

研究を支える生きものたち

基礎生物学研究所





共に歩んできた生きものたちに感謝をこめて

基礎生物学研究所

生きもの



自然、そこには生きものが生活している



四季の変化に応じた生きものたちの姿がある

夏のハヶ岳山麓から奥秩父を望む



春 *Spring*

虫たちが活動を始める
早春のモモ果樹園
(山梨県勝沼にて)

A photograph of a grassy hillside under a clear blue sky. The hillside is covered in green grass and various wildflowers. In the foreground, there are several purple bell-shaped flowers (Campanula) and a single yellow flower (Lupinus). The background shows more greenery and a few more yellow flowers. The overall scene is a vibrant summer landscape.

Summer 夏

マツムシソウ、ツリガネニンジン、
ニッコウキスゲの咲く夏のお花畑
(長野県車山にて)

秋

秋 *Autumn*

生きものはもう冬ごもりまちかの
晩秋のアシ原
(栃木県奥日光湯ノ湖にて)

A photograph of a winter forest. The ground is covered in a thick layer of snow, with long, dark shadows cast by the trees. The trees are mostly bare, with some showing white bark. The sky is a clear, deep blue. In the background, some distant mountains are visible.

winter 冬

シカやウサギが歩き回る
冬のシラカバ林
(長野県八ヶ岳山麓にて)

地球上は、どこも生きものだらけだ

アヤメ



ハナアブを捕らえたムシヒキアブ



アザミで吸蜜するクモガタヒョウモン



ヒマワリの種子を食べるリス



マガモ



ルリボシヤンマの近縁種

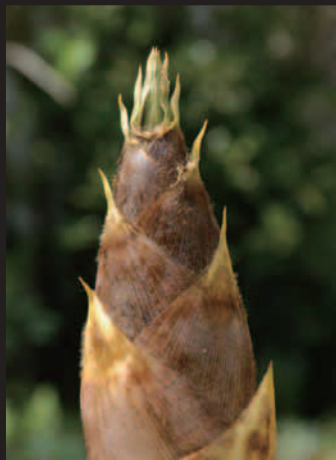
コオニユリ



カラカサダケ



マンネスギ



モウソウチクの竹の子



クスの巨木



研究

生きものの星、地球

地球のあらゆる環境に適応した生きものたち

かれらはどのような生活をしているのだろう

基礎生物学研究所では生物の営みを研究しています

オス・メス分化の研究には

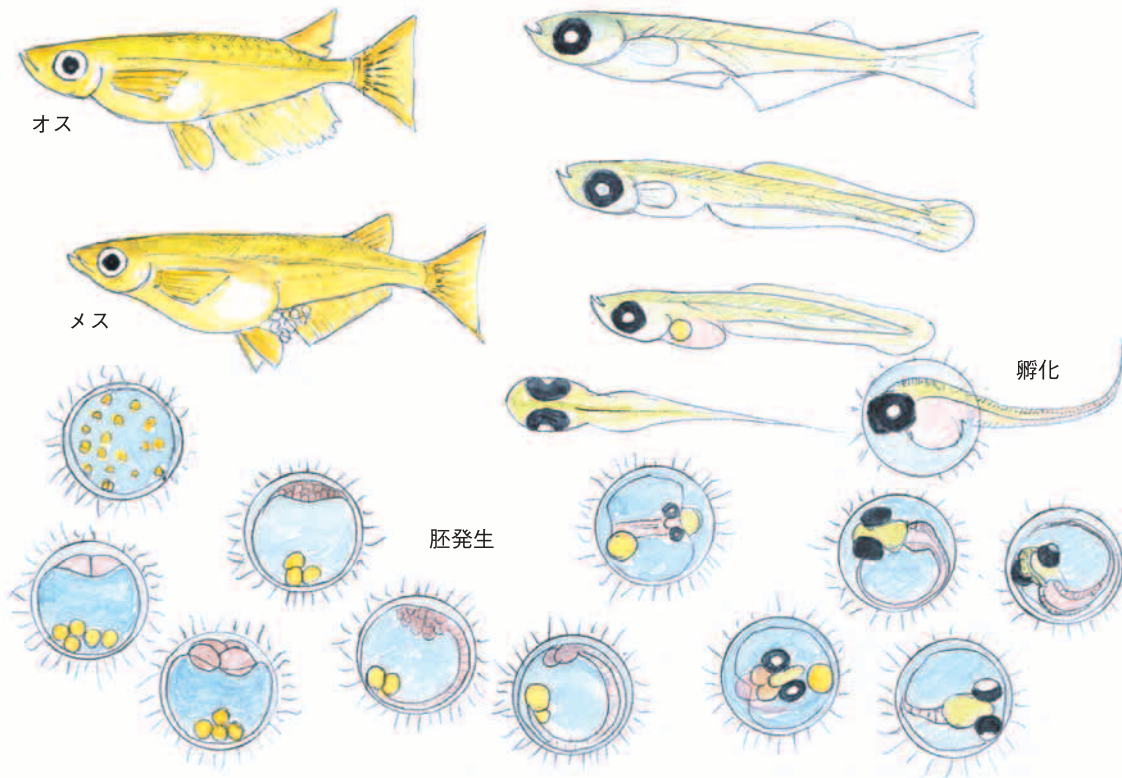
メダカ

Oryzias latipes

田んぼや小川で泳ぎまわるようすは、
「メダカの学校」の歌でおなじみですね。
メダカを飼った人もいるでしょう。
誰にも身近な魚ですが、研究にも役立っています。



メダカのオス・メスと発生段階



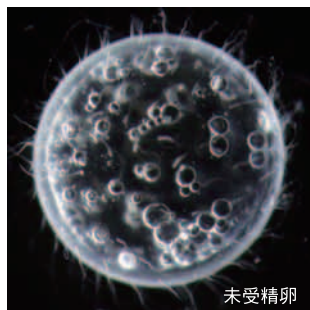
体長2-3cmのメダカは日本で一番小さな魚です。東アジアに広く分布していますが北海道にはいません。尻びれと背びれにはオスとメスで違いがあるので、オス・メスが簡単に見分けられます。寿命は2-3年です。

日本オリジナルの研究材料

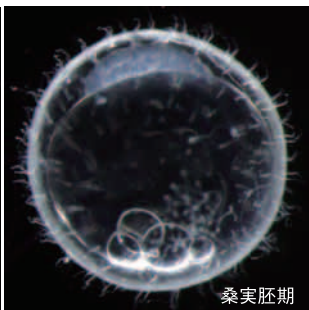
メダカは英語でも medaka。日本の田んぼの魚が世界の研究室はもちろん、宇宙実験でも使われています。その理由は1年中卵を産ませることができることと、胚が透明なので、一つの卵細胞から多細胞の組織や器官ができてくる発生の過程が顕微鏡の下で簡単に観察できるからです。

1) 透けて見える胚発生

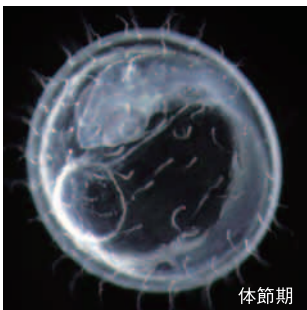
卵という小宇宙の中で、親からもらった栄養を使いながらメダカの子供は育ちます。黒い目玉、長い背骨、心臓の動き、血管の中を流れる血液も見えます。卵の中で成長してきた子供は十分な大きさになると尾から卵の外に飛び出します。



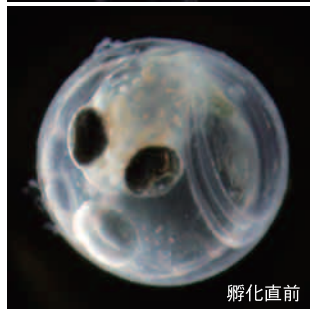
未受精卵



桑実胚期



体節期



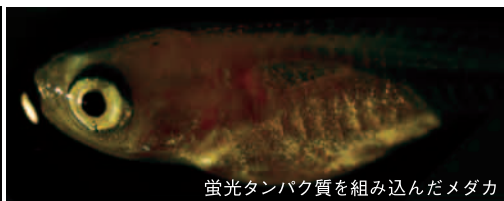
孵化直前



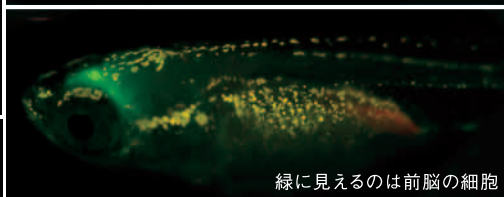
孵化

2) 蛍光タンパク質の利用

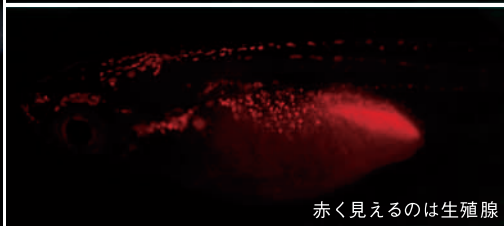
緑や赤の蛍光を発するタンパク質の遺伝子を使うと、発生の過程で作られてくるさまざまな組織を色わけして光らせることができます。この技術によって、生きたメダカの中でそれぞれの組織のできてくる過程を追跡することができます。



蛍光タンパク質を組み込んだメダカ



緑に見えるのは前脳の細胞



赤く見えるのは生殖腺

オス・メスを決める遺伝子

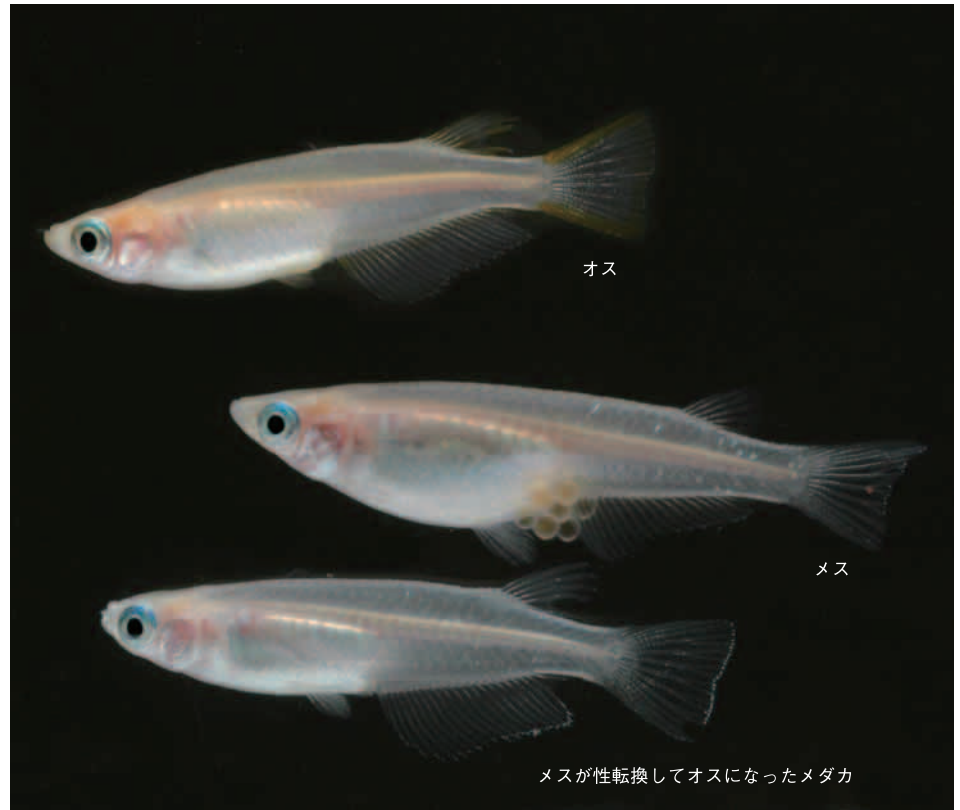
オスは大人になると、二次性徴によって背びれと尻びれが大きくなるのでメスとの区別が容易です。では、オスとメスはどのようにしてできるのでしょうか？

