

# 15. DNA

酵素の種類を決めているのはDNA (核酸の一種)である。

細胞膜は細胞の内と外を区切る役割、細胞質基質は栄養物質を蓄えておく役割、ミトコンドリアはエネルギーを作る役割、葉緑体は光合成をする役割がある。(酵素)タンパク質の合成に関わるのはDNAとリボソームで、DNAがタンパク質の種類を決めて、リボソームで実際に(酵素)タンパク質を作る。

## DNAの構造

DNAは全体で二重らせんの形をしている。

基本単位を「ヌクレオチド」といい、塩基と糖とリン酸でできている。元素の種類は、CHONPである。

塩基はアデニン(A)、チミン(T)、グアニン(G)、シトシン(C)の4種類である。

## 水素結合

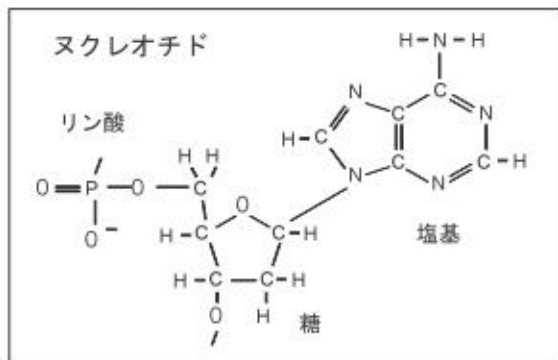
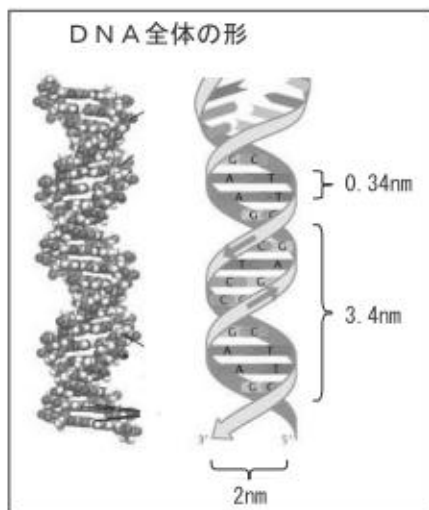
塩基のOとH、NとHは水素結合で引きあう。

