

Grand Gendai

グランド現代百科事典

Grand Gendai

3

イチノツーウソ

学研

グランド現代百科事典

Grand Gendai

3

イチノツウ

1983年 6 月 1 日 改訂新版第 1 刷発行

1984年 2 月 1 日 改訂新版第 2 刷発行

全巻セット定価 218,000円

編集・発行人——鈴木泰二

発行所——株式会社**学習研究社**(学研)

東京都大田区上池台4-40-5 〒145

電話 東京(03)720-1111 (大代表)

振替 東京8-142930

印刷——凸版印刷株式会社

表紙クロス——東洋クロス株式会社

ケース見返し用紙——富士共和製紙株式会社

本文用紙——三菱製紙株式会社

箔押——有限会社斎藤商会

製本——凸版製本株式会社

製函——高田紙器工業所

©GAKKEN 1983

*本書内容の無断複写を禁ず

*この本に関するお問合せ、製本上のミスなどが
ございましたら、下記あてにお願いいたします。

文書は 東京都大田区上池台 4-40-5 (〒145)

学研・ユーザーサービス部「グランド現代百科」係

電話は 東京 (03) 720-1111 (大代表)

本書に掲載した地図は、建設省国土地理院発行の2万5千分の
1地形図、20万分の1地勢図を使用して調製したものである。

Printed in Japan

161 253

ISBN4-05-150078-0

● 遺伝子工学 ●

新しい 生命の創造

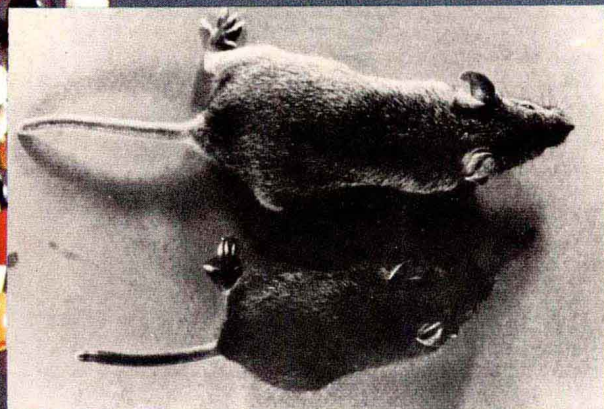
構成と文／木村孝一・瀬戸裕之

近年、分子生物学のめざましい発展により遺伝子の本体や遺伝のしくみが解明されてくると、遺伝というドラマの舞台である細胞のつくりは生物によって異なっている、主役である遺伝子の性質やドラマの筋書きは共通であることがわかってきた。

そこで、ある細胞から遺伝子を取り出し、新しい舞台にマッチするように「衣裳直し」をして別の細胞に入れてやると、ドラマはとどこおりなく進行する——遺伝子工学は、まさしくそれを証明したのである。

この方法によれば、生物学的に遠縁の者どうしの遺伝子の組み換えも不可能ではない。翼をもつペガサスや牧神は古代の素朴な夢にすぎないが、現実には人の遺伝子を導入して微生物を改造して有用物質を大量生産させたり、シロネズミの遺伝子をハツカネズミに組み込んで大型のスーパーマウスを誕生させたりする試みが、着々と成功をおさめている。

