

# 東北大学 大学院 生命科学研究科

GRADUATE SCHOOL OF LIFE SCIENCES, TOHOKU UNIVERSITY

# 2024



++  
++

++++  
++++  
++++  
++++



## 生命科学研究科とは

21世紀のライフサイエンスはめざましい発展を続けています。その一方で、私たちを取り巻く社会は、地球規模の温暖化、生物多様性の喪失、人口増加、急速な高齢化など、さまざまな問題に直面しています。生命科学研究科はライフサイエンスの研究・教育を推進することにより、これら諸問題の解決ならびに生命のさらなる探求に挑みます。

本研究科は、「こころと体を制御するしくみの解明をめざす、脳生命統御科学専攻 (Integrative Life Sciences)」、「環境変動下における細胞・生物個体から生態系までの維持機構の解明をめざす、生態発生適応科学専攻 (Ecological Developmental Adaptability Life Sciences)」、「分子が生命体内で働く仕組みから生命制御の方法を解明する、分子化学生物学専攻 (Molecular and Chemical Life Sciences)」の3つの専攻で構成されています。それぞれの専攻では、最先端の研究・教育を通して、ライフサイエンスに関する幅広い知識と研究力をもち、さまざまな方面で活躍できるグローバルリーダーを育成します。また、産業界において指導的立場で活躍する博士バイオ人材を育成するために、専攻横断的な「バイオ人材育成カリキュラム」が設けられています。

## What is the Graduate School of Life Sciences?

21st century life sciences are continuing to experience remarkable development. On the other hand, the society we live in is facing a multitude of problems, including global warming, loss of biodiversity, increasing population, and a rapidly aging population. The Graduate School of Life Sciences, through promotion of research and education, strives to solve these problems and delve further into exploration of life.

This graduate school comprises 3 majors: Integrative Life Sciences: “aims to clarify the mechanisms that control the mind and body”, Ecological Developmental Adaptability Life Sciences: “aims to clarify the mechanisms that maintain life from cells and biological organisms to ecosystems in changing environments”, and Molecular and Chemical Life Sciences: “aims to clarify methods of controlling life based on the working mechanisms of molecules within living bodies”. In each of these majors, we cultivate global leaders with a broad range of knowledge and research skills in life sciences, who are active in various fields. We have also set up cross-sectoral research majoring in “curriculums to foster human resources in bioscience” to cultivate PhD graduates in the field of bioscience who will be active in leadership positions in the industry.

# Contents

---

01	生命科学研究科とは	What is the Graduate School of Life Sciences?
03	はじめに	Greeting from the Dean
05	組 織	Organization
08	基本データ	Data
10	脳生命統御科学専攻	Department of Integrative Life Sciences
24	生態発生適応科学専攻	Department of Ecological Developmental Adaptability Life Sciences
42	分子化学生物学専攻	Department of Molecular and Chemical Life Sciences
62	附属施設 および 研究センター	Facility and Research Center
64	バイオインダストリー人材育成プログラム	Bioindustry Human Resources Development Program
65	資 料	Supplement Data
67	キャンパスマップ	Campus map



東北大学  
大学院生命科学研究科長

**彦坂 幸毅**

Dean, Graduate School  
of Life Sciences,  
Tohoku University  
HIKOSAKA Kouki, Ph.D.

「同じ場所にとどまるためには、思いっきり走らなければならない」

これは、Lewis Carroll 作「鏡の国のアリス」に登場する赤の女王の台詞の一節です（河合祥一郎 訳）。この台詞にちなみ、約50年前に提唱されたのが「赤の女王仮説」です（Van Valen 1973）。環境の変化や競争相手の進化に対抗するために、生物は進化し続けなければいけない。さもなくば、絶滅に至ってしまうかもしれない、というものです。実際に、地球温暖化、環境破壊に伴う生物多様性の喪失、新型コロナウイルスの感染拡大など、周囲を取り巻く環境がいかに変動的であるか、対応が遅れた生物がいかに脆弱か、ということを私たちは目の当たりにしています。生命科学研究の重要性は日に日に増していると言えます。

大学、研究科、そして研究者もまた様々な環境の変化にさらされつつも、進化し続けています。新たな知見や技術の導入、研究設備の構築や改良、組織の改変、新たな協同や交流の推進など、私たちは常に変ろうとしています。しかしながら、目指す方向には変わりありません。インパクトの高い研究成果をあげることと、社会に貢献する学生を育てることです。

東北大学大学院生命科学研究科は、東北大学における生命科学研究の中核拠点として2001年に設立されました。「こころと体を制御するしくみ」の解明を担う脳生命統御科学専攻、「環境変動と生命活動の相互作用」を解析する生態発生適応科学専攻、「ケミカルバイオロジーとゲノムによるイノベーション」を推進する分子化学生物学専攻の3専攻から構成されています。分子から生物圏まで、生命に関わるすべての階層を研究対象とし、有機化学、分子生物学、遺伝学、ゲノム科学、細胞生物学、発生学、生態学、進化学とミクロからマクロまで幅広い研究分野を網羅していることが当研究科の強みです。また、脳神経科学と生態学には特に力を入れ、他大学にない独自性をもっています。

赤の女王は、上の台詞に続いてこう話します。「どこか別の場所に行きたいなら、少なくともその二倍速く走らなきゃ!」 私たちはさらなる努力によって新たな発見を追い求めます。私たちと一緒に「新しい景色」を見てみませんか？

令和6年4月1日



"It takes all the running you can do, to keep in the same place."

This is a quote by the Red Queen in Lewis Carroll's "Through the Looking-Glass, and What Alice Found There." The "Red Queen's Hypothesis" was proposed based on this quote (Van Valen, 1973). Organisms must continue to evolve, adapt to environmental changes, and compete with their competitors. Failure to adapt may lead to extinction. In addition, we see various changes in the surrounding environment, including climate change, the loss of biodiversity due to environmental destruction, and the global coronavirus epidemic. These changes have shown how fragile organisms can be. Therefore, it can be said that the importance of life science research is increasing daily.

Universities, graduate schools, and researchers continue to evolve in response to environmental changes. We constantly seek to change by introducing new knowledge and technology, building and improving research facilities, restructuring organizations, and promoting collaborations and exchanges. However, the objectives remain unchanged. They are to produce high-impact research results and develop students who can contribute to society.

The Graduate School of Life Sciences at Tohoku University was established in 2001 as a core center for life science research. It consists of three divisions: the Department of Integrative Life Sciences, which aims to elucidate mechanisms that control the mind and body; the Department of Ecological Developmental Adaptability Life Sciences, which analyzes the interaction between environmental changes and organisms; and the Department of Molecular and Chemical Life Sciences, which promotes innovation through chemical biology and genomic research. Our graduate school covers various research fields, from molecules to the biosphere. We study organic chemistry, molecular biology, genetics, genome science, cell biology, developmental biology, ecology, and evolution. In addition, we lay particular emphasis on neuroscience and ecology, which is different from that in other universities.

After the above quote, The Red Queen said, "If you want to get somewhere else, you must run at least twice as fast as that!" Therefore, we will pursue new findings through further efforts. Would you like to join us?

April 1, 2024

組織

脳生命統御科学専攻				Integrative Life Sciences	
神経ネットワーク講座				Brain and Nervous System	
神経行動分野	Neuroethology	教授	Professor	谷 本 拓	TANIMOTO Hiromu
		准教授	Associate Professor	小 金 澤 雅 之	KOGANEZAWA Masayuki
		助教	Assistant Professor	黄 子 庭	HUANG Tzu Ting
		助教	Assistant Professor	THOMA VLADIMIRO	THOMA Vladimiro
分子行動分野	Molecular Ethology	教授	Professor	竹 内 秀 明	TAKEUCHI Hideaki
		助教	Assistant Professor	梶 山 十 和 子	KAJIYAMA Towako
脳機能発達分野	Brain Development	教授	Professor	安 部 健 太 郎	ABE Kentaro
		助教	Assistant Professor	青 木 祥	AOKI Sho
脳神経システム分野	Systems Neuroscience	教授	Professor	筒 井 健 一 郎	TSUTSUI Ken-ichiro
		准教授	Associate Professor	大 原 慎 也	OHARA Shinya
		特任准教授	Specialty-appointed Associate Professor	中 村 晋 也	NAKAMURA Shinya
		助教(兼)	Assistant Professor	木 村 慧	KIMURA Kei
細胞ネットワーク講座				Cellular Network	
膜輸送機構解析分野	Membrane Trafficking Mechanisms	教授	Professor	福 田 光 則	FUKUDA Mitsunori
		助教	Assistant Professor	笠 原 敦 子	KASAHARA Atsuko
発生ダイナミクス分野	Developmental Dynamics	教授	Professor	杉 本 亜 砂 子	SUGIMOTO Asako
		准教授(兼)	Associate Professor	丹 羽 伸 介	NIWA Shinsuke
		助教	Assistant Professor	春 田 奈 美	HARUTA Nami
		助教(クロスアポイントメント)	Assistant Professor	太 田 緑	OHTA Midori
細胞小器官疾患学分野	Organelle Pathophysiology	教授	Professor	田 口 友 彦	TAGUCHI Tomohiko
超回路脳機能分野	Super-Network Brain Physiology	教授	Professor	松 井 広	MATSUI Ko
		助教	Assistant Professor	生 駒 葉 子	IKOMA Yoko
分化制御ネットワーク講座				Developmental Regulation Network	
分化再生制御分野	Germ Cell Development	教授	Professor	松 居 靖 久	MATSUI Yasuhisa
		助教	Assistant Professor	林 陽 平	HAYASHI Yohei
腫瘍生物学分野	Cancer Biology	教授	Professor	千 葉 奈 津 子	CHIBA Natsuko
		助教	Assistant Professor	吉 野 優 樹	YOSHINO Yuki
		助教	Assistant Professor	方 震 宙	FANG Zhenzhou
協力教員				Cooperative faculties	
神経発生生物学分野	Developmental Neuroscience	教授	Professor	大 隅 典 子	OSUMI Noriko
分子腫瘍学分野	Molecular Oncology	教授	Professor	田 中 耕 三	TANAKA Kozo

生態発生適応科学専攻			Ecological Developmental Adaptability Life Sciences		
個体ダイナミクス講座			Biological Dynamics		
植物発生分野	Plant Development	教授	Professor	経 塚 淳 子	KYOZUKA Junko
		助教	Assistant Professor	秦 有 輝	HATA Yuki
		助教	Assistant Professor	小 松 愛 乃	KOMATSU Aino
		助教	Assistant Professor	青 木 夏 美	AOKI Natsumi
組織形成分野	Histogenetic Dynamics	教授	Professor	倉 永 英 里 奈	KURANAGA Erina
		助教	Assistant Professor	二 宮 小 牧	NINOMIYA Komaki
		助教	Assistant Professor	関 根 清 薫	SEKINE Sayaka
		助教 (兼)	Assistant Professor	上 地 浩 之	UECHI Hiroyuki
動物発生分野	Organ Morphogenesis	教授	Professor	田 村 宏 治	TAMURA Koji
		助教	Assistant Professor	上 坂 将 弘	UESAKA Masahiro
植物細胞動態分野	Plant Cell Dynamics	教授	Professor	植 田 美 那 子	UEDA Minako
		助教	Assistant Professor	木 全 祐 資	KIMATA Yusuke
		助教	Assistant Professor	松 本 光 梨	MATSUMOTO Hikari
		助教	Assistant Professor	鈴 木 秀 政	SUZUKI Hidemasa
環境応答分野	Plant Sensory and Developmental Biology	准教授	Associate Professor	藤 井 伸 治	FUJII Nobuharu
生態ダイナミクス講座			Ecological Dynamics		
機能生態分野	Functional Ecology	教授	Professor	彦 坂 幸 毅	HIKOSAKA Kouki
		助教	Assistant Professor	富 松 元	TOMIMATSU Hajime
統合生態分野	Ecological Integration	教授	Professor	近 藤 倫 生	KONDOH Michio
		教授 (兼)	Professor	藤 田 香	FUJITA Kaori
		助教	Assistant Professor	川 津 一 隆	KAWATSU Kazutaka
		助教	Assistant Professor	田 邊 晶 史	TANABE Akifumi
		助教	Assistant Professor	DANSU EMMANUEL JESUYON	Dansu Emmanuel Jesuyon
		助教	Assistant Professor	佐 藤 修 正	SATO Shusei
共生ゲノミクス分野	Symbiosis Genomics	准教授	Associate Professor	三 井 久 幸	MITSUI Hisayuki
		助教	Assistant Professor	番 場 大	BAMBA Masaru
		助教	Assistant Professor	橋 本 駿	HASHIMOTO Shun
		助教	Assistant Professor	YUSDAR MUSTAMIN	YUSDAR Mustamin
		助教	Assistant Professor	花 野 滋	HANANO Shigeru
		助教	Assistant Professor	ABDELA ARGEN ADEM	Abdela Argen ADEM
		准教授	Associate Professor	KASS JAMIE MICHAEL	KASS Jamie Michael
		助教	Assistant Professor	MIRANDA EVERTON BERNARDO PEREIRA DE	Miranda Everton Bernardo Pereira De
流域生態分野	Watershed Ecology	准教授	Associate Professor	宇 野 裕 美	UNO Hiromi
		助教	Assistant Professor	牧 野 渡	MAKINO Wataru
植物繁殖生態分野	Plant Reproductive Strategy	准教授	Associate Professor	酒 井 聡 樹	SAKAI Satoki
多様性ダイナミクス講座			Biodiversity Dynamics		
植物進化多様性分野	Plant Diversity and Evolution	教授	Professor	牧 雅 之	MAKI Masayuki
		助教	Assistant Professor	大 山 幹 成	OHYAMA Motonari
		助教	Assistant Professor	伊 東 拓 朗	ITO Takuro
生物多様性保全分野	Conservation Biology	教授	Professor	千 葉 聡	CHIBA Satoshi
		助教	Assistant Professor	木 村 一 貴	KIMURA Kazutaka
海洋生物多様性分野	Marine Biodiversity	教授	Professor	熊 野 岳	KUMANO Gaku
		教授 (兼)	Professor	近 藤 倫 生	KONDOH Michio
		准教授	Associate Professor	美 濃 川 拓 哉	MINOKAWA Takuya
		助教	Assistant Professor	岩 崎 藍 子	IWASAKI Aiko
		助教	Assistant Professor	森 田 俊 平	MORITA Shumpei
		助教	Assistant Professor	福 森 啓 晶	FUKUMORI Hiroaki
生態複合ダイナミクス講座			Eco-Socio Dynamics		
生態系機能分野	Ecosystem Functions	客員教授	Visiting Professor	陀 安 一 郎	TAYASU Ichiro
		客員准教授	Visiting Associate Professor	石 井 励 一 郎	ISHII Reiichiro
特任教員			Specially-appointed faculties		
土壌微生物分野	Soil Microbiology	特任教授	Specially-appointed Professor	南 澤 究	MINAMISAWA Kiwamu
		特任助教	Specially-appointed Assistant Professor	板 倉 学	ITAKURA Manabu
		特任助教	Specially-appointed Assistant Professor	鈴 木 淳 夫	SUZUKI Atsuo
		特任助教	Specially-appointed Assistant Professor	大 久 保 智 司	OHKUBO Satoshi
		特任助教	Specially-appointed Assistant Professor	加 藤 広 海	KATO Hiromi
協力教員			Cooperative faculties		
生命情報システム科学分野	Systems Bioinformatics	教授	Professor	木 下 賢 吾	KINOSHITA Kengo

分子化学生物学専攻			Molecular and Chemical Life Sciences			
ケミカルバイオロジー講座						Chemical Biology
分子情報化学分野	Analytical Bioorganic Chemistry	教授	Professor	有 本 博 一	ARIMOTO Hirokazu	
		助教	Assistant Professor	高 橋 大 輝	TAKAHASHI Daiki	
生命構造化学分野	Biostructural Chemistry	教授	Professor	佐 々 木 誠	SASAKI Makoto	
		助教	Assistant Professor	梅 原 厚 志	UMEHARA Atsushi	
活性分子動態分野	Bioactive Molecules	教授	Professor	石 川 稔	ISHIKAWA Minoru	
		准教授 (兼)	Associate Professor	佐 藤 伸 一	SATO Shinichi	
		助教	Assistant Professor	友 重 秀 介	TOMOSHIGE Shusuke	
		教授	Professor	大 橋 一 正	OHASHI Kazumasa	
分子細胞生物分野	Molecular and Cellular Biology	准教授	Associate Professor	安 元 研 一	YASUMOTO Ken-ichi	
		助教	Assistant Professor	千 葉 秀 平	CHIBA Shuhei	
応用生命分子解析分野	Applied Biological Molecular Science	教授	Professor	田 中 良 和	TANAKA Yoshikazu	
		助教	Assistant Professor	横 山 武 司	YOKOYAMA Takeshi	
分子ネットワーク講座						Molecular and Network Genomics
微生物遺伝進化学分野	Microbial Genetics and Evolution	教授	Professor	永 田 裕 二	NAGATA Yuji	
		准教授	Associate Professor	大 坪 嘉 行	OTSUBO Yoshiyuki	
		助教	Assistant Professor	岸 田 康 平	KISHIDA Kouhei	
		助教	Assistant Professor	STAR LAZO LEONARDO	STAR Lazo Leonardo	
植物生殖システム分野	Plant Reproductive System	教授	Professor	渡 辺 正 夫	WATANABE Masao	
		准教授(クロスアポイントメント)	Associate Professor	稲 葉 靖 子	INABA Yasuko	
		助教	Assistant Professor	林 真 妃	HAYASHI Maki	
分子遺伝生理分野	Molecular Genetics and Physiology	教授	Professor	東 谷 篤 志	HIGASHITANI Atsushi	
進化ゲノミクス分野	Evolutionary Genomics	教授	Professor	牧 野 能 士	MAKINO Takashi	
		准教授 (兼)	Associate Professor	市 之 瀬 敏 晴	ICHINOSE Toshiharu	
		准教授(クロスアポイントメント)	Associate Professor	佐 藤 敦 子	SATO Atsuko	
		講師	Lecturer	横 山 隆 亮	YOKOYAMA Ryusuke	
		助教	Assistant Professor	別 所 - 上 原 奏 子	BESSHO-UEHARA Kanako	
		助教	Assistant Professor	岩 寄 航	IWASAKI Watal	
		助教 (兼)	Assistant Professor	別 所 - 上 原 学	BESSHO-UEHARA Manabu	
植物分子遺伝分野	Plant Molecular Genetics	准教授	Associate Professor	菅 野 明	KANNO Akira	
植物分子適応生理分野	Plant Molecular and Physiological Adaptation	准教授	Associate Professor	日 出 間 純	HIDEMA Jun	
		助教	Assistant Professor	寺 西 美 佳	TERANISHI Mika	
階層的構造ダイナミクス講座						Multilevel Biomolecular Structure and Dynamics
生体分子ダイナミクス分野	Molecular Analysis of Biological Functions	教授	Professor	高 橋 聡	TAKAHASHI Satoshi	
		准教授 (兼)	Associate Professor	奥 村 正 樹	OKUMURA Masaki	
		助教	Assistant Professor	伊 藤 優 志	ITO Yui	
生体分子機能制御分野	Biofunctional Chemistry and Nanobiotechnology	教授	Professor	水 上 進	MIZUKAMI Shin	
		准教授	Associate Professor	小 和 田 俊 行	KOWADA Toshiyuki	
構造メカニズム研究開発分野	Structural Mechanism Research and Development	教授(クロスアポイントメント)	Professor	米 倉 功 治	YONEKURA Koji	
		教授 (兼)	Professor	高 橋 聡	TAKAHASHI Satoshi	
		准教授	Associate Professor	濱 口 祐	HAMAGUCHI Tasuku	
分子機能可視化分野	Dynamic Structural Biology	教授	Professor	南 後 恵 理 子	NANGO Eriko	
		助教	Assistant Professor	藤 原 孝 彰	FUJIWARA Takaaki	
		助教	Assistant Professor	田 口 真 彦	TAGUCHI Masahiko	
ゲノム情報学講座						Genome Informatics
オミックス・情報学分野	Omics and Informatics	客員教授	Visiting Professor	池 田 和 貴	IKEDA Kazutaka	
		客員准教授	Visiting Associate Professor	山 川 央	YAMAKAWA Hisashi	
協力教員						Cooperative faculties
天然物ケミカルバイオロジー分野	Chemical Biology of Natural Product	教授	Professor	上 田 実	UEDA Minoru	
レドックス制御分野	Redox Biology	教授	Professor	本 橋 ほ づ み	MOTOHASHI Hozumi	
分子反応化学分野	Bioorganic Medicinal Chemistry	教授	Professor	土 井 隆 行	DOI Takayuki	
RNA生理学分野	RNA Physiology	教授	Professor	魏 范 研	WEI Fan Yan	

附属施設					
浅虫海洋生物学教育研究センター	Asamushi Research Center for Marine Biology	センター長	Director	熊 野 岳	KUMANO Gaku

研究センター					
東北大学包括的脳科学研究センター	Comprehensive Center for Brain Science Research and Education, Tohoku University				

事 務 部	総務係	General Affairs Section
	教務係	Student Affairs Section
	会計係	General Accounting Section
	浅虫事務部	Asamushi Administrative Office

# 基本データ

Data

## 教員数 Academic Staff

教授	Professors	25 (19)
准教授	Associate Professor	12 (8)
講師	Lecturer	1 (0)
助教	Assistant Professor	38 (13)
客員教授	Visiting Professor	2
客員准教授	Visiting Associate Professor	2
特任教授	Specially-appointed Professor	1
特任准教授	Specially-appointed Associate Professor	1
特任助教	Specially-appointed Assistant Professor	4

( ) Cooperative Faculties  
1, April, 2024

## 学生数 Postgraduate Students

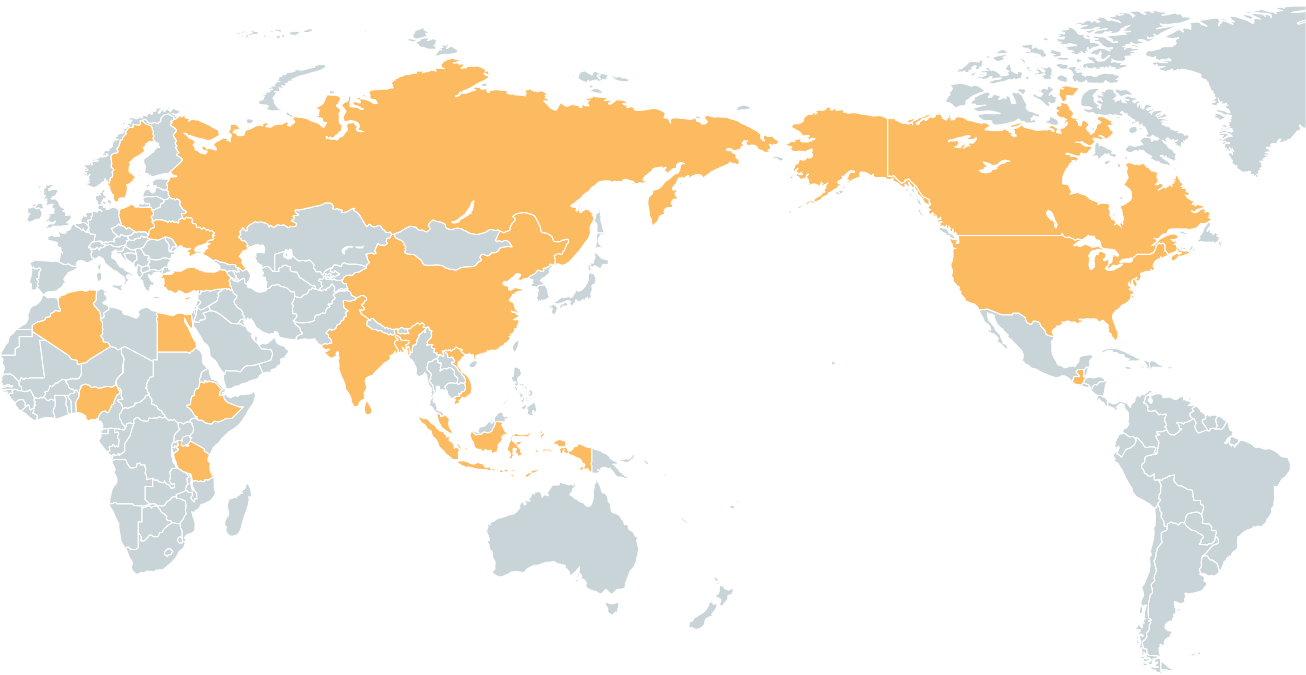
		Male	Female	Total
修士課程学生	Master's courses	139 (17)	79 (10)	218 (27)
博士課程学生	Doctoral courses	60 (8)	27 (12)	87 (20)

( ) International Students  
1, December, 2023

## 留学生の出身国及び地域 Home country of International Students

Algeria, Bangladesh, Bolivia, Canada, China, Cuba, Egypt, Ethiopia, Guatemala, India, Indonesia, Malaysia, Nigeria, Russia, Sri Lanka, Taiwan, Tanzania, Turkey, Ukraine, USA, Vietnam

1, December, 2023





# 脳生命統御科学専攻

Department of Integrative Life Sciences

多細胞生物は、卵に由来する多くの細胞が基本単位となり、一つの個体を構成して機能を全うする生命体である。それぞれの細胞は、個体発生の過程で独自の役割を担うように分化・多様化し、互いに相互作用（ネットワークを形成）することが個体としての統合的機能の基盤にある。本専攻では、こころとからだをコントロールする「脳」を中心に、細胞集団が生命を統御する仕組みの解明を目指し、先端的技术を駆使した研究・教育を行う。

Multicellular organisms are the life forms wherein the basic unit comprises many cells derived from an egg to form and fulfill the function of a single individual. Each of the cells undergoes differentiation and diversification to fulfill independent roles during the process of ontogeny, and the mutual interaction of these cells (network formation) is the foundation of integrated function as an individual. We aim to clarify the mechanisms by which cell populations (e.g., neural networks) control life phenomena (e.g., brain functions), implementing research and education, making full use of cutting-edge technologies.



# 神経行動分野

キーワード /  
学習・記憶、報酬・罰、ドーパミン



教授  
谷本 拓  
TANIMOTO Hiromu



准教授  
小金澤雅之  
KOGANEZAWA Masayuki



助教  
黄 子庭  
HUANG Tzu Ting

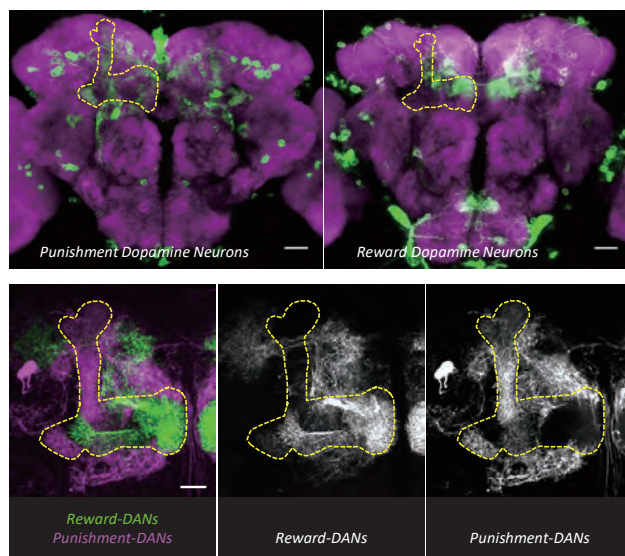


助教  
THOMA VLADIMIROV  
THOMA Vladimirov

## ショウジョウバエにおける記憶の神経回路と報酬・罰の伝達機構の解明

これまでに経験した感覚情報を統合し、学習した"記憶"に基づき適切な行動をとることは、動物界に広くみられる脳・神経系の本質的な機能の一つです。その複雑な過程の一端を担う脳機能が、2種の刺激を結びつける連合学習です。私たちの研究室では、この連合学習の神経基盤を個別のニューロンレベルで理解すべく、脳細胞数が比較的少なく、遺伝子工学によって細胞の機能操作が容易であるショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) を使って解析を進

めています。特に、報酬と罰がどのように脳内で処理されているのか、ドーパミン神経群に着目して解析しています。実験手法としては、行動学・組織形態学・遺伝子工学・画像解析を統合的に用いるほか、新たな行動解析のため、ソフト・ハードの両面からツール開発も行っています。また、動物行動を進化的な視点から捉えるため、より起源的な神経系を持つクラゲを用いた実験系も立ち上げています。



左：クラゲを用いて「神経系の起源」を探る 右：ショウジョウバエ脳内の罰と報酬を伝達するドーパミン神経群

## Neural circuits for learning and memory in *Drosophila*

An associative learning, in which an animal links sensory experiences to salient life events such as encountering foods under starved condition, is one of our fundamental brain functions. The long-term goal of our lab is to understand the neural mechanism underlying this associative learning. Our current focus is to identify and functionally characterize the neural circuits for memory formation, consolidation and recall. To this end, we investigate associative memories in the fruit fly, *Drosophila melanogaster*, by combining its powerful genetic tools,

techniques of quantitative behavioral analyses, and high-resolution anatomical analyses of neurons. We also engage in the development of new techniques for behavioral analysis and the application of new genetic tools to push the boundaries of our analyses. Besides, we investigate the ancestral nervous system using jellyfish *Gladionema pacificum* to understand the role of molecules, neurons and circuits in regulating adaptive behavior within a wider evolutionary context.

キーワード /

社会認知、行動選択、社会適応

## 分子行動分野



教授  
竹内 秀明  
TAKEUCHI Hideaki

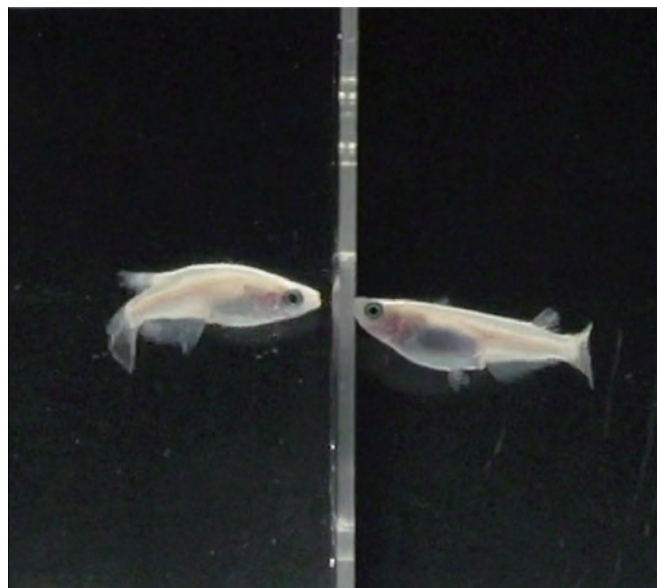


助教  
梶山 十和子  
KAJIYAMA Towako

## 社会適応を可能にする脳の動作原理の解明を目指す

これまでの社会適応能力に関わる脳研究はヒトや高等霊長類を中心に進んできた。しかし近年の行動生態学の発展によって、いくつかの魚類（グッピーやシクリッド）も個体認知を介した高度な社会適応能力を持つことが分かってきた。本研究分野では、魚類脳の社会適応能力に関わる神経機構を解明することで、比較生物学的な観点からその進化的起源を辿ることを目指している。これまでに分子遺伝学のモデル生物である小型魚類（メダカ）に着目し、群れ行動、社会的学習、メスの配偶者選択、オスの配偶者防衛行動、同種認知行動を定量化する行動実験系を確立した。その結果、メダカは仲間を見

分ける能力を持っており、個体認知に基づく高度な社会行動を示すことを発見した。例えば、メスメダカは長時間そばにいたオスを視覚記憶し、「見知ったオス」と「見知らぬオス」を見分けて、前者を配偶相手として選択する傾向がある。また変異体作出技術と電気生理学的手法等を組み合わせ、これらの社会行動に関わる遺伝子やニューロンの同定に成功している。今後メダカの基礎研究が動物の社会認知や行動選択に関わる脳情報処理機構の原型の発見に繋がることを期待している。



メダカのオスとメスがガラス越しに数時間お見合いすると、メスがオスを視覚的に記憶して、配偶相手として選択する傾向がある。

## Exploring the neural geography of the social brain using medaka fish

Among group-living animals, individuals appropriately tailor attitudes and responses to other group members according to the social context and external environment. At the simplest level, this behavioral output can be described as approach and affiliation (positive response) versus agonistic behavior and avoidance (negative response). However, the neural substrate that works between sensory input and behavioral output or the integrative circuits underlying behavioral-choice processes, are vast and mysterious. To address this issue, we have focused on medaka fish, a model animal used mainly in the field of molecular genetics. Previously, we demonstrated that medaka females recognize familiar males following prior visual exposure and that social familiarity influences female mating receptivity.

