

生命の本質に迫る

遺伝子

「お父さん似」「お母さん似」
これは偶然ではありません。
お父さん、お母さんの遺伝
情報、いわゆる「プログラ
ム」を受け継ぐことによっ
て起こるのです。
「情報」とか「プログラム」
とかまるでコンピュータみ
たいだと思いませんか？
その通り、まさに生物はミ
クロの要素で構成された緻
密なシステムなのです。

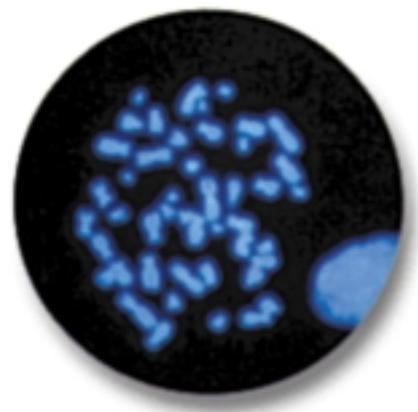
ゲノムの謎を解く

それぞれの生物に特有な遺伝子に書き込まれた1セットの遺伝情報、これを「ゲノム(GENOME)」と呼びます。この「情報」を読み解くことが生命現象や生物の進化を解明するカギとされています。

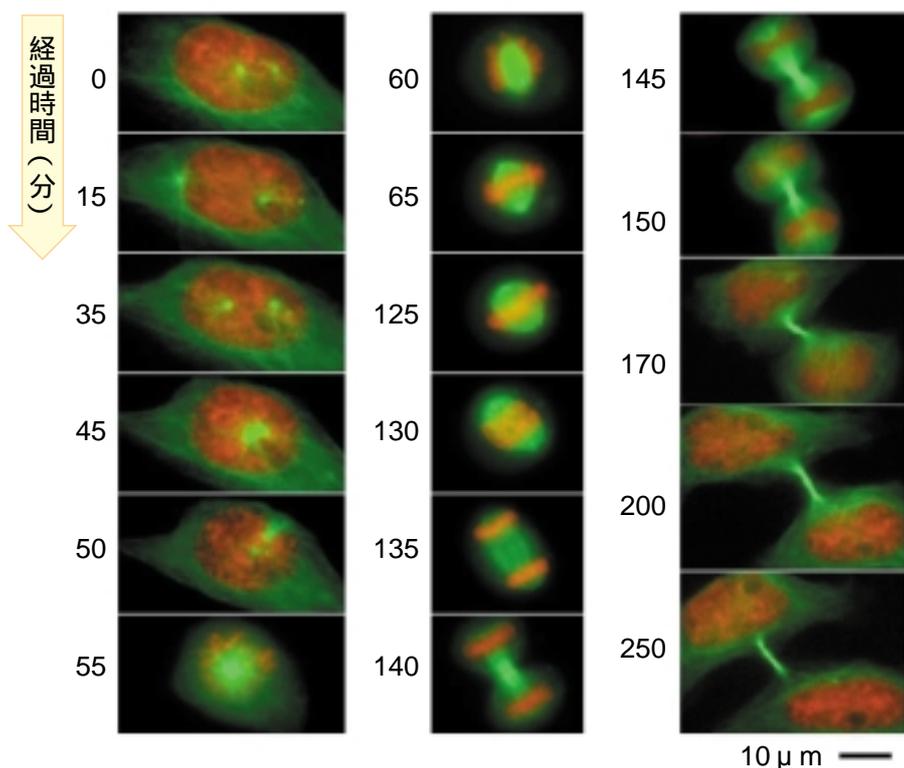
ゲノム・サイエンス

生物はそれぞれの種に固有な遺伝子の1セットを親からもらい、そこに書き込まれた遺伝情報に従って自身を作り上げます。この1セットの遺伝情報をゲノムと呼び、その実体はDNA(デオキシリボ核酸)という有機物質であることがわかっています。DNAはA, G, C, Tで表される4種類の塩基が2本のらせん状に結合したもので、この配列が遺伝子情報となります。近年、一つの生命現象には驚くほど多くの遺伝子が関わり、一つの遺伝子は複数の現

象に関わっていることがわかってきました。遺伝子ではなく、ゲノム全体を調べる必要性が高まってきたのです。すでにヒトのゲノム30億塩基対が解読されており、遺伝子機能、遺伝子産物、生命機能、健康や病気との関連など、さまざまな研究がはじまっています。



ゲノムの本体である染色体の蛍光顕微鏡写真



現実の細胞の中の微細管

生きているヒト細胞分裂 - 染色体(赤)と微細管(緑)
染色体はDNA 特異的蛍光色素 Hoechst 33342 で染色し、微細管はローダミン蛍光色素でラベルしたチューブリンタンパク質を細胞に顕微注入して染色した。同じ細胞の5分ごとの変化を追跡、記録した。資料提供: 通信総合研究所