A-Tは水素結合が2ヶ所あるので、引き合って対になる。

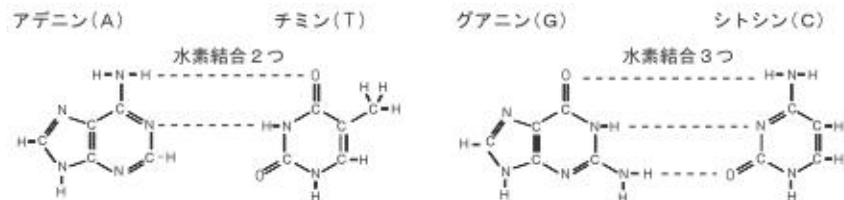
G-Cは水素結合が3ヶ所あるので、引き合って対になる。

A-Gは数が違うので対にならない。

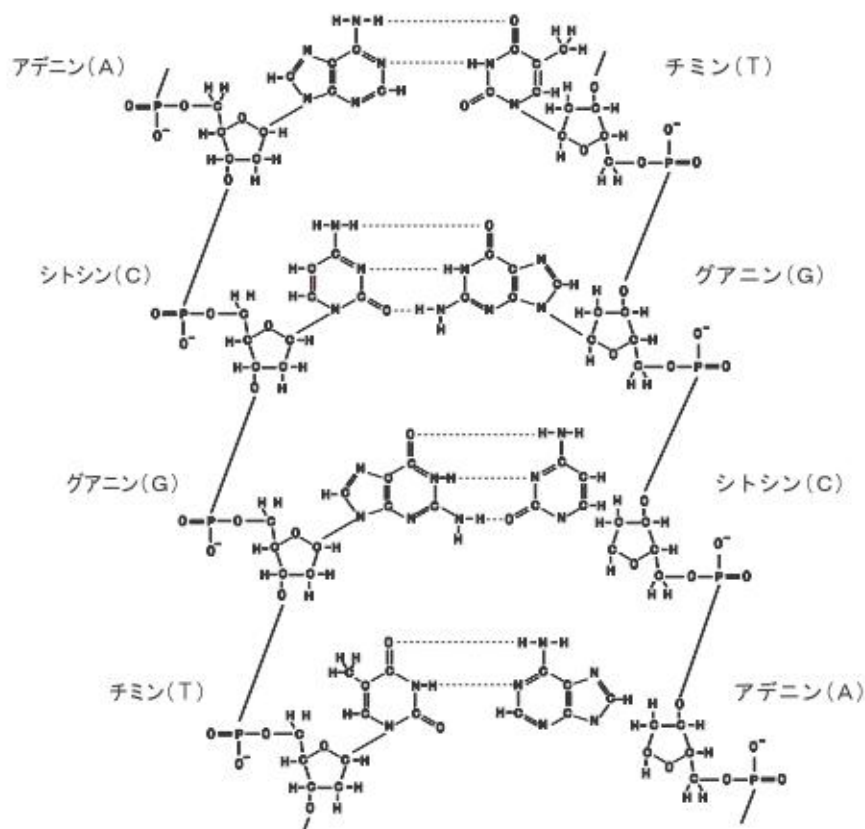
A-Aは反発するので対にならない。



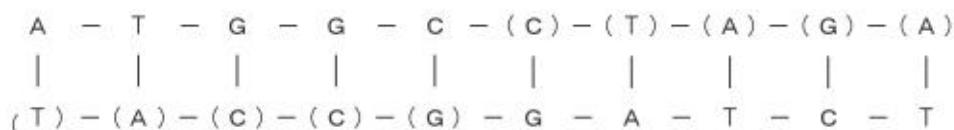
## 塩基と塩基対



## 塩基配列の例



## 16. 塩基配列



### 塩基配列

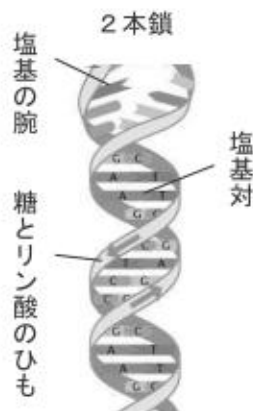
DNAは2本の鎖からできているので、2本鎖という。

1本鎖の紐の部分は糖とリン酸のつながりて、紐から出ている腕の部分が塩基である。

塩基はA、T、G、Cの4種類あり、塩基の並び方を「塩基配列」という。

塩基配列に決まりはない。ATGCと1つずつ順番に並ぶ時もあるが、GGGGと同じ塩基が繰り返す時もある。

塩基配列は生物によって違うし、同じ生物でも「個体」によって違う。だから、DNAの塩基配列を調べれば、個人が特定できる。



### 塩基対とゲノム

2本鎖の塩基は、水素結合によってペア(対)になる。塩基のペアを「塩基対」という。

塩基対の数は、生物によって違う。ヒトの塩基対は30億対である。

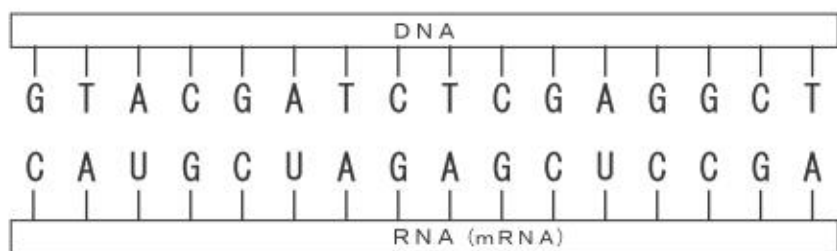
その生物の全塩基対の数をゲノムといい、ゲノムの大きさをゲノムサイズという。ゲノムサイズは、細菌などの原核生物より動物や植物などの真核生物の方が大きい。

しかし、真核生物のゲノムサイズでは、動物の方が植物より大きいとか、体の大きさと違うとかはない。

#### 生物のゲノムサイズ

大腸菌	460万対
シロイヌナズナ	1億3千万対
ショウジョウバエ	1億8千万対
イネ	3億9千万対
ニワトリ	10億対
トウモロコシ	23億対
ヒト	30億対
マウス	33億対
コムギ	170億対

