

授業中出すといていたこと

[1]細胞～糖質と脂質

→細胞の構造の中での糖質・脂質の役割

(1)語句説明(5～6つ)

(2)トレハロースが還元性を示さないが、加水分解をすると還元性を示す理由をトレハロースの構造(CHO 基がない)を書いて説明せよ

(3)細胞膜の構造

→脂質二重層の構造が書ければよい

[2]DNA と RNA

(1)語句説明(10 個くらい)+計算？

(2)セントラルドグマを図を書いて説明せよ

(3)DNA の構造で、重要な部分の説明をして DNA について説明

[3]次の中からひとつ選んで説明せよ。ただし図を 1~2 個かくこと。また説明文は 20 行程度

(1)DNA の構造と機能

→特に遺伝情報を error することなく正確に伝達する仕組みについて(つまり DNA が二重螺旋になっていて、相補的塩基対があり、半保存的複製をすること)

(2)糖質の構造と分子的機能

→1・2 回目の講義の中から自由に何か書けばよいらしい。オリゴ糖になると新しい機能を持つことや腸内フローラのこととか。最低ひとつは糖(スクロース、トレハロースとか)の構造を書く。

いつかの年の用語問題

[1]脂質二重層、脂質は二本鎖、糖鎖による認識、オリゴ糖→3 ページ以降参照

真核生物→細胞の中の(核などをもつ)細胞核が細胞質とは(二層の脂質二重層:核膜で)区切られている生物。動植物やこれに対して原核生物は膜がほとんどない！

[2]2-デオキシ-D-リボース、D-リボース、DNA の相補的塩基対

DNA 塩基(A,T,G,C)、RNA 塩基(A,U,G,C)、二重螺旋構造、スタッキング効果、遺伝子は必ず内側を向く？、bp の長さ、ゲノム

## 生物化学過去問

### 1.糖と脂質

細胞は核を持たない原核細胞と核を持つ(真核細胞)に分けられる。細胞膜は脂質の親水部と疎水部からなり、疎水部は(二本鎖)をもつ。これらでできた層を(脂質二重層)という。

糖はその構成する糖の数から単糖、(オリゴ糖)、多糖に分類される。糖鎖は細胞膜表面にて物質の膜の通過を助ける。物質と結びつき(認識)作用を示す。

① ( ) 内があてはまれば○を、間違っていれば訂正せよ(訂正した後の答えが入っています)

② トレハロースは還元性を持たないが、加水分解後は還元性を示す理由を、構造式を書いて述べよ。

③ 脂質二重層の構造を、略式を用いて描いて説明せよ。

### 2.DNA と RNA

DNA の構造は 2 本の直鎖の(二重らせん構造)で、各塩基は(同方向)を向いている。塩基同士は (水素結合)で結ばれ、10 個の base pair で幅 3.4 nm。ヒトの性細胞の DNA は  $3.0 \times 10^9$  個 bp を持つため、その幅は  $(3.4/10 \times 3.0 \times 10^9 \text{nm} = 1\text{m})$  である。

塩基はプリン型の(A,G)とピリミジン型の C,T に分けられ、mRNA では(T のかわりに U)が配列している。DNA の糖は(デオキシリボース)で、RNA の糖は(リボース)である。DNA の持つすべての情報を(ゲノム)といい、これを解析することで生体の情報を得られるが、これによりすべてがわかるわけではない。

① ( ) 内があてはまれば○を、間違っていれば訂正せよ(訂正した後の答えが入っています。)

② セントラルドグマの絵をかきなさい。

③ A と T、C と G の結合しうる場所に線を引け

### 3. 以下の題材からひとつを選び論ぜよ

① DNA の構造と機能について、主に遺伝の保存、伝達の仕組みの観点から述べよ。

② 糖質の生体内における働きについて述べよ。

③ 脂質の生体内における働きについて述べよ。

ただし、③に関しては今年は脂質二重層についてしか脂質を取り扱っていないので、とりあえず試験のためには気にしなくてもいいはず！

## [1]細胞～糖質と脂質

授業ノートより

### 糖類の働き

#### S1. 気づくということ

例：本物の時計の針の四時をさすIVというラベルは、IVとかくと非常に読みづらくなるからⅢにもう一本線を加えたような書き方をする。しかし一部の漫画家とかはきづかずにそのままIVと書いてしまっていたりする