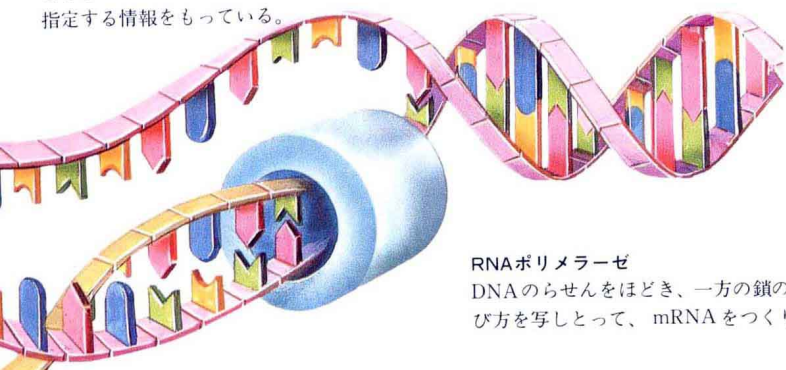
DNAの二重
らせん模型



スーパーマウス(上) 下はハツカネズミ

DNA

遺伝子の本体で、たんぱく質分子中のアミノ酸の並び方を指定する情報をもっている。



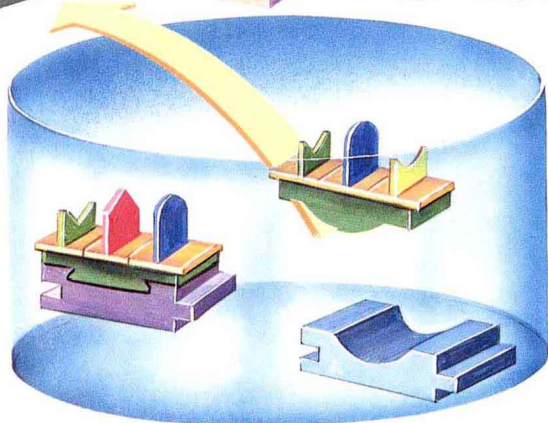
RNAポリメラーゼ

DNAのらせんをほどき、一方の鎖の塩基の並び方を写しとって、mRNAをつくりだす。



アミノ酸を結合したtRNA

mRNAの指定するアミノ酸をリボゾームに運ぶ。

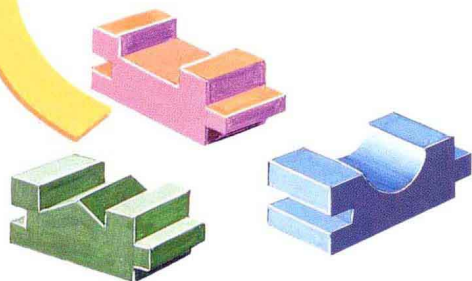


アミノ酸・tRNA結合酵素

アミノ酸を専用のtRNAに結びつける。

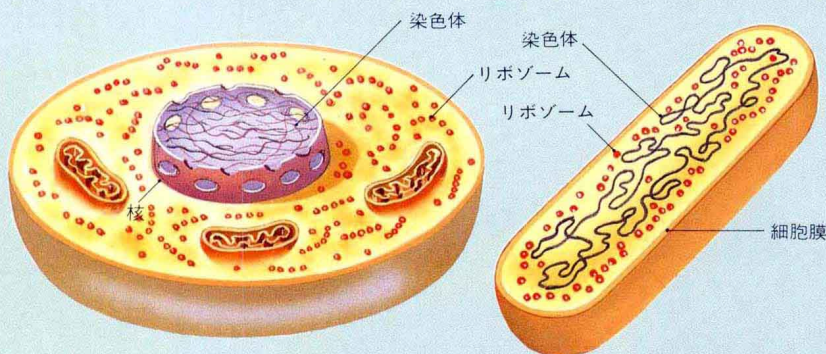
アミノ酸

たんぱく質を組み立てる素材で、20種類のものがある。アミノ酸・tRNA結合酵素の働きでtRNAと結びつく。



高等動物の細胞

大腸菌の細胞



生物の種類によって、細胞のつくりは多種多様であるが、どの生物の細胞も遺伝子としてDNAをもち、共通の遺伝暗号を使用し、共通のしくみでたんぱく質をつくっている。

■遺伝子の暗号

〔DNA〕 生物のあらゆる形質(形や性質)は、細胞の中でつくられるたんぱく質によって現われてくる。目の色、毛や皮膚の特徴などは、酵素と呼ばれるたんぱく質の働きによっている。背の高さに影響を与える成長ホルモンもたんぱく質である。このように、たんぱく質は生命活動の主役として働く。

そして、いつ、どんなたんぱく質をつくるのかを決定する指令は、細胞の中にある染色体の中に遺伝情報としておさめられている。染色体はDNA(デオキシリボ核酸)を主成分としてできており、このDNAこそ、遺伝子の本体なのだ。

1953年、ワトソンとクリックは、X線回折という方法を用いてDNAの構造を明らかにした。DNAは非常に長い鎖が2本並び、それがらせん階段のようによじれていることをつきとめたのだ。電子顕微鏡でみたDNAは長いひものように見える。しかし、これを化学的にみると、糖、リン酸、およびアデニン(A)・グアニン(G)・チミン(T)・シトシン(C)という4種類の塩基からできている。リン酸と糖がつながってできる鎖がらせん階段の手すりにあたり、AとT、GとCの塩基がペアとなって階段の各ステップに相当している。

DNAの鎖にはA・G・T・Cがさまざまな並び方で配列しているが、実はこの並び方がたんぱく質を構成するアミノ酸の配列を決めている。というのは、A・G・T・Cのうち3個の組み合わせが1種類のアミノ酸を規定する暗号になっているからである。

このように、DNAは化学物質であると同時に遺伝情報のにない手でもある。すべての生物の遺伝情報は、A・G・T・Cの4文字によって暗号化されているのだ。

〔暗号の解説〕 細胞は、DNAの遺伝暗号を翻訳してたんぱく質をつくりだす。だから、細胞はコンパクトな暗号解読機にも、たんぱく質の生産工場にもたとえられる。

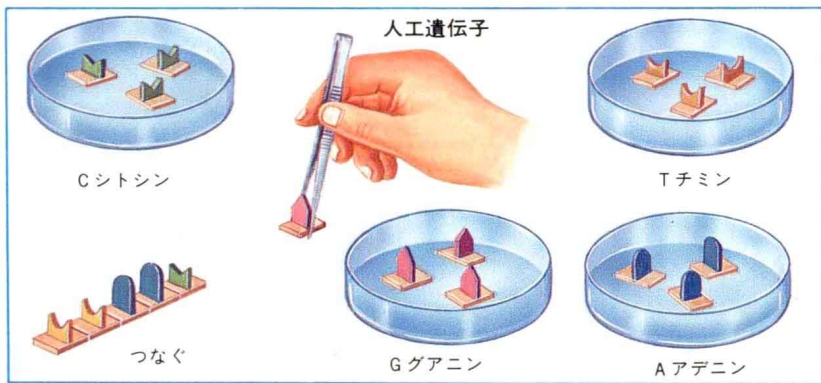
細胞内で、DNAの遺伝暗号はいったんmRNA(メッセンジャーRNA)という物質に写しかえられる。この写しかえはRNAポリメラーゼという酵素によって行なわれ、DNAのA・G・C・TはそれぞれU(ウラシルという塩基)・C・G・Aに読みかえられる。ちょうど、写真のネガとポジの関係のようだ。たんぱく質は、このmRNAを鋳型にして細胞内のリボゾームという所でつくられる。ここでは、mRNAの3文字(3個の塩基)がたんぱく質の1文字(アミノ酸)に対応するように翻訳される。

