機能〉

1. 区画化
2. 物質輸送のバリア
3. イオンの輸送  
(膜電位の維持)
4. シグナル伝達
5. 細胞間相互作用
6. エネルギー変換:  $H^+ATP$ アーゼ  
(ミトコンドリア)

核・ミトコンドリア・小胞体についても、別のシグナル配列が存在する。

タンパク質内の細胞内シグナルに

↓ 使われる。  
輸送小胞が運び屋



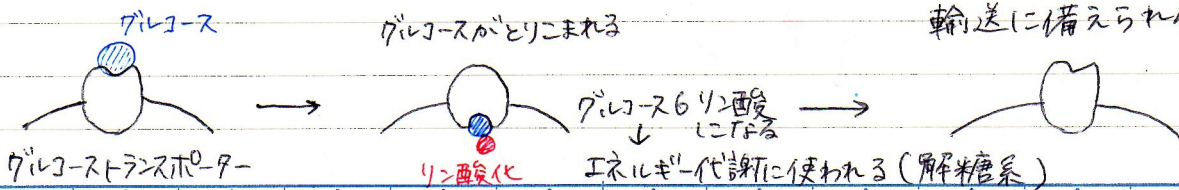
〈細胞膜を越えての物質の移動〉

1. 単純拡散: 物質は高濃度のところから低濃度のところへ移動する。

水,  $O_2$ ,  $N_2$ , エタノール など

2. 促進拡散: グルコース、アミノ酸など 栄養源として必要なものはより速く運ばないといけない。

次のグルコースの輸送に備えられる



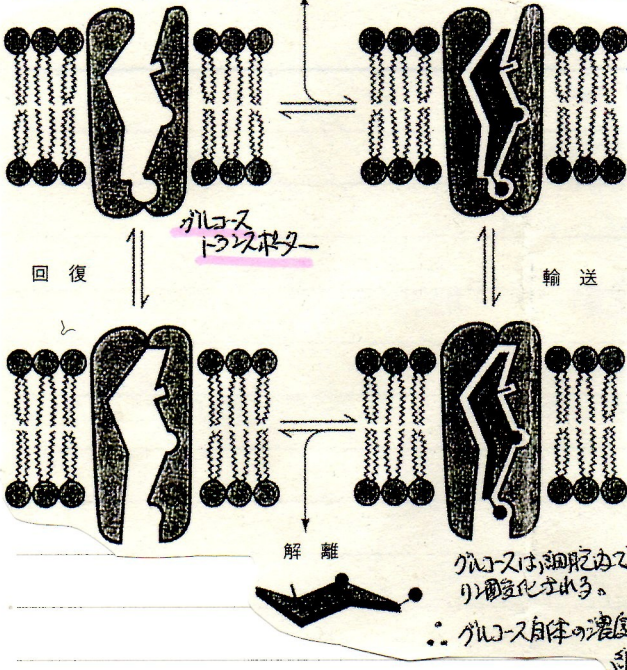
グルコース



結合

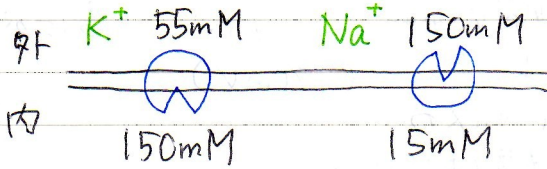
Date

No. 13



3. 能動輸送

Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+</sup>などを運ぶイオンチャンネル

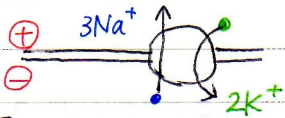


濃度勾配が形成されている。それぞれに対するイオンポンプがある。

グルコースは細胞内での濃度化される。

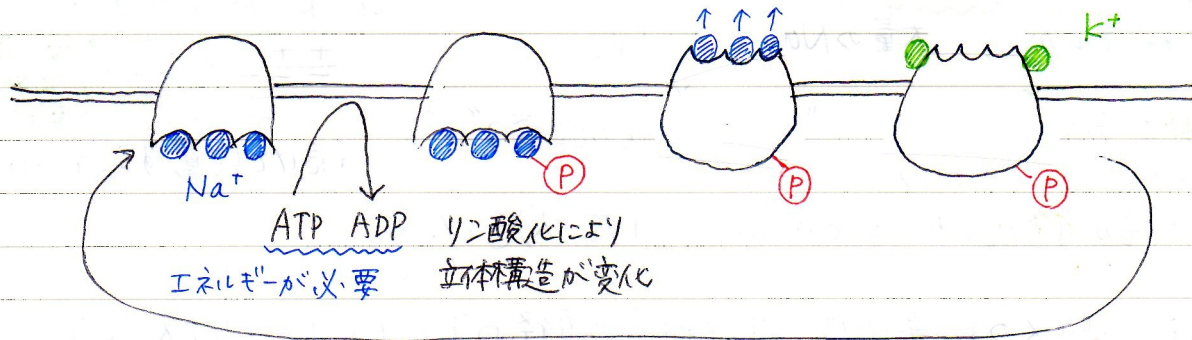
∴ グルコース自体の濃度は低い時維持される。

代表例 Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> ポンプ (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase)



Na<sup>+</sup> 3分子を外にくみ出し、かわりにK<sup>+</sup> 2分子を中に取り込む。

電位差が生じる。



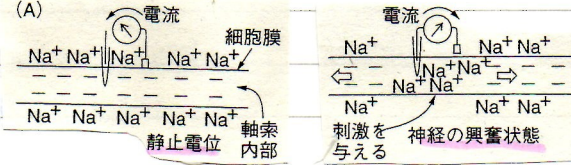
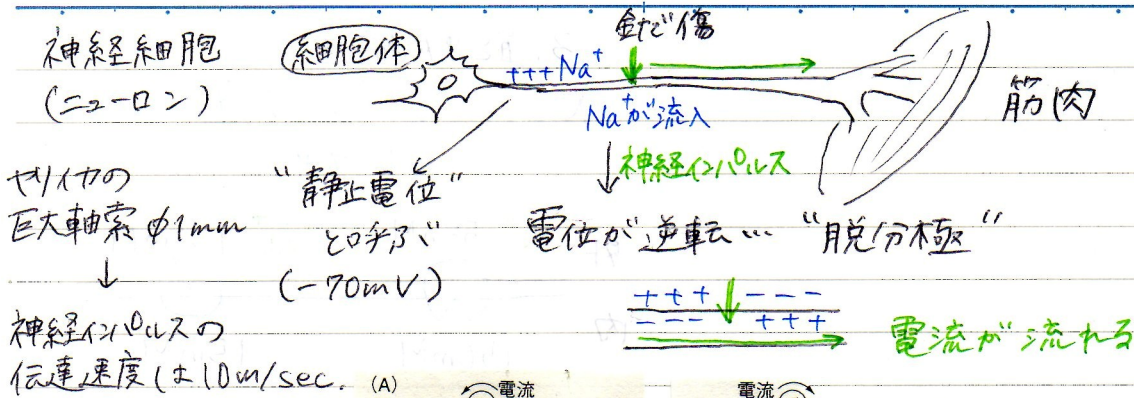
脱リン酸化されると元に戻る。

電位差 -70mV ... 「膜電位」と呼ぶ

動物系細胞が生きるために必要

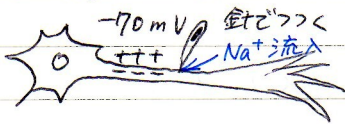
↓ (特に神経や筋肉)

動物では、全エネルギーの1/3がNa<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>ポンプに使われている。



(補足) 膜電位と神経インパルス

すべての動物細胞は、生きている限り膜内外の電位差 (-15~100mV) を持つ。



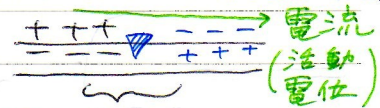
膜電位と呼ぶ (神経・筋肉では静電位と呼ばれる)

膜電位が -50mV をこえると、 $Na^+$  チャンネルが開き、大量の  $Na^+$  が流入する。

$Na^+/K^+$  ポンプの働きによる。

閾値がある。

“脱分極 (膜の興奮)”



続けて興奮することはない

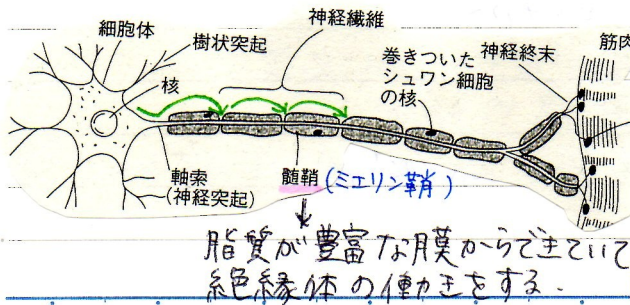
：全か無の法則という。

D傷が修復されるとその場所が不応状態となる。

神経インパルスの伝導速度：神経軸索の直径の平方根に比例して大きくなる。

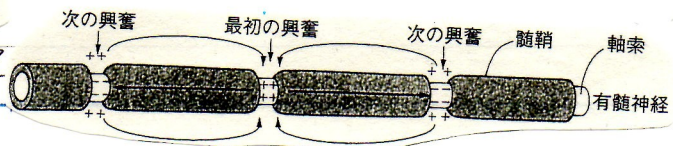
①  $\phi 480\mu m$  vs  $\phi 30\mu m$  約4倍速くなる。

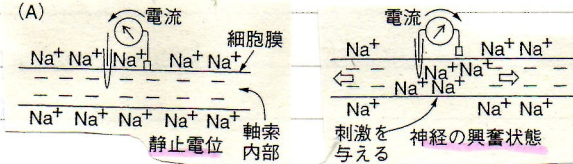
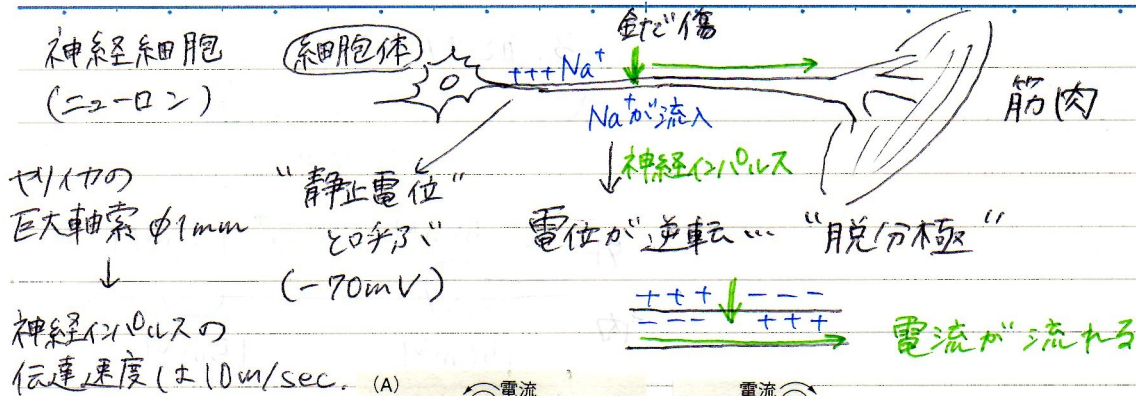
スピードアップには限界がある。軸索にミエリン鞘をまとわせる。



