

タモリでもわかる赤坂甲治の生命科学

著：モリッタ 校正：イトー

初めに

○この試験対策プリントは章の進み方がバラバラですがこれは授業の順序に沿ったものです。

○極力1章1枚を心がけましたがどうしても入りきらない部分がありました。ご了承ください

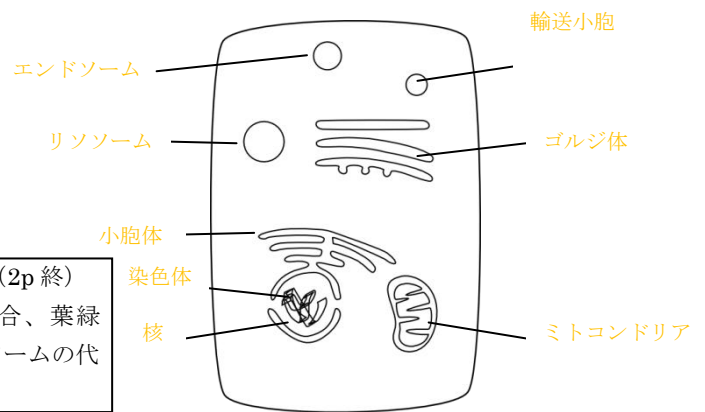
○重要事項は下線+太い文字となっています

○文章は箇条書きになっている部分が多く分かりづらいかもかもしれません
がそこは目をつぶってください。

○内容は薄いですが授業で言ったこと

とは極力入れようと努力しております。教科書と併用しながら読み進めてもいいと思います。

予想問題解答例 (2p 終)
(植物細胞の場合、葉緑体、液胞(リソソームの代わりに)が必要)



1章 生物の多様性と一様性

生命の定義

- 1 リン脂質二重層で囲まれた細胞を単位とする
- 2 DNAの情報によって自己を複製する
- 3 環境からの刺激に応答する
- 4 ATPを合成し、エネルギー源として使う
- (5 進化する)

生物を二つに分けると

{	真核生物 → 核が核膜で包まれている
	原核生物 → 包まれていない

生体を構成する物質

{	タンパク質	<u>20</u> 種類のアミノ酸からなる (←常識) 酵素などの生命活動に用いられる
	核酸	DNA、RNA を含む
	糖質	エネルギー源、血液型を決める
	脂質	エネルギー源、ホルモン、 <u>生体膜</u> 、ステロイド (有機化合物、なぜここで挙げられているかは不明)
	無機塩類	Ca^{2+} (骨)、 Mg^{2+} (クロロフィル (葉緑素) の成分)、 Na^+ (伝達)、 K^+ (伝達)

突然だが、

タンパク質の立体構造、つまり、分子の凸凹が特異的な認識にかかわっている。(先生曰く生命科学のテーマがこれらしい。後にも何度も出てくる)

5章 細胞の膜構造と細胞内小器官

生体膜（細胞の膜）の構造

右図のように脂質の二重層でできており、外側が親水性、内側が疎水性になっている。親水性の部分は、リン脂質とコレステロールからなる。生体膜は障壁と輸送の役割を果たしている。輸送については次段落で説明する

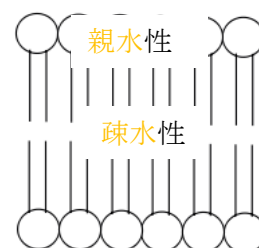


図 5 - 1

膜輸送

それでは物質が生体膜をどのように通過していくか見ていくことにする。脂質二重層をそのまま通過するのは、小さい分子で、無極性、疎水性の CO_2 、 O_2 ぐらいである。その他の例えばイオンや水は通すことができない。(図 5 - 2) そこで活躍するのが、輸送たんぱく質である。

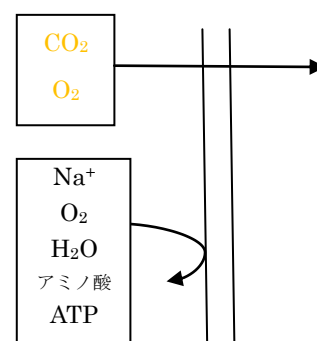


図 5 - 2

輸送タンパク質には、濃度勾配に従う受動輸送と、物理的な力を使って濃度勾配に逆らう能動輸送がある。

- | | | |
|------|---|--|
| 受動輸送 | { | 拡散 (自然のなすがまま) |
| | | チャネル (特定のイオンだけを通す) 例: <u>Na^+チャネル</u> 、 <u>K^+チャネル</u> |
| | | トランスポーター (凸凹を認識し、捕まえて通す) (図 5 - 3) |
| 能動輸送 | { | <u>ATP 駆動ポンプ</u> |

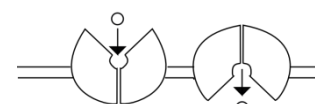


図 5 - 3

細胞(内)小器官

{	<u>核</u>	DNA を含む、DNA の複製や転写
	<u>小胞体</u>	リボソームで合成されたタンパク質を折りたたんだりする。
	<u>ゴルジ体</u>	タンパク質の輸送、修飾 (行き先を決める)
	<u>ミトコンドリア</u>	ATP 合成の場
	<u>葉緑体</u>	光合成 (植物細胞のみ)

