

# いのちの 設計図集の ひみつ



遠藤実耶美

# いのちの設計図集のひみつ

## 目次

1. はじめに (3)

2. からだは小さなつぶでできている (4)

3. 遺伝子情報を伝える遺伝子 (5)

4. もしも細胞が一つの町だったら...? (7)

(1) 町の出入りとエネルギーについて (7)

(2) 町の情報センターの紹介 (8) (3) 新しい町を作る!! (11)

(4) 細胞町の産業 (12)

トピックス 遺伝子・DNA研究の歴史 (15)

5. 【取材】「遺伝について、ドクター」に聞いてきました! (16)

6. 遺伝のなぞについて (20)

(1) 遺伝子にも、バージョンの違いがある!? (20)  
まぶたの遺伝の例

(2) 「優性遺伝」と「劣性遺伝」 (21)

(3) 優性だけでは語れない個性 (22)

(4) 血液型のひみつ (22)

(5) 不完全優性 (24)

(6) 致死遺伝子 (24)

## 7. 遺伝子の法則 ~ ヘルデルの実験 (26)

(1) 遺伝子雑種 (26)

(2) 二遺伝子雑種 (27)

## 8. ダーウィンフィンチと方向選択 (28)

## 9. 遺伝子の進化のなぜ (30)

(1) 人間赤ちゃんにエラ? (30)

(2) ビレの骨とうでの骨 (31)

## 10. 【実写】DNAの抽出 (ブロッコリー, バナナ) (32)

トピック DNAの太さや長さはどうくらい? (40)

トピック 新聞記事から ~ 治りょう・浄化組みかえ植物 (41)

トピック 新聞記事から ~ IPS細胞を用いた医薬品の開発 (42)

11. 終わりに (44)

【参考文献】 (45)

はじめに…

血液型うらないで、たいていAB型は

『少し変っている。2重人格。マイペース。自分を出さない。冷たい。』

…なんて書かれています。

「失礼な!!」より、よってどうしてAB型なんだろう。

とはら立しく思います。

私の家には、AB型私一人です。

おじいちゃんもおばあちゃんも、おばさんもAB型は一人も居ません。

AB型は遺伝しないのでしょうか?

でも、私はお父さんにもお母さんにも、妹にもよく似ています。

特にお父さんと私はよく似ているようで

お父さんも

『確かに見覚えのある顔…』

と、言います。

時々、すれちがう人によく返られたりします。

私は「私らしさ」の元を知りたくなりました。

私の引きついだ「似ている」部分は、どうやってできているでしょう。

そこで遺伝について調べてみたいと思います。



# からだは小さなつぶからできている

私たちの体は、小さな小さな細胞が集まってできています。

その数は、赤ちゃんのときはおよそ3兆個です。成長するにつれて増え、大人では約60兆個になります。

小さな細胞の核の中には、染色体があります。

男か女か、かみの色や目の色、耳の形、また、血液型から病気に至るまで、

その人らしさや遺伝情報を伝える遺伝子はこの染色体の中にあります。

この遺伝子は、60兆個すべての細胞が持っています。

ほとんどの細胞は、古くなると分れつて、新しい細胞を作り出します。



細胞のイメージ

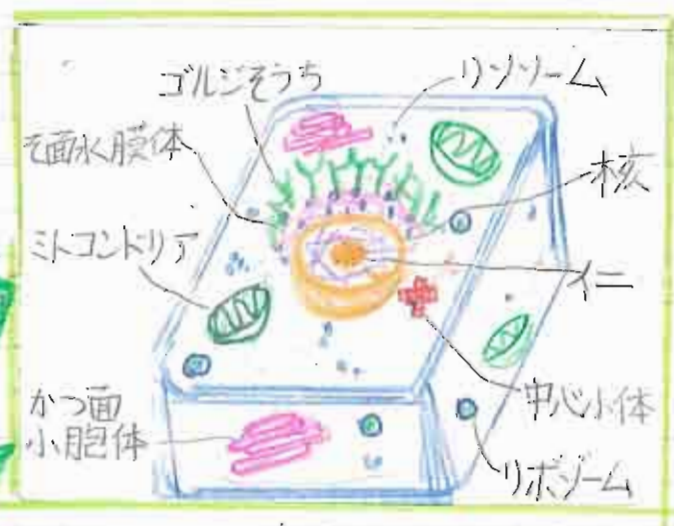
# 遺伝情報を伝える遺伝子

赤ちゃんの細胞数は  
約3兆個、大人になると  
約60兆個になる。

3兆

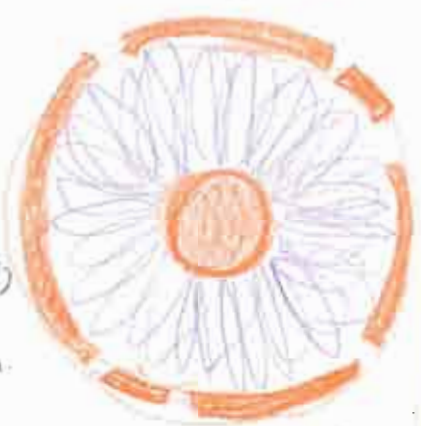


60兆

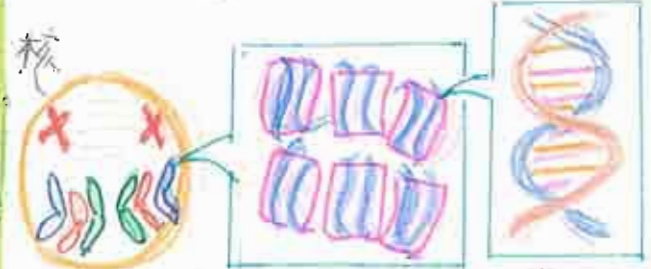


## 核

核の中には  
細い糸状の  
染色体(染色質)  
が詰まっている。



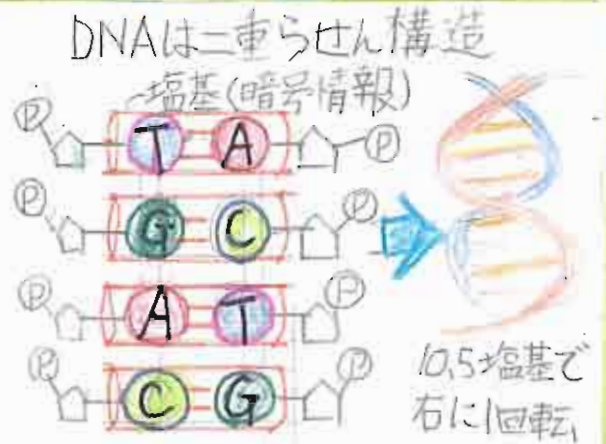
染色体は一本の長いDNAでできていて、  
そこに遺伝子が含まれている。



たったの...



らせんのはしご部分を拡大してみます。

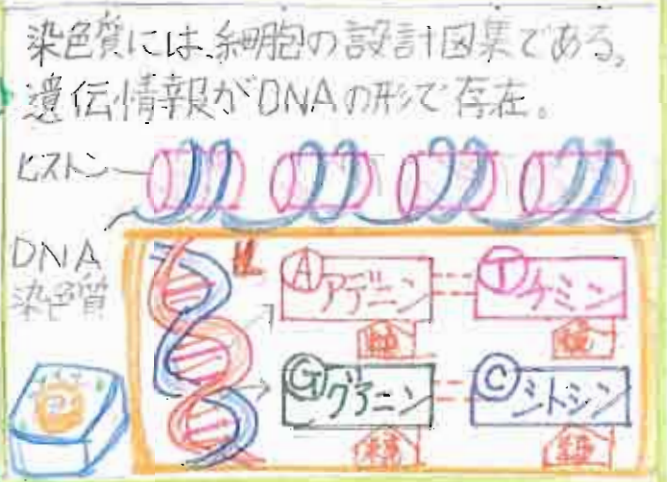


糖と塩基とリン酸(P)がそろって初めて動く。



ヌクレオチド  
二重らせんのはしごの  
一コマはヌクレオチドと言う。

ということで...



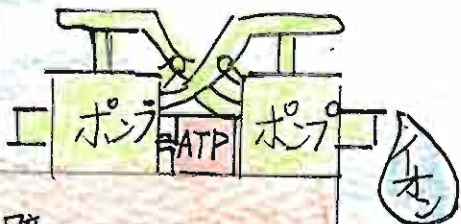
イラストにして  
ようやく分かった...

