

Graduate School

Life Sciences



東北大学
大学院
生命科学研究科

of
Life

Sciences,
Tohoku
University

2015

生 命 科 学 研 究 科 と は

本研究科は平成13年に設立されました。それまで理学研究科、農学研究科、医学系研究科、遺伝生態研究センター、加齢医学研究所に所属していた教員を再編成し、さらに多元物質科学研究所、加齢医学研究所、東北アジア研究センターの教員の協力を得て構成されております。学部の無い独立研究科の形をとっておりますが、本学理学部、農学部、工学部等の出身者が、入学者の約半分を占め、半分が他大学出身者という構成になっております。

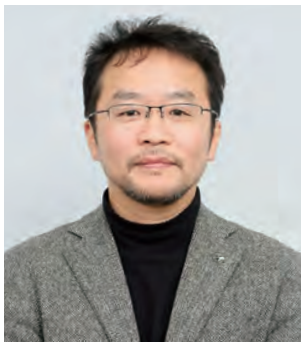
生命科学研究科の約半数の教員は、理学部生物学科、理学部化学科、農学部の学部教育に関わっており、講義、卒業課題研究を指導しています。

本研究科は、分子生命科学、生命機能科学、生態システム生命科学の3専攻からなり、また平成17年4月より、浅虫海洋生物学教育研究センターが、本研究科附属となりました。



Contents

生命科学研究科とは	1
はじめに	3
組 織	4
分子生命科学専攻	6
生命機能科学専攻	20
生態システム生命科学専攻	36
附属施設	49
資 料	53
キャンパスマップ	57
ウェブ紹介	61



東北大学大学院生命科学研究科長

東谷 篤志

はじめに

生命科学・ライフサイエンスは、生物学を中心とした基盤的な学問と、農学、医学、薬学、工学などの応用面からの学問との総合科学であり、21世紀は、まさにライフサイエンスの時代といわれています。DNA が遺伝子の本体であることが20世紀の中頃に発見されて以来、この数十年間で細菌からヒトに至る様々な生物種の全ゲノム DNA 配列が次々に解読されてきました。さらに、生命現象の解析技術も日進月歩に級数的な進歩を遂げています。それらの結果、すべての生物に保存された共通の分子機構、例えば、セントラルドグマや細胞周期の発見や、それぞれの種に固有の特徴、生殖システムなども日々解き明かされています。同時に、これら新たな成果や解析技術の進歩は、次なる研究課題の提供も続けています。

私たち東北大学大学院生命科学研究科は、2001年4月、独立研究科として設置され、「分子・細胞・個体から、脳・生態・環境を科学する」として、まさに次なる課題へ取り組んでいます。主に、高次生命システム内での生物活性機能分子や生体応答のシグナルとセンシング、多様な多細胞体形成機構、高次脳機能を司る神経細胞ネットワーク、生物多様性の形成・維持機構、環境変化が生態系や多種多様な生物におよぼす影響など、より複雑系かつ高次な生命制御機構の解明に挑戦しています。

基幹講座25分野、協力講座12分野、連携講座1分野、協力教員、若手研究者を合わせた100名を超えるスタッフと、博士前期ならびに後期課程の大学院生が、これらの研究課題を解き明かすとともに、先端的知識と技術を駆使して生命科学の新領域を開拓できる指導的研究者・技術者の育成を目指しています。

さらに、生命科学の基盤に裏打ちされた知識と技術を応用展開できる人材の育成、生命倫理や環境倫理等の素養を持つ人材の育成にも力をいれています。設立以来、卒業生は1,500名を超え、うち302名が博士学位を授与され、それぞれアカデミアをはじめ、民間の研究所や企画・開発部署等において大きく活躍し、私たちは、まさに21世紀とともに歩んでいます。

平成27年4月1日

組織

教員数		89名
基幹講座	計66名	連携講座 計3名
教授	26名	客員教授 2名
准教授	16名	客員准教授 1名
講師	2名	協力教員 計1名
助教	22名	教授 1名
協力講座	計19名	
教授	7名	
准教授	3名	
助教	9名	

大学院生数		261名
前期・修士課程	194名	
M1	97名	
M2	97名	
後期・博士課程	67名	
D1	23名	
D2	16名	
D3	28名	

分子生命科学専攻

生命有機情報科学講座

生命構造化学分野	教授	佐々木 誠
分子情報化学分野	教授	有本 博一
活性分子動態分野	教授	山口信次郎
生命素子機能分野	教授	村本 光二

遺伝子システム学講座

分子発生制御分野	教授	経塚 淳子
遺伝子調節分野	教授	十川 和博
情報伝達分子解析分野	教授	水野 健作
分子応答制御分野	教授	草野 友延

生体機能分子科学講座

生体機能分子設計分野	教授	稲葉 謙次
生体機能分子解析分野	教授	高橋 聡
生体機能分子制御分野	教授	稲葉 謙次(兼)
生体機能分子計測分野	教授	高橋 聡(兼)

生命機能科学専攻

細胞機能構築統御学講座

膜輸送機構解析分野	教授	福田 光則
植物細胞壁機能分野	教授	西谷 和彦
発生ダイナミクス分野	教授	杉本亜砂子
器官形成分野	教授	田村 宏治

脳機能解析構築学講座

脳機能遺伝分野	教授	山元 大輔
脳機能解析分野	教授	八尾 寛
脳情報処理分野	教授	飯島 敏夫
神経行動学分野	教授	谷本 拓

海洋生物学講座

発生生物学分野	教授	熊野 岳
海洋生態行動学分野	教授	占部城太郎(兼)

分化制御学講座

腫瘍生物学分野	教授	千葉奈津子
分化再生制御分野	教授	松居 靖久
神経機能制御分野	教授	小椋 利彦

協力教員

遺伝子導入分野	教授	高井 俊行
---------	----	-------

生態システム生命科学専攻

環境遺伝生態学講座

遺伝情報動態分野	教授	津田 雅孝
植物生殖遺伝分野	教授	渡辺 正夫
ゲノム継承システム分野	教授	東谷 篤志
地圏共生遺伝生態分野	教授	南澤 究
宇宙環境適応生態分野	教授	高橋 秀幸

進化生態科学講座

生物多様性進化分野	教授	河田 雅圭
植物生態分野	教授	中静 透
群集生態分野	教授	占部城太郎
機能生態学分野	教授	彦坂 幸毅

植物多様性生物学講座

植物系統分類学分野	教授	牧 雅之
-----------	----	------

保全生物学講座

保全生物学分野	教授	千葉 聡
---------	----	------

ゲノム生態学講座

ゲノム構造機能分野	教授	柴田 大輔(客員)
	教授	長瀬 隆弘(客員)

附属浅虫海洋生物学教育研究センター

センター長 熊野 岳

包括的脳科学研究・教育推進センター

センター長 飯島 敏夫

生態適応センター

センター長 中静 透

事務部

事務長 佐藤 俊男

総務係 教務係 会計係 浅虫事務部

分子生命科学専攻

Department of Biomolecular Sciences

遺伝子科学、生化学、有機化学的アプローチを基盤として、DNA から生物活性分子にまたがるさまざまな機能分子の構造と、高次生命システム内の機能性および生体応答の関係を、多面的かつ系統的に解明するための教育研究をおこなう。本研究科におけるすべての研究の分子基盤を作り、高次生命システムを分子機能から統一的に理解する基礎とする。

生命構造化学分野

キーワード | 海洋天然物、全合成、機能解析



教授
佐々木 誠
Sasaki, Makoto



准教授
不破 春彦
Fuwa, Haruhiko



助教
岩崎 浩太郎
Iwasaki, Kotaro

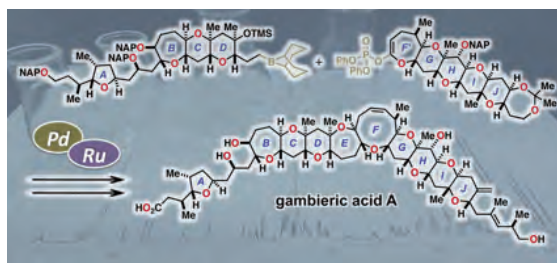


図1 海洋ポリ環状エーテル天然物、ガンビエル酸 A の全合成

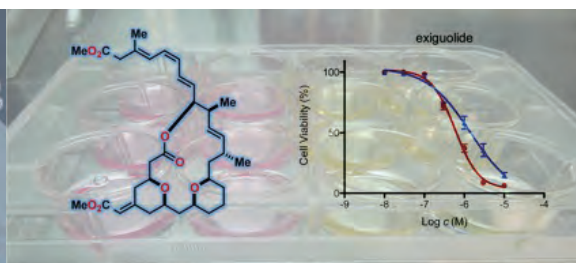


図2 イグジグオリドの化学構造とがん細胞増殖抑制曲線

複雑な構造を有する海洋天然物の実践的全合成と機能解析・制御

海洋生物が生産する二次代謝産物（海洋天然物）の中には、人智を越えた特異な化学構造と強力な生物活性を持つものが数多く見だされている。これら天然物は、有機合成のチャレンジングな標的分子であるだけでなく、新しい医薬品候補化合物や分子レベルでの生命現象解明のためのツール分子として重要な役割を担っている。本分野では、重要な生物活性を示す海洋天然物の合成を通じて、創薬科学・生命科学研究への貢献を目指している。

ガンビエル酸 A の全合成と完全構造決定

有毒渦鞭毛藻 *Gambierdiscus toxicus* が生産するポリ環状エーテル天然物ガンビエル酸類は、複雑な巨大分子構造と強力な抗真菌活性を示すことから注目されている。我々は、独自の合成戦略を駆使してガンビエル酸 A の世界初の全合成を達成することにより、その完全な立体構造の決定に成功した。

イグジグオリド類縁体の合成と生物活性評価

奄美大島で採取された稀少海綿から単離されたマクロリド天然物イグジグオリドの効率的な全合成に成功し、数種のヒト肺がん細胞に対して顕著な抗がん活性を示すことを初めて明らかにした。現在、本天然物の構造最適化と作用機構の解明に向けて研究を展開している。

分子情報化学分野

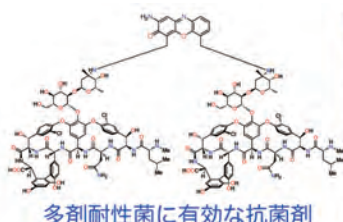
キーワード | ケミカルバイオロジー、有機合成化学、抗菌性化合物、オートファジー



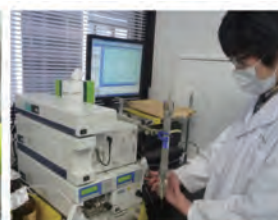
教授
有本 博一
Arimoto, Hirokazu



助教
一刀 かおり
Itto, Kaori



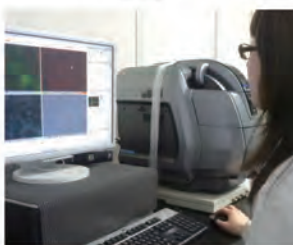
合成実験



HPLCを用いた分析と精製



実験結果のディスカッション



培養細胞を用いるケミカルバイオロジー実験



創薬を見据えたケミカルバイオロジー

社会的ニーズが高いにもかかわらず開発が進まない抗菌薬の創製に独自のアイデアを持って取り組んでいます。合理的な薬剤設計のために相手（細菌）をよく知る必要があります。特にグラム陽性菌細胞壁合成に注目して研究を進めています。

もう一つの研究の柱は、私達の体内で生成するニトロ化合物のケミカルバイオロジーです。感染症など組織が酸化ストレスにさらされると生じる分子で、生体防御に深く関わることから、創薬の種として有望と考えています。合成力を駆使して作成する化学プローブを武器に、ケミカルバイオロジーの手法を適用して、この分子の機能を明らかにします。

有機合成、創薬化学からケミカルバイオロジーまで幅広い領域をカバーする刺激に満ちた研究室です。

多剤耐性菌と闘う

院内感染の原因として最も問題となるのはメチチリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）です。MRSAは多剤耐性であるため治療に用いることができる抗生物質は限られています。

バンコマイシンは、いわばMRSA治療の切り札と言える抗生物質です。バンコマイシンにさえ耐性をしめす耐性菌（VRE, VRSA）は臨床現場の大きな脅威となっています。私達は、バンコマイシンの化学修飾によって耐性菌にも有効な医薬候補化合物の創製を目指しています。

研究室教育の特徴と修了者の活躍

本学農学部を兼任しているため、出身者が2 / 3程度を占めています。他大学卒業者の出身学部は薬学、工学など多様です。基盤となるのは有機化学であり、研究室でもしっかり学びます。一方、研究テーマは細胞生物学や微生物学に関連するものが多く、通常の有機化学研究室とは異なります。博士課程学生の多くは、日本学術振興会特別研究員制度等の金銭的支援を受けています。卒業生は、化学系や製薬系の企業、公的研究機関で活躍しています。

活性分子動態分野

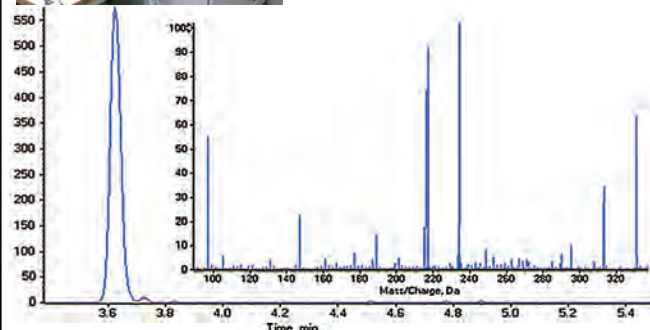
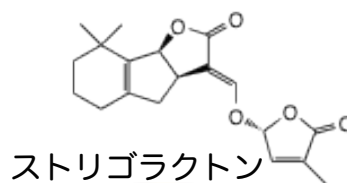
キーワード | 植物ホルモン、生理活性物質、植物成長生理



教授
山口 信次郎
Yamaguchi, Shinjiro



助教
瀬戸 義哉
Seto, Yoshiya



(左)ストリゴラクトンを作ることができない突然変異体は、枝分かれを過剰に形成する。(右)LC-MS/MSによるストリゴラクトンの検出。

植物ホルモンがどのように作られ、どのように働くのかを解明します。

植物ホルモンは、植物の成長や分化に微量で多大な影響を与える活性分子です。当分野では、植物ホルモンを作ることができなったり、植物ホルモンに反応できない突然変異体を化学生物学的視点から解析し、それらのホルモンがどのように作られ（生合成）、どのように働くのか（受容・信号伝達）を明らかにします。これらの研究から、微量な小分子であるホルモンが、環境の変化に応じてどのように植物の成長や形態を制御するのかを明らかにしていきます。

ストリゴラクトンの発見

近年、私たちは「ストリゴラクトン」と呼ばれる新しい植物ホルモンを発見しました。ストリゴラクトンはカロテノイドに由来する物質で、もともと植物の根から分泌されて「植物の養分吸収を助ける共生菌（アーバスキュラー菌根菌）」や逆に「植物に付着して栄養を奪う根寄生植物」とのコミュニケーションに関わることが知られていました。そのような物質が、植物自身の成長や形態をコントロールするホルモンであることが分かってきました。

ストリゴラクトンの生合成と受容体の研究

私たちは、液体クロマトグラフ・質量分析装置（LC-MS/MS）を用いた微量分析技術や、イネとシロイヌナズナの突然変異体を利用して、この新しいホルモンの生合成と作用機構を学んでいます。また、ストリゴラクトンが、環境の変化に応じてどのように植物の成長や形態を調節しているのかを明らかにしたいと考えています。そこから得られた知見をもとに、作物の枝分かれを制御したり、作物を根寄生植物から守るための新しい戦略の開発に挑みます。

生命素子機能分野

キーワード | タンパク質、レクチン、糖鎖



教授
村本 光二
Muramoto, Koji



准教授
小川 智久
Ogawa, Tomohisa

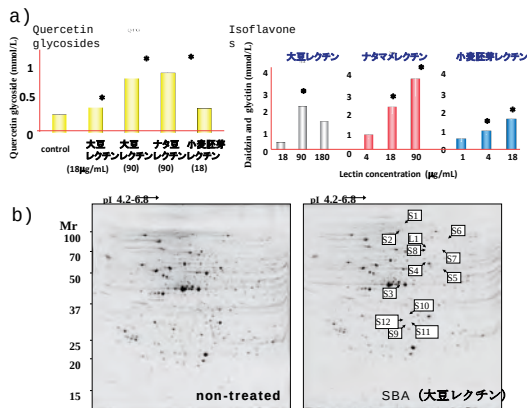


図1 レクチンが食品機能性因子の吸収に与える影響 (a) とプロテオーム解析 (b)

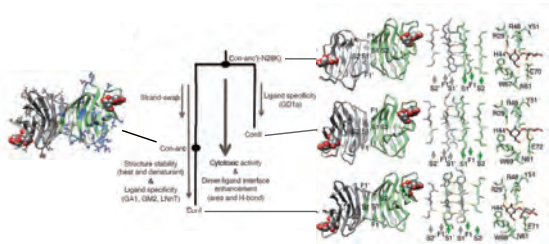


図2 祖先型配列再構築法による魚類ガレクチンの機能、進化解析

タンパク質の構造と機能、およびその進化を解明し、新たな機能を探る

タンパク質は、食品の主要栄養素であるとともに、遺伝子の設計図に基づいて作られる多種多様な構造と機能をもつ、生命の営みに必須な分子である。タンパク質がもつ多様な性質や働きを解き明かすことができれば、人工機能分子としての応用もできる。我われは、糖鎖構造を認識・結合し、生体防御に関わるレクチンを中心に、タンパク質の構造と機能、および進化などに関する研究を多面的におこない、生命現象の解明だけでなく、新たな機能タンパク質の創出を目指している。

レクチンの食品成分としての新規機能性を探る

あらゆる生物に存在して、生体防御や発生・分化に重要な働きをしているレクチンは、食品素材に含まれる生理活性タンパク質でもある。食品成分としてレクチンが活性を保持したまま腸管に到達すれば、小腸上皮細胞や腸内微生物の表面糖鎖との特異的な相互作用を介して、外因性シグナルとして働く。そのシグナルにより腸管の輸送・内分泌・免疫システムが影響を受ける。我われは、腸管吸収におよぼす食品レクチンの影響を培養細胞や実験動物を用いて研究している。

祖先タンパク質を蘇らせて機能を調べる

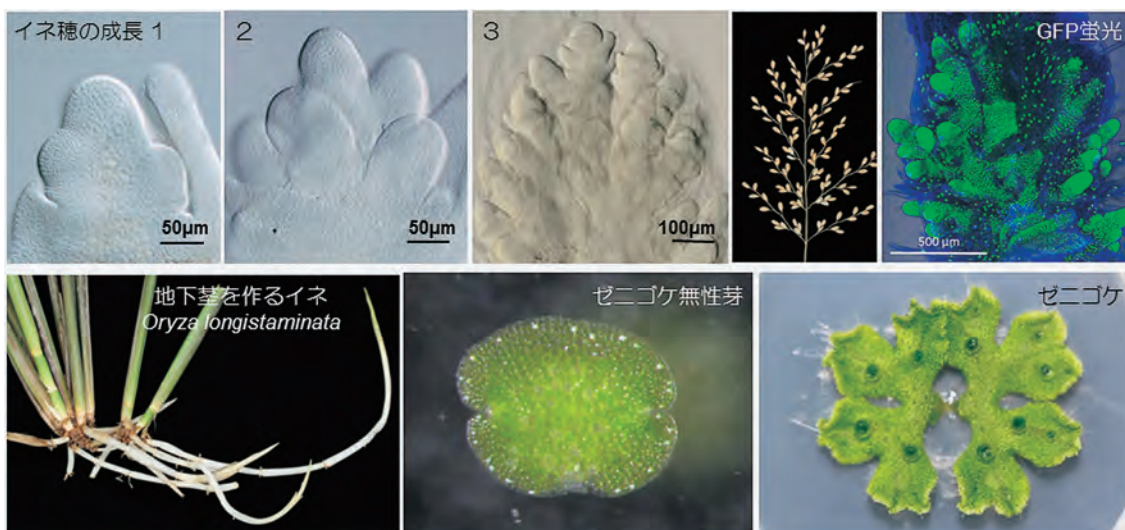
アナゴ体表粘液から単離した2種のガレクチン Con1 および Con2には、加速進化により、構造安定性や糖結合特異性の変化などがもたらされている。これら Con1 と Con2 の祖先配列を系統樹から蘇らせ、祖先型変異体の機能や立体構造解析により、これらがどのように進化してきたのかを明らかにした。この祖先型タンパク質の再構築法 (分子考古学) により、様々なタンパク質の機能や進化の過程を解明しようとしている。