Medaka females exhibit a positive response (high receptivity) to familiar males and a negative response (low receptivity) to unfamiliar males (Okuyama et al., 2014, Yokoi et al., 2016, 2020). We also found that medaka females use male faces for individual recognition (Wang and Takeuchi 2017). We further established various behavior paradigms to assess social interactions, such as schooling behavior (Imada et al., 2010), mate-guarding (Yokoi et al., 2015, 2016, 2020), and social learning (Ochiai et al., 2013). Using these medaka systems, we have identified internal factors (genes, neurons, and neuromodulatory systems) essential for vertebrate social interactions (Okuyama et al 2014, Yokoi et al., 2015, 2020).

# 脳機能発達分野

キーワード /  
発達、社会相互作用、可塑性



教授  
安部 健太郎  
ABE Kentaro

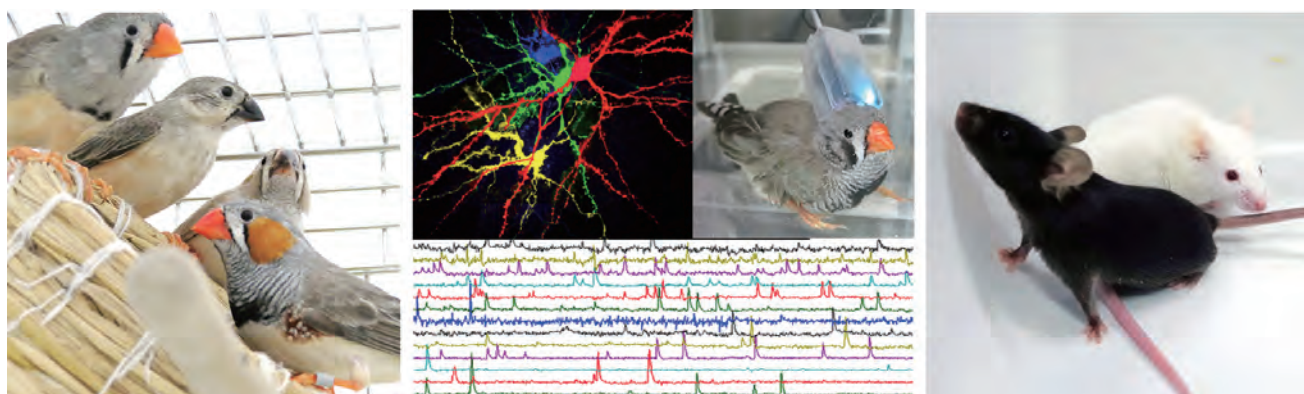


助教  
青木 祥  
AOIKI Sho

## 脳が変わる機構を明らかにし、その制御を目指す

人は社会や環境からの影響を受け成長し、また、常に変容し続けるものです。実際、我々動物の脳神経系は、ゲノム情報などの内因性の情報のみならず、生活環境や親・社会との相互作用などの外因性の情報も受けて形作られます。また、成体になっても、神経ネットワーク構造やその生理学的な機能が随時変化することが分かってきました。本分野では、鳴禽類が個体間音声コミュニケーション能力を生後発達させる機構や、げっ歯類における認知学習機構、病態時における脳機能の障害機構、培養細胞における遺伝子発現制御機構な

どを現在、研究対象としています。研究手法としては、分子生物学的技術、細胞生物学、光遺伝学、脳内イメージング、動物行動解析技術を使用し、これらの技術を統合的に用いることで、脳が“変わる”機構を明らかにすることを研究の目的とします。将来的には、脳機能の根源的理解を深めるとともに、脳機能疾患に対する予防法・治療法の開発や、学習や健全な発育を促進するよりよい教育システムの確立を目指します。



左：キンカチョウの家族。中：脳内の神経細胞写真と脳内ライブイメージングによる社会相互作用中の神経活動記録。右：マウス

## Understanding how our brain develops and changes.

Humans grow up under the influence of their environment and society and, even into adulthood, we are continuously changing in response to new information. Indeed, the nervous system of an animal is formed not only by intrinsic factors such as genomic information, but also by extrinsic factors such as environment, society, or parenting. It is now becoming clear that the structure and function of the brain's neural network plastically changes not only during development but also in adults. Our laboratory studies the mechanisms behind brain development and changes by examining the following systems: songbird vocal communication, rodent learning abilities, brain impair-

ment under pathophysiological conditions, and gene transcription regulation in vivo. We use experimental methods in the fields of molecular biology, cell biology, along with brain imaging and optogenetics to conduct behavioral analyses. We hope that our research will contribute to a better understanding of the basal mechanism of brain function and will serve as a foundation for the development of remedies for brain disorders. We also will strive to establish an optimal education system to improve the learning efficiency or to promote healthy growth and development of animals.



キーワード /

高次脳機能、行動神経生理学、分子神経解剖学

## 脳神経システム分野



教授  
筒井 健一郎  
TSUTSUI Ken-ichiro



准教授  
大原 慎也  
OHARA Shinya



特任准教授  
中村 晋也  
NAKAMURA Shinya



助教(兼)  
木村 慧  
KIMURA Kei

## 神経回路の構成と動態に基づく脳の動作原理の解明

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。われわれは、脳の動作原理を解明するためには、脳内の神経回路の構成と動態を理解することが重要であると考えており、神経科学の最新の方法を駆使しながら、その両面から研究をすすめている。

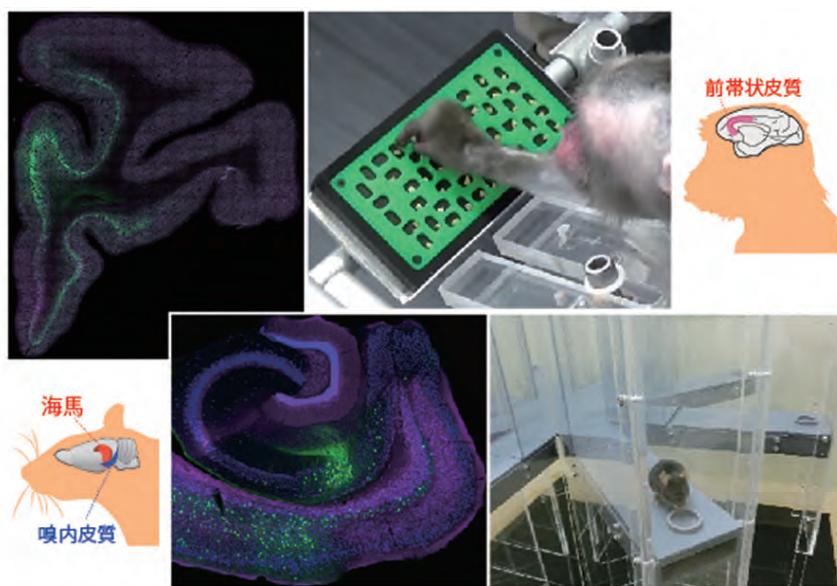
## 1)「脳の構成」の理解(分子神経解剖学)

高次脳機能を実現する脳の神経回路の構成を、細胞、局所神経回路、脳領域間回路のレベルで、マルチスケールに解析する。その

ために、プラスミドベクターやウイルスベクターを用いた神経回路標識法や操作法など、最先端手法を自ら開発し、研究に用いている。

## 2)「脳の動態」の理解(行動神経生理学)

マルチニューロン活動記録、皮質表面電位、脳機能イメージングなどの脳活動の記録法と、薬物微量注入、経頭蓋磁気刺激などの脳活動の操作法を駆使しながら、脳の情報処理の動態を、細胞、局所神経回路、脳領域間回路のレベルで、マルチスケールに解析する。



左) 研究のコンセプト 右) ウイルスベクターを用いた神経回路標識と行動課題遂行中の動物 (上段サル、下段マウス)

## Understanding the structure and dynamics of the brain and mind

The understanding of higher brain function is the central theme of science in the 21st century. To unveil the mechanisms of higher brain function, we investigate the structure and function of the neural circuits and networks in the brain using state-of-the-art neuroscience research methods.

1) Understanding the structure of the brain (molecular neuroanatomy): We investigate the structure of the brain that underlies higher brain function at a multi-scale level (cellular, local circuit, and inter-regional network). To achieve this, we develop and use novel research tools, such as visualization and manipulation of neural circuits based on cir-

cuit tracing using plasmid or virus vectors.

2) Understanding the dynamics of the brain (functional neurophysiology): We investigate the functional dynamics of the brain, such as temporal change in the neuronal representation of information, and information processing on the local circuit and inter-regional network level. To achieve this, we use various methods such as multiple unit recording, electrocorticogram (ECoG) recording, and brain imaging for monitoring neural activity, and drug microinjection and trans-cranial magnetic stimulation (TMS) for manipulating neural activity.

# 膜輸送機構解析分野

キーワード /

細胞生物学、メンブレントラフィック、低分子量 G タンパク質 Rab



教授  
福田 光則  
FUKUDA Mitsunori

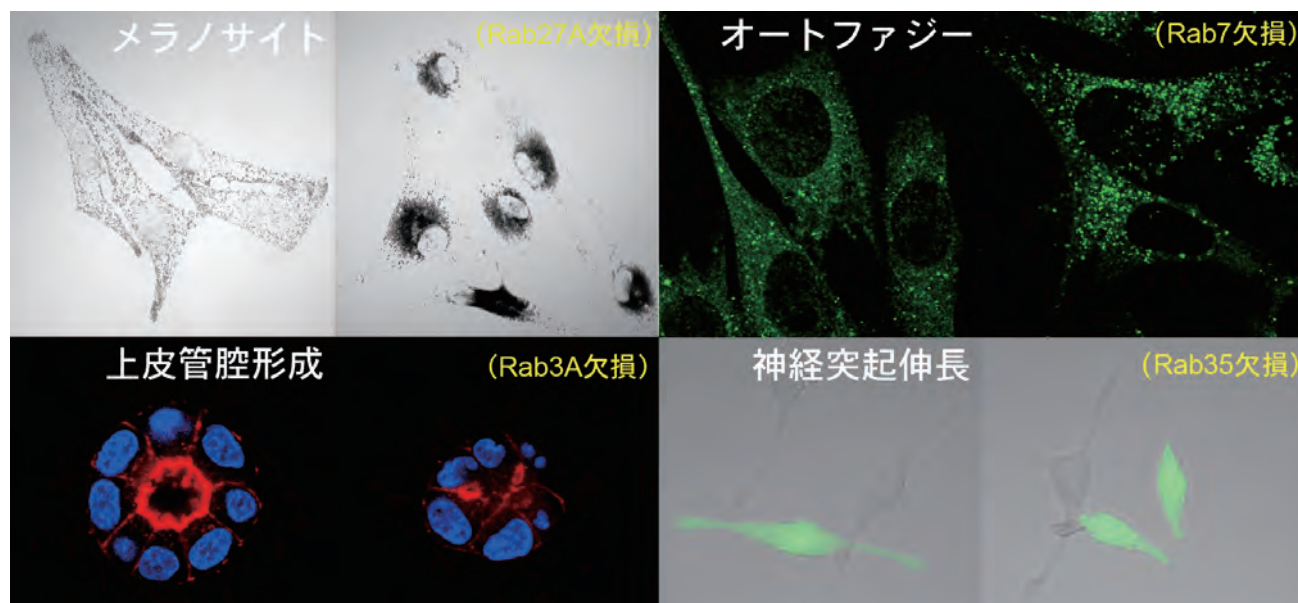


助教  
笠原 敦子  
KASAHARA Atsuko

## 「メンブレントラフィック」の分子機構の解明から高次生命現象を理解する！

私達多細胞生物体の基本単位である細胞は、さらに様々な膜で包まれたオルガネラ（細胞内小器官）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、小胞や膜の輸送（いわゆる『メンブレントラフィック（膜輸送）』）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、膜輸送の分子メカニズムの解明は生物学・医学における重要な研究課題の一つです。膜輸送を円滑に行うためには「交通整理人」の存在が重要で、私達の研

究分野ではこの交通整理人役のタンパク質を同定し、その役割を明らかにすることにより、膜輸送の分子メカニズムの解明に取り組んでいます。具体的には、メンブレントラフィックの普遍的制御因子として知られる低分子量 G タンパク質 Rab に着目し、分子生物学、細胞生物学、生化学、分子イメージングなどの技術を駆使することにより、膜輸送の分子メカニズムを解明し、様々な高次生命現象（メラニン輸送による肌や毛髪の暗色化、神経突起伸長による神経ネットワークの形成など）を理解することを目指しています。



低分子量 G タンパク質 Rab が制御する多彩な生命現象（メラニン輸送、神経突起伸長、上皮細胞の極性形成、オートファジーなど）

## Membrane traffic: from molecular mechanisms to high order functions

Cells, the building blocks of all multi-cellular organisms, contain a variety of membranous compartments (i.e., organelles). Although they have unique functions, organelles do not function independently, and frequently exchange information via “membrane trafficking,” in which membrane-wrapped substances are transported between organelles. Since a variety of human diseases are often caused by a loss of proper membrane trafficking, understanding the molecular mechanisms of membrane trafficking is one of the most important research themes in biology and medical science. For membrane trafficking to occur smoothly, “traffic controllers” must be present within the cells. In our laboratory, we investigate the role of Rab GTPases, one of the

most important traffic controllers conserved in all eukaryotes, in membrane trafficking. We attempt to uncover the molecular mechanisms of membrane trafficking underlying various life phenomena (e.g., melanin transport in skin and hair pigmentation, neurite outgrowth in neural network formation, epithelial polarity formation, and autophagy) by using molecular biology, cellular biology, biochemistry, and molecular imaging techniques. Shedding light on their role will lead to an understanding of the molecular mechanisms of membrane trafficking in high order functions.

キーワード /

発生過程の遺伝的制御、微小管動態、染色体進化

# 発生ダイナミクス分野



教授  
杉本 亜砂子  
SUGIMOTO Asako



准教授(兼)  
丹羽 伸介  
NIWA Shinsuke



助教  
春田 奈美  
HARUTA Nami



助教  
(クロスアポイントメント)  
太田 緑  
OHTA Midori

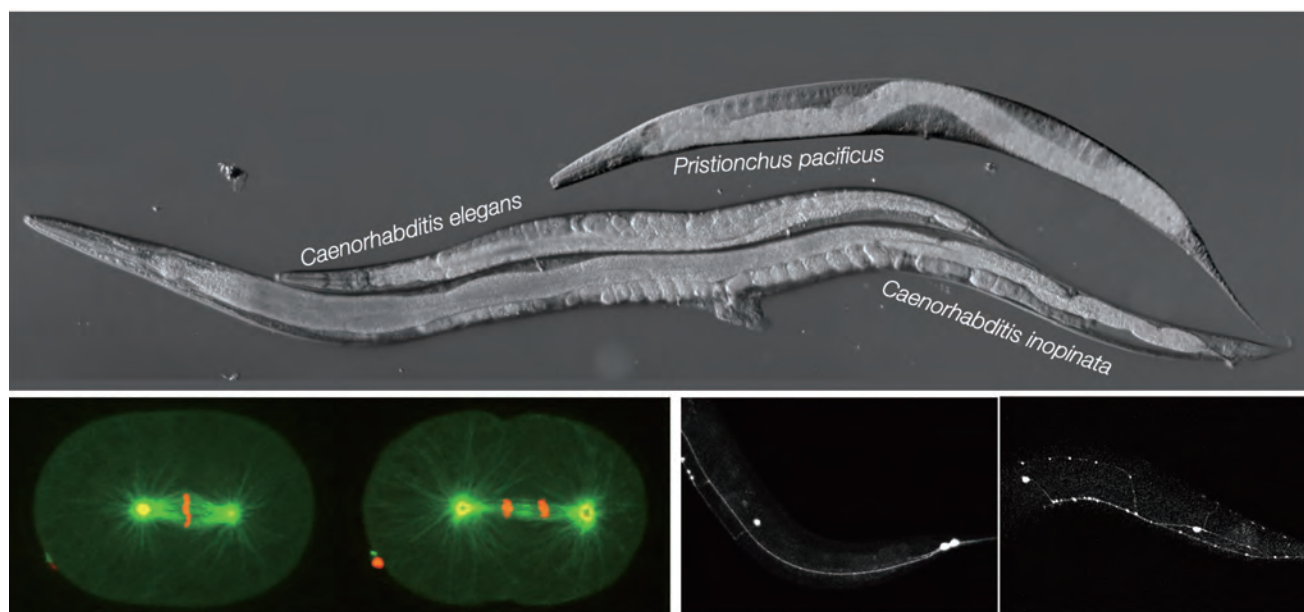
## 発生過程の遺伝的制御、微小管動態、染色体進化

生物はゲノムに書き込まれたプログラムにしたがって、生物固有の複雑なかたちを作り上げていきます。私たちは、この発生過程の遺伝的制御メカニズムとその進化プロセスを解明するために、シンプルな体の構造とコンパクトなゲノムを持つモデル線虫 *Caenorhabditis elegans* とその近縁種を研究対象として用いています。

- 1) 微小管動態の時空間的制御: 細胞骨格の一種である微小管は、細胞分裂、細胞内の物質輸送、細胞形状の維持など、多彩な役割を果たしています。私たちは、細胞分裂期や組織特異的な微小管動態の時空間的制御メカニズムを、分子遺伝学・ライブイメージング、細胞生物学・生化学などの多角的なア

プローチで解析しています。

- 2) 染色体構造変化と形質進化: DNA 上の変異の蓄積や、トランスポソンの転移・増幅、染色体の大規模な再編成は形質進化や種分化を引き起こします。私たちは、*C. elegans* とその近縁種のゲノムを比較・操作することで、染色体構造変化が形質進化を引き起こすプロセスを探ります。また、一部の線虫で発見された、発生の途中で染色体の一部が削減される「染色体削減」現象の分子メカニズム解明や、人為的な染色体再編成誘発による人工進化実験を通じて、新しい染色体生物学分野を開拓しています。



(上) 研究室で扱っている線虫種の一部; (左下) *C. elegans* 受精卵の細胞分裂; (右下) 野生型とヒト疾患変異を導入した *C. elegans* の神経回路

## Genetic control of developmental processes and their evolution

Organisms develop intricate forms guided by their genetic programs. Our laboratory investigates the genetic control of developmental processes and their evolution using the model nematode *Caenorhabditis elegans* and related species. These organisms feature simple body structures and compact genomes, making them ideal research targets.

- 1) Spatio-temporal regulation of microtubules: Microtubules, part of the cytoskeleton, perform various functions such as facilitating cell division, transporting intracellular material, and maintaining cell shape. Our research unravels the spatiotemporal regulatory mechanisms that control the dynamic activities of microtubules during cell division and in specific tissues, utilizing an integrative approach covering molecular genetics, live imaging, and biochemistry.

- 2) Structural changes of chromosomes and trait evolution: Trait evolution and speciation result from a combination of DNA mutations, transposon transfer and amplification, and large-scale chromosome rearrangements. Our goal is to understand the relationship between changes in chromosomal structure and trait evolution by comparing and manipulating the genomes of *C. elegans* and its related species. Additionally, a new area of chromosome biology is explored by analyzing the molecular mechanisms underlying programmed DNA elimination, a phenomenon observed in certain nematode species where a portion of the chromosome is excised and discarded during development. We are also conducting artificial evolutionary experiments by manipulating chromosome structures.



# 細胞小器官疾患学分野

キーワード /  
細胞小器官、疾患、シグナル伝達

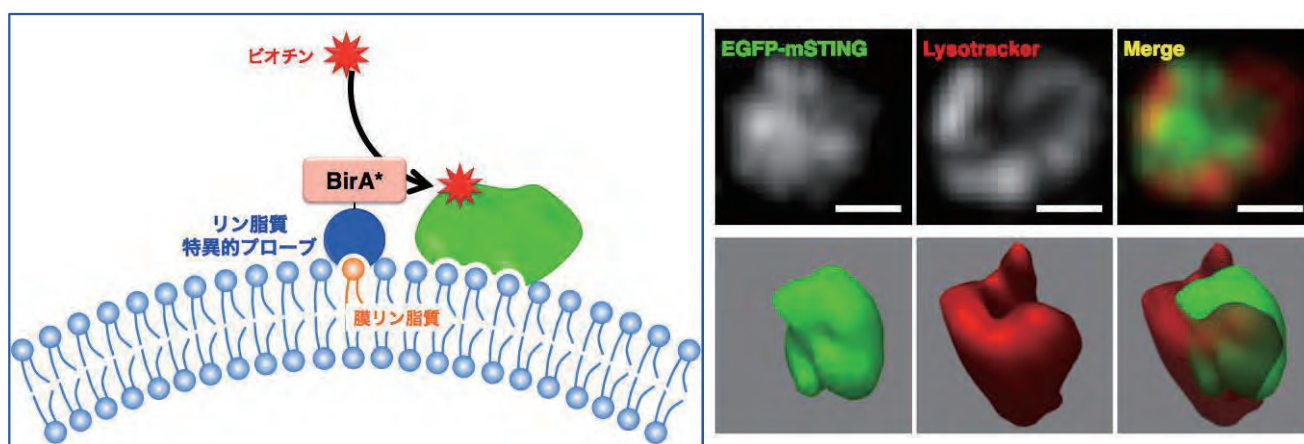


教授  
田口 友彦  
TAGUCHI Tomohiko

## 細胞小器官の連携を司る分子機構を理解し、その破綻に起因する疾患の治療を目指す

私たちの体を構成している真核細胞は、その内部に多種多様な細胞小器官（オルガネラ）を有しています。これら細胞小器官は、決してスタンドアローンな存在ではなく、膜小胞輸送や細胞質性分子のやり取りなどを介しながら密接に連携し、細胞の機能発現に関与しています。そして、より重要なことに、細胞小器官の連携の破綻は、個体レベルで様々な疾患の要因となることも明らかになってきました。本分野では、生化学・細胞生物学（オルガネライメージング）・分子生物

学的手法により、細胞小器官を構成する新規因子（タンパク質・脂質）を同定し、細胞小器官の機能および連携を制御する分子メカニズムを明らかにすることを目的としています。細胞小器官の連携には、細胞小器官の細胞質側に存在する分子の理解が特に重要であると考えられ、注目して解析をすすめます。これらの研究成果は、細胞小器官の機能連携の破綻に起因する疾患（がん・自己炎症性疾患など）の治療手段の開発に活用していきます。



左図：オルガネラ特異的膜脂質を利用した新規オルガネラ局在タンパク質同定法。右図：エンドソーム（緑）を飲み込もうとしているリソソーム（赤）。

## Understanding how intracellular organelles are functionally integrated

Eukaryotic cells have a number of intracellular organelles with distinct functions. However, these organelles never function alone; they cooperatively regulate cellular homeostasis, proliferation, and differentiation, through a continuous exchange of soluble and membrane-bound molecules via membrane trafficking and/or membrane contact transfer. A failure in organelle cooperation often results in various human diseases. Our laboratory uses methods in biochemistry, cell biology (organelle imaging), and molecular biology to identify novel

organellar proteins and lipids. With these methods, we aim to unveil novel functions of organelles and the molecular mechanisms that regulate organelle cooperation. We especially focus on molecules that reside on the cytoplasmic face of the organelles; the face that forms physical contacts with other organelles. Our results will help develop new treatments for diseases such as cancer and autoinflammatory diseases that are caused by disrupted organelle cooperation.



キーワード /

シナプス伝達、グリア細胞、オプトジェネティクス

## 超回路脳機能分野



教授

松井 広  
MATSUI Ko

助教

生駒 葉子  
IKOMA Yoko

## グリア機能を光で操り、こころの源を探す

脳を構成する細胞同士がどのように信号の受け渡しをしているのか、それを詳細に調べて行く先に、心の実態が見えてくると考えています。神経細胞の間では、シナプス伝達という形で、超高速な情報交換が行われています。ところが、脳をよく見てみると、神経とは異なるグリアという細胞があり、グリアのほうが、神経より数多く容積も大きいのです。最近の私たちの研究から、グリアは神経の活動に細かく反応していることが分かりました。また、光を用いて細胞の活動を制御できる分子をグリアに発現させ、グリアを選択的に光刺激する

と、神経に情報が伝わることを示されました。マウスに麻酔薬を投与すると、神経の活動はほとんど影響を受けないのに、グリアの活動が強力に抑制されるという報告もあります。麻酔によって、選択的に失われるのは何か。意識です。心のもっとも重要な機能のひとつである意識に、グリアは影響しているのかもしれないのです。神経とグリアの間でも信号のやり取りがあり、神経・グリア・代謝回路をまたぐ超回路こそが、脳内情報処理に一層の柔軟性と複雑さを生んでいるという仮説に、私たちは挑戦しています。



個々の脳細胞間を行き交う信号を電気と光で計測し、生きているマウスの細胞活動を光ファイバーで操作する。超回路の信号を通して心の作用を見出す。

## In search of the glial correlates of consciousness

Every scientific endeavor begins with observation. However, observation alone can only lead to a realization of correlation. Experimentation is required to understand the observed causal relationships. The brain is a complex multicellular organ. The human "mind" is likely created by communication between brain cells. This notion is derived from studies of correlation between cell activity and animal behavior. Recently, tools were developed that give scientists specific control of cell activity. For example, light-sensitive proteins found in microorganisms, such as channelrhodopsin-2 (ChR2), can now be genetically expressed in mammalian brain cells, which allows experimenters to optically control cell activity at will. We succeeded in

generating a cohort of transgenic mice with consistent expression of a highly light-sensitive ChR2 protein. In addition, manipulation of the activity of "non-excitable" glial cells *in vivo* has also become possible. Our experiments show that selective optogenetic stimulation of glia can lead to release of glutamate as a glio-transmitter, which induces synaptic plasticity and can accelerate cerebellar-modulated motor learning. This finding suggests that glia also participate in information processing in the brain, a function once thought to be solely mediated by neuronal activity. We are actively using these optogenetic tools to explore the causal relationship between brain activity and the functioning of the mind.

# 分化再生制御分野

キーワード /  
生殖細胞、エピジェネティクス、代謝



教授  
松居 靖久  
MATSUI Yasuhisa

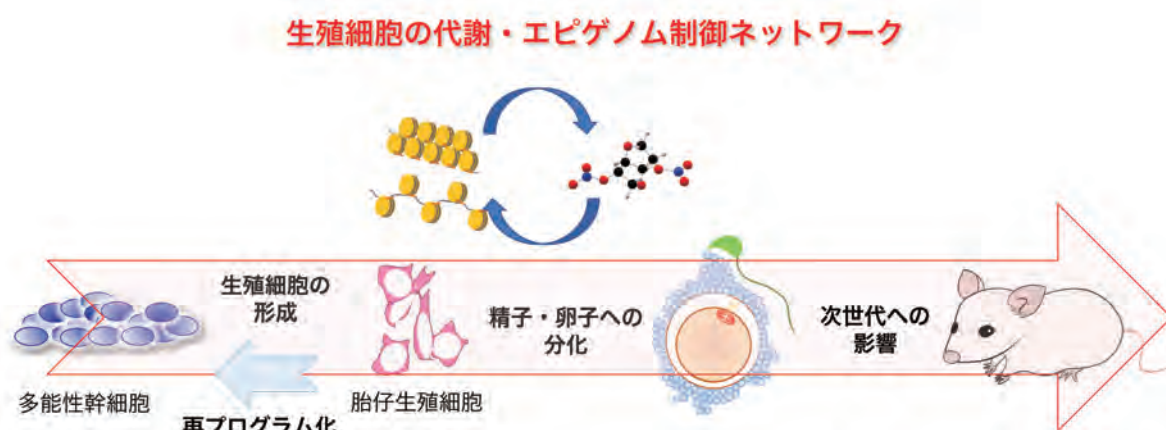


助教  
林 陽平  
HAYASHI Yohei

## 生殖細胞の代謝—エピゲノム制御とエピゲノム変化の世代間継承のしくみを解き明かす

生殖細胞は受精後に、生き物のからだを作っている全ての種類の細胞に分化することができ、さらに複雑な形態形成を起こしながら体全体をつくりだす不思議な能力を持つ細胞ですが、この能力が、どのような分子機構によって獲得されるのかは、興味研究課題です。また生物個体が曝される、いろいろな環境要因が、生殖細胞のエピゲノム変化を介して次世代以降の形質変化を起こす例が多く知られており、疾患や進化のしくみに新たな考え方をもたらす可能性があり注目されています。核の中の遺伝子の働き方の制御に深く関わって

いるエピジェネティックな状態と、細胞の代謝状態は密接に関連しており、それらが生殖細胞では体細胞とは大きく異なることがわかりました。そこで、生殖細胞が発生・分化し個体発生能を獲得する際の、代謝—エピゲノム制御軸の役割の解明や、それが環境要因により影響を受けた際に子孫の形質変化が起こるしくみについて研究を行っています。さらに胎仔期の始原生殖細胞は培養下で容易に多能性幹細胞に再プログラム化されますが、そこにも代謝—エピゲノム制御ネットワークが働いていると考えられ研究を進めています。



生殖細胞の発生・分化・再プログラム化、および次世代への非ゲノム性形質継承には、代謝—エピゲノム制御ネットワークが重要な役割を果たしている

## Understanding metabolo-epigenomic regulation in terms of germ cell development and inheritance

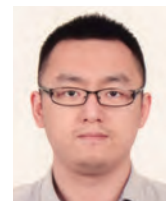
Germ cells are totipotent and form complete organisms after fertilization. However, it is unclear how germ cells acquire the characteristics necessary for this. Studies have demonstrated that various environmental factors influence the epigenome in germ cells to affect offspring phenotypes. Such data could inform novel understandings of the causes and evolution of congenital diseases. There is a causal correlation in the epigenetic and metabolic statuses of many types of cells. We have shown that the epigenome and metabolism

of germ cells have distinct characteristics compared to the same in somatic cells. Primordial germ cells in an embryo can easily be reprogrammed—and their metabolic and epigenetic characteristics changed—in cultured pluripotent stem cells. Our aim is to investigate metabolo-epigenetic mechanisms with the goals of acquiring totipotency in, inheriting environmentally induced nongenomic traits from, and enabling reprogramming of germ cells.

キーワード /

がん抑制遺伝子、中心体制御、DNA修復、遺伝性腫瘍

## 腫瘍生物学分野

教授  
千葉 奈津子  
CHIBA Natsuko助教  
吉野 優樹  
YOSHINO Yuki助教  
方 震宙  
FANG Zhenzhou

## 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は、がんを引き起こし、その悪性度を高める。私たちは、遺伝性乳がん・卵巣がん症候群の原因になるBRCA1のがん抑制能について、特に、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、遺伝子異常の原因になる。私たちは、新規BRCA1結合分子として、OLA1とRACK1を同定し、がん由来の変異体が中心体制御能に異常を示し、OLA1とRACK1が新たながん関連分子であることを明らかにしてきた。最近、

中心体のDNA損傷応答におけるBRCA1の機能や、細胞分裂を制御する重要なキナーゼとして知られるAurora AがOLA1をユビキチン化して中心体複製を制御することも明らかにした。

また、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、絶えず損傷を受けており、DNA修復能の破綻は、遺伝子変異の蓄積を起こす。我々はBRCA1のDNA損傷応答についても解析を行い、その異常と抗がん剤感受性との関連についても研究を行っている。これらの研究により、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。

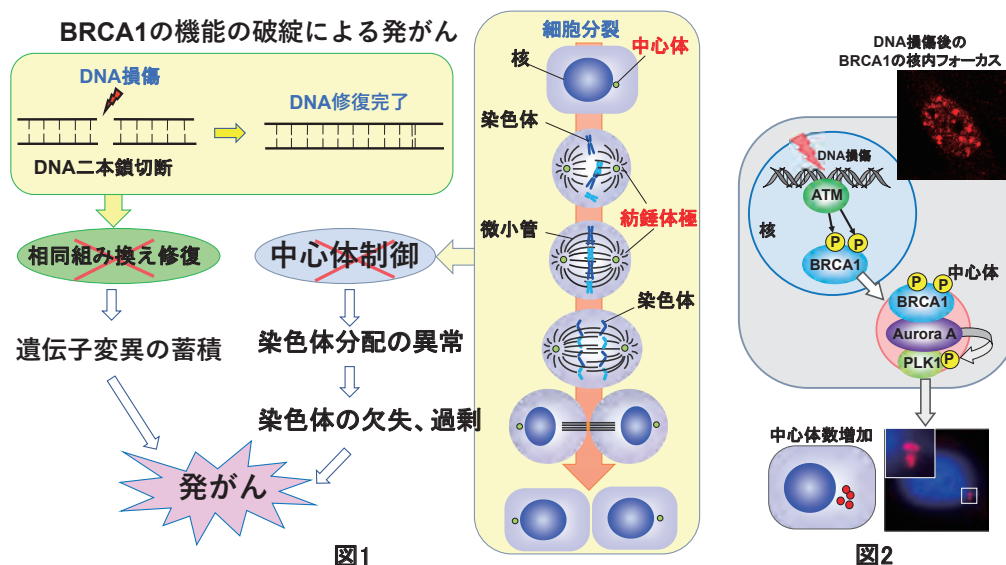


図1. BRCA1の機能の破綻による発がん 図2. 中心体のDNA損傷応答におけるBRCA1の機能

## Genome instability and carcinogenesis

Approximately 5% -7% of all breast cancers are inherited, and the two most important breast cancer susceptibility genes, BRCA1 and BRCA2, were identified by linkage analysis of familial breast cancers. Mutations of BRCA1 and BRCA2 have been identified in 25% of familial breast cancers. These breast cancers are collectively referred to as Hereditary Breast and Ovarian Cancer Syndrome (HBOC). In addition to hereditary cancer, it has been reported that BRCA1 is involved in a subtype of sporadic breast cancer, triple-negative breast cancer, and in the chemosensitivity of various cancers. BRCA1 is also involved in many cellular processes, including DNA repair and centrosome regulation. Defects in the regulatory mechanisms of the

centrosome and DNA repair result in defective mitoses, chromosome segregation errors, and the accumulation of DNA damage, which are significant sources of genome instability, and a hallmark of cancer. Our research specifically focuses on the functions of BRCA1 in DNA repair and centrosome regulation. To analyze the functions of BRCA1 and its related proteins, we performed cytological analyses, analyses using genetically modified mice, and analyses of clinical specimens. We believe that this research will contribute to the further understanding of carcinogenesis and aid in developing novel cancer therapies.