例2：朝日新聞の朝と新の文字は実は明朝体ではない！

⇒世の中気づくこと、考えることが大事！！

#### S2. 人体と栄養

①人体…タンパク質 70%、炭水化物 5%、脂質 12%

⇒三大栄養素という割には炭水化物と脂質は少なく

⇒摂取量と体内の構成物質は関係ない！

②微量栄養素

無機化合物(鉄、銅、ニッケルなど)

ミネラル：12種(木野プリー一枚目にのってる)

有機化合物(L-アスコルビン酸(ビタミンC)など)

ビタミン：由来は **vital amine** だったが、今では **amine** 以外のビタミンもあるので  
ビタミンと呼ばれる。水溶性9種、脂溶性4種

#### S3. 糖類

##### s 3. 1 糖類どこで使ってるのか！？

摂取量の割りに体内の構成成分としては少ない糖類だが、摂取した糖類はどこに消えてしまっているのだろうか

①細胞におけるエネルギー源⇒体内に残らないで消費されてしまう分)

②生体物質間、生体物質と細胞間の認識(識別)

③生体物質の素材、原料⇒これが体内に残っている5%の糖類

##### s 3. 2 糖類どう使っているのか？

①～③において、糖類はどのように使われているのか

①エネルギー源

⇒ATPとして体内のエネルギーにつかわれる

⇒酵素に命じられて酸化還元などをつかさどるビタミンとしての働き???

②識別作用

⇒酵素の基質特異性は酵素の形状によってきまる。このときに、酵素の形を決めるファクターとして、酵素についている糖類が関係してくることもあるらしい(単純タンパク質(アミノ酸だけでできている)ではなく、複雑単 p 区質のときの話)

⇒体内にとって必要なタンパク質がタンパク質分解酵素によって分解されてしまうことがある。このとき、タンパク質に糖類がくっつくことによってタンパク質分解酵素の眼をくらますことができれば、タンパク質は分解されずにすむ。これは糖類によるタンパク質の防御機能である。

### ③素材、材料として

⇒DNA を構成するヌクレオチドはリン酸と五員環の単糖と塩基で構成されている。この五員環が糖類。

⇒タンパク質の側鎖として糖類がくっつくと、それによりタンパク質の機能が生じることもある。

①～③のどれに属するのかよくわからないが、水溶性の酵素が水に溶けて失われてしまわないようにゲルに酵素を閉じ込めて、固定化するという手法もあるらしい。これにより有用な酵素が再利用可能となり、化学工学への応用ができる。

## s 3. 3 糖類の種類(2糖類<オリゴ糖<多糖類)

糖類には OH 基がたくさんついている

⇒OH 基にのついているむきによって甘みが変わってきたりするそう

### s 3. 3. 1 2糖類 トレハロースなど

アルデヒド基(もしくは anomeric OH)が残っているかどうかによって還元性を示すかどうかが変わってくる

⇒グルコース単糖は COH 基があり、これにより還元性を示すことができる。

(anomeric carbon というのは糖類の中で唯一ヘミアセタール(-C-OHOR)の部分の OH のつく向きだけが異なる糖類の、そのヘミアセタールのある炭素 C1 のこと。C1 炭素だと思っていはいはず。OR の部分というのはグルコースで言うと C5-O-C1 となっている部分だろう。ヘミアセタールをつくる OH 基が残っていれば還元性をしめすし、もしこの OH 基が置換されてトレハロースのようなアセタール(-C-OROR)になってしまうと還元性を示さない。)

