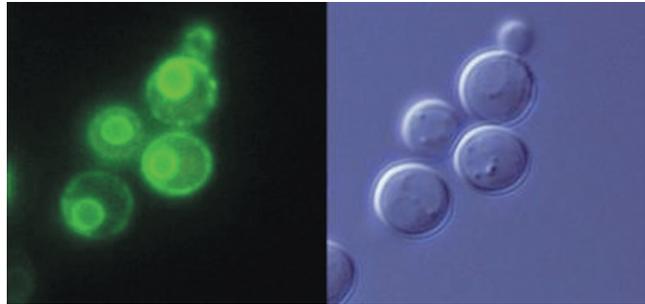
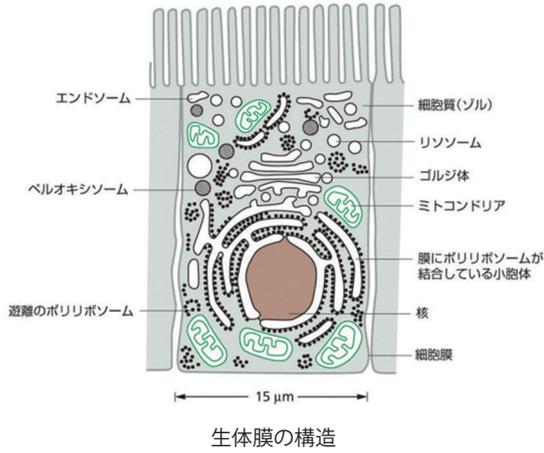
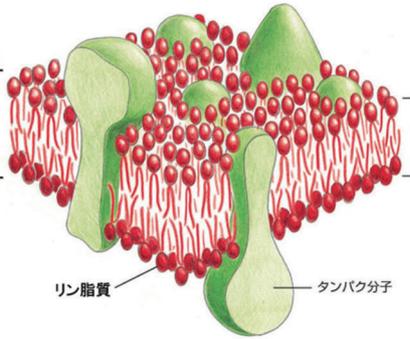
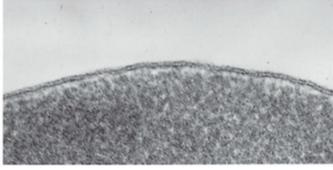


・細胞や細胞の中にある小器官（核・小胞体・ゴルジ体など）は生体膜に囲まれています。生体膜をつくっているタンパク質やリン脂質の量がただしく調節されないと、細胞や細胞小器官の形が異常になってしまいます。

・つまり、細胞には、生体膜を作っているタンパク質や脂質を適切な時期に適切な量合成するしくみが備わっています。

・私たちは分子生物学的な研究に適した出芽酵母を用いて、そのしくみを解明しようとしています。

・酵母はヒトと同じ真核細胞ですから、細胞の基本的なものはヒトと変わりはありません。ですから、酵母で得られた研究成果がヒトの病気の原因解明にも役立つ可能性もあります。



酵母の小胞体と核膜の染色

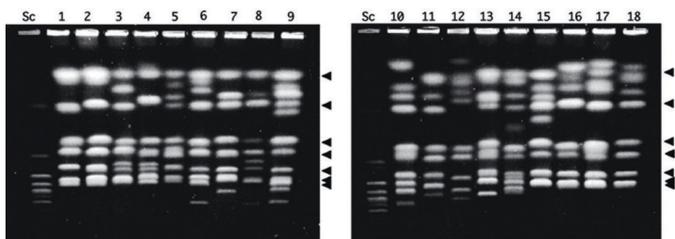
花酵母による発酵食品開発：

奈良は日本の清酒の発祥の地と言われ、パスツールより300年も前に低温殺菌法を用いた酒造りが興福寺で行われていました。「奈良八重桜（ナラノヤエザクラ）」は奈良県の県花であり、奈良市の市花です。さらに、奈良女子大学の学章の一部にも用いられています。ナラノヤエザクラから花酵母（サッカロミセス属など）を分離し、発酵食品開発への基礎研究を行っています。

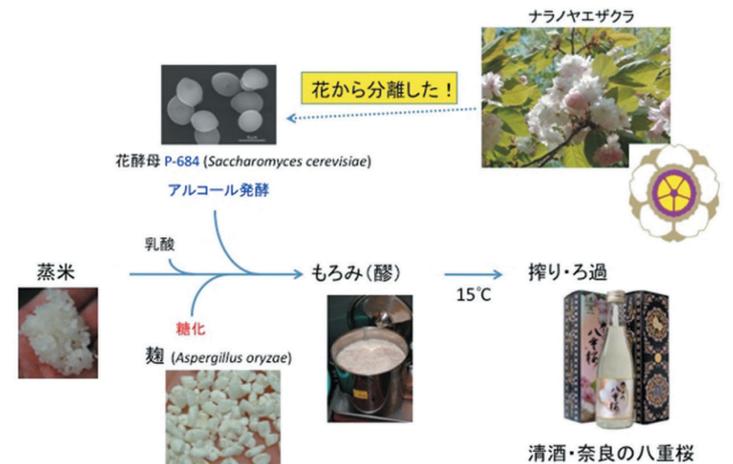
不完全真菌の染色体変異の解析：

生物の染色体数は種によって決まっていますが、同一種内では各染色体の大きさもほぼ同じです。染色体構造に変化が生じると様々な影響が現れます。不完全真菌 *Candida albicans* は、染色体電気泳動核型を比較すると、種内で染色体の大きさや数が大きく異なります。この原因として染色体転座（異なる染色体間の4-5組換え）が考えられています。我々は、染色体転座の生じるメカニズムと、その結果生じる形質の変化について研究を行っています。