さて、このようにたんぱく質の構造は、DNA上のA・G・T・Cの並び方の反映にほかならない。DNAはいわば設計図であり、この設計図のコピーがmRNAに相当する。リボゾームは、アミノ酸を設計図どおりに連結する機械とみなすことができる。材料であるアミノ酸をリボゾームに運ぶのがtRNA(トランスファーRNA)である。

こうした事実からわかるように、DNAのA・G・T・Cの並び方を人為的に操作することさえできれば、意図したたんぱく質を自由につくらせ、生物の形質を変えることが原理的には可能なのである。これを実現させる技術が、遺伝子組み換えである。

◆ 別 刷 目 次

《巻頭口絵》	● 遺伝子工学	● 印象主義	241
	● 浮世絵	● インダス文明	261
《別 刷》	● 色	● インド美術	264
	● インカ		214



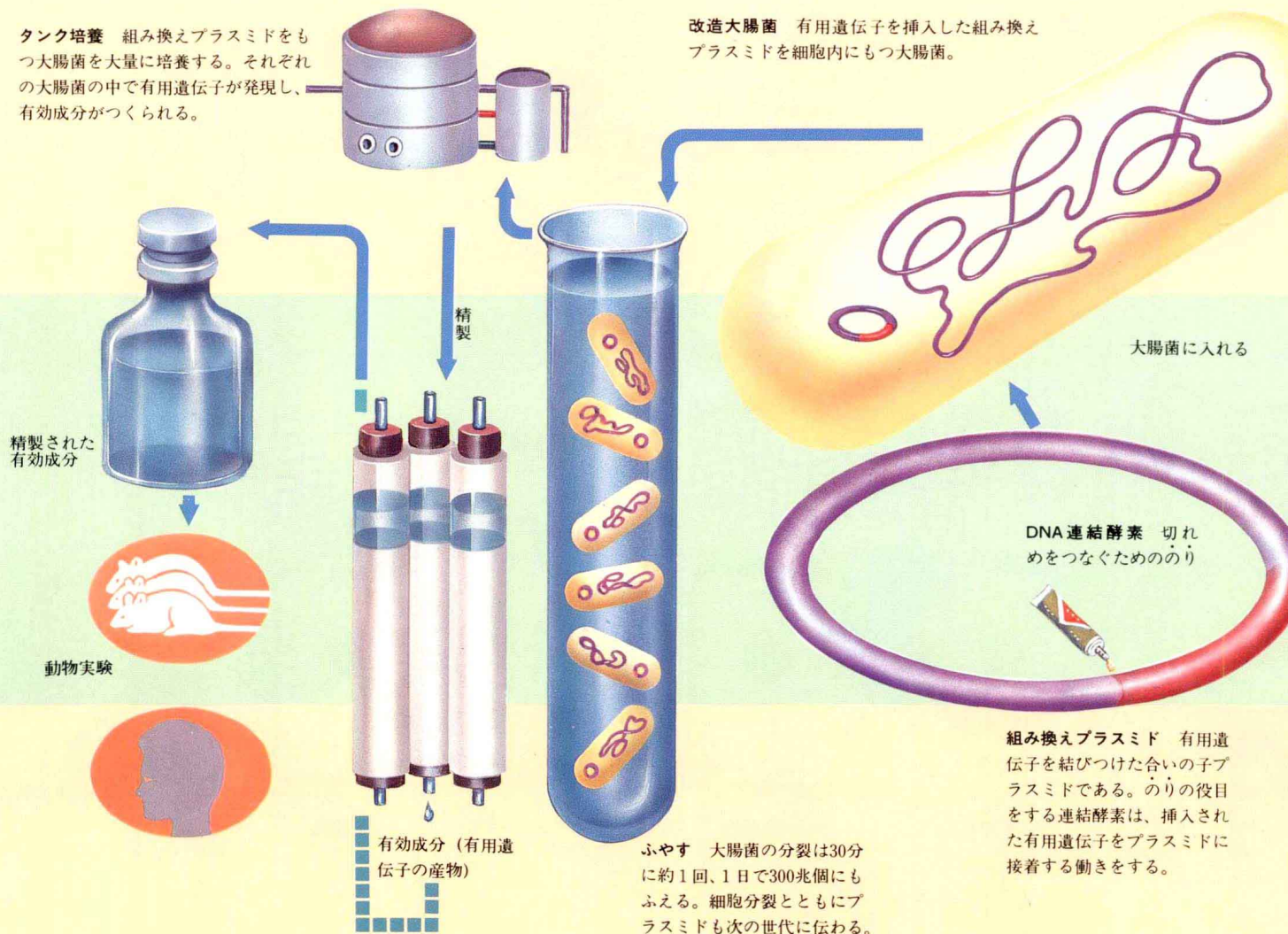
遺伝子の人工合成 DNAの設計図にあわせて塩基をつなぎ、人工的に遺伝子をつくる。



DNAシンセサイザー コンピューターと連動して自動的にA・G・T・Cをつなぐ器械。写真/アムコ

タンク培養 組み換えプラスミドをもつ大腸菌を大量に培養する。それぞれの大腸菌の中で有用遺伝子が発現し、有効成分がつくられる。

改造大腸菌 有用遺伝子を挿入した組み換えプラスミドを細胞内にもつ大腸菌。



■応用

遺伝子組み換えの応用としては、さまざまなものがある。とりわけ、増殖のスピードが早く、大量培養が容易な微生物を用いることによって、人間のホルモン（成長ホルモン、インシュリンなど）、医薬品（インターフェロン、抗生物質、ワクチンなど）、各種有用物質の中で貴重なものを安価に大量生産させることが考えられている。