その他授業では説明していないが、細胞外の物質を取り込むエンドソームや不要物を分解するリソソーム (植物細胞では液胞がリソソームの働きをする) などが存在する。

シグナルペプチド (シグナル配列)

合成されたタンパク質は、アミノ酸のシグナル配列 (要は住所みたいなもの) に従って輸送される
例: 核内へのシグナル配列 Lys-Lys-Lys-Arg-Lys (リシン、リシン、リシン、アルギニン、リシン)

予想問題: 細胞の構造をかけ (ここでは動物細胞とする) ←毎年出てるらしい

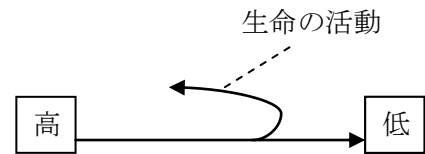
実際に今書いてみてください。答えは1ページの「始めに」で

7章 代謝

全体としての流れ

宇宙では自由エネルギーが高から低へと進んでおり、自由エネルギーの流れの反動として活動するのが、我々生命である。

(エントロピーは低から高)



代謝 物質変換の生化学過程 (エネルギーや物質を生み出す過程)

例: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (このとき自由エネルギーが放出)

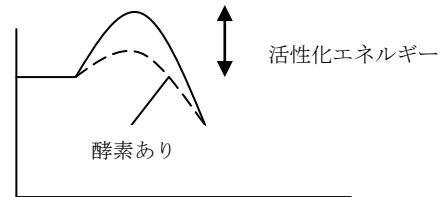
細胞でのエネルギーのやり取りはATPによって行われる。ATPはエネルギー通貨といえる。

ATPの加水分解反応の式は右のようになる。



活性化エネルギー (←履修済みか)

化学反応が進行するために、反応物に必要なエネルギー



酵素は活性化エネルギーを下げる役割があり、細胞内の物質変

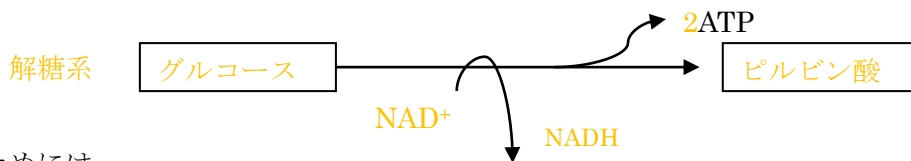
化はすべて酵素によって触媒されている。特に触媒の中心となるのは活性中心と呼ばれている。

タンパク質の立体構造の変化がかかわっている。立体構造が変化することで基質が結合できる。

酵素反応の特異性

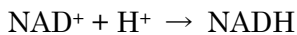
- **触媒する反応**が決まっている
- 特定の基質 (相手の物質) を認識し、特異的に結合する。**基質特異性**。

基本代謝系



反応を進めるためには

補酵素(酵素が活動するときに必要なパートナー) である NAD^+ が必要である。



また NAD^+ は使い回しが可能である。この解糖系は細胞質基質(細胞小器官以外)で行われる。

解糖系でできたピルビン酸はクエン酸回路に入る (8章で詳述)

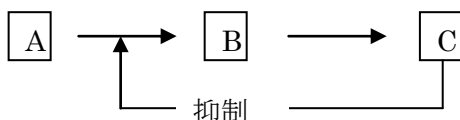
クエン酸回路はミトコンドリアのマトリックス (内膜の内側)で行われる。



マトリックス

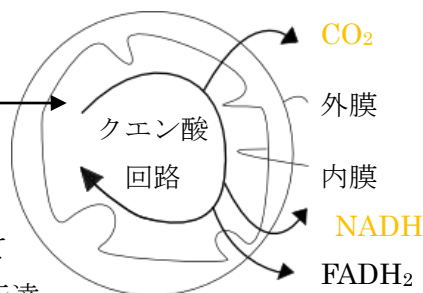
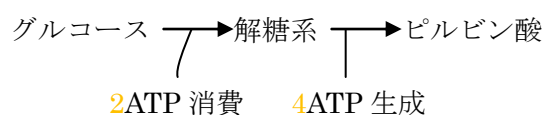
負のフィードバック...

最終生成物を作りすぎたとき抑制しようとする。特にそうした調節を行う酵素をアロステリック酵素という。

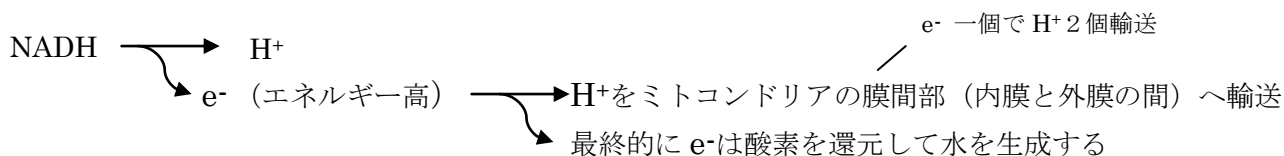


8章 生体エネルギー

ATP 生成の流れ

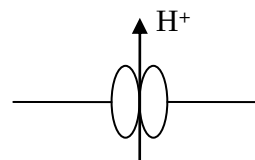


クエン酸回路でできた **NADH** や **FADH₂** を起点として **酸化還元** 反応が起き、(**電子伝達** 反応という。また電子伝達反応は **電子伝達系** で行われる) **ATP** がさらに合成される (下部参照)