# 神経発生生物学分野

キーワード /

脳の発生発達メカニズム、発達障害モデル、次世代継承エピゲノム



教授

大隅 典子  
OSUMI Noriko

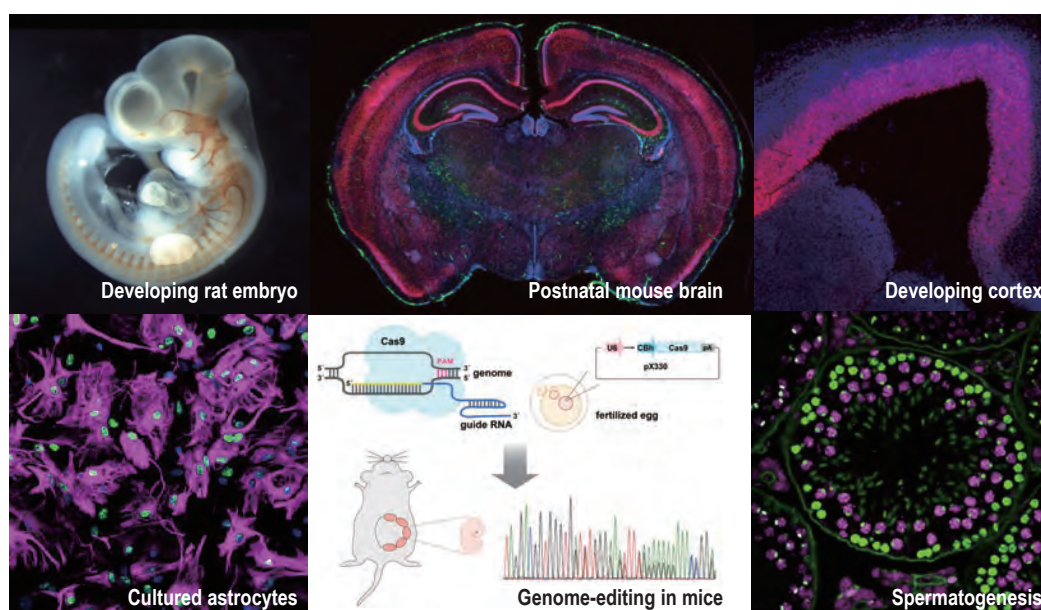
## 脳はどのように作られるか？ 精緻なメカニズムと、その綻びによる心の病

高次な神経機能を営む中枢である私たち哺乳類の脳は、どのようにしてできあがるのでしょうか？ その仕組みは複雑精緻で、とても魅力的です。当研究室では扱いやすい実験動物であるラットやマウスを用いて脳の発生発達や恒常性維持の分子メカニズムを探索しています。このようなメカニズムにほんの小さなバグが入ることによって、例えば自閉スペクトラム症のような神経発達障害が生じます。つまり、神経発生発達メカニズムの追求は、精神疾患の発症メカニズムの理解に繋がるのです。さらに神経発生のメカニズムのどのような変化が

哺乳類型の大きな大脳新皮質獲得をもたらしたのかについても興味を抱いています。

現在、進めているプロジェクトは、①哺乳類大脳新皮質構築における細胞内mRNA輸送メカニズム、②精子加齢のエピジェネティック変化と次世代脳構築・行動発露への影響、③神経幹細胞およびグリア系細胞における機能性脂質の役割です。

当研究室はNeuro Global 国際共同大学院プログラムに参画しており、留学生も多く、国際的な環境で学びたい方に適しています。



研究テーマ関連図

## Brain Development and Neurogenesis Underlying Brain Evolution and Mental Illness

Our brain is the center that controls a vast array of nervous and mental functions, from sensory perception and motor control to learning and memory. A key question is: How is the brain formed during embryonic and postnatal development? Elucidation of the molecular mechanism for mammalian brain development is also key to understanding brain evolution and the cause of neurodevelopmental diseases such as autism. Our laboratory is focused on this fundamental and fascinating question, and uses state-of-the-art technologies such as genome editing, next generation sequencing, and super-resolution imaging. Our studies involve both mice and rats because they are easy to handle in the laboratory, and are suitable as disease models. Ongoing projects in the laboratory include 1) elucidation of the mRNA

transport machineries that exist within neural stem/progenitor cells during corticogenesis, 2) understanding the effects of epigenetic modification that occur as a result of sperm aging on brain development and subsequent behavioral traits inherited by offspring, and 3) examining the roles of functional fatty acids in the proliferation and differentiation of neural stem cells and glial cells.

Our laboratory is participating in the Neuro Global Graduate Program, and is ideally suited for students and young researchers who wish to be trained and raised in an international atmosphere with foreign students from all over the world.

キーワード /  
細胞分裂、がん、老化

## 分子腫瘍学分野

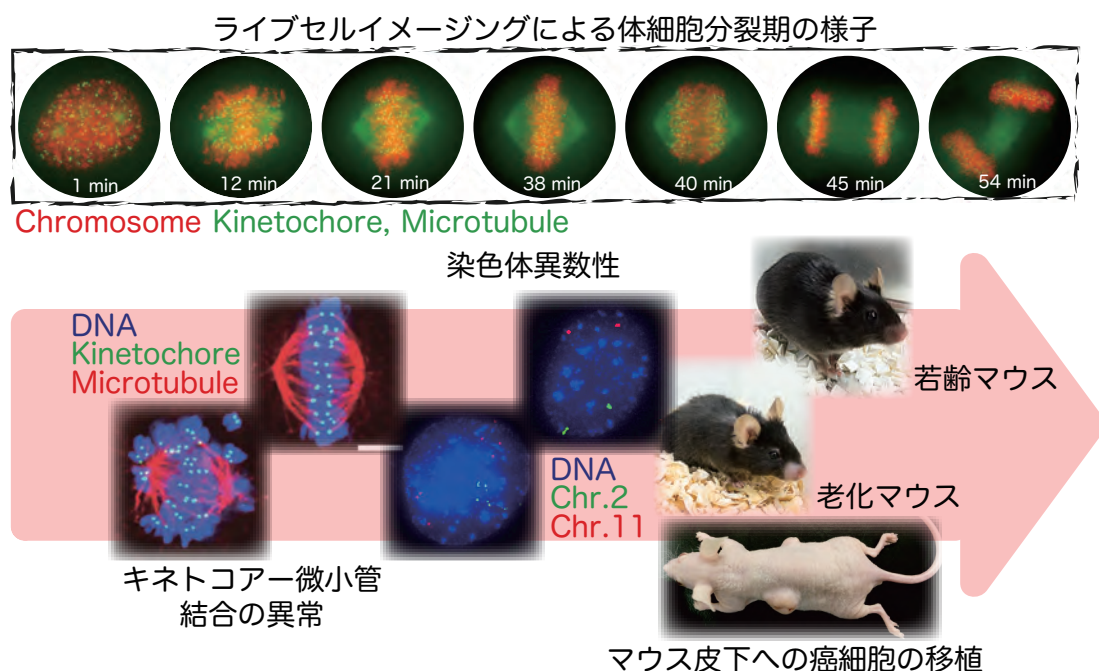


教授  
田中 耕三  
TANAKA Kozo

### ゲノム不安定性が起こるしくみと、そのがんや老化との関連を解明する

私たちの体には60兆個の細胞がありますが、これは1個の受精卵が分裂を繰り返してできたものです。この1つ1つの細胞には、精巧なしくみによって遺伝情報が正確に伝えられています。一方多くのがんでは染色体の異常や遺伝子の変異が見られ、これは遺伝情報を正確に伝えるしくみの異常(ゲノム不安定性)によって起こります。ゲノム不安定性はアルツハイマー病などの疾患や老化の過程でも見られることが報告されていますが、そのはつきりしたしくみはわかっていま

せん。私たちはこのゲノム不安定性がどのようにして起こるのか、そしてそれがどのようにがんや老化と関連しているのかについて研究しています。培養細胞やマウスを用いて、ライブセルイメージング、生化学的解析、ゲノム・エピゲノム解析などの手法を駆使することによって、分子レベルから個体レベルまでの一貫した理解を目指します。そしてゲノムを安定に維持することによる疾患の予防や、ゲノム不安定性をターゲットとしたがん治療の開発につなげようとしています。



### The Origin of Genomic Instability and its Relevance to Cancer and Aging

Our body comprises up to sixty trillion cells, all of which are derived from one fertilized egg. Each cell in our body faithfully inherits genetic information through the cooperation of a number of elaborate mechanisms. In contrast, most cancer cells show chromosomal abnormalities and genetic mutations, which are caused by genomic instability, a condition in which the mechanisms ensuring faithful transmission of genetic information are impaired. Genomic instability is also reported to be seen in Alzheimer's disease and aging, although the underlying mechanisms are not fully understood. We are investigating how

genomic instability occurs, and how it is related to cancer and aging. We are addressing these questions from the molecular to the organismal level using cultured cells and mice, and a variety of techniques including live cell imaging, biochemical analysis, and genomic and epigenetic analyses. Through these approaches, we are aiming to develop a strategy to prevent disease by increasing genome stability, and to develop cancer therapies by targeting genomic instability.



# 生態発生適応科学専攻

Department of Ecological Developmental  
Adaptability Life Sciences

遺伝子から個体、集団・生態系へ至る生命現象の階層を通じた生物の環境応答やその背後にある適応のメカニズムを研究することで、生物の発生・生活様式、それらを生み出して来た進化機構、生物間相互作用の役割や生態系への人間活動の影響を解明する。また、これにより得られる横断的な知見と理解を生かした教育と人材育成を行う。

The aim of this major is to clarify the generation and mode of life of organisms, the evolution mechanisms that have created these organisms, the role of biological interactions, and the effect of human activity on ecosystems by researching the environmental response of the organisms and the background adaptation mechanisms, through the layers of life phenomena from genes to individuals, groups, and ecosystems. We also aim to educate and foster graduates who fully utilize the cross-sectoral knowledge and understanding obtained through this study.



# 植物発生分野

キーワード /  
植物のかたちづくり、メリステム、細胞の極性と  
パターン形成



教授  
経塚 淳子  
KYOZUKA Junko



助教  
秦 有輝  
HATA Yuki



助教  
小松 愛乃  
KOMATSU Aino



助教  
青木 夏美  
AOKI Natsumi

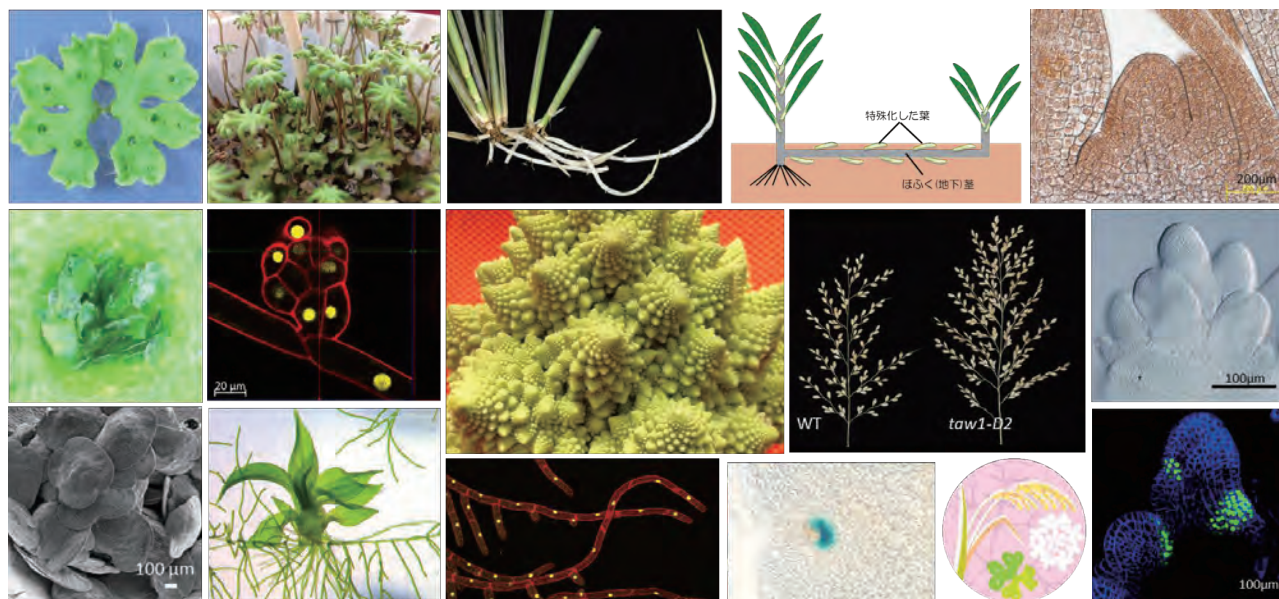
## 環境に適応した植物の形づくりのしくみを分子レベルで理解する

植物は、地球のバイオマス(生体内の炭素量)の80%を占めており、地球の酸素や燃料の大半を作り出しています。その植物が動物と異なる大きな特徴は、生涯にわたって形づくりを続けることです。生涯にわたり、幹細胞集団を生み出してそれを維持することで、地球を緑の惑星にしているのです。

新たに作られた幹細胞は枝分かれをして成長します。したがって植物の成長とは、枝分かれの繰り返しであるという言い方もできます。基本的な枝分かれパターンは規則的で、そこには幾何学的な美しさがあります。その一方で、枝分かれパターンは個体の成長段階や環

境に応じて柔軟に調節されます。

植物発生分野では、植物のこの枝分かれパターンを決定する遺伝子の仕組みとその進化を研究しています。イネ穂やコケ植物の枝分かれに着目し、幹細胞の運命決定機構や植物ホルモンによる制御について研究を進めています。新規ホルモンの単離にも挑戦しています。今後は、これまでに明らかにしてきた遺伝子や成長プロセスの理解を深めるとともに、植物が生存戦略として進化させた成長の可塑性を分子レベルで解明することを目指しています。



フォトギャラリー (左から列ごとに):ゼニゴケ。イネ(中央がメリステム)。遺伝子発現の可視化。研究に用いる植物。タンパク質の細胞内局在。

## Towards an Understanding of the Molecular Basis of Plant Architecture

The basic strategy underlying plant development is different from that of animals. Plants start their life from a simple structure and continue morphogenesis throughout their lifetime. The key to this lifecycle is the activity of stem cells located in the meristem. In principle, the meristem has an indeterminate activity and continues to produce next-order meristems to establish an elaborate structure. However, each meristem eventually proceeds to a final determinate fate, the floral meristem, and becomes a flower for reproduction. Thus, the timing of the change from the indeterminate to the determinate phase is critical for plant architecture, in particular, for inflo-

rescence structure, and for successful reproduction. The aim of our research is to understand the molecular basis of the regulation of meristem phase change timing.

We use rice inflorescence development as a model system and have identified several genes that play critical roles in this process. Currently we are on the way to fully understanding the molecular and genetic roles of these critical regulators. Furthermore, we use the bryophyte *Marchantia polymorpha*, to reveal possible ancestral roles for these regulators, as well as *Arabidopsis*, to understand their diverse roles in development.

キーワード /

組織形成、細胞移動、細胞死、細胞骨格制御、  
イメージング、恒常性維持

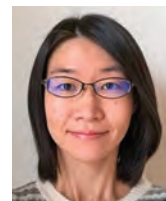
## 組織形成分野



教授  
倉永 英里奈  
KURANAGA Erina



助教  
二宮 小牧  
NINOMIYA Komaki



助教  
関根 清薫  
SEKINE Sayaka

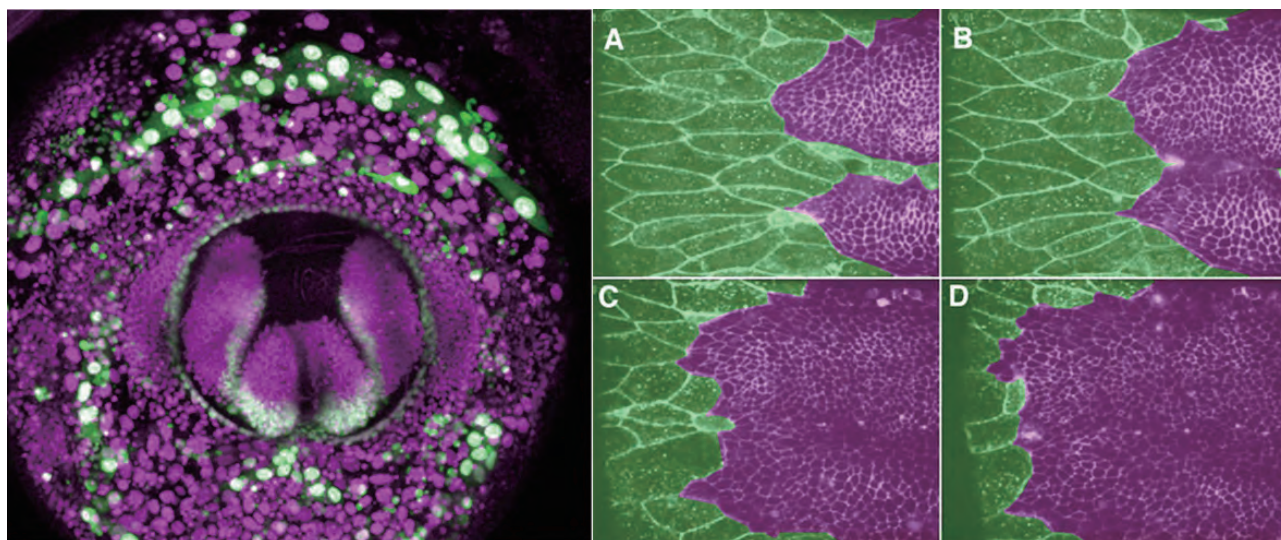


助教(兼)  
上地 浩之  
UECHI Hiroyuki

### 組織を形づくる細胞たちのふるまいと維持のしくみを理解する

多細胞生物の発生過程にはたくさんの細胞が、増殖・分化・接着・移動・死などの個性的なイベントを積み重ねて個体発生を成立させています。このような多彩な細胞のふるまいは、発生の時間軸のなかで互いに相互作用することで組織形成を成し遂げると考えられますが、そのシステムを解明するためには生体内での時空間的な情報を考慮した実験的アプローチ、つまり生きた個体のなかで起こる現象をリアルタイムで捉えるライブイメージングの手法が有効です。本研究室では、

発生生物学の研究に有用でかつ遺伝学的知見が豊富なショウジョウバエをモデルとして選択し、組織形成が発生の時間軸に沿ってどのように制御されているのか、個体・細胞・分子レベルで明らかにします。特に、「移動」と「死」が関与するショウジョウバエ組織形成に注目し、in vivoイメージングと遺伝学、さらに数理モデリングを用いて、からだの形づくりと恒常性維持の仕組みの理解を目指します。



左：生きたハエ蛹の雄性外生殖器。全核(紫)と体節後部の核(緑)を可視化。 右：蛹期表皮再構築。成虫細胞(紫)が増殖し幼虫細胞(緑)が細胞死する。

### Cellular behavior and homeostasis maintenance in epithelial morphogenesis

The development of multicellular organisms involves the collective effect of multiple events at the single-cell level, such as proliferation, differentiation, migration, and death. Programmed cell death, for example, is a process by which cells are selected for death at set times in development, allowing for the sculpting of tissue, and is used in the adult organism to maintain homeostasis by eliminating cells that have developed abnormalities. Cell death plays an important role in maintaining the cellular population, not only by eliminating unneeded cells at given sites and stages, but also in other functions, such as regulating the proliferation and migration of neighboring cells. Such cellular behaviors give rise to cell networks capable of organizing into tissues,

the study of which requires an experimental approach to spatiotemporal information in living systems, which can be obtained through the real-time live imaging of biological phenomena. To study the coordination of morphogenesis through live-imaging and genetic screens, we use the fruit fly, *Drosophila melanogaster*, as our primary research model, in order to take advantage of its utility in developmental studies and wealth of genetic data. Our research primarily focuses on the morphogenetic processes involved in cellular migration and cell death, such as the looping morphogenesis of fly male terminalia and the abdominal epidermis rearrangement, in order to understand the principles for morphogenetic dynamics.



# 動物発生分野

キーワード /  
器官発生、器官再生、形態多様性形成



教授  
田村 宏治  
TAMURA Koji



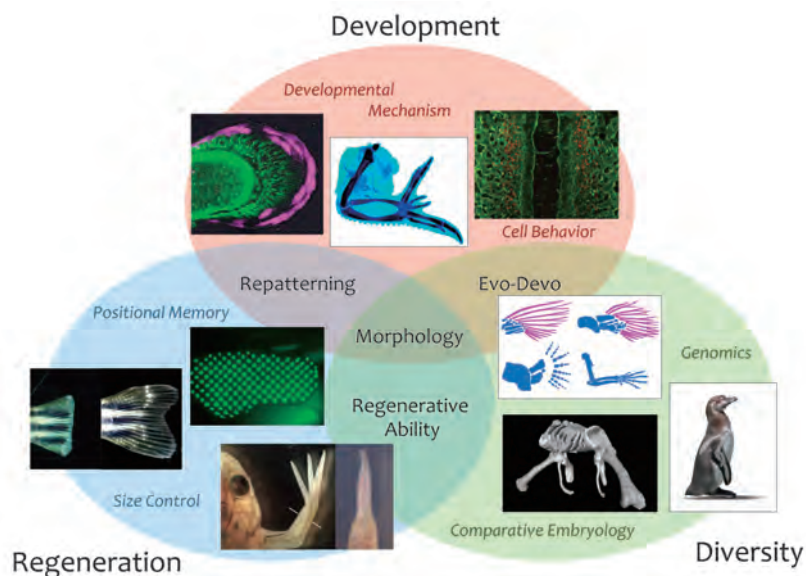
助教  
上坂 将弘  
UESAKA Masahiro

## 脊椎動物における形づくりの発生メカニズム

全ての生物には形があります。動物の場合、その形態の多くは発生過程で作られます。頭や四肢、尾といった外部形態や、脳や心臓、肝臓などの内部構造の形態も、すべて発生過程において胚（発生中の個体）に内在するプログラムによって作られるのです。遺伝情報として細胞が持つそのプログラムは、細胞の増殖や死、細胞分化や移動、そして組織化を制御し、細胞から作られる骨、筋肉、血管などの組織はさらに有機的に組み合わせ、高次構造である器官に適切な機能を与える形態を作り出します。私たちは脊椎動物の運動器官と生殖器官をモデルとして、発生プログラムがどうやって細胞の挙動を

制御し、複雑な形態を持った器官を作り出すのかを中心テーマとして、さまざまなアプローチの研究を行っています。

動物は種によってさまざまな形態を持っていますが、その多様性は発生プログラムの変形によって生み出されます。魚類・両生類・爬虫類・鳥類・哺乳類の動物を飼育し胚を取り、その発生プログラムを比較することで動物形態の多様性を生み出す発生プログラムの変形（遺伝子発現の変化や細胞の挙動の変化）を調べることも私たちのアプローチのひとつです。



Our research interest (Organ morphogenesis; organ development, diversity and regeneration)

## Developmental mechanism of organ morphogenesis in vertebrates

Organ morphology is established during embryogenesis by the developmental mechanism that is controlled by the genetic program encoded in the genome. The mechanism causes cells to proliferate, die, differentiate, and make tissue, giving rise to organs that have functional morphology. Using vertebrate appendages (limbs/fins) and reproductive organs as our model systems, we investigate the developmental mechanisms that are responsible for organ morphogenesis. Species-specific organ morphology (e.g., the number of digits in

tetrapod limbs) is established by modification of the genetic program, and the resultant developmental mechanism, during evolution. To better understand the developmental aspects of the evolution of morphology, we use a variety of vertebrate embryos (e.g., zebrafish, Xenopus, newt, gecko, mouse, chicken, quail, and penguin) to investigate how animals modify the developmental mechanism for morphological traits.

キーワード /

植物のかたち作り、細胞極性、ライブイメージング

## 植物細胞動態分野



教授  
植田 美那子  
UEDA Minako



助教  
木全 祐資  
KIMATA Yusuke



助教  
松本 光梨  
MATSUMOTO Hikari

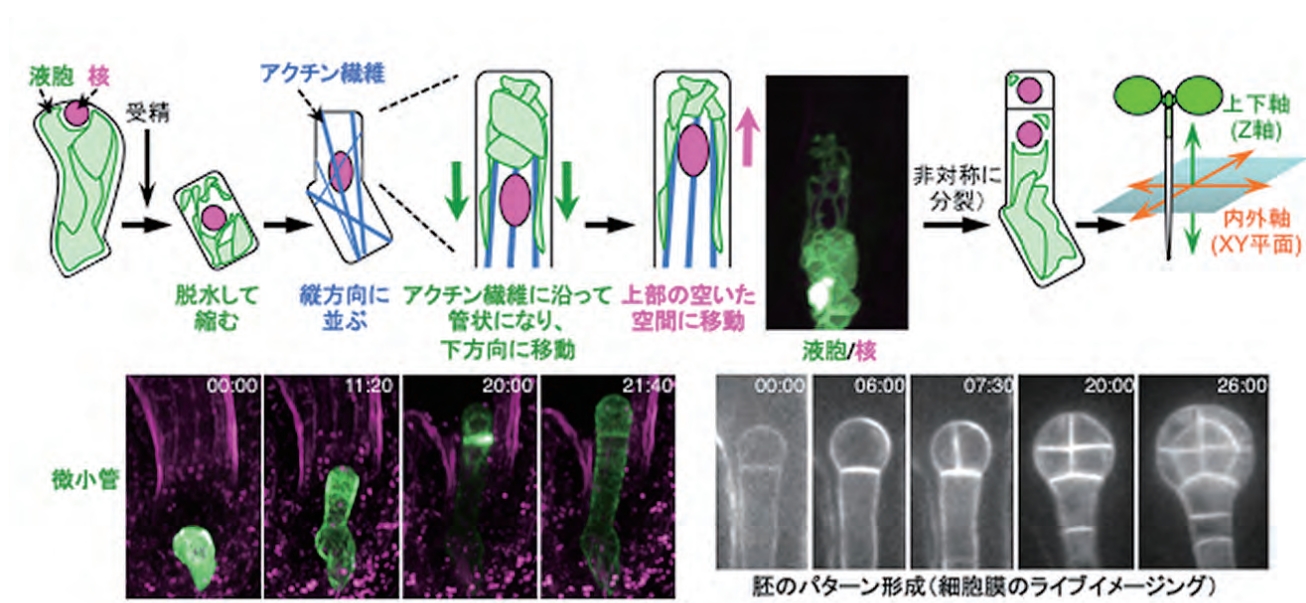


助教  
鈴木 秀政  
SUZUKI Hidemasa

## 植物の細胞のなかで起こる現象から、植物全体のかたち作りの仕組みを理解する

植物は複雑な形をしています。それらのほとんどは、たった一つの細胞である受精卵にまで遡ることができます。私たちは、受精卵の内部で起こる変化をリアルタイムで捉えることに成功し、受精後に細胞内の方向性（極性）がいったん崩壊し、その後、次第に受精卵の内部で微小管やアクチン繊維といった細胞骨格が方向性を持って並び直すことを発見しました。この細胞骨格に沿って、核や液胞といったオルガネラが移動し、受精卵が非対称に分裂することで、上下の方

向性（上下軸）が確定します。次いで、規則的な細胞分裂を経て、内外軸が作られることも見出しました。このように、本分野では、高精細ライブイメージングを駆使して、植物の細胞のなかで何が起こり、それがどのように植物全体のかたち作りにつながるかを理解することを目指しています。また、大規模な遺伝子解析を通じて、細胞内の振る舞いを制御する分子機構の同定も進めています。



上：シロイヌナズナの受精卵が非対称に分裂する仕組み。下：微小管がダイナミックに変化する様子と、胚がかたち作られていく様子。

## Live-cell analysis of intracellular dynamics to understand plant development

Flowering plants have various organs, but they all have originated from a single-celled zygote. Using *Arabidopsis thaliana*, we established a live-cell imaging system to visualize the intracellular dynamics of the zygote. We found that the egg cell polarity is temporally disorganized on fertilization and the new polarity is gradually established, as microtubules and F-actins align in a zygote-specific manner. Various organelles, such as the nuclei and vacuoles, position along the F-actin cables, resulting in an asymmetric cell division of the zygote

and thus the establishment of the apical-basal axis. Further, we found that the inner-outer axis is formed during the subsequent embryo patterning. Our laboratory utilizes this high-resolution, live-cell imaging technique to understand the events in a living zygote and how the intracellular dynamics result in the formation of a plant. We are also in the process of identifying the key regulators of the individual intracellular events to understand the molecular mechanisms controlling plant ontogeny.

# 環境応答分野

キーワード /

植物の環境応答、植物ホルモンによる成長制御、重力生物学と宇宙実験

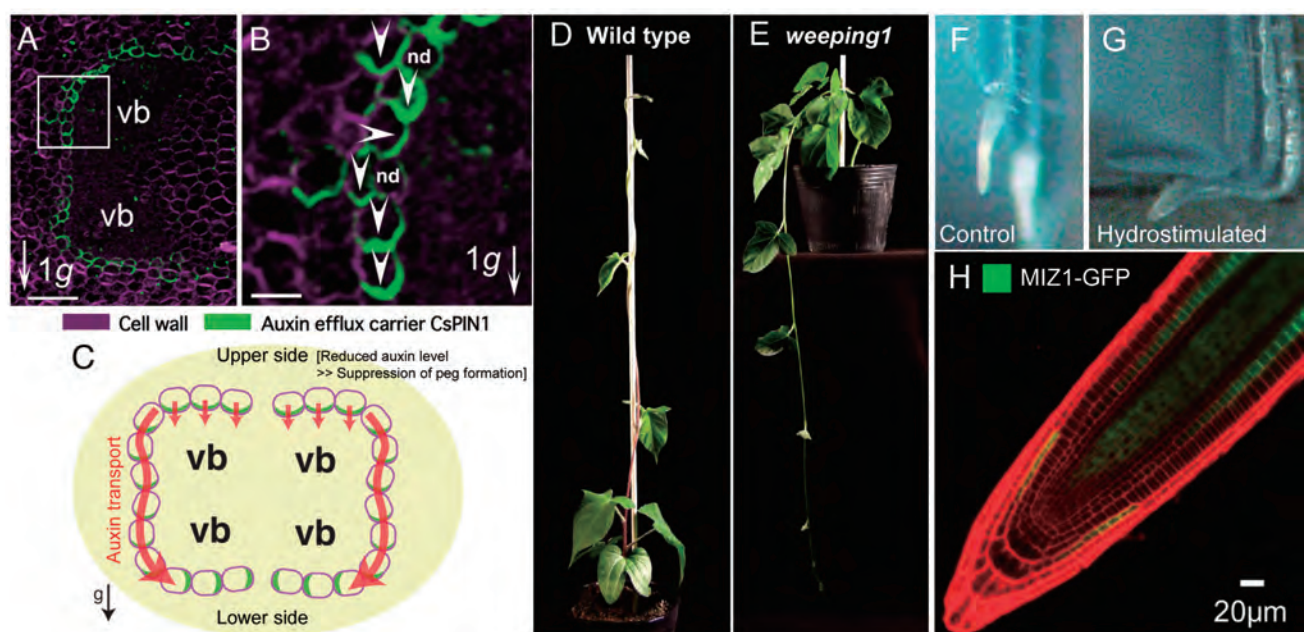


准教授  
藤井 伸治  
FUJII Nobuharu

## 植物の環境応答を制御する分子機構

植物は固着性で、移動によって生活環境を変えることができません。しかし、植物は水、重力、光などの外部環境に応答して成長や形態を制御し、遭遇する環境ストレスを回避・軽減する能力をもっています。たとえば、ウリ科植物の芽生えのペグ形成、茎や根の回旋転頭運動は重力応答依存的に生じ、成長に有利な環境に自らを誘導します。また、根は重力屈性だけでなく、水分勾配を感受して高水分側に成長する水分屈性を発現し、根の成長方向・根系形成を制御することによ

て効率的に養水分を獲得します。このような植物の環境応答に必要な遺伝子・タンパク質機能と植物ホルモン作用を理解するために、これまで私たちは植物の成長制御機構を生理学のおよび分子遺伝学的に解析するとともに、宇宙の微小重力下での検証実験も行っています。これらの研究は、植物の環境応答能力の解明だけでなく、地球の環境・食糧問題の解決や人類の宇宙活動にも貢献します。



A-C: キュウリのオーキシン排出タンパク質 (CsPIN1) の重力応答性、D,E: アサガオの蔓巻と重力応答、F-H: 根の水分屈性とその制御分子

## Mechanisms of Plant Responses and Adaptation to Terrestrial Environments

Owing to their sessile nature, plants are unable to move to a new habitat once established. However, terrestrial plants have evolved unique abilities to mitigate environmental stresses and adapt to their surroundings. Our research is aimed at understanding the relationship between plant growth and development, and environmental cues such as gravity, water, and light. Important findings include 1) that the gravi-response is involved in the unilateral placement of peg formation in cucumber seedlings, and in the circumnutation of shoots and roots

in various plant species, and 2) that plant roots show hydrotropism in response to moisture gradients, which, together with gravitropism, plays an important role in regulating root growth orientation in order to efficiently obtain water. We use molecular, physiological, genetic, and cytological analyses to understand these regulatory plant response mechanisms. We also conduct spaceflight experiments to test hypotheses developed to explain the effect of gravity on plant growth, and to understand the effect of microgravity on plant development.