遺伝子組み換えの最初の成功例は、人の脳ホルモンの一種ソマトスタチンの大腸菌による生産である。ソマトスタチンは14個のアミノ酸が結合したたんぱく質で、まずそのアミノ酸配列からDNAのA・G・T・Cの並び方を推定し、その遺伝子が人工的に合成された。この人工遺伝子をプラスミドに組み込んで大腸菌に運び込むという方法で行なわれた。その後、人の成長ホルモン、インシュリン、インターフェロンなども遺伝子組み換えで大腸菌から大量生産されており、遺伝病、難病の治療に明るい道が開けはじめた。

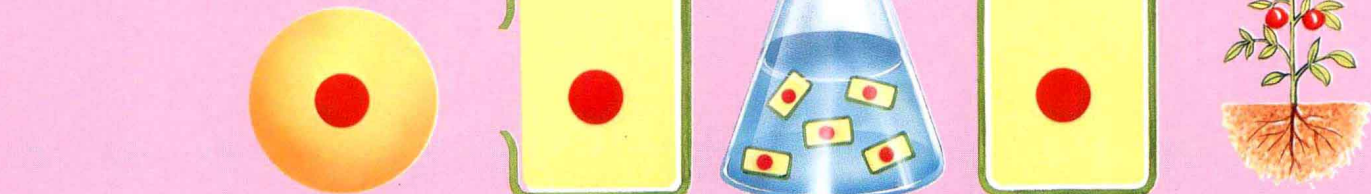


- 多くの動植物は体が組織化された多数の細胞からできているので、遺伝子組み換え技術で別の遺伝子を導入するためには、いったん組織をばらばらにして遊離細胞をつくりだす必要がある。また、植物細胞は細胞壁と呼ばれる厚い層で包まれているので、あらかじめ、これを酵素を用いて除去しなければならない。
- 裸になった細胞に外来遺伝子を導入する手段としては、ベクターを利用する方法のほかに、供与体DNAを外から直接に注入したり、細胞融合により供与遺伝子をもつ他の細胞を合体させて、新しい組み換え細胞をつくる方法などがある。

■新生物の創造

動物の遺伝子を細菌に導入し細胞内で働かせ、改造細菌に動物の有用物質を量産させることができるなら、動物や植物の細胞にも外来遺伝子を導入して、新しい性質をもつ動植物をつくりだせないだろうか。

一般に動植物の遺伝子のつくりは細菌より複雑で、体も分化した多細胞なので、技術上の問題は多い。しかし、組織培養法の発達により、取り出した細胞の培養や、細胞から組織の再分化が可能になった。また、遺伝子導入についても細胞融合や核移植などの細胞工学的技術が発達し、外来遺伝子を動植物内に能率よく移入して働かせるベクターの開発も着々と進んでいる。新しい動植物の遺伝子工学的育成への期待は、ますます高まっている。



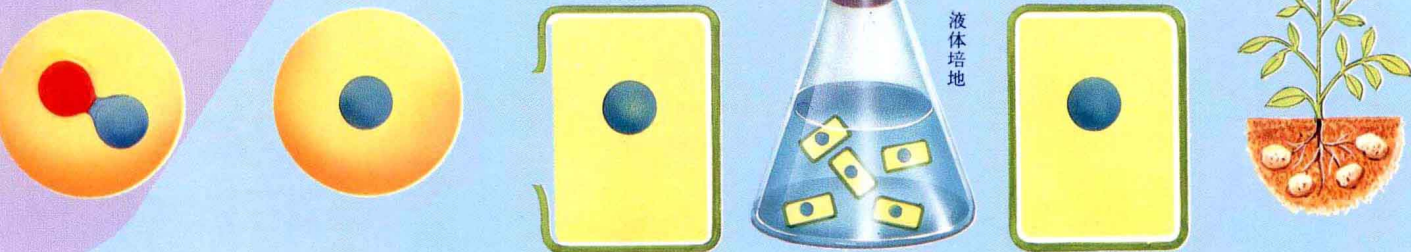
細胞融合
2種類のプロトプラストを融合させる。

プロトプラスト
植物体から切り出した組織や培養した細胞を細胞壁分解酵素で処理すると、裸の細胞ができる。

細胞壁の除去

細胞培養
植物体から組織を切り出し、細胞をばらばらにして、適当な培養液の中でふやす。

A植物
(例一実がつく)



ヘテロカリオン (1個の細胞内に2種の核が共存する状態)