# もしも細胞が一つの町だったら...

## (1) 町への出入りとエネルギーについて



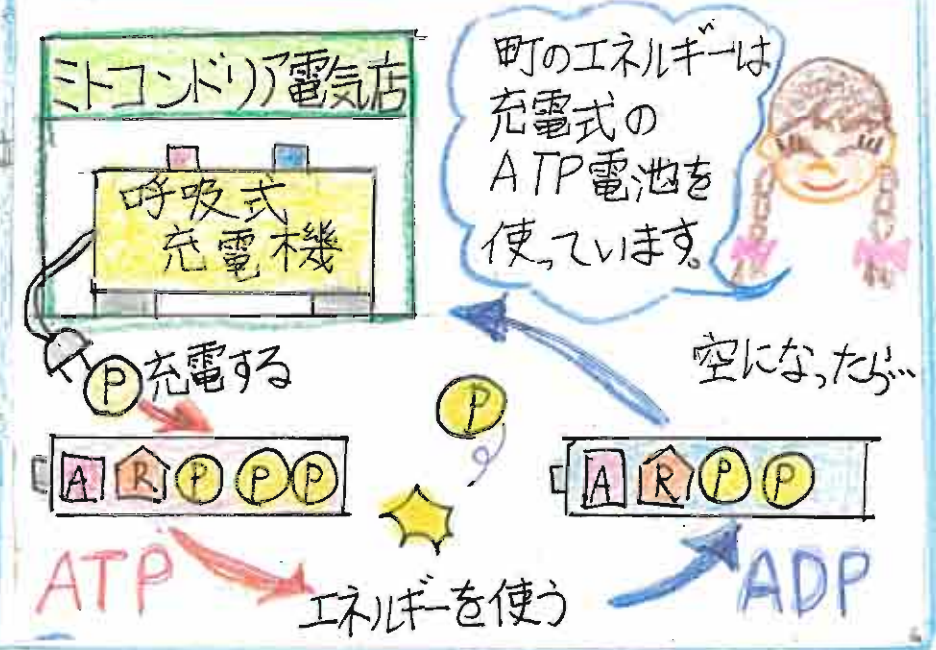
ヒトの体の中には細胞という小さな町があります



細胞は細胞膜という壁で囲まれている。酸素や栄養分が運びこまれ老はい物や、ホルモンなどを外に出される。



ミトコンドリア、葉緑体などは核とは別の独自のDNAを持っています。





(2) 町の情報センターの紹介



- 細胞は核を持っています。
- 核の中には、染色体と核小体があります。

『核』図書館には、『DNA』という紙に作った『染色体』という百科事典があります。

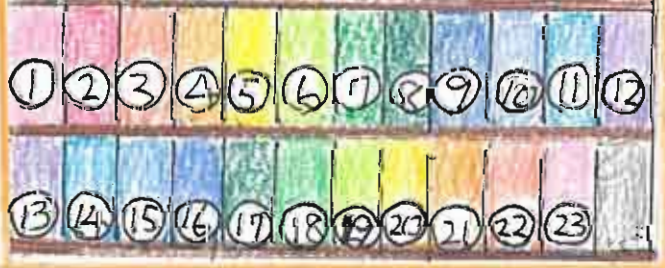


このDNAが  
遺伝子の正体!

百科事典のページ  
= DNA  
(デオキシリボ核酸)

百科事典  
= 染色体

『百科事典』は、全23巻。  
このセットが『ゲム』です。



ある生き物の持つ  
全ての遺伝情報を  
ゲムと言います。



Q 汚れたり破れたりして  
読めなくなるときは、  
どうしたら良いでしょう？



ママ  
↓

A、『核』図書館には、百科事典が  
お父さんからとお母さんから  
合計2セット置いてあります☆  
もう1冊が読めるから  
大丈夫です。☆



	お父さん からの 1セット	32221	22221	1セット															
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
図書館には2セット(46冊)置いてあります																			

わたしと妹のはるかの百科事典は同じではない。



ママ似の妹、パパ似の妹

9 似てますか〜？

1セットの百科事典に書かれている文字の数は、全部で30億個！  
 記録(コード)されている設計図は3万種類!!

百科事典はA・G・C・Tの4つの文字(塩基対)で書かれています

塩基対3個で1個のアミノ酸を表す暗号(コドン)となっています

A, G, C, Tの4種類の塩基を組み合わせ3つの塩基で1つのアミノ酸をあらわす暗号(コード)になっています。

百科事典のうちアミノ酸が繋がったタンパク質を記録(コード)した設計図のページを『遺伝子』といいます。

百科事典



(3)新しい町をつくる!!

Q新しい町(細胞)を作ることになったら、どうするの?

建設中



A新しい町を作るため DNAポリメラーゼが 百科事典を全てコピー

新しい町へ持っていき

DNAポリメラーゼ

百科事典

細胞分裂する。

今まである町の分 (旧) 新しい町の分 (新)



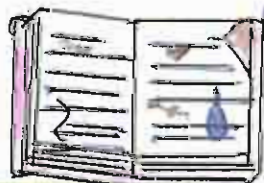
DNAは細胞分裂の時には集まり 染色体として区別できるようになる



実際は、こんなイメージです。

ところで...

Q30億個も文字が書いてあって ちょっとした破れや、かすれや誤字があったりは、しないのでしょうか?



言えぬない ほどではない。 読みにくい。

A修復関連酵素の DNAポリメラーゼ などが破れや まちがいを 直しています。



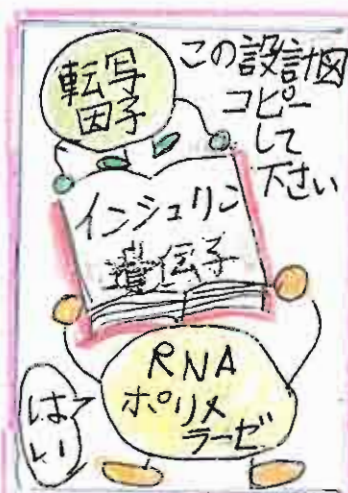
DNAポリメラーゼは細胞分裂のときDNAをコピーする酵素のひとつです。

(4) 糸明包町の産業

～タンパク質ができるまで～

Q 糸明包町のお仕事:

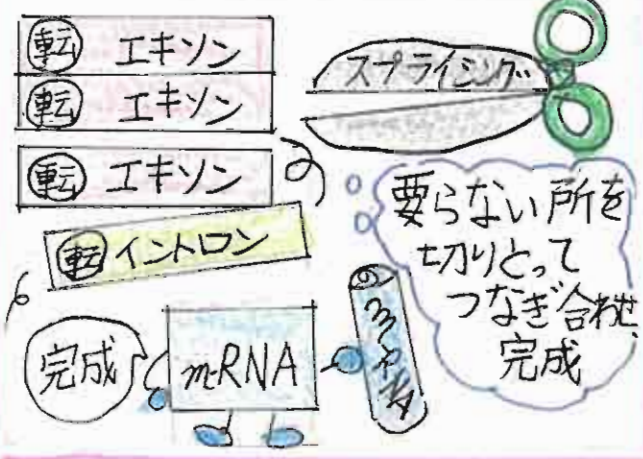
タンパク質をつくる流れについて



DNAとRNAは、少しちがいます



	DNA	RNA
糖	デオキシリボース	リボース
塩基(第4種)	T(チミン)	U(ウラシル)
はたらき	遺伝情報の集積と保存	DNAをコピーし、リボソームでタンパク質合成



m-RNA (メッセンジャー-RNA)をつくる。

- イントロンはRNAに転写後、切り捨てられる
- アミノ酸情報を記録しているエキソンという部分をつなぎ合わせm-RNAが完成する。

m-RNAは一本鎖のRNAで、DNAから遺伝子の情報をコピーしリボソームに運びます

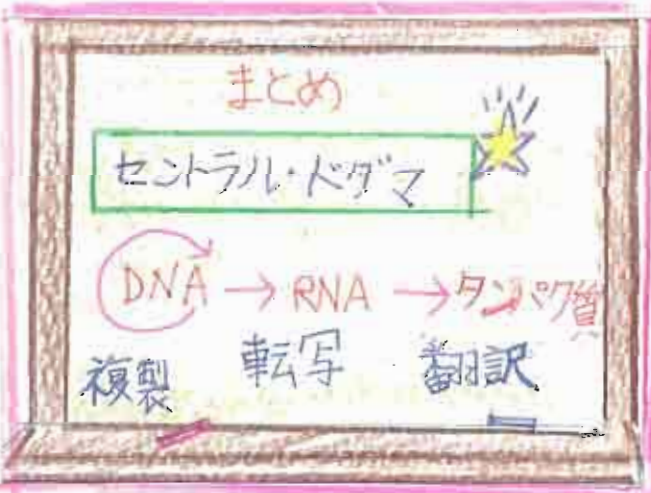


工場(リボソーム)でm-RNAを『翻訳』して、遺伝子の設計通りにアミノ酸を並べています

t-RNAはアミノ酸をリボソームに運びます。



設計図の情報をコピーして  
 翻訳して並べると、  
 タンパク質ができてあまります。



《セントラルドグマ》

1958      ワリッ (英)