染色体電気泳動核型 (PFGE)



染色体転座（異なる染色体の組換え）が生じている！



分子細胞生物学分野

原生生物繊毛虫における有性生殖開始機構と性成熟・接合型決定機構についての研究

杉浦 真由美

ゾウリムシなどの繊毛虫は、栄養が豊富な環境下では二分裂を繰り返して増殖し、分裂回数を重ねるにつれて性的未熟期、成熟期、老衰期へと発生段階を進行させます。栄養条件が悪化すると二分裂による増殖を停止し、成熟期にあった細胞が「接合」とよばれる有性生殖を開始します。接合は相補的な性（接合型）をもった細胞間で、交配フェロモンのような物質を介してお互いを刺激し合うことによって誘導され、接合を完了した細胞はそれまでの分裂齢をリセットし、次世代に相当する個体（細胞）となります。

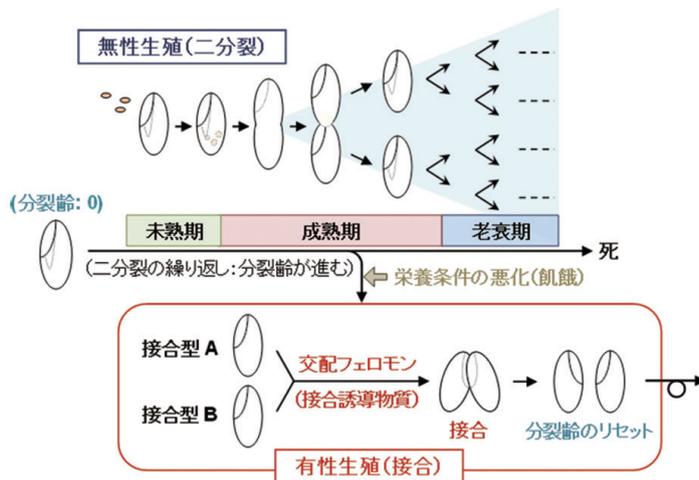
繊毛虫にとって、環境の変化に応じた無性生殖（二分裂）から有性生殖（接合）への切り替えは、重要な生存戦略のひとつです。

「繊毛虫はどのように接合を開始し、進行するのか？」
「繊毛虫の性成熟過程や接合型の決定はどのようなメカニズムによって制御されているのか？」

私達はこれらの疑問に答えるため、繊毛虫プレファリズマを用いて、主に交配フェロモンの構造や発現、機能に注目して研究を行っています。

また、接合型や性成熟度の異なる細胞を用いて、網羅的に遺伝子発現を比較することによって、接合開始や性成熟過程（接合能力を獲得する過程）や接合型の違いに関連のある遺伝子群を明らかにし、それらの機能を探ろうとしています。