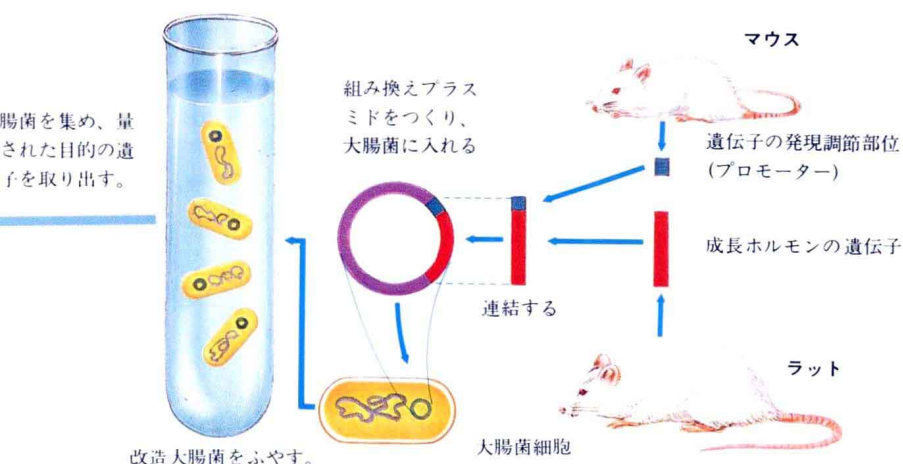
プロトプラスト

細胞壁の除去

遊離細胞とその培養

遊離細胞

B植物
(例一実がつく)



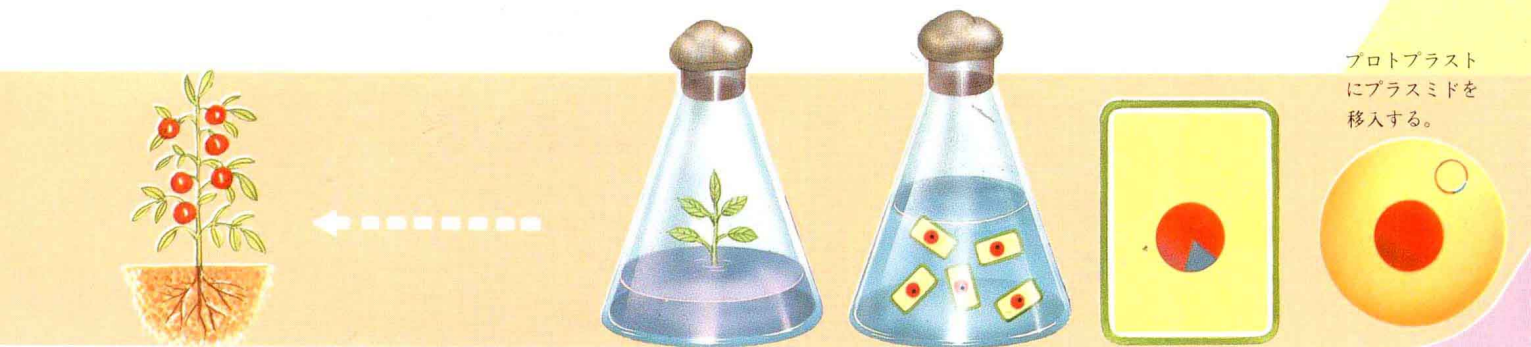
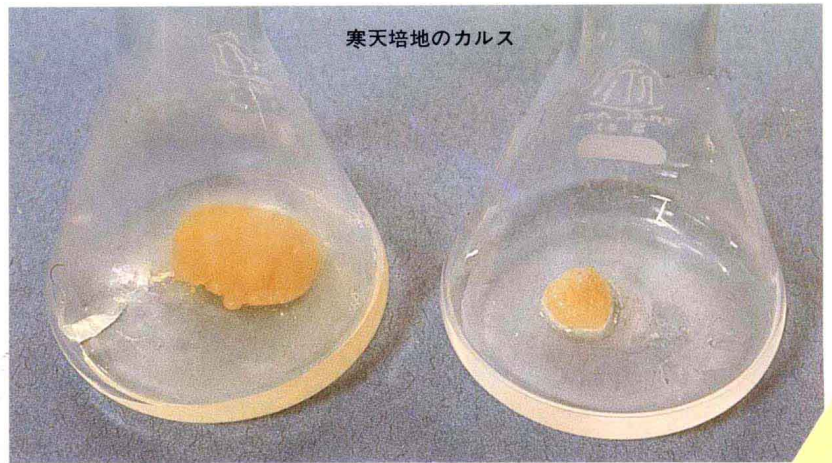
●スーパーマウスの誕生

動物の卵細胞は大きいので外から核や遺伝子を外科手術で注入でき、この方法でラット並みの大きさのマウスの育成に成功している。

まず、ラットの成長ホルモン遺伝子を大腸菌で量産して、マウスの受精卵に注入し、妊娠マウスの子宮にもどした。このとき、ラットの遺伝子がマウスの細胞内でよく働けるようにマウスの肝臓でつくられる或るたんぱく質の産生を指令する遺伝子の一部(プロモーター)をホルモン遺伝子の先端につけた。遺伝子はマウスの染色体に組み込まれ、誕生した仔マウスの肝臓などで普通の1000倍もの効率で成長ホルモンが産出され、マウスは普通の2倍もの大きさに育った。

●ポマトの育成 遊離した植物細胞を集めて寒天培地に移すと、個々の細胞は、分裂増殖してカルスと呼ばれる多細胞の未分化組織をつくる。細胞壁を再生させた組み換え細胞からつくったカルスに適切な条件で植物成長ホルモンを与えると幼芽が分化する。これを成長調節物質を除いた培地に移して光培養すると、発根して幼植物となる。幼植物を土壌に移植すると成長して着花、結実する。

トマト (tomato) とジャガイモ (potato) の細胞を融合させた組み換え細胞から、上の手順でポマト (pomato) という新植物がつくられた。ポマトは地上部に果実、地下部に塊茎をつけるが、その食用としての実用性よりも、寒さに弱いトマトにジャガイモの耐寒性を導入できる点で注目されている。