→ 膜間部の **H⁺** (プロトン) の濃度が高くなる

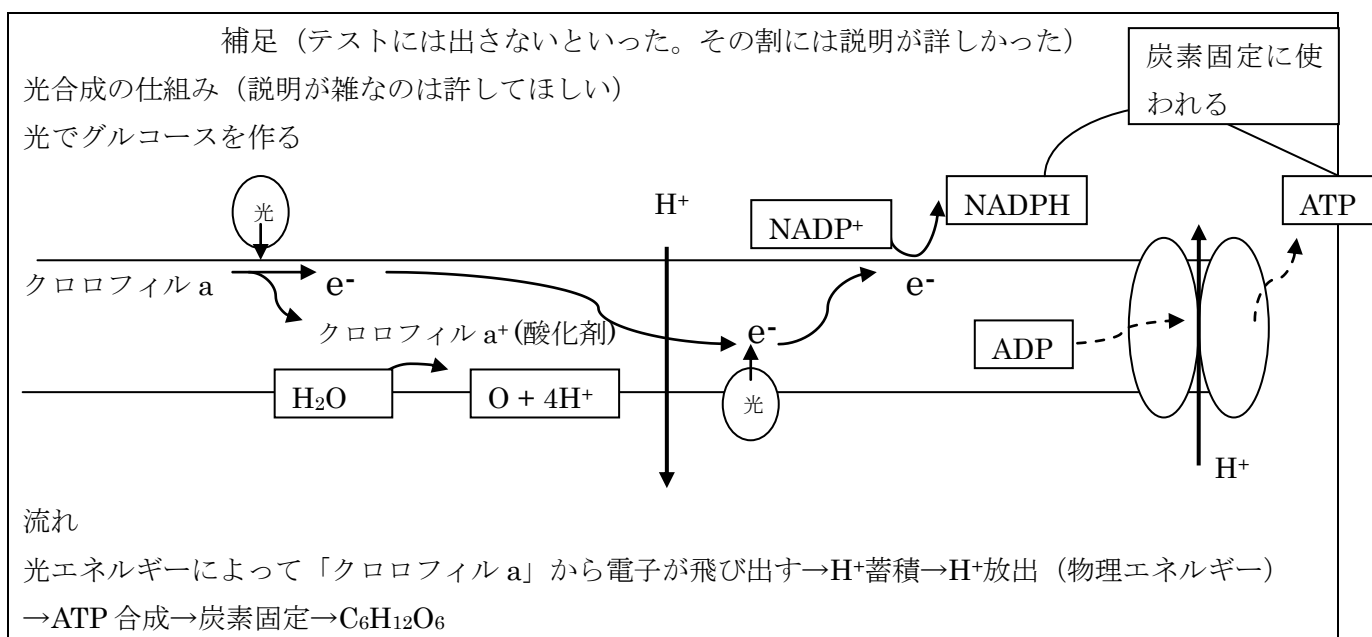
→ 濃度勾配で H⁺ が移動し、**F 型 ATP 合成酵素** のローター (回転子) が右回転し物理エネルギーによって、**ADP + H₃PO₄ → ATP** となる。



また ATP が多くなるとプロトンを逆方向へ上げ始める

電子伝達系は **20** 種類の電子伝達体からなる。

標準電位は **NADH** の (E° = -0.315V) から酸素 (E° = +0.815V) が生成しエネルギーが放出される。



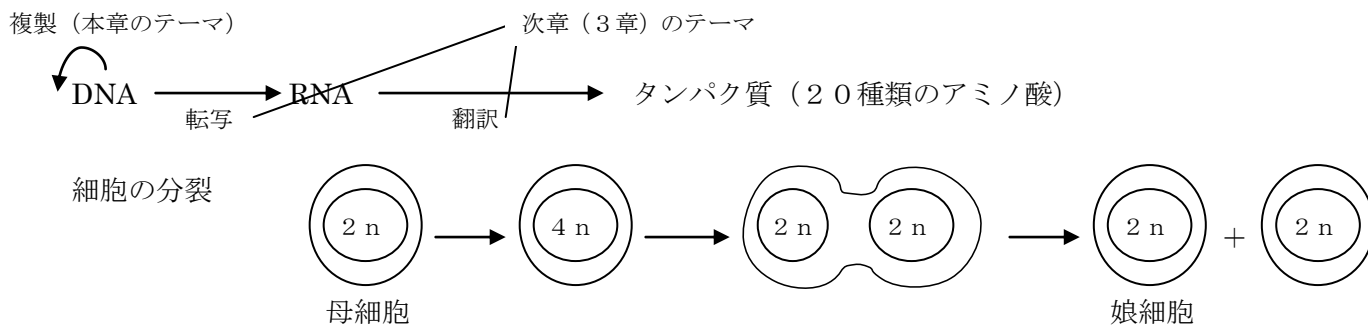
2章 遺伝情報の複製

遺伝子にはタンパク質の情報が保存されている

DNA…A,G,C,Tの素材のこと（それぞれアデニン、グアニン、シトシン、チミン）

ゲノム…DNAの一セット。情報が無い部分も含む。人間で 3×10^9 のサイズ。このうちたった **1.2%** がタンパク質の情報。遺伝子以外の部分には遺伝子が働く時期や位置、場所の情報が入っている。ゲノム1セットでn(1倍体)ヒトは両親から1セットずつもらうので2n(2倍体)である。