【繊毛虫のライフサイクル】

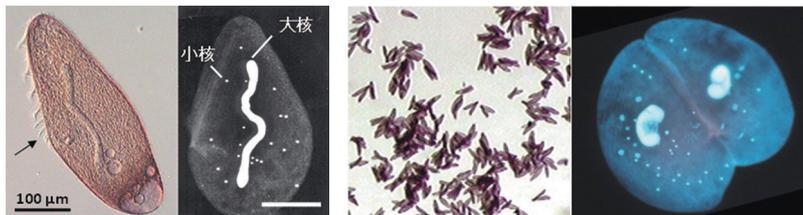


【繊毛虫プレファリズマの接合】

④ I型とII型の接合型細胞が「ガモン」と呼ばれる交配フェロモンを用いてお互いを刺激し合い接合を開始する。

⑤ 接合前のプレファリズマ、矢印は口部領域を示す。右側の写真は核（大核と小核）を染色したもの。

⑥ 接合中のプレファリズマ、形成された接合対（ペア）の中では核変化が進行している（右側染色像）。



分子細胞生物学分野

緑藻ボルボックス目の発生及び単細胞生物から多細胞生物への進化に関する分子生物学的研究

西井 一郎

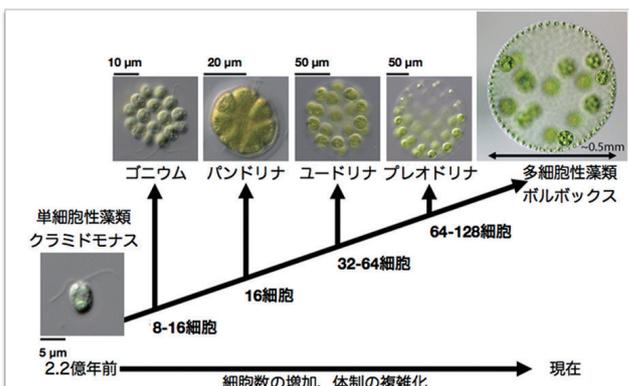
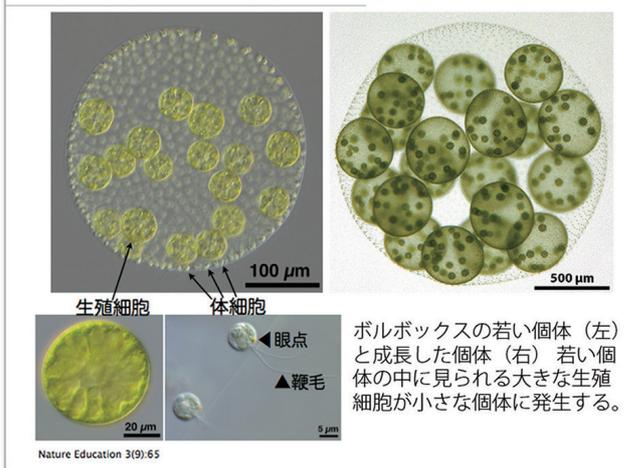
・緑藻ボルボックス（直径約0.5 mm）は、球面を作る2千個の小さな体細胞と、約20個の大きな生殖細胞からなり、多細胞生物としては非常にシンプルな「カラダ」でできています。

・ボルボックスの中に見える大きな細胞は生殖細胞です。やがて、生殖細胞は分裂し、球面を作る小さな体細胞と大きな生殖細胞に分化します。また、この発生過程ではカラダの表と裏がひっくり返る「反転」と呼ばれるダイナミックな形態形成運動が起こります。

・私たちは、ボルボックスの発生過程（反転や細胞分化）に働く遺伝子を見出し、細胞内での働きを研究しています。

・ボルボックスの間には、単細胞緑藻（クラミドモナス）やボルボックスよりも少ない数の細胞からなるものもあります。そういった仲間の種と比べることにより、ボルボックスの発生過程で働く遺伝子が、単細胞生物の持つ遺伝子からどのように進化してきたのかを探っています。

ボルボックス *Volvox carteri*



ボルボックスの近縁種 ボルボックスの仲間の種は、モデル生物としてよく知られているクラミドモナスに似た単細胞緑藻から進化した。群体の細胞数が増加するに従い、より複雑な体制となった。

最適な行動を選ぶための神経メカニズムの研究
堀 沙耶香

私たちは、常に、そして無意識に、状況に応じた最適な行動を選択しています。我々の研究室では、行動を最適化する神経回路がどのように作られ、使われ、適切な行動を導くのかに焦点を当てます。解析には、全神経のシナプスと遺伝子発現情報が同定されている唯一のモデル生物、線虫を用いています。

逃避行動の最適化のしくみ：

逃げる行動は、生き抜くために重要です。適切に逃げるための神経回路と、そこではたらく遺伝子について、解析しています。

性差のしくみ：

線虫にも性別があり、刺激に対する行動が異なります。その動作原理に迫ります。

精神疾患リスク因子の機能：

ヒトの精神疾患のリスク因子は、神経にどのような影響をもたらすのでしょうか？ヒトでは解析が難しい実験を「モデル生物」を使って解析することで、その一端を明らかにすることを目指します。



図1 モデル生物線虫 *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*)。上の個体が雌雄同体、下の個体が雄。



図2 行動最適化の例。線虫では、リスクに応じ、弱い刺激では後退が、強い刺激では後退の後にターン行動が生じます。それぞれの行動の割合は、刺激の強さに比例して最適化されます (Hori S., et al., PLoS Genet, 14(6) e1007477)。

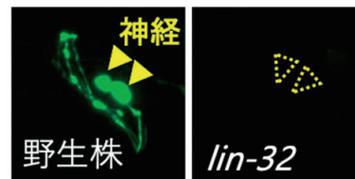


図3 行動が最適化できない回路の異常。転写因子の *lin-32* 変異体は、逃避行動が最適化できません。原因は、神経回路をつなげるのに必要な「電気シナプス」の低下であることを突き止めました。