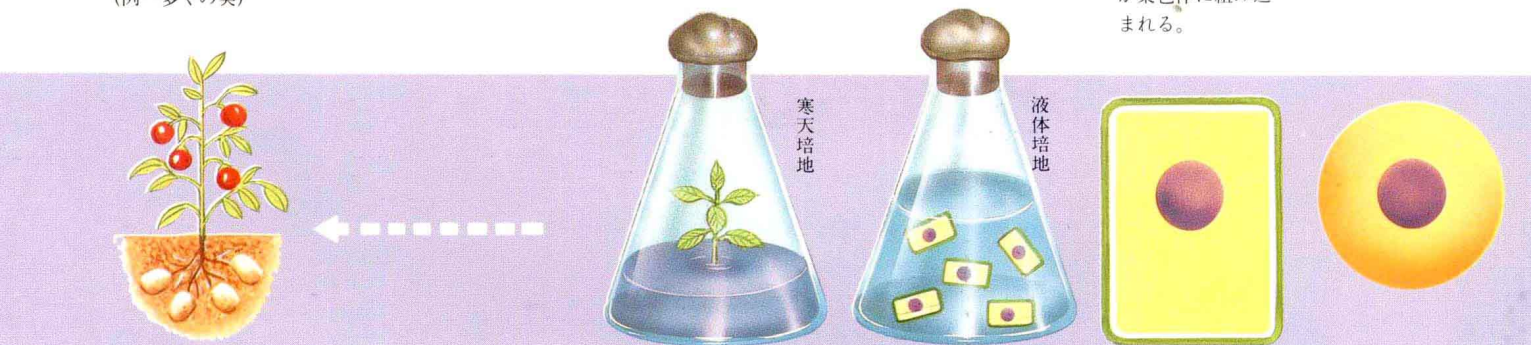
遺伝子組み換えによってつくった新植物
(例一多くの実)

植物ホルモンを含む固形培地に移してミニ植物体を再生させる。

液体培地に培養して組み換え体細胞をふやす。

組み換え体細胞細胞壁を再生させる。供与体遺伝子が染色体に組み込まれる。

組み換え体プロトプラスト

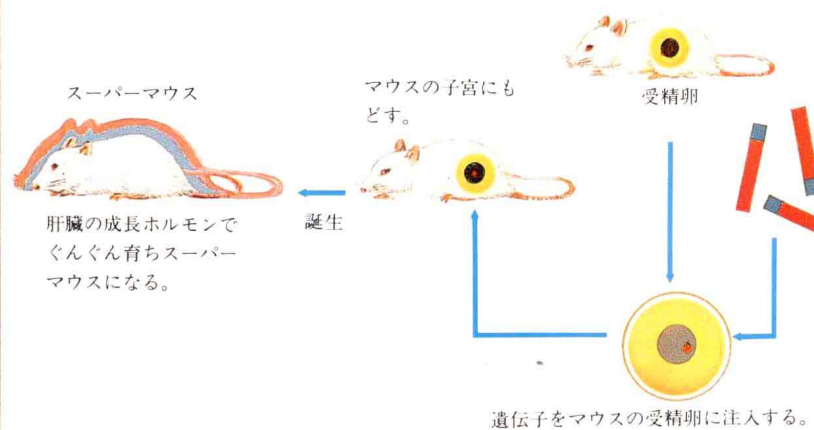
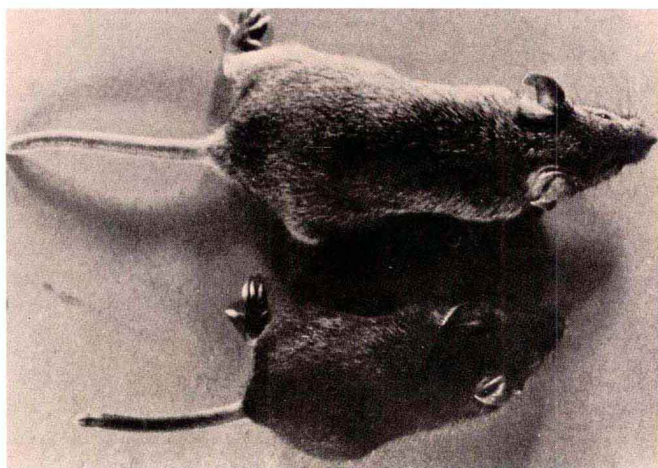


細胞融合によってつくった新植物
(例一実といも)

組織培養および細胞培養。

細胞壁の再生

雑種プロトプラスト





遺伝子工学の未来

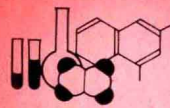
1970年代に実用化への第一歩をしるして以来、遺伝子組み換え技術はまさに急速な進歩をとげ、その利用は、いまや食糧・医療・代替エネルギーなどの各方面から熱い視線を浴びている。

大学や研究機関では基礎研究が急速に発展し、企業では研究開発と実用化に激しい競争が展開されている。かくて、遺伝子工学技術は人類生活の未来にバラ色の夢を約束しているように見えるが、自然界に存在しなかった人工の新生物を産み出す技術という意味で、その安全管理の問題や倫理的側面からの慎重論も無視してはならないであろう。



環境関係

- 石油廃液、産業廃水、都市廃水などを浄化する微生物の改良
- 有機水銀など有害化学物質を分解したり除去する微生物の開発
- プラスチック廃棄物を食べる細菌の開発