分子発生制御分野

キーワード | 植物のかたちづくり、植物の旺盛な成長を支える分子基盤、環境情報による成長プログラムの制御



教授
経塚 淳子
Keitsuka, Junko



上：イネ穂の成長 枝分かれが分化し穂が作られる（左から右） GFP による遺伝子発現解析 下：地下茎を作るイネ（左）とゼニゴケ（中、右）

植物が環境に適応し、生存に最適な形態を作り上げるしくみを研究しています

私たちは、植物のかたちづくりや旺盛な成長をコントロールするしくみを、イネやゼニゴケを材料として研究しています。研究テーマは、発生過程を制御する遺伝子の細胞内での働きや、他の遺伝子との相互作用を調べ、①植物のかたちづくりを総合的に理解する、②環境に適応して旺盛に成長するために植物が進化させた戦略を理解することのふたつです。私たちの研究は、生物の発生・分化・成長の謎に迫るという点でもおもしろいだけでなく、作物の生産性向上にもつながります。

植物の見かけはどう決まるのか

植物は、季節や個体の成長段階に合わせて成長のプログラムを進行させながら、生涯にわたり形態形成を続けます。成長プログラムが進行するタイミングは、植物の形態、すなわち見かけを決定する大きな要因です。私たちは、発生プログラムが進行するタイミングを決定するしくみを明らかにすることにより、植物の見かけがどのように決まるかを理解できると考えています。

環境に適応した植物のかたちづくり

植物は、外界から得た養分や光合成で得たショ糖を使い、枝葉を繁らせ、蔓を伸ばし、ときに空間を埋め尽くすほど旺盛に繁茂します。得られた資源を効率よく利用して成長を最大にするために、さまざまな工夫をこらし、そのための成長戦略を進化させてきました。私たちは、イネや地下茎を作るイネ科植物、陸上植物進化の基になったゼニゴケを研究材料として、環境が及ぼす情報と遺伝的な形態形成プログラムとのリンクを明らかにしたいと考えています。

遺伝子調節分野

キーワード | 低酸素応答、転写調節、FLIM-FRET 解析



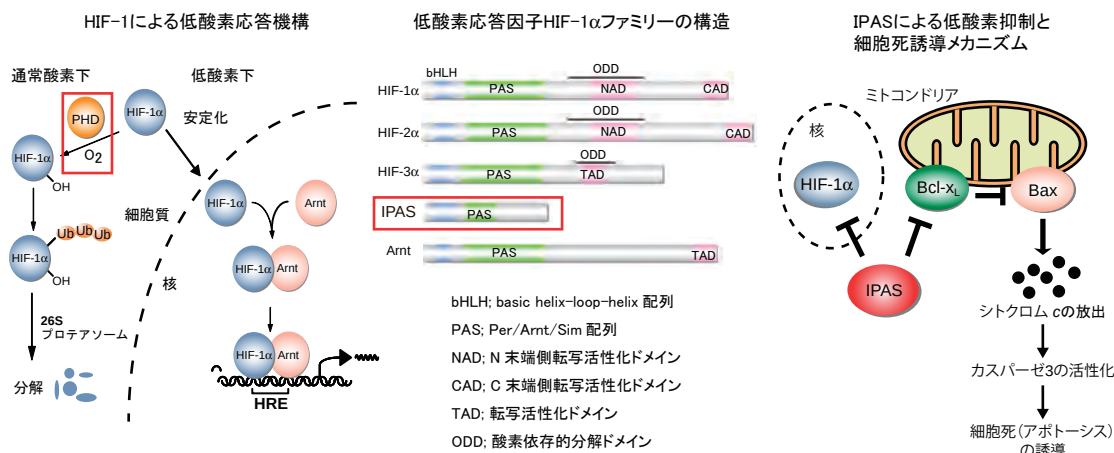
教授
十川 和博
Sogawa, Kazuhiro



准教授
安元 研一
Yasumoto, Ken-ichi



助教
葛西 秋宅
Kasai, Shuya



PHD は HIF-1 α を水酸化して低酸素応答を制御する。HIF-1 α ファミリーの一つの IPAS は低酸素抑制と細胞死誘導の二つの機能を持つ。

ストレス応答に関与する転写因子による遺伝子発現調節機構の解明

当研究室では真核生物の転写調節機構の中で、低酸素や外来異物などのストレスによって活性化する遺伝子の発現調節メカニズムを、分子、細胞、個体レベルで研究しています。特に低酸素応答では HIF-1 α ファミリータンパク質とその水酸化酵素である PHD が重要な働きをします。これらのタンパク質に焦点をあて分子細胞生物学的解析を行っています。さらに単一細胞内でのこれらのタンパク質の相互作用を FLIM-FRET を用いて解析しています。

PHD の結合因子及び基質の同定

プロリン水酸化酵素 PHD は HIF のプロリン残基を酸素濃度依存的に水酸化しプロテアソーム依存的な分解を促進します。そのため PHD の活性は酸素濃度依存的な HIF の調節に重要です。当研究室において PHD と相互作用する因子として統合性ストレス応答に関与する転写因子 ATF4 が見出されました。解析の結果、ATF4 は PHD のプロリン水酸化活性を上昇させることで HIF-1 α の分解を促進し、低酸素応答に抑制的に働くことがわかりました。

IPAS によるアポトーシス誘導の解析

IPAS は HIF-3 α の選択的スプライスバリエーションの一つで、HIF-1 α と核内において結合し HIF-1 の機能を抑制することがわかっていました。当研究室において、IPAS がミトコンドリアに局在し、Bcl-xL 等の抗アポトーシス Bcl-2 ファミリータンパク質と結合することでアポトーシス促進因子として機能することが示されました。さらに FLIM-FRET 解析によって IPAS と Bcl-xL の生細胞内での結合を明らかにしました。

情報伝達分子解析分野

キーワード | シグナル伝達、細胞骨格、細胞運動・増殖・がん化



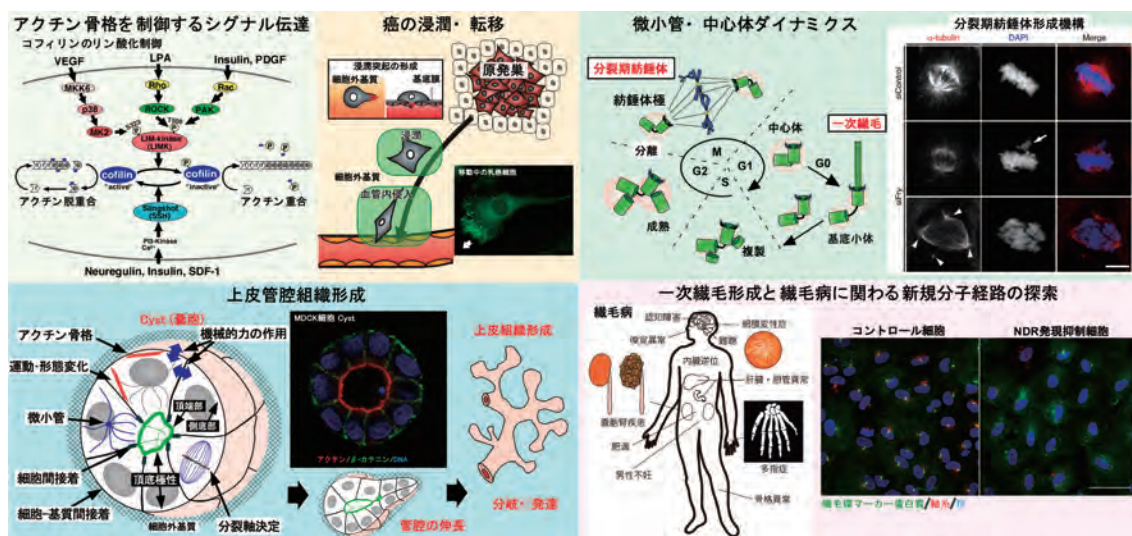
教授
水野 健作
Mizuno, Kensaku



准教授
大橋 一正
Ohashi, Kazumasa



助教
永井 友朗
Nagai, Tomoaki



細胞骨格を制御するシグナル伝達機構の解明を基盤として、癌転移、免疫応答、器官形成、神経回路形成、紡錘体形成、繊毛形成などの分子機構を解明する

細胞の運動、増殖・分化、がん化を制御するシグナル伝達機構

細胞骨格の再構築は、細胞運動、形態形成、分裂、増殖、分泌など細胞の動的活動を支える中心的役割を担っており、細胞癌化、免疫応答、器官形成、神経回路形成などにも深く関与している。本分野では、アクチン骨格や微小管を制御するシグナル伝達機構の解明を基盤として、癌細胞の浸潤・転移、白血球の遊走、神経回路形成、分裂期紡錘体の形成、一次繊毛形成、メカノセンシングなど多くの生理的・病理的現象の分子機構の解明と関連する疾患の理解に向けた研究を進めている。

癌転移、組織形成に関わるシグナル伝達機構

アクチン骨格の再構築は細胞の運動、形態形成、分裂などにおいて必須の役割を果たしている。本分野では、アクチン骨格を制御する新規シグナル伝達経路を解明し、それを基盤として、癌細胞の浸潤・転移、白血球遊走、神経突起伸長、細胞質分裂などの分子機構の解明に取り組んでいる。また、3次元蛍光イメージング技術を駆使して、上皮細胞集団が管腔組織や器官を形成・再生する過程やがん化する過程を観察し、その分子機構の解明を目指している。

一次繊毛形成と繊毛病の発症機構

一次繊毛は細胞外シグナルを受容するセンサーとして機能しており、一次繊毛の形成不全は嚢胞性腎疾患、網膜変性症、多指症、肥満など多様な疾患の原因になることが知られている。本分野では、癌抑制遺伝子として知られる Hippo 経路の下流因子である NDR キナーゼの細胞機能、生理機能の解析を進めており、NDR が細胞増殖抑制シグナル依存的な一次繊毛形成に関与することを見出した。一次繊毛形成と繊毛病発症の分子機構の解明を目指している。

分子応答制御分野

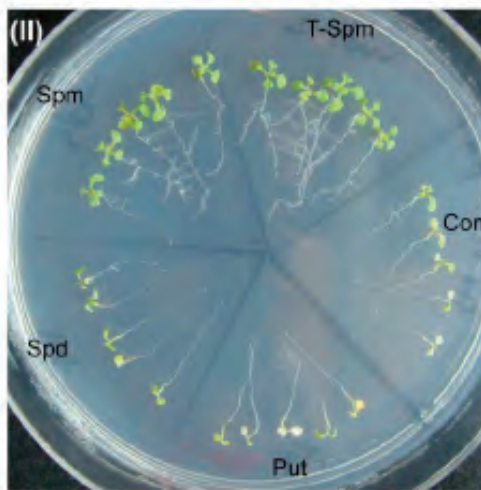
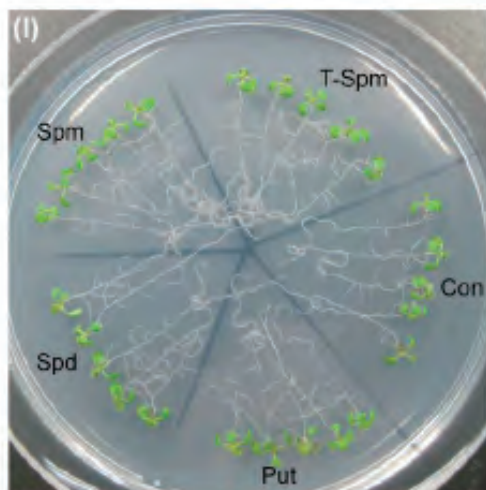
キーワード | ポリアミン、上流 ORF、重金属



教授
草野 友延
Kusano, Tomonobu



助教 (兼)
児島 征司
Kojima, Seiji (C)



スベルミンとサームスベルミンによる熱ショックストレスに対する保護作用

植物の環境ストレス適応—ポリアミンと uORF

植物の主要なポリアミンは、ジアミンのブトレシン、トリアミンのスベルミジン、テトラアミンのスベルミンとサームスベルミンである。ブトレシンそしてスベルミジンを合成できない植物は、胚の段階で致死となることが明らかとなっている。一方、テトラアミン合成遺伝子の両方、欠失した植物体は生活環を全うできることから、通常の生育にテトラアミンは必須ではないと考えられている。植物のテトラアミンの環境ストレス適応における役割を解析している。

進化的に保存された上流 ORF の役割

植物の mRNA の 30% 以上は、5'-leader 領域に open-reading frame (ORF) を持ち、upstream ORF (uORF) と呼ばれている。このうちの約 1% は、植物種を超えて保存されていることから sequence-conserved uORF (SC-uORF) と呼ばれている。環境ストレス誘導性遺伝子に見出された SC-uORF の役割を解析している。

重金属に対する植物の適応

カドミウム、ヒ素そして水銀などは強い毒性を持つことが知られている。これら毒性重金属への植物の適応機構を分子レベルで理解することにより、「ファイトレメデーション技術の確立」、あるいは「安全性の高い作物の作出」に貢献したいと考えている。

生体機能分子設計分野

キーワード | タンパク質品質管理、分子シャペロン、X線結晶構造解析



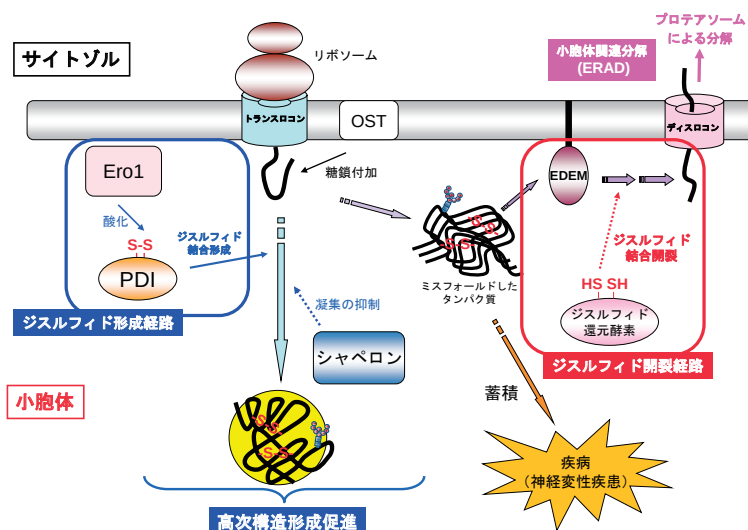
教授
稲葉 謙次
Inaba, Kenji



准教授
門倉 広
Kadokura, Hiroshi



助教
渡部 聡
Watanabe, Satoshi



細胞におけるタンパク質品質管理の仕組み (小胞体の例)

細胞のタンパク質品質管理の仕組みを分子構造レベルで解き明かす

細胞内には、タンパク質の品質を管理するための巧妙な仕組みが備わっています。本研究室では、細胞が備えるタンパク質の高次構造形成補助システムの作用機序を、構造生物学・生化学・プロテオミクス・細胞生物学的手法を駆使し、解明することを目指します。本研究課題を遂行することにより、細胞内で蓄積するミスフォールドタンパク質が引き起こす種々の病態の分子レベルでの成因解明にもつながると期待されます。

ジスルフィド結合形成の仕組み

二つのシステイン間で架橋されるジスルフィド結合は、タンパク質の高次構造形成および機能発現制御において重要な役割を担っています。様々な受容体、免疫グロブリン、血液凝固因子、インスリンなど、我々が生命活動を営む上で重要なタンパク質がジスルフィド結合を有しています。本分野では、細胞のジスルフィド結合形成システムの作用機序と機能的役割を分子構造レベルおよび細胞レベルで詳細に解明します。

構造異常タンパク質の分解除去の仕組み

細胞内には、構造異常の不良品タンパク質を速やかに分解除去するためのシステムも備わっています。このシステムに関して、誤った構造のタンパク質がどのように認識され、分解経路に送り込まれるのかが重要な課題として残っています。本分野では、構造異常タンパク質の分解除去の仕組みについて、分子レベル、細胞レベルの研究を展開します。

生体機能分子解析分野

キーワード | タンパク質フォールディングと機能発現の計測、新規一分子観察方法の開発、タンパク質デザイン方法の探索



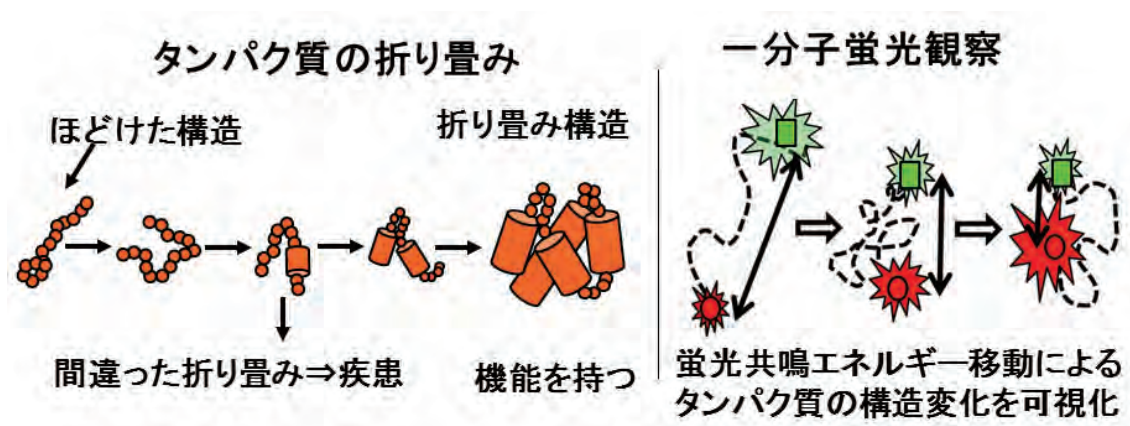
教授
高橋 聡
Takahashi, Satoshi



助教
鎌形 清人
Kamagata, Kiyoto



助教
小井川 浩之
Oikawa, Hiroyuki



タンパク質は、生合成の後にフォールディングして構造を作り、機能を発揮する。フォールディングと機能発現の過程を、新規一分子法により観測する。

タンパク質のフォールディングをキーワードにした生命科学研究

タンパク質は、生命を支える万能の分子であり、生合成の後に特定の構造にフォールディングし、機能を発揮するという特性を持ちます。将来、人工タンパク質を設計するなどの応用を可能にするには、タンパク質がどのようにフォールディングし、機能するのかを理解する必要があります。当研究室では、タンパク質のフォールディング過程の理解、新規デザイン方法の開発、分子シャペロニン GroEL や発ガン制御因子 p53 などの機能解明を目指しています。

タンパク質フォールディングの一分子観察

タンパク質のフォールディング過程は、たくさんの変性した構造の中から、機能を持つ構造が選出される過程ともいえます。この過程を理解するためには、一分子ごとに構造と運動を観測することが必要です。我々の研究室では、そのための新しい実験装置の開発を行い、数十マイクロ秒の時間分解能で、最大数十秒にもわたる一分子観察を可能にしました。開発した装置により、タンパク質の新しい物性が明らかにされています。

タンパク質の機能発現過程の一分子観察

タンパク質が生体内で機能を発揮する際には、さまざまな構造の変化が伴います。この過程を理解する際にも、一分子観察実験は威力を発揮します。当研究室では、膜タンパク質である MsbA の揺らぎ運動、分子シャペロンである GroEL と基質タンパク質の相互作用計測、発ガン制御因子 p53 が DNA を走査する過程の観察などの研究を進めています。