スキップして興奮が伝達：跳躍伝導 20m/sec. (ミエリン鞘のないの20倍速)

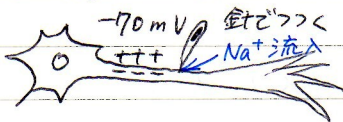
脂質が豊富な膜からできていて 色素緑体の働きをする。





(補足) 膜電位と神経インパルス

すべての動物細胞は、生きている限り膜内外の電位差 ( $-15 \sim -100mV$ ) を持つ。



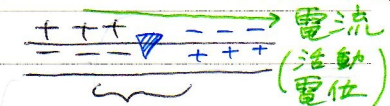
膜電位と呼ぶ (神経・筋肉では静止電位と呼ばれる)

膜電位が  $-50mV$  をこえると、 $Na^+$  チャンネルが開き、大量の  $Na^+$  が流入する。

$Na^+/K^+$  ポンプの働きによる。

閾値がある。 "脱分極 (膜の興奮)"

：全か無の法則という。



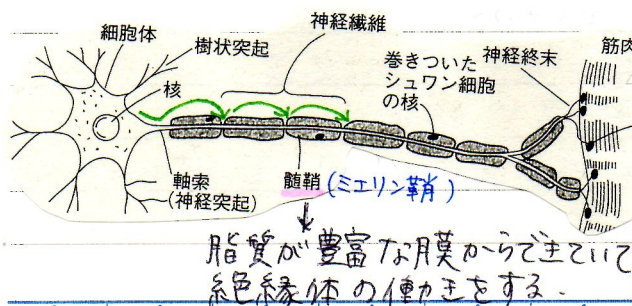
続けて興奮することはない

口傷が修復されるとその場所が不応状態となる。

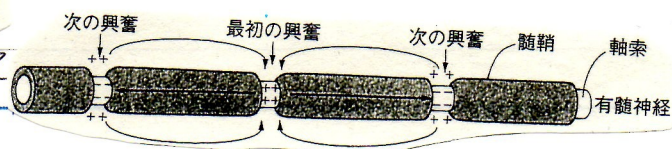
神経インパルスの伝導速度：神経軸索の直径の平方根に比例して大きくなる。

$\phi 480\mu m$  vs  $\phi 30\mu m$  約4倍速くなる。

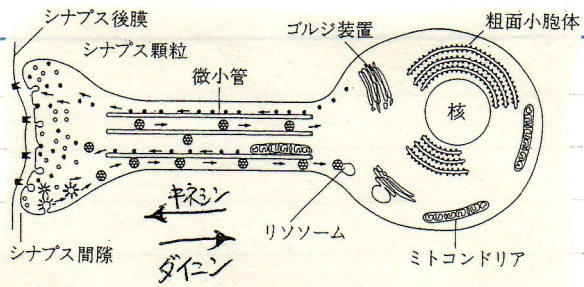
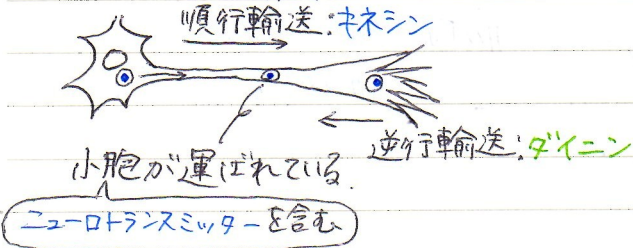
スピードアップには限界がある。軸索にミエリン鞘をまとわせる。



スキップして興奮が伝達：跳躍伝導  $120m/sec.$  (ミエリン鞘のないの20倍速)

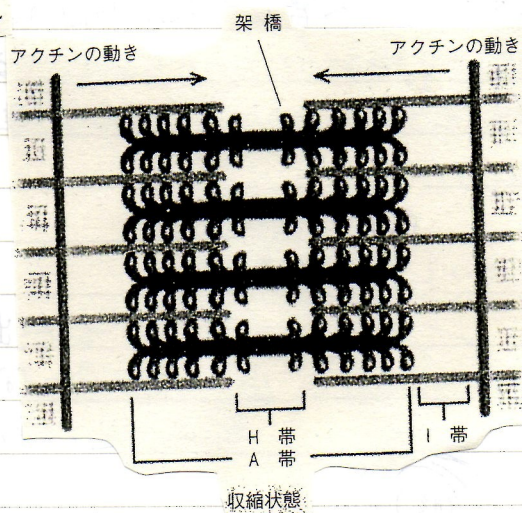
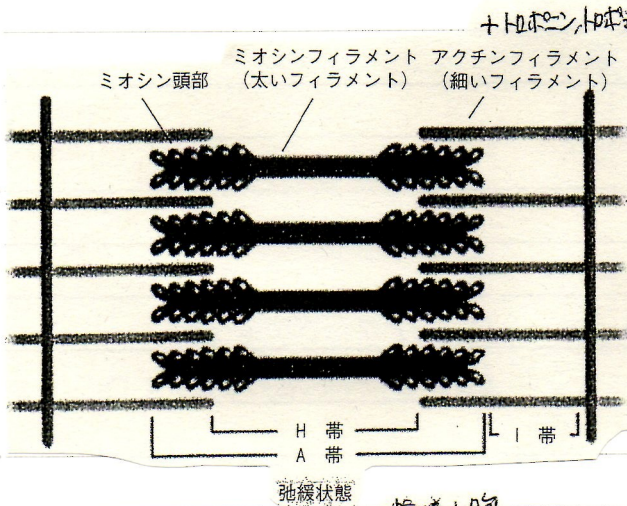
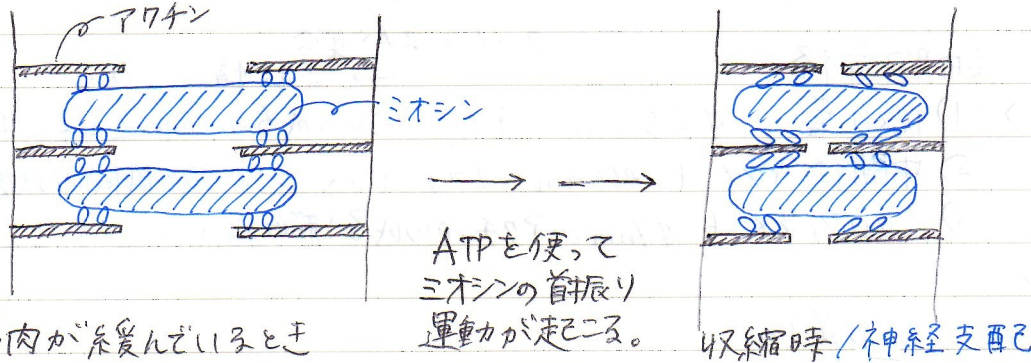


例その2 "軸索輸送"

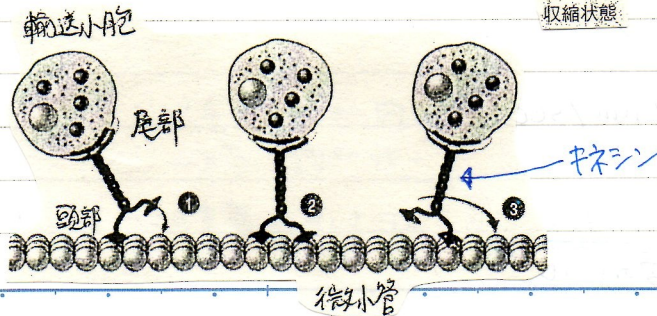


7-1 神経軸索輸送の模式図 (Preston et al., 1990)  
タンパク質の合体は細胞体 (右側) で行われる。左端のシナプス間隙へ神経伝達物質が放出される。神経伝達を含むシナプス小胞 (黒丸) は細胞体で形成され、神経終末へ輸送される。終末で回収された膜の残査は微細管の上を再び細胞体へ向かって輸送される。

例その3 "筋収縮"



自分でプリントとかも  
合わせて見てね!  
DVDも...?





## 第7講 呼吸によるエネルギー生産

ブドウ糖の分解反応(全体反応) ... "呼吸" と呼ぶ。



$$\Delta G_0' = -2872 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta G_0' < 0$ : 発エルゴン反応

$\Delta G_0' > 0$ : 吸エルゴン反応

↓  
38モルのATPに変換される。

(エネルギーを加えないと反応が進まない)

(補足)  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  という反応において、

$$\Delta G_0' = -RT \ln \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

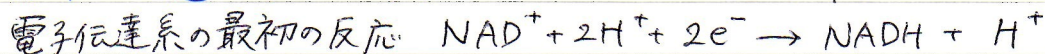
R: 気体定数

T: 絶対温度

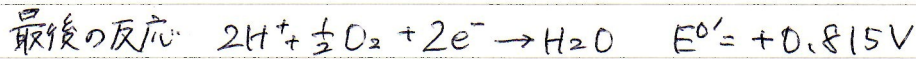
標準自由エネルギー変化

(1 mol/L, 25°C, pH7, 1気圧)

標準酸化還元電位  $E^0'$  (V): 還元力の強さを表す単位。



$$E^0' = -0.315 \text{ V}$$



標準酸化還元電位差  $\Delta E^0' = 0.815 - (-0.315) = +1.13 \text{ V}$

→ 3つのエネルギーを産む。  $\Delta G_0' = -nF\Delta E^0'$

受渡すに電子数  $n$  フラデー定数 (96.5 kJ/mol)

よ、この場合  $\Delta G_0' = -2 \times 96.5 \times 1.13 = -218 \text{ kJ/mol}$

F<sub>0</sub>F<sub>1</sub>ATP酵素に F<sub>1</sub>で3ATPに変換



$$\frac{30.5 \times 38}{2872} \times 100 = 40.4 (\%)$$

呼吸全体でのエネルギー変換効率

大腸菌

成人男性

1つに含まれるATP量 0.8fg (0.08%/菌重量)

ATP総量約50g (体重の0.08%)

↓

VS

↓

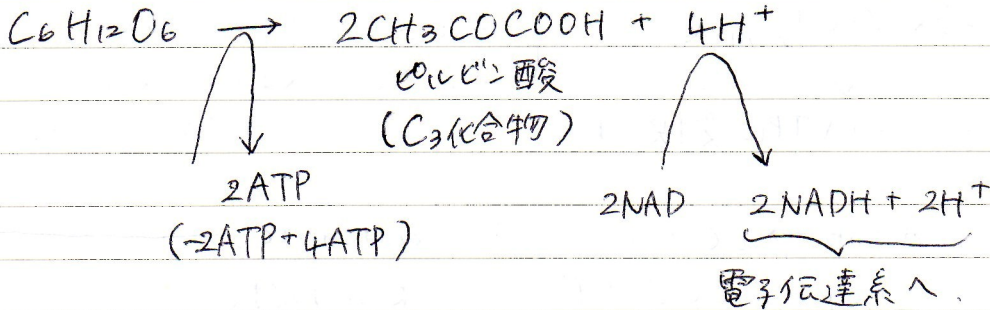
2秒で使い果たす(ADPに変換)

1日の消費量 190kg

(くり返してATPを作り続けている)