## キーワード /

植物の環境応答、光合成と物質生産、地球環境変化と植物

## 機能生態分野



教授  
彦坂 幸毅  
HIKOSAKA Kouki

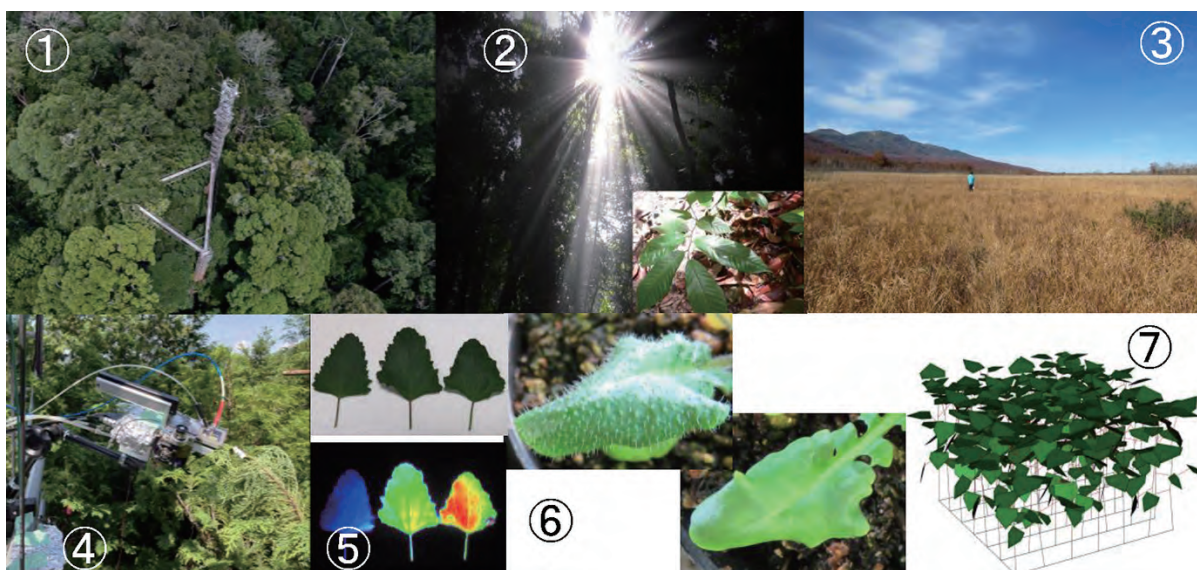


助教  
富松 元  
TOMIMATSU Hajime

## 分子から生態系まで：植物の機能を観測・解析・予測する

植物は、光合成によって有機物を合成し、自分自身の炭素骨格とエネルギーを作り出します。人間を含む全ての生物はそのエネルギー源を植物に頼っており、植物は生態系を支える基盤となっています。機能生態分野では、光合成を中心に、ストレス耐性、成長、繁殖、物質生産、競争、共存などの様々な植物の機能について、分子レベルから生態系レベルまで様々なスケールで研究を行っています。「ある環境に適応するためにはどのような形質をもつことが必要なのか」、「この形質はどのような適応に役立っているのか」、「植物の生産を増加

させるためには形質をどのように変化させればよいのか」といった疑問に取り組んでいます。CO<sub>2</sub>上昇、温暖化、侵入といった地球環境問題にも取り組んでいます。近年は、自然変異を利用した適応メカニズムの解明とリモートセンシングによる植生の光合成の定量化が大きなテーマです。植物の表現型解析のスペシャリストを目指すとともに、分子生物学・遺伝学・生物情報学・野外生態学・計算機科学・地球環境科学など様々な学問分野と密接に連携し、幅広い視点から植物の生理・生態を解明していきます。



①熱帯雨林林冠での調査 ②熱帯雨林の林床は非常に暗い環境だがときおり強い光が差す ③湿原での調査  
④野外での光合成・蛍光・反射分光同時測定システム ⑤クロロフィル蛍光による葉のストレス状況解析：赤い部分は光化学系に障害が生じている  
⑥ハクサンハタザオの高標高型（左上）と低標高型（右下）：高標高型の葉には毛がある ⑦植物の3次元構造のシミュレーション

## From molecule to ecosystem: observation, analysis, and prediction of plant functions

Plant photosynthesis is the source of energy and carbon skeleton for all organisms on the earth. The Laboratory of Functional Ecology investigates plant functions, such as photosynthesis, stress tolerance, growth, reproduction, biomass production, competition, and coexistence, from the molecular to the ecosystem level. We address

questions such as "what traits are necessary to adapt to a certain environment?" "what is the ecological significance of a certain trait?" and "what and how traits should be changed to improve biomass production?" In particular, we are interested in plant responses to global change.

# 統合生態分野

キーワード /

生態系の構造と動態、データ駆動アプローチ、  
ネイチャーポジティブ

教授  
近藤 倫生  
KONDOH Michio



教授(兼)  
藤田 香  
FUJITA Kaori



助教  
川津 一隆  
KAWATSU Kazutaka



助教  
田邊 晶史  
TANABE Akifumi



助教  
DANSU EMMANUEL JESUYON  
DANSU Emmanuel Jesuyon

## 生態系の多様性と複雑性を統合的に理解する

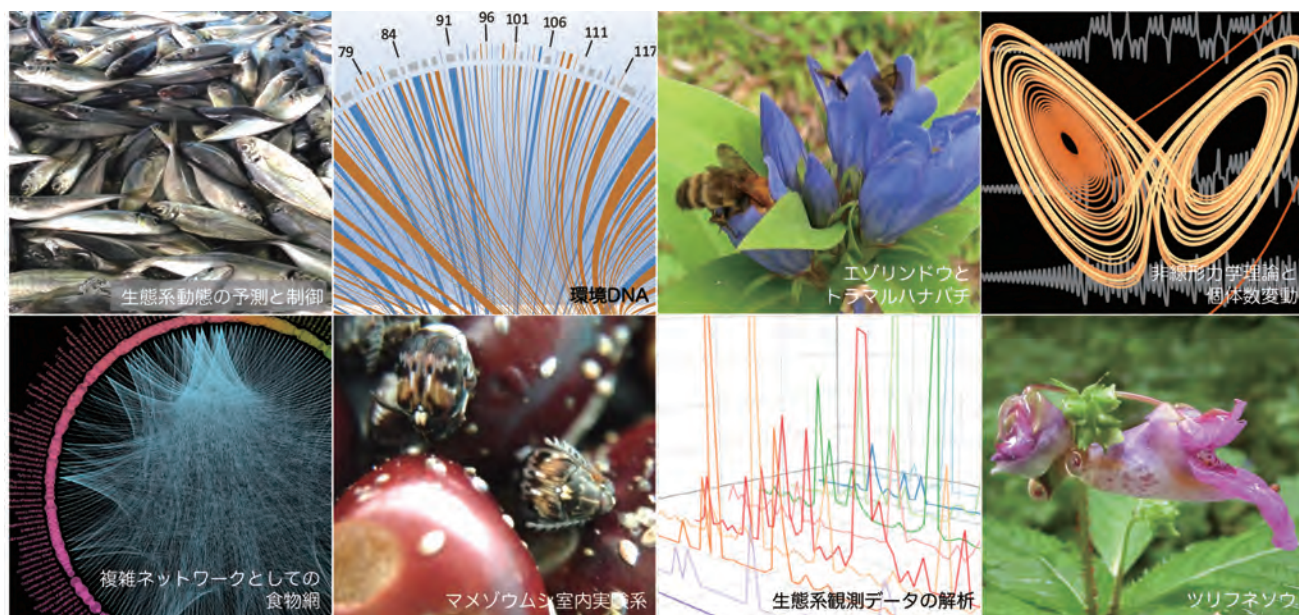
地球上の生命を支える生態系は、無数の生物・非生物要素が相互作用して駆動する巨大な複雑系です。この生態系の主役である生物は、長い進化の歴史の中でその姿や性質、他種との関係性を変化させ、驚くべき多様化を遂げました。

生態系の様々なレベル(個体群・群集・生態系)にみられる見事な調和や機能、規則性 - 不規則性、頑強性 - 脆さはどのように生じたのでしょうか。また、この生態系はいかにして地球上に誕生し、維持されてきたのでしょうか。

統合生態分野では、野外・室内での調査実験、数理・統計モデリン

グ、環境DNA観測など、様々な手法を組み合わせることで、生態学的現象の本質を捉え、その背後に隠された共通原理を解明するとともに、持続的な自然共生社会の構築に資する技術開発を目指します。

研究課題や活動内容は、(1) 複雑生態系の構造や動態の理解、(2) 大規模生態系データ(環境DNA調査・形質データベース等)に基づくデータ駆動型生態学の創設、(3) ネイチャーポジティブ社会の構築に向けた産官学共創の推進、(4) 生態系変動予測・制御・設計のための技術開発など多岐に渡ります。



生物の個体、集団、そして生態系に至るさまざまなスケールに現れる調和や秩序、複雑な動態に、私たちはどこまで迫れるでしょうか。

## Eco-complexity and Adaptation: Toward an Integrative Understanding of Ecosystems

The ecosystem is extremely large and complex. A number of diverse organisms, and various non-living components, interact with each other through complicated dynamics to generate the different organizational levels of population, community, and ecosystem. Furthermore, living organisms, the essential components of ecosystem, are not static, but their morphology, behaviors, and interactions continuously change over time driven by evolutionary processes.

Many fundamental questions remain to be answered: How and why are organisms so diverse? What are the roles of evolutionary and ecological processes in the emergence and persistence of ecological systems? What keeps the ecosystem functional in nature? How can we cope with the "balance of nature"?

In our laboratory, multiple approaches are used to understand ecological systems, including observations or experiments in the field or laboratory, data analysis using mathematical or statistical tools, and conceptual modeling.

Our interests encompass a breadth of different areas in basic and applied ecology, such as (1) understanding the structure and dynamics of ecosystems, (2) establishing a data-driven ecology model based on large data sets (e.g. environmental DNA (eDNA) data, ecological databases), (3) contributing to the realization of sustainable, Nature-Positive Human Society and (4) developing a theoretical framework for forecasting and controlling ecological dynamics.



キーワード /

ゲノミクス、植物-微生物相互作用、環境適応

## 共生ゲノミクス分野



教授  
佐藤 修正  
SATO Shusei



准教授  
三井 久幸  
MITSUI Hisayuki



助教  
番場 大  
BAMBA Masaru



助教  
橋本 駿  
HASHIMOTO Shun



助教  
YUSDAR MUSTAMIN  
YUSDAR Mustamin



助教  
花野 滋  
HANANO Shigeru

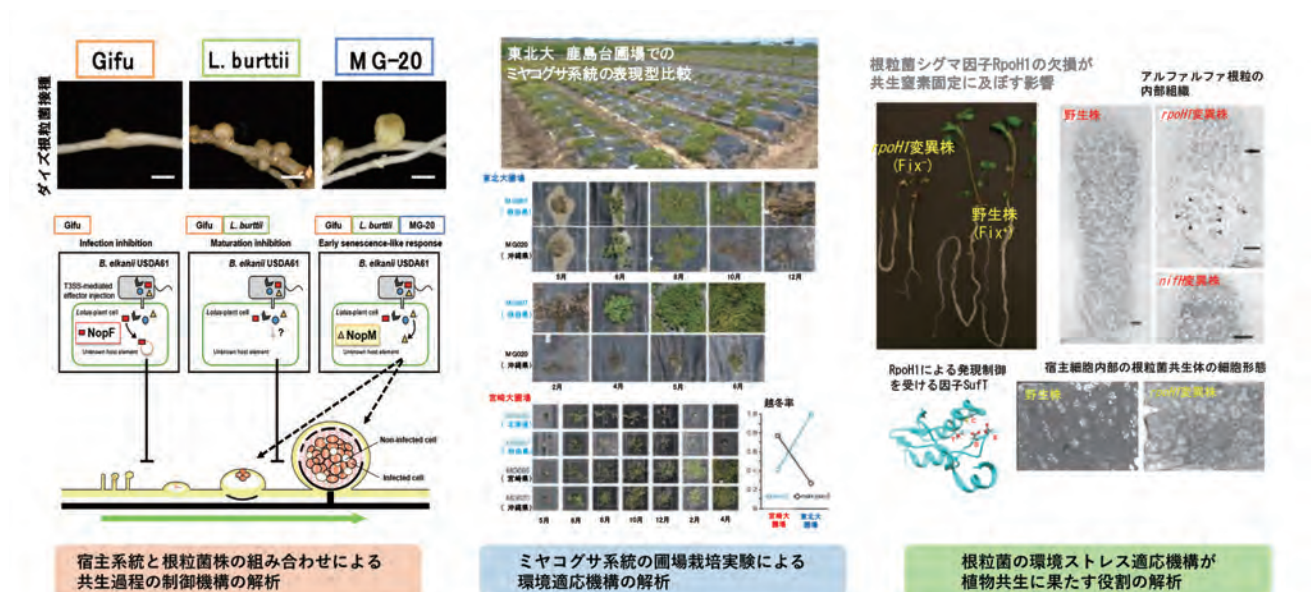


助教  
ABDELA ARGEN ADEM  
Abdela Argen ADEM

## ゲノミクスの手法を用いて「共生」を理解する

共生ゲノミクス分野では、ゲノムという概念の提唱者である木原均先生の「生物の歴史は染色体に刻まれている」という言葉を現代的にとらえ、ゲノム情報に刻まれた生物の歴史を紐解くことを目標として研究を進めています。分野名の「共生」が示す研究対象は、狭義の「相利共生」の視点での、根粒菌、菌根菌、植物内生菌（エンドファイト）などと植物との相互作用とともに、広義の「自然共生」の視点での、環境適応機構や環境因子と遺伝子因子の交互作用の解析

等の環境と生物との相互作用を含んでいます。環境を含めた生物のつながりの一端を集団ゲノミクスや比較ゲノミクスの手法を用いて解明することを目指しており、研究内容もフィールド実験から実験室での分子遺伝学・生化学的な解析、バイオインフォマティクス手法を用いたアプローチと多様で、様々な興味を持ったメンバーが相互に協力しつつ研究を進めています。



## Laboratory of Symbiosis Genomics

Inspired by Prof. Hitoshi Kihara's words "The History of all Organisms is inscribed in the Chromosomes," we are trying to understand the history of organisms inscribed in their genetic information. Our research targets include symbiotic plant-microbe interactions in the narrow sense and symbiotic environmental interactions in the broad sense. We aim to explore the complex inter-related network of organisms and their surrounding environments through the genomics

approach including population and comparative genomics.

References: 1) Shah N et al. (2020) Nature Communications 11, Article number: 253. 2) Bamba M et al. (2020) FEMS Microbiology Ecology 96, fiae202. 3) Kamal N et al. (2020) DNA Research 27, dsaa015. 4) Kusakabe S et al. (2020) Microbes and environments, 35: ME19141. 5) Akyol TY et al. (2019) Microbes and environments, 34:23-32.

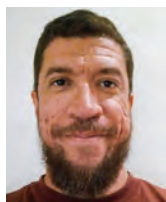
# マクロ生態分野

キーワード /

大規模な生物多様性の予測、種の分布・ニッチモデルと生態群集の変動、生態学モデルのソフト開発



准教授  
KASS, Jamie M.  
キャス・ジェイメイ

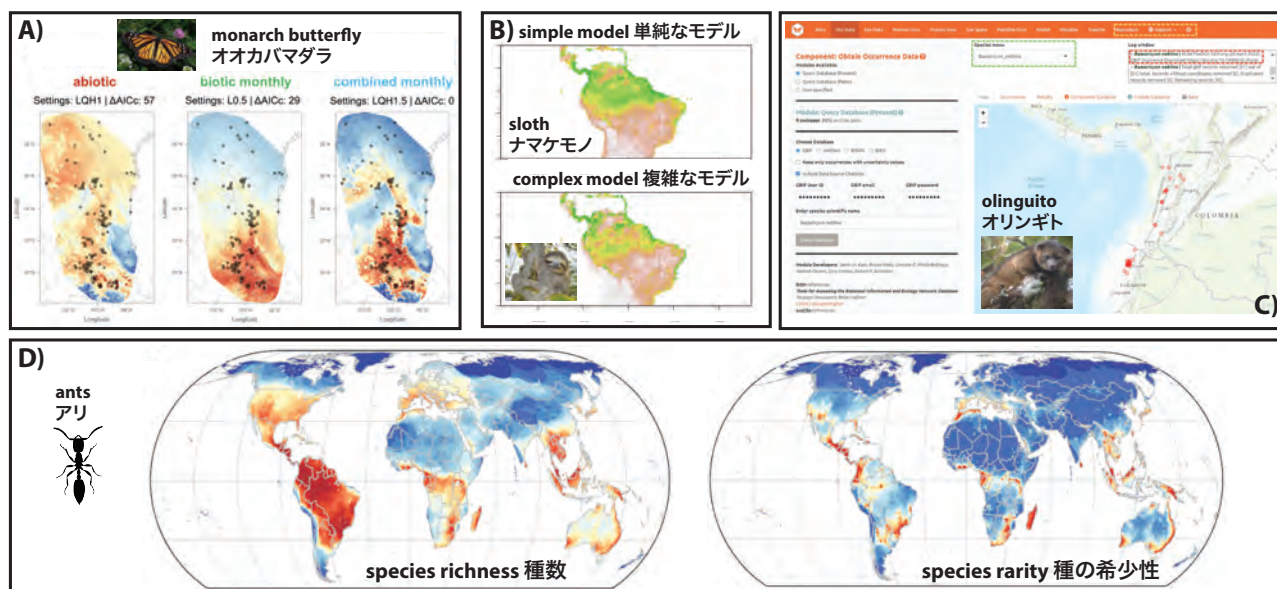


助教  
MIRANDA, Everton  
ミランダ・エベルトン

## 大規模の生物多様性を時空間的に予測モデルで理解する

人間主導の土地利用と気候変動は、生物多様性の減少をまねき、種の絶滅や、生態系機能の消失を引き起こします。一方で、その生物多様性を理解するには、多くの謎が残っています。生物多様性はどのように分布しているか？人間の活動によってどのような影響を受けるか？生態系と人間社会によってどのような効果があるか？マクロ生態学は、種と生態群集のパターンや過程を大規模に研究し、上記のような問題に取り組みます。ビッグデータやモデリングによる近代の革命の力を借りて、生物多様性と地球変動に関する疑問に答えます。

この研究室は地理空間分析や統計モデルを使用し、時間を渡り地方や世界的な規模で生物多様性を研究します。研究テーマには、種の分布は気候変動でどこへ移動するかの予測、種の相互作用の生物地理学的影响の調査、外来種の侵入リスクの決定、生態系サービスの供給の推測、環境保護の優先順位を指導する生物多様性のホットスポットの特定などが含まれます。マクロ生態学の分野を推進し、複雑で再現性のあるワークフローのアクセシビリティを改善するオープンプログラミングツールの作成や、対話的なアプリの開発も行います。



A) 気候的、種の相互作用に基づいた変数によるオオカバマダラのメキシコでの移動分布予測。 B) ENMeval のツールボックスで作成した複雑性が異なるナマケモノの分布モデル。  
C) wallace アプリを用いてオリングトの分布モデル解析を学習しながら行う。 D) 地球規模でのアリの種数と希少性予測。

## Understanding biodiversity at large scales through predictive modeling in space and time

Global declines of biodiversity caused by human-driven changes to land use and climate threaten extinction of species and loss of ecosystem functions vital to human well-being. At the same time, there are large gaps in knowledge regarding biodiversity around the world. How is biodiversity distributed? How do human actions affect it? What are the effects on ecosystems and human society when it changes? The field of macroecology addresses these questions through research of the patterns and processes of species and ecological communities at large scales (in space, time, and species). Recent revolutions for this field in big data and modeling now give us many of the tools we need to answer pressing questions about global change and biodiversity.

Our laboratory uses geospatial analysis and statistical modeling to investigate biodiversity at regional and global scales through time. This includes predicting where species ranges may move due to climate change, investigating the biogeographic effects of species interactions, determining invasion risk of alien species, inferring provisions of ecosystem services, and mapping hotspots of biodiversity to guide conservation priorities. We also develop open programming tools and interactive applications for macroecology that advance the field with new methods and improve accessibility for complex and reproducible workflows.



キーワード /

生態系の成り立ち、生物・環境の相互作用、  
フィールドワーク

## 流域生態分野

准教授  
宇野 裕美  
UNO Hiromi助教  
牧野 渡  
MAKINO Wataru

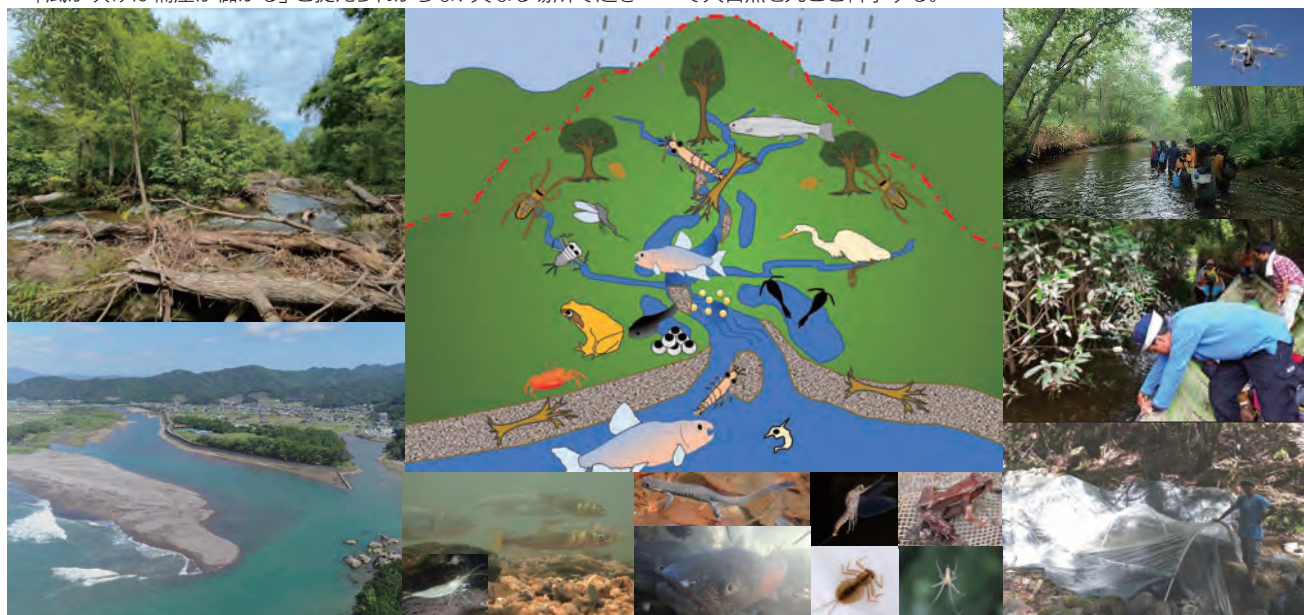
## 自然本来の森から川・池・湿地そして海へ至る流域生態系の成り立ちとは

流域という視点で自然を見ると、物質・生物の動きを通して森・川・海の生態系が密に関連することがわかってくる。森から供給される水、土砂、倒木の動態は川や沿岸の環境を形作る。また、海と川の間を行き来するサケ・アユ・エビ、川と森の間を行き来する水生昆虫・両生類や鳥・コウモリ・哺乳類など、自然の中では実に多くの動物が大移動を繰り返す。生物どうしの相互作用を通じて、動物の大移動が他の生物にも影響を及ぼす。ダイナミックで多様な流域の自然景観が多様な生物の共存を可能にしている。

「風が吹けば桶屋が儲かる」と捉えられがちな、異なる場所で起き

る現象の繋がり。流域生態系はまだまだ分からないことばかり。当分野では緻密な野外観察・調査・そして時には大規模な野外操作実験を行うことで、流域生態系の維持形成プロセスを明らかにしていく。

今はその多くが失われてしまった自然の地形・水の流れ。その中で地球上の生物は適応進化してきた。環境保護・人と自然との共生を考えていくためにも、その前提として本来の自然の中で生き物はどのように生き、相互作用してきたのかを知ることが役に立つ。東西南北、国内外問わず稀少な自然生態系に出向き、多分野融合のアプローチで大自然を丸ごと科学する。



(左) 森と川、川と海の交わる場。(中央) 流域の生物の大移動とその関わり。(右上中下) 北海道、インドネシア、北米での野外調査・実験。

## Unveiling ecosystem processes of watersheds at the interface of land and ocean

The forest, stream, and marine ecosystems within a watershed are intricately interconnected. Water, sediment, and wood regimes originating from the forest significantly influence stream and coastal environments. Numerous animals, including fishes and shrimps, migrate between the ocean and streams, while aquatic insects, amphibians, birds, bats, and mammals traverse between forests and streams. These migratory animals serve to bridge two spatially distinct ecosystems by transporting resources and/or interacting with other community members. Dynamic and heterogeneous watershed landscape allow diverse organisms to co-exist in nature.

While the spatial couplings of ecosystems are often considered surprising, they are supported by ecosystem processes facilitated by

watershed connectivity. We investigate these ecosystem processes within watersheds using field-based approaches such as direct observations, surveys, and field manipulative experiments.

Unfortunately, the majority of ecosystems on our planet have been degraded. However, biota have evolved and adapted to thrive in natural environments. By studying how biota live and interact with each other in natural ecosystems, we aim to better understand nature and provide essential foundational information for humans to coexist with nature. Our research group visits pristine natural ecosystems around the world to study the broader scope of nature, collaborating with scientists from various backgrounds.

# 植物繁殖生態分野

キーワード /

繁殖戦略 進化生態 数理モデル



准教授

酒井 聡樹  
SAKAI Satoki

## 植物の繁殖戦略の進化を解明する

植物の進化生態学の研究を行っています。植物の生態的性質がなぜ進化したのかを、「適応的な性質が進化した」という視点から解き明かそうとしています。とくに興味を抱いているのが植物の繁殖戦略の進化です。花を作り、訪花昆虫を誘引し、種子を結実させる。この過程は、植物種間で実に多様に分化しており、さまざまな不思議が詰まっています。その繁殖戦略が適応的な理由は何なのか。なぜ、種によって異なる繁殖戦略を採るのか。こうしたことを、数理モデルを用いた理論的解析と、野外調査による実証的研究により解明しようとしています。

「これから論文を書く若者のために」などの、論文執筆・プレゼンテーションの仕方に関する本もたくさん書いています。論文・プレゼンに関する出張講義も行っています。



エゾリンドウ



## Evolution of plant reproductive strategy

I specialize in evolutionary ecology with a particular focus on why plants have evolved certain ecological traits from an adaptive perspective. I am particularly interested in the evolution of reproductive strategies in plants, which encompasses the production of flowers, attraction of pollinating insects, and successful fruition of seeds. This process exhibits remarkable diversity among plant species, with various mysteries embedded within it. My goal is to elucidate the adaptive reasons underlying the diversity of reproductive strategies observed in plants. Why do different species adopt varying reproductive strategies? I aim to answer such questions by employing a combination of theoretical analysis using mathematical models and empirical research conducted through field investigations.

Additionally, I have authored numerous books on effective paper writing and presentation skills, specifically tailored for young researchers embarking on writing their papers. I also deliver on-site lectures on enhancing paper writing and presentation skills.



# 植物進化多様性分野

キーワード /  
多様性、進化、系統



教授  
牧 雅之  
MAKI Masayuki



助教  
大山 幹成  
OHYAMA Motonari



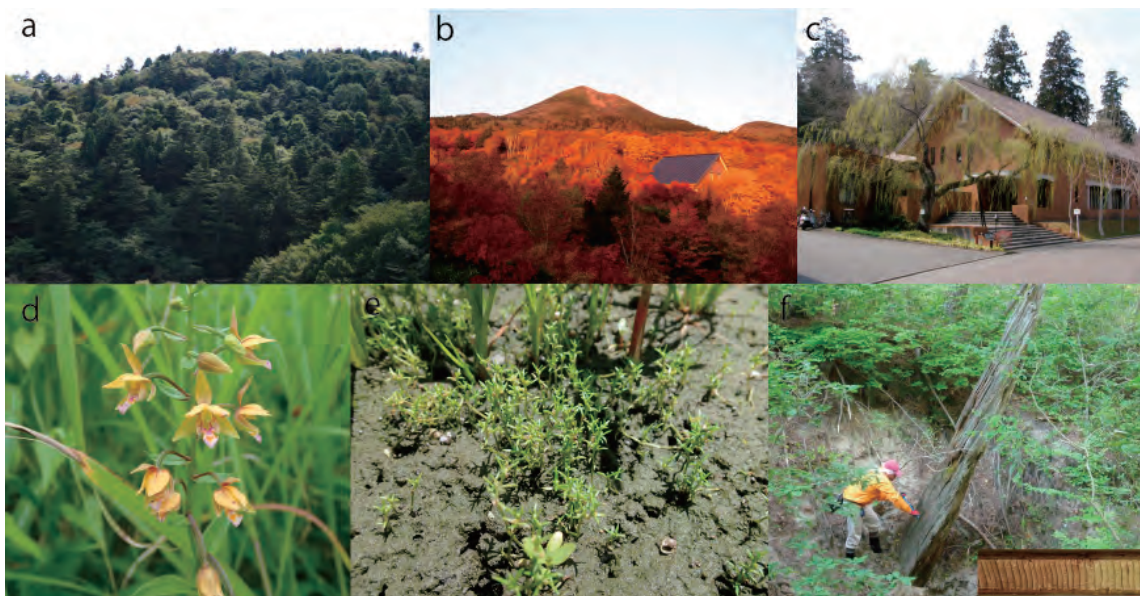
助教  
伊東 拓朗  
ITO Takuro

## 陸上植物の多様性・進化・保全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、過去に起きた進化や今まさに起きつつある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、陸上植物種の系統関係の推定、形態や生態の多様性が生じるメカニズムの解明と科学的記載、日本の植物相を構成する種の過去の分布変遷や気候変動と陸上植物の構造の相関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。また、同時に人間活動の活発化による野生植物の保全を目指した研究も行っている。

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。



a: 本園のモミ林(国天然記念物) b: 八甲田分園 c: 記念館(標本庫) d: 温帯生草本カキラン e: 津波跡地の稀少植物 f: 狼が森ヒバ埋没林と年輪試料

## Using multidisciplinary approaches to study diversity and evolution of plants

Land plants have highly diversified in every place on the earth. To analyze the mechanisms underlying the origin of plant diversity and to describe it from the viewpoint of natural history, we employ a multidisciplinary approach based on molecular phylogenetics, population genetics, morphology, taxonomy, and dendrochronology. In particular, we are currently focusing on population/species level genetic differentiation in wild Asian plants, phylogeny of some angiosperm groups, natural hybridization between Japanese plant species, coevolution of plants and animals/ fungi, plant taxonomical and floristic studies in East Asia, and estimation of past climate fluctuations using tree-ring dating.

We are also studying conservation biology of wild threatened plants in Japan and, based on our results, we are performing ex situ conservation of the plants at the Tohoku University Botanical Garden. Our laboratory includes staff from the Tohoku University Botanical Garden in Kawauchi, Sendai and a branch garden in Mt. Hakkoda, Aomori. These two gardens are blessed with a natural richness, offering good opportunities for plant biology studies. On the Kawauchi campus, we have a large herbarium (Tsuda Memorial Herbarium) in which over 300,000 specimens, including approximately 100 Holotypes, are deposited.