DNAの遺伝情報は、まずRNAに  
 転写され、次にタンパク質に翻訳される  
 という一方通行の流れのこと。

細胞内では、こうしてタンパク質が合成され  
 遺伝子が発現します。



トピック

## 遺伝子・DNAの研究の歴史

いつ?	どこ?	だれが?	何をしたの?
1665	英	フック	細胞の発見。『cell(細胞)』と命名
1831	英	ブラウン	核の発見
1838	独	シュライデン/シュワン	細胞が生物の基本単位という細胞説を唱える
1858	独	フィルヒョー	細胞分裂の発見
1865	オーストリア	メンデル	『遺伝の法則』を発表
1869	スイス	ミーシャー	ヒトの白血球の核がDNAを持つことを発見。
1901	オランダ	ド・フリース	突然変異による進化説
1903	米	サットン	遺伝子の染色体説
1926	米	モーガン	『遺伝子説』キイロショウジョウバエの染色体地図を作る
1944	米	アベリー	肺炎双球菌の形質転換の実験
1945	米	ビードル/テータム	アカパンカビの突然変異の実験
1945	米	ビードル/テータム	一遺伝子一酵素説
1949	オーストリア	シャルガフ	DNAのAとT、GとCの量が等しいと発見。
1952	米	ハーシー/チェイス	遺伝子がDNAだと証明(T2ファージ増殖実験)
1953	米/英	ワトソン/クリック	DNAの二重らせん構造を発表
1955	英	サッカー	インシュリンのアミノ酸配列解明
1956	米	コーンバーグ	DNAの人工合成に成功
1958	米	メセルソン/スタール	DNAの半保存的複製を証明
1961	仏	ジャコブ/モノー	セントラルドグマを完成させた
1961	米	ニーレンバーグ	人工合成RNAで遺伝暗号の解読をはじめ
1965	米/西/印	ニーレンバーグ 他	遺伝暗号(トリプレット)の解読終了。
1973	米	コーエン	遺伝子操作技術の開発
1976	日本	利根川 進	抗体を作る遺伝子の研究
1978	米	ポイヤー	遺伝子組み換え大腸菌にヒトのインシュリンを合成させる
1990			国際的ヒトゲノム計画開始
1996			酵母ゲノムの全塩基配列解読。新核生物で初めて
1996	英	ウィルムットら	体細胞クローン羊『ドリー』誕生
1998			線虫ゲノムの全塩基配列解読。多細胞生物で初めて
2000			ショウジョウバエの全塩基配列解読
2000			ヒトゲノムの全塩基配列のおおまかな解読終了
2001	英	ティム・ハント 他	細胞周期における主要な制御因子の発見
2003			ヒトゲノムの全塩基配列の解読終了
2009	米	エリザベス・H・ブラックバーン 他	テロメアとテロメラーゼ酵素が染色体を保護する機序の発見
2012	日本	山中 伸弥 他	様々な細胞に成長できる能力を持つiPS細胞の作製



# 取材〜「遺伝」について、ドクターに聞いて来ました!

保育園の園医だった、田村医院の田村 仁先生。

ずっとお世話になり続けていて、何か心配なことがあったり分からないことがあると、相談しています。

おいそがしい診察の間をぬって、遺伝についてのきもんを開きに行ってきました。

質問) 遺伝が関係する病気にはどんなものがありますか?

回答) 遺伝子に特別な信号が書かれていたり、書かれていなかったりで生まれる時に持て出てくる病気があります。それについては資料を出してあげましょう。

それから生まれる時には出ていなくても、年令と共に長い時間をかけて出てくる病気があります。こういう病気を「遺伝性しんかん」と言います。高血圧、とう尿病、しんぞう病、がん、姉妹でも必ず同じ病気になるわけではないので、遺伝子だけが原因とは断定できませんが遺伝子も関係していることは事実です。



質問)先生のところにくるアレルギー者さんで風邪をひいたか、者さん100人とすると、遺伝子が関係する者さんは何人くらい来ますか?

回答)遺伝子に関係する病気、色々あるから、ざっくりとした言い方ですが、まん性しかんの病気を含めて、50人位だと思います。

質問)私もアレルギー鼻炎で病院に来ます。

食べ物のアレルギーテストをしてもらいました。

アレルギーは遺伝しやすいのですか?

遺伝にかかわる性質は、どうしてもさけられないのでしょうか?

先生、たまたまと人生ことにま運して生かしますか?

回答)さ頃、東耶美さんがアレルギーテストを受けた卵についてお話しします。卵のアレルギーでは「卵は有毒だから、退治しよう!」という指令が出ます。なので「卵が入ってきたよ!」という信号を受けて、血管がはれ上がり、悪者を退治しようとするアレルギー反応が出ます。

卵を食べられる人と反応が起ってしまうので食べられない人。



反応の出やすさや強さは遺伝子だけではなく環境にも関係がほぼ、  
『どうしてもさけられない』とあきらめる前に、『アレルギーの出やすさ』を変え  
ようとする作戦を取ってみたらよいのではないかと思います。

例えば、

★反応の出やすい生卵ではなく、加熱してもらって食べる。

★バランスの良い食事を取るようになる。

★早い時間によく寝るようになる。

★体をまたえる。



当たり前のことと思うかもしれませんが強い体を作ることで反応が  
出にくくなることがありますよ。

質問)父親は、『せんそく』気味だったそうです。

それから、『そば』と『ハウスダスト』のアレルギーです。

『目が悪い』です。

父も祖父も『目の毛』がほとんどありません。

母親は、アレルギーは、ほとんどありません。

目は良かったけど老眼)です。

だけど、ね不足になると、めまいが出ます。

母方は、祖父母も曾祖父母も、血圧が高いです。



…もしも全て遺伝するならば…将来、私はすごい病気持ちになります。

想像すると、すごくこわくなる話です。

どこまでが遺伝で出てきてしまうもので、

どこまでが自分の力でなんとかできるのでしょうか。

回答) どこまでが遺伝に出てくる~というのは、具体的には分かりません。

でも、「どういった向があるのかな?」と注意しておけば、病気が出てくるのを予防することができます。それが大切だと思います。

先ほど出てきた、高血圧の話です。血圧が高くなりやすいのは心配な事です。高血圧の原因になりそうな事…塩分の量とか肥満とかは不足とか…を、ふたんから注意しておくことは大切です。そして、「あれ?!」と気になった時は、病気で調べておくことと安心です。

洪水が起きた時高いところにいれば被害を受けにくいのと似ています。

質問) 先生がお孫さんに「受けついで欲しいかな?」と思うことはどんなことですか?

回答) 私は、「いつも元気でいてくれる事」を希望しています。

もちろん、健康で、でね!!



# 遺伝のなぞについて

(1) 遺伝にも、バージョンの違いがある!?

親からどんな子どもが生まれるのか。

将来、どんな大人になるのか…これはとても興味があることです。

「染色体」という全23巻のヒト百科事典に「DNA」という紙に書かれた

設計図があることを学びました。この設計図を元に作られた「アミノ酸

をつなげて「タンパク質」を作り出し「遺伝子が発現しています。

ヒトは染色体を2セット持っています。同じ遺伝子が2個あれば、万が一、

片方がダメになっても、予備があるので安心です。しかし、同じ遺伝子とは

言っても、実はバージョンちがいのものがあります。

👁️ まぶたの遺伝 👁️

たとえば<まぶた>を作る遺伝子です。

<一重まぶた>と<二重まぶた>はバージョン違いです。

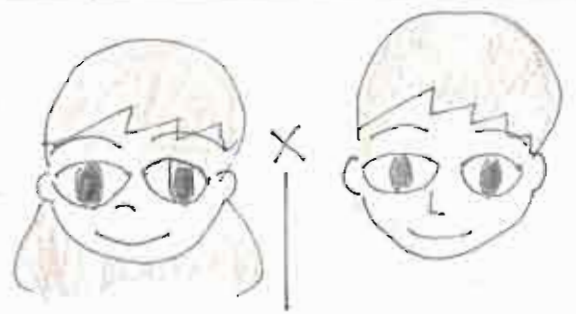
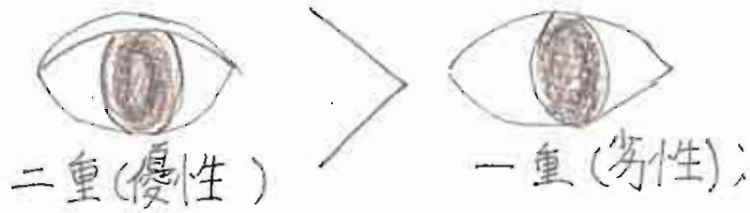
子どもは、お父さんとお母さんから1セットずつ遺伝子をもらうので、もし、