1) 研究に使われる系統

オス・メスを決めるしくみの研究には、子供のときからオス・メスの区別ができるように、オスの体色はオレンジ色、メスは白のメダカの系統が古くから使われてきました。

2) 遺伝子で決まるオスとメス

メスのメダカに *DMY* という遺伝子を入れて働かせると、このメスは性転換が起こり、オスになってしまいます。このオスは遺伝的にはメスですが、オスになる遺伝子が働いたために背びれと尻びれが大きくなり、精子を作ってオスとしての役割ができるようになります。脊椎動物の性決定遺伝子としては *DMY* 遺伝子のほかに、ほ乳類の *SRY* 遺伝子がわかっています。



動く遺伝子の解析には

アサガオ

Ipomoea nil

アサガオを育てたことがありますか。

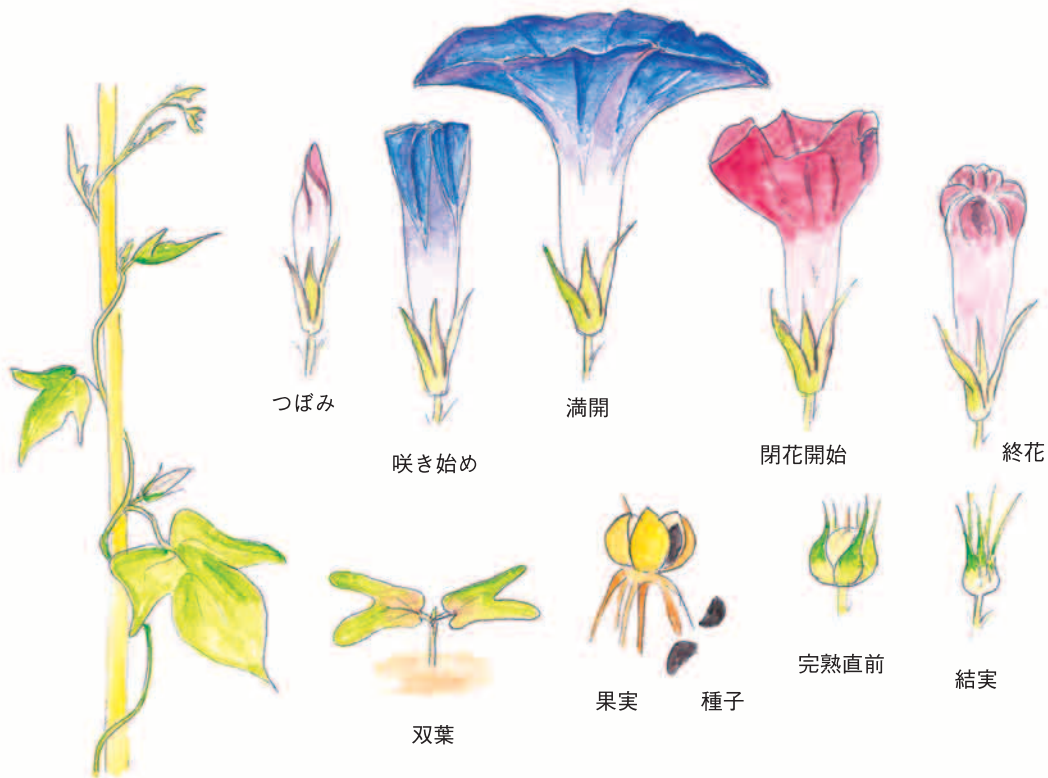
朝、大きく開いたアサガオの清々しさは、

夏の暑さを一瞬忘れさせてくれますね。

アサガオは日本の文化であり、夏の風物詩です。



アサガオの開花と結実



アサガオは奈良時代に中国から渡来しましたが、原産地は中南米です。同じ中南米原産のトマトやジャガイモはコロンブス以後、ヨーロッパを経て渡来したのに、なぜアサガオだけがコロンブス以前に渡来できたのかはわかりません。



花色が変化した種々のアサガオ 左上が原型

アサガオの花の色とかたち

もともとは薬草として使われていたアサガオも、江戸時代になるとさまざまな色やかたちのアサガオ作りが庶民の間で流行しました。中にはアサガオとは思えないようなかたちをした「変化アサガオ」も作られました。これらのアサガオの一部は今日まで伝えられています。アサガオの花では、なぜかたちや模様の変化が頻繁に起こるのでしょうか。

1) 突然変異

親や兄弟と顔つきや性質が似ていると安心ですね。同じ遺伝子をもつ家族の一人であることがわかるからです。ではたくさんある遺伝子は間違いなく親から子供に伝わるのでしょうか。いろいろな原因で遺伝子に変化が起これば、親の性質が子供に伝わらなくなります。花の色や形が変化したアサガオは、どこかの遺伝子が壊れて突然変異が起こっているはずです。

2) 動く遺伝子

遺伝子とは、4種類の文字が遺伝子ごとに決まった順序で並んだ文章のようなものです。文章の一部がなくなったり、よけいな文字が入ったりすると、文章の意味が変わってしまい、遺伝子が伝える性質も変わってしまいます。アサガオには遺伝子のあちこちを勝手に跳び回るトランスポゾンと呼ばれる遺伝子の断片があります。変化に富んだかたちや模様をしたアサガオは、いろいろな遺伝子にトランスポゾンが入ってできたものです。