脳組織づくりの原理を探る研究

岡本 麻友美

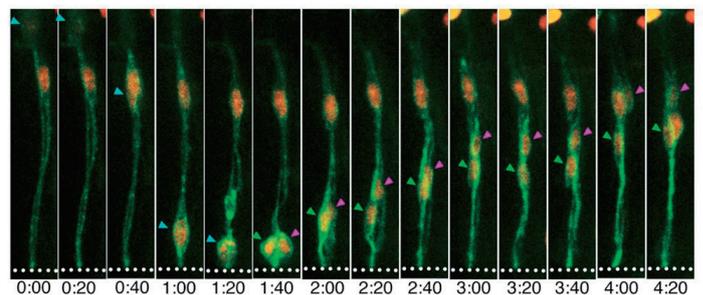
発生過程の脳組織では、ニューロンを作る元となる神経前駆細胞が決められた時期に正しい数と種類の細胞を産生し、やがて機能的な脳が作られます。多様でダイナミックな細胞集団から成る脳組織は、どのように細胞たちを統制し、秩序立った組織形成を可能にしているのでしょうか。本研究室では、細胞の形・動き・力に着目し、主にマウスの脳を対象として、スライスカルチャーシステムを用いたタイムラプスイメージングや、子宮内エレクトロポレーション法を用いた遺伝子導入などの技術を駆使しながら、脳組織づくりの原理を探ります。

細胞の形と動きの意義を問う：

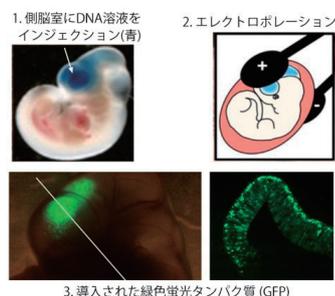
発生過程の脳に存在する細胞たちはそれぞれ特徴的な形態をもち、各々に異なる挙動を示します。これらの形や動きが脳組織形成においてどのような意義をもつのか、これまでの研究からは、神経前駆細胞の長く伸びた形態が、核移動を効率化し混雑を防ぐことで正しい脳組織づくりに貢献していることを明らかにしました (Okamoto, 2013, Nature Neuroscience)。細胞の形と動きの観察を通して、脳組織形成の秩序をもたらすしくみの解明を目指します。

脳発生に寄与する物理的な力の役割の解明：

近年、物理的な力が発生や恒常性維持など、生体機能の制御に関わることが次々と明らかになってきました。発生過程の脳組織においても様々な「力」が存在していることが予想できます。それらの「力」は脳発生にどのように寄与しているのか、力を感知するメカノセンサーチャネルの解析や組織の力学計測、力学負荷実験などを通して、力が制御している脳発生の実態とそのメカニズムを問います。



子宮内エレクトロポレーション法を用いて、発生過程のマウス大脳において神経前駆細胞の膜と核を可視化し、タイムラプスイメージングを行なった (緑：細胞膜、赤：核)。神経前駆細胞の核移動と細胞産生の様子を観察することができる。



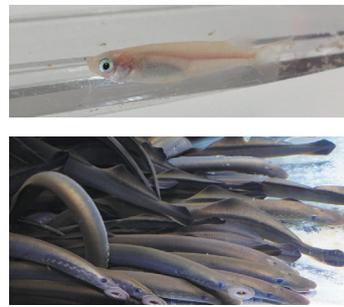
胎生10日目マウス大脳への子宮内エレクトロポレーション法

個体機能生物学分野

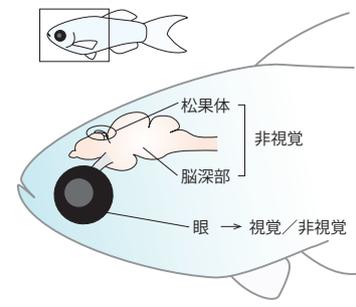
下等脊椎動物における非視覚系の光受容メカニズムに関する生理学的研究

川野 絵美

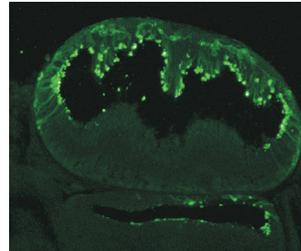
動物は光を様々な場面で利用しています。最も代表的な光の利用法として、眼でものの色や形を見る「視覚」があります。動物は、視覚以外にも、環境の光情報をもとに、時刻や季節などを知ることができます。このような、視覚以外の目的で光を受容することを、「非視覚」の光受容と呼びます。非視覚の光受容のために、哺乳類を除く多くの脊椎動物では、眼以外にも、松果体や脳深部などに光を受容する器官（細胞）を持っています。私たちは、非視覚の光受容、特に、眼以外での光感覚に着目し、その光受容メカニズムやそれらが制御する生理機能について調べることで、動物がどのように光と関わっているのか、その生物学的意義を明らかにしたいと考えています。



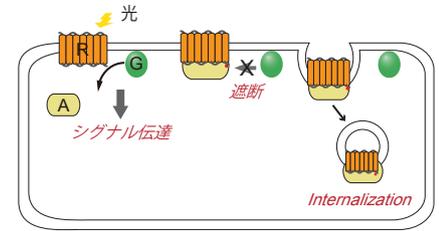
メダカ（上図）とヤツメウナギ（下図）



下等脊椎動物における眼外光受容器官



ヤツメウナギ松果体の紫外光受容細胞（左図）とその光シグナル伝達（右図）



R: 紫外光受容タンパク質, G: G タンパク質, A: アレステチン

松果体における多様な光受容機能：

下等脊椎動物の松果体には、紫外光（UV光）、青色光、緑色光、赤色光といった、様々な色（波長）の光を受容するシステムがあります。私たちは、松果体が、どのような光を受容し、その光情報を利用して、どのような生理機能をコントロールしているのかを調べています。

