

ぼくの

分子生物学 その1

ナノレベル・ミクロレベルの

タンパク質ワールド

豊島区立日白小学校

6年3組

宮崎法大

はじめに

ぼくはタンパク質にとても興味を持っています。

昨年の夏休みの調べ学習で、ぼくは光るキノコについて調べました。光る生物はたいてい、ルラフェリーゼという酵素とルラヌラーゼというタンパク質を持っていて、その化学反応で光るということを知りました。しかし、化学反応というものは、どのようにして起こるのか、あまりよく理解できないままでした。その時から、次はアミノ酸やタンパク質のことについて調べよう決めていました。

光るキノコを調べる中で、オウンドラケのことを探りました。オウンドラケがもつ螢光タンパク質GFPは、紫外線を吸収することでそれをエネルギーに変え、光を発しています。さらにオウンドラケは、螢光タンパク質の他にイクオリンという発光タンパク質を持っていて、自ら光を発することができます。イクオリンでは青い光を、GFPでは緑色の光を出します。

螢光タンパク質の研究はとても進んでいて、実際、遺伝子組み換えによって光るカニコが飼育され、光る縁糸がつくられたりしています。それによって、光るドーラスまで作られました。光るウサギやネコもいるほどです。

タンパク質のことについて調べようと思つて、2つのビッグニュースがありました。一つ目は、今年の春頃に父から渡された新聞の記事のことです。恐竜のアンキオルニスの化石を調べていた北京自然博物館やイエール大学などの研究チームが、その全身の色を推定することに成功したということです。アンキオルニスの化石を電子顕微鏡で観察したところ、メラニン色素を含む、様々な形のメラソームが見つかたそうです。そのことにより、体の表面の色、つまり羽毛の色が推測できることになりました。この事は、国立科学博物館での展示で知つてたのですが、父の新聞情報によると、アンキオルニスの羽毛は黄金に輝いていたらしいということでした。それと同様に調べられたシノサウロフテリクスの体の表面は、尾の部分が栗毛色と白のしま模様だったといふことも分かたようです。

もう一つのビッグニュースは雑誌『PenBoos』の恐竜特集で見つけたことです。2005年に、ティラノサウルスの化石内部から、血管や細胞などの軟組織が見つかることです。そして、恐竜の血管や骨の細胞は、今生きている生物のものと同じ構造をしていてそれが分かたというのです。

この2つは、ぼくの大好きな恐竜の話題だったので、とても興味

がわきました。それぞれ細胞内の発見なのでタンパク質にも関係があるかもしれません。いよいよ、タンパク質のことを勉強しなくてはと思いました。

ところで、ぼくは普段、水泳をやっています。よくスポーツ選手は高タンパクのものを食べるとよいと聞きます。こうなると、アレもコレもタンパク質です。

タンパク質について調べることは、ぼくの生活にとってとても重要なことのように思えていました。ぼくが持っているたくさんの疑問に対する答えは、タンパク質を知ることで見つけることができると思います。そこで今年は、タンパク質の基本的なところからせまってみようと思います。

もくじ

はじめに

P2

もくじ

P4

生物をかたちづくるもの

生物をつくる分子たち

原子を知る

P6

生物をつくる原子の結合

P8

実験その1

分子を感じる

P10

生物をつくる高分子

P11

細胞は生物システムの基本

小さな小さな箱…細胞

P14

DNAとRNA

P19

実験その2

アロッコリーのDNAを見てみよう

P21

アミノ酸とタンパク質

アミノ酸からタンパク質へ アミノ酸を知ろう

P24

アミノ酸の結合

P27

タンパク質ができるまで

タンパク質の合成

P29

体内で働くタンパク質

P35

あとがき

P38

参考図書

P40

生物を
かたちづくるもの

生物をつくる分子たち

原子を知る

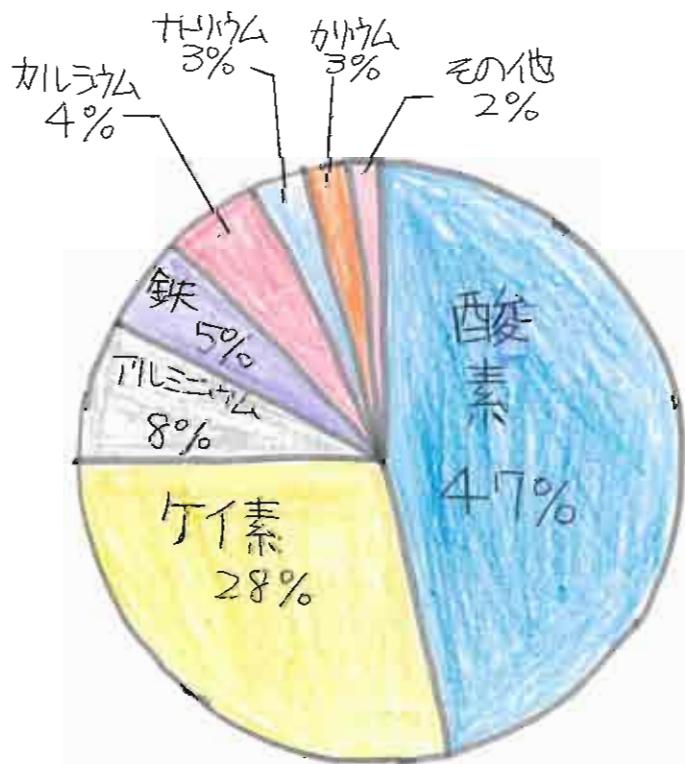
すべての物質は原子でできている

私たちの住む宇宙は物質でできています。水にでも空気にも、物質の多くは分子からできています。そしてすべての分子は原子からできています。もちろん私たち人間も、すべての物質は原子からできているのです。

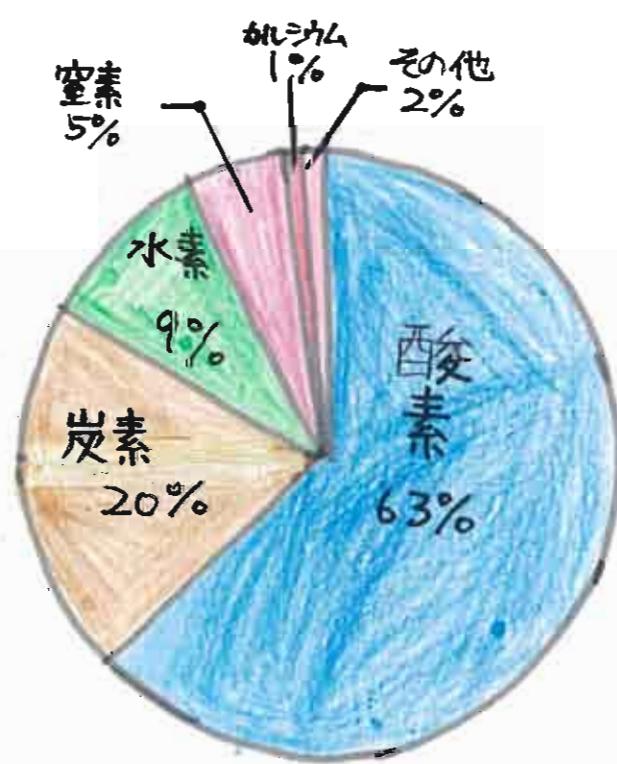
生物は地球の元素でできている

生物を作り上げているのは、地球表面にある軽い元素が中心です。例えば“水素など”です。地殻を構成する元素に多いケイ素ではなく、炭素が多いことが特徴です。元素組成からみた生物の特徴は炭素が含まれていることです。