⇒でんぷんは端っこに COH 基があるが、全体を見ると端にしかなく、その効果はちいさい。したがって、ほとんど還元性を示さないといってよい。

⇒スクロースやトレハロースは COH 基が結合してなくなってしまっている。したがって還元性を示さない。

⇒ある意味トレハロースはタンパク質の保護作用があるといえる。(酸化されないから)

トレハロースに関するあれこれ

トレハロースは①OH基の数が多いから親水性がつよく保湿性があり、②非還元性なのでタンパク質の保護作用がある。したがって反応しにくいので貯蔵性もある。これは昆虫などの動物も多くもっていて、かつては人間がこれを手に入れるにはキノコから抽出するしかなかった。が、今は酵素反応でトレハロースを作ることができるようになってきたらしい。これをやっているのがなんとかって言う会社で、とんでもないことらしい。

### s 3. 3. 2 多糖類(プリント一枚目表参照)

ヒアルロン酸は美白効果があるといわれているが、よほどヒアルロン酸が分解されて吸収されないとその効果はない。そんなことを言ってしまうと、キチンを食べると蟹の殻みたいな皮膚になってしまうことになる!!!!!!!

### s 3. 3. 3 オリゴ糖

糖がいくつかつながるとオリゴ糖になる。またオリゴ糖は分子量が10000以下の糖類である。オリゴ糖は単糖では得られない機能が出てくる。たとえば膜の表面に糖鎖としてつくことによって赤血球などで識別の働きを持つようになっている。

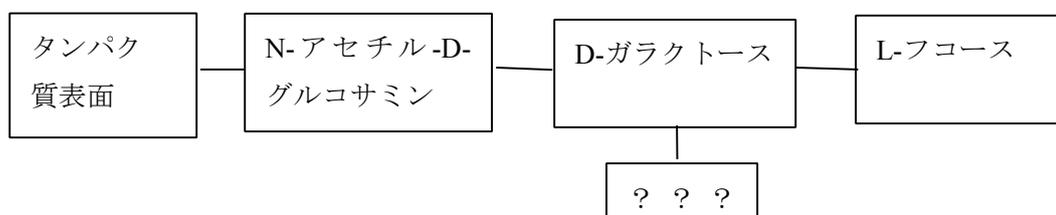
#### ①環状オリゴ糖 シクロデキストリン

シクロデキストリンはOH基を外に向けて環状になっている。これにより外側が親水性で内側は疎水性になる。このとき、ベンゼン環などの芳香環をシクロデキストリンの内部に取り込めば、揮発されずにシクロデキストリンの内部で残ることができる。これにより食品の中に香料を入れることができるようになったという。

#### ②赤血球(一枚目プリント右下)

赤血球はタンパク質でできているがその表面にはオリゴ糖がついている。

そのオリゴ糖の構成によって血液型が変わってくる。



この?部分に何の糖質が入るかによって血液型が変わる。A型はN-アセチル-D-ガラクトサミンというものがつくらしく、B型はD-ガラクトースがつき、O型は何もつかない

このついている物質が重要なのはわからないが、何がついているかによって体の免疫系がその血液を"味方"と判断するか"敵"と判断するかが変わってくるのである。人が見た目で人のことを判断するようなものである。A型の血液はNAc-Gal、B型はGal、O型は何もついていない。(O型のOはnothingのイミらしい?)AB型はA,Bどちらの糖質も持っている。

これに対して、A型の血液にB型の血液が入ればNAc-Galではなく、Galの糖質を持っている血液が混ざることになるので、A型の血はB型に対して攻撃するようになる。逆にB型はA型の血液を攻撃する。O型の人にはA型の赤血球もB型の赤血球ももっていないのでどちらも敵としてみなしてしまう。それに対してAB型はA型、B型どちらの赤血球ももっているのでどちらの血液が入ってきてもそれを味方だと判断する。したがってAB型はどちらにも抗体を持たないがO型はA,Bどちらに対しても抗体を持つ。

(二日目)