## 17. タンパク質の合成(その1)

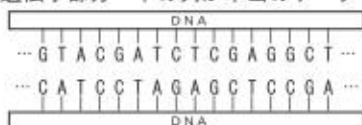


### タンパク質合成の流れ

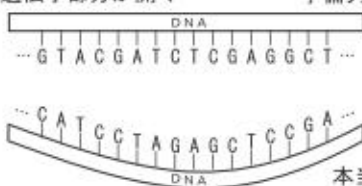
- ①タンパク質の合成は、細胞の中にあるリボソームで行われる。
- ②タンパク質の合成は、DNAの塩基配列をプログラムデータとして行われる。
- ③まず、DNAのタンパク質合成に必要な塩基配列のある部分が開く。この必要な塩基配列のある部分を「遺伝子」という。
- ④つぎに、RNAが遺伝子の予備列に付いて予備列部分の塩基と塩基対を作る。
- ⑤RNAが塩基対を作ることを「転写」といい、転写するRNAを「mRNA=メッセンジャーRNA=伝令RNA」という。
- ⑥転写データと本当のデータでは、UとTだけが違う。その他はそっくり同じになる。
- ⑦転写を終えたmRNAは、DNAを離れてリボソームに行く。(次回)
- ⑧リボソームでは、mRNAの転写データを使ってタンパク質合成が行われる。(次回)
- ⑨mRNAが離れたDNAは、遺伝子部分を閉じて、元に戻る。



遺伝子部分 下の列が本当のデータ



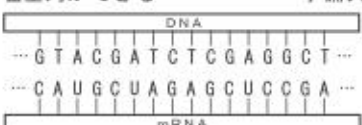
遺伝子部分が開く 予備列



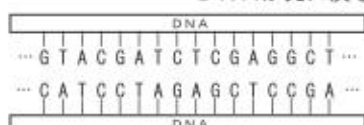
予備列にmRNAが付く 予備列



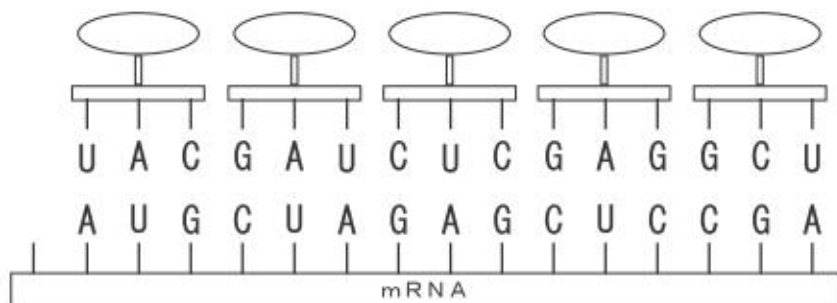
塩基対ができる 予備列



DNAが元に戻る



## 18. タンパク質合成(その2)



### mRNAの移動

細菌には核がないので、DNAを離れたmRNAはすぐにリボソームに移動することができる。動物や植物などの真核生物には核があるので、DNAを離れたmRNAは、核膜の穴(核膜孔)から出て、リボソームに移動する。リボソームでは、アミノ酸をつなげてタンパク質を合成する。

### アミノ酸プール

細胞質基質には、タンパク質合成に必要な20種類のアミノ酸がすべて溶けている(プールされている)ので、「アミノ酸プール」という。アミノ酸プールのアミノ酸が1種類でも不足すると、タンパク質は合成できない。

### tRNAの役割

- ① tRNAは、アミノ酸プールから自分が担当するアミノ酸をリボソームに運ぶ役割をする。
- ② tRNAは、自分が担当するリボソームの周りでmRNAを待っている。
- ③ mRNAが近づいてくると、転写データの3コずつに分担して付着する。
- ④ mRNAの転写データの3コセットを「コドン」といい、tRNAの足のデータを「アンチコドン」という。
- ⑤ アンチコドンがあるので、tRNAは自分が担当するコドンにすぐ付着することができる。
- ⑥ mRNAのコドンを確認すると、tRNAは担当のアミノ酸をアミノ酸プールで見つけて、リボソームに運んでくる。(次回)