生体機能分子制御分野

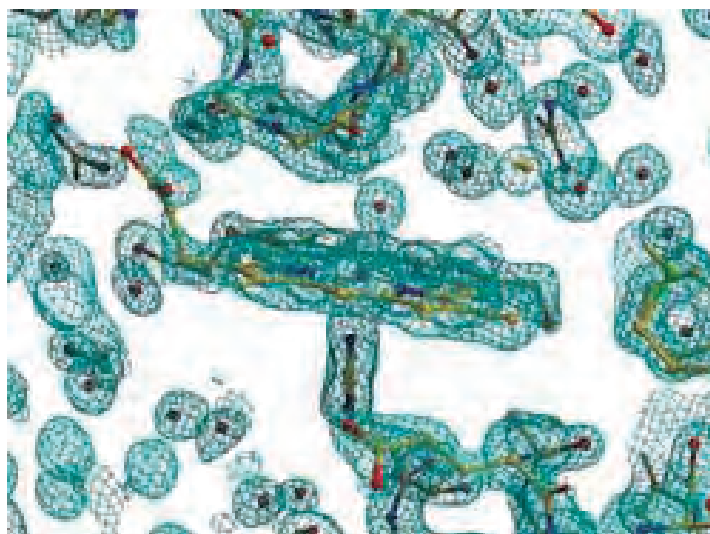
キーワード | タンパク質工学、構造生物学、生体金属科学



教授 (兼)
稲葉 謙次
Inaba, Kenji (C)



准教授
松井 敏高
Matsui, Toshitaka



ジフテリア菌ヘムオキシゲナーゼ活性部位周辺の結晶構造と電子密度図

タンパク質の構造と機能

生体内には様々なタンパク質があり、それぞれの役割を担っている。それら機能の発現にはタンパク質の構造が関係している。当分野では、タンパク質工学・反応解析・各種分光学的手法・X線結晶解析など多角的なアプローチによって、タンパク質の構造と機能の関連を原子レベルで明らかにする研究を行なっている。

ヘムオキシゲナーゼの反応機構

ヘムタンパク質は、ヘムという共通の補欠分子族を含みますが、ホストになるタンパク質によって、小分子の輸送、電子伝達、酸化還元、分子センサーなど様々な機能を持ち、生体内で重要な役割を担っています。私たちは、ヘムを分解し一酸化炭素を合成するヘムオキシゲナーゼの酵素反応機構の研究や、生体内のヘム濃度を感知してヘムオキシゲナーゼの発現を制御する転写抑制因子 Bach1 のヘムセンシング機構の研究等を進めています。

グルタミン酸受容体の構造解析

神経伝達を担うグルタミン酸受容体の原子レベル構造解析と、受容体のサブタイプを選択的に制御する薬剤の開発を行っています。

生体機能分子計測分野

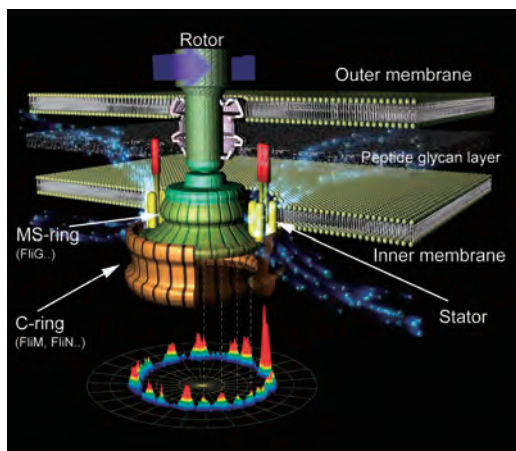
キーワード | モータータンパク、バクテリアべん毛モーター、アクトミオシン



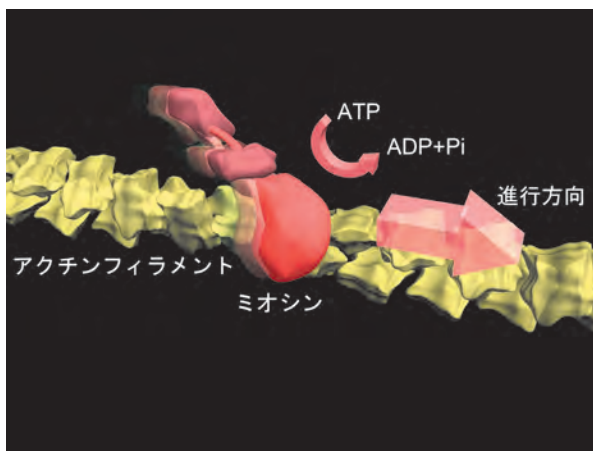
教授(兼)
高橋 聡
Takahashi, Satoshi (C)



助教
井上 裕一
Inoue, Yuichi



バクテリアべん毛モーター



アクトミオシン

光学顕微鏡を基本とした生体機能の1分子レベルでの解明

新しい計測システムの開発を行い、生体分子の動作原理、情報伝達機構の解明を目指しています。主に、バクテリアべん毛モーターの回転運動や情報伝達の1分子計測・イメージングを行っています。レーザートラップやカーボンナノチューブを用いた計測系開発も行っています。素人でも独自の顕微鏡で初めて微生物の世界を発見したレーベンフックのように、基礎から学び、自分なりの工夫を重ねることで、未知の領域を切り開くことができます。

バクテリアべん毛モーターの回転機構の解明

べん毛モーターは直径40nmという非常に小さなモーターで、生体内でも非常に珍しい回転モーターです。しかし、その回転メカニズムは未だに明らかにされていません。我々は1分子のモーター回転を高感度で計測することにより、その素過程を明らかにしようと試んでいます。また、微小水流チップやカーボンナノチューブを用いた新しい局所温度制御システムを開発し、モーターや細胞の生きた活性をリアルタイムで高速に操作することにより、動作メカニズムの解明を目指しています。

バクテリア情報伝達機構の解明

バクテリアのような小さい生物の細胞内では、物質、情報の伝達はタンパク質などの物質の拡散で行われていると言われています。しかし、その詳細は未だにわかっておりません。我々は複数のべん毛モーターの回転の様子を同時に計測し、情報伝達の結果であるモーターの回転方向の転換は、複数のモーター間で協同性があり、さらにサブ秒オーダーの時間遅れが生じていることを初めて明らかにしました。このことはレセプターからの情報が細胞内を波状に伝わることを示唆しています。

生命機能科学専攻

Department of Developmental Biology and Neurosciences

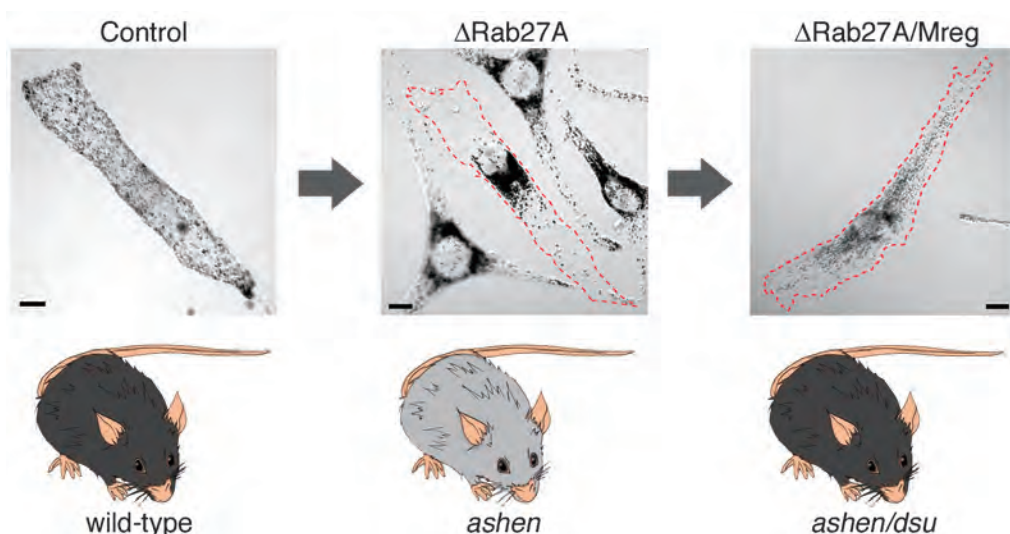
細胞の各種機能が制御されつつ発揮される機構を解明し、高次生命システムとしての多様な多細胞体が形成される機構を研究する。さらに高次生命体に発達した情報の統合的処理を実現する脳の機能や、その形成機構を解明する。

膜輸送機構解析分野

キーワード | 細胞内小胞輸送、メラニン色素、神経回路網形成



教授
福田 光則
Fukuda, Mitsunori



メラノソーム輸送の異常とマウスの毛色の変異。Rab27A を欠損し、メラノソームを正しく輸送できない *ashen* マウスでは灰色の毛色になります。

細胞内で起こる様々な小胞輸送の仕組みを分子レベルで理解する！

生命の基本単位である細胞は、膜で包まれた様々なオルガネラにより構成されています。これらのオルガネラは独自の機能を持ちますが決して独立した存在ではなく、『小胞輸送』を介して頻繁に情報交換を行っています。適切な膜交通が損なわれるとヒトは様々な病気を発症することから、小胞輸送の仕組み解明は重要な研究課題の一つです。小胞輸送を円滑に行うためには交通整理人の存在が重要で、私達分野では交通整理人役の蛋白質の役割を明らかにすることを目指しています。

肌や髪の毛の暗色化制御の仕組み解明

私達の肌や髪の毛の色の源であるメラニン色素は、メラノサイトと呼ばれる特殊な細胞で合成され、メラノソームと呼ばれる小胞に貯蔵されています。メラノソームはメラノサイトの細胞内を輸送され、肌や髪の毛を作る細胞へと受け渡されます。私達分野では、低分子量 G 蛋白質 Rab と呼ばれる輸送制御因子に焦点を当て、メラノソーム輸送の仕組み解明や肌・毛髪の暗色化制御に取り組んでいます。

脳機能を支える神経回路網形成の仕組み解明

私達の高次脳機能を司る神経回路網の形成・維持には、細胞体から軸索や樹状突起方向への物質の供給が不可欠です。この供給には小胞輸送が重要な役割を担っていますが、その仕組みは未だ十分に解明されていません。私達分野では、神経突起伸長や軸索・樹状突起の形態形成、さらにはシナプスの形成において特異的に機能する Rab 分子を世界に先駆けて同定しており、神経回路網の形成に必要な小胞輸送の仕組みを分子レベルで理解することを目指しています。

植物細胞壁機能分野

キーワード | 植物細胞壁の情報処理システム・分子解剖 (分子遺伝学・細胞生物学)・循環型炭素資源



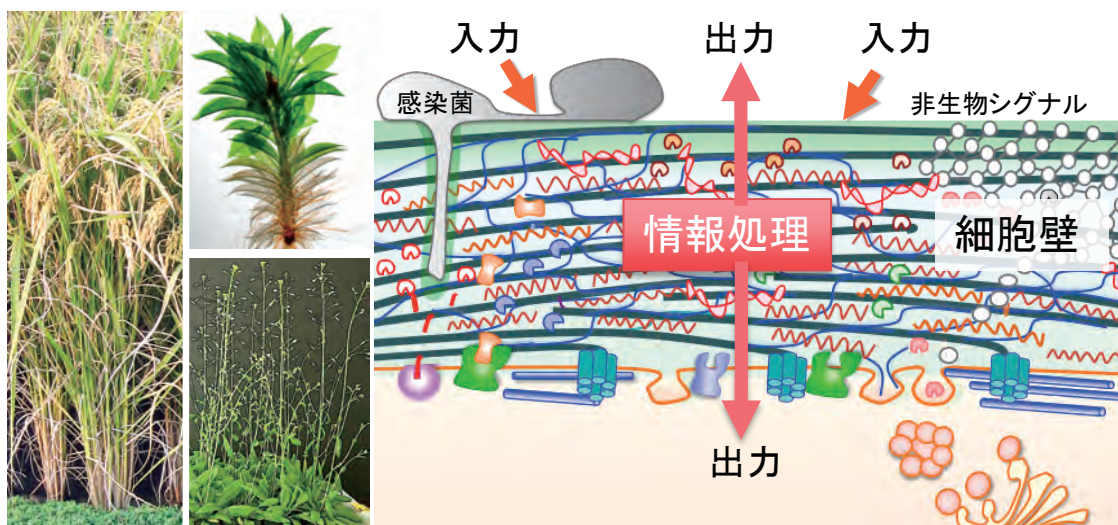
教授
西谷 和彦
Nishitani, Kazuhiko



講師
横山 隆亮
Yokoyama, Ryusuke



助教
黒羽 剛
Kuroha Takeshi



植物細胞壁の情報処理システム。感染菌などの生物信号や接触刺激などの非生物信号は細胞壁内で情報処理された後、生物反応として出力される。

植物細胞壁の情報処理機能を遺伝子・蛋白質・糖質のレベルで解明する

植物細胞壁は、細胞の形を決めるだけでなく、細胞内外の信号を受信し、それらの信号を処理・統御する高次機能を持つことが分かり、その分子解剖が俄に注目を集めるようになってきました。私たちは20年前に植物細胞壁の高次機能の基盤となるXTHという酵素を発見しました。現在、このXTHを足がかりとして、植物細胞壁の高次機能を解析しています。この研究により、脳神経系を持たない植物が、高次情報処理能力を発揮する分子のしくみを解明したいと考えています。

植物細胞壁の情報処理システム

植物は、各細胞の自律的な応答性に基づく分散型の情報処理により個体全体を統御する仕組みを進化させてきました。この仕組みは、発生制御や環境への応答、植物免疫反応など、陸上植物の高次機能の基盤となるものですが、その分子過程は未解明なままでした。私たちはこれらの現象が植物細胞壁の高次機能による点に着目して、平成24年度に新学術領域研究「植物細胞壁の情報処理システム」によりコンソーシアムを組織し、包括的な研究を進めています。

循環型炭素資源としての植物細胞壁

植物細胞壁は、基礎科学としての重要性以外に、陸上で唯一最大の循環型炭素資源としても注目されています。特に、今世紀に入ってから、代替エネルギーや炭素資源として、その利用技術革新が脚光を浴びようになり、環境科学やエネルギー工学などの分野でも、植物細胞壁の次世代型の革新的な利用技術が喫緊の課題となっています。植物細胞壁の機能や構築に関する基礎研究は、いずれは、利用技術の革新に資するものと期待されています。

発生ダイナミクス分野

キーワード | 分子細胞生物学、発生遺伝学、生体イメージング



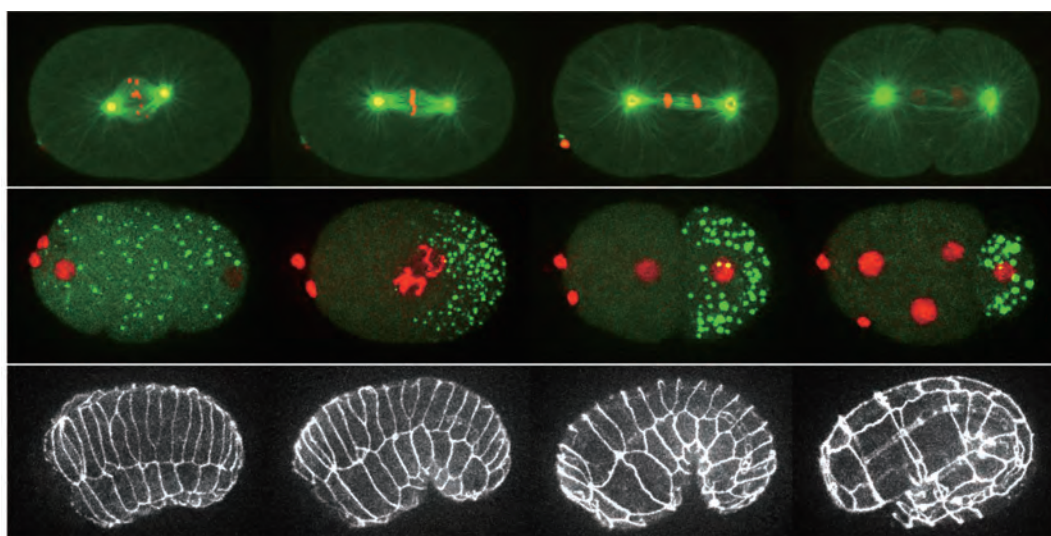
教授
杉本 亜砂子
Sugimoto, Asako



助教
久保田 幸彦
Kubota, Yukihiro



助教 (兼)
丹羽 伸介
Niwa, Shinsuke (C)



線虫胚のライブイメージング画像。上段：紡錘体(緑)・中心体(黄)・染色体(赤)、中段：生殖顆粒(緑)と染色体(赤)、下段：表皮細胞の形態変化

受精卵から動物個体ができるまで

細胞は分裂・変形・移動を繰り返しながら生物個体の複雑なかたちを作り上げていく。こうしたダイナミックな細胞の変化はどのような分子メカニズムで制御されているのだろうか。当研究分野ではこの疑問に答えるべく、細胞数が約千個と少なく、ゲノム情報が蓄積している線虫 *C. elegans* を用いて研究を進めている。高度な顕微鏡観察技術と遺伝子機能改変技術を駆使することで、細胞分裂・細胞極性形成・形態形成などの個体発生の基盤となる現象の解析を進めている。

細胞内の分子の動態

細胞が分裂する際には、紡錘体が形成され、複製された染色体を娘細胞に正確に分配する。生じた二つの娘細胞が異なる運命をたどることで、細胞の多様性が生み出される。これらの現象を引き起こすためには細胞内のタンパク質の挙動が時間的・空間的に厳密に制御されていなければならない。現在は、紡錘体を構成する微小管や、生殖細胞系列に特異的に分配される生殖顆粒に着目して、その動態制御メカニズムを線虫の初期胚を用いて解析している。

生物個体における細胞集団の動態

胚発生後期においては、増殖した細胞が多様な細胞種に分化して組織や器官が形成され、動物個体のかたちが作られていく。この時期には細胞集団は秩序だって変形・移動することが必要である。私たちは形態形成期の表皮細胞に着目し、細胞集団の協調的な動態を制御する分子メカニズムの解析を行なっている。高分解能3次元ライブイメージングや RNAi・変異体を用いた分子遺伝学的解析に加え、生化学や情報科学的手法も使い、多角的に研究を進めている。

器官形成分野

キーワード | 四肢発生、四肢再生、四肢形態多様性



教授
田村 宏治
Tamura, Koji



助教
阿部 玄武
Abe, Gembu

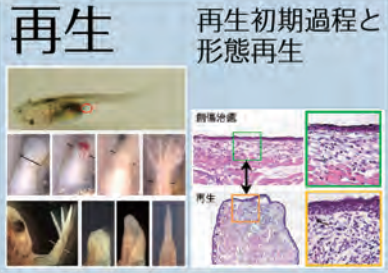
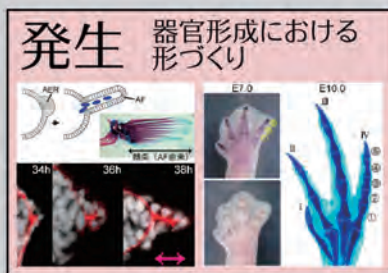


助教(兼)
齋藤 大介
Saito, Daisuke (C)

動物の形づくりの発生メカニズム

— 生き物のもつ機能的な「かたち」はどのようにつくられるのか? —

器官形成



わたしたちの研究が目指すもの(器官形成としての四肢形態形成)

脊椎動物の付属肢を題材とした動物の形づくりのメカニズム

発生過程で、脊椎動物の「胚」は自身の体に様々な形を作り出します。動物の外部形態も内部構造の形も、すべて発生の過程において胚に内在するプログラムによって作られるのです。さらにこれらの形は有機的に組み合わせ、それぞれの器官に適切な機能を与えています。わたしたちはこの形作りの発生プログラムがどのようなメカニズムで動き、それぞれの器官に固有の機能的な「かたち」をつくるのか、を中心のテーマに据えて、脊椎動物付属肢(四肢と鰭)をモデルに様々なアプローチから研究をしています。

四肢の再生

イモリなどの有尾両生類は、切断された四肢を元通りに再生できます。無尾両生類であるアフリカツメガエルも、幼生の頃には肢を完全に再生できます。しかし、変態後の成体はスパイクと呼ばれる不完全な構造しか再生できません。完全な肢が再生できなくなる原因を探ることを通して、形態的・機能的に完全な肢の再生に必要な能力とは何かを明らかにし、さらに、ヒトなどの哺乳類がごく低い再生能力しか持たない原因にも迫りたいと考えています。

四肢形態の多様性

四肢は魚類の対鰭(胸鰭と腹鰭)から進化した、さらにその後の進化過程で生態に応じて様々な形をもつようになりました。鳥の前肢は空を飛ぶための翼となり、カエルの後肢は跳躍のために特殊化しています。鳥の四肢はその祖先である恐竜と多くの特徴を共有しています。四肢形態を作り出す基本的な発生メカニズムは共通ですが、この共通発生メカニズムをどのように変形することによって多様な形態が作られるかを、明らかにしたいと考えています。

