研究室
案内
2026

横浜市立大学大学院 YCU GRAD SCHOOL

NANOBIOSCIENCE
生命ナノシステム科学研究科

物質システム科学専攻 （博士前期課程・博士後期課程）

生命環境システム科学専攻 （博士前期課程・博士後期課程）

Department of Materials System Science

Department of Life and Environment System Science

www.yokohama-cu.ac.jp/nanobio

横浜市立大学
YOKOHAMA CITY UNIVERSITY

100
伝統と革新の、その先へ
1928 - 2028

目　次

挨　拶

近年の自然科学の飛躍的な発展、また、グローバル化による社会・経済活動の変化により、専門教育の場である大学院は、新たな学問領域の開拓や社会制度の変革の一翼を担う必要があります。自然科学分野では、これまでの物理学・化学・生物学・情報学といった学問領域を統合し、複雑な生命現象を原子・分子のシステムとして系統的に解明する学問体系が必要とされています。このような社会的な要請に応えるべく、横浜市立大学大学院では、2009 年 4 月に生命ナノシステム科学研究科(ナノシステム科学専攻・生体超分子システム科学専攻・ゲノムシステム科学専攻)を設置し、教育研究を行ってきました。その後、「生命・物質機能を中心とした自然現象を分子・原子を基盤としたシステムとして解明する」ことを目標とする研究科へと発展させるため、2013 年 4 月に 2 専攻に再編し、それに伴い、「ナノシステム科学専攻」を「物質システム科学専攻」、「ゲノムシステム科学専攻」を「生命環境システム科学専攻」に名称変更しました。

この 2 専攻は、「生命の持つ複雑な組織・機能を物質要素の組み合わせ（システム化）により発現すると考えるボトムアップの立場から生命システムを解明する」という研究科の共通した理念のもと、各専攻固有の階層的研究に基づいた教育研究を行っています。すなわち、物質に働く法則と原理に基づく論理的な理解のもとに生命システムの機能を解明し、生命システムを応用した新たなシステムデザインを、経験的な現象論からではなく合理的に導き出せる人材を育成することを目指しています。

また、国内の国立研究開発法人（理化学研究所、海洋研究開発機構、物質・材料研究機構、農業・食品産業技術総合研究機構）および NTT 物性科学基礎研究所との連携大学院を組むことにより、最先端の研究・教育環境を整備しました。さらに、国外の研究教育機関とのネットワークにより、グローバルな視点から研究教育を行っています。これらに加えて、科学技術と社会との融合を図るため、科学者の社会的倫理や生命倫理、特許や知的財産管理の知識、起業に関する知識を習得するためのカリキュラムを設け、社会的キャリアの構築や次世代を担うグローバルな人間形成の構築ができるよう支援しています。

学生の皆さんが本研究科で学び、社会で活躍されることを期待しています。

生命ナノシステム科学研究科長
立川　仁典

物質システム科学専攻では、電子・原子・分子の視点から、実験科学（合成・計測・評価）と計算科学（計算・情報・予測）に基づき、生命現象を含めた物質システムを解明するための教育研究を行っています。本専攻は、物理学・化学・情報学をベースとする多様な専門性をもつ専任教員、および物質・材料研究機構（つくば市）、NTT 物性科学基礎研究所（厚木市）の客員教員で構成されており、魅力的かつ先端的な物質科学の研究に取り組んでいます。これらの研究の成果により、自然現象を解き明かす計測原理や情報解析原理のイノベーションを創出し、環境・エネルギーなどの諸問題の解決を通して社会に貢献することを目指しています。大学院教育においては、多彩な講義ときめ細かい研究指導を通して、問題解決能力を備え、国際性に優れた高度専門家を育成しています。

物質科学に興味を持ち、研究への意欲を持つ学生であれば、出身学部やこれまでの研究内容によらず歓迎します。本専攻では、毎年、学内のみならず学外からも多くの新入生が入学しています。物理学・化学・情報学のみならず、広く生物学を含む理学、工学、薬学、農学、医学などの素養をもった学生を求めています。

物質システム科学専攻長
横山　崇

生命環境システム科学専攻は、多様な環境に生きる動物･植物･微生物の生命を維持するシステムについて、基本設計図であるゲノムをはじめとする様々な生体分子の機能を理解し、生物個体の生命活動システムの基本原理、および生物集団としての遺伝子適応や遺伝子進化を知るための教育と研究を行っています。これらの研究により得られた成果を、食糧･健康･環境などの諸問題の解決に応用し、社会に貢献することをめざしています。約 20 名の専任教員に加え、海洋研究開発機構（横須賀市）、理化学研究所（横浜市）の客員教員を本専攻に迎え、ユニークかつ多彩な教授陣が一体となり、自主性･論理性･思考力･問題解決能力･国際性に優れた人材育成に力点を置いた講義と研究指導を行っています。生命環境科学の専門知識を広く深く学ぶことができます。

本専攻では、毎年、学内のみならず学外からも多くの新入生が入学し、多彩なバックグラウンドを持った学生たちによって活発に研究活動が行われています。生命のしくみに興味があり、研究に対して謙虚に、かつ意欲的に取り組む学生が今後も集い続けてくれることを期待しています。