脳深部における未知の光受容機能：

古くより、下等脊椎動物では、眼や松果体を切除した後も、光の影響を受ける機能が維持されることから、脳深部にも光を受容する部位があるということが知られていました。しかしながら、脳深部の光受容器官がどのような光受容メカニズムを持っているのか、あるいは、どのような生理機能の制御に関わっているのかについては、眼や松果体に比べて知見が非常に少なく、今も多くが未解明の状態にあります。私たちは、脳深部光受容器官が担う未知の光受容機能の解明を目指しています。

個体機能生物学分野

遺伝子操作マウスを用いた造血幹細胞、神経細胞の分化・がん化メカニズムの研究

渡邊 利雄

私たち人間に関わる生命現象の理解に貢献したいと考えて、主にマウスの細胞と個体で研究をしています

(1) プラスチックのお皿の中で飼うことが出来る培養細胞に様々な遺伝子組み換え体を入れて、細胞での働きを調べます。

(2) 細胞の機能がどのように私たちに影響を及ぼすのかについて、万能細胞のES細胞を用いて遺伝子をなくしたマウスを作り解析します。

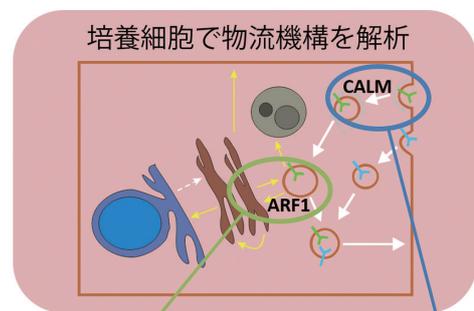
(3) 自分たちが発見した遺伝子からスタートし、個体で初めて解析できるものを見る。

「がん・白血病の発症メカニズム：がんの治療薬・予防薬の開発へ向けて」

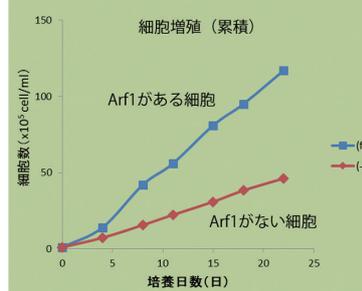
「アルツハイマー症発症メカニズム：治療薬の開発へ向けて」

「細胞内のタンパク質輸送系の解析と個体での生理機能を明らかにする」

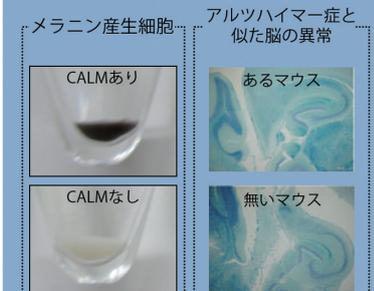
ノックアウトマウスで、遺伝子の本当の働きを見よう



ARF1が無いと細胞の増えがゆっくりとなる



CALMが無いと美白効果？アルツハイマー症に関連か？



植物オルガネラの増殖・分化に関する生理・生化学的研究、植物個体の環境応答

酒井 敦

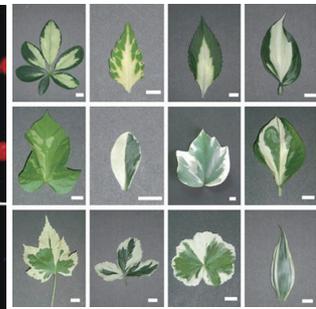
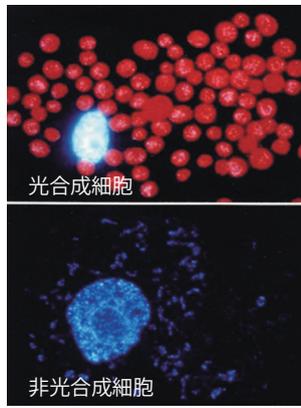
植物は、呼吸を営むミトコンドリアに加えて、光合成を営む葉緑体を細胞内に持ち、光と水といくつかの無機養分さえあれば生きていくことができる「光(合成)独立栄養生物」です。私たちは、こうした特徴に基づく「植物の生き方」について、分子・細胞から生態系まで様々なレベルで研究を進めています。

植物オルガネラの増殖・分化の制御機構：

植物の細胞内には、独自の DNA を持つ2種類のエネルギー産生オルガネラ、葉緑体とミトコンドリアが存在します。私たちはこの二つのオルガネラの増殖や分化を制御する仕組み、特にオルガネラDNAの折り畳みや複製・転写を制御する仕組みを調べています。

植物個体の環境応答：

植物は、生態系の中で他の生物に食料や住処を提供するとともに、他の生物をはじめとする様々な環境因子の影響を受けて生きています。私たちは「化学物質を介した植物間相互作用(他感作用)」、「ササとシカ」、「タバコと病原菌」、「マングロープとカニ」といった生物間相互作用や、「冬季における葉の赤色化」といった身近な現象を題材に、植物の環境応答の仕組みと意味を調べています。