脳機能遺伝分野

キーワード | 動物行動、神経回路、遺伝子



教授
山元 大輔
Yamamoto, Daisuke



准教授
小金澤 雅之
Koganesawa, Masayuki



助教
佐藤 耕世
Sato, Kosei



図1: キイロショウジョウバエのサトリ突然変異体の雄同士が求愛して輪になったところ。

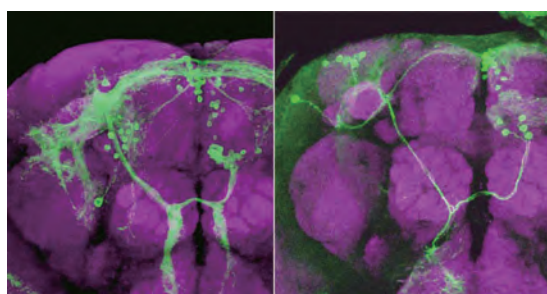


図2: サトリ変異の原因遺伝子が作り出す神経細胞 (mAL と呼ばれる介在ニューロン群) の性差 (左が雄、右が雌)。

動物の不思議な行動の謎を遺伝子と脳から解き明かす

動物たちの行動は多様です。行動の多彩さに驚嘆させられる一方で、そこには個体が違っていても共通した振る舞いが多い点にも気が付くでしょう。そうした個体間に共通する行動パターンは種ごとに違っているのが普通です。これは多くの本能行動の特徴で、ゲノムに書き込まれた遺伝情報に従って環境の影響下に脳の回路が作られ、行動となって表れることを反映しているのでしょう。ゲノムから脳、そして行動が生み出される仕組みの解明、これが私たちの目標です。

雌雄の脳の違いを生み出す仕組みの解明

キイロショウジョウバエのサトリ突然変異体は、フルートレスという名の遺伝子が働かなくなった結果、雄同士が求愛するものです。この遺伝子は脳の約2千個の細胞で働いていて、これらの数や形を雌雄で違ったものに作り上げます。変異体では雄の細胞が雌様に変化します。その分子機構の解明を目指しています。

求愛するための脳内神経回路の解明

フルートレス遺伝子の働いている2千個の細胞のうち、特定のわずか数個を人工的に興奮させると、それだけで求愛が引き起こされます。そうした細胞をすべて特定し、求愛のための神経ネットワークの全貌を解明します。また、別種では回路のどこがどう違っているのかを突き止める研究を行います。

脳機能解析分野

キーワード | オプトジェネティクス (光遺伝学)、脳・神経系の機能構築、シナプス発達と可塑性



教授
八尾 寛
Yawo, Hiromu



講師
石塚 徹
Ishizuka, Toru



脳・神経系における情報の機能的な流れおよびその発達と可塑性を、チャンネルロドプシンや蛍光タンパク質の遺伝子工学と光を駆使して解明します。

脳・神経系の機能構築の謎に光を当てる

脳は生命の生み出した奇跡の一つであり、大きな謎に満ちている。脳の働きは多様で複雑だが、無秩序ではなく、ある基本原理があるに違いない。本分野では、神経細胞のネットワークに注目し、ネットワークの結合が「環境」や「経験」により変動するメカニズムを「分子」「細胞」「個体」のレベルで解明することを目指している。基礎研究のみならず遺伝子工学、オプティクス、イメージングなどを応用し、光を用いて生体と情報をやりとりする応用研究を展開している。

ネットワークのオプトジェネティクス研究

チャンネルロドプシンの構造—機能関連研究をもとに、オプトジェネティクス分子ツール、発現システム、光学系の開発を総合的に進めている。これまでに創出した分子ツール、トランスジェニック動物、多点並列光刺激システムは、国内外の多くのラボで使われている。また、これらと脳機能イメージング技術を組み合わせ、「海馬ネットワークの機能構築とその可塑性」「触覚パターン情報統合とその可塑性」の研究などを展開している。

発達期シナプス構築メカニズムの光解析

中枢および末梢神経系におけるシナプス形成の発達期では、いったん過剰に作られたシナプスが選択され、適正な数に調整される（シナプス除去・軸索刈込み）。これらのプロセスは、シナプス前ニューロンとその標的細胞の情報伝達を精密に制御する上で重要である。ニワトリ胚毛様体神経節のカリックスシナプスをモデルに、電気穿孔遺伝子操作法を駆使して、そのメカニズムを分子レベルで解明する。また、オプトジェネティクスにより、機能発達を解明する。

脳情報処理分野

キーワード | 高次脳機能・機能的構造・神経生理学



教授
飯島 敏夫
Iijima, Toshio



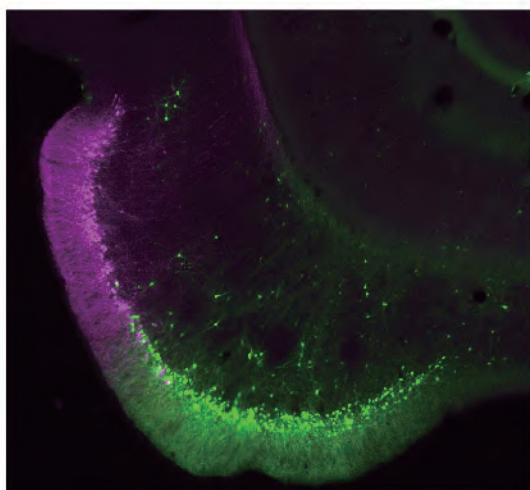
准教授
筒井 健一郎
Tsutsui, Ken-ichiro



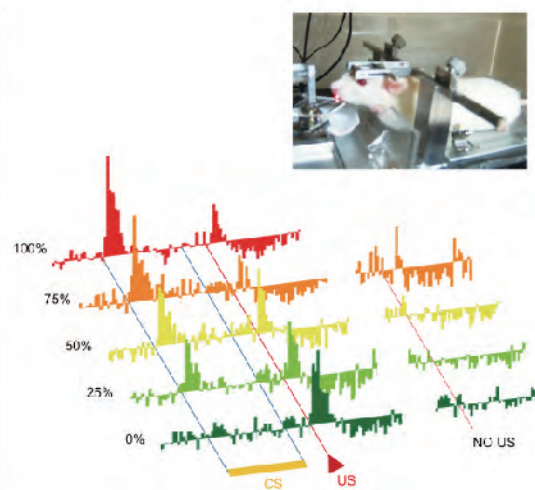
助教
大原 慎也
Ohara, Shinya



助教(兼)
石井 宏憲
Ishii, Hironori (C)



左)「脳のつくり」の解析: ウィルスベクターを使った二重染色による神経回路解析



右)「脳の動態」の解析: 課題遂行中のラット線条体からのシングルニューロン活動記録

脳の機能的構造の解明

認識し、判断し、行動を指令する脳。脳は、極めて優れた情報処理層であると同時に、「心」の実態をなすものと考えられる。これら脳の高次機能の理解は21世紀科学の中心課題の一つである。我々は、脳の動作原理を解明するためには、その「機能的構造 (functional architecture)」を理解することが重要だと考えており、生理学的アプローチによって、脳の高次機能のシステムの理解を目指して、「脳のつくり」と「脳の動態」という二つの側面から研究している。

「脳のつくり」の理解

高次脳機能を実現する脳のつくりをマルチスケールに研究する。すなわち細胞、神経回路、脳領域間のネットワークなど、広範な観点から解析している。そのため、プラスミドベクターやウィルスベクターを用いた神経回路選択的なトレーシング法による神経回路の可視化など、最先端手法を自ら開発し、研究に用いている。

「脳の動態」の理解

マルチニューロン活動記録や神経回路選択的な機能イメージング、経頭蓋磁気刺激法、fMRI などを用いて脳の動態を記録・解析し、ニューロンによる情報表現や、神経回路レベルの情報処理、異なる脳領域間の協働現象などについて研究を行っている。それにより高次脳機能を実現している実体を、系統的に理解することを目指している。

神経行動学分野

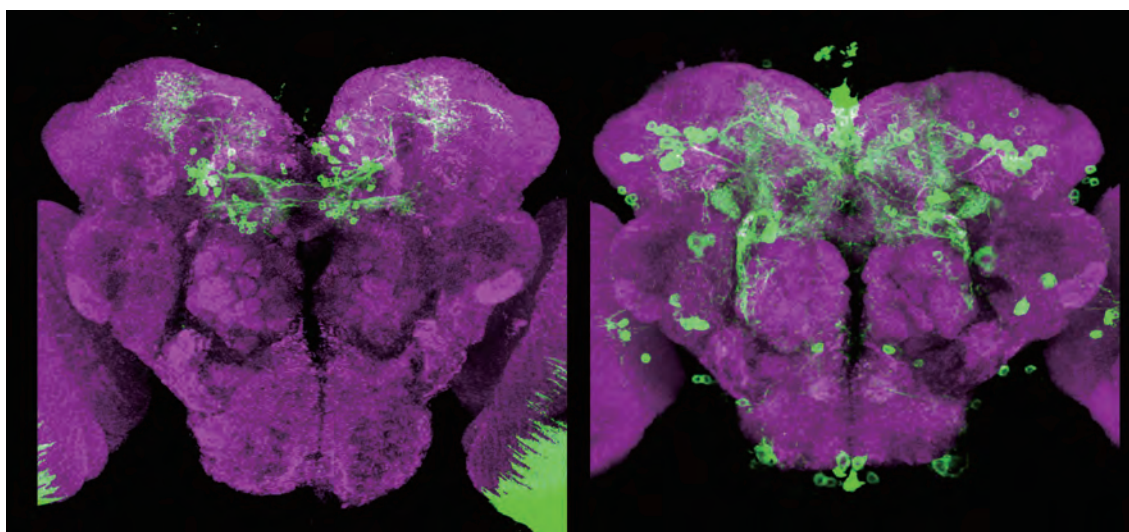
キーワード | 感覚処理・記憶学習の神経基盤、行動解析、神経解剖学



教授
谷本 拓
Tanimoto, Hiromu



助教
山方 恒宏
Yamagata, Nobuhiro



報酬(左)と罰(右)を伝達するドーパミン神経を GFP で標識したハエの脳。単一神経の微細な末端まで標識でき、投射様式を脳全体で解析できる。

記憶の神経回路基盤

当研究分野は、細胞の機能操作が容易であるショウジョウバエを使って、記憶・学習を司る神経回路メカニズムを研究しています。遺伝学的手法を用いて脳内の特定細胞を非侵襲的に操作し、その行動における影響を評価することにより、記憶形成、保持のメカニズムを探ります。このため、新たな行動解析技術の開発、遺伝学的操作の応用、単一細胞レベルでの細胞形態の解析を行なっています。

特定の脳細胞を一時的に活性化、または抑制することで、操作をした神経細胞の連合学習における機能を探ります。行動実験による結果と神経細胞の形態と接続様式を解析することで、回路メカニズムを理解することを目指します。学習時には報酬または罰により、正・負の記憶が形成されます。これらの異なる記憶の駆動力である報酬・罰を伝達する回路を中心に、記憶形成の細胞メカニズムを探ります。

Liu C, Placais PY, Yamagata N, Pfeiffer BD, Aso Y, Friedrich AB, Siwanowicz I, Rubin GM, Preat T, Tanimoto H (2012). A subset of dopamine neurons signals reward for odour memory in *Drosophila*. *Nature* 488: 512-6

Aso Y, Herb A, Ogueta M, Siwanowicz I, Friedrich AB, Templier T, Ito K,

Scholz H, Tanimoto H (2012). Three dopamine pathways induce aversive odor memories with different stability. *PLoS Genetics* 8:e1002768

われわれは僅かな光の波長の差を「異なる色」と認識できます。ショウジョウバエの嗅覚・視覚連合学習系を応用し、色や匂いなどの感覚刺激がどのように脳内で処理され、識別されるのかを研究しています。また、学習実験の報酬や罰として使われる砂糖や電気ショックがどのように検出され、報酬・罰を伝達するのは不明です。ここでも細胞特異的な機能操作を行うことで、感覚受容とそれを処理する神経回路を明らかにすることを目指しています。

Schnaitmann C, Garbers C, Wachtler T, Tanimoto H (2013). Color discrimination with broadband photoreceptors. *Curr Biol* 23:2375-2382

発生生物学分野

キーワード | 海産動物、卵成熟と受精、胚発生



教授
熊野 岳
Kumano, Gaku



准教授
経塚 啓一郎
Kyoizuka, Keiichi



准教授
美濃川 拓哉
Minokawa, Takuya



助教
中本 章貴
Nakamoto, Ayaki



本分野は浅虫海洋生物学教育研究センター（左）で研究しています。研究対象はセンター周辺の海に産する多様な動物たち（右）です。

海産動物の卵成熟・受精・初期発生・形態形成のメカニズムと進化を探る。

すべての動物の共通祖先は海洋にうまれました。その後、動物の進化史の大部分は海洋を舞台として展開されてきました。その結果、現在でも海産動物は豊かな多様性を維持しています。本分野では浅虫海洋生物学教育研究センターの周辺に生息する多様な海産動物を研究対象として、卵成熟、受精、初期発生、形態形成等のさまざまな個体発生現象のメカニズムを研究しています。また、様々な動物の発生メカニズムの比較研究から、動物の多様性の起源と進化についても研究しています。

胚発生機構の分子細胞生物学

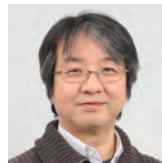
初期発生過程では、分裂による細胞数の増加と並行して、細胞タイプの多様化が起こります。また、細胞の運動により体が独特な形を作ります。我々は、ホヤやウニなどの海産無脊椎動物を用いて、このドラマティックな過程の本質を理解するために研究を行っています。具体的には、ホヤ・ウニ胚で生殖細胞ができる仕組み、ウニ胚で骨格の基となる細胞ができる仕組み、ホヤ胚で尾ができる仕組みに注目しています。また、これらの進化機構にも着目しています。

卵成熟と受精機構の分子細胞生物学

生殖は生物の示すもっとも基本的な現象の一つであり、多くの生物では受精により生殖が行われます。受精現象は種によって多様ですが、そのメカニズムには共通性がみられます。さまざまな海産動物の受精機構にみられる共通性と多様性について、細胞及び分子レベルの両面から検討することで、受精機構の本質を解析しています。具体的には、卵成熟機構、精子侵入機構、受精時の卵活性化機構、特に卵活性化に果たす細胞内シグナル伝達系に注目しています。

海洋生態行動学分野

キーワード | 海洋生態学・行動学・底生動物



教授(兼)
占部 城太郎
Urabe, Jotaro (C)



助教
武田 哲
Takeda, Satoshi



陸奥湾の岩礫性潮間帯。下から海藻・ムラサキイガイ・ムラサキインコガイ・イワフジツボの帯状分布。他の生物が棲み込み、よい研究対象となる

動物社会の成り立ちを生態学および行動学的に解明する

生命が誕生し、進化の舞台となった海には現在も多様な生物が住んでいる。彼らが織りなす複雑な生物間相互作用は更なる多様性を生み出している。当分野の所在地、陸奥湾には対馬暖流と寒流(親潮)が流れ込み、複雑な生物相を成している。これらの生物を対象に、環境、特に海流や潮汐リズムと生態分布、共生や被食―捕食などの生物間相互作用の解析をとおして、生物の適応放散や種分化などについて研究を進めている。

動物の行動から生物多様性の創出をさぐる

生物多様性創出の要因となる生物間相互作用の研究は生物学のメインテーマの1つである。転石海岸の潮間帯で見られる巻貝の外套腔内には、扁形動物の1種カイヤドリヒラムシが住んでいる。彼らの利用様式と、巻貝の形態および生態的特性を解明し、カイヤドリヒラムシが寄生生活という特異な習性を獲得した過程を明らかにしている。他にもシロナマコガニと宿主シロナマコ、キクスズメガイと宿主巻貝などの共生関係から種分化機構を研究している。

黒潮と親潮が会える津軽海峡

海流は沿岸生態系や海洋生物の分布に多大な影響を及ぼす。日本海を北上してきた黒潮の支流、対馬暖流は不規則な潮汐リズムを持ち、津軽海峡を西から東に流れ、太平洋へと抜けてゆく。津軽海峡の太平洋側は寒流である親潮に直接洗われるので、津軽海峡では約100kmという短い距離の中で暖流から寒流へと移行することになる。このような地理的特性を背景に、海流および潮汐リズムが海洋生物の分布に及ぼす影響を解析している。

腫瘍生物学分野

キーワード | がん抑制遺伝子、細胞分裂制御、DNA 修復



教授
千葉 奈津子
Chiba, Natsuko

BRCA1の機能の破綻による発がん

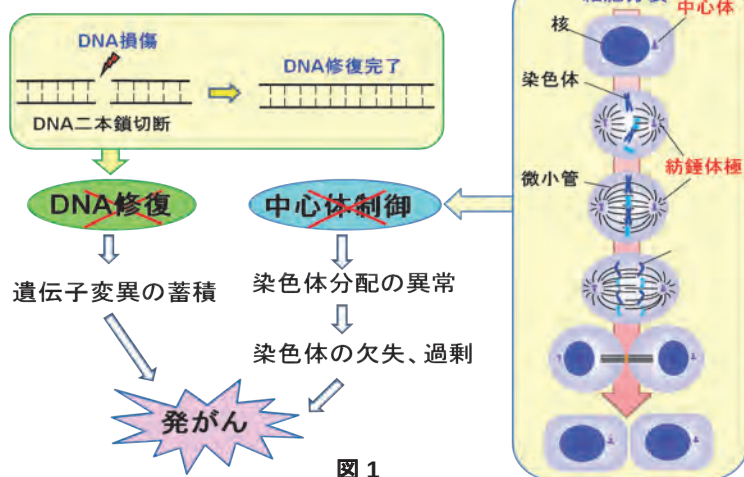


図 1

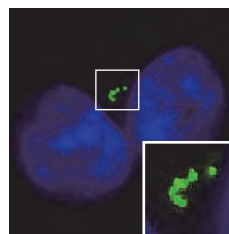


図 2

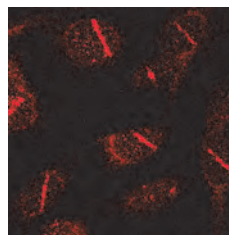


図 3

図 1. BRCA1の機能の破綻による発がん。

図 2. OLA1の発現抑制による中心体と核の増加。図 3. DNA 損傷部位への BRCA1 の集積。

がん抑制遺伝子産物の機能の破綻による発がんメカニズムの解明

がん遺伝子、がん抑制遺伝子の遺伝子変異の蓄積が、がんを引き起こし、さらにはその悪性度を高める。家族性乳がん原因遺伝子 BRCA1 は、その生殖細胞系変異により、乳がんや卵巣がんを引き起こすががん抑制遺伝子である。その遺伝子産物 BRCA1 は、DNA 修復、中心体制御、転写制御、クロマチンリモデリングに関与するとされているが、我々は、特に、そのがん抑制能に重要と考えられる、中心体制御能、DNA 修復能について研究を行っている。

中心体制御機構の破綻による発がん

中心体は、分裂期に紡錘体極として機能し、染色体の均等な分配において重要な機能を果たし、この機能の破綻は、染色体の欠失や過剰をもたらす、遺伝子異常の原因となる。最近、我々は新規 BRCA1 結合分子 OLA1 を同定し、そのがん由来の変異体の中心体制御能に異常があることを明らかにし、OLA1 が新たながん関連分子であることを示した。現在は、OLA1 とその関連分子の中心体制御機構をさらに詳細に解明するために、解析を進めている。

DNA 修復能の破綻による発がん

DNA は活性酸素などの内的要因や放射線や化学物質などの外的要因によって、絶え間なく損傷をうけており、DNA 修復能の破綻は、遺伝子変異の蓄積を起こす。我々はさまざまな DNA 損傷に対する BRCA1 の分子応答を解析している。近年は、DNA 修復能の異常の有無が抗がん剤感受性に関与することも注目されており、これらの研究を進展させることで、BRCA1 やその関連分子を標的とした診断法や治療法の開発のための分子基盤の確立をめざしている。

分化再生制御分野

キーワード | 始原生殖細胞、多能性幹細胞、エピジェネティクス



教授
松居 靖久
Matsui, Yasuhisa



助教
林 陽平
Hayashi, Yohei



助教 (兼)
望月 研太郎
Mochizuki, Kentaro (C)