遺伝子…情報がある部分。ヒトでは**2万個**。これによって**10万種類**のタンパク質が合成される。

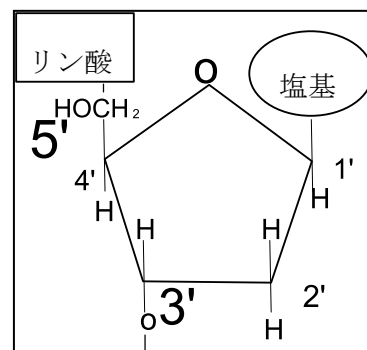
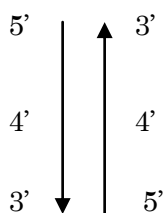


DNAの複製…細胞の分裂の際などに行われる。まったく同じものが作られる。

DNAは**二本鎖**であり、リン酸、五炭糖、塩基 (A,G,C,T) からなる (教科書 p 24、25の図参照)

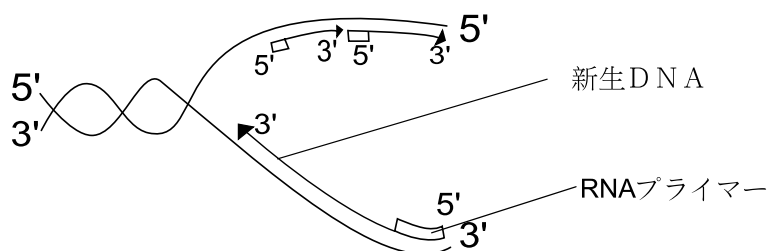
塩基の対は **A=T** (水素結合が**2本**)、**C≡G** (水素結合が**3本**) の二種類である (RNAではT(チミン)の代わりにU(ウラシル))

文字列の方向性…DNAは二本鎖の向きは**逆**である。



DNAを複製する酵素…**DNAポリメラーゼ**。ただしDNAポリメラーゼは**5'側から3'側へ**しかDNAを複製できない。

つまり右図のようにDNAが複製される。二本の鎖でDNAが複製される方向が違うのがポイント。**DNAポリメラーゼ**は直接DNAを複製できず、RNAポリメラーゼが作る**RNAプライマー**を足がかりにして作られる。



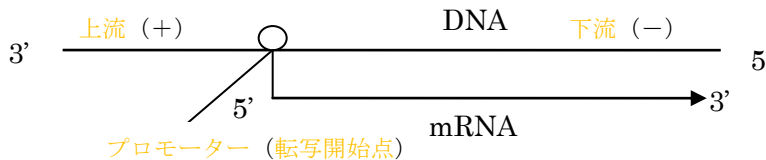
PCR…DNAを増幅させる方法。これによって髪の毛一本からでもDNAが特定できるようになった。

(教科書 p 33 参照)

3章 遺伝子の発現

遺伝子の発現とは、遺伝子の情報をもとにタンパク質が作られること。前章（2章）の細胞複製ではDNA鎖を端から端まで忠実に複製していたが、本章の遺伝子発現では遺伝子部分だけが転写される。

DNAはmRNA（メッセンジャーRNA）にプロモーターを始点として転写される。方向はDNA複製と同じく5'側から3'側へ。



セントラルドグマ…遺伝情報はDNA→mRNA→タンパク質へと流れるという概念。

コドン…3つの塩基一組のこと。それぞれに対応するひと組をアンチコドンという。

例：AUGはタンパク質合成の開始コドン（メチオニンのコードでもある。）

そしてそのアンチコドンはUACである。

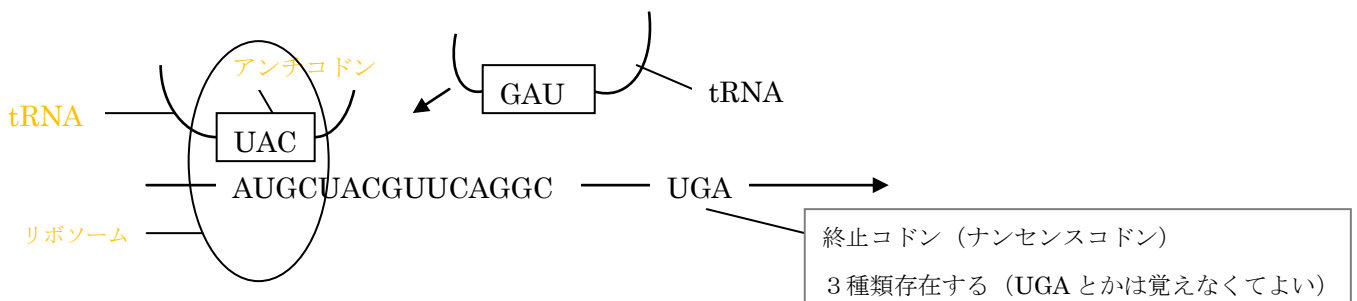
mRNAには開始コドン（合成開始の目印）と終止コドン（合成終了の目印）が存在する。