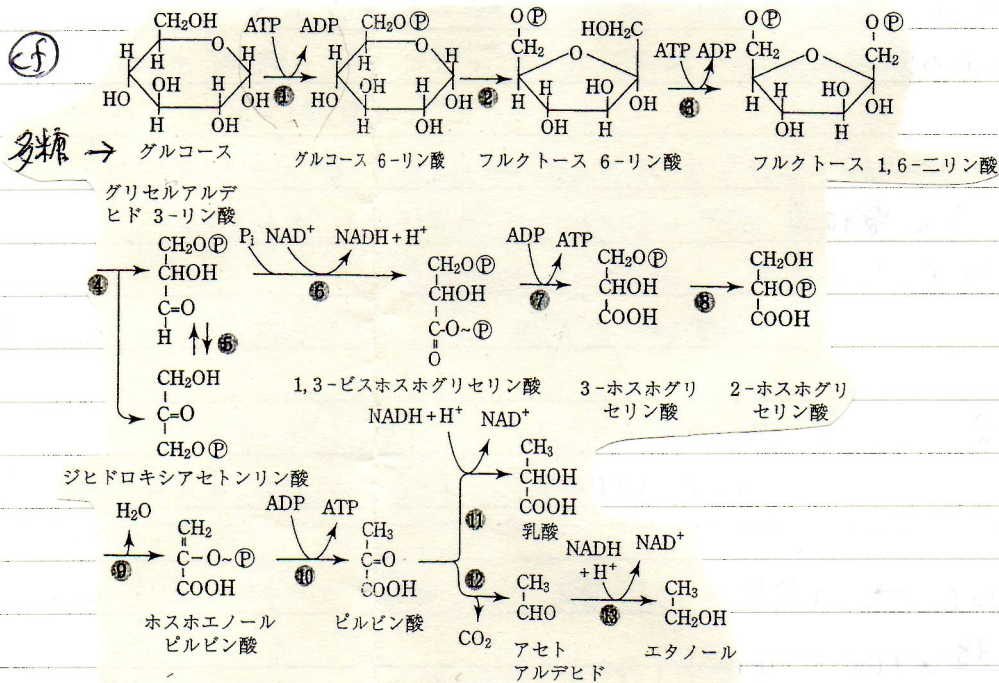
＊呼吸反応の中心

I. 解糖系 (酵素を使わない) ... 細胞質にて進行する。



$\Delta G^{\circ} = -197 \text{ kJ/mol}$

エネルギー変換効率 ...  $\frac{30.5 \times 2}{197} \times 100 = 31 (\%)$



Ⓟはリン酸基 (PO<sub>3</sub><sup>2-</sup>), P<sub>i</sub>は無機リン酸を表す。

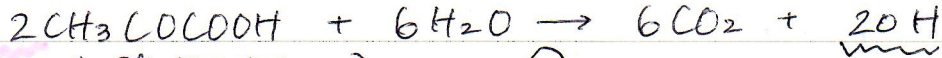
図 4.3 解糖: C<sub>6</sub>化合物 (グルコース) から C<sub>3</sub>化合物 (ピルビン酸へ)

①~⑬は、それぞれの過程で働く酵素。

- ① ヘキソキナーゼ, ② グルコースホスフェートイソメラーゼ, ③ ホスホフルクトキナーゼ, ④ アルドラーゼ, ⑤ トリオースホスフェートイソメラーゼ, ⑥ グリセルアルデヒドホスフェートデヒドロゲナーゼ, ⑦ ホスホグリセレートキナーゼ, ⑧ ホスホグリセロムターゼ, ⑨ エノラーゼ, ⑩ ピルベートキナーゼ, ⑪ ラクテートデヒドロゲナーゼ, ⑫ ピルベートデカルボキシラーゼ, ⑬ アルコールデヒドロゲナーゼ。

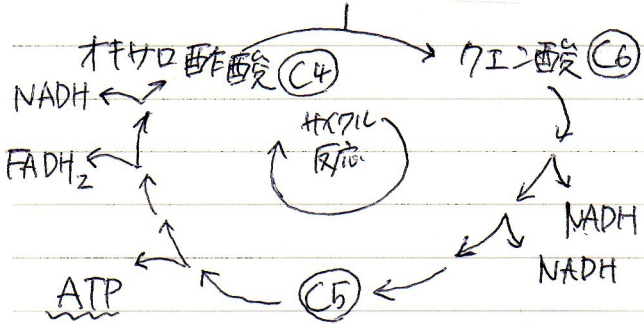
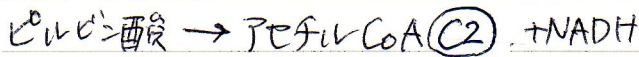
II. TCA回路 (有酸素) ... ミトコンドリアにて進行

(7酸化回路と比べられる) = 電子伝達系



ピルビン酸 (解糖系より)

2ATP (この35%は / 275ニルCoA → 3.7酸化 から)



8NADH + 8H<sup>+</sup>  
 2FADH<sub>2</sub>  
 1FADH<sub>2</sub>から2ATP合成  
 1NADHから3ATP合成  
 ↓  
 8 × 3(ATP) = 24  
 2 × 2(ATP) = 4

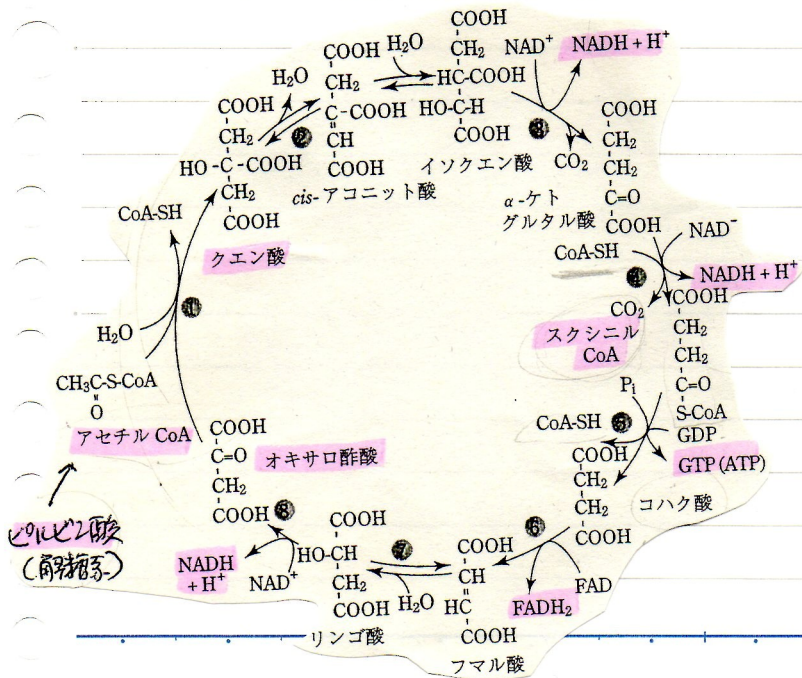
$\Delta G^{\circ} = -2675 \text{ kJ/mol}$

$\frac{30.5 \times 36}{2675} \times 100 = 41\%$

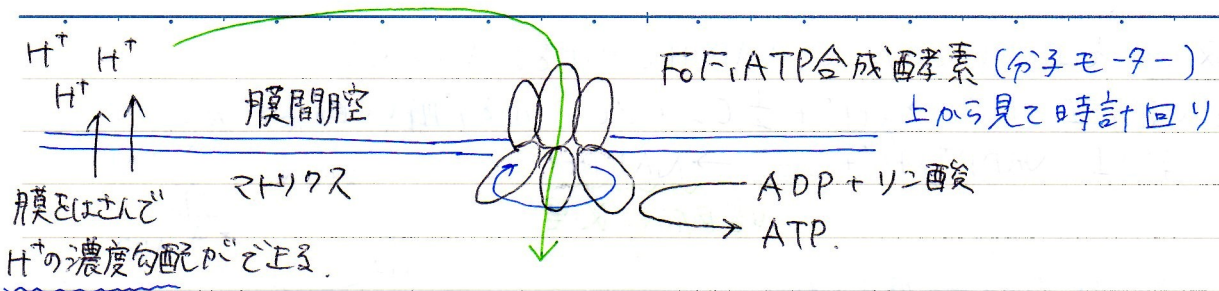
解糖系よりも

エネルギー変換効率が良い。 ∴ 2 + 28 + 6 = 36 ATP

28 (ATP)  
 + 解糖系より 6 (ATP)  
 (2NADH からできた分)







上から見て時計回りに回転させてみた。  
反時計回り ↑ ↓ ADP  
ATPが合成!

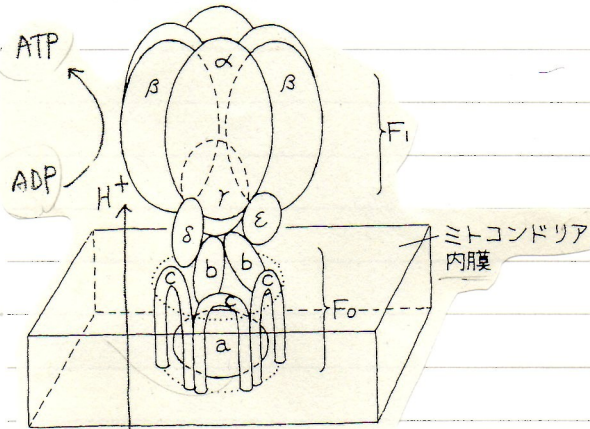


図5-13 F<sub>0</sub>F<sub>1</sub>複合体の構造。F<sub>1</sub>はα, β, γ, δ, εの5種類のサブユニット, F<sub>0</sub>はa, b, cの3種類のサブユニットからなる。

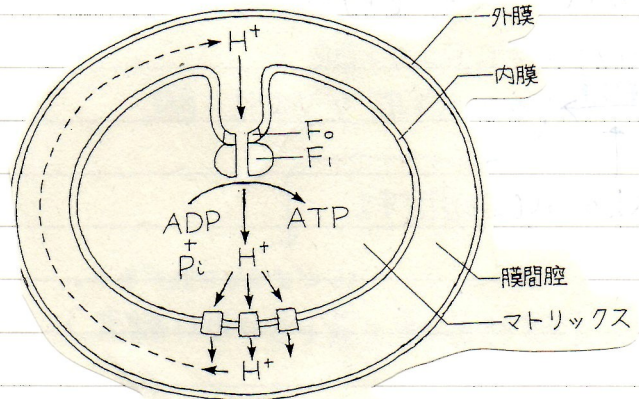


図5-12 ミトコンドリアでのATP合成

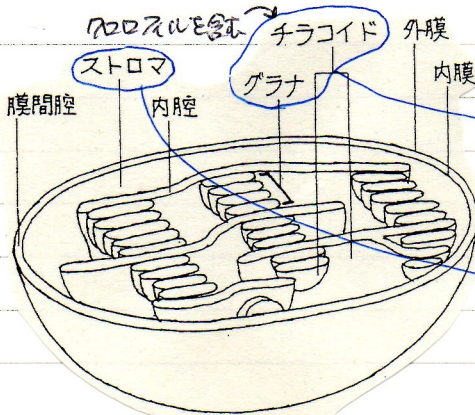
## 第8章 生体エネルギー

### <光合成>



$\Delta G_0' = +2872 \text{ kJ/mol}$

強い吸エロゴン反応

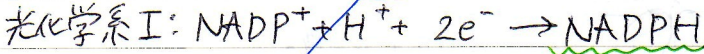
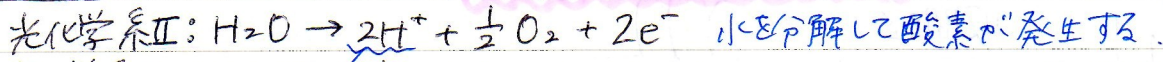