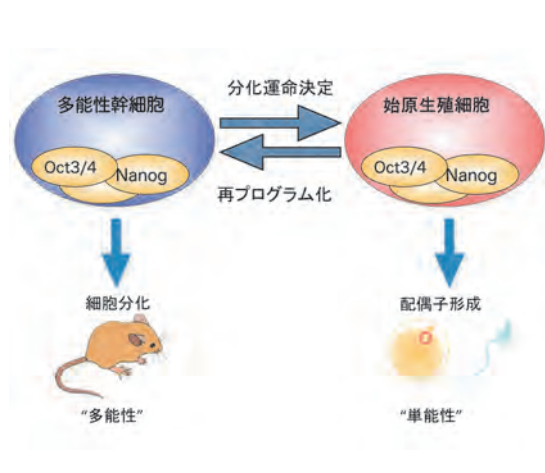


図1: 始原生殖細胞 (PGC) と多能性幹細胞の分化能の相違と相互変換

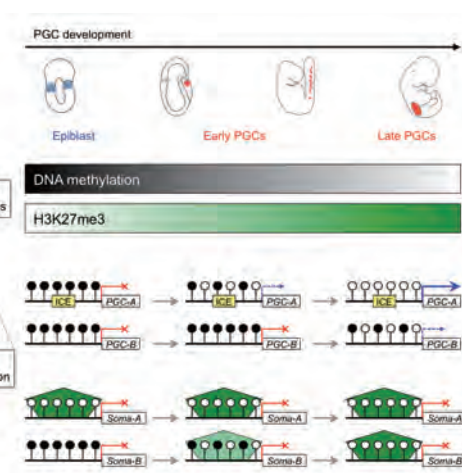


図2: DNA とヒストンメチル化による PGC 特異的遺伝子発現の制御

生殖細胞と多能性幹細胞の発生能力の制御機構

生殖細胞は、受精を介して全ての種類の細胞へ分化し個体全体を作り出すことのできる不思議な能力をもつ唯一の細胞で、胚発生の初期段階で多能性幹細胞 (万能細胞) の一部から分化運命を決定される。さらに精子や卵子に分化する過程では、独特なエピジェネティックな変化などにより、個体発生全能性を獲得する。こういった生殖細胞の分化運命決定や、その運命を全うするための分子メカニズムを、鍵となる遺伝子の同定とそれらの機能解析により解明する。

PGC と多能性幹細胞の相違と相互変換 (図1)

多能性幹細胞は、全ての種類の細胞に直接分化する能力を持つが、そこから分化した始原生殖細胞 (PGC) は精子と卵子へのみ分化する単能性の細胞である。また PGC は特定の条件下で多能性幹細胞へ容易に再プログラム化される。PGC と多能性幹細胞の間で、それぞれの方向への変化を制御する分子機構を解明し、生殖細胞と多能性幹細胞の分化能のスイッチングがどのような分子機構で制御されているのかを明らかにする。

PGC 遺伝子のエピジェネティック制御 (図2)

始原生殖細胞 (PGC) では DNA が全ゲノム的に低メチル化状態になっているが、その生理的意義は十分には理解されていない。私たちは、始原生殖細胞特異的な遺伝子発現上昇が、それらの発現制御領域の DNA の脱メチル化 (図の白丸) に依存して起こることを示した。一方で、この細胞で発現しない遺伝子も常に DNA 脱メチル化状態にあるが、転写開始点付近のヒストンのメチル化 (図の緑) により、転写が抑制されていることが明らかになった。

神経機能制御分野

キーワード | 力、恒常性維持、発生



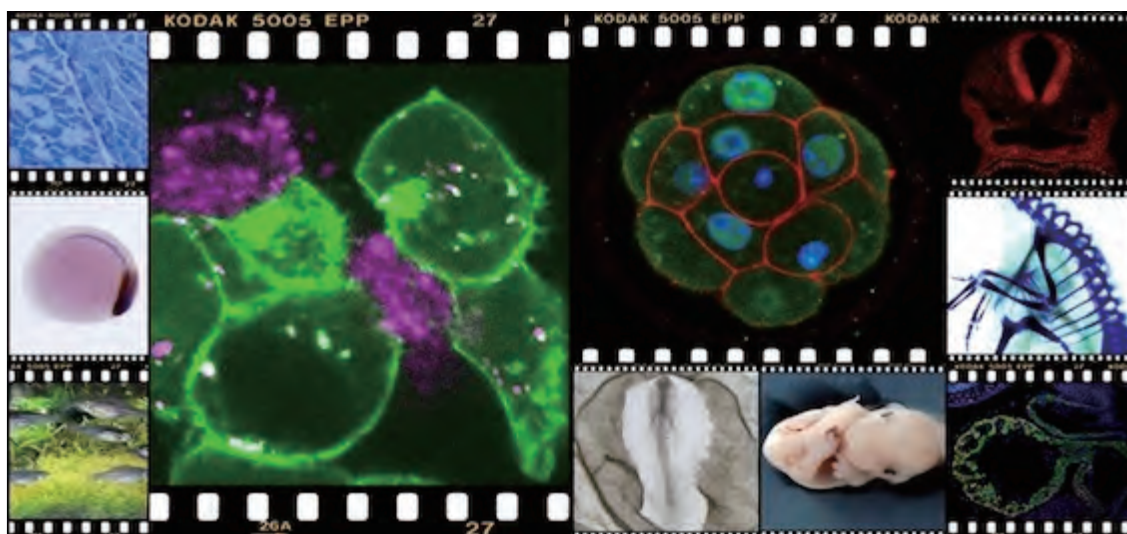
教授
小椋 利彦
Ogura, Toshihiko



助教
宮坂 恒太
Miyasaka, Kota



助教
久保 純
Kubo, Atsushi



分子から組織まで、ゼブラフィッシュからヒトまで、広範囲のモデルシステムを構築しながら、これまでにない生物学を創設しようと考えています。

力をキーワードの生命現象を捉え直す。

運動すれば肥満が解消し、Ⅱ型糖尿病が改善します。また、無重力下の宇宙飛行士の骨は急速に萎縮します。心臓は、常に血圧をモニターし、一定に保とうとします。このように、生体の恒常性は、力に起因する刺激の変化を感知し、正確に反応することで維持されています。それは、発生過程の胎児にも言えます。私たちは、力刺激の感知機構、反応機構を解明し、疾病治療法開発のために全く新しい創薬ターゲットを見つけ出そうとしています。

代謝、循環を制御する。

私たちは、骨格筋、心筋にかかる力学刺激が糖代謝、脂質代謝を直接制御する新しいメカニズムを見つけました。これは、代謝を考える上で、全く新しい概念に発展しつつあります。この制御機構を操作することで、一日中脂肪の燃焼によって走り続けるマウスを作ることでもあります。この研究は、Exercise pill を作ることに発展するかも知れません。そして、肥満に対する究極の治療法の発見に結びつくかも知れません。

発生を制御する。

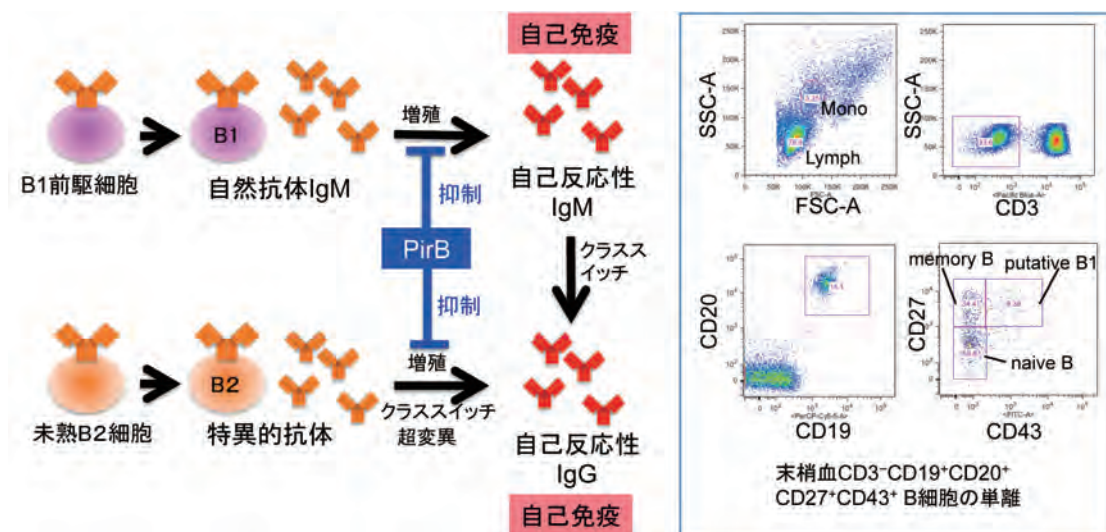
初期胚、心臓／血管系の発生は、血流や心拍に起因する力刺激の関与無くして理解することはできません。そして、その理解は、遺伝子異常がなくてもなぜ先天性心疾患が発症するのかを知る上で不可欠のものです。また、心筋細胞の塊から血液を拍出する心臓組織を作るためにも重要です。私たちは、力に注目して発生現象を再解釈し、臓器構築、器官構築まで発展させようとしています。

遺伝子導入分野

キーワード | 免疫制御の分子機構, 自己抗体の産生制御, 免疫疾患の新規治療法の開発



教授
高井 俊行
Takai, Toshiyuki



(左) B 細胞上の免疫制御レセプター PirB による自己抗体産生の制御; (右) フローサイトメトリーによるヒト末梢血 B 細胞の新規サブセットの分離

免疫制御レセプターの研究により免疫疾患の新規治療法を開発する

私達は乾 匡範講師, 遠藤章太助教, 金成安慶助教, テクニカルスタッフ2名を含め総勢15名ほどの研究チームです。抗体のレセプターである FcR や, MHC などのレセプター PirB が B 細胞による抗体の産生を制御し, 自己免疫疾患の発症を調節することを発見し, ヒト末梢血中の自己免疫に関連する B 細胞サブセットや単球上のレセプターの制御の研究も展開しています。免疫制御の研究を通じて, 免疫病態の理解とその治療法の開発に貢献していくことを目標としています。

制御レセプター PirB による抗体産生の制御

新規な免疫制御性レセプターとして発見した Pir (ピア) B が遍在性の自己マーカー分子である MHC や Nogo などと結合すること, これらがアレルギーや自己免疫疾患などの発症を調節する新しい免疫制御系を形作っていることを突き止めました。平行して解析を続けている FcR とともに, これら B 細胞制御レセプターが, 胚中心という免疫応答を遂行するのに必要な微小環境の構築へどう影響しているのか, などについて追究しています。

ヒト試料を用いた臨床橋渡し研究の展開

免疫制御レセプターを利用した新しい治療法の開発にも積極的に取り組んでいます。たとえば健康ヒト末梢血から, 自己抗体の産生源として注目されている B 細胞サブセットをフローサイトメトリーにより単離し, 表面上の FcR や LILR (マウス PirB のヒト相同分子) を介した自然抗体やサイトカイン産生の調節機構を研究しています。また単球の制御レセプターに対する抗体が抗炎症効果を発揮する分子機構を研究し, 臨床応用を目指しています。

生態システム生命科学専攻

Department of Environmental Life Sciences

生命環境について、そのシステムの基本となる生物多様性の形成・維持機構を分子、細胞、個体、個体群の間の相互作用として研究するとともに、生態系を構成する多様な生物の遺伝的基礎と機能、それらに対する環境変動の影響を明らかにすることによって、生命環境の将来を予測し、それに基づいた生物と生命環境の制御、保全を可能にする。

遺伝情報動態分野

キーワード | 環境微生物学・ゲノム微生物学・汚染環境浄化



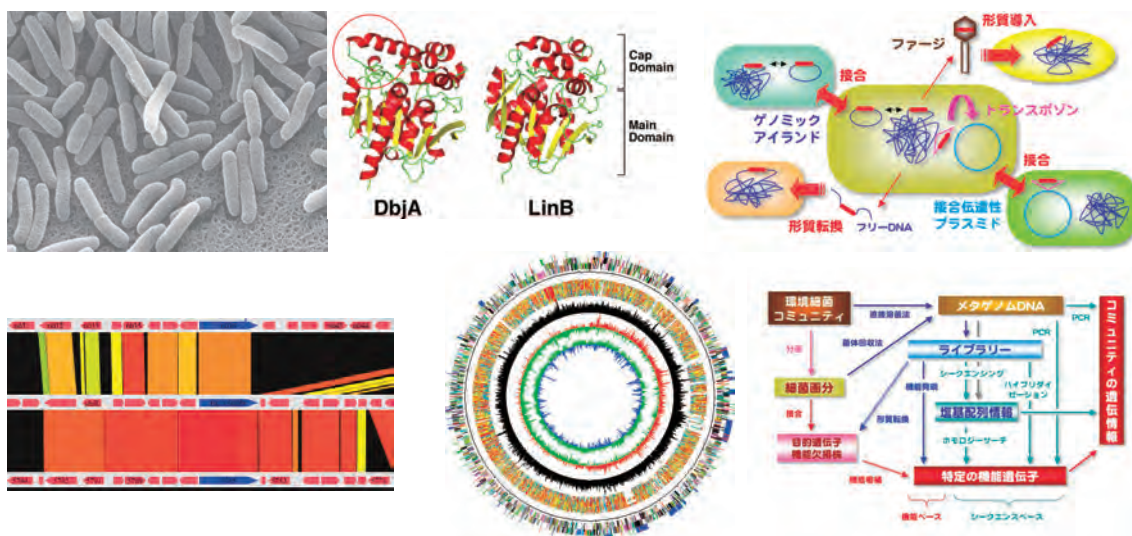
教授
津田 雅孝
Tsuda, Masataka



准教授
永田 裕二
Nagata, Yuji



助教
大坪 嘉行
Otsubo, Yoshiyuki



細菌細胞、分解酵素立体構造、細菌遺伝子の動態、自作ゲノム解析ソフトでの解析例、細菌ゲノム比較、自然生態系微生物集団の解析（左上から右下）

難分解性化合物分解能を有する環境微生物の研究

難分解性環境汚染物質の分解能を有する種々の環境細菌を対象にして、(1) 生物の環境適応・進化機構の解明、そして、(2) 生物能力の開発と環境浄化への応用を最終目的としている。このために、分子遺伝学、分子生物学、ゲノム科学、分子生態学の手法を動員し、実験室系と自然生態系の両系で、環境との相互作用に伴う微生物遺伝情報の調和的発現制御ネットワークの把握と機構の解析、微生物遺伝情報の再編成や水平伝播などの把握と機構の解析、を実施している。

実験室系での環境微生物学

有機塩素系化合物をはじめとする環境汚染物質を分解可能な各種微生物について、(1) 当該物質分解酵素の構造・機能相関や機能改良、(2) 環境変動に伴う分解酵素支配遺伝子やその関連遺伝子のゲノムレベルでの発現制御、(3) これら遺伝子の細胞内転移や細胞間水平伝播による分解能獲得、そして、(4) ゲノム比較による分解微生物ゲノムの構成原理、の研究を行っている。

自然環境系での環境微生物学

複数生物種から成る複合生物系で棲息微生物の99%以上が培養困難な自然環境において、微生物が示す生きざまと物質分解は不明である。これらの点を解明するために、本系での、(1) 生育必須性や特異的発現性を示す微生物遺伝子群の機能、(2) 微生物の分解機能進化、(3) 微生物集団の環境汚染物質への経時的応答様式、そして、(4) 微生物集団由来の新規な環境汚染物質分解微生物と分解酵素遺伝子、の研究を行っている。

植物生殖遺伝分野

キーワード | 植物の受粉・受精システム、エピジェネティクス、進化発生

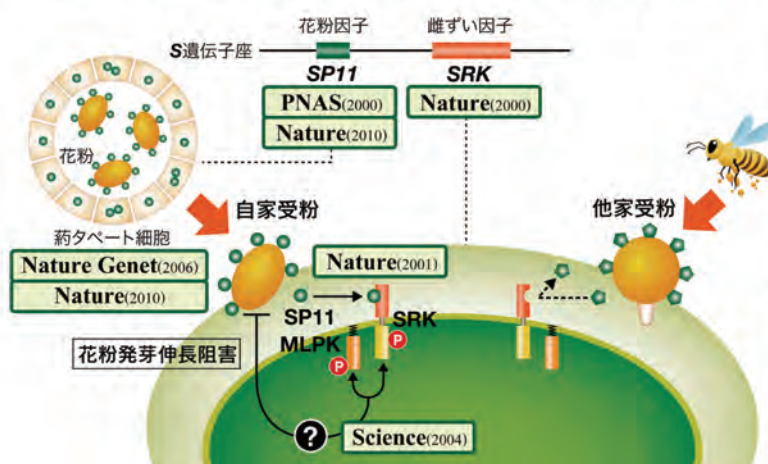


教授
渡辺 正夫
Watanabe, Masao



准教授
菅野 明
Kanno, Akira

当分野が解明したアブラナ科自家不和合性分子機構



世界をリードしているアブラナ科植物自家不和合性の分子メカニズムとその結果を掲載した国際誌 (左) と主たる研究材料の植物とその花 (右)

植物の生殖形質に潜む遺伝子間・細胞間相互作用の包括的理解に向けて

植物において有性生殖は、世代交代のためだけでなく、有害な遺伝子の排除・遺伝的多様性の向上・種の保存等のために重要である。有性生殖の各ステージ (器官形成・成熟・受粉・受精) には、多様な遺伝子間・細胞間相互作用が存在しているが、その因子は未解明な部分が多い。本分野は、アブラナ科自家不和合性研究において世界をリードする知見を数多く提供してきた。これらの理解を深化させるとともに植物の有性生殖システムの全体像解明を目指し、国内外トップラボとの共同研究ベースでアプローチしていく。

ダーウィンも注目した形質「自家不和合性」

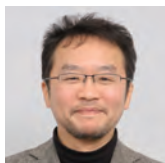
アブラナ科植物の自家不和合性とは、自己花粉を柱頭表面で拒絶し受精させないという、花粉と雌ずいにおける自己識別反応である。この反応は1遺伝子座によるS複対立遺伝子によって制御される。渡辺研究室ではそれらに関わる数々の分子機構を解明、近年ではシロイヌナズナの自家不和合性の原因解明と不和合性への復帰を報告した。今後、次世代シーケンサ等による知見を取り入れ自家不和合性・受粉反応の包括的理解を目指す。

単子葉植物における花器官形成の進化

単子葉植物にはユリのように二層の花弁状花被を有するものやランのように特殊な花被片 (唇弁) を有する植物がある。様々な単子葉植物を用いて花の形態形成遺伝子群の単離と発現解析を行い、花器官形成の分子機構を明らかにする。またアスパラガスは個体によって雌雄が分かれる雌雄異株植物である。この雌雄性を決める遺伝子の特定や単性花形成の分子機構を明らかにする。これらの研究を通じ、単子葉植物における花の多様化の分子機構解明を目指す。

ゲノム継承システム分野

キーワード | DNA 修復・複製・変異、環境ストレス応答機構



教授
東谷 篤志
Higashitani, Atsushi



准教授
日出間 純
Hidema, Jun



准教授
佐藤 修正
Sato, Shusei



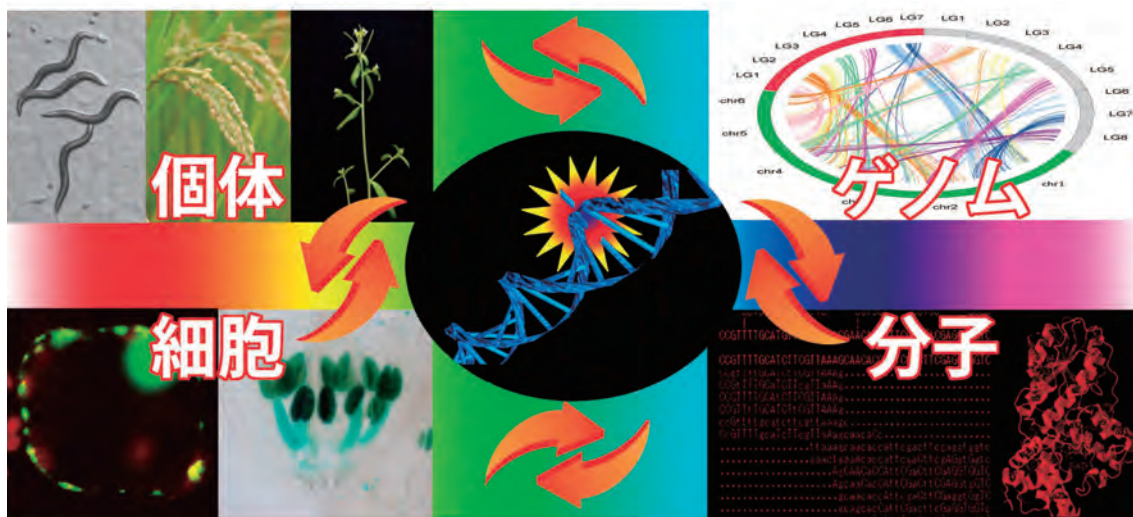
助教
寺西 美佳
Teranishi, Mika



助教(兼)
泉 正範
Izumi, Masanori (C)