転写されたmRNAには将来使うエキソンと使わないイントロンがあり、スプライシングという操作により編集される。

その後mRNAはリボソーム上に行き、アミノアシル tRNA 合成酵素が、対応するアミノ酸をtRNAと結合しタンパク質を合成する。塩基配列とアミノ酸の関係は教科書p 36参照。

ちなみにタンパク質はN末端（アミノ基）から作られ、C末端（カルボキシル基）が最後に作られる。

翻訳領域（コード領域）…開始コドン（翻訳の開始点）から終止コドンまでの間



4章 遺伝子発現の調節

ヒトの細胞には**200種類**もあるといわれている。(ちなみに細胞の数は**60兆個**) 細胞はすべて同じ遺伝子を持っているがこれらの違う種類の細胞では異なるタンパク質が生成される。すなわち遺伝子発現が調節されていると考えられる。本章では一部の遺伝子を選択的に働かせる(発現)する仕組みを説明する。

ハウスキーピング細胞…細胞が生存し増殖するときに必要な遺伝子

真核生物の遺伝子転写調節 (原核生物に関しては出ないといった)

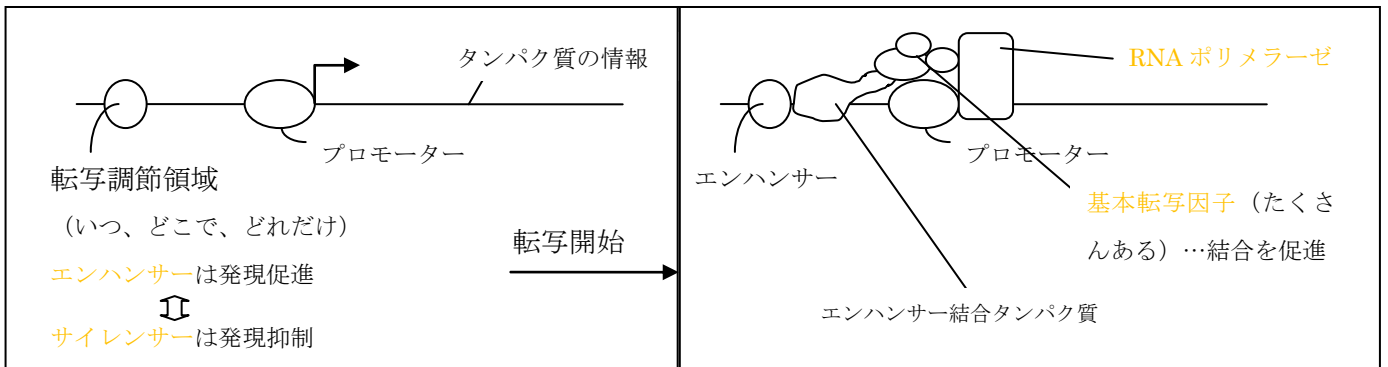


図4-1

図4-1のようにエンハンサーやサイレンサー、基本転写因子など様々なシステムによって調節されている。活性化因子や抑制因子など。図4-1右にはサイレンサーは記されていないが、本来存在する。

クロマチンリモデリングによる調節

DNAは普段ヒストンというタンパク質に巻かれている。これが**アセチル化**される(ヒストンアセチル化酵素による)とDNAが緩み転写しやすくなる。(図4-2)

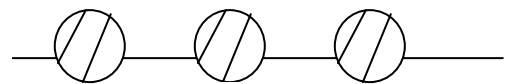


図4-2

シトシンのメチル化による調節

いつも発現が抑制されている遺伝子のDNAではシトシンが高度にメチル化されている。

細胞が増殖するときは、新しくDNA鎖のCはメチル化されていない。

そこで**メチル化維持酵素**によって娘鎖もメチル化される。

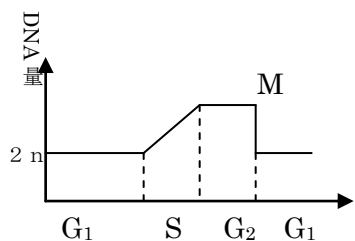
例: 女性は二本のX染色体をもっているが、一方の染色体をメチル化することで、読めなくしている。