← 葉緑体とミトコンドリアの増殖・分化



物理的刺激に対する植物の応答
— 接触形態形成 —



← カニの共存によるマングロープ芽生えの生存率向上

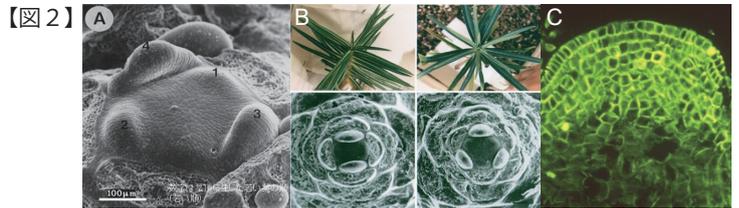
高等植物の組織・器官形成に関する研究

坂口 修一

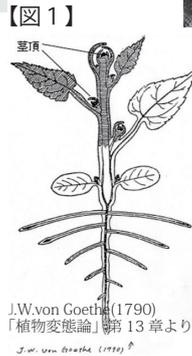
私たちの研究テーマは高等植物の形態形成です。植物のからだづくりの特徴は分裂組織が茎や根の先端にあって細胞分裂により器官がつけられ続けることです(図1. ゲーテの図)。私たちは葉や花がつけられる茎頂分裂組織に注目しています(図2A. ホルトソウの茎頂の電子顕微鏡像)。茎頂では葉が規則正しいパターン(=葉序)で形成されますが、実験的に異なる葉序を誘導できます(図2B. 左: 葉が2枚ずつ、右: 葉が3枚ずつ発生)。茎頂での形態形成は、細胞の中にある微小管と関係があります(図2C. 茎頂の縦断面。緑色が微小管の存在部位)。例えば、微小管は植物細胞が分裂するとき細胞と細胞を仕切る細胞板をつくるのを助けます。

その様子は発光クラゲの遺伝子を微小管の成分の遺伝子につないだ遺伝子組換え植物を使って生きたまま観察することができます(図3A. 組換え遺伝子の構造、B. 微小管構造の時間変化)。遺伝子組換え技術は細胞の殖え方を調べるのにも役立ちます(図4)。GUS 遺伝子は細胞を青く染めさせるタンパク質をつくりませんが、トランスポゾンという染色体上を動き回る DNA と併用すると、もともと一つの細胞から由来した部分が青く区別できます(図4A,B)。タバコの個体の成熟度によって葉ができるときの細胞の殖え方が違うことがわかりました(図4C)。医療で使われる CT (X線 で体内を様々な角度から透視して3D像を再現する技術)を細胞が見えるまで超高解像度化した装置でシロイヌナズナ種子内の全細胞をマッピングする大学間共同プロジェクトにも参加しています(図5. A: 子葉部分の断面層、B: 3Dモデル図)。

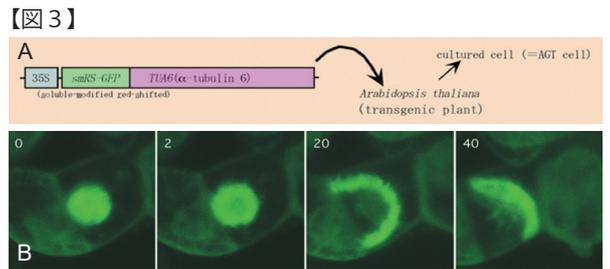
また、左右相称の花が相称軸を鉛直方向に向けるように花柄を捻り、花を回転させる現象を解析しています(図6. 材料のコチョウラン)。



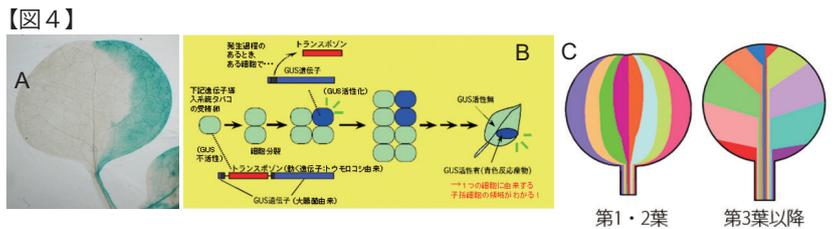
【図2】 坂口(1995)Plant Morphol. 7:59-64 より転載 Sakaguchi et al. (1988)Planta 175:403-411 より転載



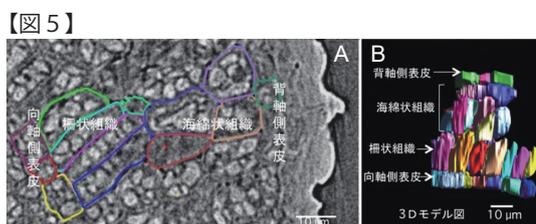
J.W.von Goethe (1790) 「植物変態論」第13章より J.W.von Goethe (1790)より転載