花色が変化したアサガオの系統維持



変化アサガオのひとつ

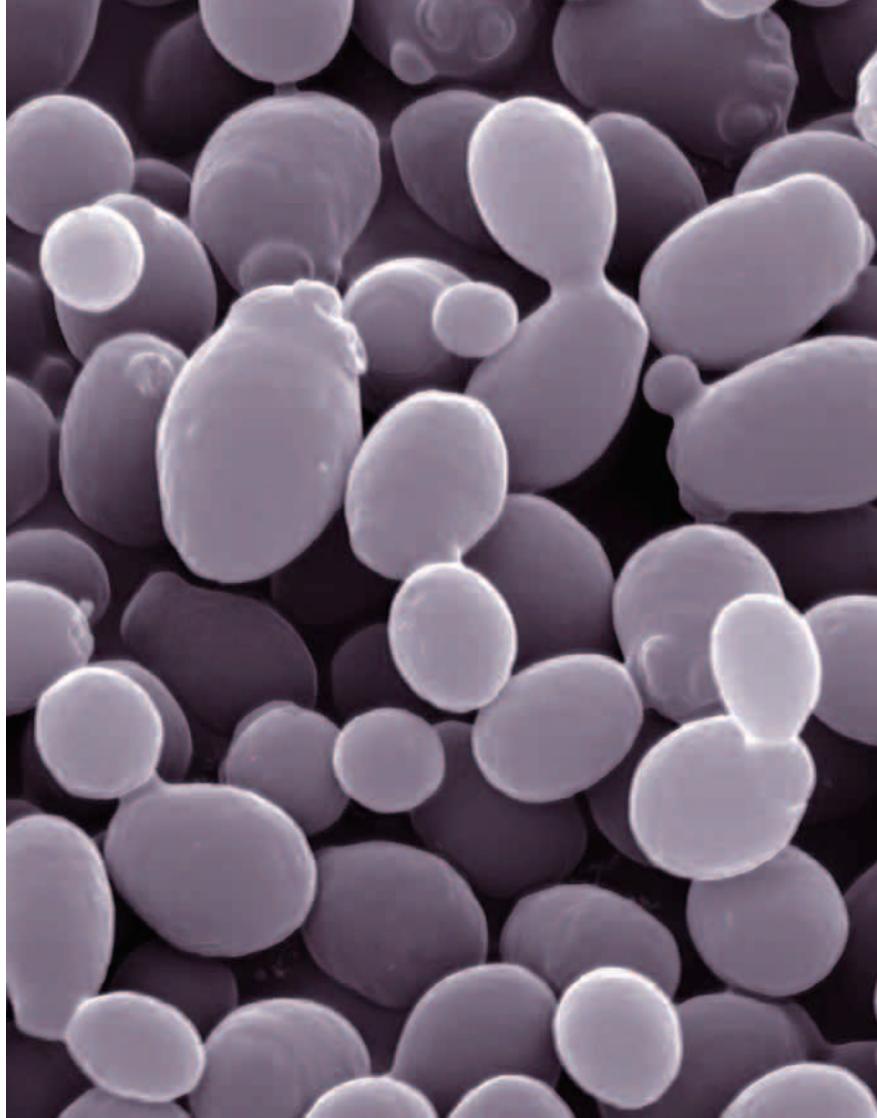
基礎生物学の研究には

酵母

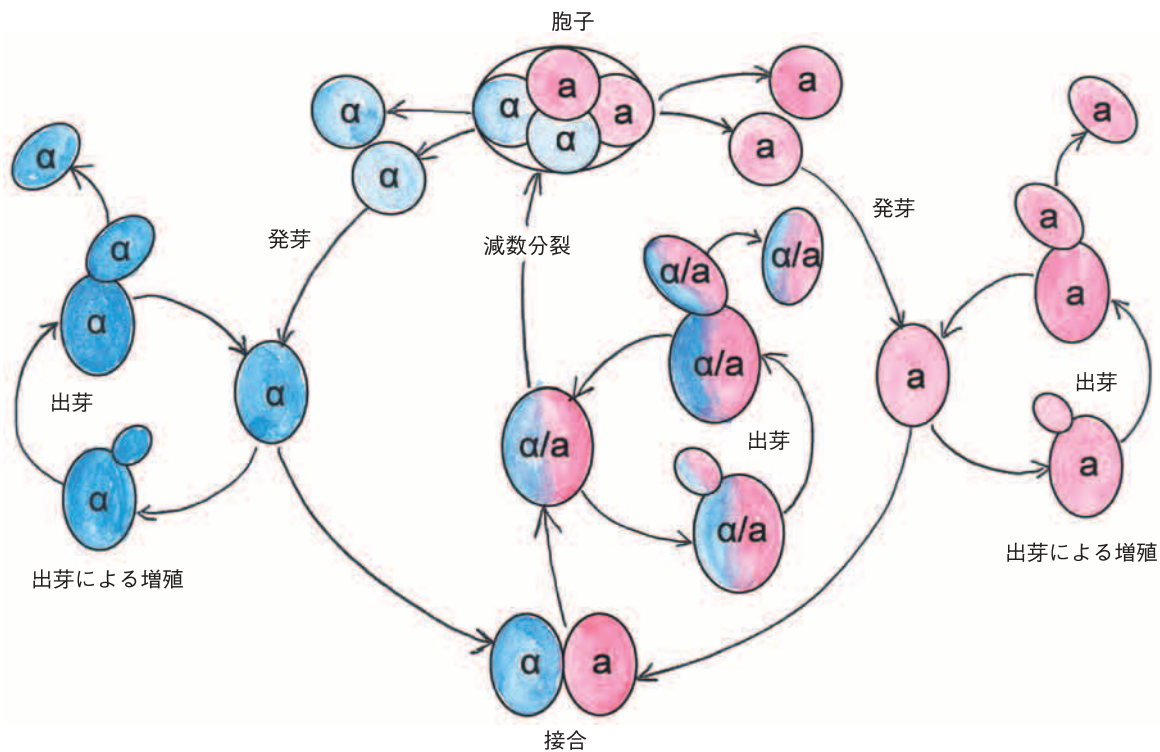
Saccharomyces cerevisiae

英語で「イースト」と呼ばれている酵母は、パンを作るのにも、ビールやワインを作るのにも古くから使われてきた、私たちの生活に欠かせない生きものです。

写真は酵母の走査型電子顕微鏡像です。細胞の端から小さな芽ができ、それがふくらんで新しい細胞ができます。成熟した酵母細胞は1000分の6-8mmです。



酵母の生活史



酵母は単細胞ですが、オスとメスのような性があります。ここでは a と α で表します。酵母は a と α がフェロモンをだしてお互いを認識し、接合して遺伝子が二組の細胞になったり、その細胞が減数分裂によってまた遺伝子が一組の細胞にもどったりします。どちらの細胞も出芽とよばれる細胞増殖によって増えることができます。

パンやお酒作りから基礎生物学のモデルまで

酵母は直径が $8\mu\text{m}$ ほどの卵型をした単細胞の微生物で、私たちの生活には欠かせない生きものです。

なかでも *Saccharomyces cerevisiae* は、基礎生物学の研究にも役立っています。

1) アルコール発酵に

酵母は糖を分解して生活や増殖に必要なエネルギーを得ていますが、そのときアルコールと炭酸ガスができてきます。私たちはパンを膨らませたり、お酒やビールの醸造にその性質を使っているのです。

2) 実験材料としての特徴

酵母は小さな単細胞生物ですが、核やその他の細胞小器官(オルガネラ)があり、多くの点で高等な動植物の細胞と共通な性質を備えています。増殖が速く、培養が簡単うえ、遺伝子を壊したり、入れ替えたりする技術も確立しているので、生命現象を研究するのに便利な生きものです。



酵母の凍結断面

自分自身を食べるとは？

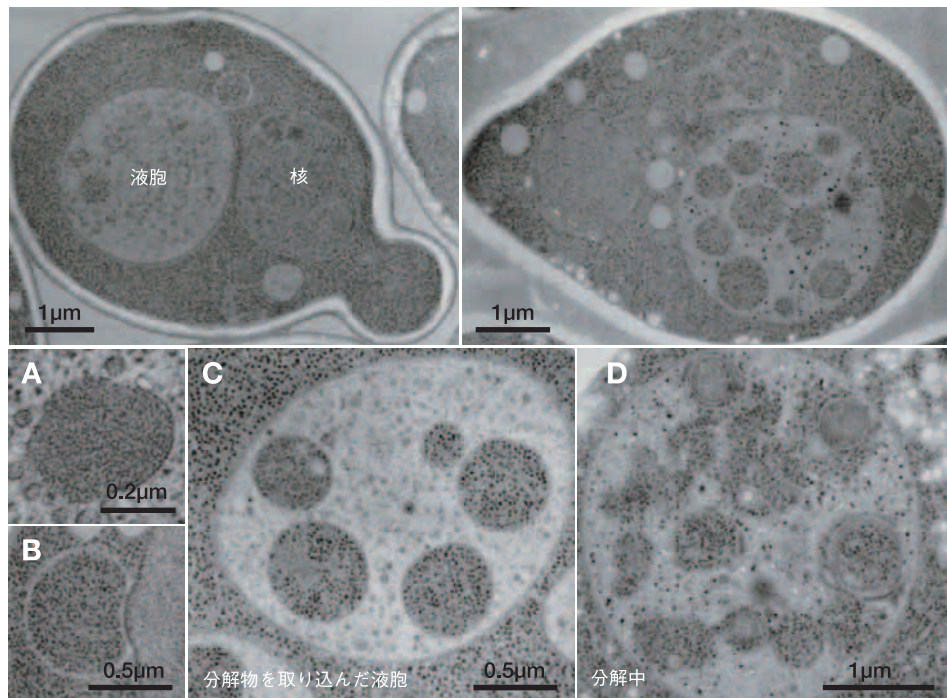
タコはお腹がすくと自分の足を食べる、という冗談話を聞いたことがあるでしょう。それが本当か嘘かは知りませんが、生きものは栄養不足になると、余裕のある部分を取り壊して必要なところに使うという芸当をしています。オートファジーとよばれる現象です。自分自身を食べるという意味です。あ、タコと同じだ！

1) 栄養不足に対する工夫

体を作っている細胞が生き続けるには、最低限の構造とそれを維持する栄養が必要です。食事を取らなければ人はやせてしまいますが、そのときには自分の一部を分解して得たものを使って命を保っているのです。この分解作用は生きものが生きて行くためにとても重要な現象です。

2) 酵母を使った最先端の研究

オートファジーは動物でも植物でも共通にもっているしくみですが、最先端の研究は酵母で行われています。酵母ではさまざまな栄養の欠乏によってオートファジーが起こります。そのときに必要な遺伝子やしくみがわかってきました。オートファジーの異常がいろいろな病気の原因にもなっています。



オートファジーの進行過程（A からD へ進む）



あぜ道、わずかな空間にも生きものがある



溪流、川には川の生きものがいる

シノリガモのオスとメス

発生の神秘の研究には

アフリカツメガエル

Xenopus laevis

数十兆個の細胞からなる人の体も

元は一つの細胞から。

細胞分裂をくり返して複雑な体が

できてくる発生現象は本当に不思議ですね。



アフリカツメガエルの発生



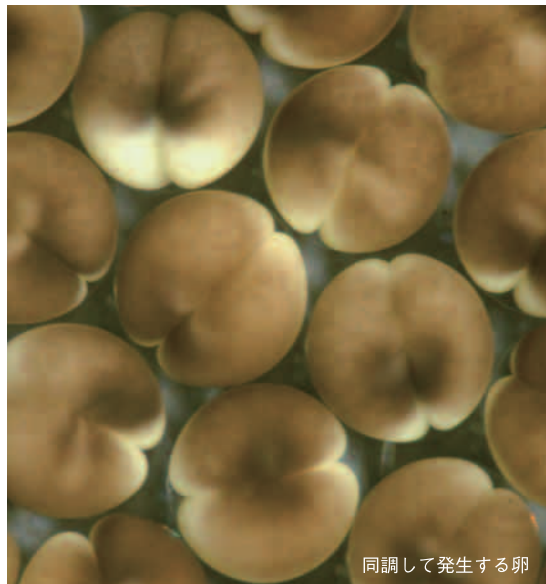
一生を水の中で暮らしている南アフリカ産のカエルです。後ろ足の3つの指にツメがあるのでツメガエルと呼ばれています。卵は直径1-2mmとほかの両生類に比べると小さいですが、ホルモン注射をすると1年中卵を産むので、実験材料として適しています。

背中とお腹をつくるしくみ

カエルやイモリなどの両生類の卵は、100 年も前から体のかたち作りの研究に使われてきました。ほかの生きものの卵に比べて大きく観察しやすいからです。卵の表面に色で目印をつけたり、胚の一部を切り取って育てることもできます。アフリカツメガエルなら一度に数百の卵が得られるのも魅力です。

1) 遺伝子が働く場所は？

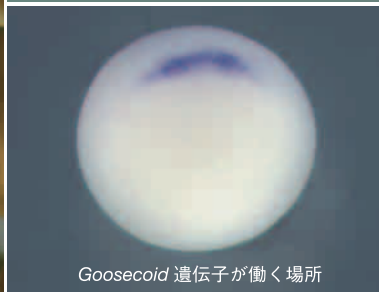
体を作るにはたくさんの遺伝子の協力が必要です。ではそれぞれの遺伝子はいつどこで働いているのでしょうか？ ある遺伝子が働くとその場所だけに色がつく技術を使うと、その遺伝子が働いている場所がわかります。遺伝子はそれぞれ、胚の発達に伴って働く場所と時期が決まっています。



同調して発生する卵



Vent-1 遺伝子が働く場所



Goosecoid 遺伝子が働く場所

2) お腹を作る遺伝子 BMP

胚の腹側ではお腹を作る遺伝子 BMP が働きます。背中側では BMP の働きを抑える遺伝子が働きます。BMP が背中側でも働いてしまうと、体全体がお腹になってしまいます。反対に腹側の BMP の働きを抑えようと、腹側にも背中ができてしまいます。



正常な胚



腹ばかりの胚



背中がもう一つできた胚

体のかたちを作りだす細胞の運動

卵は丸いかたちをしています。オタマジャクシは細長いかたちをしています。細長いかたちを作るしくみはどうなっているのでしょうか？

1) 細胞のすべり込み

卵は分裂をくり返してたくさんの細胞が中空のボール状に並んだ構造(胞胚)になります。その次には、胚の外側にあった細胞の一部が胚の内側に潜り込んで、二重の細胞の層でできた袋(原腸胚)を作りますが、このときまでは胚は丸いまです。その後、内側に潜り込んだ細胞どうしが手の指を組むようにして互いの間に滑り込む運動を起こし、この力によって、胚は前後に伸びるのです。