キーワード /

生物多様性保全、生物間相互作用、進化

## 生物多様性保全分野



教授  
千葉 聡  
CHIBA Satoshi



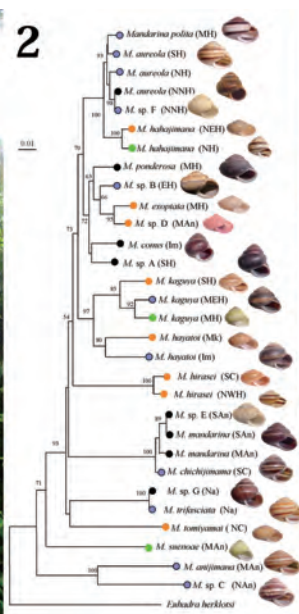
助教  
木村 一貴  
KIMURA Kazutaka

## 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を知ることができます。そして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。

海洋島や大陸内部の湖では、外部から隔離された閉鎖的な環境

条件のため、固有の生物が進化し、独自の生態系が成立しています。このような生物進化の自然の実験場として、特に小笠原諸島とバイカル湖の生物相に注目し、種分化や適応放散のプロセスを研究しています。また、安定同位体比による食物網解析、遺伝子解析など様々な手法を駆使し、湖沼、水田、塩性湖などの湿地生態系の研究に取り組んでいます。細菌からホスト-パラサイト系に至る生物群集の維持機構を明らかにし、湿地生態系の保全に取り組んでいます。



1. 小笠原諸島の森林生態系、2. 小笠原固有陸貝の反復適応放散、3. 内モンゴルの湿地調査、4. バイカル湖の調査と固有ヨコエビ

## From evolution and ecology to conservation

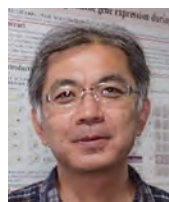
How and why did biological diversity evolve as it has and how is that diversity maintained? By answering these questions, we can learn the value and the functions of biological diversity and ecosystems. Gaining a deeper understanding of the mechanisms of evolution and the functions of ecosystems will lead to the development of methods for predicting the future of ecosystems and for properly maintaining them. The goals of the Laboratory of Conservation Biology are to understand the value and the functions of biological diversity and ecosystems, to develop methods to protect these, and to advance appropriate conservation activities.

Our focus is on an endemic biota that has evolved within a closed system, including an oceanic island and inland lake. We investigate processes of speciation and radiation in this natural laboratory. We are researching food web structures, using stable isotopic analysis and genetic analyses, in wetland ecosystems, which include rice fields, inland saline lakes, and freshwater lakes. We have investigated how biological interactions maintain community composition, including host-parasites and bacterial communities, and we have contributed to the conservation of wetland ecosystems.



# 海洋生物多様性分野

キーワード /  
海産無脊椎動物、海洋生態学／行動学、  
胚発生／形態形成



教授  
熊野 岳  
KUMANO Gaku



教授(兼)  
近藤 倫生  
KONDOH Michio



准教授  
美濃川 拓哉  
MINOKAWA Takuya



助教  
岩崎 藍子  
IWASAKI Aiko



助教  
森田 俊平  
MORITA Shumpei



助教  
福森 啓晶  
FUKUMORI Hiroaki

## 海洋生物の胚発生機構や個体群維持機構を明らかにし、生物多様性の進化を理解する。

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おり、彼らが織りなす複雑な生物間相互作用は、更なる生物多様性を生み出しています。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洋生物を研究対象として、個体発生メカニズムの遺伝子・分子・細胞レベルの研究から、個体群の維持機構、生物群集の成立機構に至るまで幅広い研究を行っており、海洋生物の多様性を多角的に理解することを目指しています。

具体的には、1) クラゲやウニ、ホヤなどの海産無脊椎動物を用いて、初期発生過程における分裂による細胞数の増加と平行した細

胞タイプの多様化や、細胞の運動による独特な体の形づくりについて、そのドラマティックな過程の本質を理解するための研究を行っています。また、海産動物の生殖細胞が出来る仕組み、ウニ胚で骨格の基となる細胞が出来る仕組みとこれらの進化機構についても研究しています。2) 長期野外調査によって東北地方太平洋沖地震後の岩礁潮間帯生物群集の回復過程について研究しています。大規模で稀な自然攪乱が個体群・群集に与える影響や多様性の維持に果たす役割を明らかにすることを目指しています。3) 系統分類学的解析によって、軟体動物腹足類の種多様性や進化について研究を進めています。



浅虫海洋生物学教育研究センター周辺の海産無脊椎動物：クラゲ、シャムセンガイ、ウニ、ヒトデ、ウミシダ、ギボシムシ、ホヤ、巻貝

## Analysis of Embryonic Development and Population Maintenance in Marine Animals

Marine environments are populated by various animals, that represent almost all phyla and range from the simplest to the most complex body plan. Our laboratory is located in the Mutsu bay area in the north of Japan, which is known to have the richest variety of marine life in the Tohoku area. Benefitting from such a location, we study a variety of local marine animals. We are interested in a broad range of topics in marine biodiversity, including molecular and cellular mechanisms and evolutionary aspects of early embryonic development, as well as Species distribution and community composition associated with environmental factors and species interactions. Specific areas of our research are: 1) the molecular and cellular mechanisms of morphogenesis of tail shaping in the ascidian embryo, and tentacle

branching in the jelly fish; 2) an evolutionary developmental analysis of germline segregation mechanisms in tunicate embryos; 3) developmental and evolutionary analysis of embryogenesis based on a comparison between direct and indirect development in sea urchins; 4) an ecological study about the resistance and the resilience of the rocky intertidal community after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake to reveal the effect of a large infrequent disturbance on community compositions and biodiversity. 5) species diversity and evolutionary history of marine gastropod molluscs. These studies will provide novel and surprising insights in understanding the many different aspects of marine biodiversity.

# 生態系機能分野

キーワード/  
環境変動、生物多様性、生態系サービス



客員教授  
陀安 一郎  
TAYASU Ichiro



客員准教授  
石井 励一郎  
ISHII Reichiro

## 人間の活動が生態系を変化させている

生態系は生物の集団が環境との相互作用のなかで形成され、さまざまな構造と機能をもっています。一方、気候変動や人間活動の影響を受けて、その機能とともに、人間に対しての役割も変化しています。生態系機能分野では陸域・水域に限らず幅広い生態系を対象として、生物多様性や群集構造などの形成や変化のメカニズム、さらにはそうした変化が生態系全体や生態系を利用する人間に与える影響までを幅広く研究しています。

近年、人間活動による土地利用や気候などの大きな変化によって、

生物多様性の劣化や生態系の分布変化が大きな問題となっています。そこで、生態系を構成する生物の分布や個体数の増減メカニズム、生物間相互作用、食物網構造や生態系間の相互作用などを基礎的研究として、さらに環境変動が与える影響や生態系サービスと生物多様性の関係を研究しています。主要な研究テーマは、1) 各種安定同位体比を用いた生態系の構造と機能、2) 気候変化を含む外的要因の変化に対する生物多様性・生態系の応答メカニズム、3) 生態系サービスの評価と持続利用の条件などです。



河川生態系の変化を探る（滋賀県野洲川）



気候と人間活動の複合的影響を受ける陸域生態系の例（モンゴル北部タイガ南端）

## How Human Activity Affects Ecosystems and Biodiversity

Ecosystems are formed by the interaction between biological community and environment and have wide variations in both structure and function. Recently, changes in climate and land-use have greatly affected the ecosystem and biological diversity, and therefore changed the relationship between ecosystems and human beings. We study the structure and function of ecosystems by analyzing the

distribution, structure, and function of ecosystems and their changes. In particular, we focus on exploring 1) the structure and function of ecosystems using stable isotope signatures, 2) the responses of ecosystems and their biodiversity to external environmental changes including climate change, and 3) the evaluation of ecosystem services and conditions for their sustainable use.



キーワード /

根粒菌、土壤微生物、地球温暖化の緩和

# 土壤微生物分野



特任教授  
南澤 究  
MINAMISAWA Kiwamu



特任助教  
板倉 学  
ITAKURA Manabu



特任助教  
鈴木 淳夫  
SUZUKI Atsuo



特任助教  
大久保 智司  
OHKUBO Satoshi

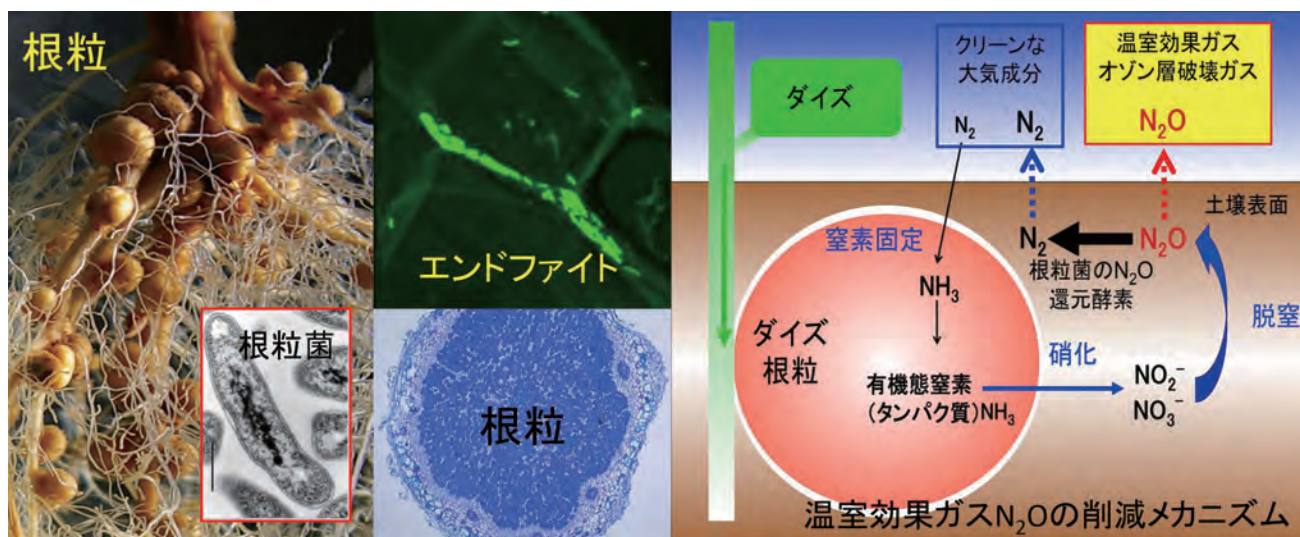


特任助教  
加藤 広海  
KATO Hiromi

## 土壤微生物で地球を冷やす

最近の「数十年に一度クラス」の異常気象の原因は地球温暖化が原因です。実は食料生産に伴って、一酸化二窒素( $\text{N}_2\text{O}$ )やメタン( $\text{CH}_4$ )といった $\text{CO}_2$ 以外の人為起源の温室効果ガスが発生しており、地球温暖化を防止する食料生産システムの改変が人類生存に必須の課題となっています。本分野の前進である微生物共生分野では、 $\text{N}_2\text{O}$ 還元活性を持った根粒菌や水稻根内の $\text{CH}_4$ 酸化窒素固定菌などの植物共生微生物により、土壌からの $\text{N}_2\text{O}$ と $\text{CH}_4$ を削減できることを圃場レベルから分子レベルまで明らかにしてきました。これらの

成果に基づいて、土壤微生物の働きを利用して温室効果ガスを削減する「クールアース(Cool Earth)」の研究ハブとしてムーンショット事業で国内外の研究者と共同研究を実施しています。土壌という「生態系」を微生物と環境の視点から理解し、根粒菌・根圏微生物・土壌微生物の温室効果ガス削減能を最大化し、土壌—微生物—植物系による「クールアース」を実現すべく研究を行っています。地球環境激変の臨界点までに残された時間はあと10年くらいしかありません!



根粒菌とエンドファイトの植物共生 (左)と温室効果ガス削減根粒菌 (右)

## Establishing a “Cool Earth” using Soil and Symbiotic Microorganisms

The recent extreme weather events are a result of global warming. Anthropogenic greenhouse gases other than  $\text{CO}_2$ , such as nitrous oxide ( $\text{N}_2\text{O}$ ) and methane ( $\text{CH}_4$ ), are markedly emitted from agricultural lands during food production. Revolutionizing of agricultural systems to prevent global warming is required for human survival on earth. Our previous laboratory “Microbial Symbiosis” showed that the rhizosphere  $\text{N}_2\text{O}$  emissions can be reduced by rhizobia with  $\text{N}_2\text{O}$  reductase and  $\text{CH}_4$ -oxidizing,  $\text{N}_2$ -fixing bacteria in paddy rice roots. Based on these results, we are conducting a collaborative research

with domestic and overseas researchers forming a research hub for establishing a “Cool Earth” as a Moonshot Project. Soil microorganisms can reduce greenhouse gases, and through our better understanding of the soil ecosystem in terms of microorganisms and environment, we can maximize the capacity of soil microorganisms to reduce greenhouse gases and achieve our goal of a “cool earth” using soil-microorganism-plant systems. There are only about 10 years remaining before reaching the drastic critical point of global environmental change!

# 生命情報システム科学分野

キーワード /  
ゲノム、タンパク質、個別化医療

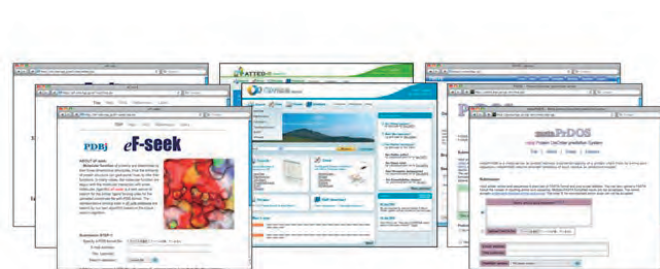


教授  
木下 賢吾  
KINOSHITA Kengo

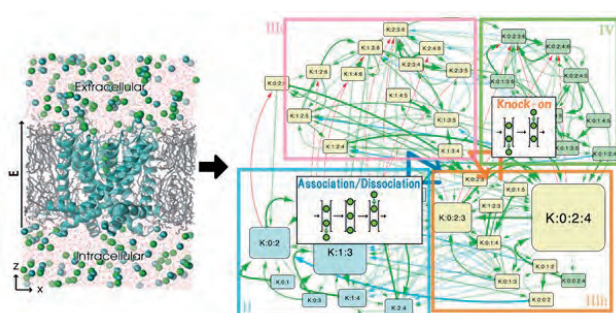
## 多様なデータをシステムの理解へつなげる生命情報科学

測定技術の飛躍的发展により、近年、生物の様々な階層において高分解能、高精度、大容量のデータが得られるようになりました。数万人規模のゲノム解析が世界各地で進み、遺伝子の発現情報やタンパク質の構造・機能の情報も急激に蓄積しています。また、分子レベルの情報のみならず、脳神経系の活動記録や器官の発達についての画像情報など、細胞・組織・臓器レベルの情報も増加し続けています。このような多様な特性をもつビッグデータから最大限の知識を引き出すためには、それぞれのデータの特徴や解析目的に応じたテララー

メイドの解析を行うことが求められます。実験データからは生命基盤となるシステムの仮説を導出し、次の実験計画を導きます。臨床データからは個別医療のための診断を目指します。実験データと臨床データをつなげるバイオバンクの整備が進んでいる現在、生命情報ビッグデータを扱う生命情報学の役割は極めて重要であり、私たちは情報科学の力を使って生命システムの理解に迫り、また個々人がより健康に過ごすことができるように役立てていきたいと考えています。



増加し続ける生命情報を解析する様々な手法を開発し、生命システムの解明を目指す



分子動力学シミュレーションによって解明されたイオン透過メカニズム

## Bioinformatics Linking Diverse Data and Biological Systems

The current trend in life sciences is towards an explosion of data, which is occurring at every level of life, i.e. at the molecular, cellular, tissue, and organ levels. This data explosion has been caused due to the development of advanced experimental technologies. For example, thousands, or tens of thousands of individual genomes, are being sequenced all over the world. Gene expression data and protein structure and function data have also been rapidly accumulated. In addition, cellular and organ-level data, such as brain neurological activities and images of organ development are also being obtained. The development of biobanks, which contain both clinical

and biological data obtained from human subjects, paves the way for the development of personalized medicine, in which the best therapy is selected for each individual. Such "big data" provides us with an opportunity to understand life more extensively, but to extract as much knowledge as possible, information science must play a crucial role in creating a tailor-made analysis of these diverse types of data. Thus, the role of bioinformatics in biology is now increasing. We are developing methods to analyze biological data based on information theory to understand life systems in order to help people live healthier lives.

# 分子化学生物学専攻

Department of Molecular and  
Chemical Life Sciences

低分子化合物から核酸やタンパク質を含めた高分子化合物が、生体内で作用する機序を明らかにすることにより、生命現象の本質的な理解に迫る。化学と生物学の融合的な研究アプローチを積極的に取り入れる。得られた分子レベルでの基礎的な知見を利用して、生命現象を健全にコントロールする方法論の開発を目指す研究・教育を行う。

The aim of this major is to approach essential understanding of life phenomena by clarifying the mechanisms at work in living bodies ranging from low-molecular-weight compounds to highly polymerized compounds such as nucleic acids and proteins. This major proactively incorporates an interdisciplinary approach combining chemistry and biology. We conduct research and impart education aiming to develop a methodology to enable healthy control of life phenomena, using fundamental knowledge obtained at the molecular level.



# 分子情報化学分野

キーワード /

ケミカルバイオロジー、抗生物質、オートファジー



教授  
有本 博一  
ARIMOTO Hirokazu



助教  
高橋 大輝  
TAKAHASHI Daiki

## 創薬を見据えたケミカルバイオロジー

オートファジーに関する最新知見を化合物設計に落とし込み、医療応用する研究を進めています。最近の研究成果のうち、創薬の観点から世界的な注目を集めているのはAUTAC化合物(2019年)です。AUTACを用いると、機能不全ミトコンドリアなど疾患原因物質を細胞から選択的に除去できます。現在は、AUTAC作用機序を研究するとともに、老化や神経変性疾患の抑制などの領域でAUTACの可能性を追求しています。

もうひとつの研究の柱は、院内感染症の原因となるバンコマイシン耐性腸球菌に対する抗菌剤の研究です。合理的な薬剤設計のために相手をよく知る必要があり、細胞壁合成機構の解析に力を入れ

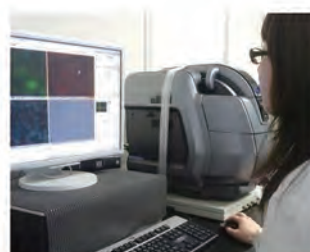
ています。得られた知見をもとに抗菌性化合物の設計と合成を進めています。

### ○研究室内教育の特徴と修了者の活躍

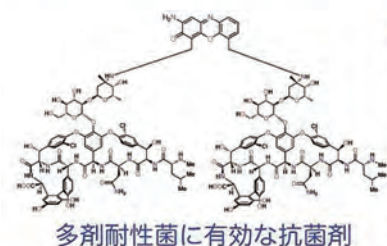
兼任している本学農学部出身者が3/4程度を占めています。他大学卒業生の出身学部は理・工・農学部など多様です。ケミカルバイオロジーの基盤は化学合成を含む有機化学であり、研究室でもしっかり学びます。一方、研究面では分子細胞生物学や微生物学に関するテーマが多く、通常の有機化学研究室とは異なります。卒業生は、製薬・化学などの企業や大学等研究機関で活躍しています。



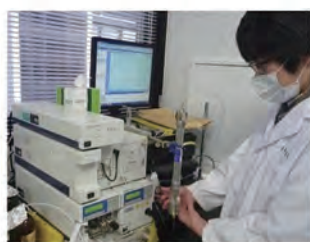
実験結果のディスカッション



培養細胞を用いるケミカルバイオロジー実験



合成実験



HPLCを用いた分析と精製

## Chemical Biology for Drug Discovery

The Arimoto Group studies biologically active small molecules that contribute to human healthcare. Research in the lab is currently focused on three major areas: 1) regulatory mechanism of autophagy through nitric oxide signaling in an innate immune response to bacterial infection, 2) development of antibacterial agents against vanco-

mycin-resistant strains, and 3) organic synthesis of natural products. We utilize diverse chemical and biological techniques, including eukaryotic and bacterial cell cultures, biochemistry, molecular biology, organic synthesis, and nuclear magnetic resonance spectroscopy.



キーワード /

海洋天然物、全合成、構造・機能解析

## 生命構造化学分野



教授  
佐々木 誠  
SASAKI Makoto

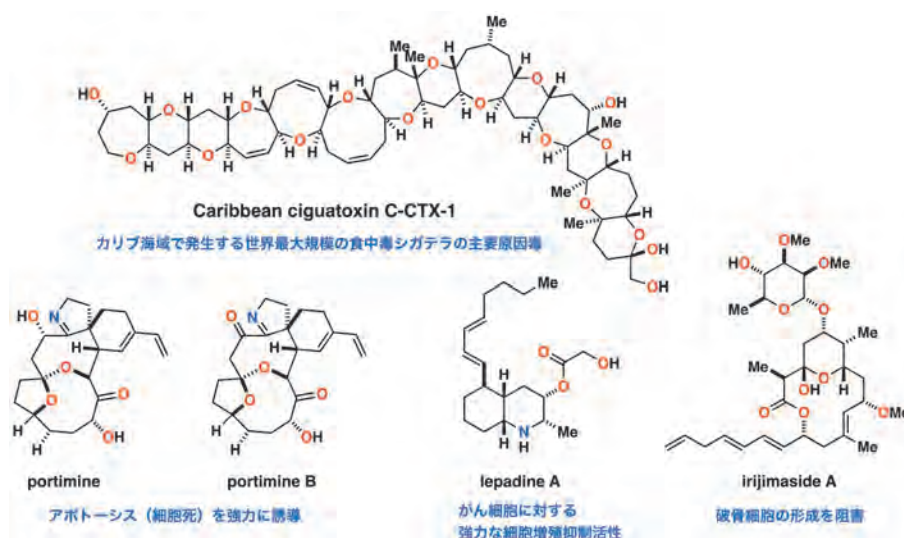


助教  
梅原 厚志  
UMEHARA Atsushi

## 複雑な海洋天然物の全合成と構造および機能解析

生物の生産する二次代謝産物(天然物)は、歴史的に医薬品開発のリード化合物として重要な役割を果たしてきました。近年では、海洋生物から特異な化学構造を持ち、新たな作用メカニズムで強力な生物活性を示す天然物(海洋天然物)が数多く発見されています。これら海洋天然物は有機合成のチャレンジングな標的分子であるばかりでなく、新たな医薬品の候補化合物やケミカルバイオロジー研究の分子プローブとして大きな期待が寄せられています。しかし、その多くは自然界から極微量しか得られないために、詳細な化合物の評

価や作用メカニズムの解析において化学合成(全合成)による物質供給の果たす役割は非常に重要になっています。また、機器分析の技術が目覚ましく発展した現在においても、複雑な天然物の立体配置の確認や決定において天然物合成の重要性は益々大きくなりつつあります。当分野では、重要な生物活性を示す複雑な海洋天然物と人工類縁体の全合成研究を基盤として、それらの構造および生物機能の解析を行い、生命科学研究・創薬科学への貢献を目指しています。



現在、全合成に取り組んでいる海洋天然物の例

Marine natural products have great potential for use as pharmaceutical agents, agrochemicals, and chemical probes for biological studies. Our research projects have focused on the total synthesis of complex marine natural products with potent biological activity. We are pursuing research projects in chemical biology, including the design and synthesis of artificial analogues of natural products to improve their biological activity, and to provide understanding of the mechanism of action for the naturally occurring molecules.

Natural products, secondary metabolites produced by organisms, have long been an important source of agrochemicals and potential therapeutic drugs for human diseases, and are well-known chemical probes for cell biology and physiology. More recently, due to their novel structure and potent biological activity, natural products of marine origin have interested many researchers in the life sciences, including synthetic chemists, biochemists, and pharmacologists. However, the inherent molecular complexity and low natural abundance of many of these compounds have precluded their supply for extensive biological studies. Therefore, total synthesis of these compounds is

required to provide a sustainable supply to further investigate and exploit their biological functions. Our research group focuses on the total synthesis of structurally complex marine natural products that have potent biological activity for their stereochemical analysis and extensive biological studies. Our efforts are also directed towards the design and synthesis of structurally simplified analogues that retain the original biological functions and might otherwise be inaccessible. These studies will enable the preparation of novel bio-functional molecules for ultimate use in the investigation of broader questions in biology or medicine.

# 活性分子動態分野

キーワード /  
創薬化学、ケミカルバイオロジー、分子設計



教授  
石川 稔  
ISHIKAWA Minoru



准教授(兼)  
佐藤 伸一  
SATO Shinichi

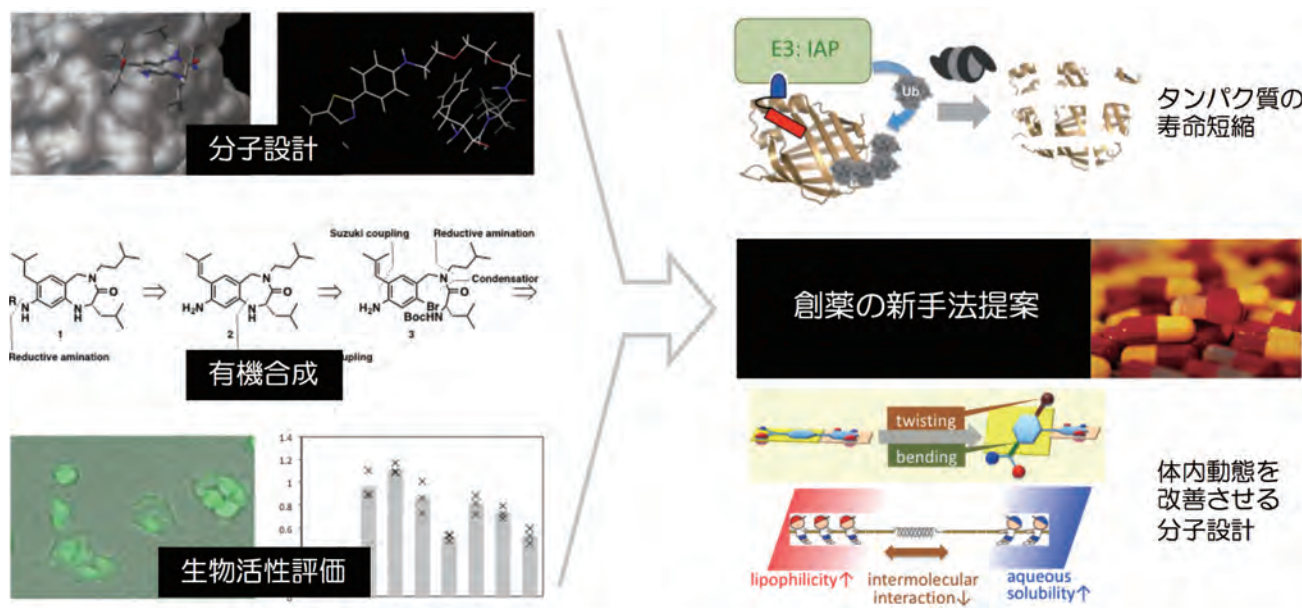


助教  
友重 秀介  
TOMOSHIGE Shusuke

## 低分子創薬に対する新手法の提案

低分子医薬と疾患関連タンパク質の関係は、「鍵と鍵穴」に例えられますが、低分子創薬は疾患関連タンパク質の機能制御が主流です。この「鍵と鍵穴創薬」の成功例が多い一方で、薬らしい「鍵」が未発見のタンパク質(結合タンパク質・凝集性タンパク質・タンパク質複合体など)については、疾患原因タンパク質が特定されているにもかかわらず創薬の成功例が少ないのが現状です。この課題を解決すべく、私達は有機化学と分子細胞生物学を両輪として、低分子創薬の新しい手法開発を目指します。同時に、この手法を食品成分のケミカルバイオロジーに展開します。

これまでの研究を二つ紹介します。ひとつは、疾患原因タンパク質の寿命を低分子によって縮める手法を開発しました。この手法を用いて、鍵と鍵穴創薬では対応が難しい、難病である神経変性疾患の原因タンパク質も減少させることを示しました。もう一つの研究は、化合物の体内動態を改善する分子設計です。分子間相互作用を減少させる分子設計により、一見矛盾する物理化学的性質である化合物の水溶性と脂溶性の両方を向上させ得ることを示しました。化合物の経口吸収性改善に適した方法と言えます。



活性分子動態分野の研究概略図: 分子設計・有機合成・生物活性評価を通じて、創薬の新しい手法開発を目指しています。

## Novel strategies for small molecule drug discovery

Traditional small molecule drug discovery strategies rely on the "lock and key" theory, which specifies that small molecule drugs bind to target proteins and modulate their functions. However, many disease-related proteins, including substrate binding proteins, aggregation-prone proteins, and protein-protein interactions cannot be predicted by the lock and key mechanism. Therefore, we discovered novel strategies that employ methods of organic chemistry, and molecular and cellular biology to regulate these proteins. We developed a novel strategy for small molecule drug discovery, in which, degradation of target proteins is based on the use of small hybrid molecules composed of a ligand for the target protein and another for ubiquitin ligase. These hybrid small molecules direct the

ubiquitin ligase towards the target protein, leading to selective degradation by the ubiquitin-proteasome system. In addition, we demonstrated that this strategy could be an effective therapeutic approach for neurodegenerative diseases.

Aqueous solubility is essential for drug candidates, and improving aqueous solubility of bioactive compounds is a major concern for medicinal chemists. We have proposed strategies for improving aqueous solubility by modifying molecules using certain methods that would decrease intermolecular interaction. Our results indicate that these strategies can increase the aqueous solubility of molecules although their hydrophobicities increase concomitantly.

キーワード /

細胞骨格、メカノセンシング、ストレス応答

## 分子細胞生物分野



教授  
大橋 一正  
OHASHI Kazumasa



准教授  
安元 研一  
YASUMOTO Ken-ichi



助教  
千葉 秀平  
CHIBA Shuhei

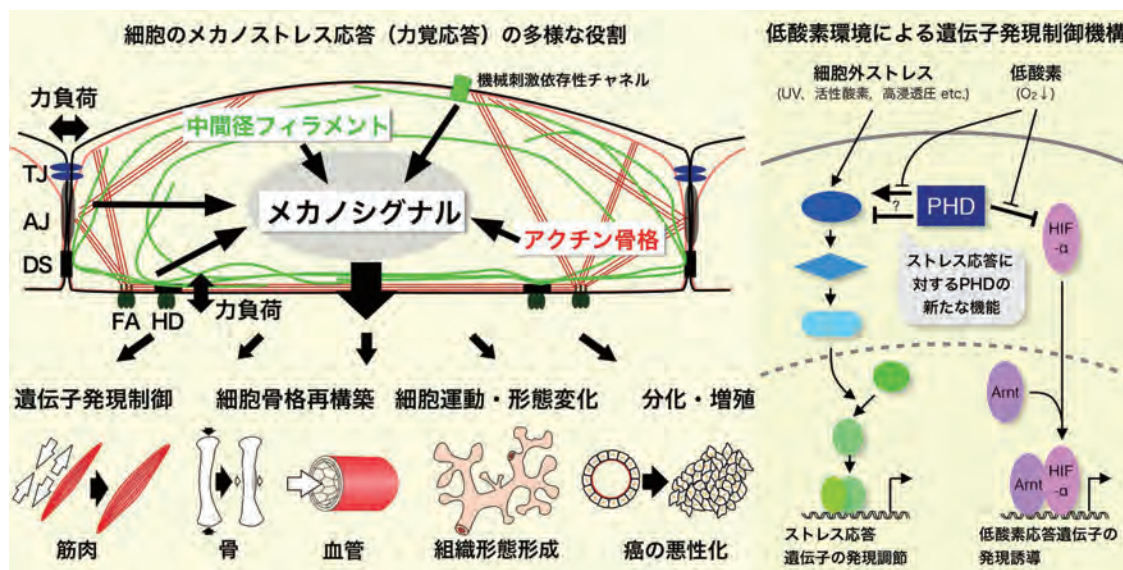
## 細胞の力覚応答による細胞骨格再構築とストレス応答の分子機構の解明

本研究室では、細胞の機械的な力負荷（メカノストレス）と低酸素に対する応答の分子機構について研究しています。筋肉や骨は力の負荷に対応するように構造が変化し、血管は、血流などの機械的刺激に応答して血圧の調節などの恒常性の維持に寄与しています。また、組織形態形成時の細胞集団の秩序ある振る舞いにおいても力の作用が重要な働きを持っています。また、細胞のエネルギー供給に関わるストレス応答は、細胞の生死を左右する重要なシステムです。

メカノストレス応答の研究では、細胞が機械的力をセンシングし、その力に応じた細胞骨格の再構築を行う分子機構の解明を行って

います。特に、アクチン骨格の再構築を制御する鍵となる分子である低分子量G蛋白質 Rho ファミリーのメカノストレスによる時空間的な活性化の制御について研究を行っています。

低酸素ストレスに適応するための遺伝子誘導機構においてプロリン水酸化酵素 PHD は低酸素誘導因子 HIF の活性を調節しており、細胞内の酸素センサーとして機能しています。我々は PHD が HIF とは異なるストレス応答経路を制御することを見出し、その分子機構を解析しています。



細胞接着や細胞骨格を介した機械的力（メカノストレス）の組織、細胞に対する多様な作用と低酸素ストレスに対する細胞応答の分子機構を解明する

## Molecular mechanisms responding to mechanical stress and energy stress

We are investigating the molecular mechanisms involved in the body's response to environmental stresses, including mechanical forces and energy stresses. It is well known that muscles and bones are properly maintained by exercise and other forces, and that blood vessels physiologically respond to shear stresses caused by blood flow. Furthermore, mechanical responses in epithelial cells are also involved in morphogenesis of epithelial tissues. Molecular mechanisms of cellular response to energy stresses, such as hypoxia and limitation of glucose, are important in the control of apoptosis.