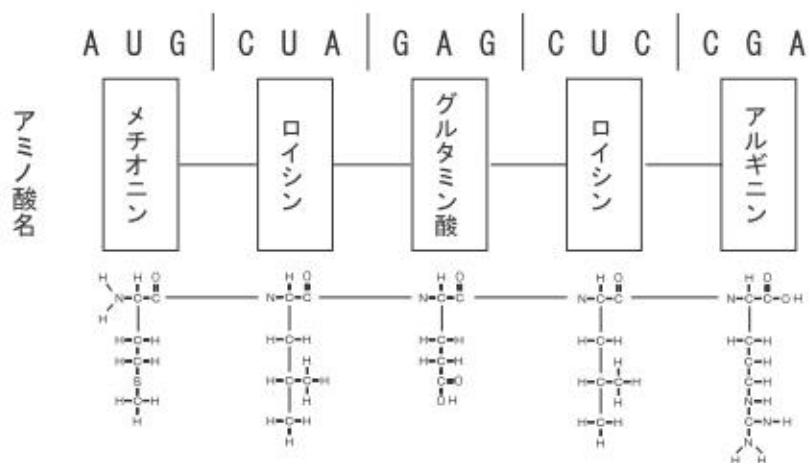
### 原核生物



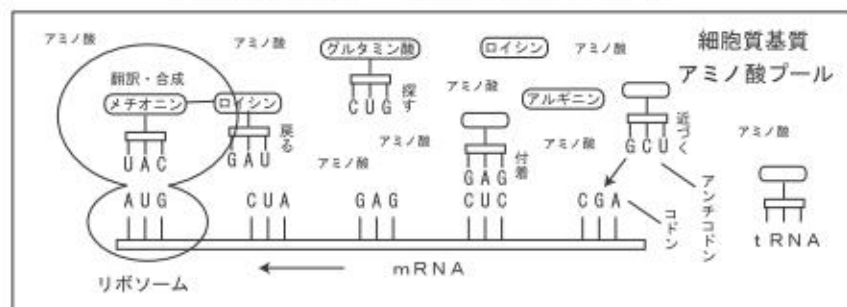
### 真核生物



## 19. タンパク質合成(その3)



tRNAとリボソームでのタンパク質合成



- ① tRNAは、mRNAのコドン順に反応して、アミノ酸プールで見つけたアミノ酸をリボソームに運んでくる。
- ② リボソームの中では、アミノ酸をつなげてタンパク質を作る。
- ③ できたタンパク質は、細胞質基質に溶けている物質を合成・分解して、細胞に必要な物質を作る。
- ④ アミノ酸が数10～数100コつながったものをタンパク質という。それより短い時は「ペプチド」といい、酵素の働きはできない。

## ◎おまけの話

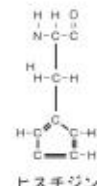
## 突然変異

どこかのコピーミスで丸の部分が、U→Aになると

A U G	C U A	G A G	C <b>A</b> C	C G A
メチオニン	ロイシン	グルタミン酸	ヒスチジン	アルギニン
疎水性	疎水性	親水性	親水性	親水性

---

A U G	C U A	G A G	C U C	C G A
メチオニン	ロイシン	グルタミン酸	ロイシン	アルギニン
疎水性	疎水性	親水性	疎水性	親水性



問題のコドンで11番目のUがAになると、4番目のコドンはCACになり、アミノ酸がロイシンではなくヒスチジンになる。

アミノ酸によって親水性・疎水性・水素結合の位置などが違うので、1つのアミノ酸が変わると、タンパク質全体の形が変わる。ロイシンは疎水性でヒスチジンは親水性なので、タンパク質の中に逃げていた部分の水に接しようとして外に飛び出してくる可能性がある。