明反応 (光が必要とする反応)

暗反応 (光がなくても進む反応)

図6-1 葉緑体

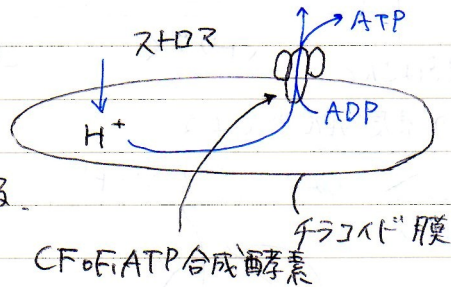
明反応: 光エネルギーとCO<sub>2</sub>で、NADPHとATPを合成する反応。



暗反応に必要

チラコイド内腔中へ放出される。

→ CF<sub>0</sub>F<sub>1</sub> 酵素を介してATP合成に使われる。



暗反応: 明反応で生成されたATP, NADPH

を用いて、CO<sub>2</sub>を固定してグルコースを合成する反応。

“カルビン回路”と呼ばれる。

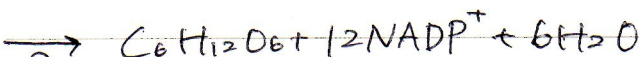
リブロース1,5ニリン酸

酵素 → 3-ホスホグリセリン酸

↑  
大気からCO<sub>2</sub>を固定する。

ルビスコと呼ばれる。

(植物細胞で最も量の多い酵素)



グルコース

18 ATP → 18 ADP

<C4植物>

C3植物: クロレラ, ホウレンソウ, タマネギ, イネ...

(ピルビン酸を中間代謝物として使う)

C4植物: サトウキビ, トウモロコシ, サボテン, パイン...

(主に熱帯にある)

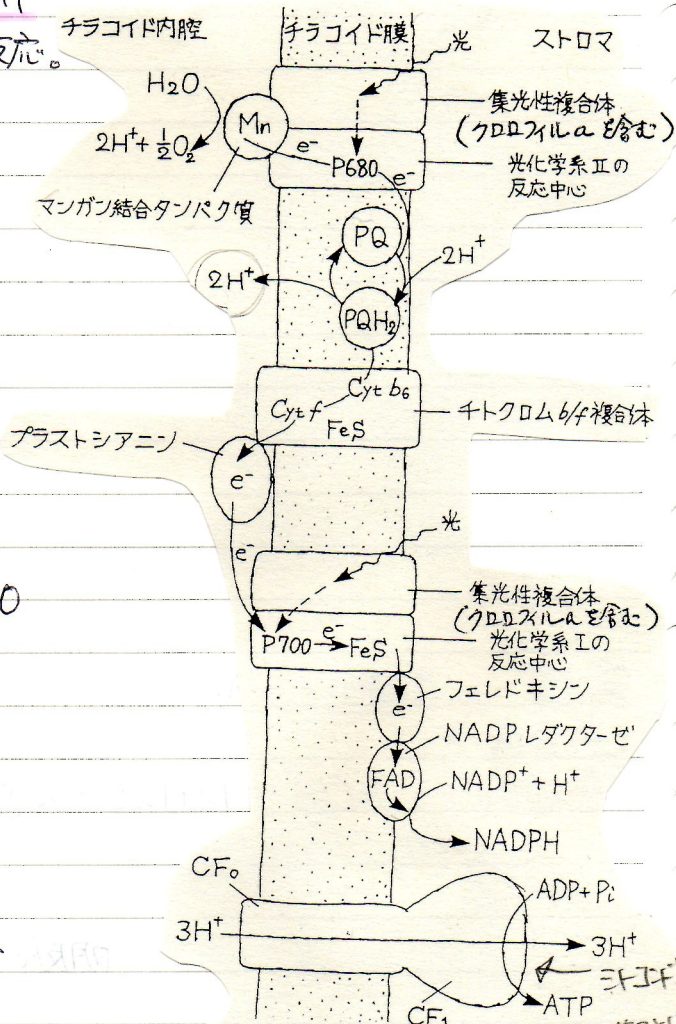
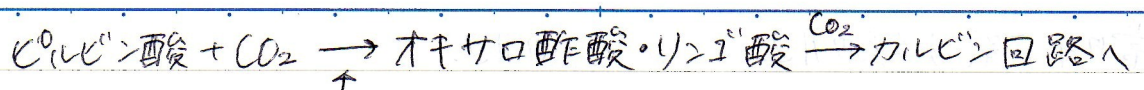


図6-7 光合成の光化学系 II, I と ATP 合成酵素。PQ はプラストキノン

ミトコンドリアのATP合成は向いが違う



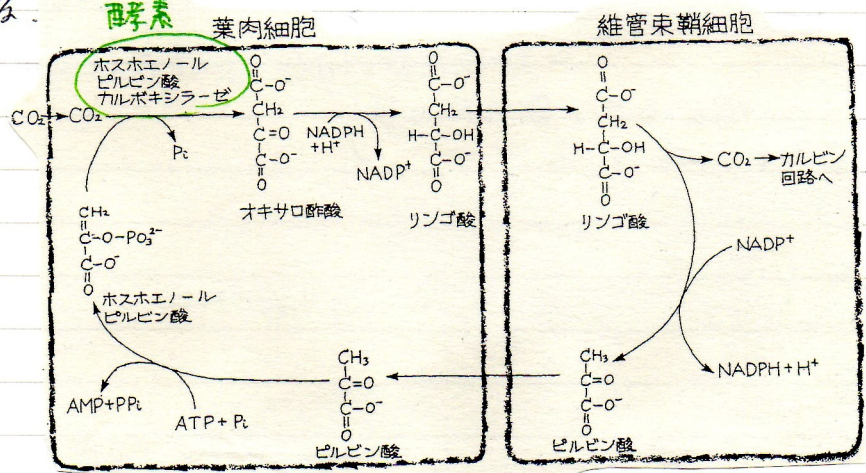
↑  
 ホスホエノール C<sub>4</sub>ルビンを酸 カルボキシラーゼ

↓  
 C<sub>4</sub>植物のみが持っている

- (有利な点) ・暑い地域でも光合成できる。  
 ・低いCO<sub>2</sub>濃度でもCO<sub>2</sub>を固定できる。

農作物の生産性向上 レビスエはCO<sub>2</sub>濃度が低いと反応しない。  
 大気中のCO<sub>2</sub>濃度を下げる。

特殊な  
 酵素



C<sub>4</sub>植物の炭酸固定

第9講 細胞周期と癌がんの仕組み

\*哺乳類の体にある細胞の分類

約60兆個

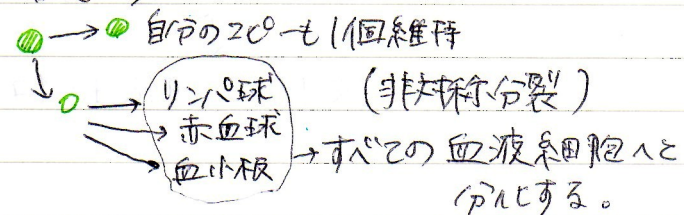
- 1) 分裂能のない細胞 ... 神経細胞, 筋肉, 赤血球など
- 2) 普段は分裂しないが、外から刺激を受けると増え直する細胞

必要に応じて分裂を開始する

... 月干細胞 (外科切除すると、その分だけ増える)

リンパ球 (抗原刺激によつて増える)

- 幹細胞
- 造血幹細胞
  - 神経幹細胞
  - 毛根幹細胞



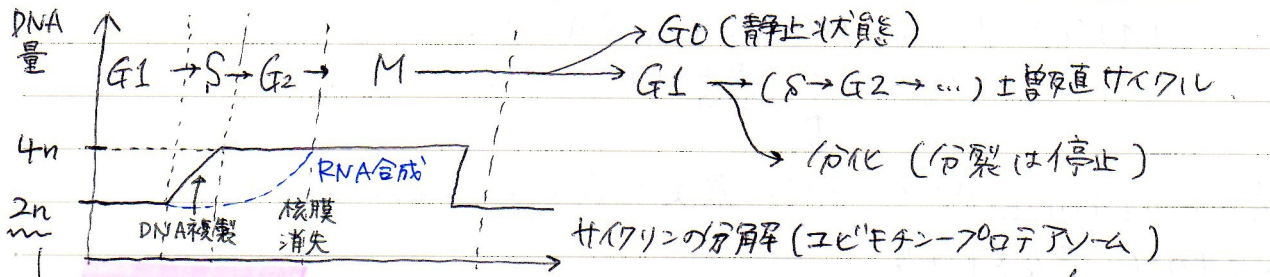
ルツハイマーなどの病気に対する

再生医療として注目されている!

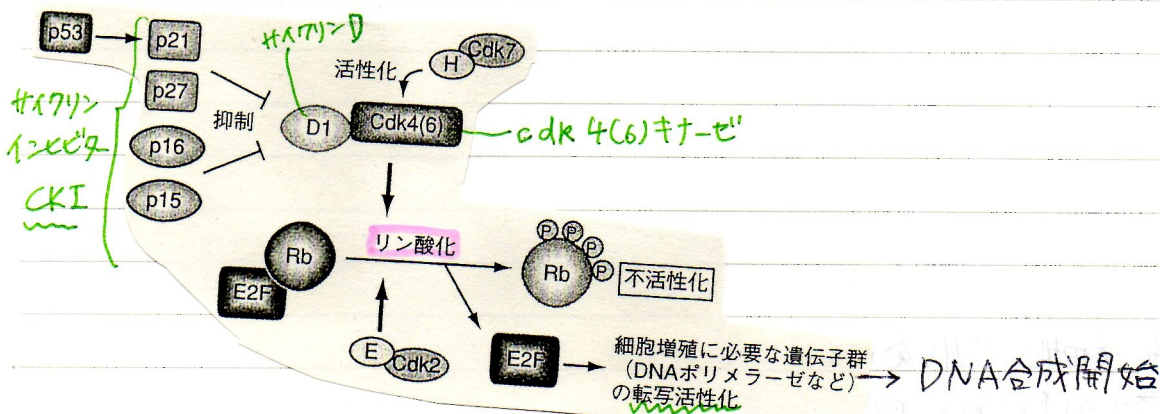
### 3) 正常に分裂する細胞 ... がん細胞

細胞周期 = 細胞分裂が順序正しく進むプロセス

間期:  $G_1 \rightarrow S \rightarrow G_2 \rightarrow$  分裂期M (前-中-後-終末期)



$n$ は人間が必要な最低限の量  
(染色体は2本だから  $2n$ )