In our study of mechanical responses, we are examining molecular mechanisms of the actin cytoskeleton and intermediate filament reor-

ganization following application of mechanical stresses. In particular, we focus on the spatio-temporal regulation activities of Rho small G proteins in the intermediate filaments.

Under hypoxic conditions, a large number of genes are induced by hypoxia inducible factors (HIFs) to facilitate adaptations to the low-oxygen environment. Prolyl hydroxylase domain-containing proteins (PHDs) regulate the amount of the HIFs in response to oxygen levels. Therefore, PHDs act as an oxygen sensor. Our recent research has identified novel roles of PHDs in the intracellular signaling pathway of stress responses. We focus on the crosstalk between hypoxia response and other signaling pathways.



# 応用生命分子解析分野

キーワード /  
クライオ電子顕微鏡、X線結晶構造解析、  
蛋白質科学



教授  
田中 良和  
TANAKA Yoshikazu

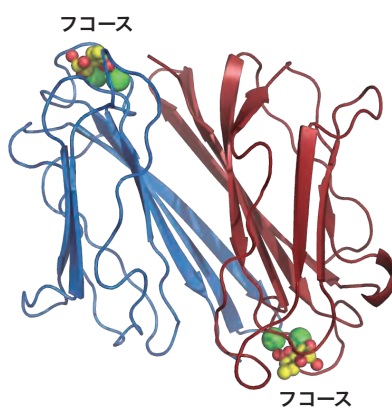


助教  
横山 武司  
YOKOYAMA Takeshi

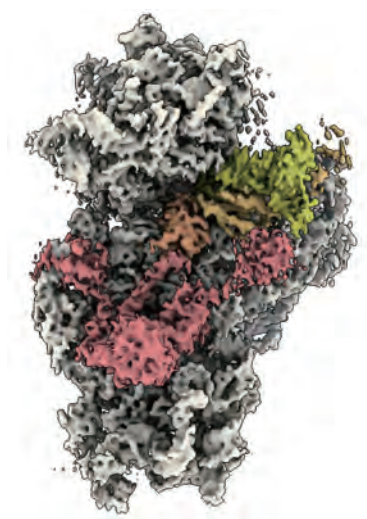
## 立体構造情報に立脚した生命現象の理解とその応用

本分野では、疾患に関連するタンパク質を中心とした様々な生体高分子化合物に焦点を当て、その分子機構をクライオ電子顕微鏡解析やX線結晶構造解析などの最先端の分子解析手法を用いて解明することを目指している。また、明らかになった機能を生かした応用研究も展開している。主な研究テーマを以下に示す。

- (1) 海洋生物から得られた生理活性物質の機構解明
- (2) 感染症対策に向けた新規抗生物質の構造・機能解析
- (3) 原核生物の翻訳制御機構の解明
- (4) 病原性微生物の毒素タンパク質の分子機構の解明
- (5) 創薬を目指した各種疾患関連蛋白質の構造機能解析
- (6) 構造情報に立脚した蛋白質の機能改変



2量体ThC（海洋生物から得られた  
生理活性タンパク質）のX線結晶構造



リボソーム（タンパク質合成装置）  
のクライオ電顕構造

X線結晶構造解析法により決定した2量体ThCの構造(左)とクライオ電子顕微鏡単粒子解析により決定したリボソーム複合体の構造(右)

## Structural basis of proteins and its application

Our research aims to elucidate the molecular mechanisms of proteins, particularly those relating to diseases, from a structural viewpoint. Furthermore, we apply the revealed molecular characteristics to design novel functional materials. The following are current projects.

1. Elucidation of the mechanism of bioactive molecules obtained from marine organisms
2. Structural and functional analysis of new antibiotics for measuring infectious diseases
3. Study of the translational regulatory mechanism
4. Study of the molecular mechanisms of toxic proteins in pathogenic microorganisms
5. Structure and functional analysis of proteins relating diseases
6. Structure based functional alteration of proteins



キーワード /  
細菌、進化、環境汚染浄化

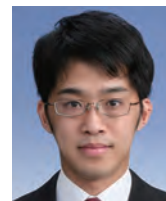
# 微生物遺伝進化分野



教授  
永田 裕二  
NAGATA Yuji



准教授  
大坪 嘉行  
OTSUBO Yoshiyuki



助教  
岸田 康平  
KISHIDA Kouhei



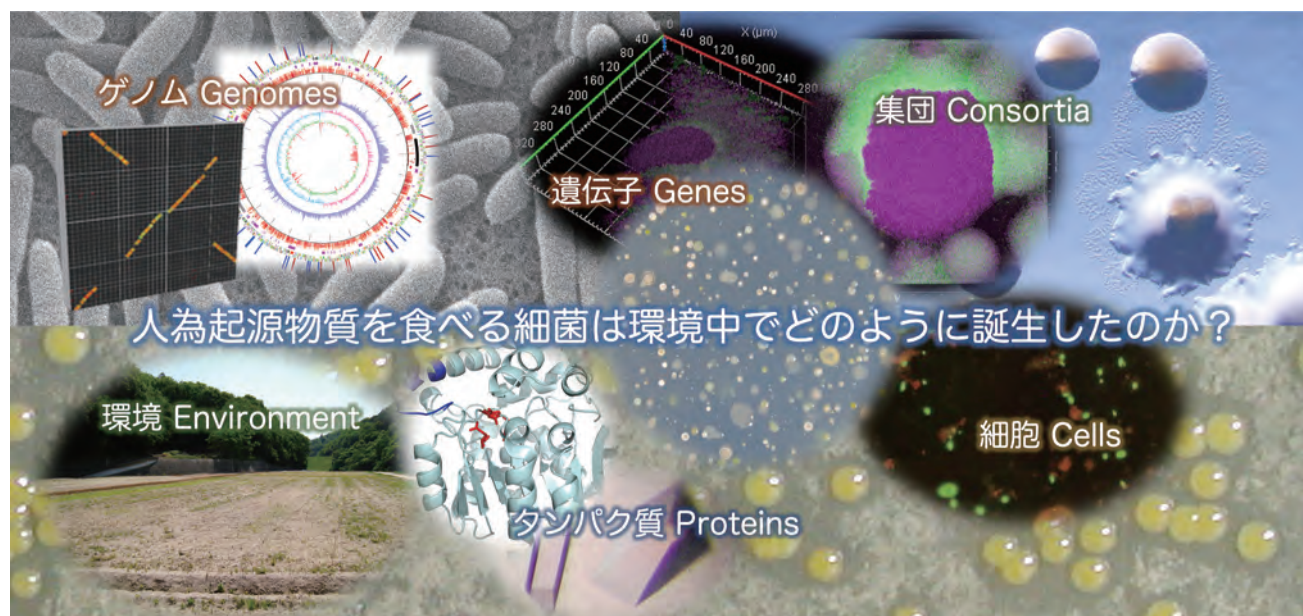
助教  
STARI LAZO LEONARDO  
STARI Lazo Leonardo

## 環境細菌の環境適応・進化機構を包括的に理解し、その原理の有効利用を目指す

環境中には人工的に化学合成した環境汚染物質をも食べてしまう細菌がいる。本講座では、このような人為起源難分解性環境汚染物質分解細菌を主な研究対象として、細菌の環境適応・進化機構をタンパク質（酵素）・遺伝子・ゲノム・細胞・集団・環境の各レベルで包括的に理解すると共に、得られる知見を元に、微生物の未開拓機能開発手法など新技術の確立を目指す。

解析には微生物学、分子遺伝学、分子生物学、タンパク質工学、

細胞生物学、ゲノム科学、分子生態学などの手法を用いて、遺伝情報の調和的発現制御ネットワーク・再編成・水平伝播などの把握と機構の解明、新規遺伝子資源の開発と探索を行う。その際、ゲノム解析手法の新規開発、DNA解析のための要素技術開発、さらにはコンピュータプログラミングを用いた解析ツール開発や研究支援システム構築を通じた研究効率化も実施する。



人工の農薬を食べる細菌 細菌の環境適応・進化をタンパク質・遺伝子・ゲノム・細胞・集団・環境の各レベルで理解し、その原理を新しい技術開発に応用

## Microbial adaptation and evolution mechanisms and their applications

Some bacteria can degrade anthropogenic pollutants. We aim to comprehensively understand the adaptation and evolution mechanisms of such bacteria at the protein (enzyme), gene, genome, cell, consortium, and environmental levels and to develop new technologies to effectively utilize unexplored microbial functions.

Microbiology, molecular genetics, cell and molecular biology, protein engineering, genomics, and ecology techniques are used to under-

stand and elucidate the mechanisms of regulatory networks, reorganization of genetic information and horizontal gene transfer as well as to develop and explore new genetic resources. Other developments focus on novel methods and elemental technologies for genome analysis and DNA analysis, respectively, and the development of more efficient research using computer programming-based analysis tools and research support systems.

# 植物生殖システム分野

キーワード /  
受粉反応、自殖と他殖、自家不和合性



教授  
渡辺 正夫  
WATANABE Masao



准教授  
(クロスアポイントメント)  
稲葉 靖子  
INABA Yasuko



助教  
林 真妃  
HAYASHI Maki

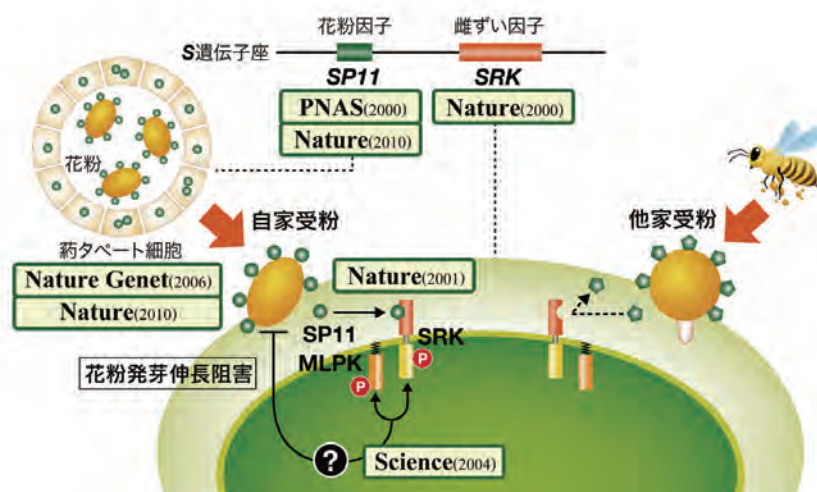
## 自殖と他殖を可能にした植物の生殖システムの統合的理解を目指して

植物は発芽した場所に根を生やし、その環境に合わせた生長、生殖戦略を採用することで繁栄してきた。生殖戦略において大きな役割を担う生殖器官として、雄ずい（雄蕊）と雌ずい（雌蕊）が共存する「両性花」がある。「両性花」は、自分で確実に次世代を残すことができる自殖と同時に、他個体との交雑による遺伝的多様性の維持を可能とする他殖をも行える仕組みも有している。植物は進化のプロセスにおいて、生殖器官の構造や情報伝達を分子レベルで変化させることにより、「両性花」の自殖と他殖のバランスを調整し、種ごとに周囲の環境に適した生殖システムを確立している。その結果として、他殖を促

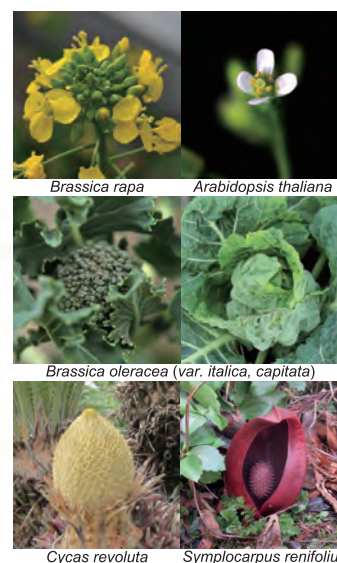
進する自家不和合性や雌雄異熟、また雌雄異株など多岐にわたる生殖システムが創出されている。

本分野では、植物の生殖システムのひとつである自家不和合性に焦点を当て、遺伝学的、生理学的観点から、植物の自殖と他殖を制御する分子メカニズムを明らかにし、植物の生殖戦略に対する学術的理解を深化させる。将来的には、品種改良や生態系維持などに貢献する。

## 当研究室が解明に関与した自家不和合性関連因子の概略



アブラナ科植物の自家不和合性における花粉と柱頭での自己識別機構（左）と主たる研究材料の植物と花（右）



## Toward a Comprehensive Understanding of Plant Reproductive Systems that enable Selfing and Outcrossing

Plants have thrived on earth by employing growth and reproductive strategies adapted to their environment. An integral aspect of their reproductive strategy involves the presence of hermaphrodite organs, having both female pistils and male stamens within a single flower. Hermaphrodites are capable of self-fertilization, ensuring subsequent generations can reproduce autonomously, while facilitating reproduction through crossbreeding with other individuals, thereby maintaining genetic diversity. Throughout the evolutionary process, plants have developed various reproductive systems tailored to their environment by modulating the balance between selfing and outcrossing in hermaphrodites through alterations in reproductive organ structure and molecular-level signal transduction systems. Consequently, a diverse

array of reproductive systems, such as self-incompatibility, dichogamy, and dioecy, which promote outcrossing, are established.

Our laboratory focuses on self-incompatibility, a pivotal component of plant reproductive systems, to elucidate the molecular mechanisms governing selfing and outcrossing in plants utilizing genetic and physiological methodologies. Through this research, we aim to deepen the comprehensive understanding of plant reproductive strategies. Our findings are anticipated to contribute to breeding efforts and ecosystem maintenance in the future.

キーワード /  
ミトコンドリア、線虫、イネ

## 分子遺伝生理分野

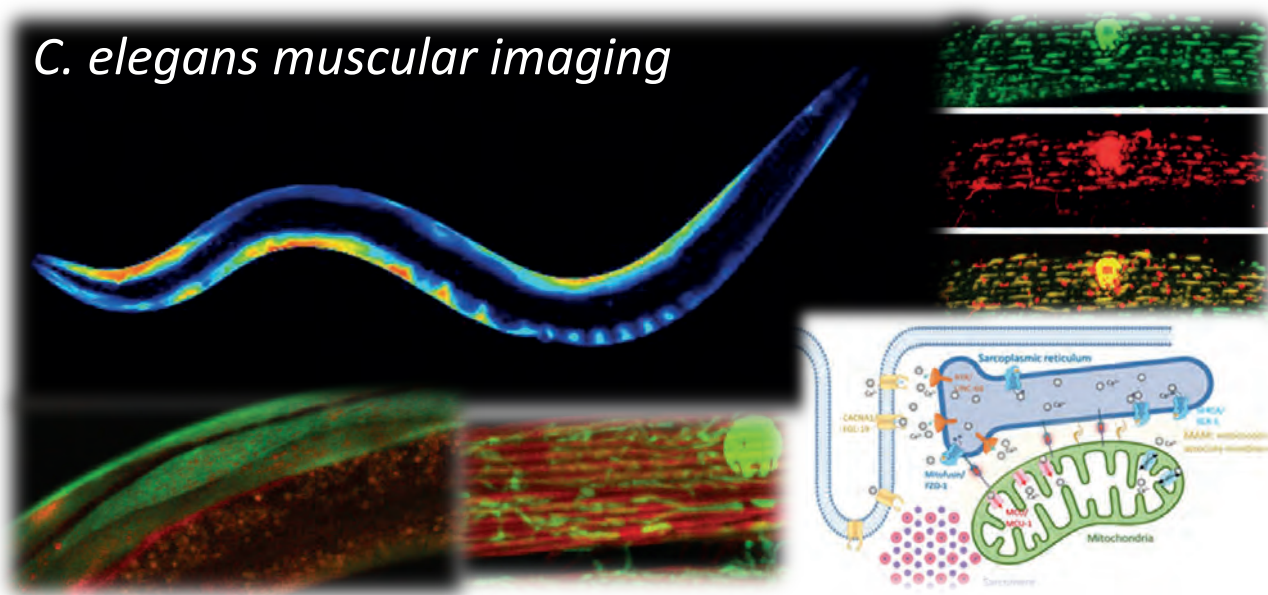


教授  
東谷 篤志  
HIGASHITANI Atsushi

### モデル生物を利用した様々な生体反応の分子遺伝生理学的研究

モデル生物(培養細胞、線虫*C. elegans*、植物イネなど)を用いて、  
さまざまな生体反応(老化、薬物、温度変動など)の遺伝子機能について  
分子遺伝学・生理学的研究を行っています。

#### *C. elegans* muscular imaging



モデル生物線虫の筋細胞における各種イメージング

### Study of genetic mechanisms underlying biological reactions

We conduct molecular genetic and physiological research to elucidate gene function across various biological responses including aging, drugs, and temperature disturbances using model organisms such as cultured cells, the nematode *Caenorhabditis elegans*, and the plant *Oryza sativa*.



# 進化ゲノミクス分野

キーワード /  
比較ゲノム、分子進化、重複遺伝子



教授  
牧野 能士  
MAKINO Takashi



准教授(兼)  
市之瀬 敏晴  
ICHINOSE Toshiharu



准教授  
(クロスアポイントメント)  
佐藤 敦子  
SATO Atsuko



講師  
横山 隆亮  
YOKOYAMA Ryusuke



助教  
別所 - 上原 奏子  
BESSHO-UEHARA Kanako



助教  
岩寄 航  
IWASAKI Watal



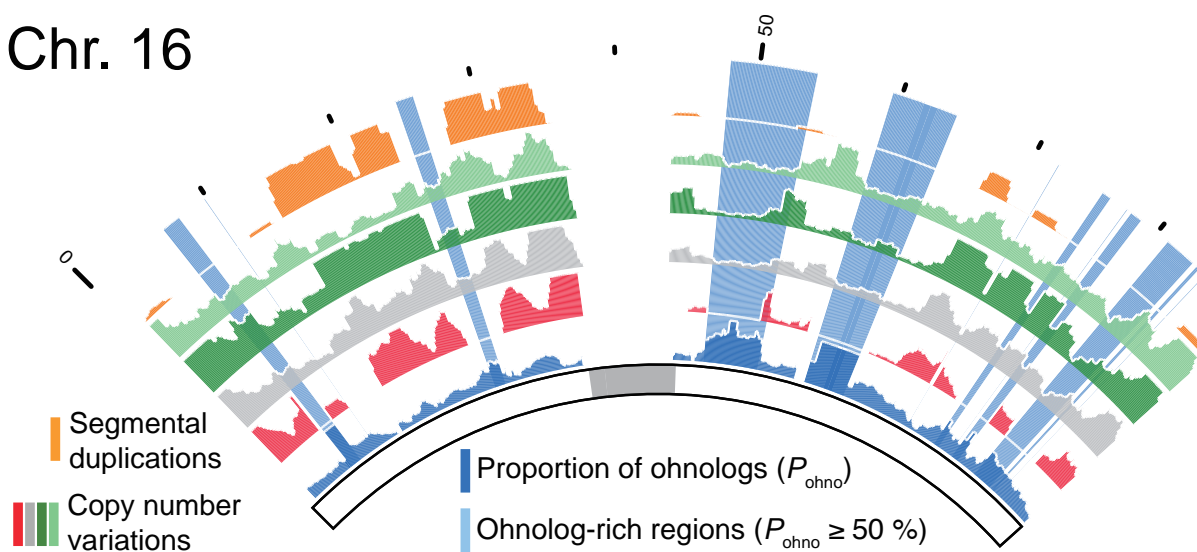
助教(兼)  
別所 - 上原 学  
BESSHO-UEHARA Manabu

## 生物の進化をゲノム情報で紐解く

次世代シーケンシングなどの技術革新によりゲノム配列や遺伝子発現などのデータが急速に蓄積していく中、膨大な情報から如何にして生物が持つ面白さを見出すのが今後ますます重要となっていきます。私たちは、こうした大規模な生命情報を利用して生物が持つ形質の遺伝的基盤を理解し、その進化過程の解明を目指しています。特に、ゲノム上で重複した遺伝子に着目し、病気や生態的特徴との関連について研究を行なっています。例えば、全ゲノム重複によって生じた重複遺伝子(オオノログ)が、遺伝子量変化に脆弱であ

ることを発見し、オオノログには様々な疾患原因遺伝子が含まれることを示しました。オオノログ以外の遺伝子量感受性のゲノム領域にも着目し、ゲノム解析から創出された新しい疾患原因遺伝子の予測手法の確立を目指して研究を行なっています。また、ゲノム中の重複遺伝子含有率から生物が持つ環境適応力を評価する研究に取り組んできました。本研究を応用し、生態学分野における大きな課題である侵略種と絶滅危惧種の選定に向けた新しいアプローチに取り組んでいます。

## Chr. 16



オオノログの密度とコピー数多型の関係。オオノログ密度の高いゲノム領域(水色)では、重複したゲノム領域・遺伝子の集団内頻度が低い。

## Comparative genomics to understand evolution

While rapidly accumulating life information such as genome sequences and gene expressions owing to technological innovation, finding biological significance from the vast amounts of data is increasingly important in the future. We conduct evolutionary analyses of genes and genomes for understanding the genetic background of interesting phenotypes by using such large-scale life information. In particular, we work on the influence of duplicated genes on disease phenotypes and ecological characteristics. One increasingly popular hypothesis is that dosage balance constraints are a major determinant of duplicate gene retention. We tested this hypothesis and showed that ohnologs, which are duplicated genes generated

by whole genome duplications, have rarely experienced subsequent small-scale duplication and are also refractory to copy number variation (CNV) in human populations, and are thus likely to be sensitive to relative quantities. We also showed that non-ohnologs neighboring ohnologs are unlikely to have CNVs, resulting in ohnolog-rich regions in vertebrate genomes being CNV deserts. Our results suggest that the genomic location of ohnologs is a determining factor in the retention of CNVs and that dosage-balanced ohnologs are likely to cause the deleterious effects of CNVs in these regions. We propose that investigating CNV of genes in CNV deserts is an efficient means to find disease-related CNVs.

キーワード /

花器官形成、雌雄性分化、進化発生

## 植物分子遺伝分野



准教授  
菅野 明  
KANNO Akira

## 植物の花器官形成と雌雄性分化を遺伝子レベルで解き明かし、その進化を探る

植物は種によって様々な形態の花を有しています。この花の多様性はどのような遺伝子によって生じるのでしょうか。私たちの分野では花の器官形成を司る遺伝子を単離し、その発現と機能を明らかにするとともに、植物の進化の過程で花の多様性がどのように生じたのかを分子レベルで明らかにすることを目的として、以下の研究を行っています。

## (1) ラン科植物における花器官形成の分子機構解明

ラン科植物の花被の形態は多種多様で、特に花の中央に位置する唇弁と呼ばれる花被片は種によって形態が大きく異なっています。私たちは花器官

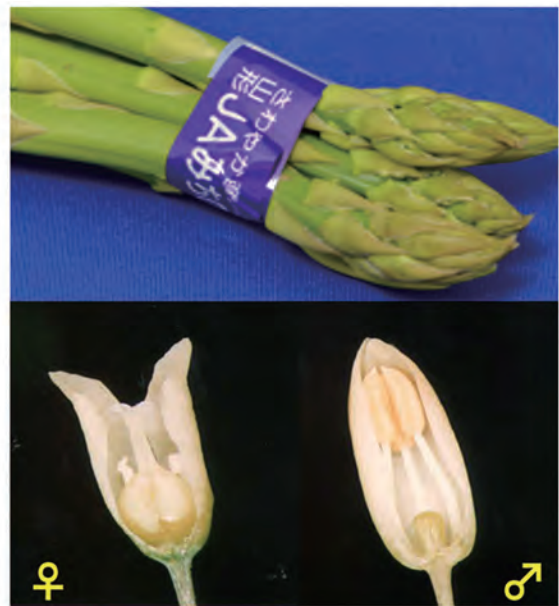
形成に関わる様々な遺伝子群の解析を行い、唇弁形成の分子機構の解明に取り組んでいます。

## (2) アスパラガスにおける雌雄性決定機構の解明とその進化

アスパラガスは個体によって雌雄が分かれている雌雄異株植物であり、近年その性決定遺伝子の単離に成功しました。私たちは、これらの遺伝子の発現や機能を解析することにより、アスパラガスの性決定機構の解明に取り組んでいます。また雌雄異株アスパラガスは両性花植物から進化したことが明らかになっており、私たちは雌雄異株性の進化機構について研究しています。



ラン科植物における花器官形成の分子機構解明



アスパラガスにおける雌雄性決定機構の解明とその進化

## Molecular analysis and evolution of floral organogenesis and sex differentiation

Plants have various forms of flowers depending on the species. What genetic factors contribute to this floral diversity? In our lab, we aim to uncover the genes responsible for floral organogenesis, elucidate their expression patterns and functions, and gain insights into how floral diversity has evolved at the molecular level across plant species.

## (1) Molecular mechanism of floral architecture in orchid plants.

Orchids exhibit remarkable diversity in floral organ morphologies, particularly in structures such as the lip, located at the center of the flower, which vary significantly among species. We are currently analyzing the genes underlying floral organogenesis to elucidate the molecular mechanism of lip formation in orchids.

## (2) Molecular mechanism and evolution of sex determination in asparagus and related species.

Asparagus is a dioecious plant characterized by separate male and female individuals. Recently, our laboratory successfully isolated key sex determination genes in asparagus. To elucidate the molecular mechanism of the sex determination, we are analyzing the expression patterns and function of the sex determination genes of asparagus. Given that dioecy in asparagus has evolved from hermaphrodite ancestors, we are investigating the evolutionary mechanism underpinning this transition within the genus *Asparagus*.

# 植物分子適応生理分野

キーワード /

植物、紫外線・放射線応答、環境適応戦略



准教授  
日出間 純  
HIDEMA Jun

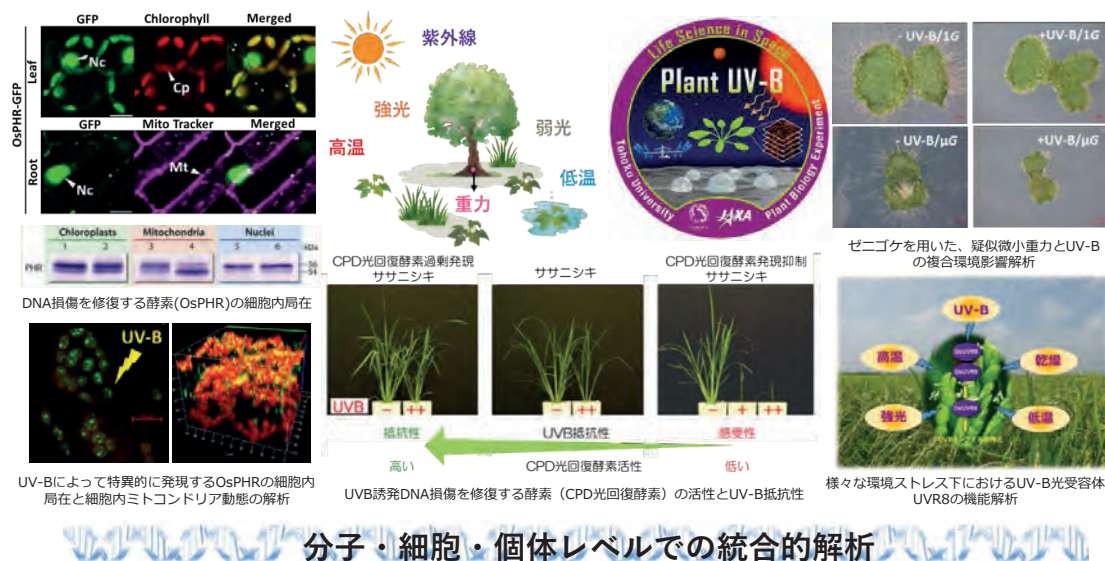


助教  
寺西 美佳  
TERANISHI Mika

## 植物の太陽紫外線を中心とした環境レジリエンス機構解明に向けた分子細胞生理学研究

植物は、多様な環境因子が時空間的に変化する環境の中で生きています。本分野では、太陽光に含まれる紫外線UV-Bに対する応答・障害・修復を中心に、他の環境因子との複合的な影響（太陽紫外線・可視光、温度、重力など）、適応応答と破綻に至る機構を、イネ、シロイヌナズナ、ゼニゴケ等のモデル植物を材料に、分子細胞生物学、生理学的な解析を専門とした研究教育を展開しています。そして、植物のより高度な環境レジリエンス機構の本質を理解することを目指しています。主な研究課題を以下に示します。

- (1) 紫外線UV-Bによるオルガネラ損傷とその修復機構
- (2) 時空間的に変化する不均一なUV-B・可視光・温度下でのUV-B適応戦略機構
- (3) 宇宙環境を利用した低重力と高UV-Bの複合環境ストレスに対する植物の応答解析
- (4) 環境適応戦略におけるUV-B光受容体UVR8の役割
- (5) 紫外線や放射線によるDNA損傷による変異誘発



各研究課題に関連した研究概要のイメージと解析結果の一部

## Elucidation of environmental resilience mechanisms of plant focusing on solar UV radiation

Plants inhabit an environment characterized by the dynamic variation of diverse environmental factors across both time and space. Our research in this domain is concentrated on the response, disruption, and repair mechanisms associated with ultraviolet-B radiation (UV-B) from sunlight. We employ a multidisciplinary approach, specializing in molecular cell biology and physiological analysis, to investigate the combined effects of UV-B radiation and other environmental factors such as solar visible light, temperature, and gravity. Utilizing model plants such as rice, Arabidopsis, and liverwort, we aim to unravel the intricate mechanisms underlying adaptive responses and resilience to environmental stress, advancing our understanding of plant resilience mechanisms.

Our major research projects are listed below.

1. Elucidating repair mechanisms of UV-B-induced damage in organelles and UV-B-tolerance mechanisms in plants.
2. Investigating UV-B adaptation strategies in response to non-uniform spatio-temporal UV-B radiation, visible light, and temperature variations.
3. Analyzing plant responses to combined environmental stresses of low gravity and high UV-B radiation using space environments (International Space Station).
4. Studying the role of the UV-B photoreceptor UVR8 in environmental adaptation strategies employed by plants.
5. Investigating DNA damage mutagenesis induced by ultraviolet light and radiation exposure.



キーワード /  
タンパク質ダイナミクス、機能、デザイン

# 生体分子ダイナミクス分野



教授  
高橋 聡  
TAKAHASHI Satoshi



准教授(兼)  
奥村 正樹  
OKUMURA Masaki



助教  
伊藤 優志  
ITOH Yuji

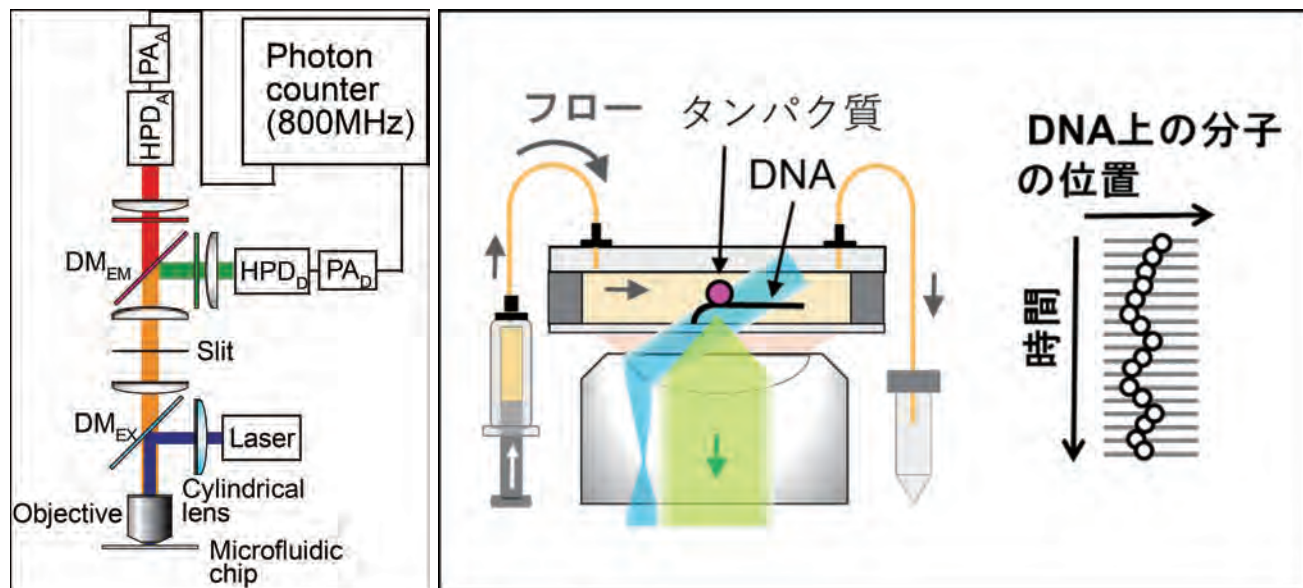
## 一分子蛍光観察法を駆使し、タンパク質のフォールディングや液液相分離、DNA 結合などを調べます

細胞の中でタンパク質は特定の形に折りたたまれたり、集合して液滴を形成したり、あるいは、DNA 上で運動することで、さまざまな機能を果たします。これらの過程におけるタンパク質のダイナミクスを調べることで、細胞内におけるタンパク質の役割を理解することが可能になります。また、新しい機能のデザインも可能になります。

当分野では第一に、ナノ秒からミリ秒にわたる幅広い時間領域におけるタンパク質の運動を観察する一分子蛍光分光法を開発し、タンパク質のフォールディングや液液相分離の機構の理解を目指して

います。また、一分子を選り分ける装置を開発し、タンパク質デザインに応用することを目指しています。

当分野では第二に、DNA 結合タンパク質の機能を観る、制御する、設計する技術を開発し、機能の解明と応用を目指しています。例えば、DNA 結合タンパク質の変性領域に結合するペプチドを設計し、DNA 結合タンパク質の制御に挑戦しています。また、ゲノム編集タンパク質の機能向上にも取り組んでいます。



(左) 図 A: タンパク質の高速運動を観察する一分子蛍光分光装置 Single-molecule fluorescence system for the observation of the ultrafast dynamics of proteins.