地殻を構成する主な元素

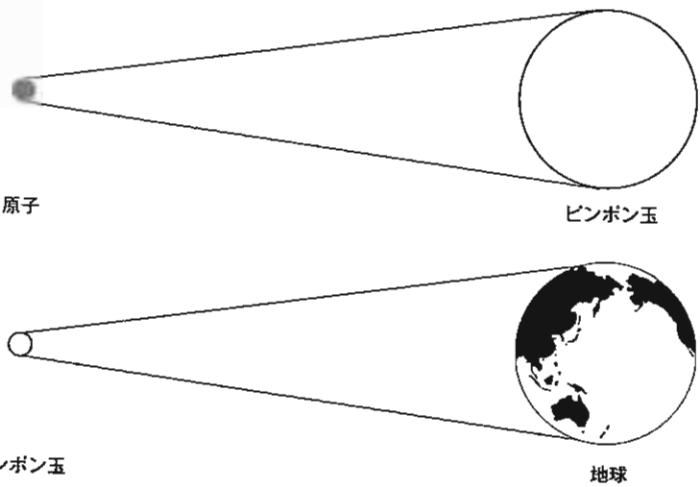


ヒトの体を構成する主な元素



原子の構造

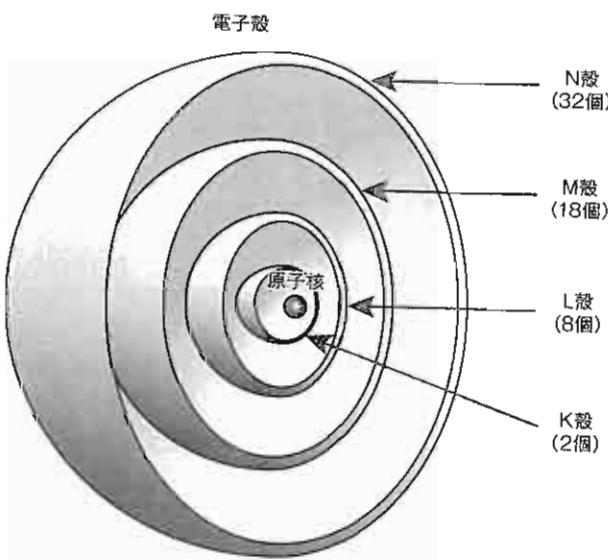
原子は非常に小さい粒子で直径は $0.1nm(10^{-10}m)$ です。原子は原子核と電子からなっており、原子核はさらに陽子と中性子から構成されています。陽子はプラスの電荷を電子はマイナスの電荷を持ち、中性子は電荷を持ちません。一つの原子を構成する陽子数と電子数は等しいので、原子は電気的に中性です。



原子とピンポン玉を同じ倍率で拡大

原子の性質を決める電子雲

原子の性質は原子核のまわりにある電子数によって決定されます。原子を構成する電子の数は原子番号になります。原子には電子殻(電子雲)と呼ばれる何層にも分かれた部屋があります。この電子殻に電子が入っていて、この部屋を軌道といいます。電子は自転していて、右回転と左回転がありますが、一つの軌道に2個の電子が入った時には、お互い回転の向きが反対になります。この状態を「電子対」といいます。それに対して、軌道に1個だけ入っているものを不対電子といいます。



生物をつくる原子の結合

生物は水と有機化合物からできている

生物は、約70%の水と約30%の有機化合物からできています。有機化合物とは、炭素原子が水素や窒素などの原子と結合していく、また姿をもつた形の単位です。有機化合物でできていることが、生物の特徴です。

有機分子をつくる共有結合

原子は集まて分子をつくります。しかし、集まつただけでは分子になりません。分子になるためには原子の間につながりができるいなければなりません。このつながりを結合といいます。結合にも多くの種類がありますが、生物をかたちづくる有機分子のほとんどは共有結合です。水素分子の結合の場合、水素原子は電子を1個しか持ていません。2個の水素原子が結合して水素分子をつくる時には、原子は互いに自分の電子を出し合って、これを結合電子として共有します。この結果、結合電子は2個の水素原子核の中間領域に存在することになります。

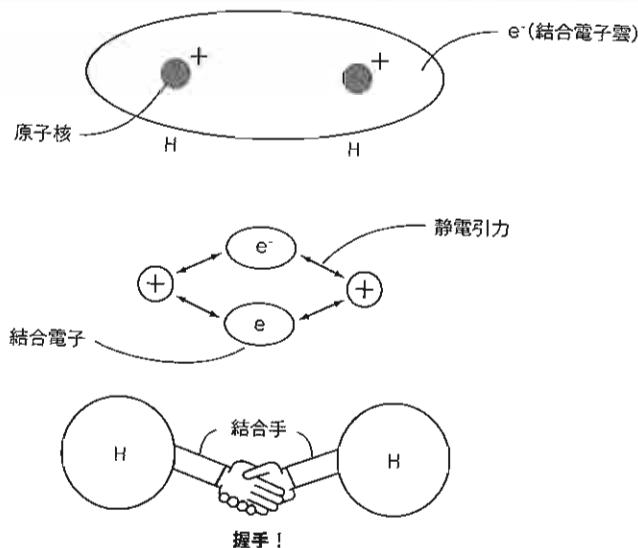
原子核はプラスに荷電し、電子はマイナスに荷電しているので、その間には静電引力がはたらきます。この結果、2個の水素原子核は、結合電子をあたかも糰のように接着されることになります。これが共有結合のしくみです。

共有結合をするためには互いに1個ずつ電子を出さなければなりません。この1個の電子を手にたとえると、互いに1本ずつ手をさしのべて握手をしているように見えます。この手を「結合手」と呼ぶこともあります。

原子が持つ結合手の本数は、水素は1本ですが、酸素は2本あり、窒素は3本、炭素は4本です。原子は結合手の本数分だけ共有結合できるので、酸素は2本、炭素は4本の共有結合ができます。つまり結合手とは、不対電子のことで、結合

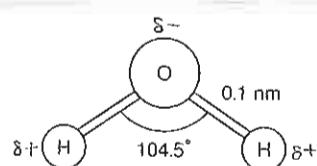
手の本数と、原子の持つ不対電子の個数は等しいのです。

共有結合の
しくみ



生物の主成分「水」

人の体は約70%は水です。この地球上に水がなければ、生命も生まれなかたといえるほど、水は生命にとって重要な物質です。水は酸素原子1個と水素原子2個とか結合した分子で、その角度は104.5度、酸素原子と水素原子間の距離は約0.1nmです。酸素のほうが電子を引き付ける度合いが強いので、水分子では酸素がいくぶんマイナスに、水素がいくぶんプラスに荷電します。このように分子中にプラスとマイナス部分を持つことを極性といいます。これが水の大きな特徴で、そのおかげで、様々な物質を溶かすことができます。



■ 2・5 水分子の構造。δ(デルタ)はいくぶんプラス、いくぶんマイナスを示す。

実験その1

分子を感じる



メスシリナターに水50mlとエタノール50mlをそれぞれ用意します。



それを倍量入るメスシリナターに一諸に入れます。



ちょうど"100mlになるはすが..."



"100mlに3mlくらい足りないぞ!!"

アル?

ここで"もう1つの実験



それを倍量入るメスシリナターに一諸に入れます。



塩50mlと大豆50mlを用意します。

今度は、100mlに20mlくらい"入る"。大豆と大豆のまき間に塩が入り込んでしまって、かさかさになくなった!!

粒の大きさの違うものを合わせると、すき間をうめるようにまさり合う。水とエタノールでも、粒の大きさ、つまり分子の大きさが違うことで分かれた。

生物をつくる高分子

生物は高分子有機化合物

生物を構成する有機化合物の特徴は、大部分が高分子であることです。高分子はいずれも一定の立体構造(高次構造)を持って様々な機能を果たします。高分子はものすごく大きな分子です。一般的な分子はせいぜい原子が数百個程度集まってきたのですが、ポリエチレンの分子量は数万から数十万に達します。

ところが高分子の構造は単純で、鎖と同じです。鎖は原理的には無限に長いものをつくることができますが、構造は単純です。同じ輪をつなげているだけです。高分子も同様に、同じ構造の単位分子をいくつもつなげた構造をしています。高分子の中でも一番多いのはタンパク質です。タンパク質、DNA、RNA、多糖類はいずれも高分子で、一定の構造をもちながら、構造にゆらぎのある、全体として柔軟性があるのが普通です。

超分子

高分子の中には特に、つながり方の違いで「超分子」と呼ぶものがあります。超分子も高分子で、ともに多数の単位分子がつながったものです。しかし、高分子では単位分子は互いに共有結合をしている、それに対して超分子では単位分子は分子間力で引き合っているだけなのです。

この結果、高分子をその成りの単位分子に分解するのは、一般的に困難です。ところが超分子の場合には、いつも単位分子に分解することができます。

タンパク質

タンパク質を構成する基本物質はアミノ酸です。体の中のタンパク質を構成するアミノ酸は、20種類に限られています。筋肉が収縮する時は筋肉のモーター・タンパク質が構造変化します。食べたものが消化されるには、消化管の中で消化酵素というタンパク質が働くためです。食べたものが吸収される時には、細胞膜にある輸送タンパク質が栄養分を体内へ輸送します。細胞内の代謝には酵素というタンパク質が働いています。眼が光を感じ、鼻が匂いを感じ、舌が味を感じるのは、それぞれ刺激を感じ取る受容体タンパク質があるからです。このように、体内的の働きのはこんどでは、何千種類ものタンパク質が担っています。