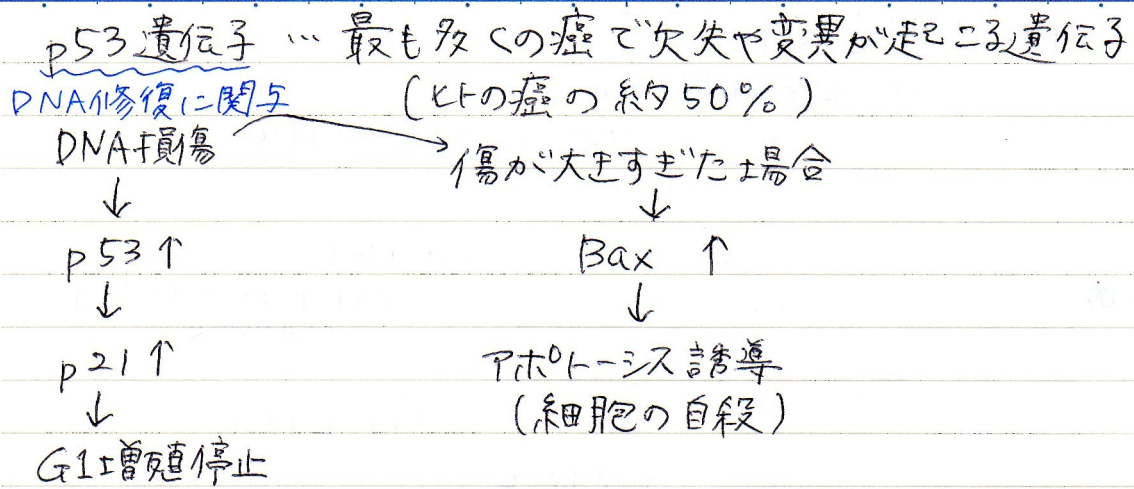
RbやCKIを欠損した細胞は、  
細胞周期の回転にブレーキがかからず癌化する。

RbやCKIは、がん抑制遺伝子と呼ばれる。

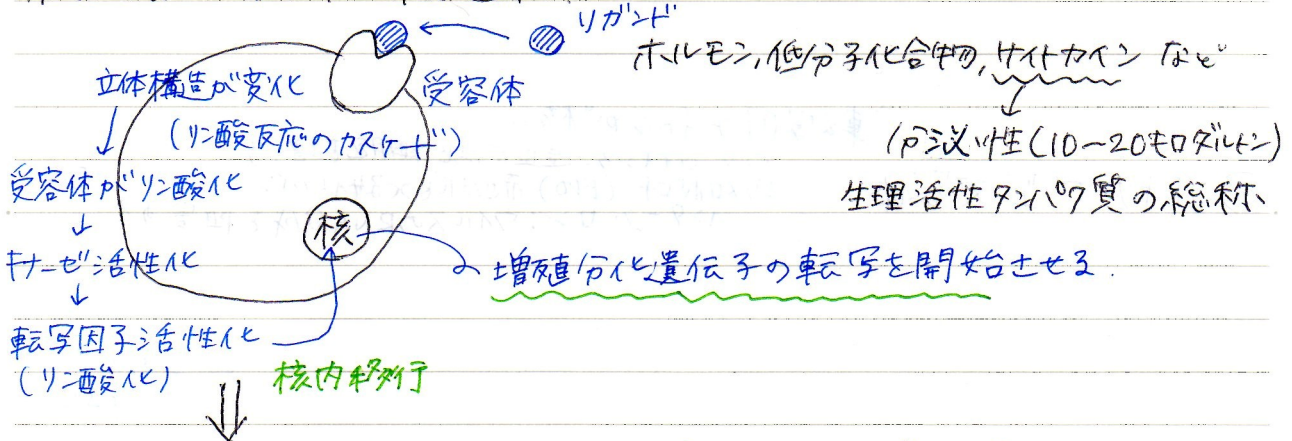
劣性がん遺伝子 (2コピー欠損しないと癌化しない)

優性がん遺伝子 (1コピーの活性化型変異で癌化)