助教(兼)
大学 保一
Daigaku, Yasukazu (C)



ゲノム継承システム分野研究概要図・分子・細胞・個体レベルでの統合的解析

多様な環境因子がゲノム DNA の継承に及ぼす影響の解明

生物は、環境に適応し遺伝的多様性を獲得することで進化してきた。本分野では、多様な環境因子（放射線、紫外線、温度など）が、生物の遺伝情報である核・ミトコンドリア・葉緑体のゲノム DNA の維持、修復と変異、次世代への継承に及ぼす影響を、様々な研究材料（線虫、植物など）を用い、ゲノム情報を包括的に活用し、分子・細胞・個体レベルで解析を行っている。これらの解析を通じ、生物の巧妙さ・不思議さの仕組みを理解し、応用することを目的としている。

温度・紫外線・放射線の植物への影響解明

地球規模での気温上昇や局所的な気温低下に対し、植物の生殖期は特に脆弱であり、次世代への DNA 継承である種子形成が阻害される。また太陽紫外線・環境放射線は、ゲノム DNA の維持に障害を与える。これらの障害メカニズムの解明と克服を目指し、イネ・シロイヌナズナなどを用いた解析を行っている。

重力・宇宙放射線の線虫・植物への影響解明

宇宙の微小重力は、生物の筋肉形成を阻害する。また宇宙放射線は、DNA に損傷・変異を誘発し、ゲノム DNA の不安定化を引き起こす。本分野では、線虫・植物を用い、宇宙ステーションを利用した解析を行うことで、重力・宇宙放射線が生物に与える影響を解明することを目指している。

地圏共生遺伝生態分野

キーワード | 根粒菌とエンドファイト、共生微生物と宿主植物の相互作用、共生微生物の地球化学的役割



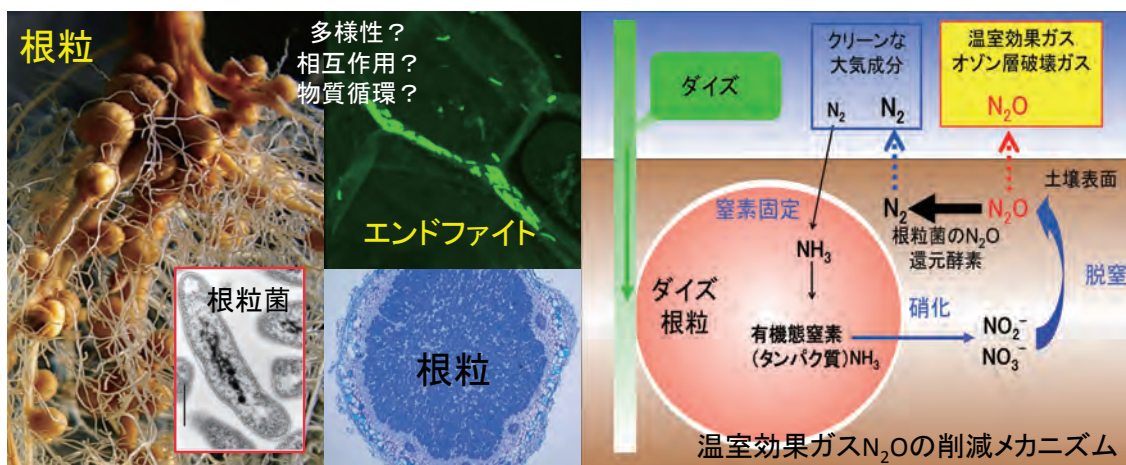
教授
南澤 究
Minamisawa, Kiwamu



准教授
三井 久幸
Mitsui, Hisayuki



助教
菅原 雅之
Sugawara, Masayuki



根粒菌とエンドファイトの植物との共生(左)と地球環境バイオテクノロジーの成功例(右)

根粒菌・エンドファイトの植物相互作用と地球環境バイオテクノロジー

本分野では、根粒菌・エンドファイトなどの共生窒素固定細菌を対象として、生態系における相互関係の多様性とその分子基盤を解明し、地球環境の恒常性の理解と食糧環境問題の解決に貢献する研究を行っています。具体的には、1) 根粒菌の共生メカニズム、2) 根粒菌の多様性と進化、3) 植物内生微生物(エンドファイト)の多様性と生育促進機能、4) 笑気(N_2O)・沼気(CH_4)循環における植物共生微生物の役割、5) 植物共生微生物による地球温暖化ガスの削減の研究を行っています。

温暖化ガス N_2O 発生の根粒菌による削減

大気への温室効果やオゾン層破壊の原因物質である一酸化二窒素(N_2O)の多くは農耕地から発生するため、農耕地から発生する N_2O を削減する技術の開発が求められています。本分野では、ゲノム進化加速により N_2O 還元酵素活性を強化したダイズ根粒菌を作出し、それをダイズに接種することによって、土壌からの N_2O 発生をほぼ半減させることができることを、世界で初めて実験室及び圃場の両方で証明しました。生物による初の N_2O 発生削減法として、社会的にも反響を呼びました。

環境変化による植物共生微生物群集の応答

16S rRNA 遺伝子や全 DNA の大量シーケンス解析を駆使して、野外環境中の共生微生物群集構造解析法を開拓し、植物遺伝型、窒素レベル、植物生育ステージ、温度、 CO_2 濃度等の環境変化に植物共生微生物群集が応答することを発見しました。さらに、メタン酸化活性や窒素固定活性の変化を担う鍵微生物の存在を見いだしました。また、*Bradyrhizobium* 属細菌のゲノム研究から、共生窒素固定進化研究の糸口を最近見いだしました。

宇宙環境適応生態分野

キーワード | 植物の形態形成と環境応答、植物ホルモンによる成長制御、重力生物学と宇宙実験



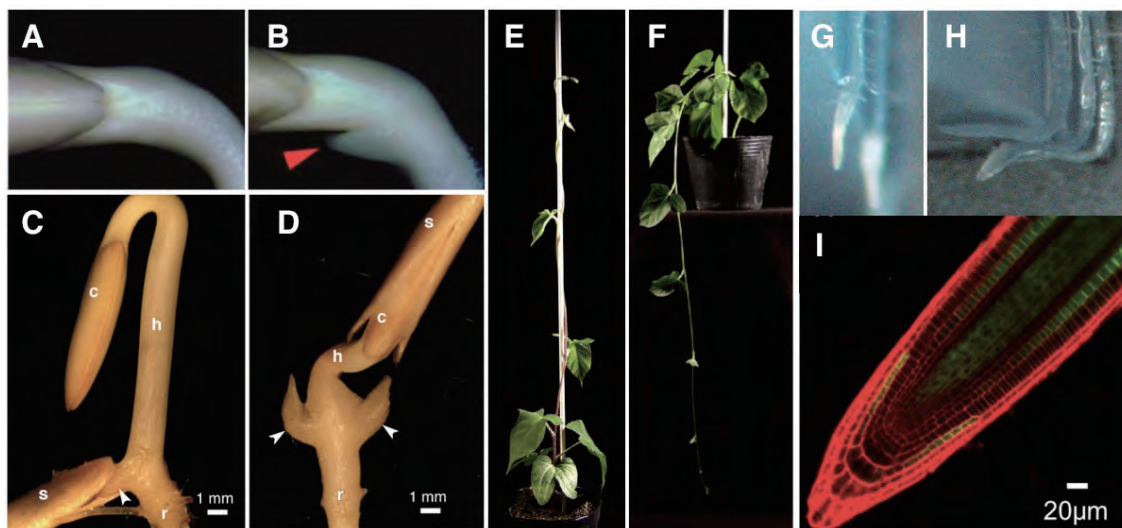
教授
高橋 秀幸
Takahashi, Hideyuki



准教授
藤井 伸治
Fujii, Nobuharu



助教
小林 啓恵
Kobayashi, Akie



重力応答が制御するキュウリ芽生えのベグ形成 (A-D) とアサガオの蔓巻き (E, F)、および根の水分屈性とその制御分子の発現 (G-I)

植物の環境応答と形態形成を制御する分子機構

植物が水、重力、二酸化炭素などの外部環境に応答して成長や形態を制御する機構について、生理学および分子遺伝学的に解析し、地球環境変動下での植物の環境適応に必要な遺伝子・タンパク質機能と植物ホルモン作用を理解するための研究を行っています。さらに、これらに関する仮説を微小重力下で検証するための宇宙実験を行っています。このような植物機能を理解することによって、私たちは環境問題や食糧問題の解決だけでなく、人類の宇宙活動にも貢献します。

植物が重力を利用して生きるしくみ

植物は固着性であるために、不適環境を移動によって回避できません。しかし、植物は重力を感知して位置情報を認識し、有利な方向へ伸長し、また、有利な形をつくります。例えば、根は下側に茎は上側に成長し、ウリ科植物の芽生えは胚軸と根の境界の下側にベグを形成し、茎や根の回旋転頭運動は重力応答依存的に生じます。これら重力形態形成の分子機構を理解するために、重力受容とシグナル伝達、植物ホルモンのオーキシンの働きを研究しています。

植物が水を効率的に獲得するしくみ

植物は、生命活動に必須な水を根から取り込みます。そのために、根は水分勾配を感知して高水分側に成長する能力を獲得しました。これを水分屈性と呼びます。私たちは世界ではじめて、この根の水分屈性能を科学的に証明し、それを制御するユニークな遺伝子を発見しました。この遺伝子を過剰発現させることによって、水分屈性能を高め、乾燥下での植物生産性を向上させることに成功しました。現在、これら制御分子の働きを解明する研究をしています。

生物多様性進化分野

キーワード | 進化学、生態学、生物多様性



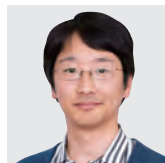
教授
河田 雅圭
Kawata, Masakado



准教授
牧野 能士
Makino, Takashi



助教
丸山 真一郎
Maruyama, Shinichiro



助教(兼)
高橋 佑磨
Takahashi, Yuma (C)



研究対象となっている動物たちの一部

生物多様性の進化をゲノムと生態から探る

なぜ多様な生物が進化し、維持されているのか?今後の環境変化にどう生物は反応・進化し、生物多様性はどう変化するのか?当分野では、生物の進化メカニズムを、生物の持つゲノム構造と生態的あるいは環境要因から解明することをめざしている。ゲノム解析、分子レベルでの実験などミクロレベルと個体の行動、集団、生態系などマクロレベルを統合して新しい視点で生物進化や生態的現象の解明にアプローチしている。それら基礎研究をもとに、生物多様性保全の応用研究にも取り組んでいる。

生物の持つ適応力・進化可能性

ある生物は環境に対する適応力があり、「進化しやすい」性質であるのに対して、他の生物は性質を長期間進化させず、「進化しづらい」性質であるのはなぜかという問題は現代進化学での最重要課題である。当分野では、生物のゲノム構造が生物の適応力・進化可能性の大きな要因であると考え、ゲノム配列の解析と生態環境の調査からその解明に迫っている。また、生物の適応力を評価することで、種の脆弱性を評価し、生物多様性の保全に活かすことができる。

ゲノム構造が遺伝子の進化に及ぼす影響

全ゲノム重複による重複でゲノム上に保持された重複遺伝子は、遺伝子量の変化しにくい量的均衡遺伝子 (DBG) が多いことが分かってきた。脊椎ゲノム上では、DBG が集中している領域が存在し、これらの領域中の遺伝子は重複を経験しにくく、また、コピー数多型 (CNV) が少ないことを見出した。近年、CNV と疾患との関連が数多く報告されており、DBG が多く存在する領域の CNV を調査することで効率的な疾患関連遺伝子の探索が期待できる。

植物生態分野

キーワード | 植物と環境・生物との相互作用、植物の繁殖戦略、生物多様性



教授
中静 透
Nakashizuka, Toru



准教授
酒井 聡樹
Sakai, Satoki



助教
饗庭 正寛
Aiba, Masahiro



マレーシアの熱帯雨林／北穂高のミヤマシオガマ／花弁を固定して開閉運動を止めたエゾリンドウの花に潜り込む送粉者

なぜ、さまざまな植物が共存して、うまく生活しているのだろうか？

自然界ではさまざまな植物が共存して生活しています。なぜ、こんなにもさまざまな植物が存在するのでしょうか？植物生態分野では植物を主な対象として、生態学的現象を支える個体および個体群の生態から進化生態学的意義、さらに生態系や生物群集全体の動きや機能に関する問題まで幅広く研究しています。主要な研究テーマは、1) 植物と環境および生物との相互作用、2) 植物の繁殖戦略の進化、3) 森林生態系における生物多様性創出・維持機構などです。

気候変動が生態系・生物多様性に与える影響

世界規模の気候変動が予測されており、これにより生態系や生物多様性にも様々な影響が起きると考えられています。本州北部では、気温の変化とともに積雪減少が予測されており、ブナ林や亜高山帯針葉樹林、高山植物などにも影響が出ると考えられます。そこで樹木や高山植物の分布データを取得してそれを基に統計モデルを構築するなど、気候変動シナリオに基づく影響を予測する研究を行っています。

花の開閉運動が植物の繁殖に及ぼす影響

植物にとって繁殖器官である花は重要なものですが、花を開くことは同時にその内部を野外の危険にさらすことでもあります。このジレンマに対し、虫媒花の中には晴れた日中のみ花を開き、夜間や雨の日など送粉が期待できない時には花を閉じるという『開閉運動』をする種があります。確かに見返りのないリスクは避けたものの、花を開閉させるのもおそらく大変なこと。そこまでは避けたいリスクと、それによって得られる利益は一体何でしょうか？

群集生態分野

キーワード | 動物の生理生態、生物間相互作用、食物網動態



教授
占部 城太郎
Urabe, Jotaro



助教
鈴木 孝男
Suzuki, Takao



助教
牧野 渡
Makino, Wataru



河川、湖沼、沿岸域には多様な生物群集が成立しており、複雑な種間関係や群集の集合規則を紐解くフィールドを提供している。

多様な生物群集の成立と維持機構の理解を目指して

生物は、生息場所や栄養資源を介して他の様々な生物と相互作用して生活し、群集を形成している。しかし、良く似た生息地でも、群集を構成する生物種や個体群密度は異なっている。このような違いはなぜ生じるのだろうか？本研究分野では、野外調査、操作実験、数理モデルなどの手法を用い、動物の分散・定着過程や摂食・成長・繁殖特性、環境変化に対する生物間相互作用や食物網の応答などを手がかりに、生物群集の集合規則や構造決定機構を明らかにする研究を行っている。

どのような生物群集が安定なのか？

2011年東日本大震災で津波被害を受けた干潟、攪乱を受けやすい水田やため池、プランクトンを用いた実験生態系などを対象に、群集構造や食物連鎖、主要種の遺伝構造などを継続的に調査・解析している。これにより、種間関係を介したフィードバック機構、構成種の栄養・化学量特性、食物網構造、メタ個体群動態や遺伝的多様性をもつ緩衝機能などが、環境変化に対する生物群集の安定性や存続性にどのような役割を果たしているのかを調べている。

どのような環境要因が生物群集を変化させるのか？

近年の地域や地球環境変化に対する生態系応答の解明には、過去、変化前の生物群集に関する知見が必要である。そこで、分子生態学的手法と古陸水学的手法を融合させることで、近年の湖沼生態系の変化を調べる研究を行っている。具体的には、湖底に堆積するプランクトン遺骸からDNAを抽出し、種を同定することで過去の群集を復元する。これにより、山岳湖沼など長期観測データのない湖沼の群集変化とその要因を解析している。

機能生態学分野

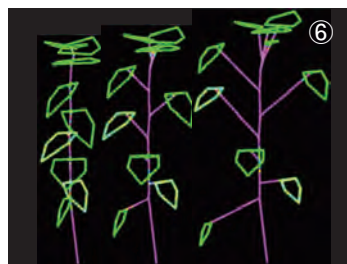
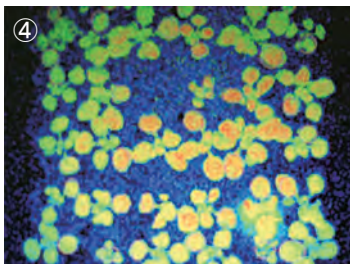
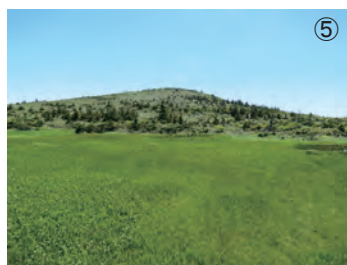
キーワード | 植物の適応戦略・植物の環境応答・地球環境変化



教授
彦坂 幸毅
Hikosaka, Kouki



助教
小口 理一
Oguchi, Riichi



①野外高 CO₂ 育成装置 ②森林樹木の温暖化実験 ③光合成測定 ④二次元クロロフィル蛍光測定 ⑤湿原 ⑥植物の3次元構造のシミュレーション

生物のなぜ: How と Why を探る

生物のふるまいは興味深く、「なぜ?」と問わずにはいられません。私たちは、植物の機能や生態について、そのメカニズムや、どのような意義があるのかといった様々な視点で「なぜ?」と問い続けています。植物が環境変化のもとで最適な成長を実現するしくみや、種による戦略の違いを、ミクロからマクロまで様々なスケールで解明してきました。近年は地球環境変化に着目し、CO₂上昇や温暖化に対し植物がどのように応答するか、将来の環境で最適な戦略を研究しています。

地球環境変化と植物

大気 CO₂ 濃度や気温は年々増加しています。これらの環境変化に対し植物はどう応答するでしょうか。私たちは、圃場や野外での CO₂ 付加実験 (写真①) や温暖化実験 (写真②) を行っています。また、私たちは遺伝子改変により将来の環境で最適な植物を作り出すことも試みています。

ミクロからマクロまで

私たちは植物の物質生産に着目し、遺伝子、タンパク質、細胞、組織、器官、個体、個体群、群集そして生態系と様々なスケールで研究を行っています。最近では、光合成機能の追求や (写真③④)、高山・高緯度などの特殊環境への適応、湿原 (写真⑤) や森林などを対象とした共存・競争機構の解明、コンピュータシミュレーションを用いた植物の機能解析 (写真⑥) などを行っています。

植物系統分類学分野

キーワード | 多様性, 進化, 系統



教授
牧 雅之
Maki, Masayuki



助教
米倉 浩司
Yonekura, Koji



助教
大山 幹成
Ohyama, Motonari



左) 植物園本館 中) 八甲田分園 右) 仙台近郊に見られるイカリソウとキバナイカリソウの交雑集団における花の多様性

植物の多様性に多角的にアプローチする

陸上植物はきわめて多様な進化を遂げている。現在のような多様性を示すようになったメカニズムを明らかにすることとその実体を科学的に記載することを課題として、分子系統学、集団遺伝学、形態学、分類学、年輪年代学などのさまざまな観点から研究を行っている。本研究室は、仙台市川内にある植物園本園と青森県八甲田山にある八甲田分園の2カ所のスタッフで構成され、恵まれたフィールドを活用して研究教育活動を行っている。

植物の進化・系統を明らかに

現存の植物から得られるデータを用いて、過去に起きた進化について考察することは、植物の多様性を理解する上で重要な課題の一つである。当分野では、特定の分類群の系統関係、形態や生態の多様性が生じるメカニズム、日本の植物相を構成する種の過去の分布変遷などの解明を目指している。また、植物の多様性を理解するうえでは、基礎的な情報の蓄積が欠かせない。植物園本園には日本でも有数の標本庫があり、研究に広く利用されている。