酵素は目的の物質に形がぴったり合う必要があるので、形が少しでも変わると、酵素の働きをしなくなる。すると細胞に必要な物質がでなくなり、体調が悪くなるかもしれない。

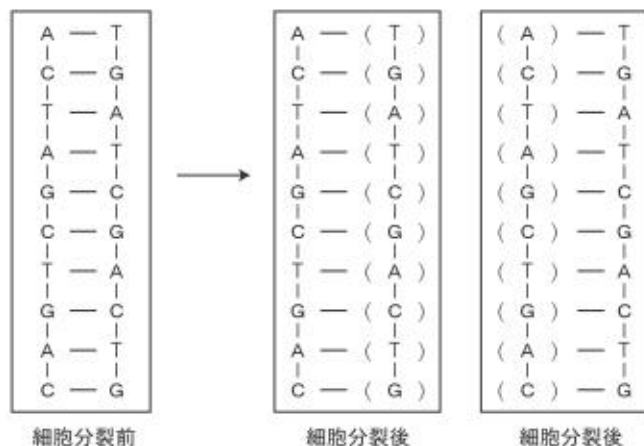
何かの原因による塩基の変化を突然変異という。突然変異は10億回に1回起こるとされる。体重50kgの人には50兆個の細胞があるので、突然変異は、常にどこかの細胞で起こっている。ほとんどの場合、突然変異はすぐに修正されるので、体に異常は起きない。

私たちの体の細胞は体細胞と生殖細胞に分けられる。体のほとんどは体細胞である。怪我などをして細胞が傷ついてDNAの修復がうまくいかないと、DNAに突然変異が起こって、細胞の形質転換が起こって傷が残って、元通りにならないことがある。しかし、体細胞の突然変異は子孫に遺伝しない。

卵子や精子などのDNAに突然変異が起こると、突然変異は子孫に遺伝する。生物は、突然変異を繰り返して少しずつ進化してきた。

## 20. 体細胞分裂

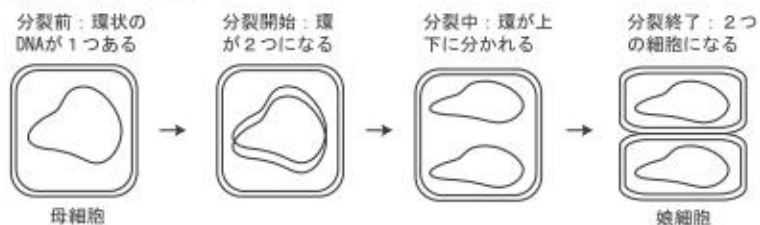
### 無性生殖の体細胞分裂



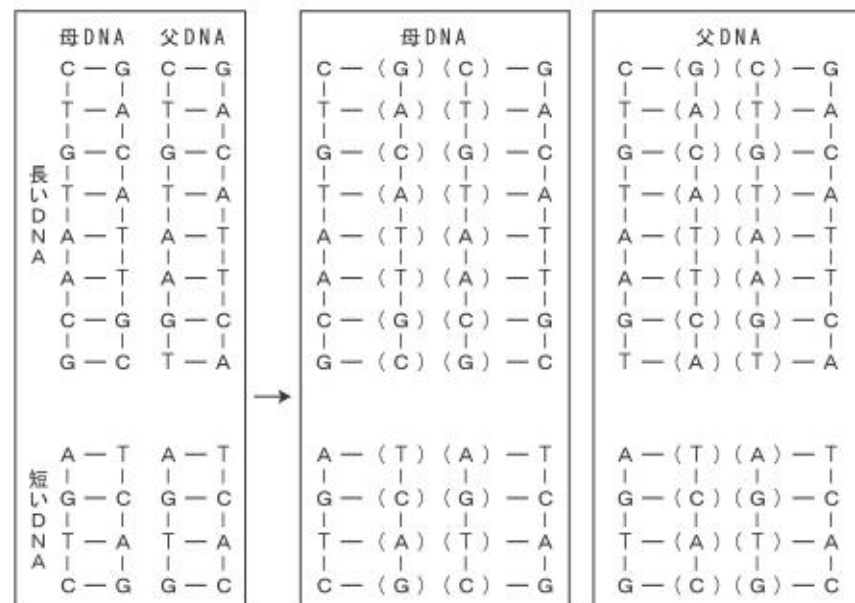
細菌の多くは環状のDNAを持っている。細胞分裂では、「母細胞」が2つに分裂して、2コの「娘細胞」ができる。

- ①環状のDNAが複製して、2本の環ができる。
- ②2本の環やリボソームなどが上下(左右)に分かれる。
- ③細胞膜が2つに分かれる。
- ④細胞壁ができる。

母細胞と娘細胞はまったく同じDNAを持つ。細菌は生殖細胞がないので、すべて細胞分裂で増える。1コの細菌が10億コに増殖しても、DNAはすべて同じである。そのため、細菌のDNAの突然変異は、そのまま子に伝わる。