糖

糖はエネルギー源や植物の細胞壁を構成する重要な分子です。糖を構成するおもな原子は、炭素、水素、酸素です。これらの原子によってつくられた5角形、6角形の分子が糖の基本となり、それからつながって様々な糖ができます。最も基本的な糖は单糖類です。单糖類には、グルコース(ブドウ糖)、フルクトース(果糖)がラクトースなどがあります。グルコースはエネルギー源として重要な物質です。

2個の单糖の間で水がとれて結合したものが二糖類です。二糖類には、砂糖の主成分であるスクロース(ショ糖)や、マレトース(麦芽糖)があります。数十～数百万の单糖から水がとれて結合したものを多糖類といいます。多糖類にはデンプンやセルロースなどがあります。デンプンは植物細胞に存在し、ご飯やパン、いも類などに多く含まれていて、人のエネルギー源としても重要な糖です。

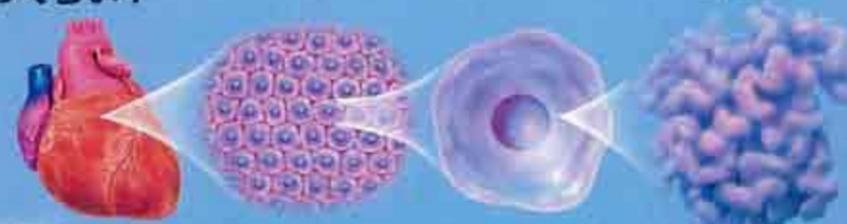
脂質

脂質はエネルギーを貯蔵したり、細胞膜やホルモン、ビタミンの原料となる重要な物質です。主として炭素、水素、酸素でできていますが、細胞膜を構成するリーブル脂質のように、他の元素を含むものもあります。また、脂質は水にないまない CH_2 部分を多く含み、水には溶けないのが特徴です。

タンパク質の大きさ

タンパク質の大きさはどのくらい？

右のミオグロビンの大きさをゴルフボールとすると、細胞の大きさは東京ドームほどになる。心臓の大きさは、東京から鹿児島までの直線距離を直径にした球ほどになる。



個体

メートルサイズ。

器官

センチメートルサイズ。心臓はにぎりこぶし程度の大きさである。

組織

細胞が集まってつくられる組織は、マイクロメートル～センチメートルサイズである。

細胞

マイクロメートルサイズ。動物の細胞はたいていが、約10～30マイクロメートルほどである。

タンパク質

ナノメートルサイズ。76～77ページで紹介する「ミオグロビン」は、4ナノメートルほどである。タンパク質には、細胞内だけではなく、細胞の外に存在するものもある。

細胞は生物システムの基本

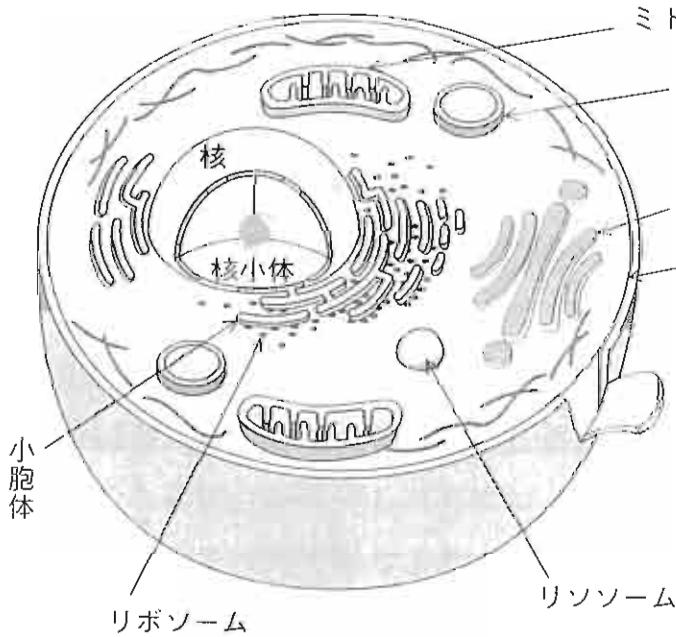
小さな小さな箱…細胞 細胞の構造

細胞には2種類あります。核をもつ真核細胞と核をもたない原核細胞であります。

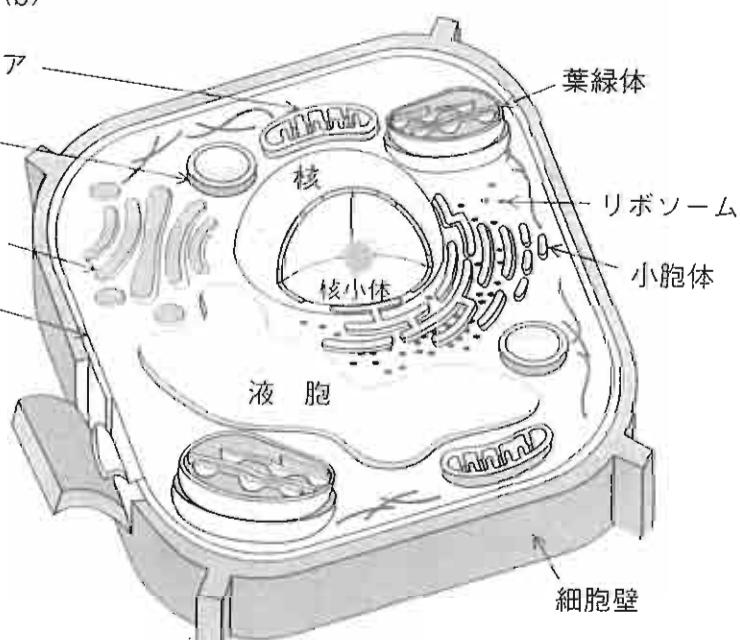
核をもつ真核細胞は、ヒトをはじめとする動物や植物を構成する細胞です。

それに対して、細菌などの原核細胞は外側は細胞膜で包まれているが、核などの細胞器や官能をもっていない細胞膜で囲まれた空間の中にDNAやタンパク質(酵素)などが含まれているだけです。

(a)



(b)



細胞の構造. (a) 動物細胞, (b) 植物細胞

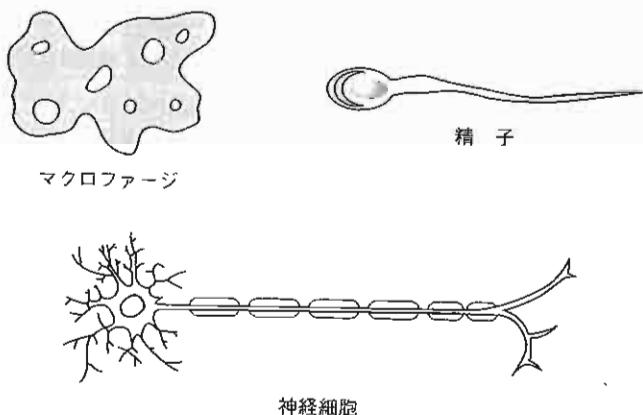


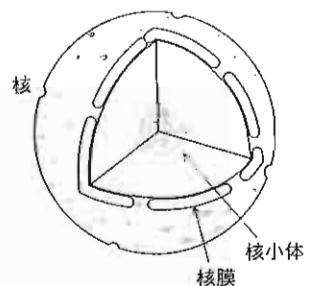
図 1-4 さまざまな種類の細胞

左の図にあるいくつかの種類の細胞は、特定の機能をもつたために、特殊化したもののです。マクロファージや生殖細胞のようにそれ自体で完結した1個の生命体のように活動する細胞もありますが、神経細胞(ニューロン)などのように特徴的な形をした細胞もあります。

細胞の中はまるで「工場」

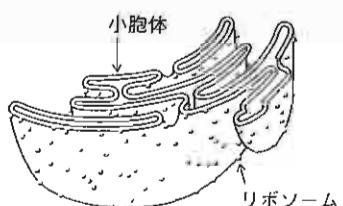
・核

核は遺伝の中心的な働きをする器官です。核は核膜という膜で細胞の他の部分から隔てられています。核膜は2枚重ねになります。核膜であり、それ自体薄い袋になります。核膜にはところどころに穴が空いており、DNAのもつ情報を伝えるためのRNAなどが出入りしています。