#### s 4食と糖類

糖の体内での働きとしては①エネルギー②識別③DNA等の構成成分 といったことを先にあげたが、食事として糖類を取ったときは他にも健康への役割がある。授業で言っていたのは①腸内フローラの活性化②食物繊維として腸内環境の整備といったことがある。それぞれ述べる。

#### ①腸内フローラの活性化

一部の腸内細菌(ビフィズス菌や乳酸菌)は免疫機能を刺激したり、pHを下げることによって雑菌を殺したり繁殖を抑えることができる。これらの働きを生かしてしまおうという動きとして probiotics や prebiotics といった動きがある。

プロバイオティクス(probiotics)→健康にいい菌を飲んで(食べて)しまおうという趣向。

→胃は酸性で、大体食べても菌が死んでしまう→その他胆嚢などでも死滅してしまうので結局吸収される大腸に行き着くのは何万分の一とか。

→しかしヨーグルトなら周りを覆って菌をカバーしていて腸まで菌が生き残っている！

プレバイオティクス(prebiotics)→むしろ外から菌を摂取するよりも体内にいっぱいいる有用な菌を活性化させて生かしてしまおうという趣向。

→オリゴ糖などを摂取することで有用菌に栄養を与えてコントロール

→大豆オリゴ糖?をとると腸内のビフィズス菌だけに選択的に栄養を与えることができ体調が良好になる。

## ②食物繊維

こんにゃくに含まれるグルコマンナンやセルロースなどの高分子は腸内で吸収されないが、そのかわり不要物を吸着して一緒に体外に出て行ったりクリックリンワイパーのように腸内の表面を物理的にも掃除してくれるという働きがある。食物繊維をとらないと体調が崩れていく。

大塚製薬が開発したポリデキストロースを食べることによってインドール、クレゾール、などの体に有害な物質の濃度( $\mu\text{g/g}$  って?) を下げることができる。(桐村二枚目プリント 図5参照)これを食物繊維として認めるかどうかひと悶着あったそう。すなわち食物繊維とは天然由来のものをさすという取り決めがその前後になされたからである。

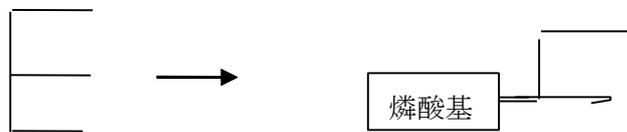
### s 5 脂質

今回ははしかの為に脂質の話は脂質二重層のことだけ。

#### s 5. 1 脂質二重層

疎水性のグリセロールの三本のエステル基の内、ひとつが親水性の燐酸(あるいは糖でもよい)で置換する

→すると置換した部分がひとつだけパタンと折り返し、



になって、親水部と疎水部が分かれる。(疎水部の二本足ができる←二本足を図示するとよい!?)

これが脂質二重層となり



となって疎水部が内側、親水部が外側の脂質二重層ができる。

## [2]DNA と RNA

### s 6 遺伝子

#### s 6. 1 遺伝子で全てが決まるか?

例1 : たとえぼうまれつき眼が不自由な人は点字を触覚を使って読んでいることが脳科

学的にわかっているらしいが、後天的に視力を失ってしまった人は点字を触覚ではなく、視覚野の働きで読んでいることがわかってきたらしい。

→本来触覚として働くべき機能が、脳が"字をよむこと"は眼の機能であったことを覚えていて視覚野の働きとして処理するようになっている！

→遺伝子によって一律に決められた機能が発現するのではなく、秘められた能力を発揮することもある！

例2：また、手話にしても同様に聾啞である人は視覚野ではなく言語野という本来は耳による機能を使って判別しているらしい。しかし、耳の聞こえない人もパントマイムは普通に目で見ても言語野を働かせて判断するということはなく、手話に限って言語野で判別していることが脳科学の研究からわかってきた。