2) 細胞骨格の役割

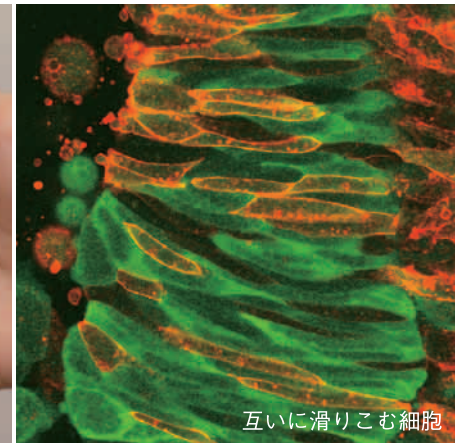
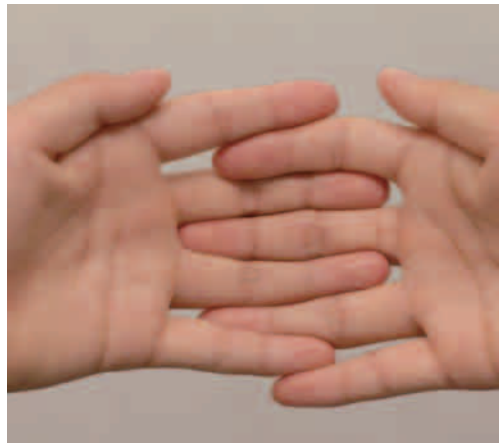
細胞がこのような運動するときには、細胞の中の細胞骨格とよばれる繊維が、できたり、壊れたりしながらその場所やかたちを大きく変えます。アフリカツメガエルの組織を使って、体作りに働く細胞骨格の役割の研究が行われています。



丸い卵と細長い胚



潜り込みが生じる原腸胚期



互いに滑りこむ細胞

植物の研究には

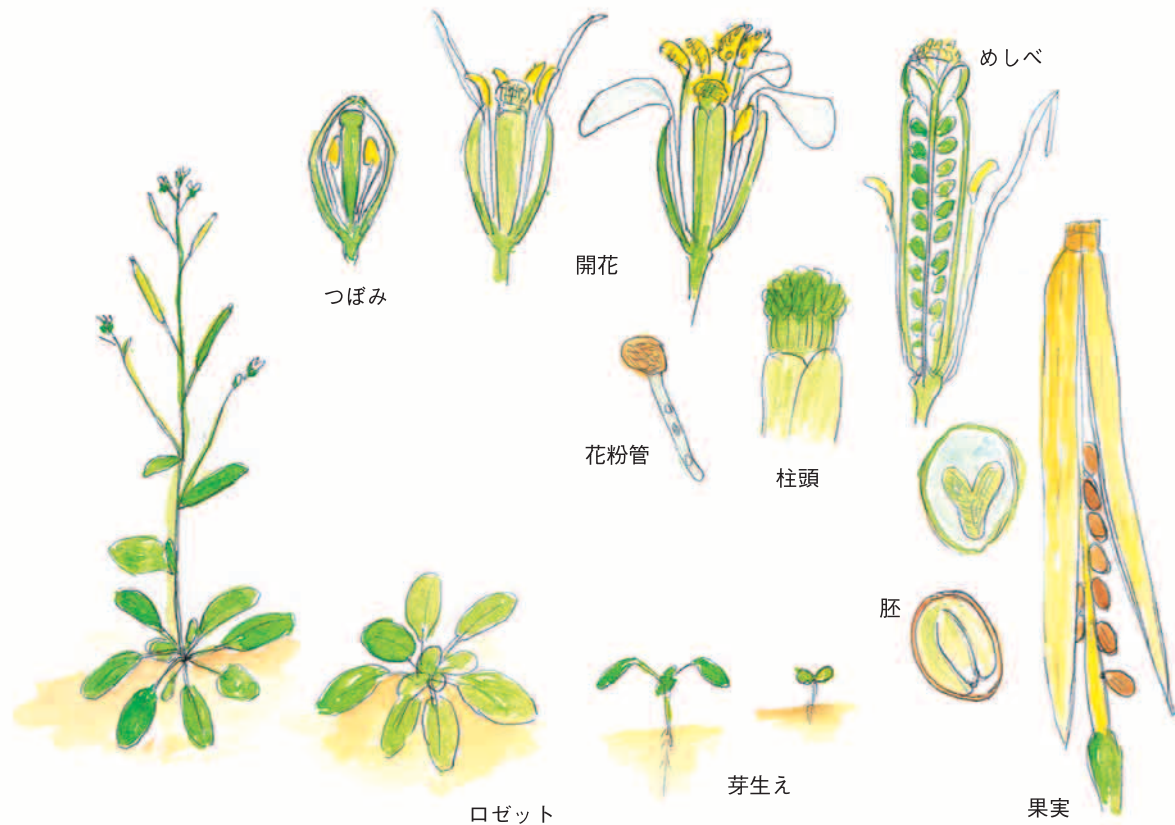
シロイヌナズナ

Arabidopsis thaliana

動物も植物もバクテリアも、
生きもののかたちはすべて4種類の物質の並びによって
書かれた遺伝情報で決められています。
シロイヌナズナでは遺伝情報が完全に解明されました。
道ばたに生える小さな植物も、
世界中で使われているモデル植物です。



シロイヌナズナの生活史



シロイヌナズナはナノハナやキャベツと同じアブラナ科の植物です。野生植物ですが、小さくて花が咲くまでの期間が短いので研究材料に適しています。背丈は 10-30 cm ほどの高さになります。花は上から見ると 2mm ほどの白い花です。

遺伝子は親から子に

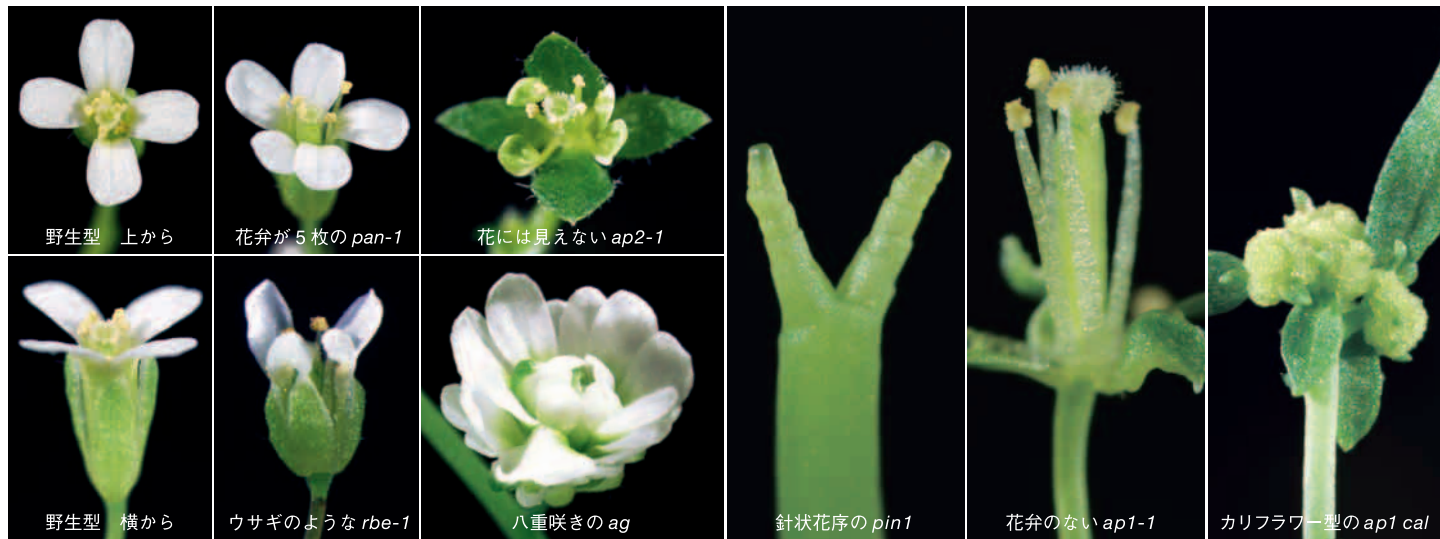
カエルの子はカエルですし、人間の親からは人間が生まれます。そればかりか、子供はふつつくつきや顔が親に似ています。これは遺伝子の働きによるものです。遺伝子は4文字で書かれた文章のようなものですが、遺伝子がどのようにしてかたち作りをしているか、まだよくわかっていません。遺伝子がすべて解読されているシロイヌナズナは、遺伝子の働きのしくみを調べるために最も良い植物です。

1) 正しく受け継がれる遺伝子

かたち作りの主役はタンパク質です。その働きは20種類のアミノ酸をどういう順番でいくつつなぐかで決まります。遺伝子はアミノ酸のつなぎ方を示した設計図です。アミノ酸が一つでも間違えば、生きものにとってそれは大変。まともな体ができないかもしれません。そのため遺伝子は正確に子に伝わらなくてはなりません。

2) もし間違ってしまったら？

遺伝子が次の世代に伝わるときに、たまたまどこかに間違いが入ってしまうことがあります。これが突然変異です。突然変異は、個々の遺伝子の役割を知るための重要な手がかりを与えてくれます。下の写真は一つの遺伝子がこわれただけで、シロイヌナズナの花がどんなに変わった形になってしまったかを示しています。(右端だけは二つの遺伝子の変異体)



遺伝子で決まる葉のかたち

葉は光合成をする工場ですから、効率よく光合成をするためには、葉のかたちはとても重要です。広い葉、細い葉。長い葉、短い葉。単純な葉、複雑な葉。どのかたちになるのにも理由があるのでしょう。

1) 葉の長さと幅を決める遺伝子

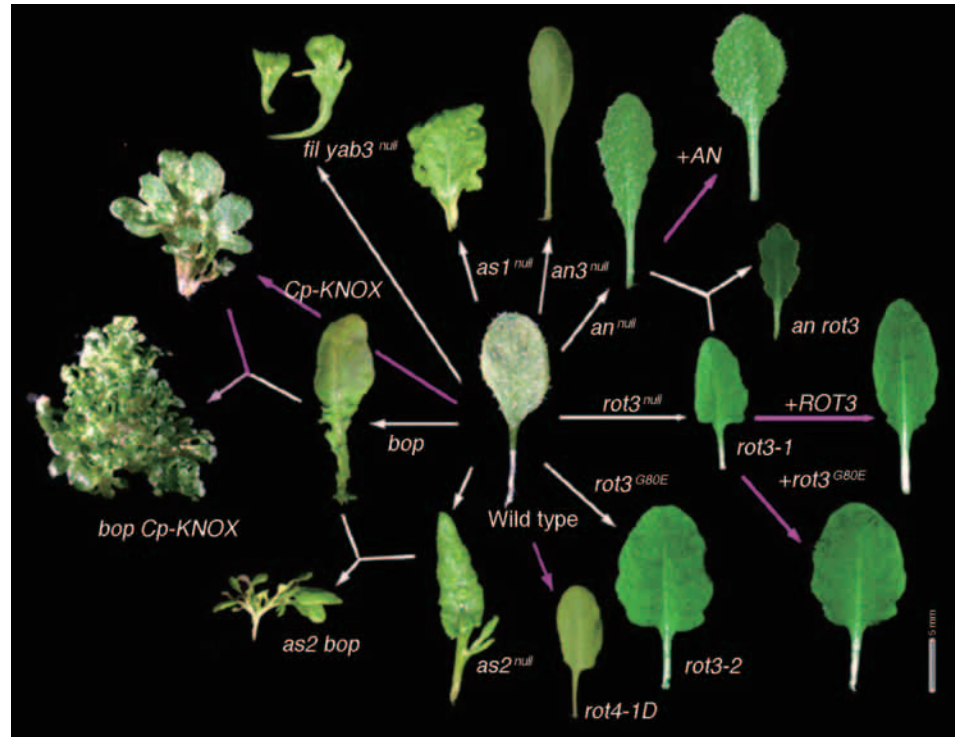
葉の長さとは幅は別々の遺伝子で決められています。そのため葉の幅だけが変った突然変異体や、長さだけが変った突然変異体が得られます。