植物の多様性を守るために

人間活動の活発化に伴い、生物多様性の減少が危惧されている。日本の野生植物においても、非常に多くの種が絶滅の危機にさらされている。本分野では、絶滅の危機にある植物の保全を生物学的観点から研究している。特に、遺伝的多様性の減少、外来種による在来種の駆逐、他の生物との相互作用などの課題に重点的に取り組んでいる。また、絶滅危惧植物を植物園で保全し、野生復帰へどのようにつなげるかも重要な課題の一つである。

保全生物学分野

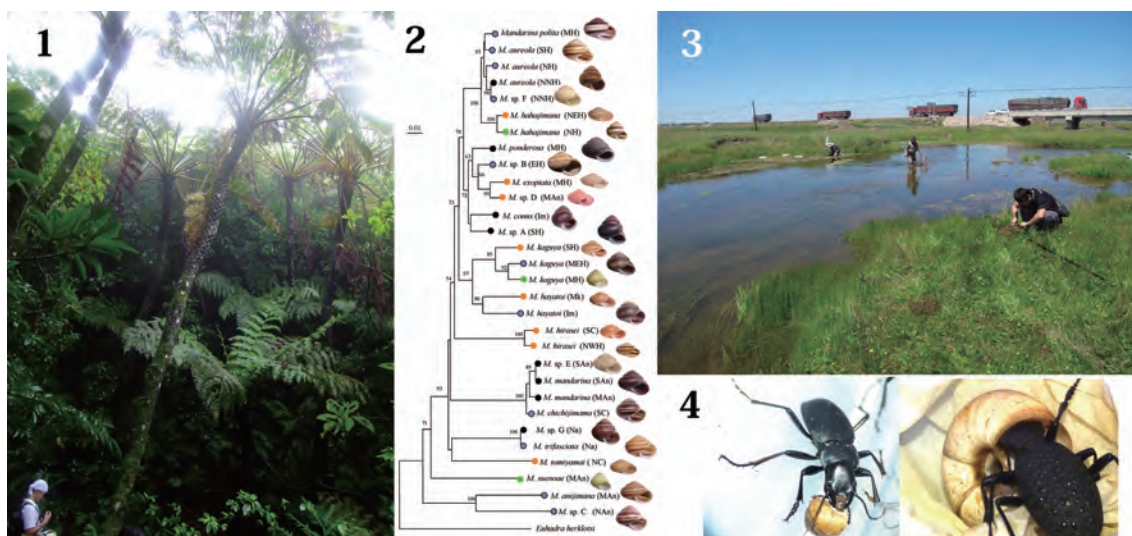
キーワード | 生物多様性保全、生物間相互作用、進化



教授
千葉 聡
Chiba, Satoshi



准教授
鹿野 秀一
Sikano, Shuichi



1. 小笠原諸島の森林生態系、2. 小笠原陸貝の適応放散、3. 内モンゴルの湿地調査、4. 貝食昆虫と陸貝の捕食—被食共進化系

生態、進化研究から、保全を目指す

なぜ生物に多様性が生まれたのか、そしてその多様性はどのように維持されているのか、それを理解することによって、生物の多様性と生態系がどんな価値と機能をもつかわることができます。生物進化と生態系の仕組みをより深く理解することは、生態系の未来を予測し、それを適切に維持するための方法を開発することにつながります。生態系と生物多様性の価値を明らかにし、それを守るための方法を開発し、適切な保全活動を進めることが、私たちの目標です。

適応進化研究と保全

捕食被食や寄生寄生関係、繁殖をめぐる雌雄の対立による共進化が多様化を促す過程を研究しています。また、海洋島や大陸内部の湖などの、固有生物が進化した独自の生態系を利用して、適応進化や多種共存の機構について研究しています。特に小笠原諸島では、ここで独自に爆発的な多様化を遂げた陸産貝類に注目し、種分化や適応放散の機構を研究しています。そして世界遺産である小笠原の貴重な生態系の保全と、管理手法の研究に取り組んでいます。

湿地生態系の群集構造解析と保全

干潟、湖沼、水田に加え、酸性湖、塩性湖など特殊な環境を含む多様な湿地生態系に注目し、その生物群集の動態や維持機構を研究しています。フィールドワークのほか、NOAA 画像による変動解析、安定同位体比による食物網解析、分子系統解析など様々な手法を駆使しています。また、モデル生態系としてマイクロコスムを用いた解析も行っています。こうした解析により得られた知見をもとに、湿地生態系の適切な保全手法の開発に取り組んでいます。

ゲノム構造機能分野

キーワード | ゲノム構造解析、ポストゲノム研究、生命情報科学



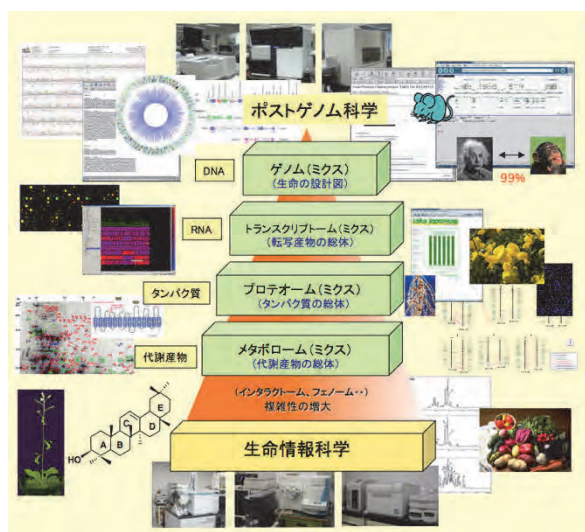
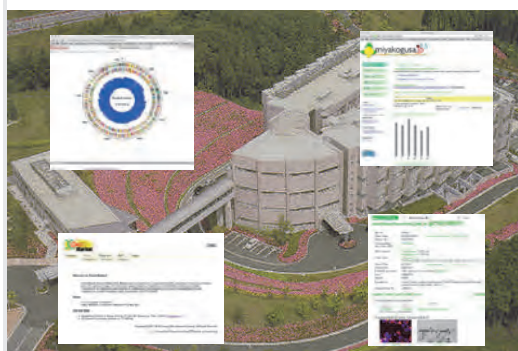
客員教授
柴田 大輔
Shibata, Daisuke



客員教授
長瀬 隆弘
Nagase, Takahiro



客員准教授
平川 英樹
Hirakawa, Hideki



かずさ DNA 研究所 (背景: 千葉県木更津市) とゲノム情報 Web ページ (図左)、ポストゲノム科学における様々なオミクス研究 (図右)

ゲノム構造解析とオミクス研究による生命現象の理解

本分野は、かずさ DNA 研究所内の連携講座として位置付けられ、藍藻、根粒菌、シロイヌナズナ、ミヤコグサ、トマトなどのゲノム解読、ヒト遺伝子の解読と解析で得られた豊富な資産、情報を活用して、ポストゲノム研究を行っています。特に、次世代型シーケンサーによるトランスクリプトミクス、プロテオミクス、最新型質量分析装置を活用したメタボロミクスを行うとともに、データベースの作成や情報解析手法などの研究により、これらの情報を世界に発信しています。

質量分析機器を用いた有用代謝産物の研究

生物が作り出す様々な成分(代謝産物)は、食料、医薬品、工業製品などとして広く利用されていますが、成分の種類が多いので、全体像を捉えることは簡単ではありません。わたしたちは質量分析機器を用いて、成分の種類、性質を区別することなく網羅的に分析を行い、得られる膨大な情報をコンピュータで情報処理し、全体像を理解しようとしています。メタボリック症候群の改善に有効な成分を、トマトなどの農作物から見いだす研究などもしています。

メタゲノムからの新規有用遺伝子の探索

次世代シーケンサーと呼ばれる DNA 配列高速解析装置を用いて、環境中の土壌や海水などに含まれる微生物の DNA 資源を蓄積するとともに、メタゲノム配列データを取得しています。配列解析から特定した有用遺伝子候補を直接クローニングし、蛋白質発現や活性評価を通して有用物質生産に必要な酵素遺伝子のスクリーニングを行っています。さらに、代謝産物の生合成経路に関連する遺伝子群などを多重連結し、宿主細胞内で発現させるための技術開発も行っています。

附属浅虫海洋生物学教育研究センター(RCMB)



フォーラム「大学教育と海」

浅虫海洋生物学教育研究センターは、仙台のメインキャンパスから北へ約400キロ離れた青森市随一の温泉地である浅虫に立地しています。前身の理学部附属浅虫臨海実験所は、海洋生物相の豊富なこの地に、大正13年(1924年)、東北帝国大学理学部の附属施設として設置され、以後約90年にわたり、独自の研究を推進し、かつ国内だけでなく世界各地からの研究者や学生を受け入れ、海洋生物学の研究と教育に貢献しています。

現在センターでは、発生生物学分野と海洋生態行動学の2つのユニットに分かれて研究を行っており、発生生物学分野では、卵成熟、受精、胚発生、形態形成運動の各過程について、分子レベル・細胞レベルの解析に加え、これら過程の進化機構の解明を目指した研究を行っています。具体的には、胚発生

過程で生殖細胞や各組織ができる仕組み、動物の尾が形づくられる仕組み、動物の一生の始まりである受精や卵成熟の過程で何が起きているのか、発生遺伝子ネットワークと多様な体づくりの関係、光刺激によりどのように卵成熟が誘起されるのか等を明らかにしようとしています。一方、海洋生態行動学分野では、潮間帯カニ類の陸上生活への適応や種分化の過程、魚類の生殖行動がどう制御されているかを明らかにしようとしています。現在、教授2(1は兼任)、准教授2、助教4の専任スタッフが、各専門分野での研究活動を精力的に行っています。

当センターは、暖流・寒流および北方内湾の豊かな生物環境にあり多様な生物が生息していること、宿泊施設を含めた施設が充実し、交通の利便性が高いこともあり、平成23年度より文部科学省「東北海洋生物学教育推進拠点」として教育共同利用施設に認定されました。以来専任スタッフが、それぞれの特色を生かした多彩な実習プログラムを開発・展開し、海洋生物学教育の推進にさらに貢献しています。平成26年度は、本学理学部実習5の他に、公開臨海実習2、本学基礎ゼミ1、本学農学部実習1、理学教育学部系を中心に他大学実習5、高校生実習4を実施した他、外国人講師を2人招聘し実習教育プログラムの開発と実習指導を実践しました。また国内外の研究施設から卒業論文、修士・博士論文作成の学生・院生の利用を広く受け入れを行いました。26年度上半期には、センター利用者は研究者・学生を合わせて延べ約2,500名にのびります。また、他大学・研究所の研究・教育施設、高等学校の研究・教育のための生物材料の供給も行っており、その量・種類は我が国随一です。



浅虫 Jr クラブにてホヤの発生・解剖実習

東北大学包括的脳科学研究・教育推進センター

「包括的脳科学研究・教育推進センター」について

東北大学は沢山の脳科学研究者を擁しております。本学の脳研究の特徴は、多彩で豊富な研究内容です。そこでは、いわゆる理系とか文系という垣根を越えた広い視野から、多様な研究手法を使って、脳のはたらきとその仕組みを探求しております。そして、国際的に最先端レベルでの研究を行っている事が大切なポイントで、その研究成果を世界に向けて発信し続けております。大学院生命科学研究科は、東北大学における脳研究の中核を担っており、沢山の脳科学研究者が活発な研究活動を展開しています。

生命科学研究科では2009年12月、片平キャンパスに生命科学プロジェクト研究棟が落成した機会に、全学的な組織として「包括的脳科学研究・教育推進センター」を設置いたしました。この機構はグローバル COE プログラム「脳神経科学を社会へ還流する教育研究拠点」の教育・研究組織を全学的にさらに発展・拡張させたもので、その運営では大学院生命科学研究科が世話役を務めております。

同センターの活動目的としては、大きく、3つのことが挙げられます。

- 1) 学部学生から大学院学生まで一貫して脳科学の知識を包括的に与え、人材の育成を図り、一般社会、そして研究社会におくりだすこと。
- 2) 一般社会への脳・神経科学の知識の普及。
- 3) 学内内部局の枠を取り去った共同研究の推進、さらに国際共同研究の推進により最先端研究を実施し、その成果を地域はもちろん、広く国内・外に発信。

上記の目的を果たすため、医歯薬学・理学・工学・人文科学などの学部や複数の研究所の垣根を越えた、多領域の研究教育スタッフの協力によって運営しております。

近年の脳科学はいろいろな学問分野、知識、技術を集めた総合科学、あるいは統合科学というべきものとなっており、それを担う研究者の育成には多分野の脳科学について教育できる組織を用意する必要があります。ところが脳科学の知識と素養を大学



院・学部レベルの学生に供給できる仕組みの整備は我が国においては未だ、極めて不十分です。1)はそれに應えるものであり、東北大学が他大学に先駆けて実践するものです。ここでは国際的に活躍できる人材の育成を目指して、本学はもとより、海外トップクラスの大学・研究機関の教授陣による集中講義等が実施されております。2)では市民講座などを開催して脳センター教授陣が本学の最先端研究を紹介しており、毎回、500名ほどの方々が参加されております。3)も極めて重要で、これにより学際的研究の活発化、国際的にトップクラスの研究が推進されております。同時にそれらは国際的に活躍できる人材の育成にとって極めて重要な基盤を与えております。

学生諸君へのメッセージ

東北大学には、多様な視点から脳のつくりと機能を解明しようとする研究を行っている研究室が多数あります。脳研究は分野が広く、研究内容や研究手法も多様です。脳を形成する分子や遺伝子の動きというミクロのレベルから、脳の細胞の働き、脳細胞が作る神経回路の仕組み、そして脳のシステムとしての機能などが、さまざまな研究手法で調べられています。そのような研究室には、とても興味深い研究現場があり、心の躍るエキサイティングな研究体験の場があります。その研究成果は、世界に向けて発信されています。脳はこころの働きが行われる場です。脳の科学に興味のある人、そして脳研究に参加してみたい人は、是非脳科学センターのサイト (<http://www.bsc.tohoku.ac.jp/>) で情報を得て、そしてそれぞれの研究室に問い合わせを行う、あるいは訪問をしてみてください。いずれの研究室も学部・学科を問わずに、いつでも門戸を開放しています。

生態適応センター

温暖化などの地球環境変化はもはや避けられず、今世紀には生態系が激変すると懸念されています。地球環境変化に対して生態系の機能（人間社会に恩恵をもたらす生態系サービス）を維持するためには、従来の決定論的で自然克服型の技術だけでは不十分であり、生物や生態系が本来持っている適応力を利用した管理・保全対策が必要です。

生命科学研究科が中心となったグローバル COE「環境激変への生態系適応に向けた教育研究」（2008-2012年度）では、我が国における生態学トップクラスの研究者の特色ある業績を活用して以上を目指す教育・研究を推進し、「生態系適応科学」という新分野の確立、その先端的研究者および社会的・国際的にその実践を担う人材（生態系環境人材、Professional Ecosystem Manager、PEM）の育成、また、その対策の有効性を社会一般に周知させて推進させる活動（産官学 NGO・市民らが参加する環境機関コンソーシアムの設立と共同プロジェクトの実施）を行いました。

その活動を引き継ぎ、生態適応センターでは、1) PEM の育成、2) 環境機関コンソーシアムとの共同プロジェクトを行っています。1) では、高い専門性と同時に実践力と広い視野をもち、保全や環境対策に関わる様々な場で社会的・国際的に活躍できる人材の育成を目指し、基礎（生態学・生物学）・技術（工学・農学）・社会システム（環境経済学）という広い学問分野にまたがる融合的・学際的な教育プログラムを施行しています。博士課程前期・後期にて、「基盤教育プログラム」、「先端研究者育成プログラム」、「生態環境人材育成プログラム」を履修し、必要単位を修得すると、当大学の国際高等研究教育院が認証する PEM 資格を取得することができます（他大学にて修士課程を修了した学生、または社会人（修士修了）の方も履修可能です）。これまでの PEM 資格取得者は国連大学など各分野で活躍しています。2) では、東日本大震災後に生物多様性に配慮した復興を自ら進めることを目指す「海と田んぼからのグリーン復興プロジェクト」を行い、被災地の生態系モニタリング（NPO 法人アースウォッチ・ジャパンと共同）や、塩害被害のある田んぼの復元／資金メカニズムの導入（NPO 法人田んぼと共同）、浦戸諸島のグリーン復興（国連大学高等研究所 SATOYAMA イニシアティブ、浦戸協議会と共同）を行っています。また、企業と生物多様性イニシアティブ（JBIB）との企業緑地に関する共同研究、環境アセスメント関連企業との共同研究である生物多様性オフセット研究会も行っています。



生態系適応科学の教科書が当センター web site より入手できます



PEM 授業



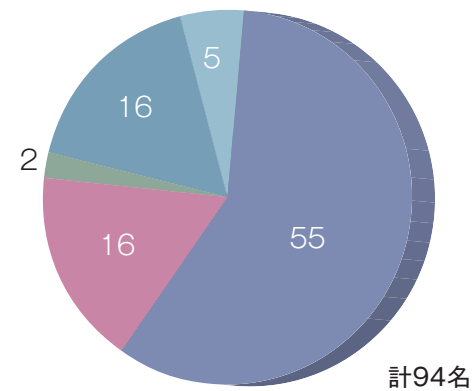
PEM 資格認定式



資料

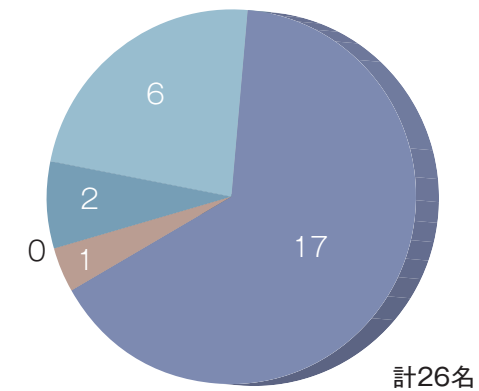
入学者・進学者数 [平成26年度]

博士課程前期2年の課程



- 本学出身
- 本学以外の国立大学
- 公立大学
- 私立大学
- その他

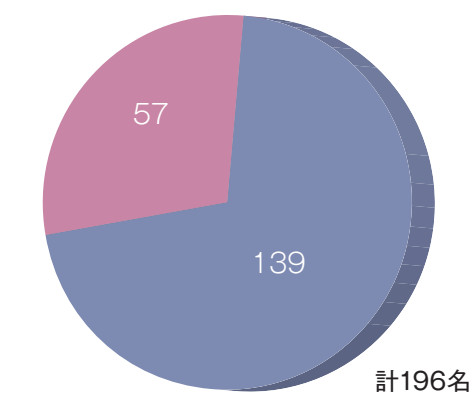
博士課程後期3年の課程



- 本学出身進学
- 本学出身編入学
- 本学以外の国立大学
- 公立大学
- 私立大学
- その他

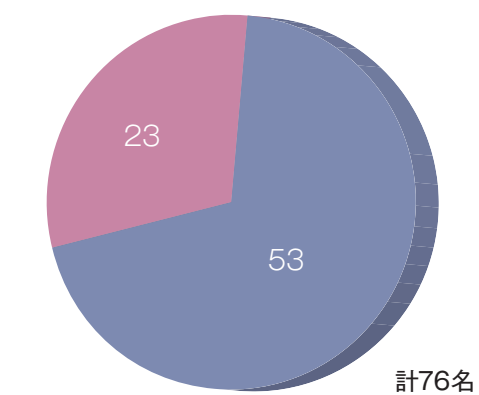
在学生男女別人数 [平成27年3月1日現在]