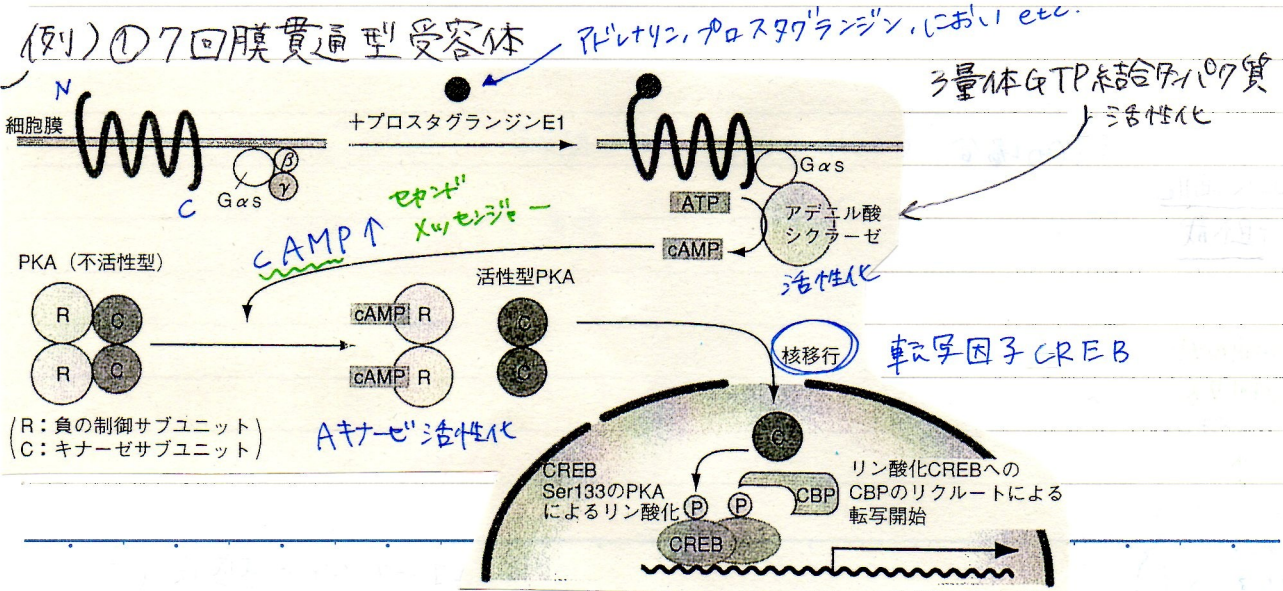


### 第10講 シグナル伝達系

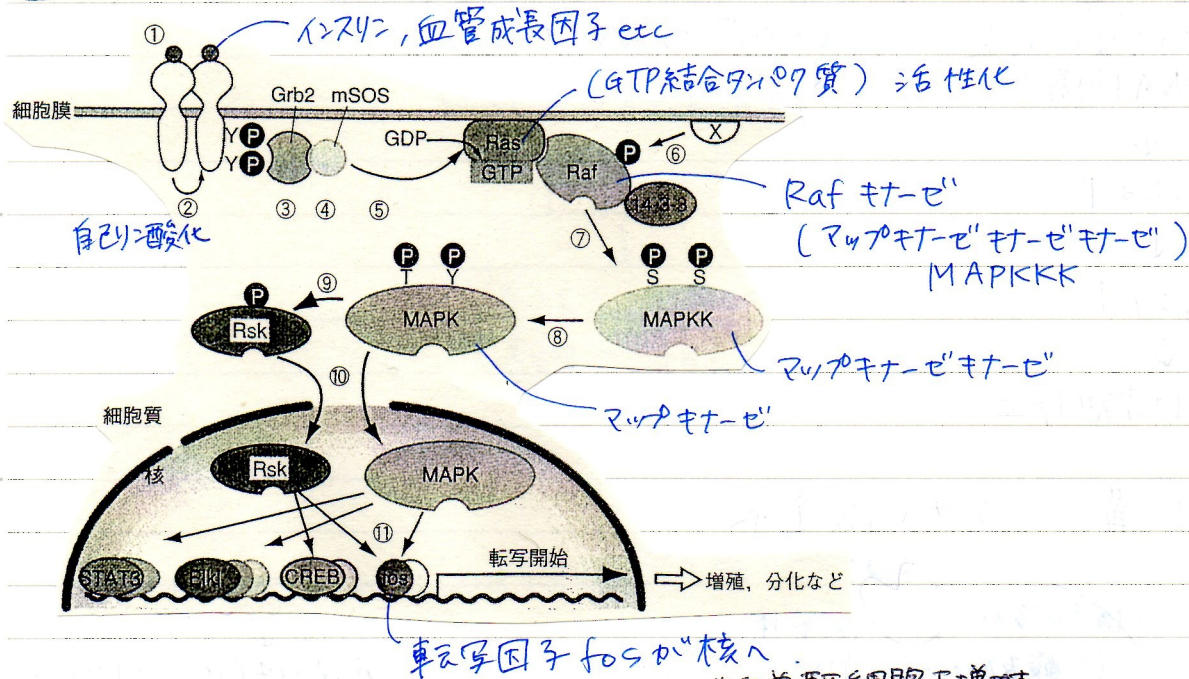


この細胞内でおこる連続的な反応 → “シグナル伝達” という。

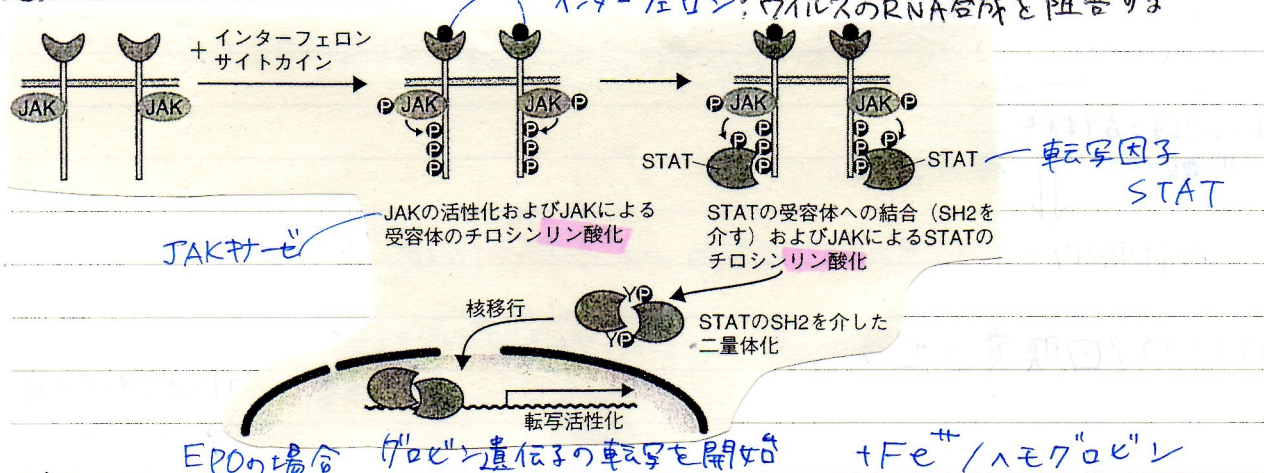
#### 例) ① 7回膜貫通型受容体



## ② チロシンキナーゼ型受容体

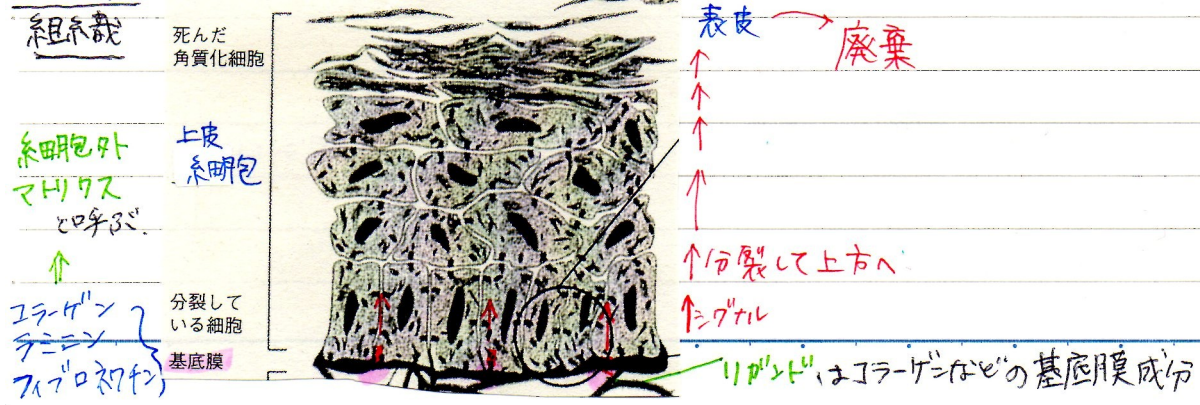


## ③ 非キナーゼ型受容体

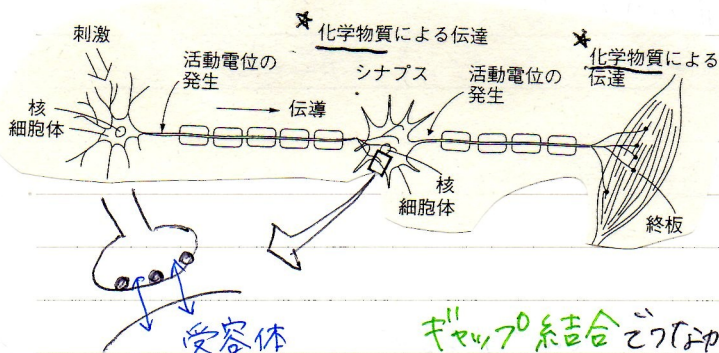


EPOの場合 グロビン遺伝子の転写を開始 + Fe<sup>2+</sup> / ヘモグロビン

## 上皮細胞

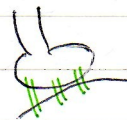


### 細胞間シグナル伝達の代表例



★ ニューロトランスミッター を介してシグナルが伝わる。  
↓  
このタイプのシナプスを“化学シナプス”と呼ぶ。

★ カルシウム結合 しているものもある。  
→ “電気シナプス” と呼ぶ。



中枢神経系 ↔ 末端神経系

物理刺激 → 感覚神経 → 脊髄背根 → 大脳

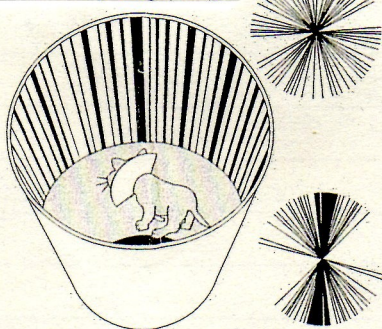
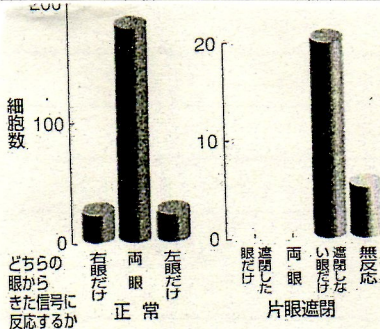
反射  
大脳 ← 腹根 ← 運動神経 → 筋肉

↓  
運動指令の場所  
領域により役割が異なる。

意志を介した  
応答

### 神経ネットワーク成立の基礎 = “シナプスの可塑性”

1963 「キューバルウィーゼルの片眼盲実験」



[左] 正常なネコの視覚野細胞は両眼から入った信号に反応するものが多いが、片眼遮断で育ったネコは遮蔽なしの眼から入った信号にだけ反応するものが多い (ヒューベルとウィーゼルの実験結果) [右] 感受性期のネコに縦縞だけを見せる装置と神経細胞の変化。カフスは自分の体の線を見るのを防ぐ。正常ネコの神経細胞30個が最もよく反応する傾きは上のようになるが、縦縞だけ見たネコの細胞は縦縞に反応するものが多い (ブレイクモアとクーバーの実験)

常に刺激があればシナプス結合は強化され、  
信号がなければ弱化する。

しかし、0にはならない。

子ネコの片眼をふさいで育てる。

→ 両眼に反応する神経細胞はなくなり、

ひらいていた眼にのみ反応するようになった。

糸状じま模様の部屋で育てる。

→ 糸状の糸線に過剰に反応するようになった。

大脳視覚野

### ヒト第1次視覚野

シナプス密度 出生時 2400億/cm<sup>3</sup> ↑ 増加

生後8ヶ月 5600億/cm<sup>3</sup> ↓ 減少

10歳 300億/cm<sup>3</sup> ↓ 減少

神経回路の  
成達が起きている。

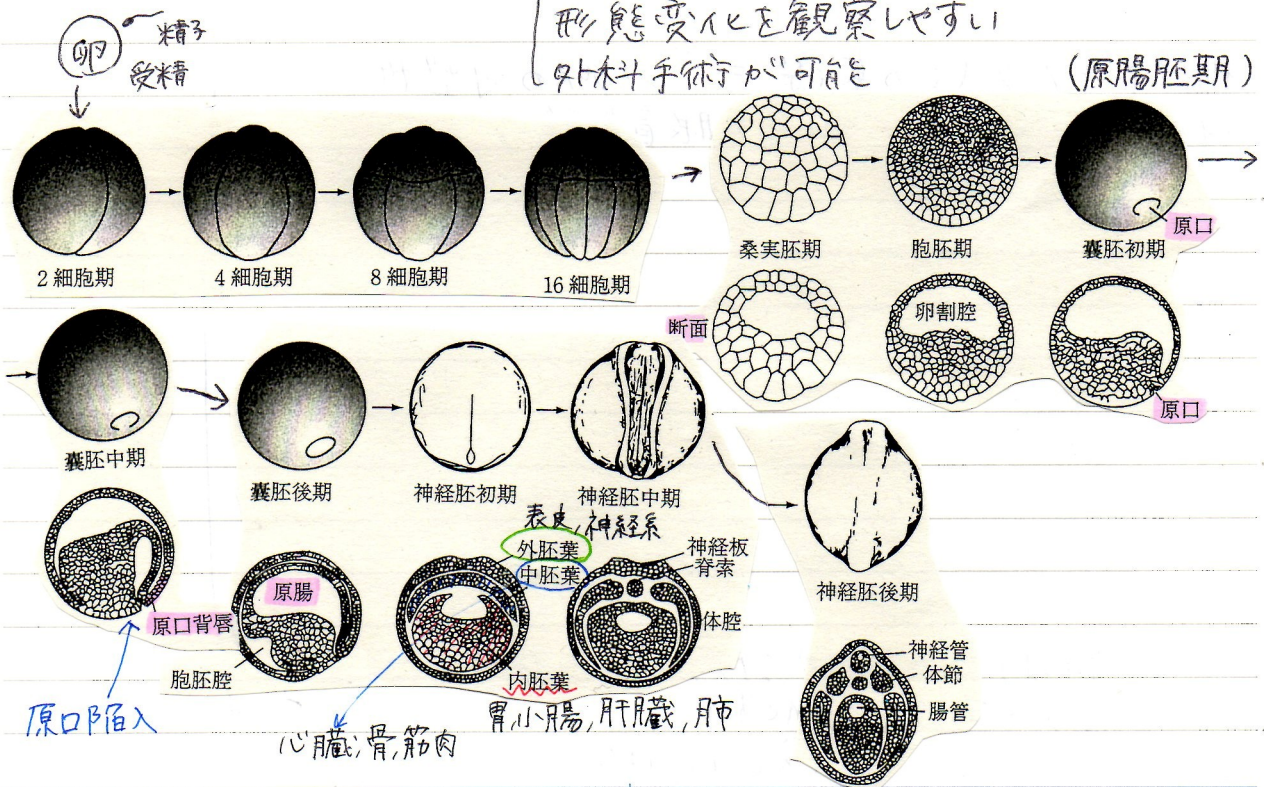
感受性期

### 第11講 発生

#### カエルの発生

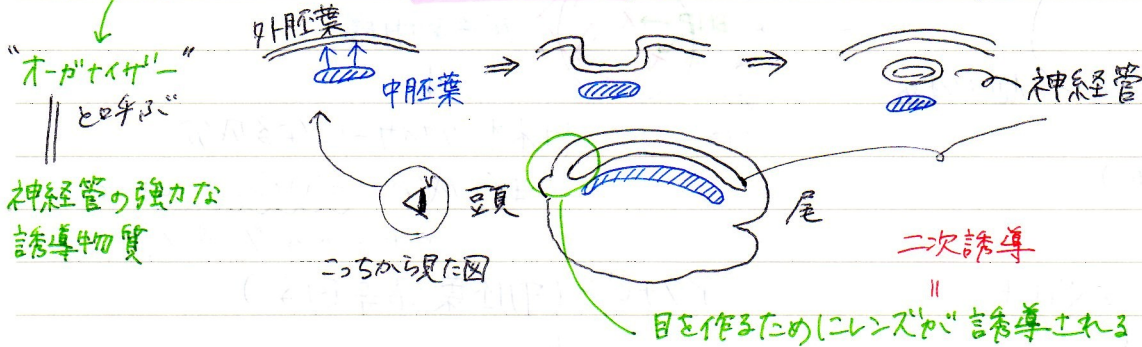
〈材料〉 アフリカツマガエル

卵が径1.2mmと大きい  
形態変化を観察しやすい  
外斗手術が可能





中胚葉のある領域(原口背唇部)には神経板の誘導が定こる。



発生原理として重要なポイント

1. 初期胚の卵割球には、体すべてを作る能力がある。

→ (8細胞期まで)

将来何の臓器になるか

2. (イモリの場合)のう胚初期までは各胚葉の分化運命は決まていない。

スーパーマンの交換移植実験 (1918)