2) 葉の大きさを決める遺伝子

葉を作っている細胞の数が減ると、細胞が大きくなって葉の大きさを保とうとします。葉の大きさを決めている遺伝子もあるのでしょう。

3) 葉のかたちを決める遺伝子

複雑な葉のかたち作りに働く遺伝子も見つかっています。



細胞内ではオルガネラが機能を分担

光に当たると緑になる葉、秋になると赤くなる葉、
いったい葉の細胞では何が起きているのでしょうか。
細胞の中には特別な役割を担った小さな
粒（オルガネラ）があって、細胞の働きを分担
しています。葉緑体やミトコンドリア、ペルオキ
シソーム、液胞などは代表的なオルガネラです。

1) オルガネラ機能の変化

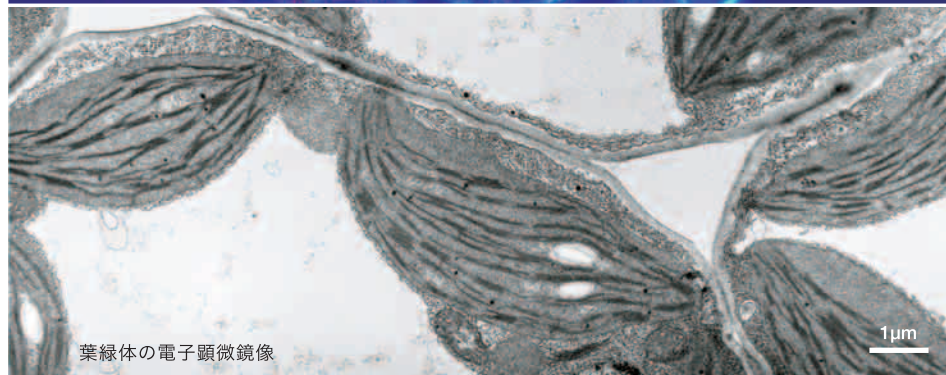
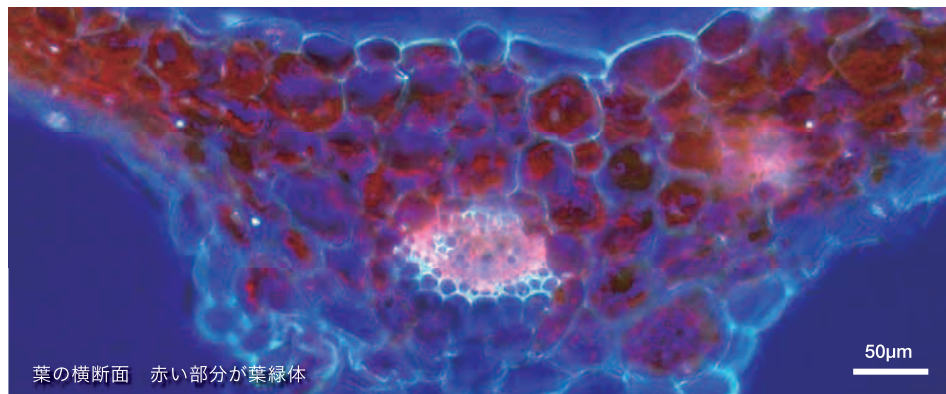
一つのオルガネラでも細胞ができてからの時
間や光によって、その働きが変化します。光に
よって葉が緑になるとき、グリオキシソームが緑
葉ペルオキシソームになるのがその一例です。

2) 機能変化に働く遺伝子たち

ペルオキシソームや液胞の機能を失った突然
変異体の研究から、機能変化に必要な遺伝子
がたくさん見つかっています。

3) まだ見つかる新オルガネラ

研究を進めると今まで知られていなかったオル
ガネラが発見されます。PAC 小胞やER ボ
ディーがその例です。



光合成の効率化には青い光

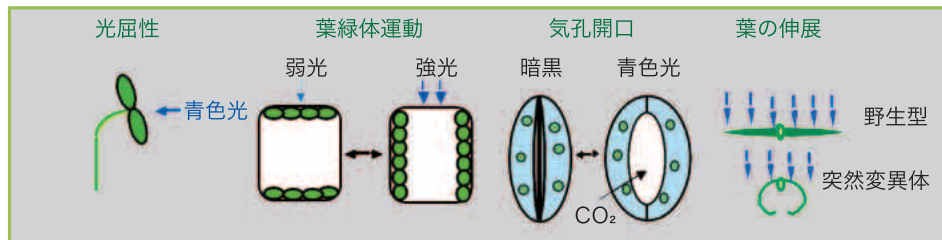
効率よく光合成をするために植物はどのような工夫をしているのでしょうか？ 葉を広げる、葉を光に向ける、葉緑体をよい場所に移動させる、光合成の材料の二酸化炭素の取り込みを増やす。どれも効果的で重要な反応です。

1) フォトリポピンの役割

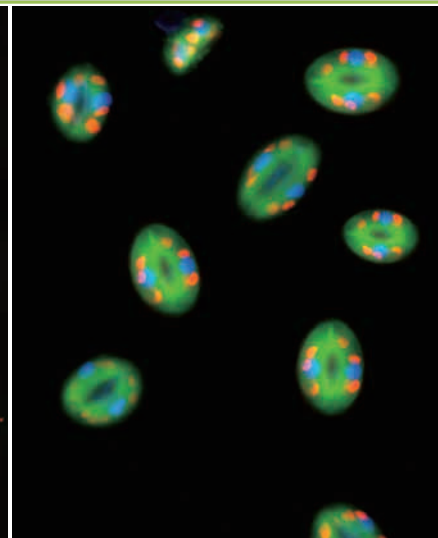
これらの現象は青い光によって制御されています。おもしろいことに、どれにもフォトリポピンというひとつの色素タンパク質が働いています。光屈性、葉の伸展、葉緑体運動、気孔の開口がその主な現象です。

2) 細胞によって違う作用

一種類のタンパク質がどうやってたくさんの現象を引き起こすことができるのでしょうか。これらの現象がお互いに違う種類の細胞で起こるからです。



青色光による光屈性



気孔 緑は孔辺細胞、青は核、橙は葉緑体

遺伝子機能の研究には

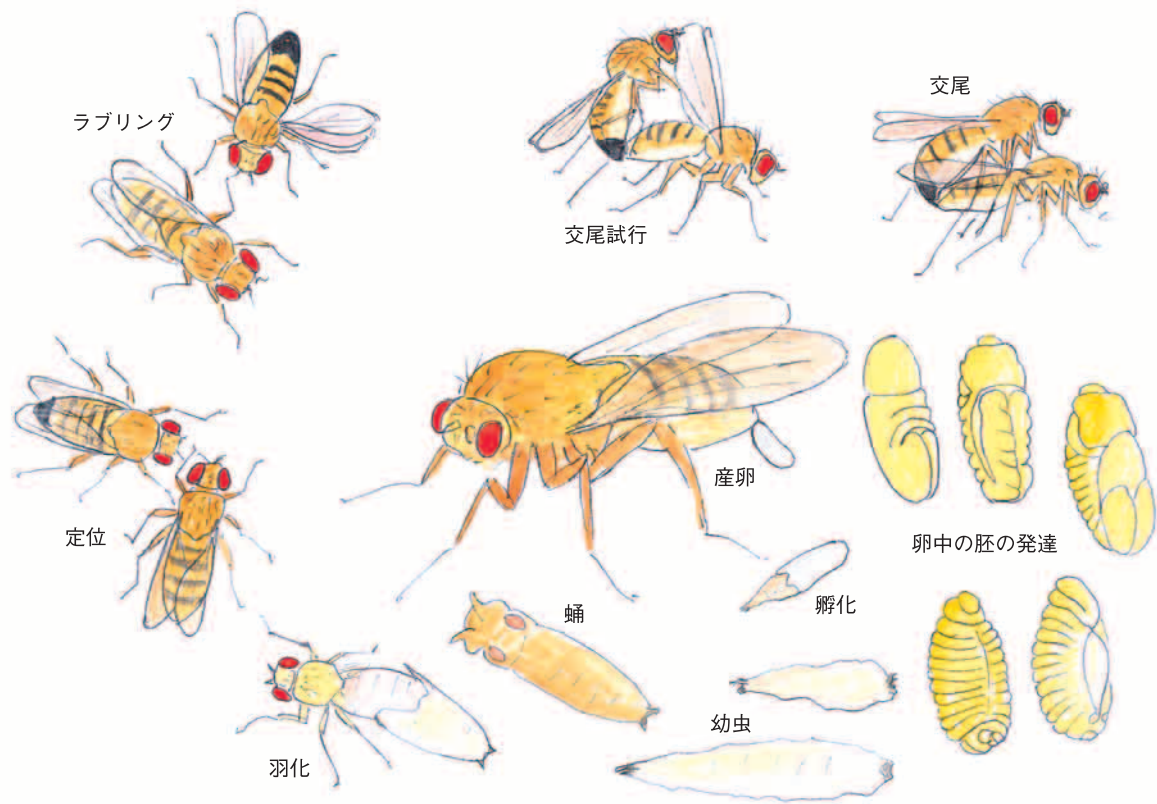
ショウジョウバエ

Drosophila melanogaster

世界に 3000 種類もいる小さなハエが
おもしろい。翅が 4 枚もあるもの、
体中に目があるもの、
口が足になってしまったもの、
飛べないもの、どれも研究には
欠かせない突然変異です。



ショウジョウバエの発生と配偶行動



ショウジョウバエはお酒に寄って来ることや目が赤いことから、赤ら顔で酒飲みの想像上の動物「しょうじょう」にちなんだ名前をもらいました。体長は3mmくらいで、熟した果物や樹液に集まってきます。起源はアフリカですが、今では世界中に分布しています。

遺伝子は親から子に

20世紀初頭にショウジョウバエを使って遺伝の研究を始めたアメリカのモーガン教授は白眼の突然変異体を見つけました。突然変異が染色体の異常と関係があることから、遺伝子が染色体の上にあることを発見しました。ショウジョウバエは体が小さく、親になるまでは10日間と短く、1匹のメスが1日に50個も卵を産むので、遺伝の研究には都合がよいのです。

1) ホメオティック遺伝子

ハエの翅は2枚しかありません。しかしショウやトンボのように4枚の翅を持つハエも作ることができるのです。触角が足になってしまうような、本来の器官が別な器官になるホメオティック変異もショウジョウバエで見つかり、その原因となるホメオティック遺伝子もわかりました。驚いたことにその重要な部分はヒトにも、植物にもあり、かたち作りには欠かせない遺伝子だったのです。