<一重まぶた>と<二重まぶた>の両方から遺伝子をもらったら…実際に

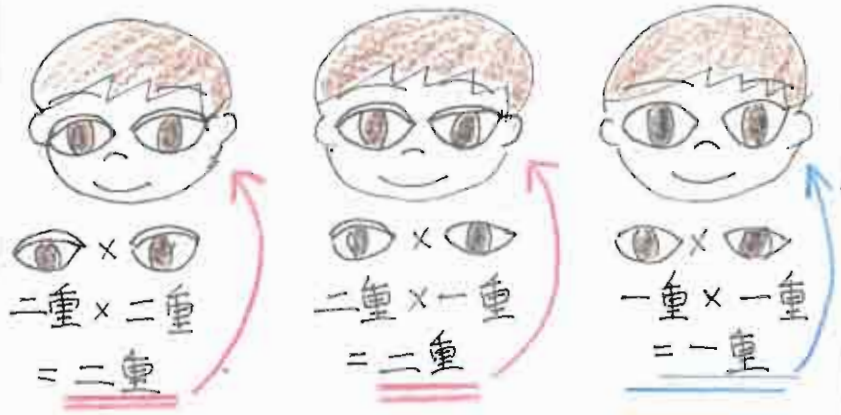
個性として出てくる「表現型」はどのようなのでしょうか。

実は、<二重まぶた(優性)>遺伝子が<一重まぶた(劣性)>をおさえて

しまうため、表現型は<二重まぶた>になります。



一重まぶたどうしの間には



必ず一重まぶたの子どもが生まれる。

(2) 『優性遺伝』と『劣性遺伝』

『優性』『劣性』とは、ある『形質(個性)』について、その2つの遺伝子を持っていた時、『表現』として表に出てくるものを『優性』かくれてしまう方を

『劣性』といいます。ヒトの優劣には関係がありません。

例) 一重まぶたと二重まぶた、金髪と黒髪など

ある人がもっている遺伝子が2個とも同じ『優性』遺伝子だったら『優性ホモ』

『劣性』の遺伝子を2個持っていたら『劣性ホモ』といいます(ホモとはギリシア語

の『同じ』という意味です)

『優性』『劣性』両方の遺伝子を持っていたら、ギリシア語で『異なる』という

意味の『ヘテロ』と呼びます

### (3) 優性だけでは語れない個性

「優性遺伝」の法則からすると、世界中のヒトは全て優性の形質(個性)になるはず!...ですが、実際はそうではありません。

北欧のヒトは金髪・青目・色白が多く、日本人は一重まぶた・カサカサ耳アかうすいヒゲの人が多そうです。これは、その土地でくらすために劣勢の形質(個性)の方が有利な時、その遺伝子を持っている人が自然に生き残ってきた結果です。この生き残りのことを自然選択淘汰(とうた)と言います。

日光の弱い北欧では、日光を少しでもたくさん吸収できる色白のヒトが残ったのです。

日本人は寒い中国大陸からわたって来た、亜北アジア人(弥生人)をルーツに持っています。寒くても目やヒゲや耳がこおら、目が細くヒゲや体毛がうすく、耳がさがしめていないヒトが生き残ったものです。

### (4) 血液型のひみつ



血液型を決める遺伝子はA・B・Oの3種類があり、以下の法則で遺伝します。

🔴 AとBは同等で優劣がない(A=B)

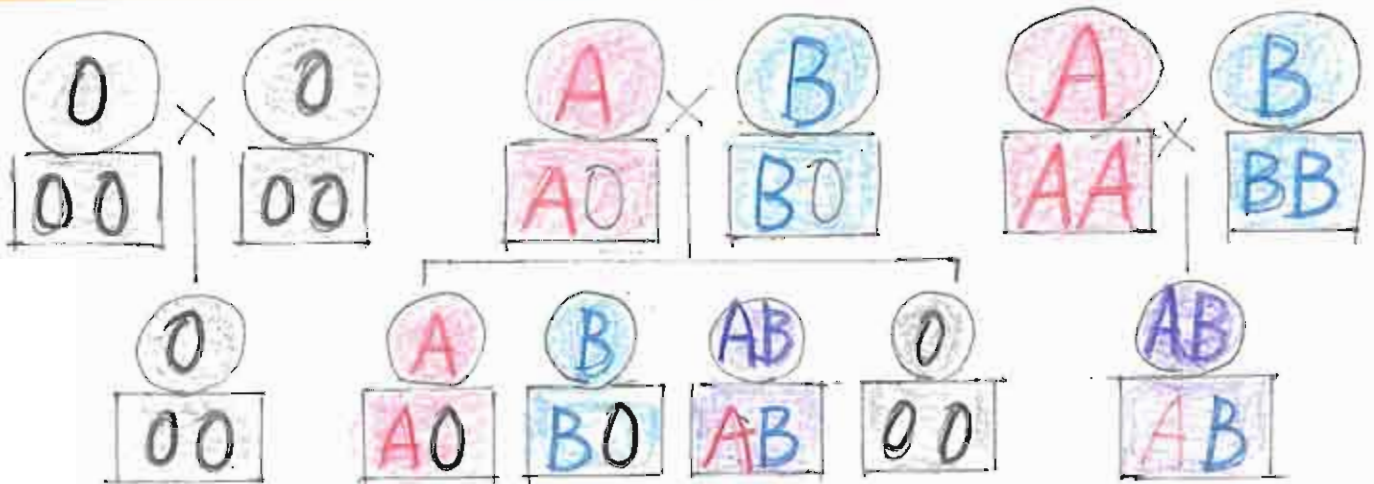
🔴 Oは、Aに対してもBに対しても劣性(A>O, B>O)

} A = B > O

A型にはホモ(AA)とヘテロ(AO)があり、B型も同様にBBとBOがあります。O型はホモで、OOしかいません。AとBの遺伝子を両方持っていたら、AB型になります。このように、1つの形質について3つ以上の対立する遺伝子があるものを(複対立遺伝子)と言います。