・小胞体

小胞体は薄い膜の袋が重なったようなものです。表面にリボソームという小さな粒子が付着しているものがあります。タンパク質などの合成は、このリボソームで行われます。



・ゴルジ体

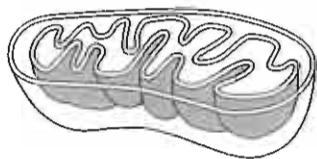


ゴルジ体はリボソームで生産されたタンパク質を、きちんと細胞の内部と外部の目的地へと配達できるように、仕分けします。仕分けされたタンパク質は細胞内に存在する小胞によって目的地へと配達されます。

・リソソーム

リソソームには、細胞内の不要な老廃物や細胞内に取り込まれた物質などを分解する酵素が入っています。

・ミトコントリア



ミトコントリアは、膜でできた薄い袋が複雑に入り込んだ構造をしていて、核のつきに大きい器官です。内側に折りたたまれたひた状の部分の表面に糖を分解するさまざまな酵素が存在し、で生命活動に必要なエネルギーが生産されます。生産されたエネルギーはATPの形で貯蔵されます。

・細胞膜



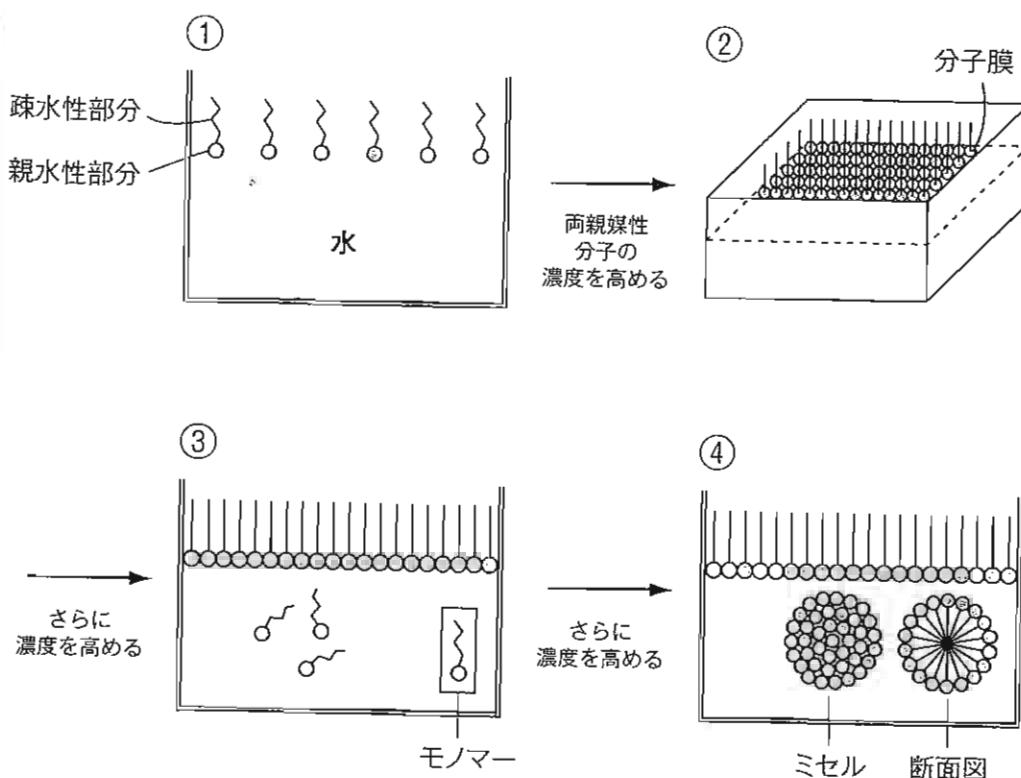
図1-9 リン脂質

細胞膜などの生体を構成する膜は、リン脂質という分子からなる「二分子膜」で構成されています。リン脂質は分子内に親水基とよばれる水を好む部分と、疎水基(親油基)とよばれる水を嫌う(油を好む)部分ともてています。このように一つの分子内に親水基と疎水基をもつ水と油の両方に親しみ、このできるものを両親媒性分子といいます。

両親媒性分子を水に溶かすと、親水部分は水中に入って水に溶けようとします。しかし疎

水性部分は嫌がります。この結果、両親媒性分子は水面に頭を下にして、逆立ちしたような形で浮かぶことになります。両親媒性分子をこれ以上詰めることができないほど「キュウキュウ詰め」の状態にしたもののが「分子膜」です。水面に並ぶことのできなくなつた分子は、水中に入つたくなります。このような分子をモノマー(単量体)といいます。そしてモノマーは集団をつくり、水に角触れる分子ができるだけなくしようとします。このような集団をミセルといいます。

図2-31 分子膜とミセル



分子膜を構成する分子は、決して結して結合しているわけではありません。弱い引力で引き合っているだけなので、分子膜の中を自由に移動できます。

分子膜は1枚の膜になつていて、これを单分子膜といいます。それが2枚重ねになると二分子膜、それ以上の場合は累積膜(LB膜)といいます。单分子でできた袋をミセルといいましたが、二分子膜がつくる袋をベクセルといいます。1つの脂質でできたベクセルを特

にリボソームといいます。ですから細胞膜はリボソームの一種ということになります。

図2-33 分子膜の種類

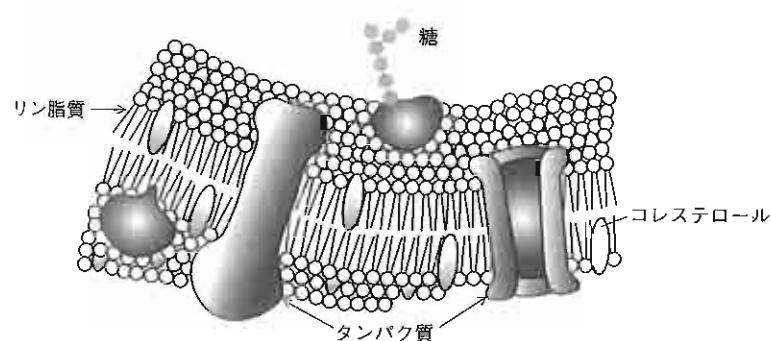
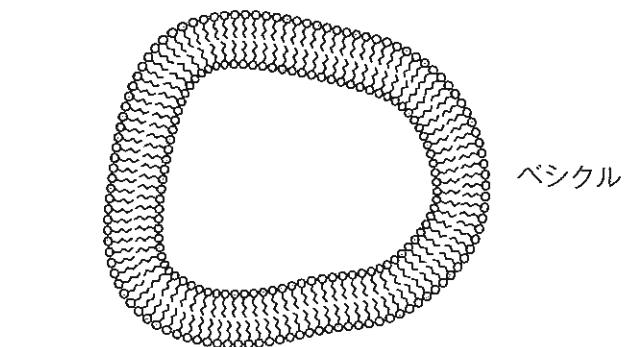
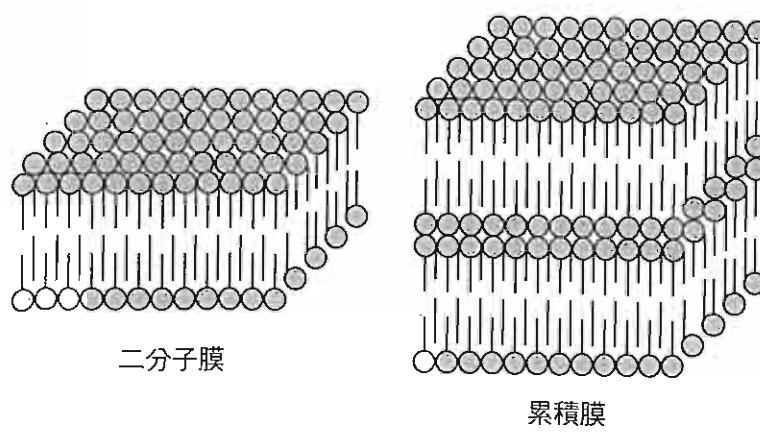