2) 人の病気のモデル

ショウジョウバエでは、さまざまな突然変異体が取れるうえに、動く遺伝子トランスポゾンを使って遺伝子を壊したり入れ変えたりすることもできます。全ての遺伝子の塩基配列も解読されて、人の遺伝子と同じ遺伝子をたくさん持っていることがわかりました。アルツハイマー病やパーキンソン病のハエも作られて、病気の原因や治療の研究に役立っています。



卵の場所によって違いができてくるしくみ

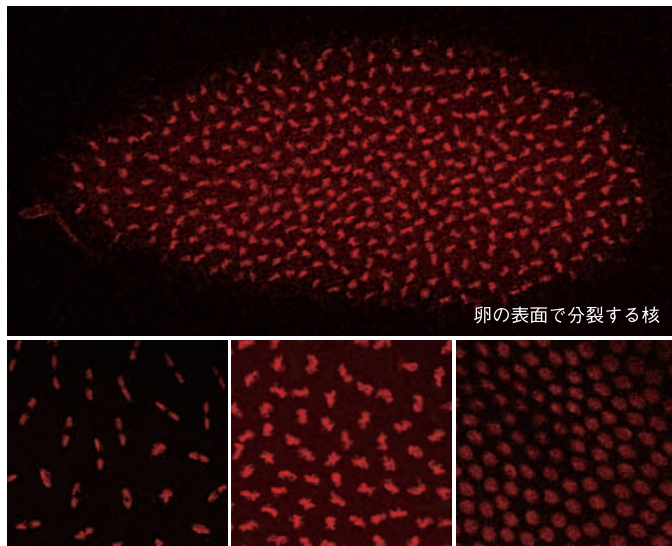
ショウジョウバエの発生では、大部分の核が卵の表面に整列して、みんなそろって分裂を繰り返していく時期があります。下の写真は卵の表面に並んだ核を染めたものです。それぞれの核に見かけ上の違いはありませんが、もうすでに遺伝子のはたらきが少しずつ異なっています。

1) 遺伝子の働きを制御するもの

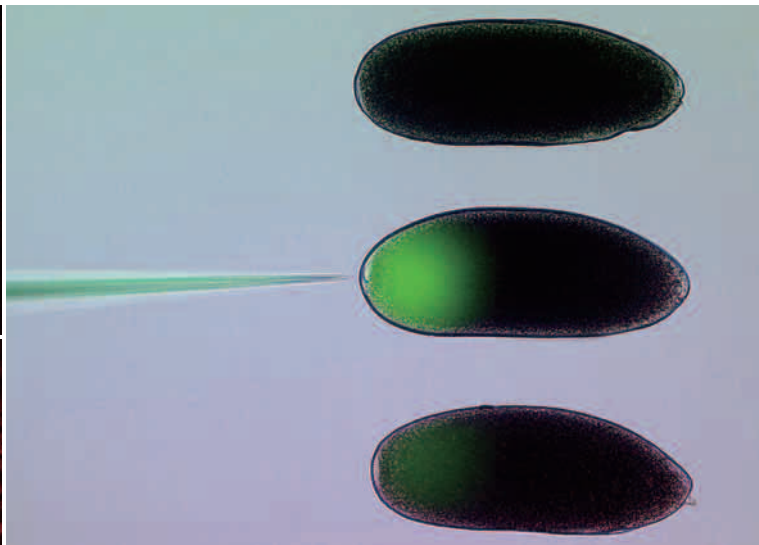
同じ表面でも場所によってできるものが違ってくるしくみの一つは、卵の場所ごとに違った物質が埋め込まれていて、それらが別々の遺伝子のスイッチをいれることです。長さ0.5mmという小さな卵ですが、細いガラス針を使えば卵のあちこちから物質を吸い取ったり、注射したりして、どんなことが起きるかを調べることができます。

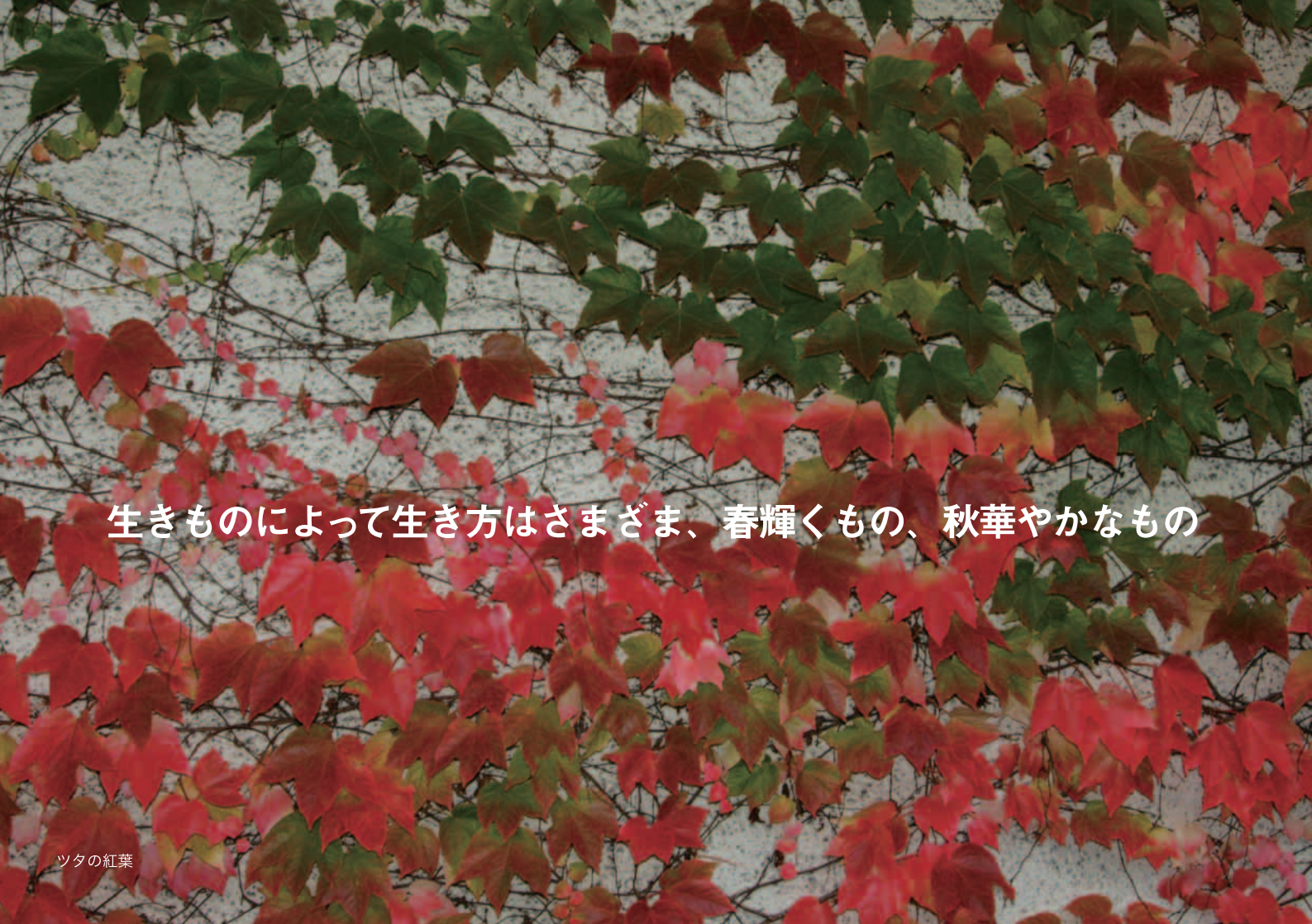
2) 物質の入れ替え

たとえば、下の図の卵の右はし(頭になるところ)と左はし(お尻になるところ)の物質を少しずつとって入れ替えると、左が頭で右がお尻という、逆向きの胚ができます。胚の向きを変えさせた物質の正体は何か。どんなしくみで胚の向きが決まるのか。遺伝子操作の技術を応用して、急速に研究が進んでいます。



卵の表面で分裂する核





生きものによって生き方はさまざま、春輝くもの、秋華やかなもの



役目を終えて土に帰るものと、次の季節を待つものと

食糧難を解決するには

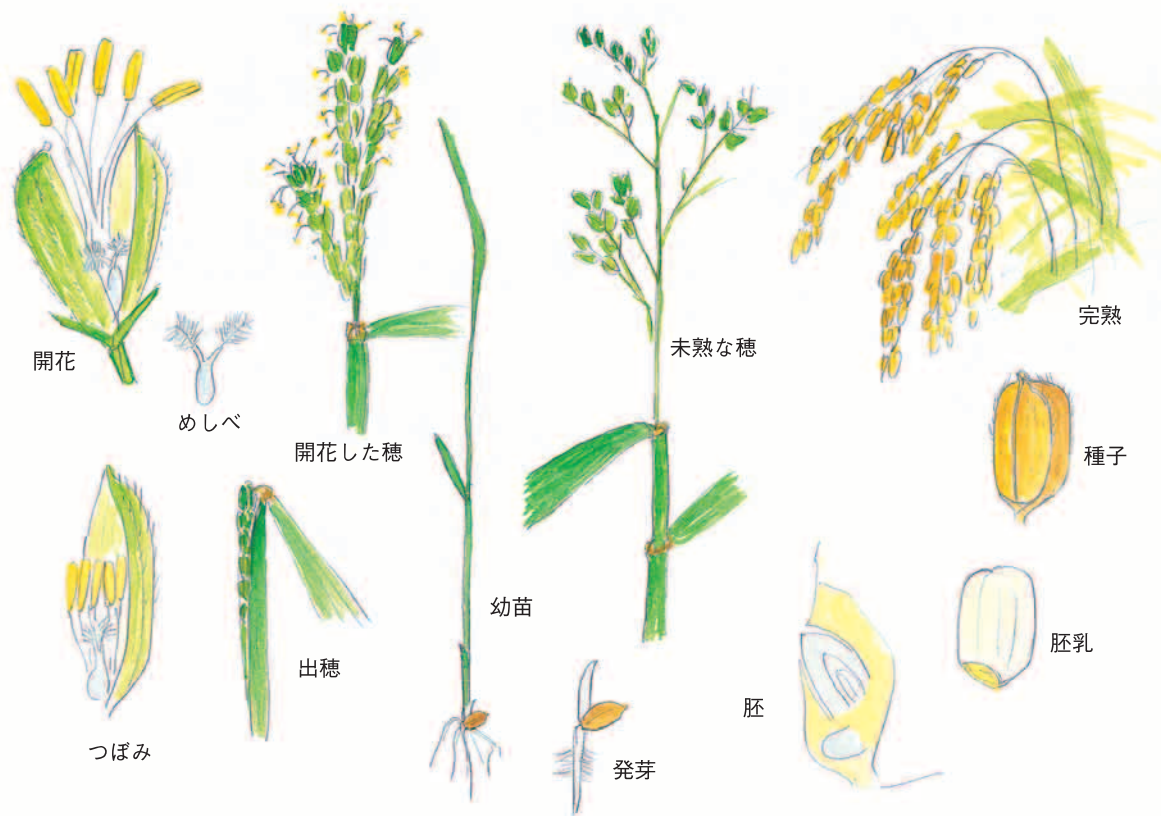
イネ

Oryza sativa

全世界の人口の半数以上の人がお米を食べています。
食糧増産は人類の将来にとって最も重要な課題です。
そのためにはイネの基礎研究がとても大切です。



イネの開花と結実



イネの野生種は熱帯地方にみられます。おもにジャポニカとインディカの系統があり、日本では縄文時代から栽培されています。日本でも主に栽培されているジャポニカの花は、午前中の短時間だけ開花します。