(右) 図 B: DNA 結合タンパク質の DNA 上の運動観察 Observation of the dynamics of DNA binding proteins

## Dynamics of protein folding, phase separation and DNA binding based on the advanced methods of single-molecule fluorescence spectroscopy and imaging

Proteins perform various functions by folding to their specific structures, by associating each other to form liquid-like droplets and/or translocating along DNA. By investigating the dynamics of proteins in these processes, we can understand the roles of proteins in cells. In the first project of our laboratory, we develop unique spectroscopic methods for the detection of fluorescence signals from single proteins, and investigate the dynamics of protein folding and association. In addition, we are constructing the single-molecule sorting system for the design of new proteins.

In the second project, we aim to elucidate the functions of DNA-binding proteins by developing technologies for measuring, regulating, and designing them. For example, we visualize the dynamics of DNA-binding proteins along DNA using single-molecule fluorescence microscopy. We also investigate the phase separation of DNA-binding proteins by designing peptides that bind to their disordered regions. In addition, we aim to improve the function of genome editing proteins.

# 生体分子機能制御分野

キーワード /  
ケミカルバイオロジー、バイオイメージング、  
光機能性分子



教授  
水上 進  
MIZUKAMI Shin



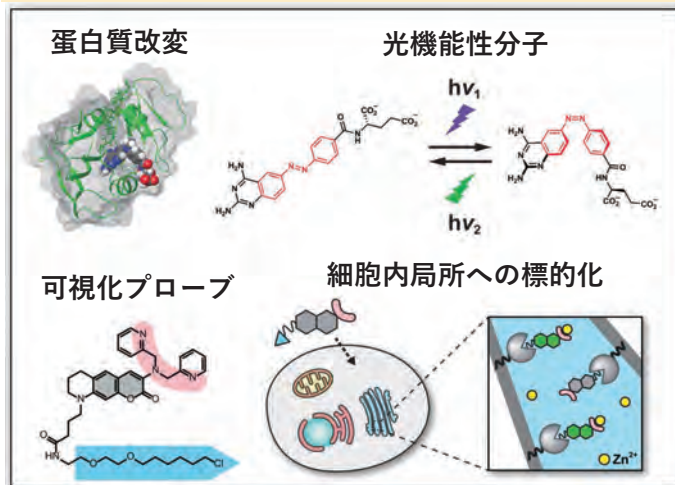
准教授  
小和田 俊行  
KOWADA Toshiyuki

## 機能性分子を合理的に設計し、生体機能の観察・制御に応用する

生体内では多くの細胞や分子が相互作用しながら、多様な機能を発現しています。単一細胞レベルでも、蛋白質・核酸・糖などの様々な分子が相互作用しています。それらの生体分子について正確に理解するには、それらの挙動や機能を他の生体分子との相互作用が保たれた状態、すなわち生きた状態で観察することが重要です。当分野では、有機化学・高分子化学・蛋白質化学等の技術に基づいて新たな機能性分子を設計・合成し、光を使った生体分子の可視化技術や機能制御技術を開発します。具体的には、酵素活性や細胞内シグ

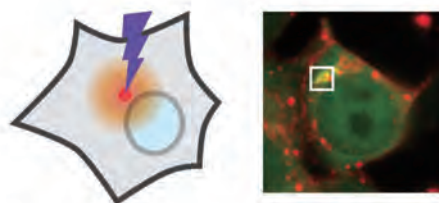
ナル伝達などの生体機能を選択的に検出する蛍光プローブや、また光照射によって結合の切断や構造変化を引き起こすケージド化合物・フォトクロミック化合物を用いた酵素や受容体の活性制御技術の開発などを行います。これらの機能性分子を蛍光顕微鏡観察と組み合わせることにより、生きた状態における生体分子の機能や疾患機構の本質に迫りたいと考えています。このような化学に基づく生物学研究はケミカルバイオロジーと呼ばれ、目的に合わせた機能を持つオリジナル分子を独自に設計できることが特長です。

### 化学に基づく生体機能解析技術の開発

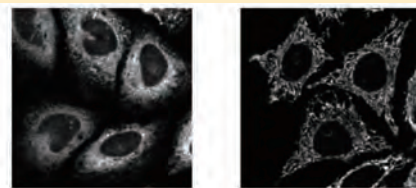


生体機能分子制御分野の研究概要図：化学に基づく機能性分子設計と医学・生物学への応用

### 生体分子・機能の光活性化



### 生体分子・機能の可視化



## Development of functional molecules to image and regulate biomolecules in living samples

In a living body, various cell types interact with many other molecules. In a single cell, various molecules such as proteins, nucleic acids, and sugars function by interacting with each other. To understand the precise biological functions occurring within a cell, it is important to investigate the activities or behaviors of these target molecules in living systems, where all of these interactions with other biomolecules are maintained. Using organic chemistry, macromolecular chemistry, and biochemistry, we design and synthesize functional molecules, apply them to image behaviors or activities of target biomolecules, and then regulate the functions of these targets by utilizing light. For

example, we develop fluorescent probes that detect specific biological activities such as enzyme activity. We also develop technology that uses photoregulation with caged or photochromic compounds to control enzyme or receptor functions. By combining these functional compounds with fluorescence microscopy, we aim to clarify essential mechanisms in life and diseases. This chemistry-based biological research is called chemical biology, and one of the exciting features of this research is that we can tailor functional molecules to a specific purpose.

キーワード /

高分解能クライオEM、電子線三次元結晶構造解析、手法開発

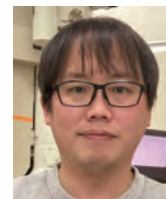
## 構造メカニズム研究開発分野



教授  
(クロスアポイントメント)  
米倉 功治  
YONEKURA Koji



教授(兼)  
高橋 聡  
TAKAHASHI Satoshi



准教授  
濱口 祐  
HAMAGUCHI Tasuku

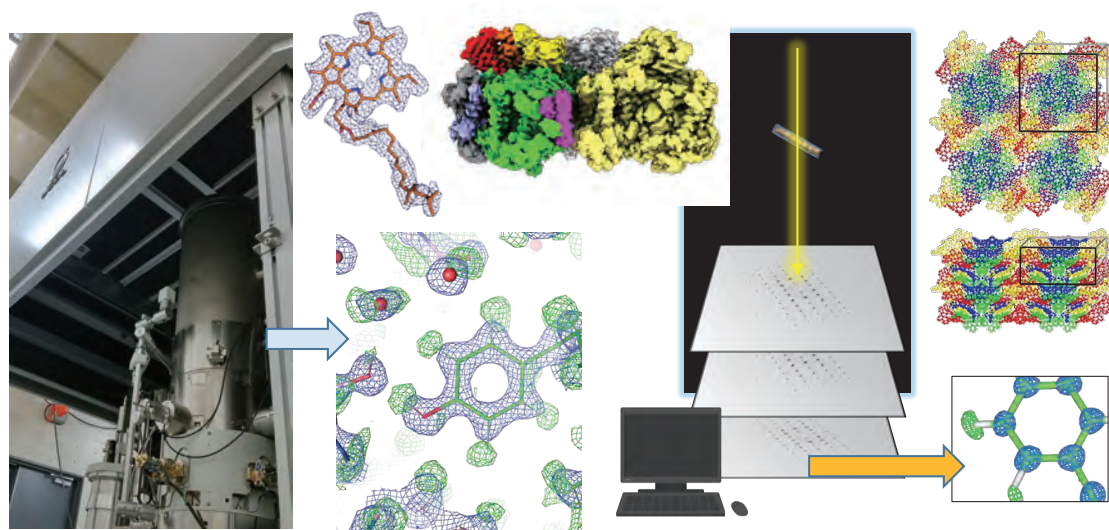
## クライオEMでタンパク質、有機分子の構造メカニズムに迫る

タンパク質や有機分子は、複雑な三次元構造を形成して、機能を発現します。本研究室は、最新のクライオ電子顕微鏡(EM)を用いて、より高い分解能、より高い精度でこれらの試料の三次元構造を決定し、その機能解明を目指します。AI自動データ測定やデータ解析など、この目的のための技術開発も進めます。

電子線は物質と強く相互作用するため、タンパク質の一分子の像が得られます。この特性を利用するのが単粒子解析で、タンパク質溶液の凍結試料から撮影した分子像を画像解析することで、高い空間分解能の構造、原子の配置が得られます。種々の溶液条件下の構

造変化や揺らぎを捉えることもでき、構造ダイナミクス研究も可能です。また、薬剤などの極微小な結晶からでも回折が得られるため、電子線三次元結晶解析では個々の原子をより詳細に視ることができます。細胞組織や大きく不均一な複合体に対しては、電子線トモグラフィーにより三次元構造を解析します。

クライオEMに加え、放射光X線、X線自由電子レーザーも相補的に利用し、構造形成、安定化、機能発現に直結する水素原子や電荷の情報も可視化し、複雑な分子の構造メカニズムに迫ります。



高分解能単粒子解析と三次元結晶構造解析の例

## Advanced cryogenic electron microscopy of proteins and organic molecules

Proteins and organic molecules comprise complex 3D structures responsible for their functions and properties. To elucidate working mechanisms and detailed properties of these complex molecules, we analyze their 3D structures at higher resolutions and accuracy using advanced cryogenic electron microscopy (cryo-EM). We have also been developing related technologies including automated artificial intelligence data collection and analysis.

As electrons strongly interact with samples, direct imaging of a single protein molecule is possible. Thus, single particle analysis can provide high-resolution structures and their atomic coordinates via the image analysis of frozen-hydrated protein complexes and membrane proteins. This method can also be used to study conformational

changes in buffer solutions and fluctuations, thereby revealing the structural dynamics. Moreover, small crystals of target molecules including pharmaceuticals yield diffraction patterns, and electron 3D crystallography can visualize individual atoms and detailed chemical properties. Automated cryo-electron tomography is used to examine cell organelles and larger heterogeneous samples.

Thus, our study reveals the detailed structural mechanisms of proteins and organic molecules, focusing particularly on the hydrogen atoms and charges, which are critical in stabilizing structures and fulfilling functions. Complementary to cryo-EM, we also use synchrotron radiation and X-ray free-electron lasers to achieve our goals.



# 分子機能可視化分野

キーワード /  
動的構造解析、機能構造相関、分子設計



教授  
南後 恵理子  
NANGO Eriko



助教  
藤原 孝彰  
FUJIWARA Takaaki

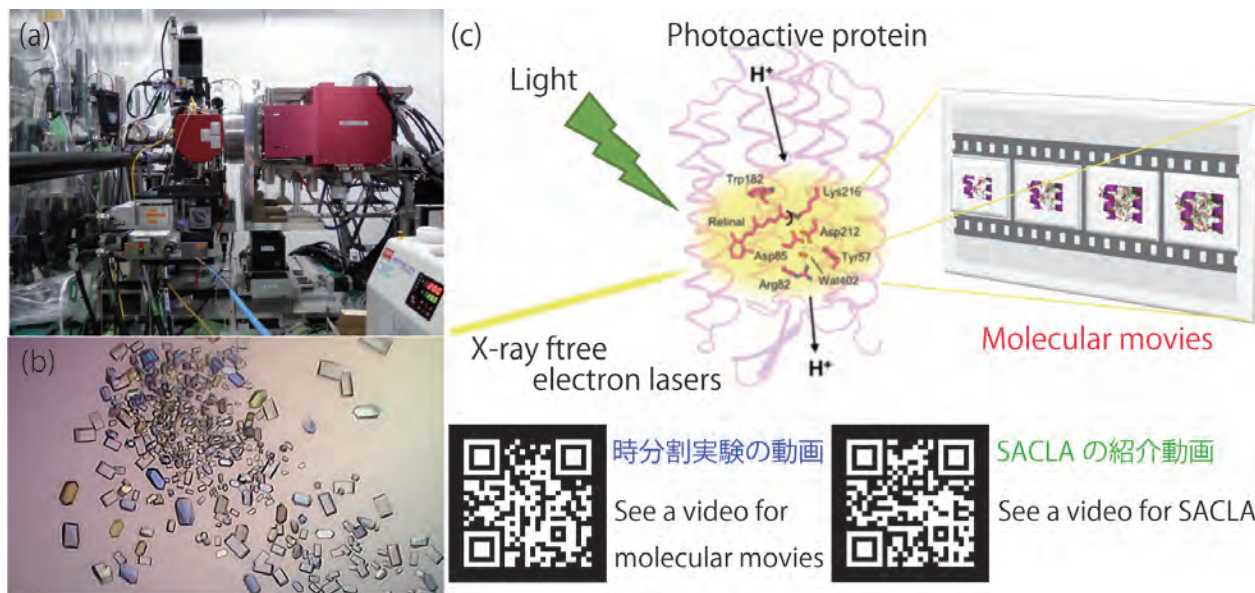


助教  
田口 真彦  
TAGUCHI Masahiko

## タンパク質が機能する瞬間の構造を原子レベルで解明し、新たな分子の設計に活かす

タンパク質は、細胞情報伝達、生体内触媒反応などの生命現象を支える重要な生体構成物質です。タンパク質の立体構造はその機能と深く関連しており、その機能を発揮する際にどのような構造の変化を起こすのに興味を持たれてきました。しかし、従来の技術では、タンパク質が高速の時間スケール（フェムト秒～ミリ秒）で動く様子を原子の動きまで詳細に捉えることは困難でした。当研究室では、X線自由電子レーザー、放射光などの量子ビームを用いて、タンパク質の中で実際に起こつ

ている化学変化や構造変化を可視化するための時分割実験の技術開発に取り組んでいます。この方法を用いると「分子動画」として動きや変化を観察することができます。実際に、この方法により、光遺伝学ツールなどに応用されている光感受性タンパク質の反応機構を明らかにしたり、ユニークな反応を触媒する酵素の中間体構造を捉えたりすることに成功しています。また、得られた動的構造情報を基にタンパク質分子の合理的設計と新機能をもつ分子の創製を目指します。



(a) 時分割実験装置の例 A setup for time-resolved serial femtosecond crystallography (TR-SFX), A.M. Wolff et al., Nat. Chem. 15, 549 (2023)

(b) タンパク質結晶の写真 Photograph of protein crystals

(c) 時分割実験概要図 A schematic figure of TR-SFX

## Dynamic, in-function protein structure visualization at the atomic level and structural information-based new protein molecule design

Proteins are essential biomolecules to life phenomena, such as cell signaling, in vivo catalytic reactions, storage, and transport. Three-dimensional protein structures are closely related to the corresponding functions, and how proteins structurally change when they function has been a hotspot topic of interest. However, new techniques would be required to capture fast-time scale (femto-to-milliseconds) protein movements at an atomic level.

In our laboratory, we are developing time-resolved experiment techniques

using quantum beams (e.g., X-ray free-electron laser and synchrotron radiation) to visualize actual chemical reactions and protein structural changes. These methods enable the observation of movements and changes as “a molecular movie”. We elucidated the reaction mechanism of light-sensitive proteins used in an optogenetics tool and captured the intermediate structures of enzymes that catalyze unique reactions. Furthermore, based on the obtained dynamic structural information, we aim to design protein molecules rationally and create molecules with new functions.

# オミックス・情報学分野

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  
池田 和貴  
IKEDA Kazutaka



客員准教授  
山川 央  
YAMAKAWA Hisashi

## ゲノム構造解析とオミックス研究による生命現象の理解

本分野は、連携講座としてかずさDNA 研究所内(千葉県木更津市)に設置されており、研究所がこれまでに蓄積してきた豊富な研究資源の恩恵を受けることができます。私たちは、野菜や果実、花卉といった様々な植物(作物)や微生物、さらにはヒトや動物を対象としてオミックス研究を行っています。具体的には、次世代シーケンサーを用いて、ゲノムやトランスクリプトームといった配列データを取得し、動植物や微生物のゲノム配列の解読や転写産物の解析、DNA多型と表現型との関連性についての解析、土壌中の菌叢を明らかにするメタゲノム解析や、主に水の分析から生物相を明らかにするDNA解

析を行うとともに、それらの貴重なデータを世界に発信するためにデータベースの構築などを行っています。さらに、最新の質量分析機器等を用いて、動植物や微生物が作り出す様々な成分(代謝産物)を網羅的に解析する次世代のメタボロミクス/リポミクス技術開発も行っています。

これらの解析により得られる膨大な情報をコンピュータで情報処理し、病気や健康などに関わる成分や有用な遺伝子を見出すほか、農作物や微生物のゲノム解析を行いその全体像を理解しようとしています。



かずさDNA 研究所の全景(左上)と主な研究内容(他)

## Utilizing genome analysis and post-genomic research to understand life phenomena

As our laboratory is located in the Kazusa DNA Research Institute (Kisarazu, Chiba), we can benefit from the wealth of research resources that the institute has accumulated. We have been working on omics studies of various plants (crop), animals, and bacteria. In particular, we use a next-generation sequencing platform to obtain genome and transcriptome data for analyses of the genome structures and gene expression, analysis of the relationship between DNA polymorphism and phenotype of the organisms, metagenome analysis to understand bacterial flora in soil, and environmental DNA analysis of freshwater/seawater to reveal biota. In addition, we construct

databases to share valuable information all over the world. Moreover, We are developing next-generation endoproductome technology to comprehensively analyze various types of metabolites produced by plants, animals, and microorganisms using the latest mass spectrometry.

We also process an enormous amount of information that has been obtained from the aforementioned analyses to obtain a holistic understanding of the crops, animals and microbes, in addition to identifying the active ingredients and essential genes.

キーワード /  
天然物有機化学、ケミカルバイオロジー、  
植物科学

# 天然物ケミカルバイオロジー分野



教授  
上田 実  
UEDA Minoru

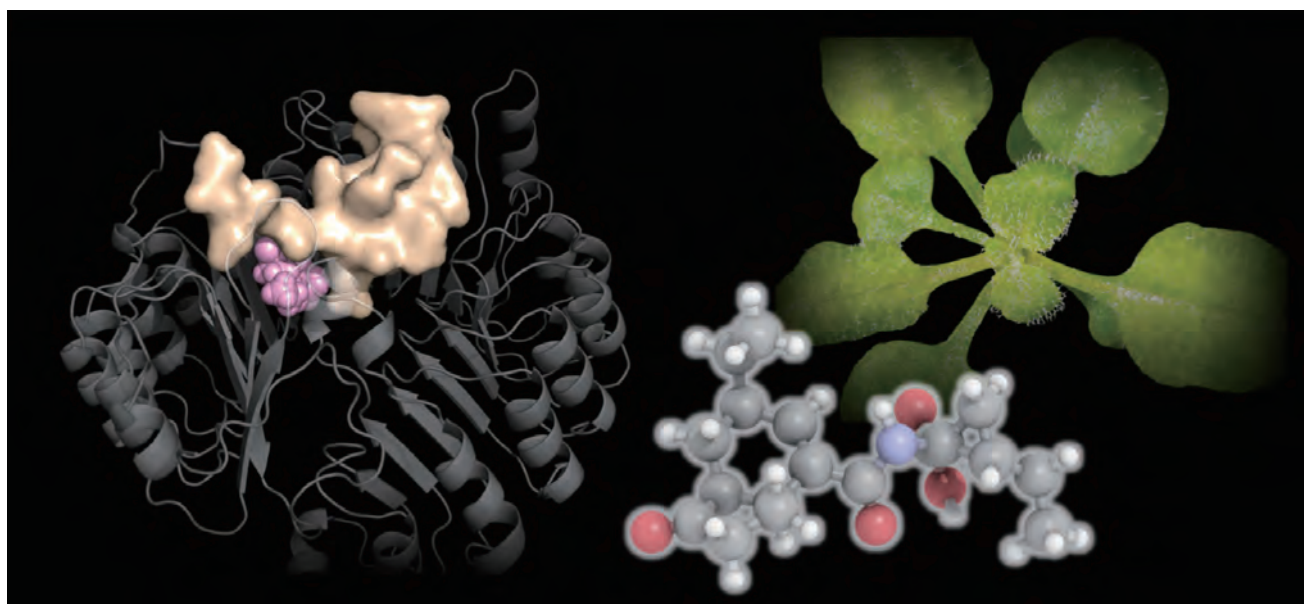
## 天然有機化合物を用いる植物ケミカルバイオロジー

天然有機化合物の化学的研究やそれを用いるケミカルバイオロジー研究は、近年大きく発展した研究分野である。かつては天然物の特異な構造とその合成が研究の中心であったが、最近では天然物のユニークな生物活性を利用する研究が盛んである。当研究室では、天然物のもつ生物活性を人工的にチューニングする化学生物学的研究、および、ひとつの生物現象に天然物有機化学と生物学からアプローチするChemistry&Biologyの2つの研究を主として行っている。以下に研究例を挙げる。

1) 植物ホルモンの構造ミミックをツールとし、その立体異性体を

ベースとした論理的分子設計指針に基づいて活性チューニングを行うことで、特定の受容体ホモログに選択的に結合する人工リガンドを開発する。

2) 生物時計(昨年度ノーベル生理学医学賞)は、マメ科植物の就眠運動から発見された。就眠運動は、進化論のダーウィン以来、多くの研究者の研究意欲を刺激したが、未だその機構は未解明である。我々は、ひとつの生物現象に、ChemistryとBiologyの2つの側面からアプローチすることで、その解明を目指している。



植物ホルモン活性を持つ天然物とその受容体

## Chemical Biology Inspired by Natural Products

Natural products are very useful tools in chemical biology research. Our research group has a strong interest in the following two topics in plant chemical biology: 1) tuning the biological function of natural products using stereo chemical isomers, and 2) chemical and biological studies on the circadian rhythmic behavior of plants, a phe-

nomenon referred to as nyctinasty. Using these two independent approaches, both from the chemical aspect and the biological aspect, will provide significant advances in understanding of this intriguing phenomenon.



# レドックス制御分野

キーワード /  
KEAP1-NRF2制御系、イオウ代謝、  
加齢関連疾患



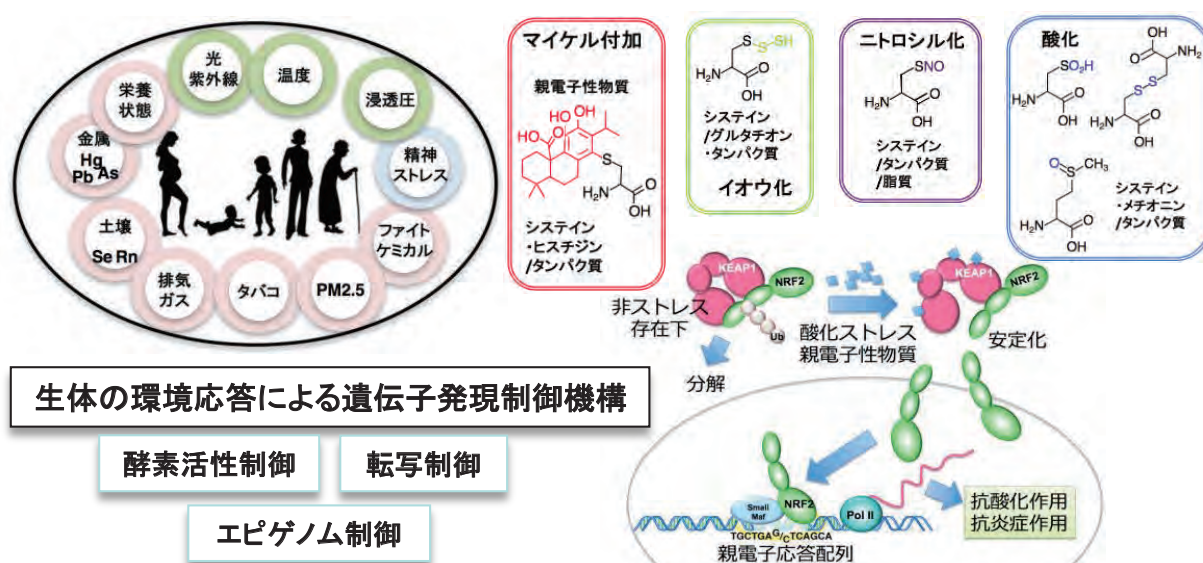
教授  
本橋 ほづみ  
MOTOHASHI Hozumi

## 生体の環境応答による遺伝子発現制御機構

すべての生物は環境との相互作用の中でその生命を維持している。多くの環境要因は、生体の酸化還元反応に影響し、生体分子の変化をもたらす。生体における酸化還元反応で重要な役割を果たしているのがイオウ原子である。KEAP1-NRF2制御系は、イオウ原子の反応性を利用したレドックスセンサー分子であるKEAP1と、イオウ代謝のマスター制御因子であるNRF2から構成される重要な生体防御機構である。私達分野では、加齢に伴い発症頻度が増加するがんや慢性炎症などの疾患の予防・治療に貢献すべく、KEAP1-NRF2

制御系を主軸として、生体のレドックス制御における新しい基本原理の発見を目指して研究を展開している。主な研究課題を以下に示す。

- (1) レドックス応答性転写因子NRF2による遺伝子発現制御
- (2) レドックス・インバランスがもたらす個体老化の分子機構
- (3) 運動がもたらすレドックス応答と抗老化作用の分子機構
- (4) NRF2依存性がんにおけるイオウ代謝とがん悪性化機構
- (5) NRF2によるミトコンドリア機能制御とエネルギー代謝



生命をとりまく環境因子とそれによって惹起される生体分子の修飾(上)。KEAP1-NRF2制御系による環境ストレス応答(右下)。

## Regulation of Gene Expression in Response to Environmental Stresses

Organisms maintain their lives in the presence of constant interactions with their environments. Accordingly, environmental exposures are critical determinants of aging processes. Most environmental factors trigger redox disturbances leading to protein carbonylation, lipid peroxidation, and thiol oxidation. Sulfur is involved in many of the non-enzymatic reactions that are caused by environmental stresses. The KEAP1-NRF2 system is a sulfur-employing defense mechanism; KEAP1 is a sulfur-based redox sensor, and NRF2 is a sulfur-regulating effector. Our laboratory focusses on the KEAP1-NRF2 system and explores new principles in redox regulation underlying the pathogenesis of aging-related diseases. Our ultimate goal is to contribute to the achievement of healthy aging. Current projects in our lab are as follows.

- (1) Identifying the transcriptional regulatory mechanisms used by the redox-responsive transcription factor NRF2.
- (2) Exploring the molecular mechanisms of organismal aging induced by redox imbalance.
- (3) Understanding the molecular mechanisms of the response to exercise and its anti-aging effects.
- (4) Exploring the role of sulfur metabolism and cancer malignancy driven by NRF2.
- (5) Exploring the regulatory mechanisms of mitochondrial function and energy metabolism controlled by NRF2.

## キーワード /

天然物合成、生物活性化合物の設計と合成、  
分子プローブ合成

## 分子反応化学分野

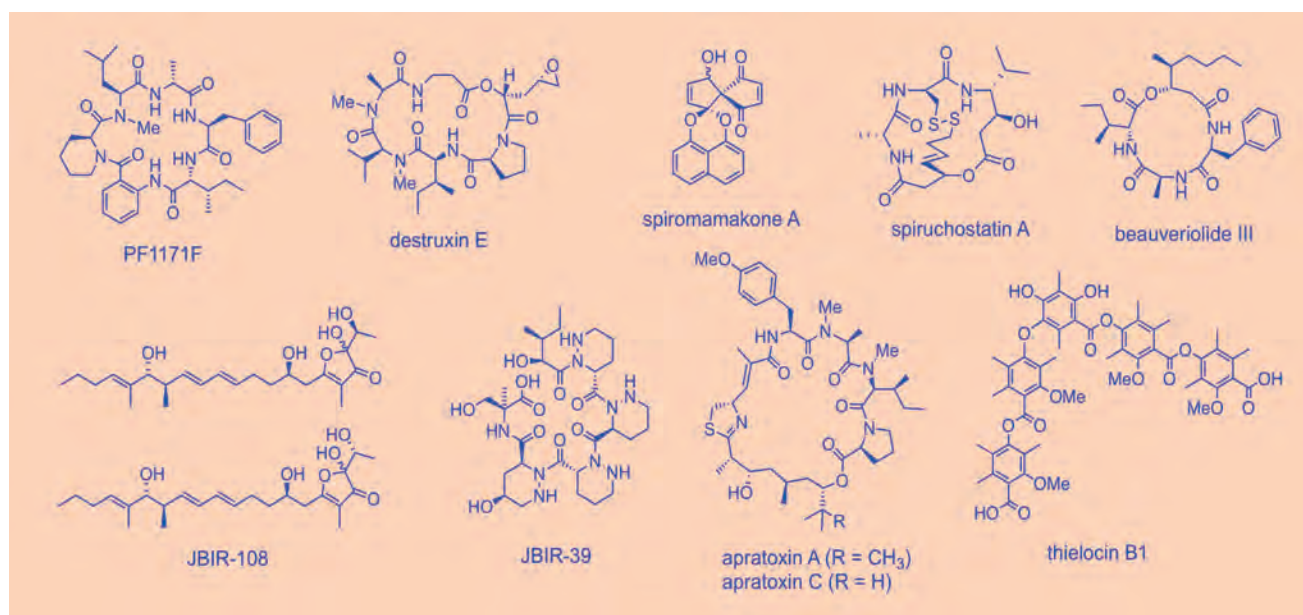


教授  
土井 隆行  
DOI Takayuki

## 生物活性天然物の骨格を基に多様な類縁体を合成する

天然物は多種多様な構造から多彩な生物活性を生み出す化合物の宝庫である。それらの骨格を基に多様な化合物を合成できる合成法を確立し、様々な類縁体を効率良く合成することで、高活性、高選択性化合物の探索のみならず、構造活性相関を指標にした分子標的探索のためのプローブ合成、ファルマコフォア解析など、特に化合物の三次元構造に着目した創薬基盤研究を展開している。具体的には、遷移金属触媒反応開発による新規ヘテロ環骨格構築法の開発研究、ユニークな骨格をもつ生物活性天然物の全合成、類縁体

合成、生物活性評価、物性評価、構造活性相関、立体配座解析などの研究を行っている。また、有機合成を効率化するため、フロー合成の研究にも力を入れている。フロー合成法ではフローする時間を長くすることで同一条件で反応のスケールアップが可能になること、効率よい冷却あるいは加熱が可能なこと、反応時間を秒単位で制御できることから従来のバッチ法とは異なる特徴がある。合成中間体を十分量供給できるようなフロー合成法の開発研究に取り組んでいる。



## Synthesis of Biological Active Natural Product Derivatives

Natural products are very attractive chemical sources in the discovery of potentially bioactive compounds that have unique structures. Based on the three-dimensional structure of the natural products, it is important to develop methods for the synthesis of a variety of natural product analogues, in order to develop more potent and/or more selective compounds, elucidate structure activity relationships, synthesize molecular probes to elucidate their mode of action, and for analysis of their pharmacophores.

In this laboratory, we study a novel transition-metal catalyzed cy-

clization reaction that can lead to the formation of heterocyclic rings. Using this approach, we can achieve the total synthesis of natural products which have novel structures and unique biological activities. Following this, we are able to synthesize analogues, evaluate their biological and physiological properties, determine the structure-activity relationships, and perform a conformational analysis to identify the active conformation. In addition, we use flow synthesis to efficiently prepare key synthetic intermediates.