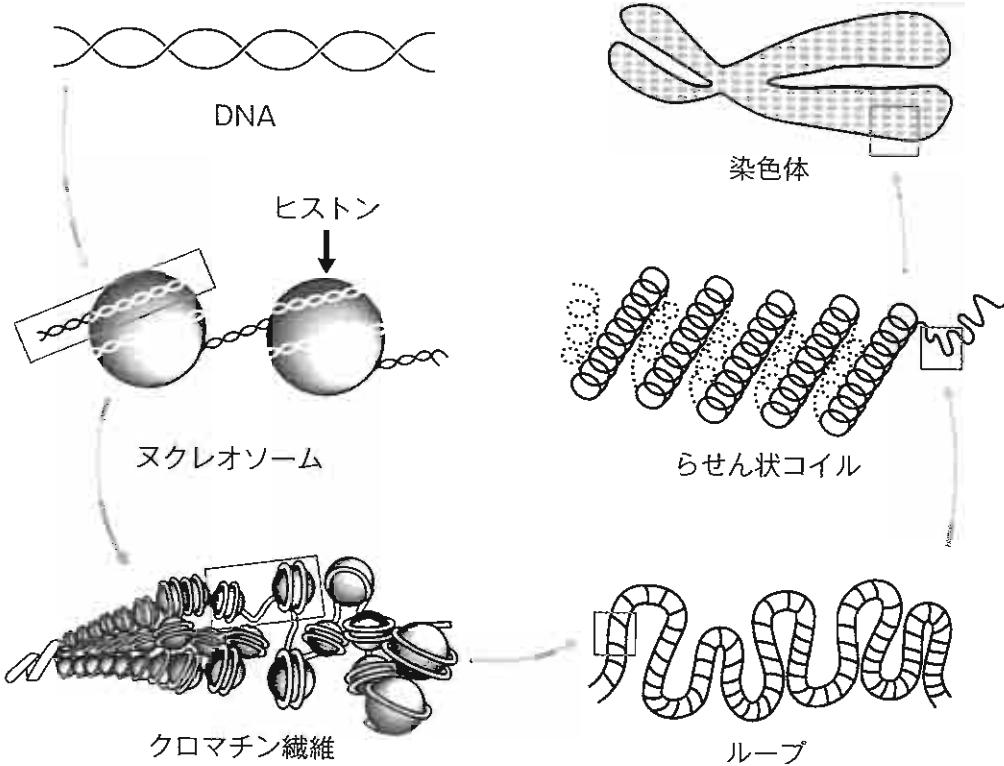
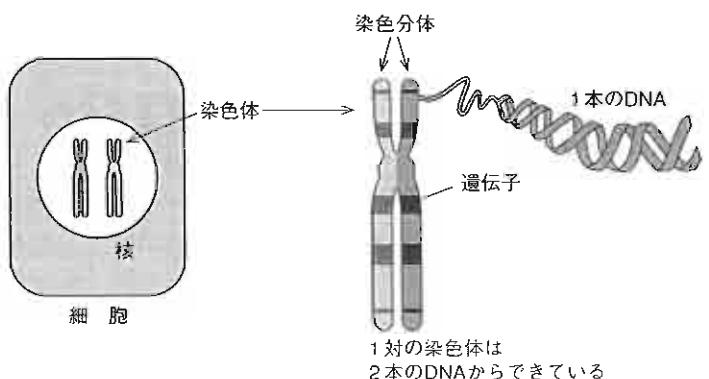
図 1・12 細胞膜の構造

DNAとRNA

DNAとは？

遺伝をつかさどる物質に、DNAとRNAがあります。DNAは遺伝情報の原本、RNAはDNAのコピーのような関係にありますか、どちらも遺伝には欠かせません。

真核生物では、DNAは細胞の核の中に存在しています。普段DNAは細長い糸状のクロマチン(染色質)として収納されていますが、細胞が分裂する時、クロマチンは小さく折りたたまれます。これを染色体といいます。染色体は2本の染色分体が組合せたりでできています。人間の細胞の核1個には、23対の染色体があります。それぞれの染色分体が1本のDNAにあたりるので、細胞の核1個には、46本のDNAが存在することになります。



DNAは、もとより四種類の単位分子が結合してできた高分子です。DNAは2本の鎖がらせん状により合わさった構造をしています。DNAの1本の鎖はスパースに似ています。それは基本となる鎖に4種類の宝石がペーパーとして組み合わさっているようなものです。基本鎖は糖(デオキシリボース)とリノ酸が結合してできており、その糖の部分に塩基とよばれる宝石が結合しています。この宝石は、4種類の輝きをしています。

ここで糖と塩基が結合したものをヌクレオシドといい、さらにヌクレオシドの糖部分にリノ酸が結合したものをヌクレオチドといいます。これがDNAの基本構成単位です。

宝石にあたる塩基には、4種類しかありません。その輝きはA、G、C、Tの記号で表されます。アデニン(A)とグアニン(G)をアツリニン塩基、シトシン(C)とチミン(T)をヒドロキシニン塩基といいます。AとT、GとCはそれぞれ相性が良いのですが、それ以外の組み合わせは相性が悪い、相性の良い塩基同士は赤い糸で結ばれた二人のように、ほとんど相手を間違えることはありません。

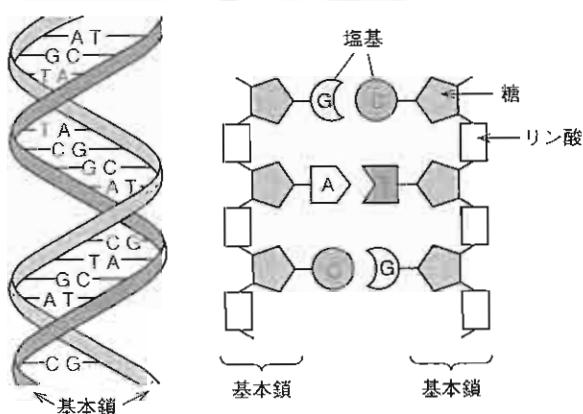
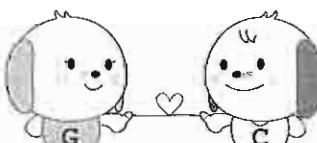
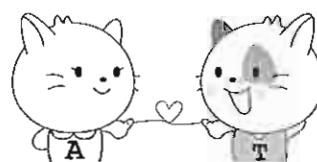


図 5・2 DNA の基本的な構造



実験その2

ブロッコリーのDNAを見てみよう



ブロッコリーを3~4
房に食器用洗浄を入れ、すり鉢ですり下
します。



ブロッコリーは細胞が
スゴいやすいんだとか…



ブロッコリーが液体
みたいになってきたら、
水30mlを加えて混
ぜる。



ブロッコリー液を茶こ
しに通しきてラスに移
します。



ここに塩を少々
入れてそと
混せます。



冷えたエターナルをゆ
くり流します。



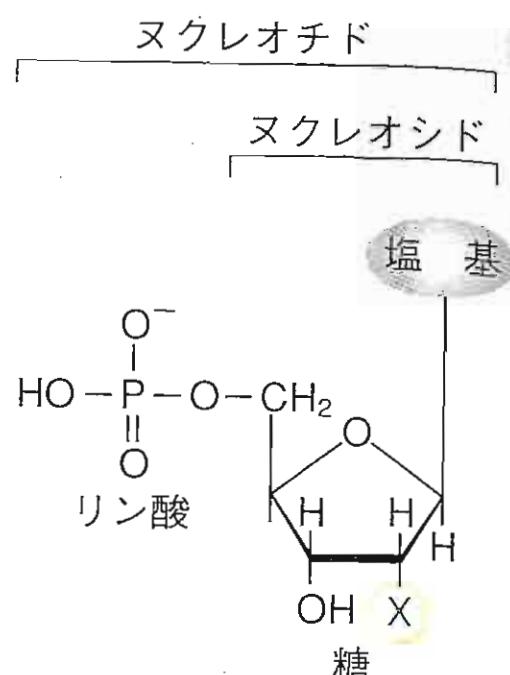
すると、白いもやもやが
現れます。これがDNA
のかたまりです。

DNAからRNAへ

RNAもDNAと同じ核酸と呼ばれる物質です。その違いは、糖が「デオキシリボース」ではなく、「リボース」になっています。そして、塩基にはチミンの代わりに、ウラシルしか使われます。つまり、DNAではAとTの間で塩基対を形成していますが、RNAではAとUの間で形成することになります。

また、DNAのように二重らせん構造をとるのではなく、ほとんどの場合は1本の鎖として存在しています。

DNAは遺伝に関する全情報を保存しています。この遺伝情報をもとにして、タンパク質の合成が行われます。まず、DNAの遺伝情報の一部を写し取ったRNAがつくれられます。この時重要な役割を果たすのが「RNAポリメラーゼ」という酵素です。さらにRNAに記録された情報をもとに、タンパク質ができあがります。