春



初夏



秋

ドジョウ、タニシ、カエル、
いつも美しい田んぼは
生きものの貴重なすみかだ



田植え直後の棚田

イネの品種改良

北海道のような寒冷地でもイネが栽培できる日本にいて、イネの野生種が熱帯地方に生育している植物だとは思えませんね。これは人々が長い年月をかけて品種改良をしてきた結果です。お米は全人類の半分が主食にしている重要な穀物。これからも増え続ける世界の人口を考えると、さらに品種改良をして、食糧の増産をすることが必要です。

1) 収穫量の増加

イネからたくさんのお米がとれるようにするにはどのような方法があるか、考えてみましょう。一粒の種からたくさんの穂ができるようにする、一つの穂にたくさんのお米になるようにする、雨風に強く倒れないようにする、病気や虫の害に強いイネにする、まだまだあるかな？ 私たちの祖先はこのような良い性質を持つイネを探しては、その遺伝子が子孫に伝わるように品種の改良をしてきたのです。

2) イネにもトランスポゾン

品種の改良にはまず特別な性質を持った突然変異体を探す必要があります。突然変異体は自然にできる場合と、薬品などを使って人工的に作る場合があります。アサガオで見たように、トランスポゾンが遺伝子に入り込むのは、自然におこる突然変異の一例です。イネには何種類かのトランスポゾンがあり、これを使って有用な突然変異体を作り出す研究が始まっています。



* 光情報研究部門ではイネの MITE 型トランスポゾンが転移することを発見した。(Nature 421: 167-170, 2003)

* 分子遺伝学研究部門ではイネの新たな Ac/Ds 系トランスポゾンを発見した。(Plant J. 45: 46-57, 2006)

人の研究のモデルには

ハツカネズミ

Mus musculus

小さなネズミも体の作りは人と同じ。

ネズミだっていろいろ考えたり感じたり

しながら生活しています。

脳の働きや病気の原因など、

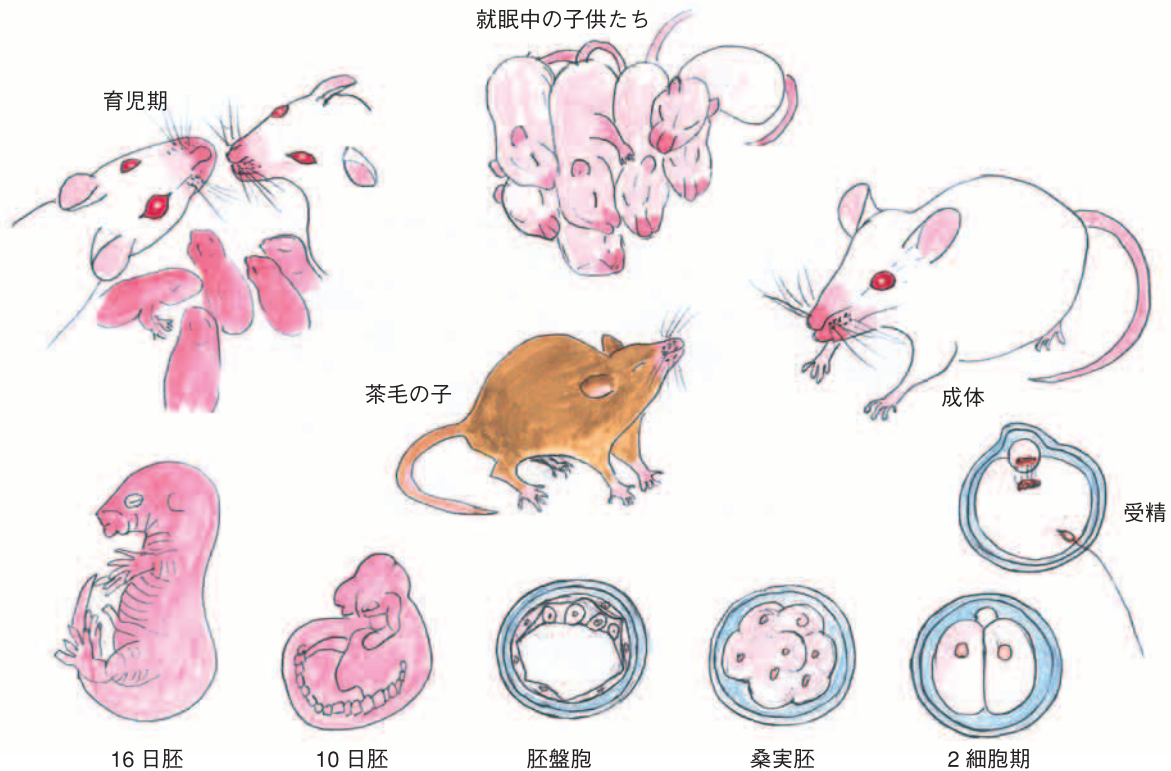
人の生活にかかわる基礎研究にとって、

ハツカネズミは貴重な研究対象です。

ハツカネズミは英語でマウスといいます。



ハツカネズミの発生



ハツカネズミという名前は、子供が産まれるまでの日数をあらわしています。自然界では草原などに生活していますが、家の中にも巣をつくるため、世界中に分布しています。生まれて2-3ヶ月すると大人になり、体長は6-9cmになります。

体の右・左はどうして決まるの？

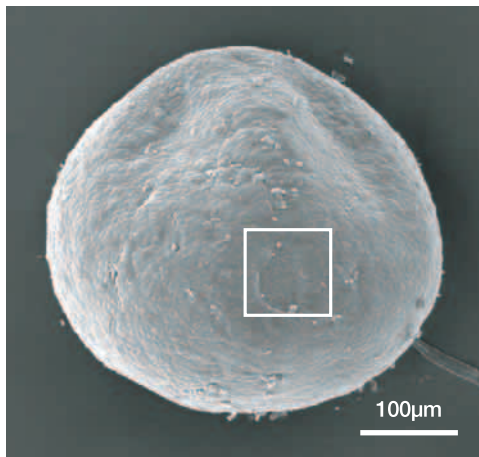
心臓はからだの左側にあります。肝臓は右側にあります。私たちの体は、一見左右対称のようですが、実は産まれたときからはっきりと、右と左の区別があります。それではいつ、どのようにして左右がきまるのでしょうか。そのメカニズムが最近マウスの研究でわかってきました。

1) 発生の中の段階で決まるのだろう

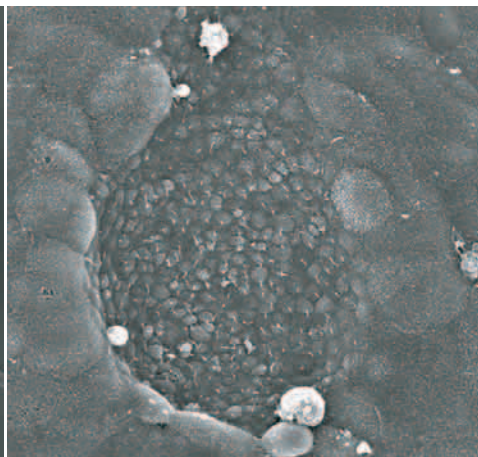
卵細胞が分裂を始めてマウスでは8日目、人では20日目くらいの原腸陥入期と言われる時期の胚は、まだ体のかたちにはなっていませんが、この時期こそが左右が決まるときなのです。ノードと言われる小さなくぼみに繊毛という小さな毛が生えて、回転を始めます。

2) 繊毛の何が左右をきめるの？

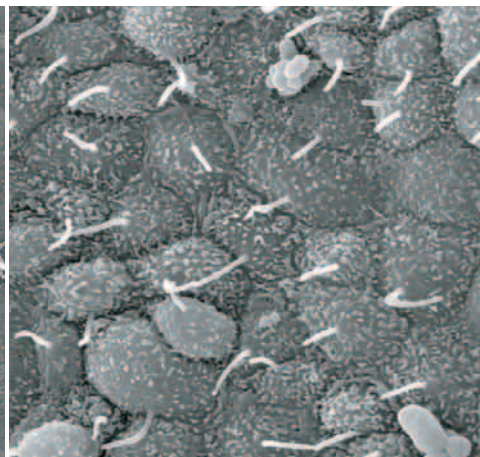
この繊毛は傾いて生えているために、回転運動するとまわりの体液は左方向に流れます。この流れを人工的に反対方向にすると、胚の左右がさかさまになることから、この体液の流れこそが体の左右を決めていることがわかりました。本当にわずかなことで左右が決まっているのですね。



原腸陥入期の胚



左図の□部の拡大図（ノード）



左図中央部分の拡大図

ノックアウトマウスとは？

マウスでは、ある一つの遺伝子が壊れて働かなくなった個体を人工的に作り出すことができます。遺伝子が「壊された」という意味で、このようなマウスを「ノックアウトマウス」と呼びます。ねらった一つの遺伝子だけが壊れた突然変異体です。突然変異はふつうあちこちの遺伝子にデタラメにおこるので、ある決まった遺伝子の突然変異体を探すのは大変難しいことです。ノックアウトマウスができるようになって、遺伝子の働きを解明する研究がたいへん進みました。

1) のどが乾いても塩水を飲むマウス

のどが乾いているマウスに塩水と真水をあたえると、マウスは真水を選んで飲みます。しかし、ナトリウムイオンが細胞内外を出入りするための通路（チャンネル）の一種の遺伝子をノックアウトしたマウスは、のどが乾いていても塩水と真水を全く区別せずに飲みます。それ以外の点では全くふつうのマウスと区別が付きません。このような実験から、ノックアウトした遺伝子が体内の塩分濃度を感じるのに重要な働きをしていることが分かりました。