【図3】 数字は時間経過(分) cultured cell (=AGT cell) Arabidopsis thaliana (transgenic plant)



【図4】 第1・2葉 第3葉以降



【図5】 A: 子葉部分の断面層、B: 3Dモデル図



【図6】

個体機能生物学分野

植物の形態形成、及び水輸送に関する分子メカニズムの研究

奈良 久美

植物が健全に生育するには、光などの環境要因に適切に応答し、成長や形態形成、病原菌やストレスへの防御の体制を調節しなければなりません。モデル植物であるシロイヌナズナを用いて、水の輸送や形態形成、防御に関わる遺伝子の光応答の仕組みに迫ります。

アクアポリンの光による発現や機能の調節：

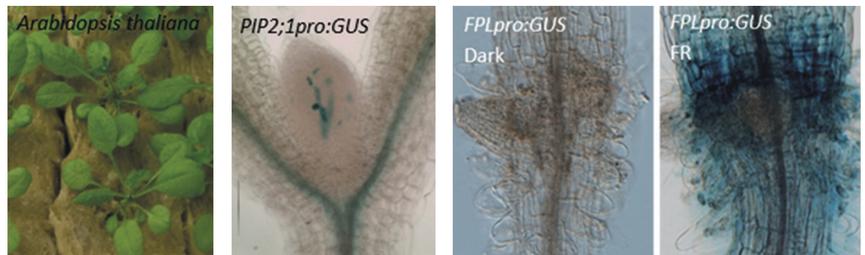
アクアポリンは水やアンモニアなどの低分子を通す生体膜にあるタンパク質です。光が水などの輸送の効率をどのように調節し、植物の成長や形態形成を変えるのか、原形質膜や液胞膜にあるアクアポリン (PIP, TIP) の研究を通して探っています。

光による根毛形成の促進：

光が根毛形成を促進する仕組みを探るために、明所で根毛が著しく増える変異体 (*lrh1*) を単離し、研究を進めています。

防御遺伝子の発現調節：

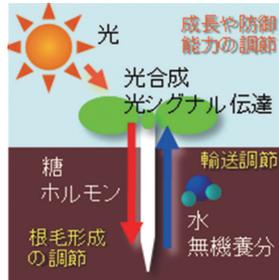
光は植物の防御能力を高めます。防御遺伝子の光による発現調節のしくみと、その機能の解明を目指しています。



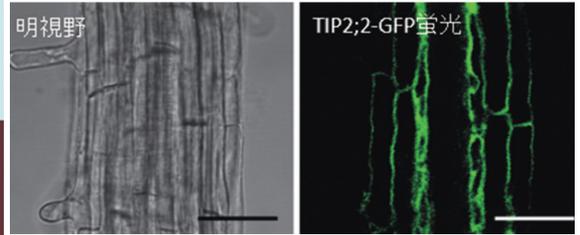
モデル植物
シロイヌナズナ

原形質膜アクアポリン
の維管束での発現

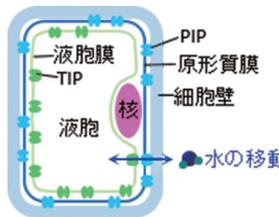
遠赤色光 (FR) による胚軸と根の境界部
での防御遺伝子の発現促進



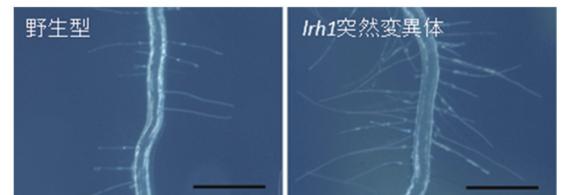
光による植物の成長調節



根の表皮、皮層、内皮細胞における液胞膜アクアポリンの発現



植物細胞とアクアポリン (PIP, TIP)



光を照射したときに根毛が野生型よりも増える突然変異体 (*lrh1*)

生態学分野

水生動物の生態・行動・進化に関する研究

遊佐 陽一

スクミリンゴガイ：

南米原産で、稲の食害や生態系への影響が大きいため、世界および日本の侵略的外来種ワースト 100 の両方に入っています。この貝をコントロールするために、在来天敵相を活用した画期的な防除法の開発が行なわれています。



スクミリンゴガイと卵塊

光合成するウミウシ：

動物で唯一、餌の海藻から葉緑体を細胞内に取り込んで、光合成に利用しています (盗葉緑体)。光合成がウミウシにとってどういう役割を果たしているのか調べています。



テンテンコノハマドリガイ



チドリミドリガイ



ヒラミルミドリガイ

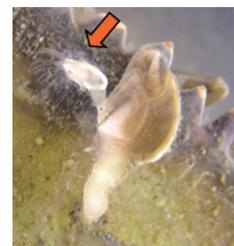
フジツボ類：

基本的に雌雄同体ですが、中には雌雄同体に小さな雄 (矮雄) が付いている種、あるいは雌に矮雄が付いている種があります (ダーウィンの発見)。なぜこのように多様な性表現が進化したのか、ダーウィンが残した謎に迫ります。