メチル化のように塩基配列の変化はないのにあたかも塩基配列の変化が子孫の細胞に伝わるように伝達される変化を**エピジェネティックな変化**という。

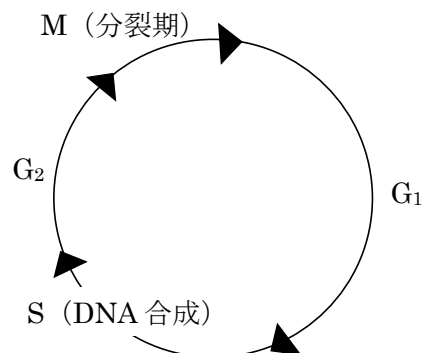
9章 細胞周期

細胞周期とは細胞の分裂に必要な繰り返しのことであり。

G_1, G_2, S, M 期の4つに分類できる。



細胞周期とDNA量 (図9-1)



細胞の分裂の周期 (図9-2)

チェックポイント…細胞周期の各所で細胞周期を先に進めてよいかどうかをチェックする機構のこと。

各段階におけるチェック事項

G_1 期…細胞の大きさは十分か。DNAに損傷がないか。

S期…DNA複製が正常に行われているか。

G_2 期…DNAに損傷がないか。染色体の分配は可能か。

M期…すべての染色体が微小管に正しく結合しているか。

アポトーシス…修復不能とチェックポイントで判断されれば、自殺すること。

コンタクトインヒション…正常な細胞同士がくっつくと分裂をやめること。

6章 細胞骨格

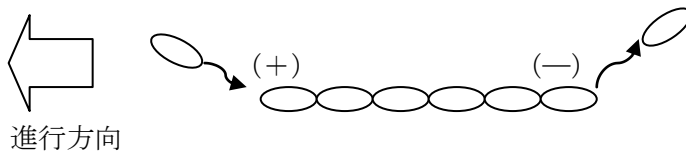
細胞骨格の役割

- 細胞の形態
- 細胞の運動
- 細胞内での輸送

細胞骨格を構成するタンパク質

- 1 アクチン…重合して繊維を作る→アクチン繊維 (一方通行)
- 2 チューブリン…上と同じ→微小管 (対面通行)

細胞の運動



くっつく方向が (+) 離れる方向が (-)

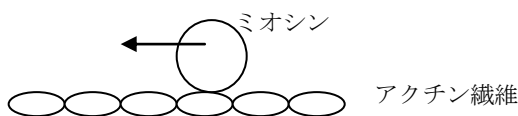
細胞内での輸送

細胞内での輸送のためにこれらは道路の役割をする。

また、この道路上をモータータンパク質と呼ばれるタンパク質が走る。

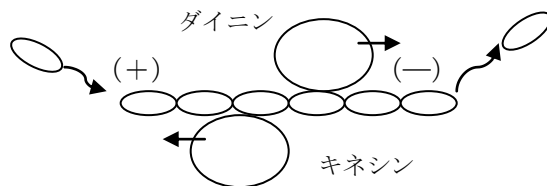
アクチン繊維の場合

筋肉の収縮の際アクチンがレールとなりその上をミオシンが動く (ATP で動く)。立体構造を変えながら動く

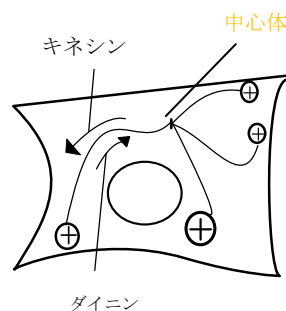


微小管の場合

微小管上を (+) から (-) へダイニンが
(-) から (+) 方向へキネシンが移動する



中心体…微小管が重合する際の起点



10章 シグナル伝達

刺激から応答までどのように情報が伝わっていくかという話

細胞接着型でのシグナル伝達

細胞間をシグナル分子が流れることで伝わる (図10-1)

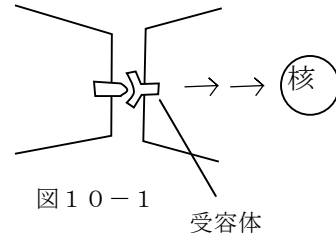


図10-1

例: **外胚葉**は主に**神経細胞**、**上皮細胞**になる。

シグナル伝達によって、これが決まる。まず神経細胞が作られ、
神経細胞が周りの細胞に神経細胞にならないようにシグナルをおくる。
このことを**側方抑制**という。(図10-2)

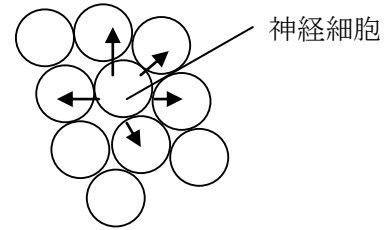
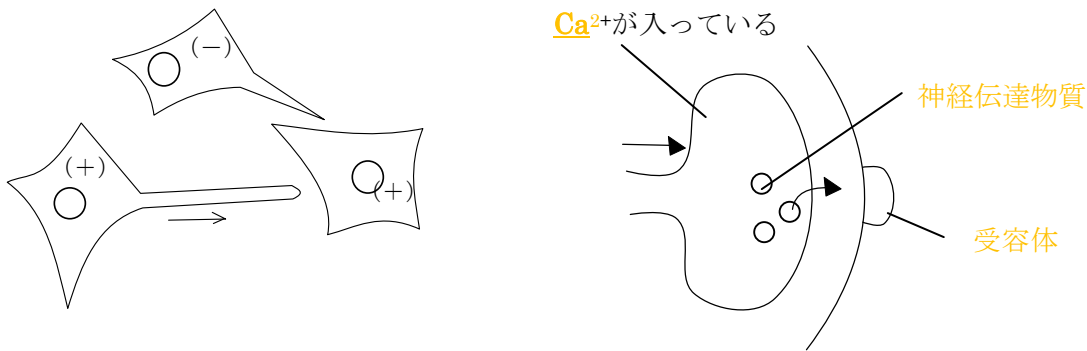