# RNA 生理学分野

キーワード /

RNA 修飾、核酸代謝、ミトコンドリア、質量分析



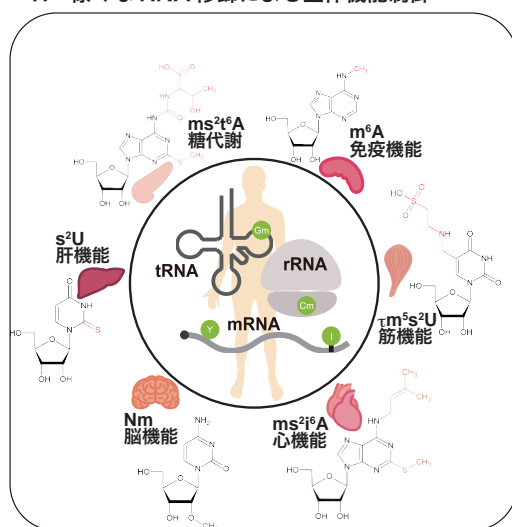
教授  
魏 范研  
WEI Fan Yan

## RNA バイオロジーを通して生命の理解と疾患治療をめざす

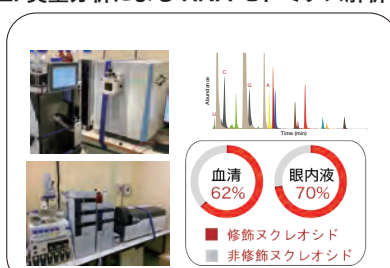
我々の体を構成するたんぱく質、DNA や RNA といった生体分子は様々な化学修飾を受けることで新たな機能を獲得し、細胞や臓器の高次機能を制御します。また、外界からの化学的・物理的・生物学的なストレス、あるいは疾患や加齢などの内的要因が生体分子の修飾状態を変化させ、生体機能を障害し疾患発症の原因となります。これらの修飾の網羅的な解析を「モディクス (Modification + Omics)」と名付け、私たちは中でも特に RNA 修飾に注目し、先進的な質量分析装置や RNA 解析手法を用いて、細胞・モデル動物・ヒトを研究材料として、RNA モディクスと代謝・免疫・老化などの生理機

能やヒト疾患病態との関わりについて研究を行っています。特に近年、RNA ウイルスである新型コロナウイルスの世界的な蔓延に対して、化学修飾を人為的に導入した mRNA ワクチンがパンデミックの制圧の原動力になっていることが示すように、RNA と RNA に付与される化学修飾は生命の営みを理解する上で不可欠な研究分野であり、次世代医療にとっても不可欠な技術となっています。私たちは RNA とその修飾を通して、生命の理解と疾患治療に貢献したいと考えて、日々研究を行っています。

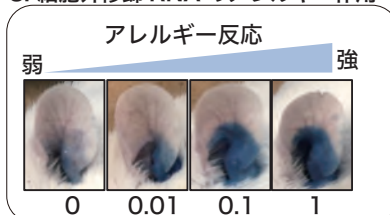
### 1. 様々な RNA 修飾による生体機能制御



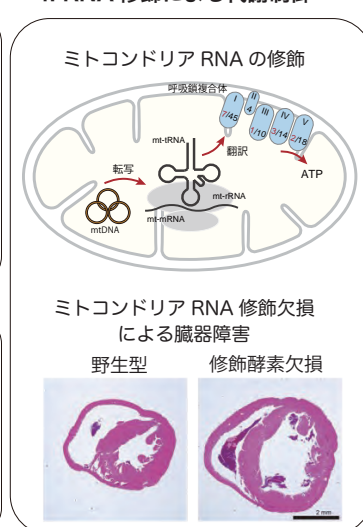
### 2. 質量分析による RNA モディクス解析



### 3. 細胞外修飾 RNA のアレルギー作用



### 4. RNA 修飾による代謝制御



1. RNA に存在する様々な修飾とその生理作用。2. 本研究室に設置されている質量分析装置 (左)、同装置を用いた RNA 修飾の網羅解析 (右)。3. 細胞外に分泌される修飾 RNA は液性因子としてアレルギー誘発作用を有する。4. ミトコンドリア内に存在する様々な RNA (上)、ミトコンドリア RNA 修飾の欠損はエネルギー代謝を障害し、心肥大を引き起こす (下)。

## Understanding the complexity of life and developing treatments for diseases via RNA modification

Living organisms are made up of a complex array of biomolecules, including proteins, DNA, and RNA, which undergo a variety of chemical modifications in order to acquire new functions and exert control over the higher functions of cells and organs. External chemical, physical, and biological stresses, as well as internal factors, such as genetic variations and aging, can disrupt the state of these modifications, causing the onset of disease and disrupting biological functions. Our research focuses on RNA modifications in particular. By employing state-of-the-art mass spectrometry technology and RNA analysis methodologies, we aim to investigate how RNA modifications regulate physiological functions, such as metabolism and immunity. Additionally,

we explore how the dysregulation of RNA modifications contributes to aging-related diseases, such as diabetes and inflammation using cells, animal models, and human subjects as research materials. Notably, the new generation of vaccines that contain chemically modified mRNA has been a driving force in the control of the COVID 19 pandemic. This underscores the essential nature of RNA and its modifications, which are key to understanding the complexity of life, as well as in the development of next-generation medicine. Our team conducts research every day with the hope of contributing to a better understanding of life and the development of new treatments for diseases through RNA and its modifications.



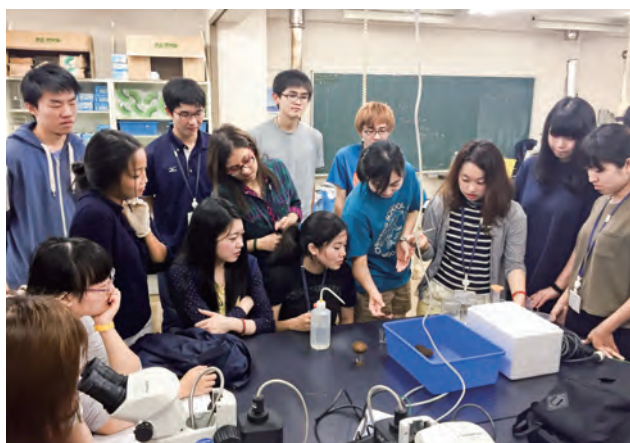
## 附属浅虫海洋生物学教育研究センター

浅虫海洋生物学教育研究センターは、仙台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する。前身の理学部付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付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・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きている。

現在センターでは、発生生物学と海洋生態学の2つのユニットに分かれて研究を行っており、発生生物学ユニットは、胚発生、形態形成の各過程について、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る。一方、海洋生態学ユニットでは、海洋ベントスの多様性の決定機構や攪乱・環境変動への適応の過程などを明らかにしようとしている。現在、教授2（1は兼任）、准教授1、助教3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る。

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、宿泊施設を含めた施設が充実していることもあり、平成23年度より文部科学省の教育関係共同利用拠点施設に認定されている。以来専任スタッフが海洋生物学教育の推進を図っている。毎年、本学理学部実習、全国公開臨海実習、他大学実習、国際臨海実習、日本人学生・留学生共修臨海実習、小中高生対象の実習を開催している他、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ている。センター利用者は研究者・学生を合わせて年間延べ約2,500名（コロナ前、2022年度より順調に回復）に至る。また、他大学・研究所の研究・教育施設、高等学校の研究・教育のために生物材料の供給もしており、その量・種類は我が国随一である。



### Asamushi Research Center for Marine Biology

In 1924, the Asamushi Center was established as an extension facility of the Tohoku Imperial University's Biological Institute, in order to contribute to basic marine biology research and provide marine biology courses for students. It was established in the Asamushi hot spring resort, an area along Mutsu bay in the northern end of Japan's main island. This location was chosen by the founder, Prof. Hatai, from amongst several other candidates, as it was the richest place for marine life in the Tohoku area. With the benefit of such a location, many local marine invertebrate species (e.g., Hydrozoa, Brachiopoda, Mollusca, Echinodermata, Hemichordata, and Urochordata) have been used over the years for research and education. The center itself has experienced several changes since its establishment, including a large-scale renovation (1986–1987) of the research building, the dormitory, and the boathouse, as well as a renaming of the facility, with the latest renaming occurring in 2011 following its qualification by the Ministry of Education as a Joint Usage/Education Center. Through the years, reflecting Prof.

Hatai's and others' ambitions, intentions and desires, the center has accomplished numerous research achievements, welcomed a countless number of international and domestic researchers, and provided marine biology courses for students, from Tohoku University and other places (mainly from the Tohoku area).

The Asamushi Center's current research projects can be mainly grouped into two areas: developmental biology and behavioral ecology. In the developmental biology unit, we are interested in understanding molecular and cellular mechanisms, as well as evolutionary aspects, of early development (e.g., embryogenesis, morphogenesis) of marine invertebrates. The ecology unit utilizes ecological studies to elucidate the process of determining the diversities and adaptation to environmental changes or disturbances of marine benthic organisms. Our strong belief is, and always has been, that the key to unraveling the mystery of life phenomenon and evolution lies in the sea, where life began, through the study of marine animals.

## 東北大学包括的脳科学研究・教育推進センター

東北大学は沢山の脳科学研究者を擁しております。研究の特徴は多彩で豊富な研究内容であり、いわゆる理系とか文系とか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。国際的に極めて高い評価の研究が行われ、その研究成果を世界に向けて発信し続けております。本学の脳研究のもう1つの特色は、各研究科・研究所で展開される基礎と応用研究は、大学病院における臨床研究とも連携して最先端研究を進めることが可能なことです。この総合大学の利点を活かして重層的、かつ機動的な研究展開が行われております。

東北大学包括的脳科学研究・教育推進センターはかかる特色を持つ東北大学の脳科学研究と人材育成を包括的に推進する組織として、2010年12月に大学院生命科学研究科内に設立されました。本センターは、2007年・2011年度に本学で実施された文部科学省のグローバルCOEプログラム課題「脳神経科学を社会へ還流する教育研究拠点」の理念も生かしつつ、医学・生命科学領域中心の脳科学研究者組織を、文学、理学、工学、農学、薬学研究科などに所属する研究者までもが集う全学規模のコミュニティに発展させたものであり、様々な学問の統合科学として進化しつつある新しい脳科学の研究と教育の実践を支援する組織です。

当センターの活動目的は以下の3点に要約されます。

- 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提供し、世界レベルで活躍できる人材

の育成を図り、研究社会や一般社会に送り出すこと。

- 2) 優れた研究者の集う本学のポテンシャルを充分发挥するため、研究科の枠を取り払った共同研究を推進し、同時に国際共同研究を推進すること。
- 3) 得られた先端研究の成果を、地域はもちろん、広く国内・外に発信し、社会に還元すること。

このようなセンターの取り組みを通して我が国全体の脳科学の発展にも大いに貢献することを目指しております。



## Comprehensive Center for Brain Science Research and Education, Tohoku University

Tohoku University boasts of many brain science researchers who carry out excellent research activities in a wide variety of subjects. Research in these areas is conducted with diverse perspectives that go beyond the traditional walls of "science" and the "humanities" and use a wide range of research methods to understand the working and mechanisms of the brain. The results of this high level of international research are continually being disseminated globally. The Comprehensive Center for Brain Science Research and Education was established in December 2010 to promote the development of human resources and brain science research at Tohoku University by providing a stable educational structure and encouraging the pursuit of research by researchers, undergraduate and graduate students, and faculty members from a variety of schools and graduate schools within the university. Building on the philosophy of the Tohoku Neuroscience Global COE Program: "Basic & Translational Research Center for Global Brain Science," a global COE program from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology implemented at Tohoku University from 2007 to 2011, the Center was established by an organization of brain science researchers, mainly from the medicine and life science fields. The Center has become a university-wide community of researchers

of different fields, including the humanities, the sciences, engineering, agriculture, and the pharmaceutical sciences. Activities at the Center aim to accomplish the following three major objectives:

1. Consistently provide comprehensive knowledge of brain science to undergraduate and graduate students, promote the development of human resources, and send researchers and individuals capable of succeeding in the global arena into the research community and into society.
2. Fully maximize the potential of the university, which is host to many excellent researchers, and promote joint interdisciplinary research beyond departmental boundaries within the university as well as international collaborations with researchers outside the university.
3. Disseminate the results of advanced research to the community, as well as throughout Japan and abroad, and benefit society with the Center's achievements.

Through these initiatives, we strive to make significant contributions to the development of brain science in Japan.

### －最先端基礎生命科学を基盤とし、産業界等で活躍できる人材の育成－

地球温暖化、環境破壊による生物多様性の喪失、急速な少子高齢化など、人類がこれまでに経験したことのない地球規模の課題が差し迫っており、その対策が求められています。また、産業界で活躍する理工系人材の戦略的育成や、イノベーションを創出する人材の育成が求められています。

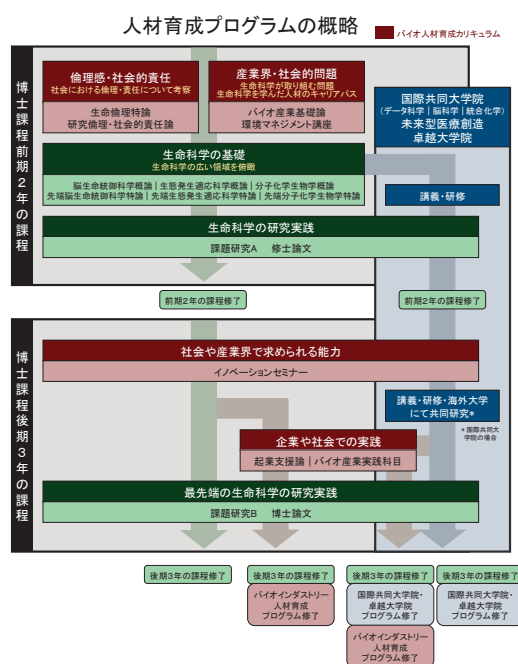
平成30年4月、より最新の生命科学や現代社会の要請に応えられるよう研究科が改組され、それに伴い新しい人材育成プログラム(図)が始まりました。バイオインダストリー人材育成プログラムはその中の取り組みの一つであり、上記の社会的要請に応えられるよう以下の人材の育成を目的としています。

- ・生命科学の広い領域を俯瞰でき、高度な専門性および研究遂行能力を有するのみならず、国際的な視野とコミュニケーション能力を有し、従来の生命倫理、情報倫理、環境倫理に加えて、新たに社会的責任についても深く理解した人材。
- ・大学などの教育機関や公的研究機関だけではなく、国内外のバイオ産業界で活躍できる、あるいは自然や生命を活用した持続的な自然共生社会の構築において実践的に指導的立場で国際的に活躍できる博士バイオ人材。

この目的のため、従来の生命科学の基礎・専門知識および研究遂行能力を取得する科目に加えて、専攻横断的な「バイオ人材育成カリキュラム」を設けました。博士課程前期2年の課程では、「生命倫理特論」、「研究倫理・社会的責任論」、「バイオ産業基礎論」、「環境マネジメント講座」を必ず履修し、各倫理や責任論、バイオ産業界の動向、および地球環境問題や持続可能な社会について学びます。博士後期課程では、「イノベーションセミナー(演習)」を必ず履修し、社会や産業界で活躍するために必要な考え方やマインドについて議論します。さらに「起業支援論」にて起業について学び、「バイオ産

業実践科目」にてインターンシップを通して国内外の企業などで企業活動を実践します。本カリキュラム全単位を修得し博士号を取得される方には、オープンバッジ(国際標準規格のデジタル認証)が授与されます。

また、キャリア支援室を設置し、修了後の進路を支援しています。キャリアガイドの発行や、キャリア相談員によるセミナーや面談を通じ、企業を含め、大学や公的研究機関、公務員など様々な進路へのアドバイスを行っています。



### - Fostering human resources that can be active in industries based on the state-of-the-art of basic life sciences

We are faced with never experienced issues such as global warming, loss of biodiversity due to environmental destruction, and rapid decline of birthrate and aging, which require countermeasures. There is also a need for people involved in the strategic development of science and engineering in the industry, and development of human resources that help create innovation.

In April 2018, the Graduate School of Life Sciences was reorganized to meet the latest trends in life sciences and the demands of modern society. Besides, a new human resources development program (Figure) was also started. The Bioindustry Human Resources Development Program, one of the endeavors among them, is aimed at nurturing the following values to meet the above social demands:

- Apart from having a high level of expertise and ability to conduct research, students should also have an international perspective, strong communication skills, a sense of bioethics, information ethics, environmental ethics, and social responsibility.
- High-quality PhDs who can actively participate not only in educational institutions such as universities and public research institutes but also in the bioindustry, including overseas. High-quality PhDs who can be active internationally in a leadership-oriented position will be responsible for constructing a sustainable

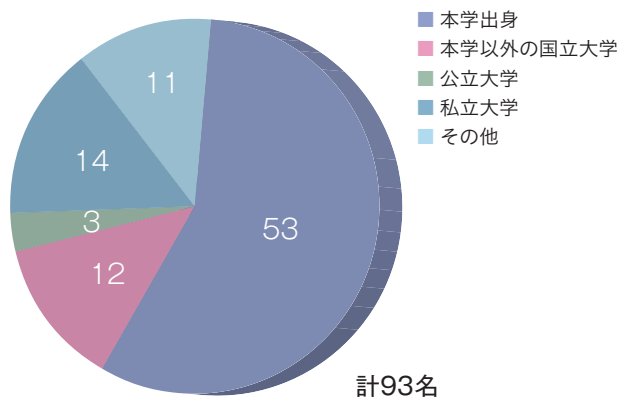
natural symbiosis society utilizing nature and life. Therefore, we have set up a "Bioscience Human Resource Development Curriculum" in addition to subjects, to acquire the fundamental and expertise of life science and the ability to conduct research. In the master's course, all graduate students must take the "Bioethics theory," "Research ethics / social responsibility theory," "Basic theory of bioindustry," and "Environmental management course". In the doctoral course, all graduate students must take "Innovation seminar (exercise)" and discuss the concepts and minds necessary for action in the society and industry. Students learn about entrepreneurship in "Entrepreneurial support" and practice corporate activities at domestic and/or overseas companies through an internship at "Bioindustry practical subjects." Those who complete all credits of this curriculum and receive a doctoral degree will be awarded an Open Badge (a digital certification of international standards).

We also have set up a career support room to support the course after graduation. Through the issuance of a guide and through seminars and interviews by career counselors, we advise on various routes including universities, public research institutes, civil servants, and companies.

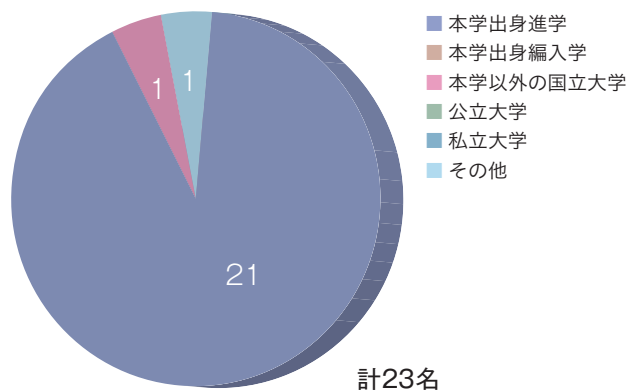


## 入学者・進学者数 [2023年度]

博士課程前期2年の課程

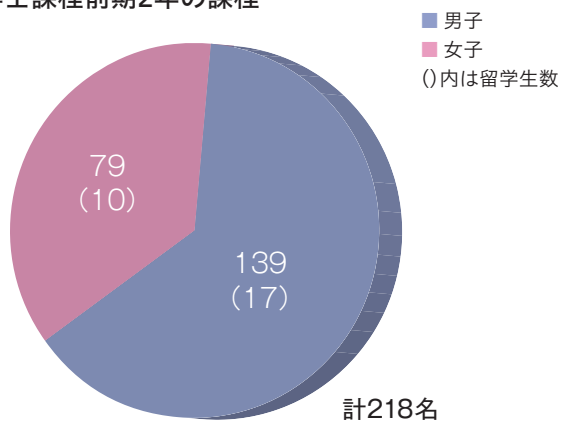


博士課程後期3年の課程

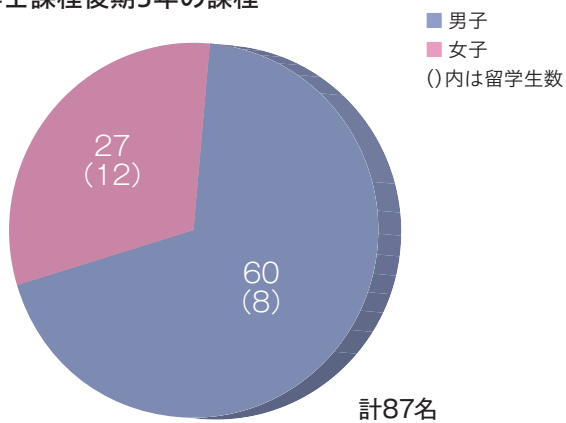


## 在学生男女別人数 [2023年12月1日現在]

博士課程前期2年の課程

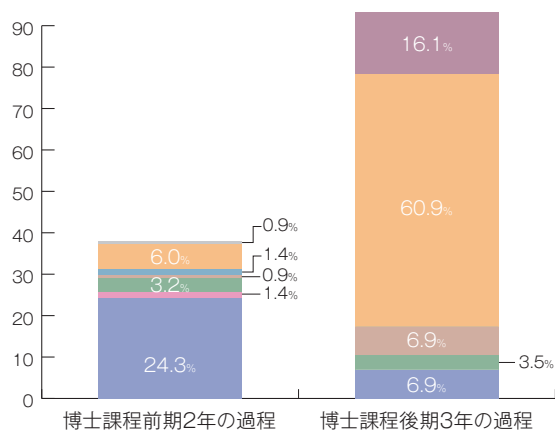


博士課程後期3年の課程



## 奨学生等支援学生の採用状況 [2024年2月1日現在]

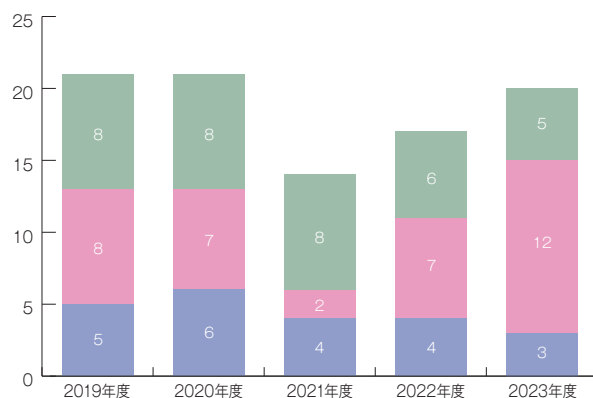
- 日本学生支援機構(第一種)
- 日本学生支援機構(第二種)
- その他の奨学生(私費外国人留学生)
- プログラム生等(日本人)
- その他の奨学生(日本人)
- プログラム生等(外国人留学生)
- 国費外国人留学生



## 日本学術振興会特別研究員の受入状況 [2022年度]

[2022年度]

- PD (RPD含む)
- DC2
- DC1



2022年度修了者の進路状況 [2023年5月現在]

博士課程前期2年の課程

※ 数字は人数

進学 26		就職 59																その他 7	計 92
本学大学院 24		他学大学院2	民間企業 49												官公庁 5	学校 4	公的研究機関 1		
業 種	製造業 31										情報通信・ IT 6	専門・ 技術サービス 6	その他 6	国家公務 2	地方公務 3	学校教育 4	学術研究 1		
	食品 10		製薬・化学 12			汎用機器 2	電子部品 4	その他 3											
	研究	開発	技術	研究	開発	技術	研究	営業	開発	技術	技術	事務	営業	研究	技術	事務	開発	技術	営業
職 種																			

博士課程後期3年の課程

※ 数字は人数

就職 13										その他 3	計 16
民間企業 6					大学 6			公的研究機関 1			
					大学 教員 1	ポストド ク 4		学振特別 研究員 1	研究員 1		
業 種	製造業 4			情報通信業 1	専門技術サービス業 1						
	食品 1	製薬・化学 3									
職 種	研究	研究		事務	研究						

### キャンパス分布図 [ 国 内 ]

Campus map [ Internal ]



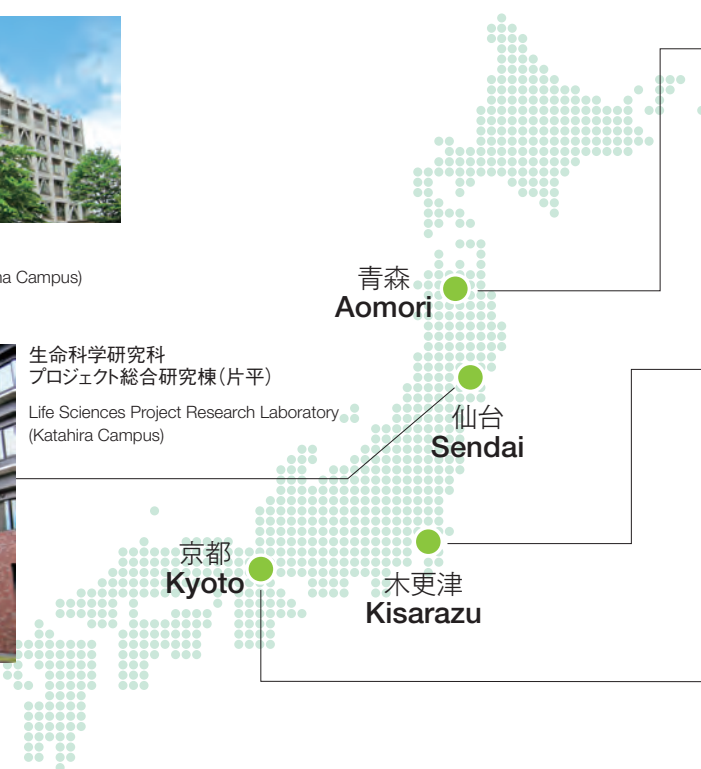
生物棟 (青葉山)

Biology Building (Aobayama Campus)



生命科学研究所  
プロジェクト総合研究棟 (片平)

Life Sciences Project Research Laboratory  
(Katahira Campus)



青森  
Aomori

仙台  
Sendai

京都  
Kyoto

木更津  
Kisarazu



附属浅虫海洋生物学教育研究センター  
Asamushi Research Center for Marine Biology



かずさDNA研究所  
Kazusa DNA Research Institute



総合地球環境学研究所  
Research Institute for Humanity and Nature

### キャンパス分布図 [ 仙台市内 ]

Campus distribution map [ Sendai city ]





# 片平キャンパス

Katahira Campus

所在地: 仙台市青葉区片平



# 青葉山キャンパス

Aobayama Campus

所在地：仙台市青葉区荒巻字青葉



# 星陵キャンパス

Seiry Campus

所在地: 仙台市青葉区星陵町

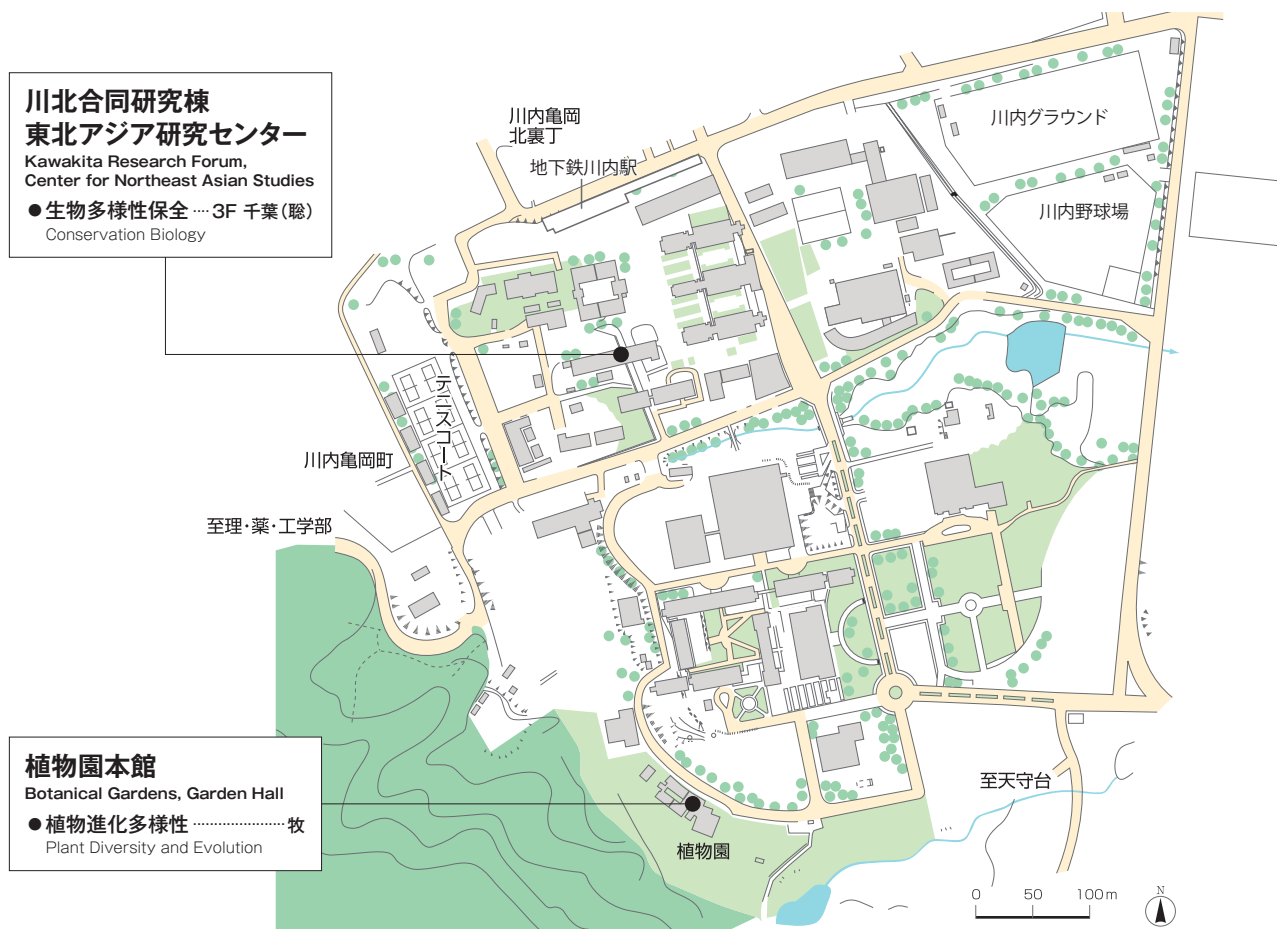




## 川内キャンパス

所在地: 仙台市青葉区川内

Kawauchi Campus

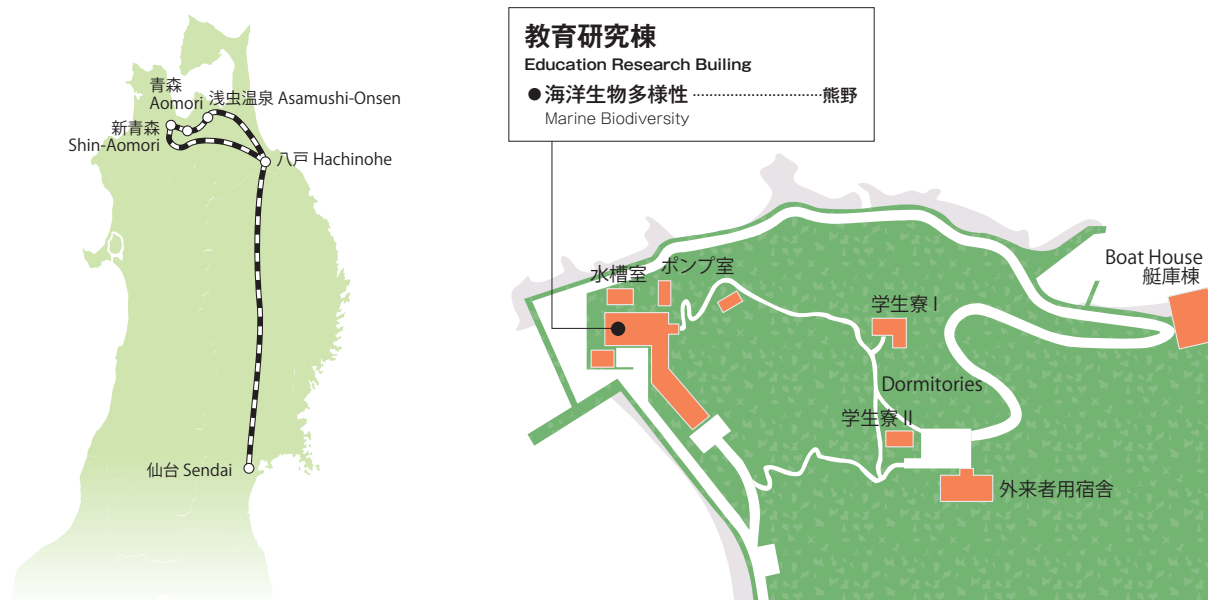


## 附属浅虫海洋生物学教育研究センター

所在地: 青森市浅虫坂本9番地

Asamushi Research Center for Marine Biology

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



## かずさDNA研究所

Kazusa DNA Research Institute

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 〕



## 総合地球環境学研究所

Research Institute for Humanity and Nature

所在地: 京都市北区上賀茂本山457番地4

TEL 075-707-2100(代) <http://www.chikyu.ac.jp>

### 〔 周辺地図 〕



## 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。



<https://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/](http://www.lifesci.tohoku.ac.jp/)