例えば私はAB型です。父方の祖父がO型、祖母はB型で父はB型です。母型の祖父がO型、祖母がA型で母がA型です。

## 結婚したら、どうなる？



O型のみ

何でもありパターン

AB型

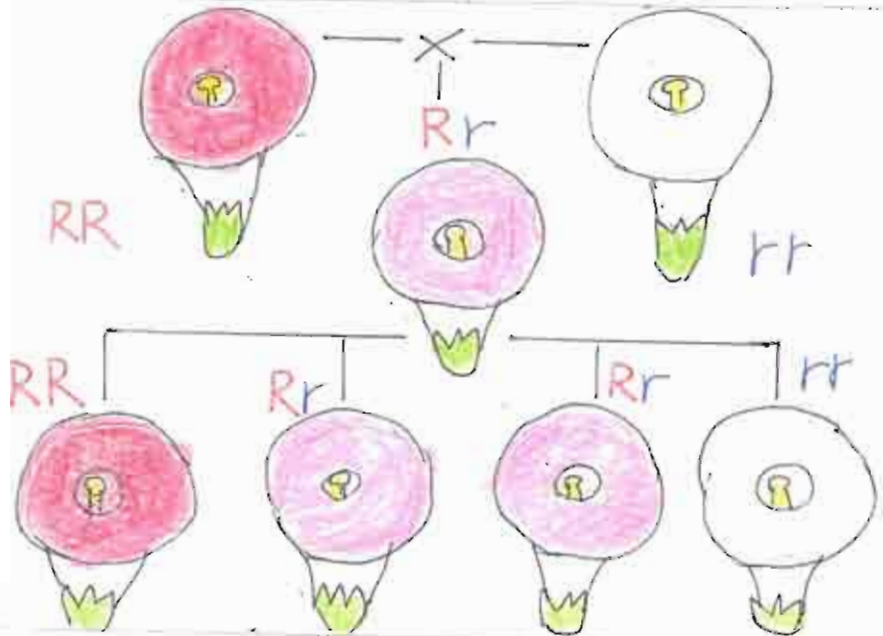
AB型のみ





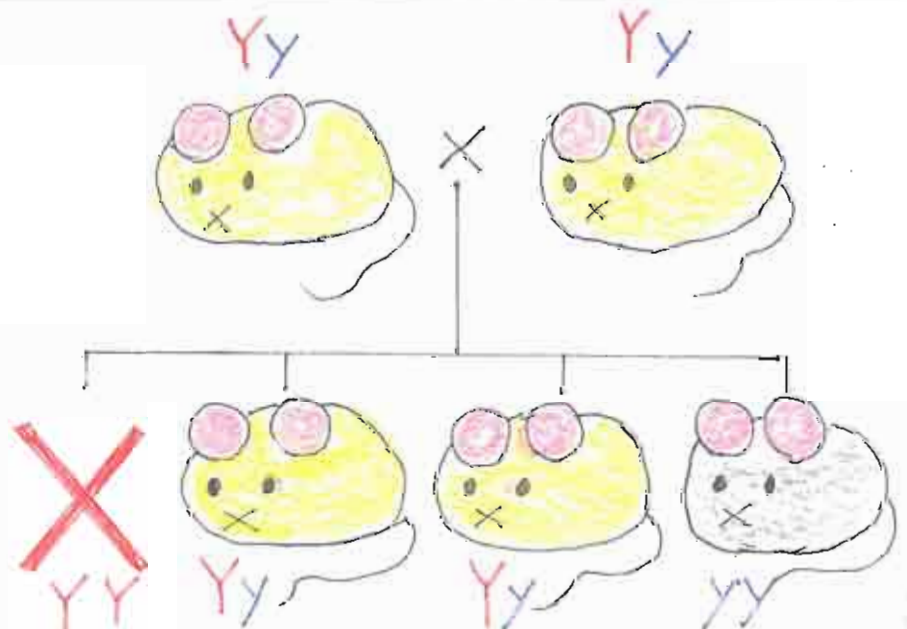
(5) 不完全優性

マルバチアサガオの花は、赤(R)が優性で白(r)が劣性です。ヘテロ(Rr)は両方の間をとったピンク色の中間雑種になります。これを「不完全優性」と言います。



(6) 致死遺伝子

ハツカネズミの毛色を黄色ぼくする遺伝子(Y)は、ホモで持っているとおから育つ途中で死んでしまい生まれて来ません。このような遺伝子を「致死遺伝子」と言います。



優性形質と劣性形質のまとめ

何が？	優性形質	劣性形質	わたし
まぶた	二重	一重	二重
虹彩の色	黒>茶>	青>灰	黒っぽい茶色
鼻	高い	低い	高く...なれ！
鼻の形	すらし鼻	だんご鼻	すらし鼻
唇	ぶあつい	うすい	普通
歯並び	悪い	良い	良い(矯正した)
巻き舌	できる	できない	できない
耳たぶ	福耳	平耳	平耳
耳アカ	ねとねと	カサカサ	ねとねと
髪の色	黒>金>赤		黒っぽい茶色
髪の毛質	巻き毛>ウェーブ>直毛		直毛
手足	右利き	左利き	右利き
ひげ・体毛	こい	うすい	こい
肌の色	色黒	色白	黄色い...と思う
指紋	渦状紋・流状紋	弓状紋	渦状
つむじ	右巻き	左巻き	右巻き



# 遺伝子の法則〜メンデルの実験

「遺伝子には優性と劣性が有り、その組み合わせで子孫の形質が決まる」という遺伝の法則を最初に発見したのはオーストラリア修道士、メンデルでした。メンデルは植物の雑種を作る研究をしていました。修道院の庭にエンドウマメをまいてそれをかけ合わせして雑種を作る中で、マメの色や形がある法則に従って実になっていることを発見し、1866年に論文を発表しました。これが『メンデルの法則』です。

## (1) 遺伝子雑種

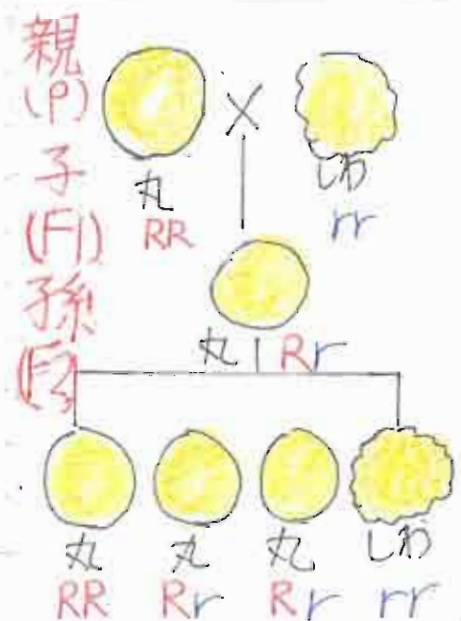
メンデルが行なった、エンドウマメの種子の形の実験

エンドウマメの種子の形が丸になるのが優性遺伝子(R:ローマ数字)、しわになるのが劣性遺伝子(r:スモール数字)。

代々丸だった優性ホモ(RR)と代々しわしわになる劣性ホモ(rr)を掛け合わせると、子どもは両方の遺伝子を受け継いでヘテロ(Rr)になる。

このヘテロ(Rr)の子どもは自家受粉をして孫が生まれる。

実る確率は、丸(優性ホモ・RR):丸(ヘテロ・Rr, Rr):しわ(劣性ホモ・rr)=1:2:1になる。



## (2) 二遺伝子雑種

メンデルが次に行なった、2つの別々の遺伝子(豆の色、形)を持ったエンドウマメを掛け合わせた実験。

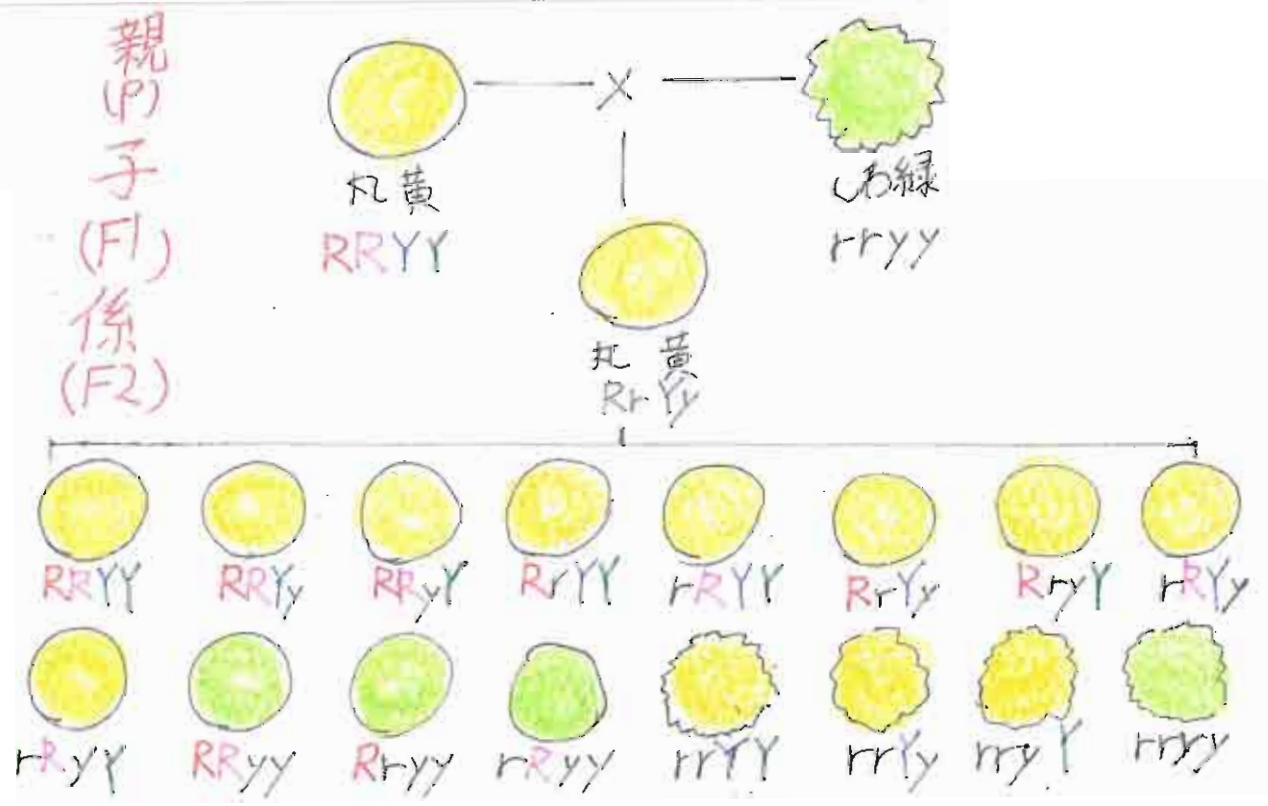
豆の「形」と「色」の形質がそれぞれ別々に独立して遺伝することを証明した(独立の法則)。

Rが丸の優性、rが丸の劣性(しわ)、Yは黄色の優性、yは黄色の劣性(緑色)。R(Y)Y(y)は別の染色体上に乗っている。

優性ホモ (RRYY) と劣性ホモ (rryy) の子は全てヘテロ (RrYy) になる。

そして「RY」「Ry」「rY」「ry」の4つの配偶子ができる。これらを組み合わせると、図のような孫ができる。

孫の世代での遺伝子が分かれ方は、丸黄:丸緑:しわ黄:しわ緑 = 9:3:3:1 になる。



# ダーウィンスフィンチと方向性選択

進化において、生物個体や形質などが世代を経ることによってその数や集団内での割合を増していくこと。このような変化が実際に起こることを選択が働く、逆に、割合を減少させていくことを淘汰(とうた)されるといいます。