図10-2

神経型のシグナル伝達

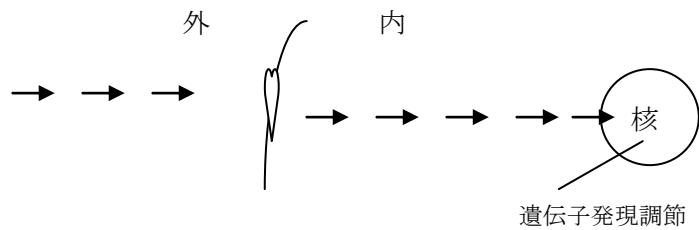
図だけで申し訳ない



細胞内のシグナル伝達

細胞内のシグナル伝達は連鎖反応のよ
うに情報が伝わっていくことがある。

例: **キナーゼ**という酵素は様々な転写因子
をタンパク質リン酸化することで、伝えて
いく。



ではなぜそのように長い伝達系をとるのか (直接伝えたら早いのでは)

理由1 **シグナルの増幅** (図10-3)

少量の情報が増幅され入力値を効果的に大きくして出力することができる

理由2 **情報の統合**

いくつかの違う情報同士で調節しあうことができる

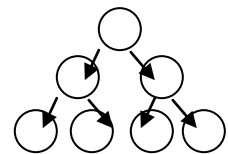


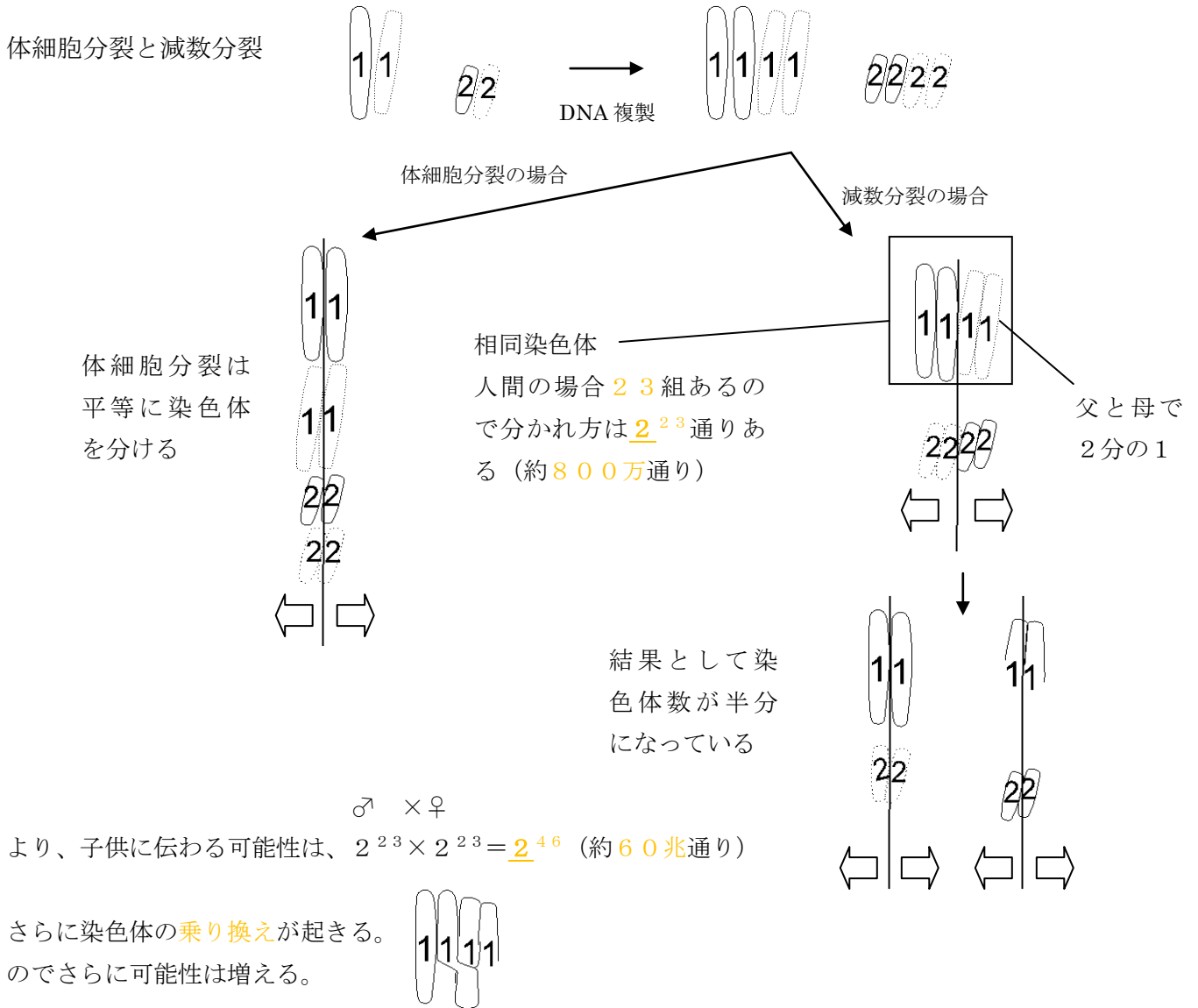
図10-3

1 2 章 生殖と減数分裂

無性生殖…分裂などによって増えること。遺伝的な多様性が失われる。

例：ヒドラ（出芽）、サツマイモ、ソメイヨシノ

有性生殖…遺伝子の多様性をもたらす。環境の急激な変化に生き残る可能性が高まる。
進化する可能性が増える。

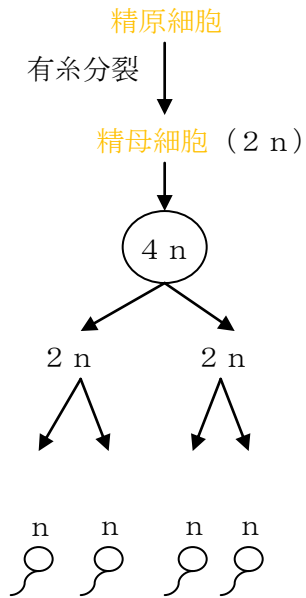


染色体 { 性染色体…ヒトの場合 X と Y
(ただし染色体で性が決まるとは限らない 例：カメ (気温で決まる))