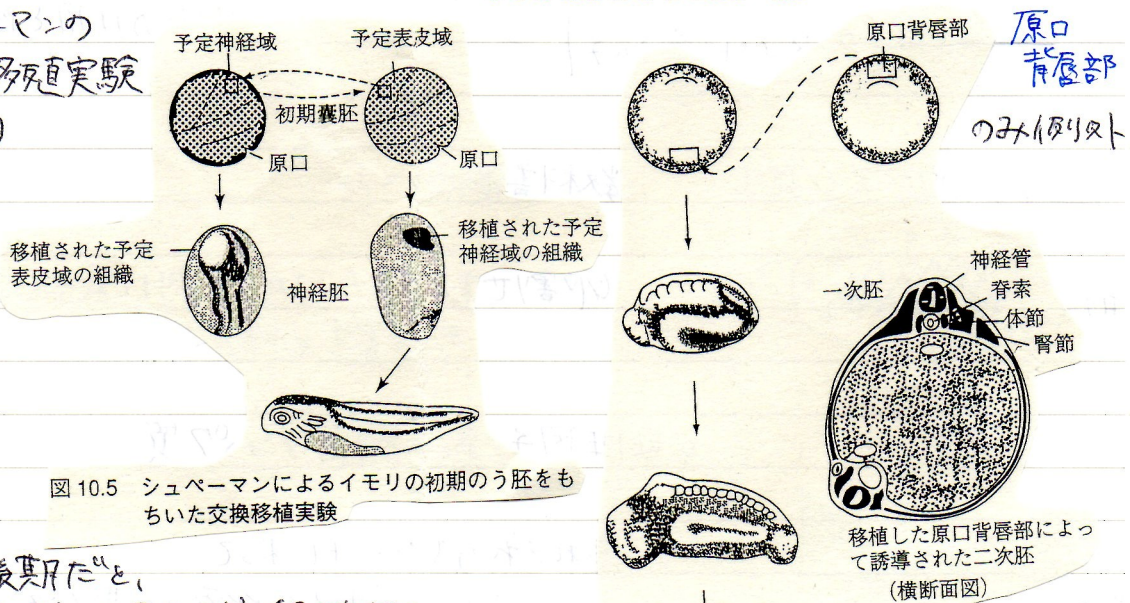
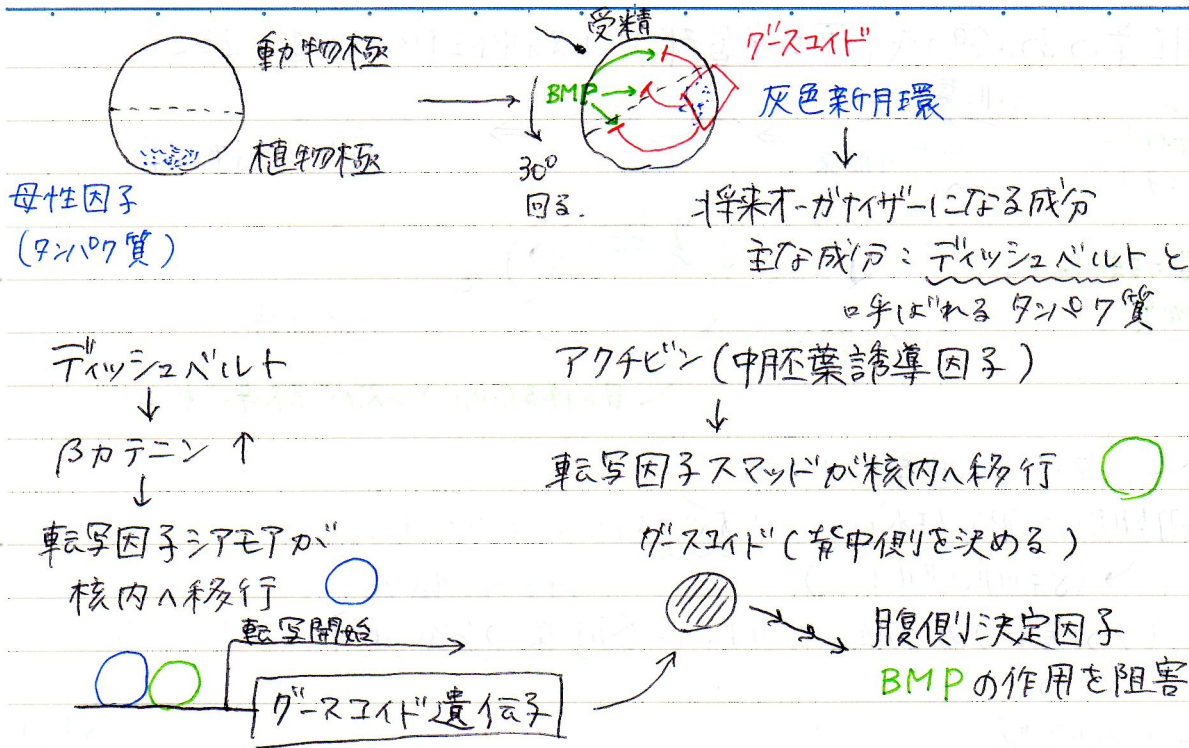


図 10.5 シューパーマンによるイモリの初期のう胚をもちいた交換移植実験

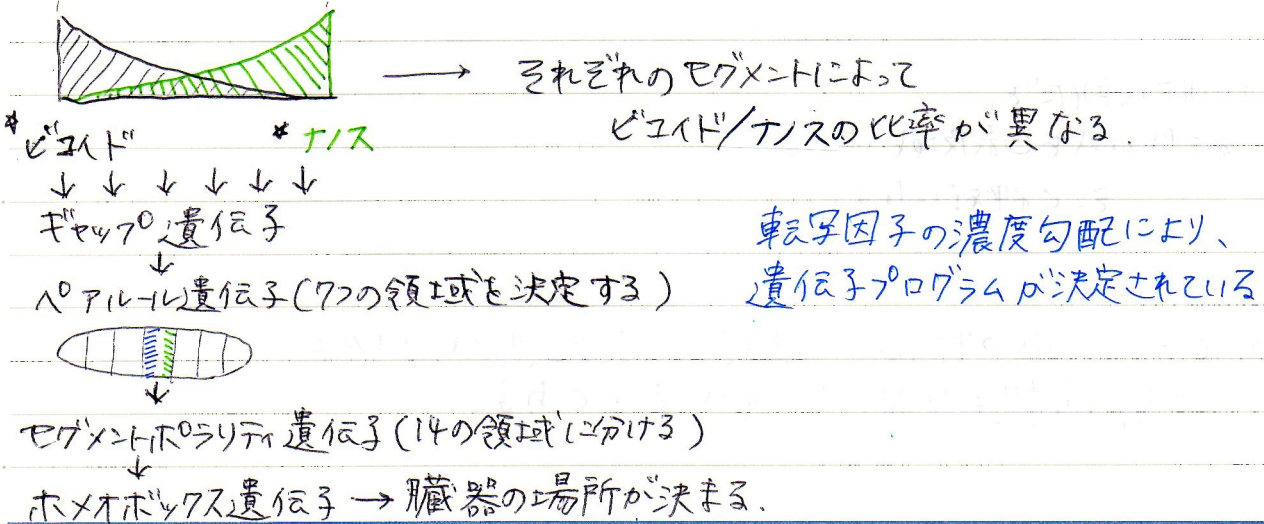
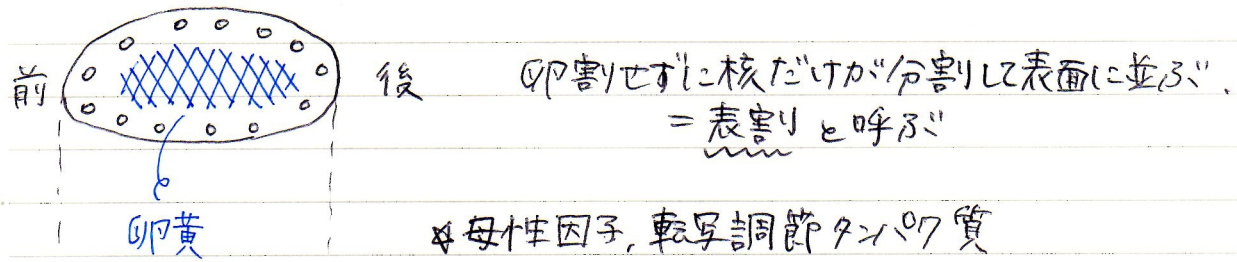
のう胚後期だと、

● 神経領域を口表皮域へ移植するとそこが神経になる!

3. 発生とは、胚の中で起こる連続した形態形成運動と、細胞間相互作用による分化誘導である。



ショウジョウバエの発生      教科書参照しね.



# 第12講 生殖

有性生殖 ↔ 無性生殖 (細菌, イモなど)

♂ 配偶子 (精子)  $n$       ♀ 配偶子 (卵)  $n$  ... 一倍体 (染色体1セットのみ)

受精

接合子  $2n$

“減数分裂”により  $2n \rightarrow n$  になる。

♂ 精子  $n$

♀ 卵  $n$

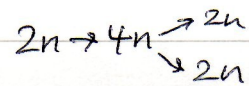
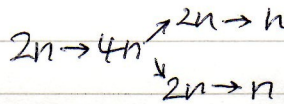
生殖器官にて行われる。

生殖系細胞のみ。

多くの動物 ... 成体世代'  $2n$   
コケ類 ... 成体世代'  $n$

減数分裂

vs 体細胞分裂



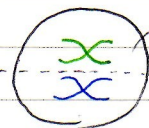
♂

♀

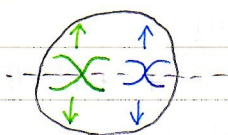
← 相同染色体が対合する。

相同染色体は独立して動く。

のりのような特殊なタンパク質シフトネズ構造という。



“交叉”が起こる。

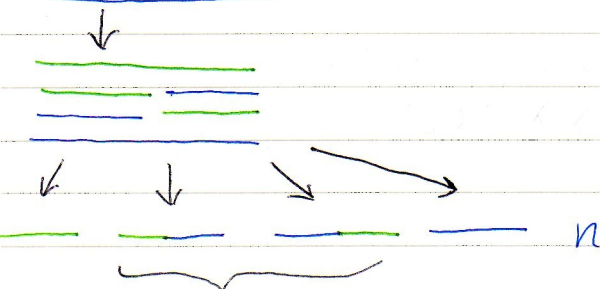


一本鎖DNAに切れ目が入り、

そこで相同的組換えがおこる。

“キアズマ”という。

交叉

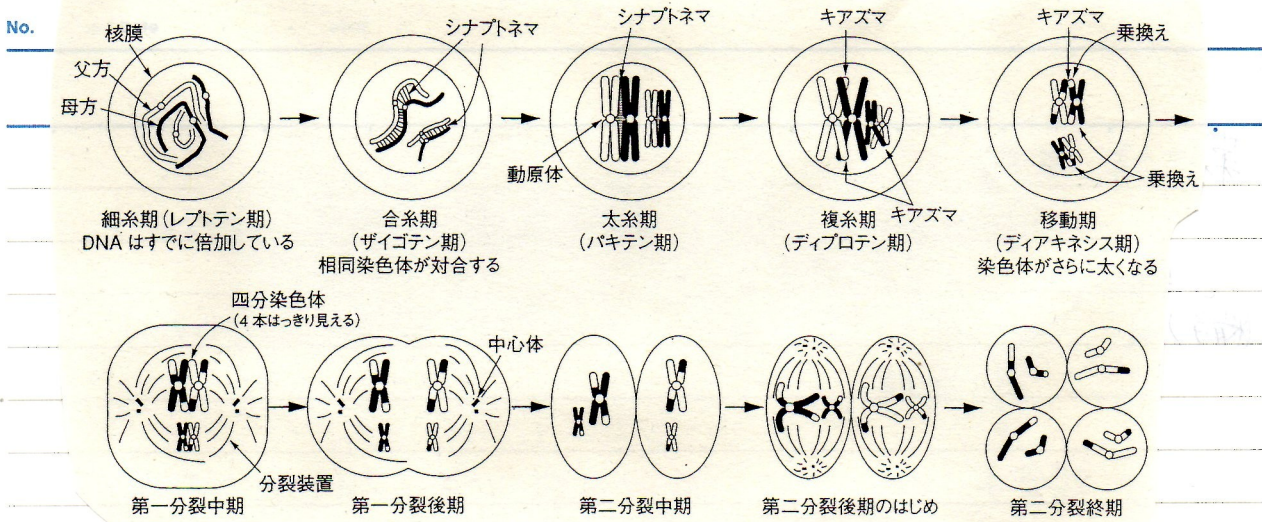


種の存続と進化の原動力となる!