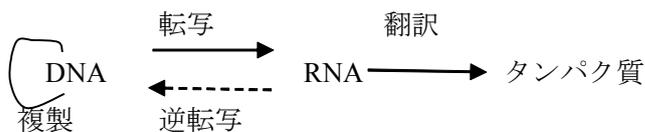
→遺伝子ではすべてはきまらない！

#### s 6. 2 遺伝子とは？

遺伝子の定義・・・タンパク質をコードしている領域

(広義では生命情報(タンパク質以外でも)に関与する領域)

#### s 6. 3 セントラルドグマ



セントラルドグマの図を書けといわれたらこれを書けばよいらしい。

ただしこれをみると生物の歴史的に最初にDNAが出てきて、その後RNAが現れたかに見えるが、最近の学問的には最初にあったのはRNAで、これは翻訳できて非常に便利なのだが不安定であったので、二重らせん構造をもち、相補的塩基性のあるDNAという比較的安定な物質ができただろうといわれている。授業中ではDNAをシーディー、RNAをカセットテープ、タンパク質をCDプレーヤーとたとえていた。カセットテープという記録媒体に対して、より保存性の高いCDが現れ、CDをカセットテープに焼いてからテープレコーダーでその機能を発現するというイメージだそう。

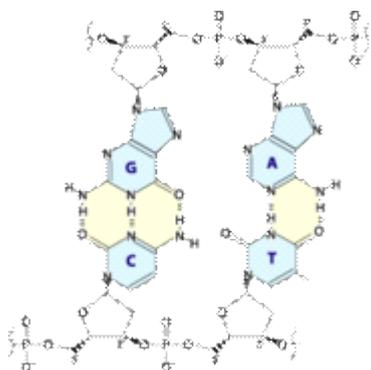
但し、狂牛病とかの異常性プリオンが正常性プリオンを異常型に変えてしまうように、セントラルドグマの域を超えてタンパク質がタンパク質に情報を伝達する可能性があることも最近ではわかってきている。

#### s 6. 4 DNAの構造

DNAとはデオキシリボ核酸である。ヌクレオチドがリン酸基の部分でつながったもの。ヌクレオチドは五員環(デオキシリボース)にリン酸基と塩基がついている構造である。デオキシリボースに塩基がついたものをデオキシリボヌクレオチドというらしい。(アデノシンとい

うのはアデニンがついたヌクレオシドという意味でアデニン+オシ(ン)さらにヌクレオシドのデオキシリボースの C5 にリン酸基がつくとデオキシリボヌクレオチドというそう。

無断転載だけど下に DNA の構造を Wiki から盗ってきました。



五員環の C2 に OH 基でなく H がついている。

重要なのは

- ①塩基が対になって水素結合している。塩基の組み合わせは G-C、A-T である。
- (②リン酸によってヌクレオチド鎖ができている。)
- ③二重螺旋を形成し、必要に応じてほどける。

このヌクレオチド鎖が 2 本らせん状にからみあっている。螺旋の一周期の長さは 3.4nm であるらしい。これに対してこの絡み合った DNA がさらに折り畳まって絡み合っていくままとまっていく。(プリント三枚目②参照)

[2](1)の計算問題というのは過去問を見る分に多分ここが出るんじゃないか。

過去問では一周期、すなわち 10 個のベースペア(bp)の幅が 3.4nm であるからひとつの性細胞がもつ bp は  $3.0 \times 10^9$  個なのでその幅は  $3.4/10 \times 3.0 \times 10^9 \text{nm}$  で、1m ほどになるということがわかる。ちなみに bp というのはベースペアすなわち塩基の対になっている部分のことである。