常染色体…性染色体以外

続きは次ページで

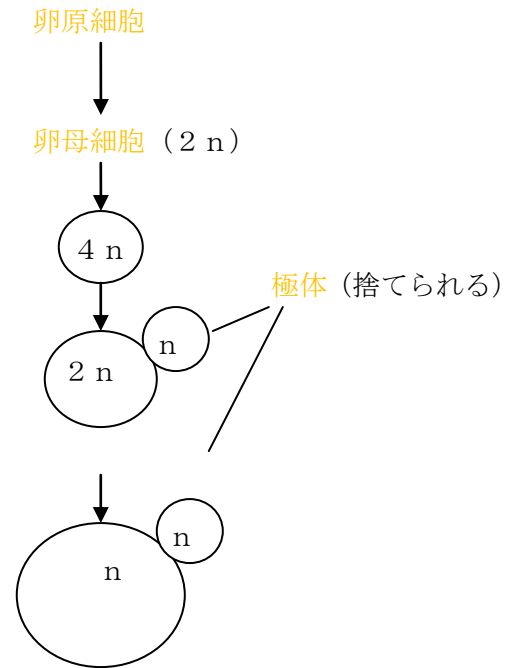
1 2 章続き (1 p で終わらなかった)

精子形成



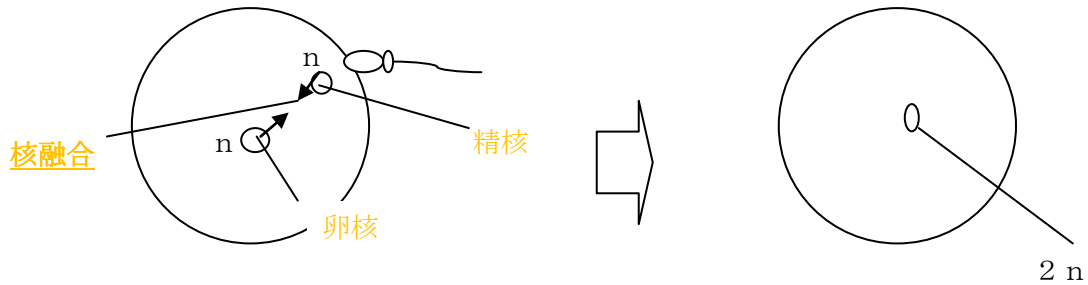
1つの精母細胞から4つの精子ができる

卵形成



1つの卵母細胞から1つの卵ができる

受精



1 1 章 発生と分化

卵に蓄えられているもの { エネルギー
素材
情報

受精とともにタンパク質の合成が起こり、タンパク質の濃度勾配が起きる。これが胚の方向性を決定する。

また精子が入ってきた位置で卵の方向性が決まるものもある。あれ、もう終わりだ！

終わりを迎えるにあたって

やっと終わりましたね。最後が近付くにつれて雑になってきているのは否めませんが、最低限のことは書いたつもりです。図に悪戦苦闘したのは見たとおりだと思います。これを完成させるにあたって情報提供をしてくれた、ウッチー、エド、パーシーの諸氏には感謝の意を示したいと思います。そして我が Word、Inkscape にも。多くの点を狙いたい人は教科書の太字程度は理解し、暗記して人に話せる程度になっておくといいと思います。もしこれがみんなの役に立ったならとてもうれしいし、万が一これのおかげで単位がつかめたというならば、見返りを求めたい気持ちで胸がいっぱいです。2010年 夏