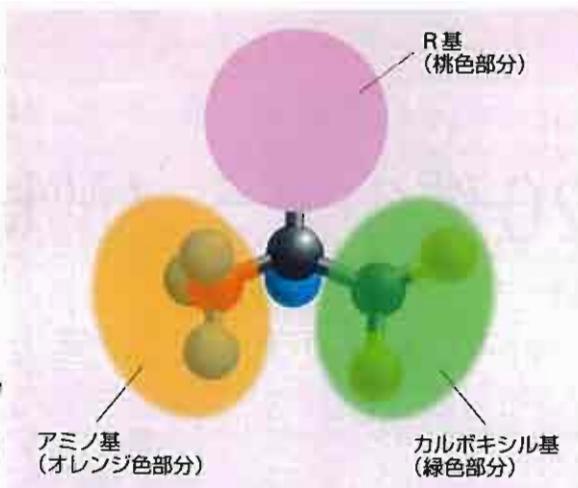
X = H (デオキシリボース)
X = OH (リボース)

アミノ酸
と
タンパク質

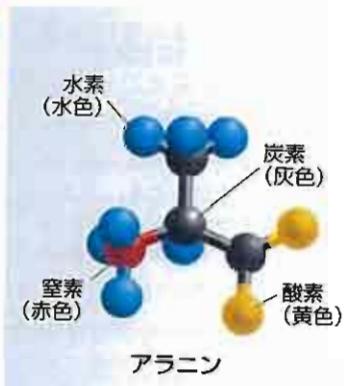
アミノ酸からタンパク質へ

アミノ酸を知ろう 20種のアミノ酸

どんなタンパク質もアミノ酸が鎖のようにつながってできています。右の図はアラニンというアミノ酸です。すべてのアミノ酸はアミノ基とカルボキシル基、R基からなります。R基は20種類のアミノ酸すべてでことなり、R基がそれぞれのアミノ酸の性質を決めています。



水に溶けにくいR基をもつアミノ酸



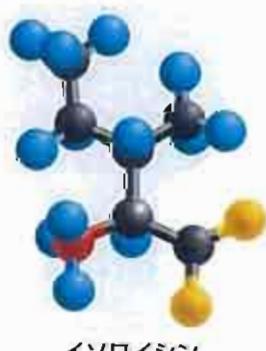
アラニン



バリン



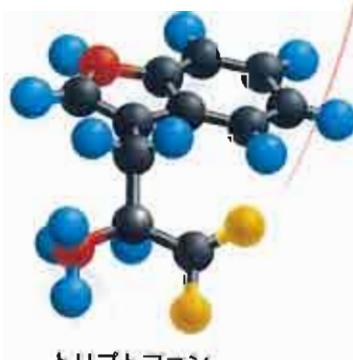
ロイシン



イソロイシン



メチオニン



トリプトファン



フェニルアラニン



プロリン

—水にぬじみやすいR基をもつアミノ酸—

R基に電荷のないアミノ酸



グリシン



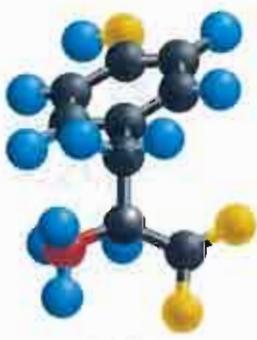
セリン



トレオニン



システイン



チロシン



アスパラギン

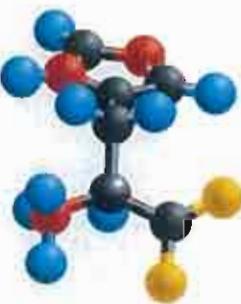


グルタミン

R基に正の電荷をもつアミノ酸



リシン



ヒスチジン

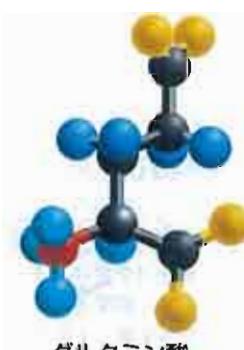


アルギニン

R基に負の電荷をもつアミノ酸



アスパラギン酸



グルタミン酸

アミノ酸の結合

アミノ酸のペプチド結合

アミノ酸からタンパク質ができる第一のステップは、まず二つのアミノ酸のカルボキシル基(赤)とアミノ基(オレンジ)の間に水がとれて結合することです。このような結合をペプチド結合といい、ペプチド結合を複数分子をペプチドといいます。

ペプチドの両端にはアミノ基とカルボキシル基が付いているので、アミノ酸はペプチド結合によってつきつきにつながることができます。その結果、種類の違うアミノ酸が数100個も連なったポリペプチドになります。

ポリペプチドを構成するアミノ酸は、C=O結合やN-H結合などを含んでいます。そのため、これらのアミノ酸の間で水素結合が形成され長いペプチド鎖から特有の立体構造ができます。このような立体構造として、 α -ヘリックスと β -シートがあります。 α -ヘリックスではペプチド鎖がらせん状になっています。一方、 β -シートはペプチド鎖が折れ曲がって、シート状になったものです。 α -ヘリックスや β -シートなどの部品を組み合せて、さらに複雑な三次元構造をつくります。

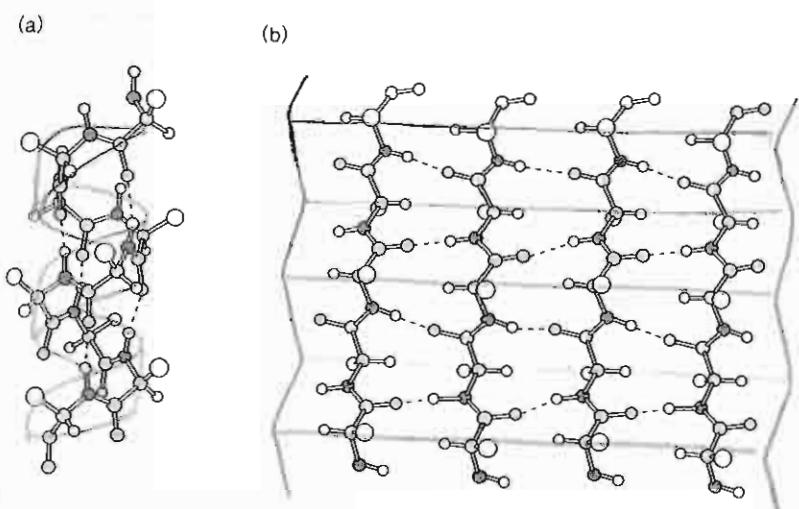
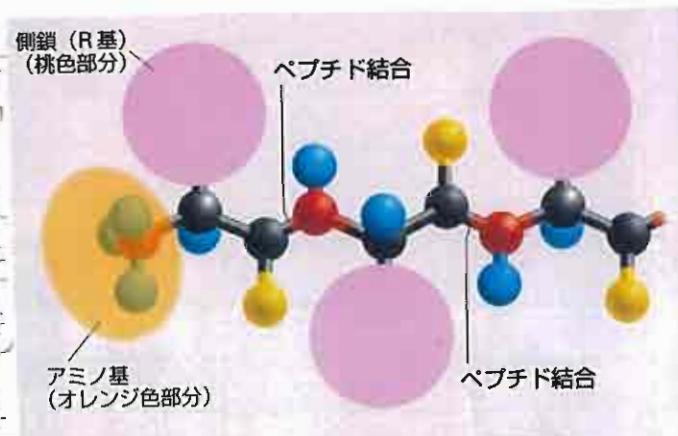