もうひとつ DNA の構造で重要な五員環、塩基の構造について書いておく

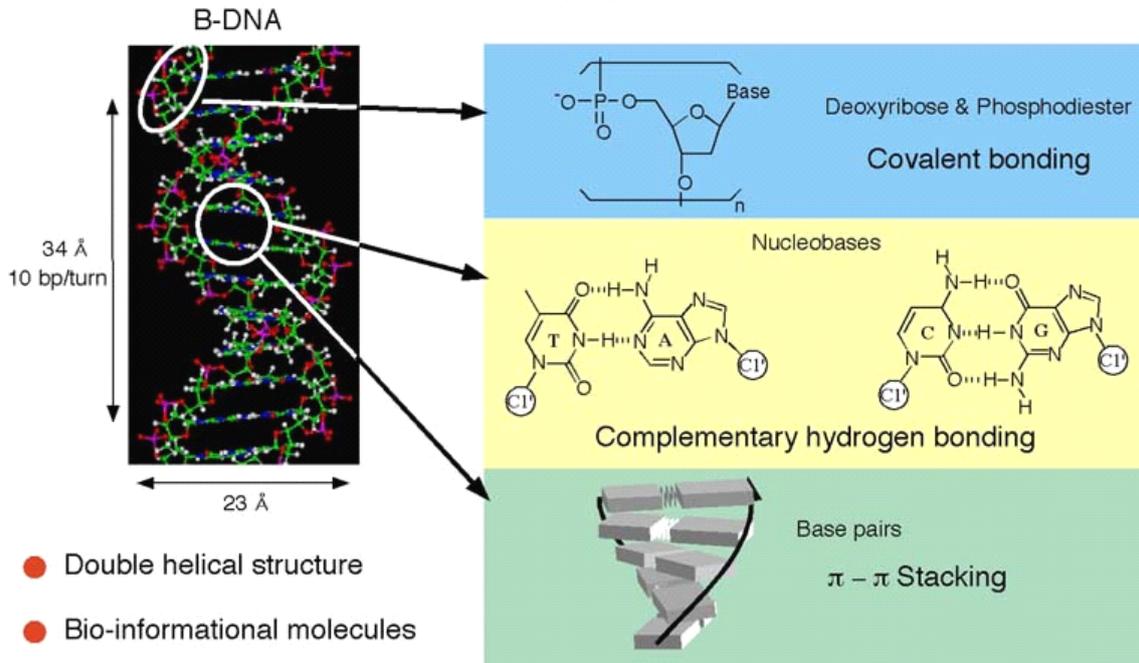
#### <1>五員環

デオキシというのは oxy されていないということなのでリボースの OH 基を一部 H にした構造である。2 - デオキシ - D-リボースというのは C4 炭素の OH 基が Fischer 投影法で右側につき、C2 炭素の OH 基が H になっているものである。D-リボースというのは C4(アルデヒド基からもっとも離れた不斉炭素←C5 は CH<sub>2</sub>OH で H が二つの OH が右についている。

#### <2>塩基

塩基には A,G のプリン塩基と T,C,U のピリミジン塩基とがある。プリンは 5 員環 + 6 員環、ピリミジンは 6 員環だけという構造の違いがある。この辺は別にいいかも。

## DNA Structure



また転載ですが真ん中に A と T, C と G の図がかいてあってプリン型、プリミジン型の違いがわかるはず。A-T は二つの結合、C-G は三つで結合している。

ちなみに一番下の図は  $\pi - \pi$  スタッキングの図ですぐ後に書くが、過去問にも出ていた！それと 10bp で 3.4nm というのも左の図を見るとわかる。

<http://www.sist.ac.jp/~a-hatano/Biomolecules/bio/biomole.html> からいただきました。

### s 6. 5 DNA の利点

この構造の特性は以下の三つを挙げることができる。

- |                |   |          |
|----------------|---|----------|
| ① DNA の二重らせん構造 | } | 構造的安定化   |
| ② 相補的塩基対       |   |          |
| ③ 半保存的複製       | } | 情報伝達の正確性 |