### 有性生殖の体細胞分裂



動物や植物など有性生殖の生物の細胞は、母と父のDNAを持っている。体細胞分裂では、それぞれのDNAが複製されて、DNAの数が倍になる。細胞分裂が終わると、新しくできた2コの娘細胞のDNAは、母細胞のDNAとまったく同じになる。

### 有性生殖の体細胞分裂



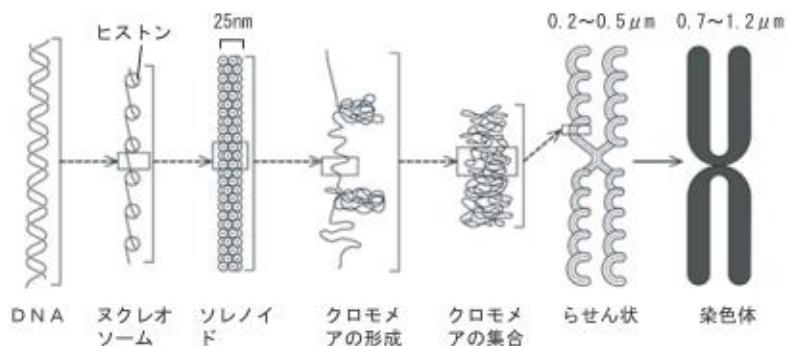
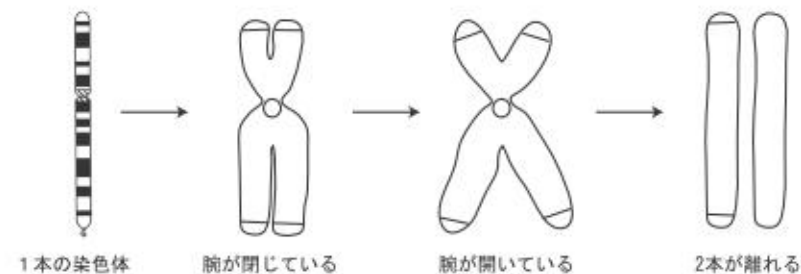


## 21. 染色体

### DNAと染色体

染色体は塩基性溶液に浸すとただらに染まるので「染色体」と名づけられた。染色体はDNAの複製後にできるもので、必ず2本セットになっている。2本の染色体は中央付近で接着している、分裂する時に分かれて2本になる。

DNAは、まずヒストンというタンパク質に巻きついてまとめられる。ヒストンがさらにまとめられて染色体になる。ヒトのDNAの直径は20Å(Å:百万分の1mm)で、長さは2m。1万倍に拡大すると、髪の毛の太さの3分の1で、長さは20kmになる。ヒトの染色体の平均の長さは0.005mmなので、染色体にすると短くてきる。(右頁へ)

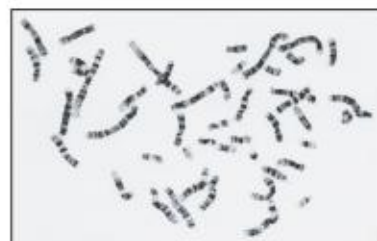


有性生殖の体細胞分裂は、母の長短と父の長短の4本の染色体で説明されるが、実際は複数でより多くの染色体がある。ヒトの細胞では母23本、父23本の、合計46本の染色体がある。しかも、写真のようにバラバラの状態では核の中に散らばっている。もしDNAのまま細胞分裂すると、DNAがからまって細胞分裂に失敗する。有性生殖に進化する過程で、染色体を作れない生物は生き残れなかったので、有性生殖生物は染色体で細胞分裂しているのだと考えられる。

#### 生物の染色体の数(2n:父母)

ショウジョウバエ 8	ヒト 46
シロイヌナズナ 10	チンパンジー 48
ハト 16	ヒツジ 54
タマネギ 16	カイコガ 56
イネ 24	ウシ 60
ミミズ 32	イヌ 78
ネコ 38	ニワトリ 78
ハツカネズミ 40	コイ 100