選択と淘汰は世代を超えて起こる現象であり、個体の生死に対しては使いません

選択は適応と同じ意味で用いられることがあります

選択の例として、ガラパゴスフィンチの例を挙げます。

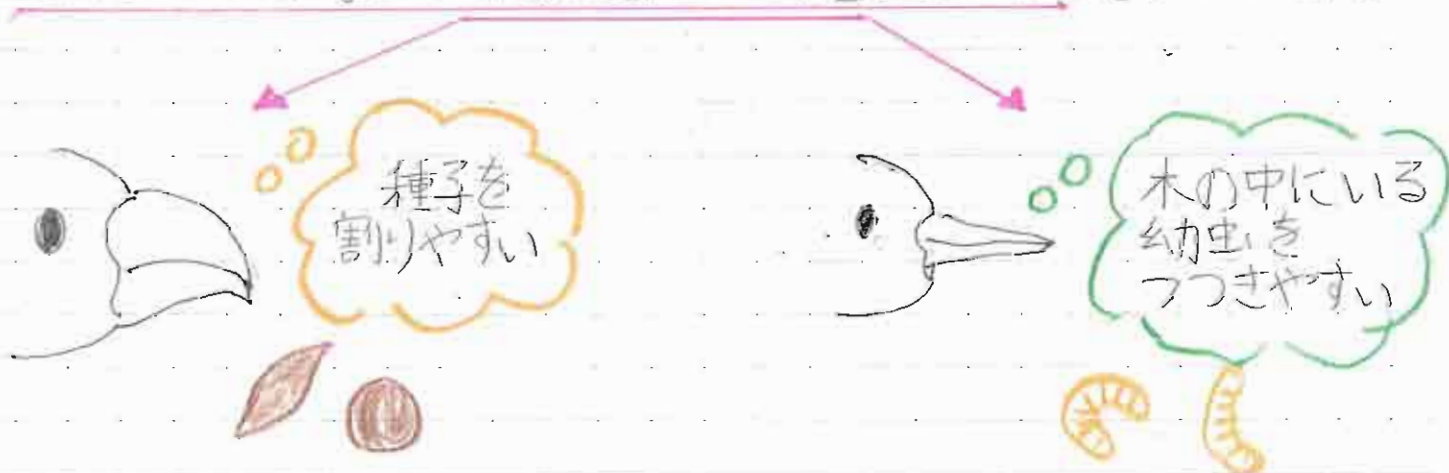
## 《ガラパゴスフィンチ》

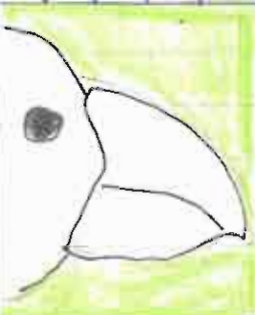



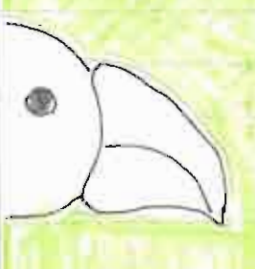

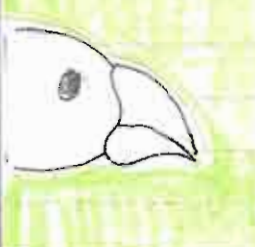

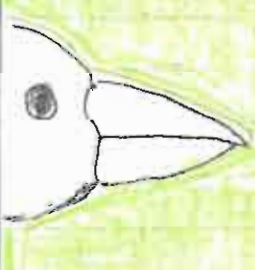


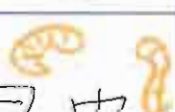


ガラパゴスフィンチは、ホオジロの仲間であり、ダーウィンに進化論のきっかけを与えたということで、ダーウィンスフィンチとも呼ばれています

ガラパゴス諸島には、地上生活するものから、樹上生活を主とするものまで、

13種類のフィンチが見られます。食性と生活様式の違いから、体の大きさから

色、くちばしの形などが環境に適応して変化していったことがわかります



グループ	くちばしの形	採食時間 (%)	食べ物	身のつくりの変化		
				羽毛	腸の長さ (体重比)	心臓 (体重比)
A		地上での採食時間	種子 	黒色が 多い	腸が長い 	軽い 
B			葉や芽 	↑	↑	↑
C			昆虫 	↑	↑	↑
D			昆虫 	↓	↓	↓
E		樹間での採食時間	昆虫の幼虫 	黒色は 少ない	腸が短い 	重い 

# 遺伝子進化のなぞ

## (1) 人間の赤ちゃんにエラ!?



ヒトの祖先はサルで、その祖先は…とさかのぼっていくと、哺乳類の食中類

(トカリスズミヤモグラの仲間)に行き着きますそこで、更にさかのぼると…哺乳類

も鳥も、すべての背骨を持つ動物(セキツイ動物)の先祖は魚になります。

セキツイ動物が卵から生まれてくる段階は、とてもよく似ています。発生に関わる大事な

遺伝子をなるべく変えないでいたほうが、大変なミスをしなくてすむからだと考え

られています。

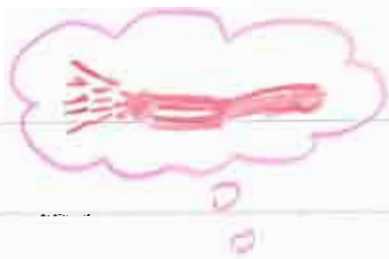
おなかの中にいるヒトの赤ちゃん(胎児)は、一度魚のようにエラやしほを作ってから

いったん出来上が魚の形をこわし、改めてヒトの姿になっていきます。エラやしほの

ような、胎児のときだけにある器官を「胎児器官」といいます。

魚類	両生類 (イモリ)	昆虫類 (カメ)	鳥類 (ニワトリ)	哺乳類 (ヒト)

## (2) ひれの骨とうでの骨



大事な遺伝子ほど進化しても大きく変わることがないで、おでの構造も、さまざまな生物によって、見た目はちがいが、その骨の構造はよく似ています。



「個体発生は系統発生をくり返す」

ある種の個体の発生の過程を順番に観察してみると、その種が進化してきた系統の発生過程を、短縮版、単純化された形で繰り返しているように見える。

という考え方です。

1866年、ハッケル





# 【実験】 DNAの抽出(ブロッコリー, バナナ)

## 【目的】

DNAの性質を利用して、実際に生物の細胞から遺伝子の本体であるDNAを抽出し、観察する。



## 【内容】

多くの生物は細胞単位にしています。その細胞の核の中にあるDNAが、遺伝情報の設計図を持っています。DNAは非常に細長い、2重らせんの糸のようなものと本には書かれています。実際には目で見られないものだと思われます。

しかし、たくさんの細胞を集め、エタノールによってちんぼらしたDNAは十分肉眼で見たりさわったりすることができ、物質としてDNAを認識できます。

## 【事前準備で注意すること】

・ブロッコリーやバナナは新鮮なものを選んで来ること。

・ブロッコリー:

ブロッコリーのつぼみには小さな細胞が多く集まっている。

⇒細胞が多い = 核が多い = DNAも多い

ブロッコリーの細胞を手早くふんさいするため、

つぼみの部分(深緑色のツブツブ部分)のみを切り



取り、小分けにしておく。

・バナナ

バナナは、細胞間の結びつきを弱くすりつぶしやすい。細胞が大きいので量が重要なこと、ペースト状になるため、ろ過する時には材料の混入が無いように重ねたガーゼを使う。



・ブロッコリーやバナナはDNA分解酵素のはたらきをおさえるために、直前までよく冷やしておく(保冷バックと保冷剤を使用)。

・無水エタノールが低温のほうがDNAは下がり、DNA回収率が上がる。



⇒凝固点 $-114.3^{\circ}\text{C}$ のため、冷凍庫に入れても氷らない。

・無水エタノールは実験の直前までよく冷やしておく(保冷バックと保冷剤を使用)。



・塩は、一番シンプルなものを使用する( $\text{NaCl}$ )。

・塩は吸湿性があるため、水分に近づけないようにする。

・抽出液を作るとき、実験直前に水溶液にすると、DNAとヒストンタンパク質がはなれやすく、回収率が上がる。



## [準備]

ブロッコリー 約30g

バナナ 約30g

### はかり

- ・無水エタノール(冷凍庫で冷やしたもの) 100mL
- ・塩化ナトリウム 4g×2
- ・水(水道水で可能) 50mL
- ・中性洗剤
- ・薬包紙



100mLビーカー2つ

スポイト(または割箸)1つ

ろ紙 数枚・はさみ

乳鉢・乳棒 1組

茶こし



・ガーゼ 3枚

・ガラス棒 1つ

・キッチンペーパー

・雑巾

## 手順

### ①抽出液を作る

塩化ナトリウム(食塩)4g入った50mLビーカーに水50mLを溶かし、中性洗剤を2滴ほど加える。



😊  
まほの一番ちゃん。



ポイント

- ・1~2 mol/Lの塩化ナトリウム水溶液がDNAがよく溶かす。

⇒DNAは染色体の中でヒストンタンパク質と結合しているが、この濃度ではなれやすくなる。

水500mlに塩化ナトリウム4gを溶かすと、約14mol/Lの塩化ナトリウム水溶液になる。

中性洗剤は細胞膜を破壊する。

DNAの細胞の裂きにあり、細胞膜や核膜の主成分はリン脂質であるため、中性洗剤中の界面活性剤のはたらきで膜が壊れる。

②細胞をこわす

冷やしてあるブロッコリーのつぼみ部分、パササの果実部分、30gを計り取る。



乳鉢に入れて、固形物が確認できないくらいまで乳棒ですりつぶす。



なかなかつぶれない  
😡



ポイント  
常温ではDNA分解酵素がはたらくのでなるべく冷やした状態で手早くすすめる。

③ DNAの抽出

②に①の抽出液を加え、乳棒で静かにかき混ぜる。

ポイント  
DNAを切断ないように静かにかき混ぜる。



④ DNAの抽出液のろ過

茶こしガーゼをひき、③をろ過する。



ポイント

ろ液の中にDNAが含まれている。

乳棒で上から軽く押すようにして多くのろ液を取り出すこと。



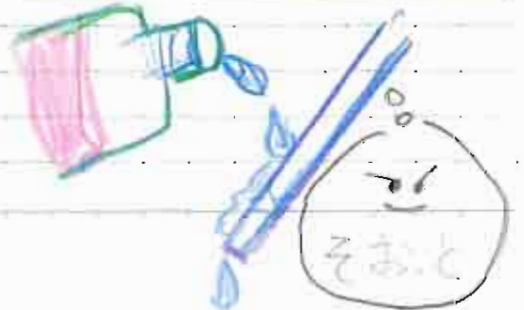
⑤ DNAの析出

ガラス棒を使って④のろ液と同量程度の冷エタノールを、エタノール層がろ液の上部にできるように静かに注ぐ。

ポイント

DNAは冷えたエタノールに難溶性で析出、沈殿する。

析出したDNAは白い物質である。



アイシング 37

エタノールは水より比重が軽い  
ため、静かに注ぐと、上から  
エタノールと水の2層になり、液  
との接触面からDNAが析出し、  
エタノール層に沈殿が浮かんで  
くる。



DNAが析出する際、気泡を含んだものが現れることがある。この気泡は、エタノールにもと  
もと溶けていた空気が、水と混合した際に溶けきれなかったものがDNAについたものである。

### ⑥ DNAの回収

白いせんい状になったDNAをスポイトや割り箸などで取り出す。

## 【結果】

- ・エタノール沈殿によってDNAを見る  
ことができる。
- ・DNAの色・形はどうかDNAは溶解  
しているときは無色とう明、エタノールに  
よって白いせんい状で析出する。



## 【考察】

なぜブロッコリーやバナナを材料に使うのか？

DNAは核に多く含まれるため、少量の材料からDNAを目に見えるくらいの高濃度を得るには十分な核の数を必要とする。核は同じ生物であれば大きさはあまり変わらないため、細胞が小さいほうが材料中の核の割合が高くなる。ブロッコリーのつぼみは、細胞が多くいためDNAが得やすい。また、バナナの細胞間質の結びつきが弱くすりつぶしやすいため、量は必要だが抽出できる。

植物はDNA抽出の妨げになりやすいタンパク質が少ないため、簡易的な方法でも再現性が高い。

もし、タンパク質の多い動物でDNAを抽出するにはどうすればいいか？

レバーや白子など、細胞が多くバラバラになりやすい材料を選び、タンパク質分解酵素や熱などによる変性を利用して、タンパク質を除去して抽出すると良いだろう。

## 【まとめ】

- ・DNAは、 $1 \sim 2 \text{ mol/L}$  の塩化ナトリウム水溶液に溶けやすい。
  - ・中性洗剤は細胞膜や核膜を破壊するので、DNA自体を核の外に出せる。
  - ・DNAは冷えたエタノールには難溶性で白く沈殿する。
- などの性質を利用して、遺伝子の本体であるDNAを生物の細胞から抽出できた。



# [トピック: DNAの太さや長さはどれくらい?]

DNAの太さは0.2nm、塩基間のまよりは0.34nmである。(1nm=10<sup>-9</sup>m)

ヒトの体細胞一つに含まれる総塩基対は約60億対(=ゲム約30億対×2組)

なので、長さを計算する(※1)と、約2mになる。また、ヒトの染色体数は2n=46

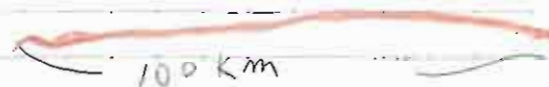
だから、一つの染色体に含まれるDNAの長さは平均約4.4cm(=204cm÷46)

になる。

DNAの太さをかみの毛(0.1mm)に例えると、核の大きさ(直径)は約5~10μm

なので、直径25cm~50cmのバスケットボールくらいの中に100kmの長さのひもが

入っている計算になる(※2)。



ブロッコリーの体細胞一つに含まれる総塩基対は約12億対(ゲム約6億対×

2組)なので、長さを計算する(※3)と、約41cmになる。また、ブロッコリーの染色体の数は

2n=18だから、一つの染色体に含まれるDNAの平均約2.3cm(=41cm÷18)になる。

$$\text{※1 } 60\text{億} \times 0.34\text{nm} = 6 \times 10^9 \times 0.34 \times 10^{-9}\text{m} = 2.04\text{m}$$

$$\text{※2 } \text{DNA: かみの毛} = 0.2\text{nm}, 0.1\text{mm} = 2\text{m} : 100\text{km} = \text{核: ボール} = 5\mu\text{m}, 25\text{cm} = 10000 : 50\text{cm}$$

$$\text{※3 } 12\text{億} \times 0.34\text{nm} = 12 \times 10^9 \times 0.34 \times 10^{-9}\text{m} = 0.408\text{m} = 40.8\text{cm}$$

実験で抽出したDNAはそれらがからまった集まりなので肉眼で確認できるが光学顕

微鏡では観察できない

# テラ レンド

## 治療・浄化に組み換え植物

遺伝子組み換え植物で、消費者への直接のメリットを狙った新たな開発が進んでいる。病気の治療効果を持つ医薬品や放射性物質で汚染された土壌の浄化などで、実用化に向けた研究が進んでいる。すでに普及が進む害虫の抵抗性など生産者の利益をうたう遺伝子組み換え植物より、社会的に受け入れやすいという見方も出ている。

医薬品としての開発を目指すのが、農業生物資源研究所の高宮文雄特任上級研究員らが手掛けるスギ花粉治療イネだ。日本人の主食であるコメを食べてスギ花粉症を治療する試み。花粉症といえは鼻水などの症状を薬で抑える治療法が主

流。これに対し、花粉症の原因となる抗原を体内に入れて身体を慣らしアレルギーを起こさない体質を目指す減感作療法を狙う。

花粉症治療イネにはスギ花粉の抗原たんぱく質そのものではなく、構造を変えた抗原たんぱく質を作る遺伝子を組み込んだ。抗原の構造を変えると、ショック症状を引き起こすこともあるIgE抗体には認識されなくなるが、減感作を起す

すT細胞には認識される。抗原そのものの投与より副作用を進める。環境浄化への応用も注目を集める。理化学研究所環境資源科学研究所センターの申谷ユニトリターとアダムス英里研究員は、遺伝子組み換え技術で放射性セシウムを高効率で取り込む植物の開発に取り組み。セシウムは植物に不要とされるが、必須栄養素のホルモンの阻害で花粉も成熟しなくなるため交雑も防げる。一石二鳥だ。

遺伝子組み換え植物で懸念されるのは生態系への拡散だ。アダムス研究員によると、セシウムを高濃度に蓄積した植物は成長が抑制されるが、セシウムの吸収も進まなくなるが、成長抑制に上回った。同意した理由は「口にしないならば」という声もあった。