図2-11 ポリペプチドから立体構造へ。(a) α -ヘリックス, (b) β -シート

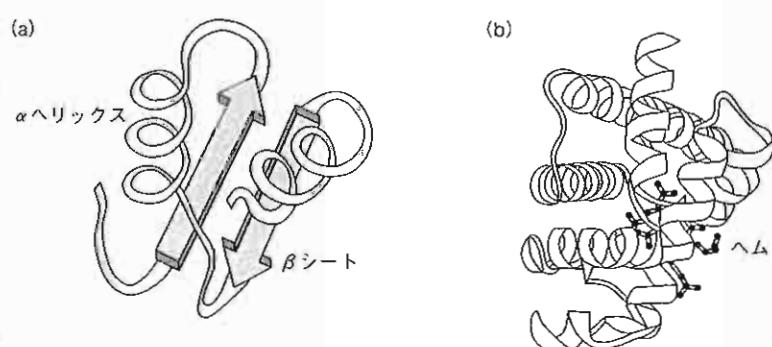


図2-12 複雑な三次元構造。(a) 模式的なもの, (b) ヒトのミオグロビン

くることができます。

生体では、複雑な三次元構造をとるポリペプチドがさらに集まってきていた、いわば四次元構造というべきタンパク質も多く見られます。

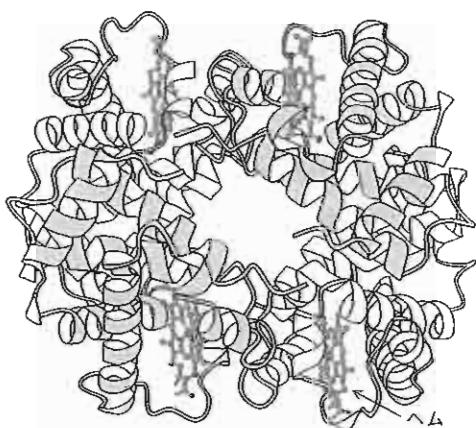


図 1-13 ヒトのヘモグロビンの構造。 α ヘリックスからなる 2 種類のポリペプチドが 4 本合わさってできている。出典: J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer 著, 「ストライヤー 生化学 第 5 版」, 入村達郎, 岡山博人, 清水孝雄 監訳, 東京化学同人 (2004)。

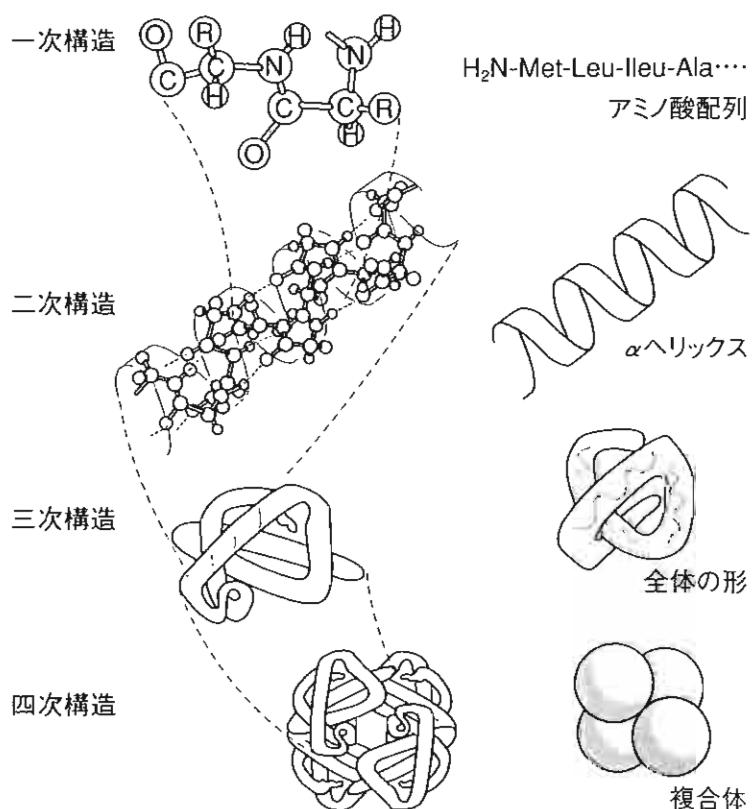


図 1-4 タンパク質の高次構造

タンパク質ができるまで

タンパク質の合成 セントラルドグマ

1958年にフランシス・クリック博士が提唱した「セントラルドグマ(中心原理)」という考え方について、タンパク質ができるまでを見ていきます。

セントラルドグマは大きく二つにわけることができます。一つは「DNAの複製」です。同じ情報を持ったDNAをもう一つつくることです。複製されたDNAは新しい細胞に受けられます。もう一つは「タンパク質の合成」です。DNAの情報はまずRNAへと転写され、そのRNAが「編集」「翻訳」されて、タンパク質がつくられます。DNAの情報が、DNAからRNAへ、RNAからタンパク質へと受け渡されます。

・DNAの複製

複製されるDNAでは、まず2重らせんがほどかれます。ほどかれた2本の鎖のそばぞれにDNAの材料が追加されて、二つの2重らせんが合成されます。こうしてDNAは複製され、細胞から細胞へ、また親から子へと受けつかれていくのです。



・DNAからRNAへの転写

タンパク質は、核の外でつくれられます。たしか、タンパク質のつくりかたを記したDNAは、核の中におさめられており、核の外に持ちだすことはできません。図書館に厳重に管理された、持ちだし禁止の本のようなものです。

そこで細胞は、DNAに書かれた文章を「コピー」し、そのコピーを核の外へ持ち出します。コピーされた書類にあたる物質を「RNA（リボ核酸）」といいます。DNAをコピーしてRNAをつくることを生物学では「転写」といいます。



・RNAの編集

DNAのコピーとしてつくられたRNAは、そのままの形で核の外へ運びたされるわけではありません。RNAは、核から運びたされる前に「編集」される必要があります。DNAの文章（遺伝子）の中には、タンパク質をつくる上で無意味な情報がところどころに存在します。

タンパク質の設計図として完成させるには、意味のある部分だけをつなぎ合わせなければなりません。この作業はちょうど、録画したVTRから不要な部分を削除して、残したい内容だけ

をつなぎ合わせるようなものです。

編集の済んだ「RNAたぐ」が、完成品として核の外(細胞質)へと運び出されていくのです。



・RNAからタンパク質への翻訳 タンパク質の材料は、私たちが食事によって取り入ったり、みずから合成したりした「アミノ酸」です。20種類あるアミノ酸と、「どの順序でつなげるか」その順序を決めるのが、RNAの情報です。RNAのもう1つの情報をアミノ酸の順序へと置きかえる過程を、生物学では「翻訳」と呼びます。

RNAの塩基は4種類ですが、アミノ酸は20種類もあります。この対応関係を表にしたもののが、「遺伝暗号表」です。



遺伝暗号表

		2 文字目の塩基 →					
		U	C	A	G		
1 文字目の塩基 →	U	コドン アミノ酸	コドン アミノ酸	コドン アミノ酸	コドン アミノ酸	3 文字目の塩基 →	
	UUU フェニルアラニン (F)	UCU セリン (S)	UAU チロシン (Y)	UGU システイン (C)	UUC フェニルアラニン (F)	UCG セリン (S)	UGC システイン (C)
	UUC フェニルアラニン (F)	UCG セリン (S)	UAC チロシン (Y)	UGC システイン (C)	UUA ロイシン (L)	UCA セリン (S)	UAA 終止
	UUA ロイシン (L)	UCC セリン (S)	UAG 終止	UGA 終止	UUG ロイシン (L)	UCG セリン (S)	UUG リフトファン (W)
	CUU ロイシン (L)	CCU プロリン (P)	CAU ヒスチジン (H)	CGU アルギニン (R)	CUC ロイシン (L)	CCC プロリン (P)	CAC ヒスチジン (H)
	CUC ロイシン (L)	CCA プロリン (P)	CAA グルタミン (Q)	CGA アルギニン (R)	CUA ロイシン (L)	CCG プロリン (P)	CAG グルタミン (Q)
	CUG ロイシン (L)	CGU アラニン (A)	CAU アスパラギン (N)	CGU アルギニン (R)	AUU イソロイシン (I)	ACU ドレオニン (T)	AAU アスパラギン (N)
	AUC イソロイシン (I)	ACC ドレオニン (T)	AAC アスパラギン (N)	AGC セリン (S)	AUA イソロイシン (I)	ACA ドレオニン (T)	AAA リシン (K)
	AUG メチオニン (M)	ACG ドレオニン (T)	AAG リシン (K)	AGG アルギニン (R)	GUU バリン (V)	GCU アラニン (A)	GAU アスパラギン (D)
	GUC バリン (V)	GCC アラニン (A)	GAC アスパラギン (D)	GGC グリシン (G)	GUA バリン (V)	GCA アラニン (A)	GAA グルタミン酸 (E)
	GUG バリン (V)	GCG アラニン (A)	GAG グルタミン酸 (E)	GGG グリシン (G)			