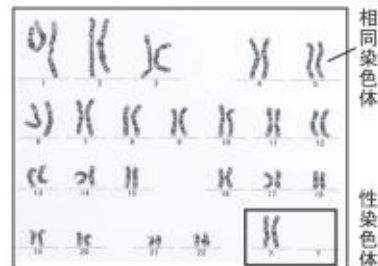
#### ヒトの染色体



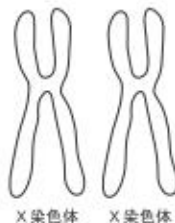
#### ◎おまけの話

ヒトの染色体のうち、23番目の染色体を性染色体という。女は父母XX染色体で、男は片親がY染色体になる。Y染色体には「精巢決定遺伝子」があるので、XYだと男になる。

ヒトの女性の染色体



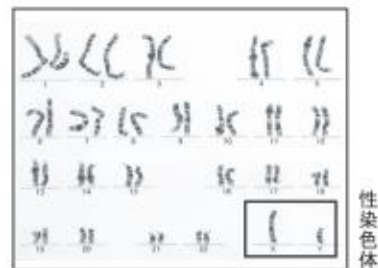
女性の性染色体



男性の性染色体



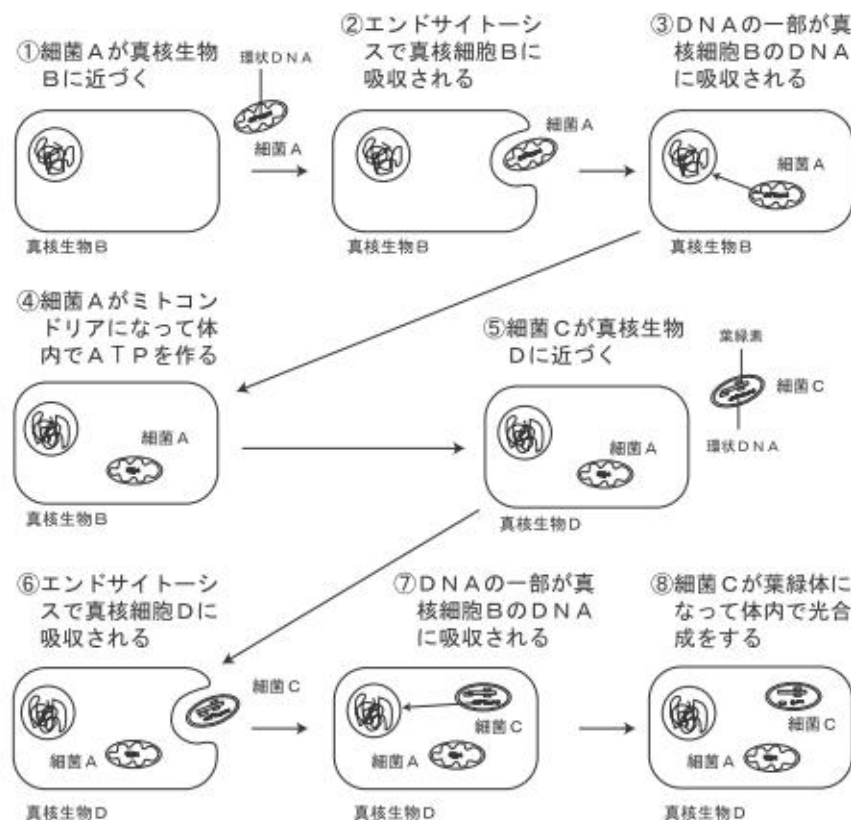
ヒトの男性の染色体



## 22. ミトコンドリアと葉緑体

### 細胞内共生説

ミトコンドリアと葉緑体は、元は細菌だったと考えられている。「細胞内共生説」という。酸素呼吸をする細菌がミトコンドリアになったので、細胞内でも酸素で呼吸している。太陽の光で光合成をする細菌が葉緑体になったので、細胞内でも光合成をしている。細菌なので、環状DNAを持っていて、自分で増殖する。およそ20～15億年前の出来事なので、事実を再現できないので「仮説」である。(右頁へ)



最初に共生したのは、ミトコンドリアになった細菌である。真核細胞に吸収されても生き続けた。次に、葉緑体になる細菌(シアノバクテリア)が、ミトコンドリアが共生した真核生物に共生した。

ミトコンドリアが共生した真核生物の中から、動物が誕生した。ミトコンドリアとシアノバクテリアが共生した真核生物の中から、植物が誕生した。動物の祖先より植物の祖先の方が後に誕生した。