博士課程前期2年の課程



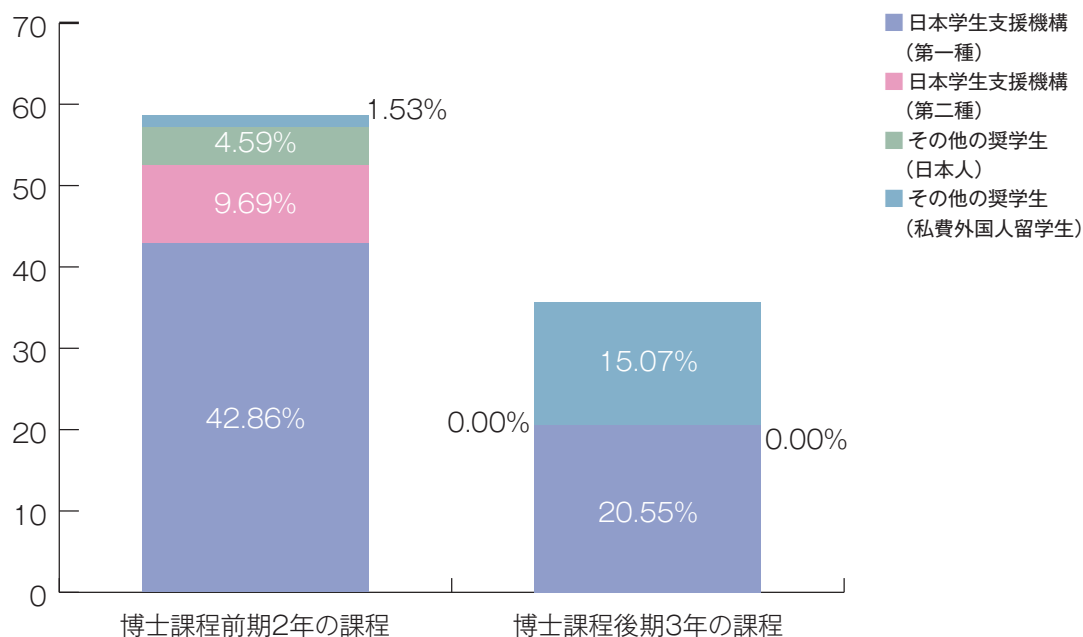
- 男子
- 女子

博士課程後期3年の課程

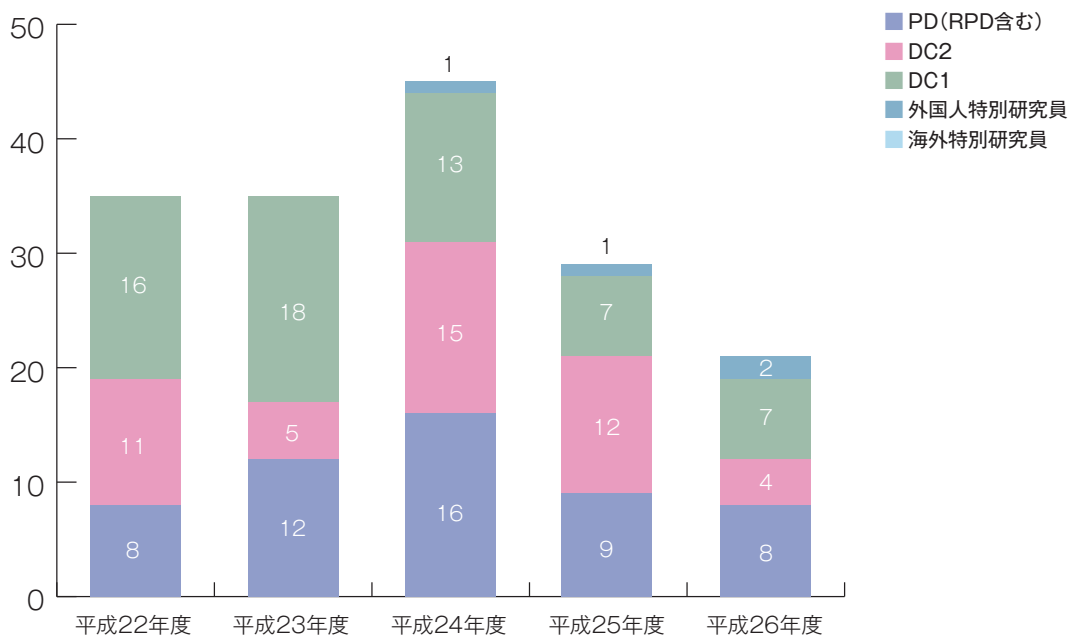


- 男子
- 女子

奨学生採用状況 [平成26年度]

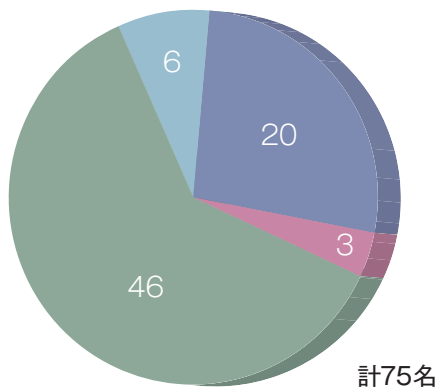


日本学術振興会特別研究員の受入状況



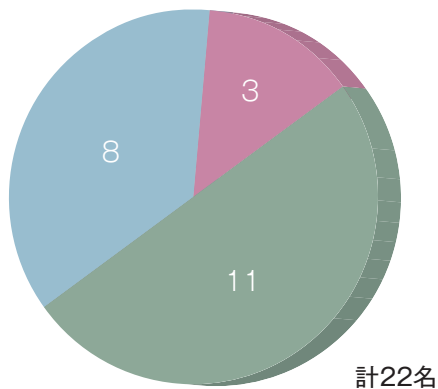
平成25年度修了者の進路状況 [平成26年5月1日現在]

博士課程前期2年の課程



進学
就職(県内)
就職(県外)
その他

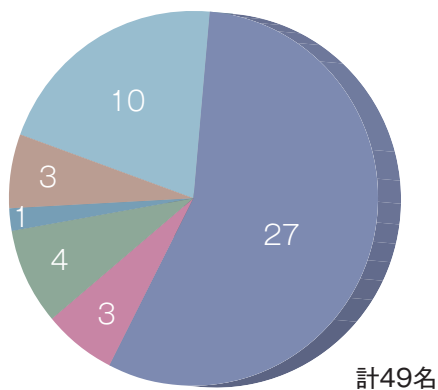
博士課程後期3年の課程



就職(県内)
就職(県外)
その他

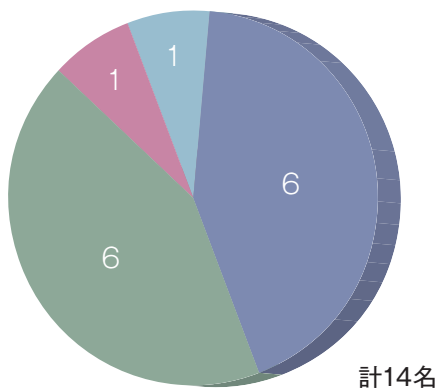
平成25年度修了者の産業別就職者数 [平成26年5月1日現在]

博士課程前期2年の課程



製造業
情報通信業
教育
サービス業
公務員
その他

博士課程後期3年の課程



製造業
教育
公務
その他

平成17～25年度 前期2年の課程修了者・後期3年の課程修了者の主な就職先

官公庁	環境省／農林水産省／国税庁／林野庁／東京税関／自衛隊／山形大学／東北大学／青森県／岩手県／宮城県／栃木県／茨城県／東京都／仙台市／鶴岡市／盛岡市など
研究機関等	国立遺伝学研究所／国立医薬品食品衛生研究所／科学技術振興機構／農業環境技術研究所／理化学研究所／産業技術総合研究所／材料科学技術振興財団／水産総合研究センター／森林総合研究所林木育種センター／日本海洋生物研究所／化学及血清療法研究所／千葉大学医学部付属病院臨床試験部など
大学教員	東北大学／新潟大学／大阪府立大学／東京女子医科大学／慶應義塾大学など
高校等教員	青森県教員／宮城県教員／山形県教員／群馬県教員／私立高校など
民間企業	丸紅／花王／旭化成／ライオン／日本たばこ産業／味の素／ヤクルト／グリコ乳業／丸美屋食品工業／カバヤ食品／伊藤園／ニチレイ／ハウス食品／ヤマサ醤油／山崎製パン／協和発酵キリン／アサヒ飲料／サッポロビール／メルシャン／ジャパンフーズ／ブルボン／日本コカ・コーラ／永谷園／第一三共／武田薬品工業／キッセイ薬品工業／ロート製薬／塩野義製薬／アステラス製薬／資生堂／東和薬品／大鵬薬品工業／日本メナード化粧品／島津製作所／TOTO／INAX／旭硝子／三菱レイヨン／住友ゴム工業／住友化学／中部電力／三井住友銀行／バンダイ／日本農薬／郵便局／野村総合研究所など
博士研究員 (日本学術振興会特別研究員等)	東北大学大学院生命科学研究科／東北大学学際科学国際高等研究センター／筑波大学／埼玉医科大学／富山大学／京都大学／名古屋大学／国立遺伝学研究所／農業環境技術研究所／沖縄科学技術研究基盤整備機構／ブルゴーニュ大学／ミネソタ大学／スイス工科大学など

キャンパスマップ

キャンパス分布図 [国 内]



生物棟(青葉山)



生命科学研究科
プロジェクト
研究棟(片平)

青森

仙台

木更津



浅虫海洋生物学教育研究センター



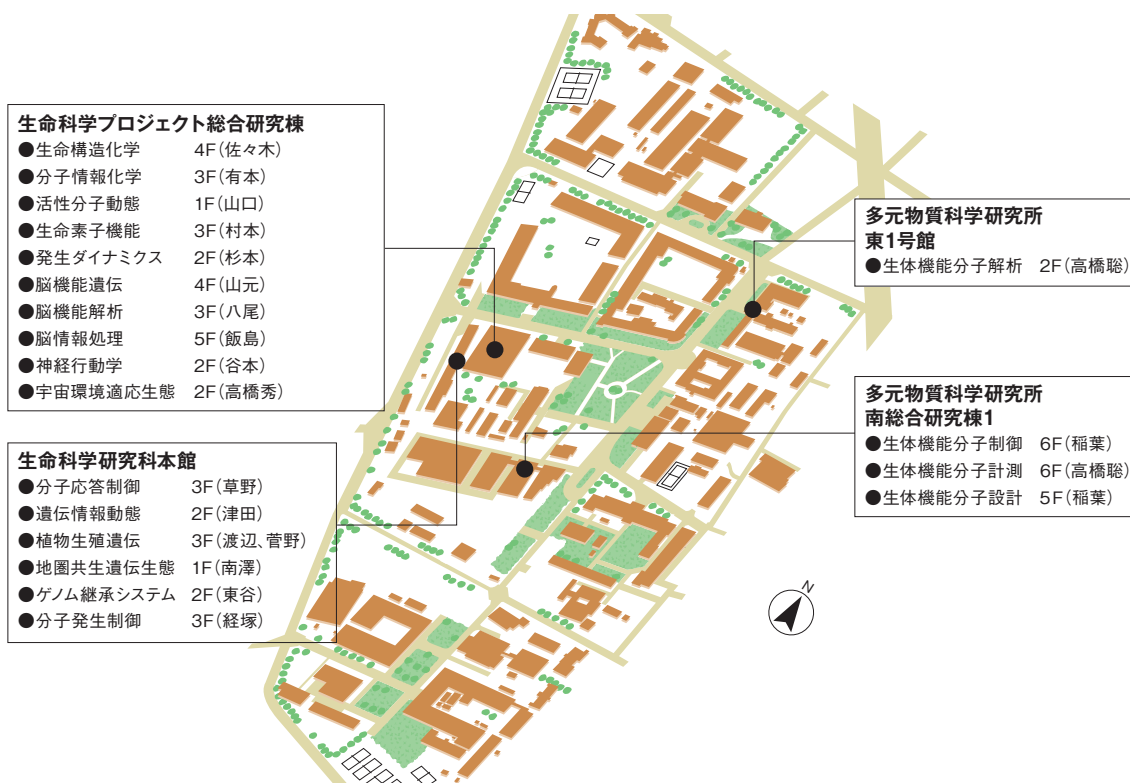
かずさDNA研究所

キャンパス分布図 [仙台市内]



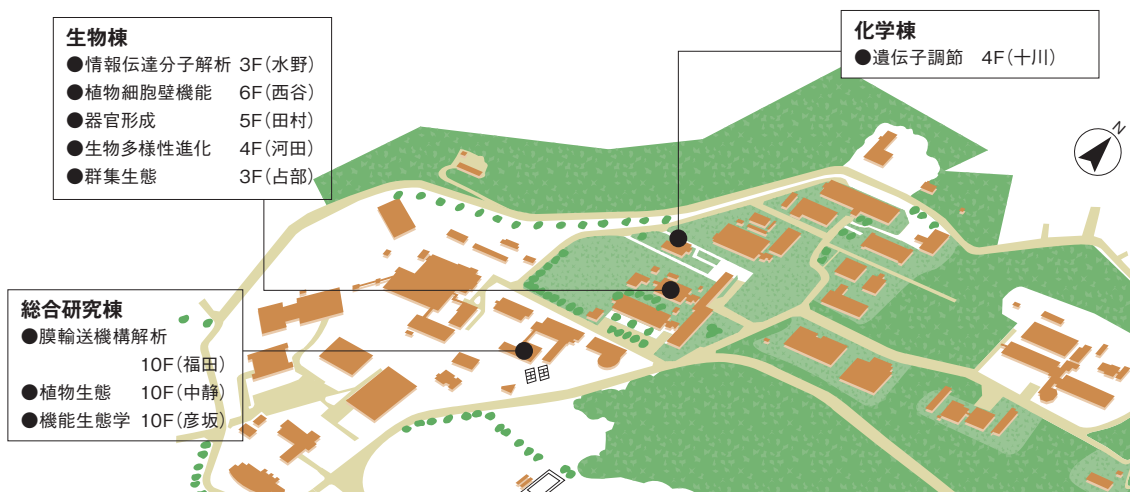
片平キャンパス

所在地: 仙台市青葉区片平



青葉山キャンパス

所在地: 仙台市青葉区荒巻字青葉



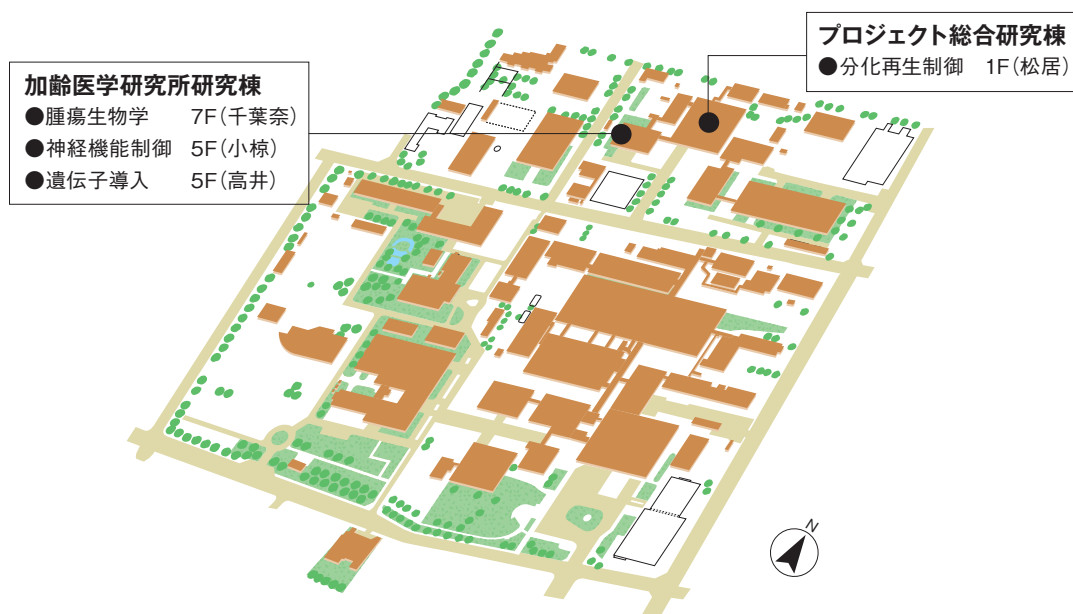
川内キャンパス

所在地: 仙台市青葉区川内



星陵キャンパス

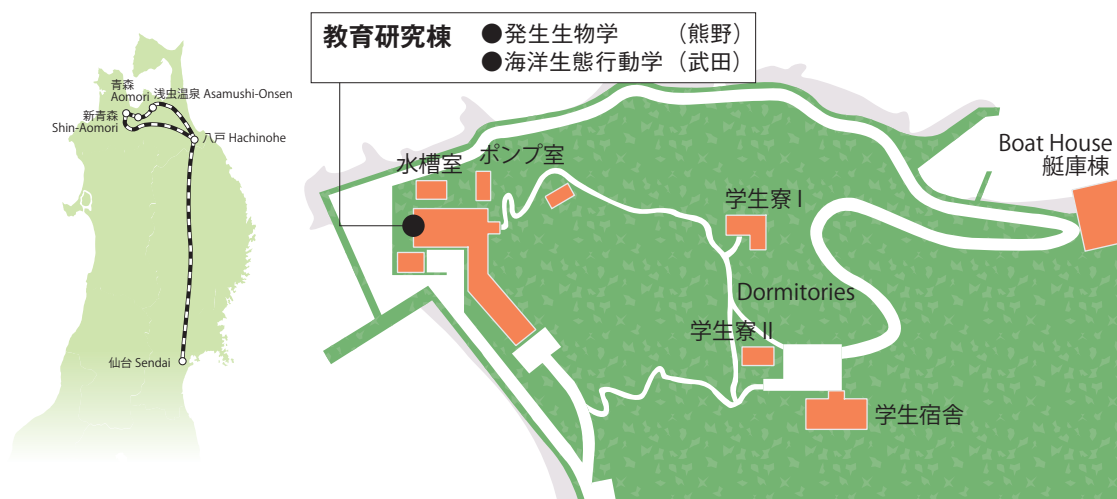
所在地: 仙台市青葉区星陵町



附属浅虫海洋生物学教育研究センター

所在地:青森市浅虫坂本9番地

TEL 017-752-3388 <http://www.biology.tohoku.ac.jp/lab-www/asamushi/>



かずさDNA研究所

所在地:千葉県木更津市かずさ鎌足2-6-7

TEL 0438-52-3900 <http://www.kazusa.or.jp/>

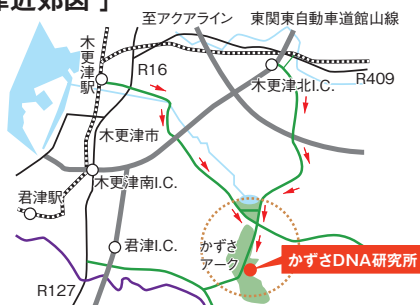
〔 関東広域地図 〕



〔 周辺地図 〕



〔 木更津近郊図 〕



ウェブサイト

東北大学大学院生命科学研究科では、ウェブサイトにて情報を発信しております。研究分野や入試の情報等、随時更新し、生命科学研究科の概要をまとめた動画も掲載しております。ぜひご覧ください。

**東北大学 大学院 生命科学研究科**
Graduate School of Life Sciences, Tohoku University

日本語 | English

検索

▶ アクセスマップ ▶ リンク ▶ サイトマップ ▶ 東北大学

▶ 入学希望の方 ▶ 一般・社会人の方 ▶ 研究者の方 ▶ 同窓生の方 ▶ 在学生の方 ▶ 教職員の方

未来を拓く生命科学への挑戦

A challenge of life sciences to develop the future

分子・細胞・個体から、脳・生態・環境を科学する
From Molecules, Cells and Organisms to Brain, Ecology and Environment

研究科概要 | 研究 | 教育 | 入試情報 | お問い合わせ

QRコード

携帯電話・スマートフォンの方はこちらのQRコードを読み取ってアクセスしてください。

入試情報

2013/04/02	入試情報	平成25年度における入学検定料の免除について(東日本大震災により被災した東北大学入学志願者等)
2014/01/24	入試説明会	博士課程前期2年の課程 入試説明会(東京会場) (5/10)
2014/01/14	入試説明会	博士課程前期2年の課程 入試説明会・オープンラボ(仙台会場) (5/31・6/1)
2013/11/28	合格発表	平成26年度 博士課程前期2年の課程第Ⅱ期入学試験 合格者発表
2013/11/13	募集要項	平成26年度生命科学研究科 博士課程後期3年の課程編入学学生募集要項

[入試情報 一覧 >>](#)

<http://www.lifesci.tohoku.ac.jp/>



東北大学 大学院生命科学研究科

〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1

TEL : 022-217-5702

FAX : 022-217-5704

URL : www.lifesci.tohoku.ac.jp/

東北大学 大学院生命科学研究科