光の作用の研究には

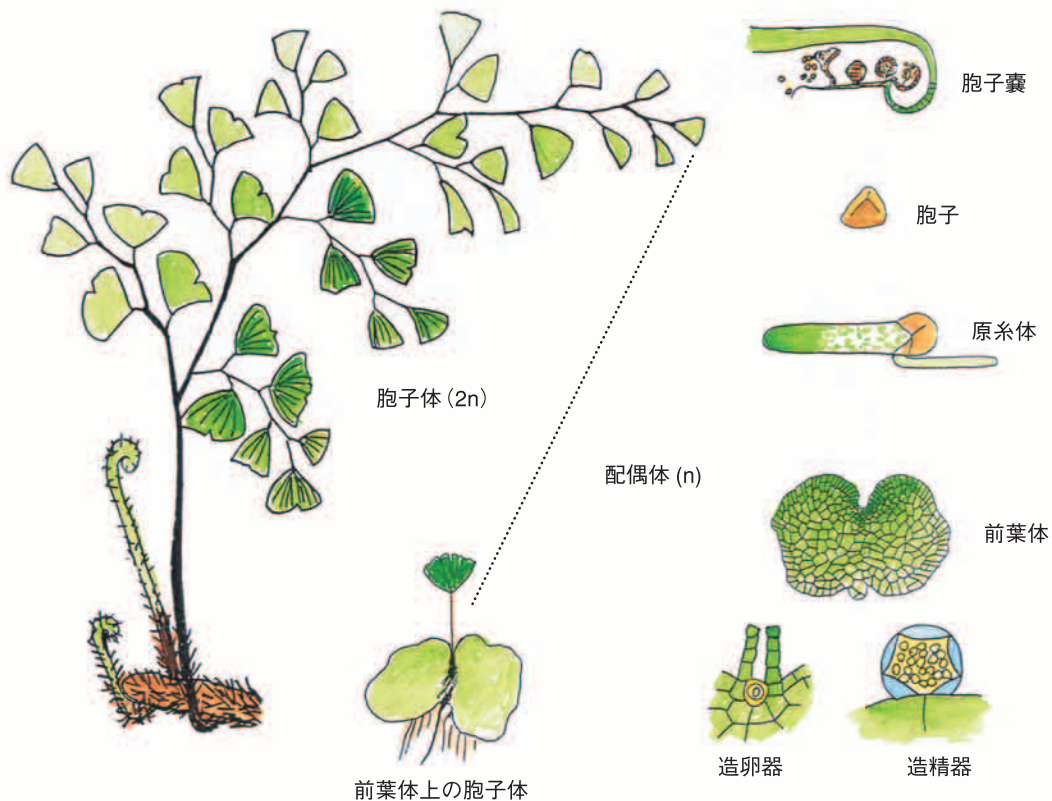
ホウライシダ

Adiantum capillus-veneris

光は植物の活力の素！
光合成のときだけではなく、
種子が発芽するためにも、
花が咲くためにも光が必要です。
シダはとても光に敏感です。
光を受けた細胞の中で何が起きているか
光の作用を調べるのには好都合です。



シダの世代交代



シダは孢子が発芽して配偶体になります。配偶体は単純な構造をしているので実験に使いやすいのです。配偶体には精子と卵ができ、受精をすると胞子体が発達し、大きくなって私たちが林で見るシダになります。

光に敏感なシダ植物

シダといえば林の中などの薄暗く湿ったところに生えている様子を思い出しませんか。

シダは他の植物が育ちにくい薄暗いところでも生きていけるように特別なしくみをもっています。植物が光を利用するしくみを研究するには、光を使うスペシャリストのシダを使うのがいいのです。



クサソテシ

1) 植物は光を感じている

植物は目が見えないと思っていませんか。私たちのように物の形がわかる目はありませんが、どこからどんな光がくるのか、植物は敏感に感じています。植物にとって光は食べものと同じ。植物は、身のまわりの光のようすを感じとって、光を効率よく利用できるよう工夫をしています。シダは他の植物にはない、光を感じる特別なタンパク質「ネオクロム」を作りだし、光を敏感に感じることができるようになったのです。



オシダ

2) シダの進化

シダの祖先は恐竜時代以前に栄えた植物ですが、今わたしたちのまわりにあるほとんどのシダ類は、比較的最近、花の咲く植物が出現した後にできたものです。光に敏感なネオクロムができたことで、シダはほかの植物が生きられないような薄暗い林の下でも生活できるようになりました。その結果、シダは急激に種類を増やして繁栄したのでしょう。



ヤマドリゼンマイ

* 光情報研究部門ではシダの光屈性、葉緑体運動を制御するキメラ受容体 neochrome 1 を発見した。(Nature 421: 287-290, 2003)

シダで遊ぼう

シダの葉の裏から胞子を採集してみましょう。胞子がついている葉を切りとり、新聞紙などの上に置いておくと、一晩でたくさんの胞子が落ちてきます。その胞子を適当な容器に作った寒天の上にそっと落とし、乾かないようにラップをかけて置いておきます。

1-2週間もすると胞子は発芽して薄緑色になり、その後、前葉体が見えてくるでしょう。



ホウライシダの胞子嚢群



オシダの胞子嚢群

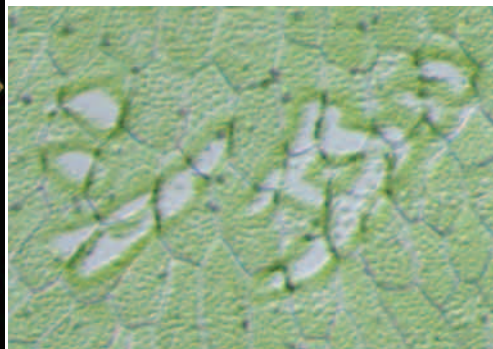
1) 原糸体で文字をかく

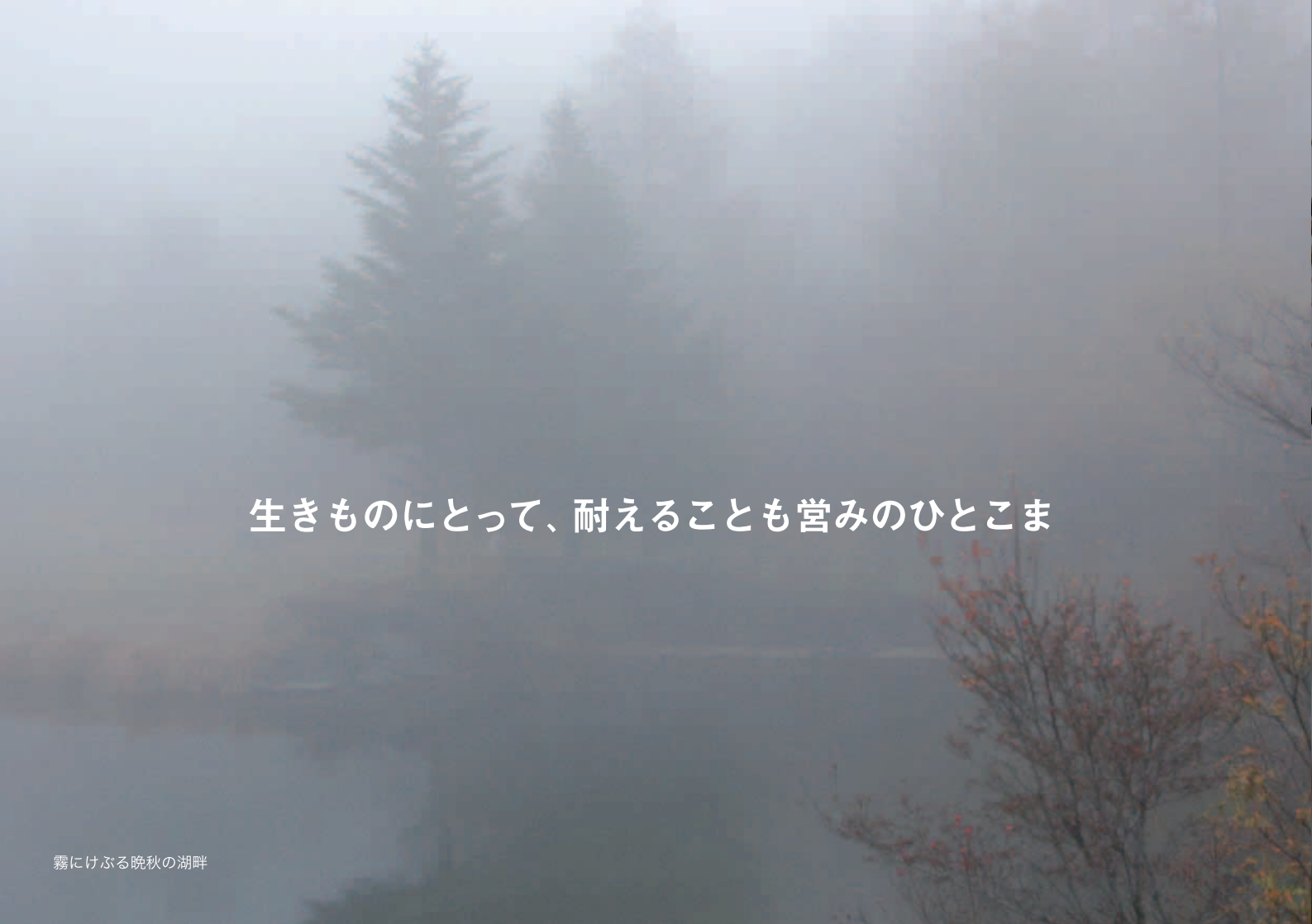
シダの胞子を赤い光の下で発芽させると原糸体が伸びてきます。多くのシダでは、原糸体は光の方向に先端部で伸び続け、長い糸のような細胞になります。光源の位置を変えると、原糸体は新たな光の方向に向きを変えて伸びていきます。したがって、光の方向をうまく操作すると一筆書きで書ける文字の形にすることは簡単です。原糸体を枝分かれさせるには、もう一工夫が必要です。



2) 葉緑体を動かす

植物が光を使って栄養をつくりだすのが「光合成」です。光合成は細胞の中の葉緑体という小さな緑色のツブの中で進行します。光が強ければ栄養がたくさんできますが、あまり強すぎると葉緑体がこわれてしまいます。植物は、ちょうどいい強さの光があたっている場所に葉緑体を動かして、能率よく栄養をつくりだしています。植物というといじと動けないと思うけれど、体のなかではこんなふうに活発な動きが見られます。写真は「シダ」の文字の部分だけに強い光をあてたために、そこから葉緑体が逃げだしたようすです。



A misty lake scene with evergreen trees in the background and bare trees in the foreground. The text is centered in the middle of the image.

生きものにとって、耐えることも営みのひとこま



冷たい雨も命の糧、試練に耐えて春を待つ

雨に濡れるサラサドウダンの果実

生きものって本当におもしろいですね あなたも生物学を学んでみませんか

研究を支える生きものたち

基礎生物学研究所創設30周年記念

©2007 自然科学研究機構 基礎生物学研究所

2007年6月1日発行

企画・編集

基礎生物学研究所 連携・広報企画運営戦略室

発行

自然科学研究機構 基礎生物学研究所

〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中38

写真

大隅良典、倉田智子、児玉隆治、小林悟、近藤真紀、佐藤仁泰
塚谷裕一、野中茂紀、星野敦、松田勝、和田正三

絵

和田正三

作製

株式会社 東北新社

印刷・製本

株式会社 雄進印刷