基礎科学分野

- 遺伝および発生・分化の機構の解明
- 老化のしくみの解明
- 免疫のしくみの解明
- 遺伝病の解明
- がんのしくみの解明



医学・薬学関係

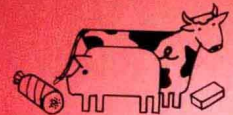
- 血友病などの遺伝病・難病の治療
- ヒトのホルモンの大量生産
- 新しいワクチンの生産
- ビタミン類の大量生産
- 新しい抗生物質の生産
- 酵素の生産
- インターフェロンの生産



鉱業・工業関係

- 石油によらない化学製品の生産
- 廃棄物から有効金属を取り出す細菌の改良
- 海水中のウランを濃縮する細菌の開発
- 低品位鉱石や低質油田からの鉱物石油の採取

遺伝子組み換え技術



畜産関係

- 低価格の新飼料の開発と大量生産
- 成長ホルモンによる早期育成
- 遺伝子レベルの操作による家畜の品種改良



食品関係

- 現在不要なものを新しい微生物を使って再利用するプラン
- よりおいしいパン・ビール・調味剤を作る酵母菌の育成
- 無害有用な食品添加物の生産



農業関係

- 窒素肥料自給型農作物の開発
- 病虫害・冷害に耐える農作物の育成
- 高品質で成長の速い農作物の育成
- 動物性タンパク質を含有する農作物の開発
- 土地有効利用の新品種の開発
- 除草剤・殺虫剤の生産

江戸に生まれた庶民の芸術

構成と文／北小路健

わが国文化史上、近世文化といわれるものは、庶民に向かって開かれた文化であり、庶民が文化形成に参加することによって、多種多様に開花した時期だったという点において際立った特色がある。それを可能ならしめた主要な原因の1つは、版本印刷の盛行だといってよい。仮名草子・浄瑠璃正本などの版本は、ほとんどすべてが絵入り本である。浮世絵版画の祖といわれる菱川師宣もまた、こうした挿絵を描く版下絵師として出発した。やがて彼は、版本から独立した大判の一枚摺りを考案した。当時の版画技法としては、墨一色摺りの簡単なものではあるが、大量生産に応じるには絶好の方法だった。だが、色彩のない寂しさは、肉筆画に遠く及ばない。せめてもの手段として丹や黄が筆彩された。これは江戸初期の丹緑本にヒントを得たものだった。墨一色の大判一枚絵となると、画面の白の部分が拡大され空虚感が強調される。それを埋めるために筆彩を施したわけである。

ついで
衝立のかけ 無款（菱川師宣筆） 墨摺り 筆彩（平木浮世絵財団蔵）



■浮世絵の成立

大坂から江戸に出、版下絵師から出発して役者絵本に手を染め出し、やがて劇場に属して看板絵・番付絵に進み、さらに大々判の役者一枚絵に独自の境地を開いたのは鳥居清信であった。時あたかも初代市川団十郎が荒事という豪快な演出をつくり出して、江戸っ子に喜び迎えられていたところで、清信の描く勇壮無比の役者絵は“瓢箪足”に“みみず描き”といわれるリズム感脈打つ筋肉隆々たる誇張的表現だった。この様式は、清信の長男清倍に至って完成する。この同時期に、やはり大々判の肉筆美人画に名を成したのは懷月堂一派である。華麗な衣装をまとった大柄で豊満な横向き遊女の立ち姿——“懷月堂美人”という言葉を生んだほど、飽かず繰り返して描かれた姿態だった。肉筆だけで通した浮世絵師としては、ほかに宮川長春などがいる。