生きている細胞を見る

細胞が生きていくためには、DNAに書かれている遺伝情報だけではなく、細胞膜と細胞内の骨格としてはたらく微細管のダイナミックな変化が必要です。光学顕微鏡技術の進歩によって、その微細な世界の動きを直接見るできるようになりました。微細管はチューブリンというタンパク質がらせん状に重合したもので、必要に応じて形成され、消滅します。この生成と解体がエネルギーの高低の変化を利用した動的不安定性という巧妙な仕組みであることがわかってきました。

生物

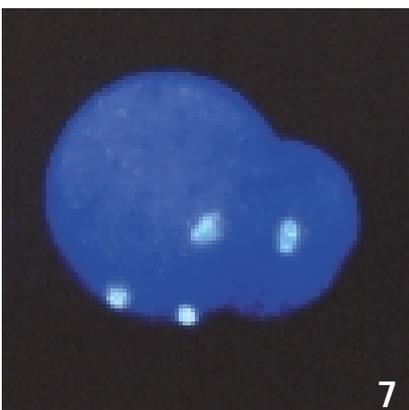
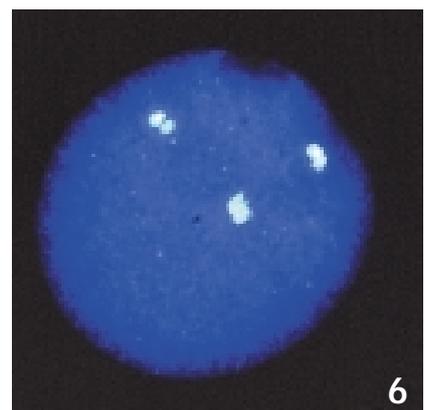
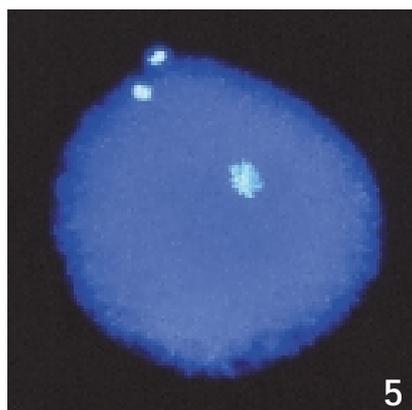
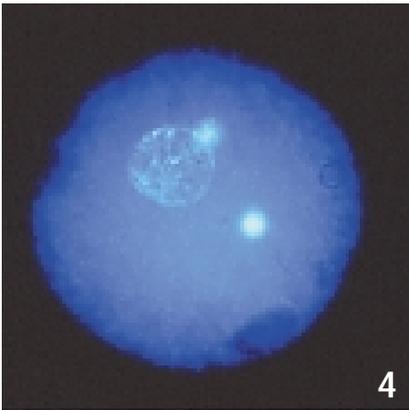
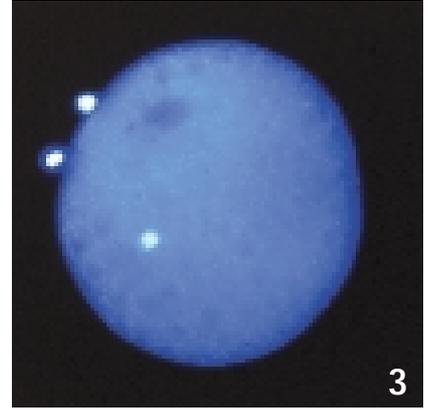
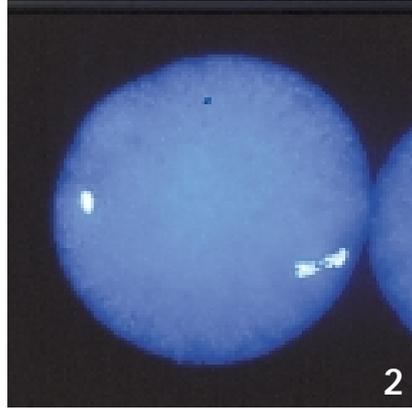
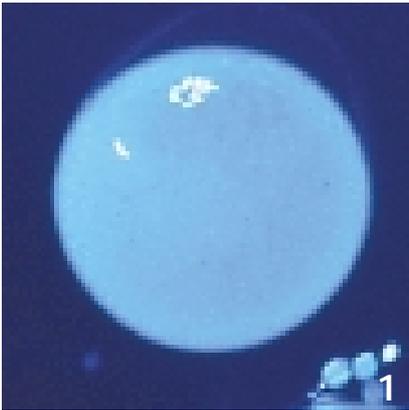
生物