【フジツボ類の性】



ムラサキハダカエボシ (雌雄同体)



オノガタウスエボシ (雌雄同体+矮雄、矢印は矮雄を示す)



ミョウガガイ (雌+矮雄、矮雄は0.5mm)

ホネクイハナムシ (通称ゾンビワーム) など：

深海の特殊環境に適応した動物の未知の生態を、潜水艇や飼育水槽を用いて調べています。



【深海の生物】

鯨骨に着生するホネクイハナムシ

生態学分野

陸水生態系における
生物多様性の維持メカニズムに関する研究
片野 泉

陸水生態系の生物多様性維持機構に関する研究：

陸水生態系では、他の生態系と比べ急速に生物多様性が失われています。そこで食物網構造内での生物間相互作用に着目し、陸水生態系の生物多様性がどう維持されているのか調べています。

ダム河川における課題抽出と環境修復策の効果検証：

ダムは河川の連続性を分断することで、生態系に大きな影響を及ぼします。ダム河川における食物網や生物多様性の改変や、環境修復策の効果について調べています。

里地の小さな陸水域における生物多様性保全：

ため池やしみ出しによる湿地などの小さな陸水域は、里地の生物多様性を補償する場として重要とされています。水を汲むだけで生物分布を調べる環境DNA技術などを用いて、保全的研究にも取り組んでいます。



ため池、山地溪流、
富郷ダム下流、開放中のダムゲート、菅生ダム下流



河川の多様な生物相

生態学分野

群集および生態系レベルにおける
生物多様性の構造・変動・保全に関する研究
佐藤 宏明

ニホンジカーイラクサーアカタテハの相互作用：

奈良公園に自生するイラクサにはたくさんの刺毛が生えています。この形質は、長年にわたり保護されてきた1000頭を超えるニホンジカに対する防御機構として進化したと考えられます。そして、この影響は幼虫がそうしたイラクサを食べるアカタテハの生態にも影響を及ぼしています。三者間のそんな関係を研究をしています。



⑥奈良公園のニホンジカ ⑦⑧奈良公園のイラクサ ⑨⑩アカタテハ

潜葉性蛾類の生態と分類：

潜葉性蛾類とは幼虫が葉に潜って摂食する蛾のことで、寄主植物-潜葉性蛾類-寄生蜂という三者間の生態的相互関係の研究と、潜葉性蛾類の系統分類学的研究をしています。

【幼虫がヒサカキの葉に潜るムモンハモグリガ】



⑥成虫、⑦4個体の幼虫が葉に潜った後 (= 潜孔)



⑥ムモンハモグリガ幼虫の体内にいる寄生蜂の幼虫、
⑦ムモンハモグリガ幼虫を外から食べている寄生蜂の幼虫、
⑧潜孔から羽化する寄生蜂

生態学分野

植物の多様な繁殖戦略を研究

井田 崇

植物がもつ花は非常に魅力的です。どうしてこのような綺麗な花を持つのでしょうか？また、どうして様々な色やかたち、香りの異なる花がみられるのでしょうか？私たちは、花を含んだ植物の繁殖生態について、特に植物をとりまく生物間相互作用に着目して研究を進めています。

花形質を介した植物と昆虫の生物間相互作用：

動けない植物にとって、植物個体間の花粉輸送は、昆虫など動物か、風など非生物の送粉者に委ねます。そのため花形質は、送粉者との相互作用の結果だと言えます。その形質がどのように機能しているのか、なぜ見られるのかについて調べています。

生物間相互作用の時間変動：

冷温帯落葉広葉樹林では、林冠木の展葉が始まると林床に届く光が劇的に減少して暗い環境になり、秋に樹木が葉を落とすとまた明るくなります。こうした光環境の強い季節性が、林床に生育する草本植物に与える影響を調べています。林床植物にとって、その限られた時間に光をどのように利用するのかは、植物の生産量と繁殖成功に重大な影響を与えます。そうした植物間での相互作用に加えて、送粉者の行動にも季節性があります。植物が時間的に変動する環境の中で、どのようにうまくやっているのでしょうか？



植物と花粉媒介昆虫。植物を訪れる動物の種類も利用の仕方とも様々である。



林冠木（左）と林床（右）の様子。林内は、春（4月）には明るいが初夏（5・6月）より林冠木の展葉が始まり夏（8月）には暗くなる。

6年一貫教育プログラム

奈良女子大学では、学部の4年間と大学院博士前期課程（修士課程）の2年間の教育研究をスムーズに連結することを目的とした「6年一貫教育プログラム」を実施しています。

プログラム生に認められた学生は、4回生時に、大学院科目から10単位までを受講することが可能で、奈良女子大学大学院進学後はそれが大学院の単位として認定されます。

プログラム生は大学院入学試験における筆記試験を免除され、また、特に成績が優秀な学生については、大学院入学後に入学金に相当する額の奨学金が授与されます。