♂ 母の遺伝情報が混ざり合う → 子孫の遺伝子組成に多様性が生まれる。



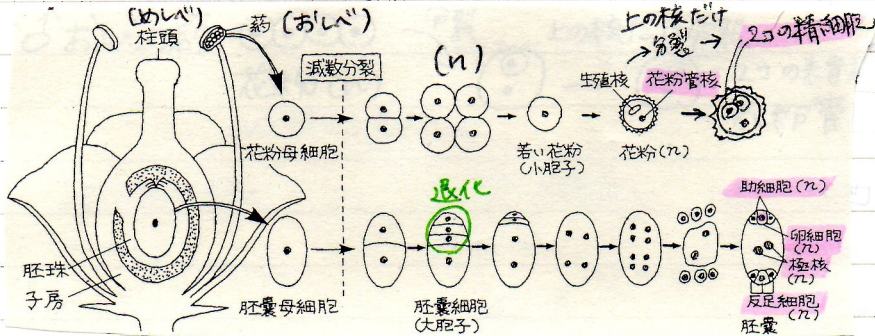
染色体は4本である



染色体は2本となる

白は父親由来  
黒は母親由来

### <被子植物の生殖様式>



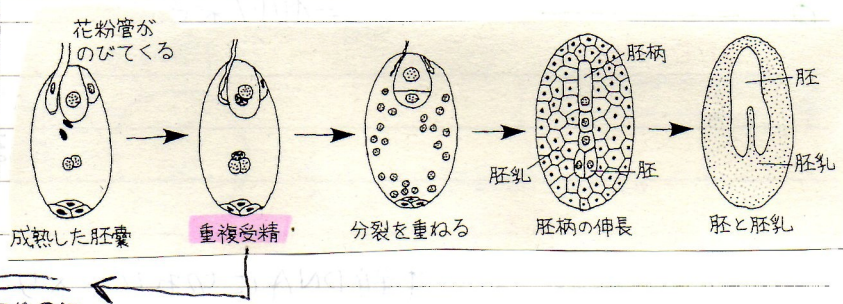
花粉管核を  
前にして伸長  
反応が起こる。

卵細胞  $n$  + 精子細胞  $n$   
→ 胚  $2n$

極核  $n, n$  + 精子細胞  $n$   
→ 胚乳  $3n$

(養分を貯える系組織)

イネではデンプン, ナタネでは脂肪



### <性の決定様式>

哺乳類  
 $\left\{ \begin{array}{l} XX \text{ ♀} \\ XY \text{ ♂} \end{array} \right.$

SRY トランジェニックマウス  
 XXでも♂になった。

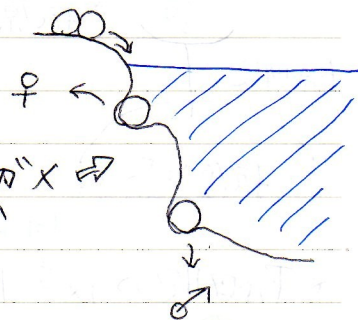
♂にかえり転写因子 SRY が含まれる

### ショウジョウバエ

性染色体 / 常染色体 = 1 ... ♀  
 = 0.5 ... ♂

性染色体の含有比率が  
 少ないと♂になる。

線虫  $XO = \sigma$   
 $XX = \sigma$  雌雄同体



ハチや類

卵の保温  $22 \sim 27^\circ\text{C}$   
 ↓ 温度  $> 30^\circ\text{C}$   
 性を決定

ハダゲ  
 ♀  
 ♂

ウミガキ  
 ♂  
 ♀

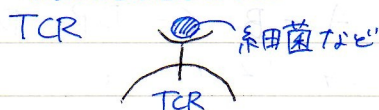
スッポン  $< 20^\circ\text{C}$  → ♀  
 $> 30^\circ\text{C}$  → ♂  
 アリゲーター 卵(7-21日)  $< 30^\circ\text{C}$  ♀  
 $> 34^\circ\text{C}$  ♂

地面の巣 } 別々の場所に産む。  
 木の葉の上

第13講(?)

免疫系 - 外来の細菌やウイルスを排除するための防御機構

B細胞 ... 抗体をつくる (体液性免疫)  
 T細胞 ... T細胞受容体を介して外来物質を捕捉する。  
 (細胞性免疫)

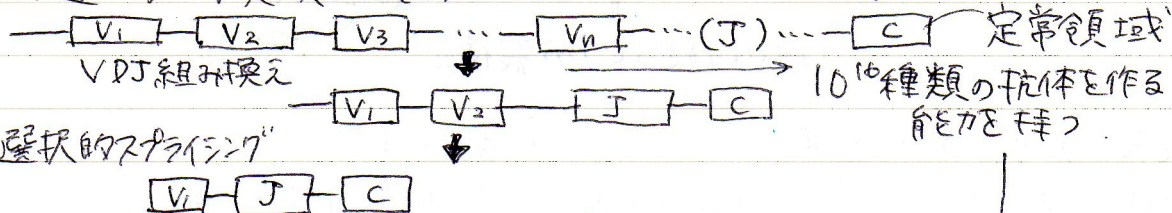


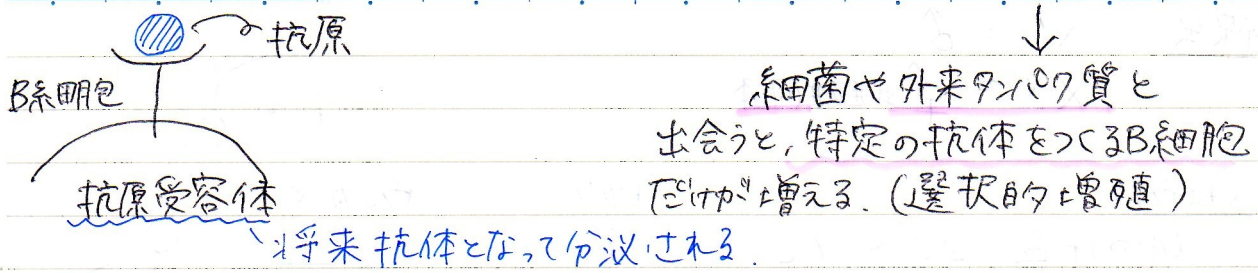
無限の数の外来物質に対してどのように対抗するの?

↓  
ゲノムDNAの再編成 (VDJ, 組換え)

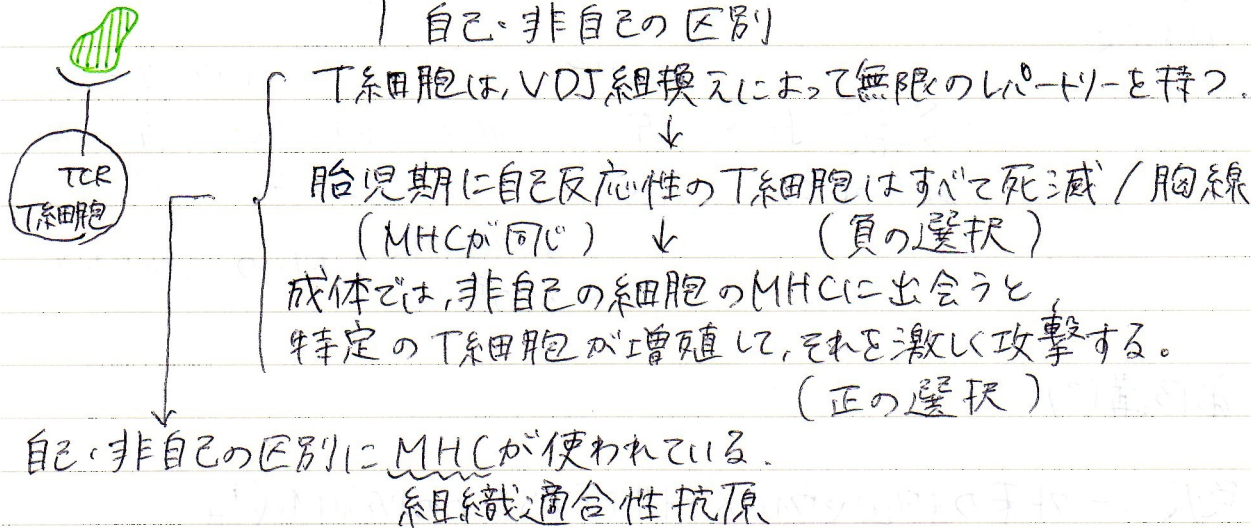
↓  
 抗体遺伝子, TCR遺伝子に特異的

抗体遺伝子 可変領域 (V) ... n=500 くらい種類がある





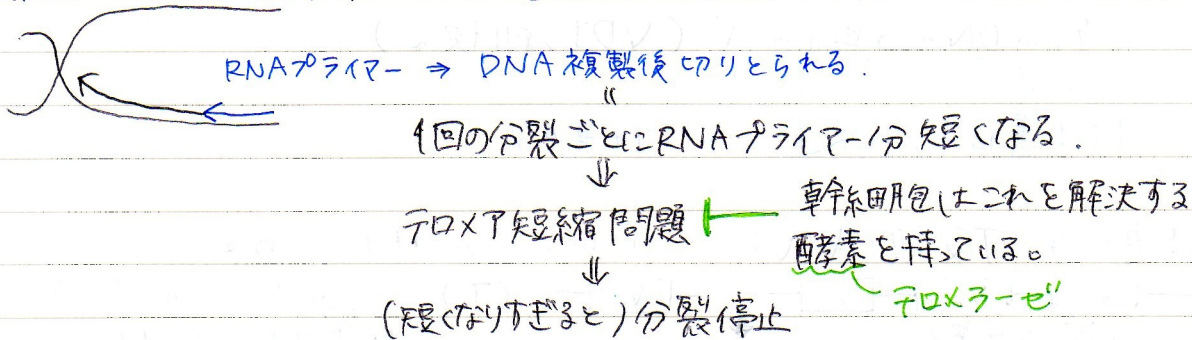
\* T細胞の役割 { 細菌やウイルスを排除する  
                                自己・非自己の区別



MHCの場合

MHC (HLAとも呼ばれる)	A - B - C		DP - DQ - DR			
対立遺伝子の数	24	52	11	6	9	20

細胞には分裂寿命がある (~50回ほど)



あと先生の研究のiPS細胞についてもパワーポイントが配られました。

これはテスト出るのかな...? が、わりと出ることはないと思うので省略します。

教科書より授業ノートがメインな感じらしいです。がんは3-ラジ      いばたでした。