遺伝子組み換え技術は、作物に望んだ特性を持たせるといふ点では品種改良のひとつにすぎない。その基礎は1970年代前半には確立しており、もはや目新しい技術とはいえない。しかし遺伝子組み換え植物の利用については今なお論争が尽きない。これまで議論が中心だったが、利用拡大とともに次のステージに向かい、多角的に捉えていく必要があるようだ。

(日本科学未来館・科学コミュニケーション)

# 花粉症はコメ食べて退治



遺伝子組み換え花粉症治療イネは隔離圃場で栽培されている(つくば市の農業生物資源研)

シロイヌナズナを使い、セシウムの取り込みに関与するカリウム輸送体の特定を試み、その遺伝子の発現を強めたり、改変したりして機能強化を図る。さらに様々な植物に応用を見込む。東京電力福島第一原子力発電所事故で拡散した放射性セシウムの農地からの除去に活用を目指す。

遺伝子組み換え植物で懸念されるのは生態系への拡散だ。アダムス研究員によると、セシウムを高濃度に蓄積した植物は成長が抑制されるが、セシウムの吸収も進まなくなるが、成長抑制に上回った。同意した理由は「口にしないならば」という声もあった。

遺伝子組み換え技術は、作物に望んだ特性を持たせるといふ点では品種改良のひとつにすぎない。その基礎は1970年代前半には確立しており、もはや目新しい技術とはいえない。しかし遺伝子組み換え植物の利用については今なお論争が尽きない。これまで議論が中心だったが、利用拡大とともに次のステージに向かい、多角的に捉えていく必要があるようだ。

(日本科学未来館・科学コミュニケーション)

堀川晃菜

# トピックス IPS細胞を用いた医薬品の開発

2013年(平成25年)7月11日(木曜日)

日本経済新聞社2013 (日刊)



## 日韓、新たな火種

戦時徴用で賠償命令 ②

# 日本経済新聞

7月11日

木曜日

発行所 日本経済新聞社  
 東京本社 電話(03)3270-0251  
 〒100-8006 東京都千代田区大手町1-3-7  
 大阪本社 電話(06)6943-7111  
 名古屋支社 電話(052)243-3311  
 西郡支社 電話(092)473-3300  
 札幌支社 電話(011)281-3211

ハイテクガラスで未来をつくる

## 日本電気硝子

http://www.neg.co.jp/

購読のお申し込み

☎ 0120-21-4946  
 http://www.nikkei4946.com/

日経電子版

http://www.nikkei.com/  
 お問い合わせ(7:00-21:00)  
 ☎ 0120-24-2146

# iPS医療、2年で承認

## 治療・創薬 安全基準を統一

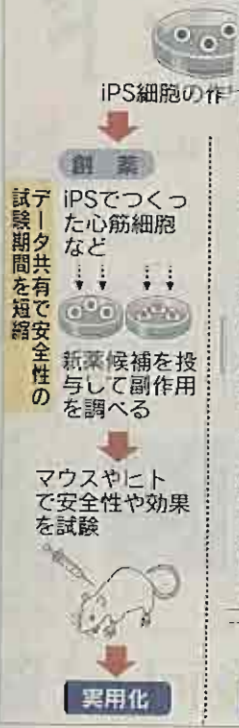
政府、開発期間短く

iPS細胞を用いた再生医療や創薬の実用化に向け、官民による開発や環境整備の動きが加速してきた。政府は再生医療と創薬で異なっていた安全基準を統一し、開発期間を最短2年と今よりも3分の1に短くする。武田薬品工業など35社・団体はiPS細胞の創薬に関する基礎試験データを共有し、実用化までの期間を短くする。

### 35社・団体 基礎データ共有

日本はiPS細胞の研究で先行しており、世界に先駆けて開発を急ぐ。再生医療は医療産業の競争力強化の中核で企業の研究が先行しており、世界参入が相次ぐ見通しだ。昨年ノーベル賞を受賞した山中伸弥京都大学教授が、がんや難病治療へのiPS細胞は心臓や肝臓など体の様々な組織に育つ性質を持つ。安全基準を定めるための産官学による初会合を開いた。今秋までに基準のiPS細胞をつくる際の安全基準を定めるための産官学による初会合を開いた。今秋までに基準のiPS細胞は再生医療と創薬の双方で実用化される可能性がある。細胞の培養などの安全基準が

iPS細胞を使った



原案をつくり、2014年中には施行する。これまでは医師法が細胞の移植など再生医療の安全基準を定める一方、薬事法が製薬の基準を定めていたが、基準の一部を統一する。iPS細胞は再生医療と創薬の双方で実用化される可能性がある。細胞の培養などの安全基準が

# iPSで目の難病治療

## 理研が機関決定

も施  
に実  
夏植  
来移

理化学研究所は25日、あらゆる細胞に変化できるiPS細胞を使い、目の難病患者の治療を試みる臨床研究計画を実施することを機関決定したと発表した。今後は治療対象となる患者の選定に入り早ければ来年夏にも世界初の移植を実施する。

理研は25日、代表的な高脂血症薬「スタチン」の新たな働きを解明したと発表した。老化や細胞障害を引き起こす物質を減らす働きをしており、それによって心血管病の症状を改善する効果があった。心血管病の新薬を探

### 心血管病改善を確認

#### 高脂血症薬「スタチン」で

東北大

たiPS細胞を網膜色素上皮の細胞シートに加工し、患部に移植して治療を目指す。今回の決定では研究実施の条件として、臨床研究に関する報告書を定期的に提出することや細胞の品質に関する研究報告が義務付けられた。

理研などは2月に臨床研究計画を厚生労働省に申請。19日に田村憲久厚労相が臨床研究計画を正式に了承した。今後は共同実施機関の先端医療振興財団の機関決定を経て研究計画が始動する。

スタチンは代表的な高脂血症薬。世界で約3000万人が服用しているともいわれる。コレステロールを下げる働きをするが、コレステロール値の高くない患者でも心血管病の予防に効果があることが知られ

# 終わりに

たどり着いた『わたしらしさ』の元。

小さな細胞の核にある染色体(DNA)が設計してくれたものでした。

実際に実験して解ることができたのは、バナナのDNAでしたが、わたしたち人間にもDNAがあります。

とても長いDNAのくさりがケルケルの中、かおの色、目の形、または

生きていくために必要な情報…『わたしらしさ』を分子一つの設計情報(遺伝子)という設計図で伝えられます。

染色体1対で2冊分、全部で $23 \times 2 = 46$ 冊! 『わたしらしさ』の情報を持った特別な46冊の大設計図集です。

お父さんの23対とお母さんからの23対の染色体から、私が受け取った大設計図集の組み合わせは、

(父)  $2 \times 2 \times 2 \times \dots$  と23回、(母)  $2 \times 2 \times 2 \times \dots$  これを計算すると、約700兆通りになる。

そうでものをすごい確率で『わたしらしさ』を作っています。

奇跡的にできた『わたしらしさ』を大切にしてみんなの『みんならしさ』を大切にしていきたいと思います。

最後になりましたが、実験の相談に乗っていたとき、最後まで見守って下さった担任の阿井先生、お仕事が急かしい中、相談にのっていた田村先生、ありがとうございました。

# 〈参考文献〉

No	参考文献など 著者名(編者)	出版社 出版日	図書館	特に参考に なった箇所
1	いのちのつながり 中村 運	福音館書店 1991年4月25日	上池袋 図書館	P.15,17,28-29 34-35
2	母その遺伝子研究所 ジリアン クロス	偕成社 2003年10月	上池袋 図書館	P.100-111,170-174 184-186
3	チンパンジーはいつか人間になるの? 熊谷 とし	偕成社 2007年11月	上池袋 図書館	P.12-19,38-41,52-56, 60-63,76-81
4	いのちのひみつ 竹内 光昭	学研 2007年11月9日	上池袋 図書館	P.36-42,46-49,50 62-72,88-96
5	ヒトの進化のひみつ 馬場 悠男	学研 2007年7月22日	上池袋 図書館	P.107-126
6	遺伝子のひみつ フラン・ホークワール	ほるぷ出版 1993年3月1日	上池袋 図書館	P.6-29
7	仲間を増やす秘訣 フラン・ホークワール	ほるぷ出版 1993年2月10日	上池袋 図書館	P.3-13,32
8	細胞の形と動き フラン・ホークワール	ほるぷ出版 1993年3月1日	上池袋 図書館	P.3-15,18-29
9	DNA遺伝子ってなに? 夏 緑	童心社 2005年3月10日	上池袋 図書館	
10	ここまで分かった! 遺伝子のなぞ 夏 緑	童心社 2005年3月15日	上池袋 図書館	
11	遺伝子が語る命の物語 村上 和雄	くもん出版 2008年7月8日	中央 図書館	P.22-35,53-71,72-80 100-106
12	遺伝子組めかえ作物 大石 道夫	文溪堂 2004年3月	池袋 図書館	