(右) 立美人 懷月堂安度筆 肉筆

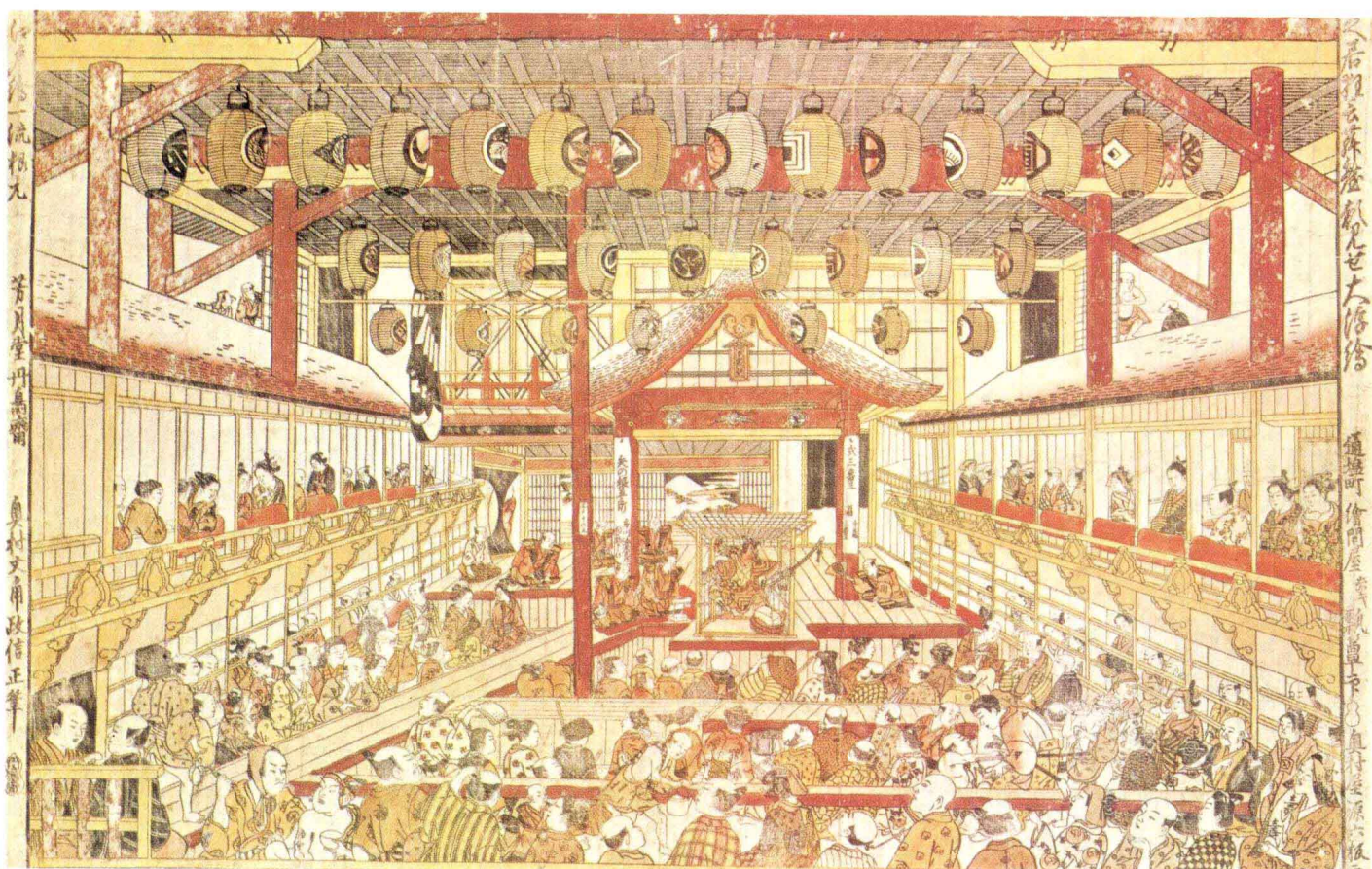
(左上右) 初代沢村小伝次の露の前 鳥居清信筆 丹絵

(左上左) 初代市川団十郎の竹拔き 五郎 鳥居清倍筆 丹絵

(東京国立博物館蔵)

(左下) 芝居狂言舞台顔見世大浮絵 奥村政信筆 紅絵 政信はかつて鳥居清信に師事したともいわれるが、新機軸の創案者として特筆すべき人物である。彼は版元と絵草紙屋を兼ねて存分に腕を振るった。単純な丹絵から一步進めて、丹の代りに紅を用い、さらに黄・緑・紫などを丁寧に塗って多色筆彩の味を出し、これを紅絵と称した。そればかりでなく、髪とか筆とかの墨色の部分に光沢を出すため、にかわを混ぜる方法を思いついた。また西洋画の遠近法を取り入れた浮絵を描いた。また、のちには紅と緑だけは筆彩でなく、摺刷するという紅摺絵まで案出し、そのほか様々な判型を編み出した。







春信画



■黄金期の浮世絵

墨摺絵が案出されてからほぼ100年後の1765（明和2）年“錦絵”と称せられる多色摺版画が陽の目を見た。それが生まれる直接の原因は、少し前から好事家の間に流行していた、意匠を凝らした略暦（大小とも、絵暦ともいう）の交換会が次第にエスカレートして、ついに7、8遍摺りの色彩豊かな絵暦をつくり出すに至ったことだ。これは、色板をずれないようにする「見当」の発明に負うところが多かった。

この手法を生かして、いわゆる「吾妻錦絵」を世に送り出したのが鈴木春信である。上方の西川祐信や鳥居清満（2代清倍の次男）の作風をまねていた、あまり目立ぬ絵師だった彼が、錦絵創作の栄光を担うに至ったのは、絵暦交換会の絵をほとんど一手に引き受けて、知識欲と好奇心と風流・道楽にのめりこむ好事家連の指導を身近に受けることのできるグループの一員だったことによる。春信の画風は多くの追随者を出した。

（右）秋風の音・藤原敏行朝臣の歌の見立 鈴木春信筆 肌に寄せるそこはかとなき風を幾段階の冷感色で表し、落ちるキリの葉を配した色彩感覚は見事である。（MAO美術館蔵）

（上）雛形若菜の初模様・若那屋内しらゆふ 磯田湖龍齋筆 春信の強い影響下に出発した湖龍齋は、この作によって脱皮した。



(下) 雪月花の内・品川の月 鈴木春重(司馬江漢)

筆 のちにわが国の銅版画の創始者となった江漢は若いとき鈴木春重と名乗り、春信そっくりの作をものし、あるときは春信と署名して贋作を発表したこともある。だが、この画の背景に見られる遠近法の摂取などは、彼独特のものだった。(平木浮世絵財団蔵)

(左) かぎやおせん 一筆斎文調筆 文調もまた春信の強烈な影響下に美人絵師として出発した。のちに役者似顔絵に新生面を開いた。

(左ページ) 東扇中村仲蔵 勝川春章筆 扇絵やはり春信画風の模倣から入り、やがて文調とともに役者似顔絵という新境地を開拓した。

(東京国立博物館蔵)