ゲノム・リプログラミングと自然界のクローン

遺伝子組成が等しい細胞や生物の集団をクローンといいますが、未受精卵への体細胞核の移植技術や細胞融合を用いてクローン動物をつくり出したり、ゲノムを再プログラム化することができるようになりました。この機構は細胞を若返らせながら生命をつなぐものと考えられています。また、自然

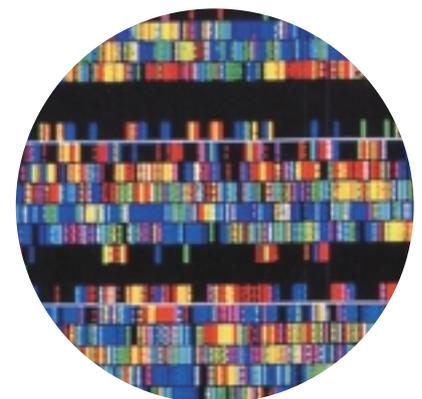
界で無性生殖をするプラナリアやホヤなどはみなクローンとして増殖していますが、両性生殖をする動物にもクローンで増えるものがあることがわかってきました。二枚貝のマシジミは、雌雄同体で卵子と精子の両方をつくって自家受精しますが、受精後まもなく卵由来のゲノムが捨てられて精子のゲノ

ムだけで個体発生が進行します。また、日本の河川にいるフナやドジョウにはメスのゲノムだけで増える種がみつかっています。なぜ、このような現象が自然界に存在するのか、クローン技術の安全性や成果を問うためにも重要な研究課題と言えるでしょう。



雄性発生するマシジミの卵

マシジミの発生は、精子のゲノムだけで進行する。1) 受精直後の卵。卵の核は第一減数分裂の中期(2つにわかれ始めたところ)。鎌形に見えるのが精子の核。精子の核は減数分裂を省略し、染色体数は体細胞と同じ。2) 第一分裂後期(卵の染色体が2つにわかれたところ)。3) 卵の核は2つとも第一極体として放出される(通常の両性生殖する動物では、卵内に核が残り、精子由来の核と合体する)。卵内に見られるのは精子核が変化した雄性前核。4) 雄性前核は次第に大きくなり、前核内に糸状の染色体がみられるようになる。5) 雄性前核由来の染色体は赤道板上にならぶ(第一卵割中期)。6) 第一卵割後期(染色体が左右に分離)7) 二細胞期(二枚貝の第一卵割は不等分裂。左右の細胞の大きさが異なる)。放出された卵の核は2個の極体として卵の動物極(上側)に付着しており、発生には関与しない。以後精子由来の遺伝情報のみで発生が進行する。(写真: 三重大学生物資源学部)



ヒトのDNAパターン

生物の形と起源

「百花繚乱」の例えに使われるように、植物はその種類ごとに異なるさまざまな花を咲かせます。ところで、たとえどんな花であろうと、その構成は必ず外側から「がく」「花弁」「雄しべ」「雌しべ」の順になってますよね？その謎に迫ってみましょう。

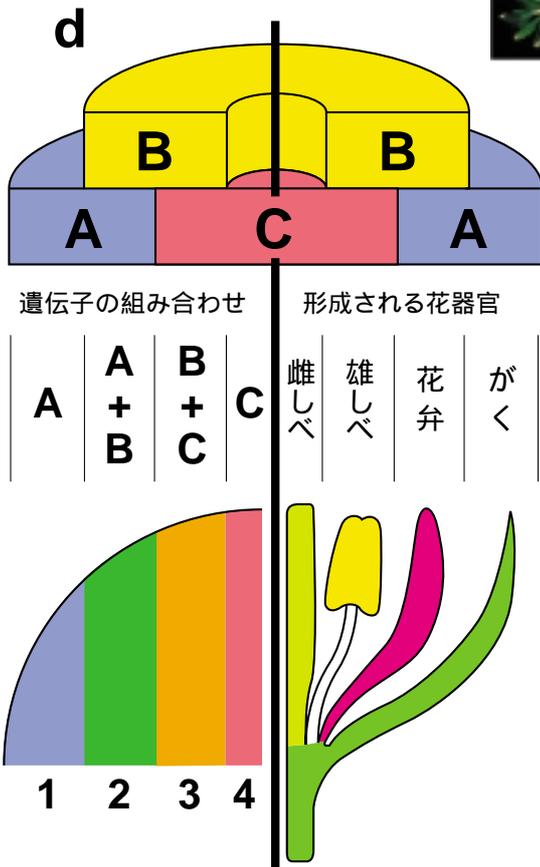
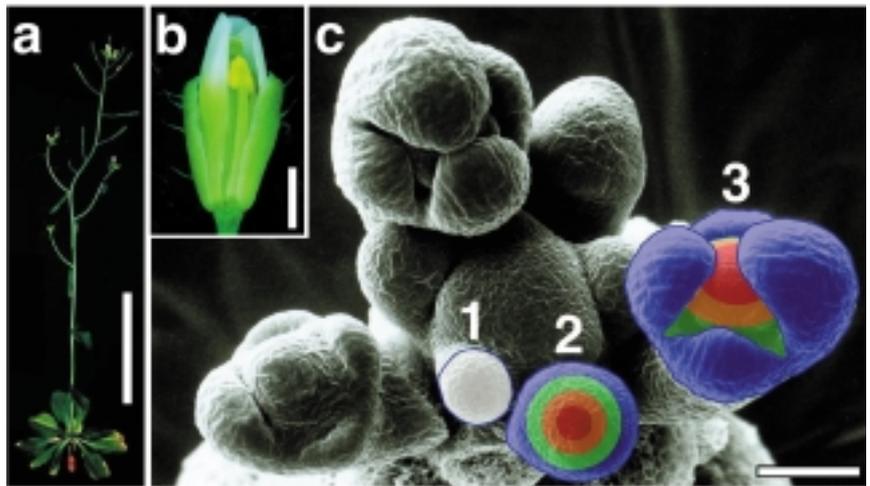
花はどのようにしてつくられるか