①に関しては上の図のように塩基の部分が水素結合でつながっていることによって頑丈になっている点をあげられる。また、ヌクレオチド鎖の周期の中で  $\pi$  電子の相互作用(スタッキング：積み重ね)があり、これによる安定化が起こっている。これはらせん状にねじれていないと重なりがおきないので安定化しない。だから DNA は二重らせん構造をとってあんでいかしているらしい。くわしくは先の図元のホームページ <http://www.sist.ac.jp/~a->

hatano/Biomolecules/bio/biomole.html にて。

②は塩基の対が G-C、A-T ときまっていることによってたとえ片方のデオキシリボ鎖が壊れたとしても修復しやすいということが言えるだろう。

①、②は DNA の構造的な安定化に寄与しているといえる。

これに対して③は DNA を複製するときには一度この水素結合が切れて解けるということなので、片方のヌクレオチドはそのままの形で残して複製(倍増)されていく。また、②のように塩基の組み合わせがきまっているのでエラーが少なく正確に複製したり、タンパク質を転写していくことができる。

これらは DNA の情報伝達の正確性に寄与しているといえる。

但し、DNA を複製していく際には開いていく方向と同じ方向に複製していく方はよいが、逆向きに複製していく方は開いては複製し(この複製したものをラギング鎖というらしい)、開いては複製するということを繰り返すことになるので、このラギング鎖をつなげる際に一部エラーが生じることになるという。この現象を発見者の名前から岡崎フラグメントというらしい。これが DNA 複製の際にも起こり、このエラーが生物の種の進化にかかわってきているのではないかといわれているようだ。

## s 6. 6 DNA の伝達について

DNA が複製

⇒ジッパーを開くように塩基間の水素結合をきり片方の DNA を鋳型にして DNA ポリメラーゼにより複製。このとき相補的塩基性、半保存的複製が DNA 複製の正確さにかかわってきているのは 6. 5 で述べたとおり。

DNA の翻訳

⇒DNA の情報を RNA に書き写す(転写)。これを mRNA がリボソーム(r RNA+タンパク質)に運び t RNA が運んできたアミノ酸によりタンパク質が mRNA の情報を元に合成する。

## s 7 生命について

### s 7. 1 生命とは何か?

①自己と非自己の区別

生体膜で囲まれて内側と外側に区切られている。

②自己複製・自己増殖

これは男女関係なくということ。ちなみに生物学的には遺伝子の XX 型(女性)が通常であり、XY 型(男性)は多少例外的な面があるそう。

③自己の維持機能

代謝による自己維持能力

④進化

何らかの形で今とは違うものを生み出す能力があるかどうか

## s 7. 2 ウイルス

上の条件をみてみるとわかるように別にゲノムを持っていなくても生物であるといえる。三枚目プリント⑤参照

## s 7. 3 リボザイム(三枚目プリント⑥,⑦参照)

リボザイムとは触媒として働く RNA のことである。(エンザイムは酵素、すなわち生体内の触媒のことであるのでザイムというのがそういったニュアンス?)リボザイムには RNA をきったりなんかしたりといった働きがある。ここでは RNA を切ってしまう RNA を述べる。

DNA はタンパク質をコードしている意味のある部分(エキソン)、タンパク質をコードしていない部分(イントロン)がある。成熟した RNA を作る際には一度 DNA を全て転写して RNA 前駆体を形成した後イントロンをちょん切って成熟した m-RNA にする。

このとき、イントロンを取り除く方法として上記のもの以外?に RNA 自体(リボザイム)がイントロンを切り取る触媒として働く場合があるということである。この方式は RNA 自体が生体内で触媒、すなわちタンパク質由来でない酵素として働く可能性を示唆したものであって、これによって RNA から生物が発展してきたのではないかという見方がされるようになってきたようだ。

RNA の自己スプライシングはテトラヒメラという真核生物において最初に発見されたらしい。

## s 7. 4 RNA ワールド

原始生物においては RNA が遺伝情報と酵素としての触媒作用の両方の役割を担っていたのではないかという見方。リボザイムの発見により RNA が自己反応をすることがわかった。つまりいままで RNA は遺伝情報を預かるものと思われていたのがそうではなく実際に反応までしてしまうということがわかってきたのである。ということは原始生物の遺伝情報は RNA だったのではないかという考えが出てきているらしい。RNA とタンパク質が別々で発展して、それらがあつたところで RNA によるタンパク質の翻訳がされるようになったという見方である。そして DNA が誕生した。