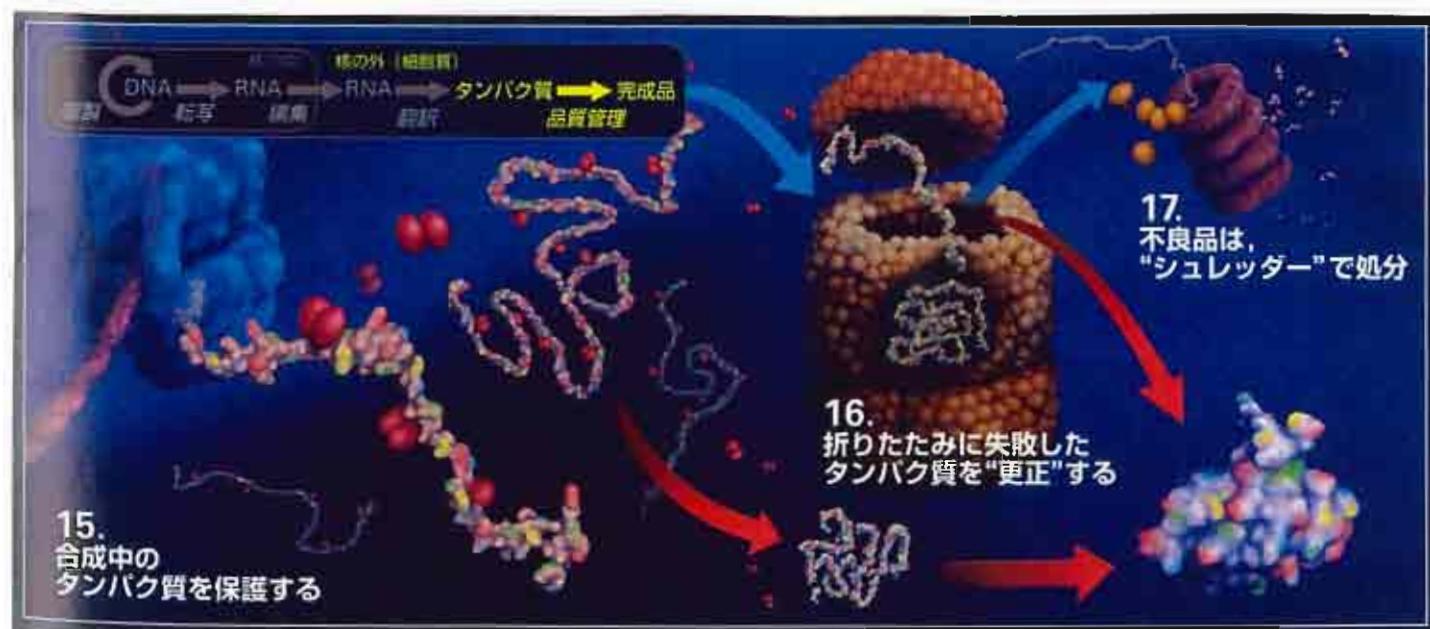
・タンパク質完成！　タンパク質の合成は、アミノ酸をたたた並べれば“すみのでは”ありません。タンパク質は、正しく立体的に折りたたまれてはじめて、その機能に最も適したカタチをもつことができます。

細胞の中には、完成前のタンパク質が正しく折りたたまれるのを助ける装置があります。それを「分子シャペロン」とよびます。代表的な分子シャペロンに、「HSP70」と「HSP60」があります。

HSP70は、リボソームで合成中のタンパク質に結合します。この結果、合成中のタンパク質が正しく折りたたまれる前に、ほかのタンパク質と結合してかたまりをつくってしまう(凝集)ことが避けられます。

一方、HSP60は、折りたたみに失敗したタンパク質に、“更正”的なヤニスをあたえる装置です。大きなたるのような姿をしたHSP60の中に、正しく折りたたまれなかたタンパク質が収容されると、折りたたみのやり直しがおきます。

しかしそれでも、正しく折りたたまれない場合はあります。そんな不良品は、“シュレッター”のような装置である“アロテアトム”へと運ばれ、アミノ酸へと分解されます。



細胞の外へ

タンパク質は細胞の中でつくられています。しかし、細胞の中ではたらくタンパク質があります。これらのタンパク質はどのようにして細胞の外に出るのでしょうか。

分泌タンパク質となるアミノ酸の鎖がリボソームからできはじめると、このリボソームは小胞体に移動して、その中にタンパク質を産み落とします。その後、タンパク質はゴルジ体を経由して細胞の外に向かいます。

小胞体からゴルジ体、そして細胞膜への移動の際は、タンパク質は膜に包まれています。細胞外という付動場に到達するまでは、梱包されて移動します。



体内で働くタンパク質 10万種類以上のタンパク質

人間の体から水分を除くと、残りのうち60%はタンパク質でできています。体内には、10万種におよぶ、タンパク質があると考えられています。体の中で働くタンパク質は次のような役割があります。

- ①体をつくるはたらきをもつ構造物質
- ②物質の化学反応を助ける酵素タンパク質
- ③情報を伝達するホルモンなどのタンパク質
- ④物質を輸送するポンプやチャネル、ヘモグロビンなど
- ⑤物質と結合して菌を攻撃したりする抗体

それぞれのタンパク質が互いに協調しあい、ネットワークを形成することで、私たちの生命活動は支えられています。

色々なタンパク質のはたらき

クリスタリニ
目の水晶体の主成
分。屈折率が高く、
透明な水晶体の特
徴はクリスタリニ
によるもの

リソチーム
細菌の感染
から体を守る
酵素。涙や鼻
水などの分
泌液や涙などに含
まれている。



アクチン
筋肉を構成
する。細胞分裂などでの細
胞単位の運動に関与し
たり、細胞の
骨格となる。

ヘモグロビン
血液に含まれる
酸素を運ぶ。ヒトで
は赤血球に含
まれている。

コラーゲン
細胞のすきま
をうめる。コラ
ゲンは、哺乳
類の体重の
約6%、全タ
ンパク質の約1/3
を占めるタンパ
ク質である。

あとがき

未来のぼくへ

こんにちは。今、ぼくは小学6年生です。元気にやっています。
今年の夏はオリンピックがありました。感動的なオリンピック
でした。オリンピックに夢中になって、今年の調べ学習は、なか
なか進まなかったです。

今年から、ぼくの調べ学習のテーマは分子生物学です。とり
あえず今年はタンパク質のこと。中学生になんでも調べたい
ことがあります。それは、エネルギーと代謝のこと。そして、ケル
ムや種の系統のこと。それから、タンパク質で、どんなことがで
きるか調べる予定です。

今後、タンパク質研究がどんどん進んで、今まで治らな
かった病気が治たり、過去の歴史が分かるようにならいい
な。特に恐竜の時代のことや、古生物のことを、ぼくは知り
たいです。

未来のぼくは、タンパク質について何か、新しい発見があり
ましたか？

ぼくは小学校の6年間、毎年調べ学習をしてきて、とても楽しか

たです。疑問に思っているとか理解できたり新しい事を知ることができました。ぼくは調べ学習の中で、あちこち旅行に連れて行ってもら、た事がうれしかったです。2年生の時は、恐竜のことを調べたから、ニューヨークのナチュラルヒストリーに行きました。光るキノコについて調べた時はハワイ島に行きました。夏の調べ学習の時以外でも、知りたいと思った時は、いつも出かけて行って見たり聞いたりもしました。旅行に行くといいはいい学ぶことがあるよね。知りたい事だけじゃなく、新しい別の発見がある。だから何かわからぬ事があた時、旅に出てみてください。きっと楽しい事が待っているからね。

大人になつたぼくは今、何をがんばっているのかな？ 11歳のぼくは、水泳をがんばっています。ぼくの将来の夢はオリンピックに出ることです。競泳に出たいけど、競泳がダメなら、トライアスロンもいいな。ぼくは、水泳が好きだから、練習毎日がんばります。未来のぼくも、がんばってくれてるといいな。ぼくにとって夏は、「がんばりの夏」だから、忘れないでください。

参考図書

分子生物学講義中継
生物の多様性と進化の驚異

井出利憲

羊土社

わかる化学シリーズ 5
生命化学

齋藤勝裕
尾崎昌宣

東京化学同人

知りたいサイエンス
入門！超分子化学
役にたちずかる分子のヒミツ

齋藤勝裕

技術評論社

実験ほど素敵なものはない

山村紳一郎

春秋社

子供の科学

2012年6月号

誠文堂新光社

ニュートラムック
「アミノ酸」と「タンパク質」生命の万能素材 ニュートンプレス