八重咲きの花は2000年以上も昔から人々の注意をひいてきました。八重咲きの花は雄しべが花弁（花びら）に転換してしまうことにより生じますが、このように相同な器官の間で転換が起こることをホメオシスと呼び、ホメオシスを引き起こすような突然変異をホメオティック変異と呼びます。花がどのようにつくられるかというしくみは、八重咲きを含む様々なホメオティック変異を研究することによって明らかになってきました。

例えば、花を構成する4種類の器官（がく、花弁、雄しべ、雌しべ）の並び方は、外側から内側に向かって、がく、花弁、雄しべ、雌しべの順になっていて、これは植物の種類によらず不変です。ホメオティック変異の研究から、この並び方は、A, B, Cという3つ

のグループの遺伝子のはたらきの組み合わせによって決められていることが明らかになりました（ABCモデル）。Aグループの遺伝子とCグループの遺伝子は互いのはたらきを抑え合い、Cグループの遺伝子の機能が失われるとAグループの遺伝子が内側の2つの区画でもはたらくようになります。八重咲きの花はそのようにして生じます。

A, B, Cグループの遺伝子（MADSボックス遺伝子）の発見を期に花の起源についての研究方法は大きく変わりました。個体の発生過程で花がどのようにつくられるかについての理解が、系統発生の過程で花がどのようにして進化してきたかを理解する重要な鍵を提供しているというわけです。



花はどのようにしてつくられるか（器官の並び方がどのように決まるか）

a) 花がつくられる機構がもっともよく研究されている植物シロイヌナズナ（アブラナ科）。根を除く植物の全体像を示す（スケールは5cm）。

b) シロイヌナズナの開花直前のつぼみ（スケールは0.5mm）。がくと花弁を1枚ずつ取り除いてつぼみの内部にある雄しべと雌しべが見えるようにしている。

c) 花芽が盛んにつくられているシロイヌナズナの茎の先端部の走査型電子顕微鏡写真（スケールは50μm）。発生段階が異なる3つの花芽（若い順に1から3）の上に彩色を施している。1は形成されたばかりの花芽で、まだ区画分けがされていない（白で示す）。2は区画分けがされた花芽で、(d)のABCモデルの説明図の左下と同じ色で彩色している。3はさらに発生が進んだ花芽で、青色で示す一番外側の区画には4枚のがくが形成されている。

d) 花の器官の並び方を説明するABCモデル。このモデルでは、形成され始めたばかりの花芽に同心のリング状に4つの区画（1～4）を想定する。Aグループの遺伝子（青色で表す）は区画1と2で、Bグループの遺伝子（黄色で表す）は区画2と3で、Cグループの遺伝子（赤色で表す）は区画3と4でそれぞれはたらくと考える（上）。はたらく遺伝子の組み合わせは4つの区画で異なり、区画1ではAグループのみ（青色で表す）、区画2ではAとBグループ（緑色で表す）、区画3ではBとCグループ（橙色で表す）、区画4ではCグループのみ（赤色で表す）がそれぞれはたらく（下右）。これらの遺伝子の組み合わせにより、区画1にはがく、区画2には花弁、区画3には雄しべ、区画4には雌しべがそれぞれ形成される（下右）。

生物