生命環境システム科学専攻長
足立　典隆

物質システム科学専攻　教員一覧

部門	教員名	研究分野	研究室	頁
量子表面科学	横山　崇	表面・ナノ構造物性科学	総 106	6
	板倉　明子 *	表面科学	―	7
	荒船　竜一 *	表面分光	―	8
	大竹　晃浩 *	表面科学	―	9
ナノ物質科学	橘　勝	材料物質科学	理 401	10
	高見澤　聡	有機超弾性	総 501	11
	若原　孝次 *	有機材料科学	―	12
光物質科学	山田　重樹	固体物理学・電磁気学	理 415	13
物質計測科学	関本　奏子	質量分析学・大気イオン化学	理 515	14
	野々瀬　真司	物理化学・クラスターサイエンス	理 529	15
	本多　尚	物性物理化学	理 543	16
有機物質科学	及川　雅人	生物有機化学	理 501	17
	石川　裕一	天然物合成化学	総 515	18
計算物質科学	立川　仁典	量子物理化学	理 443	19-20
	北　幸海	理論物理化学	理 437	
	島崎　智実	理論計算化学・情報化学	理 239	
	佐々木　健一 **	物性理論	―	21
集積情報科学	吉本　和生	固体地球物理学	総 232	22
知覚情報科学	Micheletto Ruggero	光・知覚情報科学	理 429	23
生物物理学	立川　正志	理論生物物理学	総 113	24
	谷本　博一	細胞生物物理学	理 435	25

＊ 物質・材料研究機構　　＊＊ NTT 物性科学基礎研究所

研究室の表示 【横浜市立大学 金沢八景キャンパス】
理 ： 理学系研究棟　　総 ： 3号館 総合研究教育棟　　数字 ： 部屋番号

生命環境システム科学専攻　教員一覧

部門	教員名	研究分野	研究室	頁
遺伝資源科学	坂　智広	植物遺伝育種学	舞岡	26
ゲノム科学	木下　哲	植物エピゲノム科学	舞岡	27
	川浦　香奈子	植物ゲノム科学	舞岡	28
	関　原明 **	植物ゲノム科学･植物分子生物学	―	29
	持田　恵一 **	ゲノム情報科学	―	30
植物生理学	嶋田　幸久	植物生理学(植物ホルモン、環境応答) 植物ゲノム科学	舞岡	31
	辻　寛之	植物分子遺伝学･分子発生学	舞岡	32
	丸山　大輔	植物生殖細胞生物学	舞岡	33
	林　誠 **	植物共生科学	―	34
	岡本　昌憲 **	植物化学遺伝学	―	35
	萩原　伸也 **	化学生物学	―	36
極限環境ゲノム科学	山本　正浩 *	微生物生化学･微生物電気化学 宇宙生物学	―	37
	布浦　拓郎 *	微生物生態学	―	38
	車　兪澈 *	合成生物学･生化学	―	39
	Dhugal Lindsay *	深海浮遊生物生態学	―	40
バイオプロダクト科学	Robert A.Kanaly	環境微生物学･分子毒性学	総 401	41
	守　次朗	微生物生態学･微生物ゲノム科学	総 404	42
環境システム科学	東　昌市	生化学･タンパク質化学･酵素学	理 229	43
	佐藤　拓輝	腫瘍生物学	理 329	43
	藤井　道彦	分子生物学	理 343	44
発生システム制御科学	佐藤　友美	内分泌学	理 335	45
	内山　英穂	再生発生学	理 307	46
	小島　伸彦	再生生物学	理 309	47
分子細胞ネットワーク	足立　典隆	分子生物学･生命薬学	理 215	48
	塩田　肇	植物発生生理学	理 201	49
	沓名　伸介	時間生物学	理 207	50

＊ 海洋研究開発機構　　＊＊ 理化学研究所

研究室の表示 【横浜市立大学 金沢八景キャンパス／舞岡キャンパス】
理 ： 理学系研究棟　　総 ： 3号館 総合研究教育棟　　数字 ： 部屋番号 舞岡：舞岡キャンパス

表面・ナノ構造物性研究室

横山　崇
Takashi YOKOYAMA
教授　博士（理学）

連絡先
https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~nano/
TEL/FAX:045-787-2160
E-mail :tyoko@yokohama-cu.ac.jp

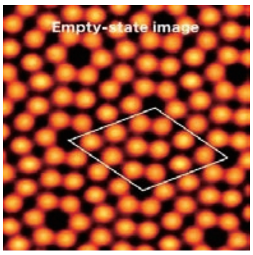
◆研究概要

原子や分子を直接観察することができる走査型トンネル顕微鏡（STM）を用いて、「結晶表面での機能性分子の自己組織化制御」、「表面電子の量子構造計測」など物理と化学にまたがる最先端研究を行っています。

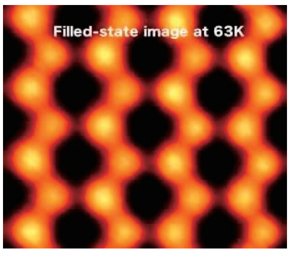
◆研究内容

我々の研究室では、助教の大江先生と一緒に研究室運営しており、2台の超高真空・極低温 STM 装置、1台の超高真空電子回折装置を始めとして、恵まれた実験環境で研究を行っています。

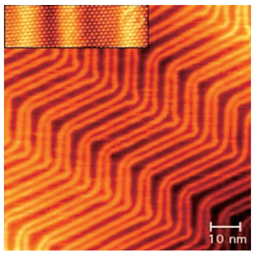
以下は、我々の研究室で得られた原子・分子・電子波の STM 画像の一例です。これまで誰も見ることができなかったものを可視化することで、世界が注目するような新しいことを探査しています。各学生の研究テーマは一人一人異なっており、各自が責任を持って研究を行うことで、社会に通用する実力を養っています。



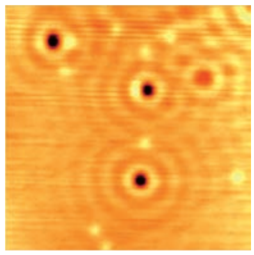
Si(111)

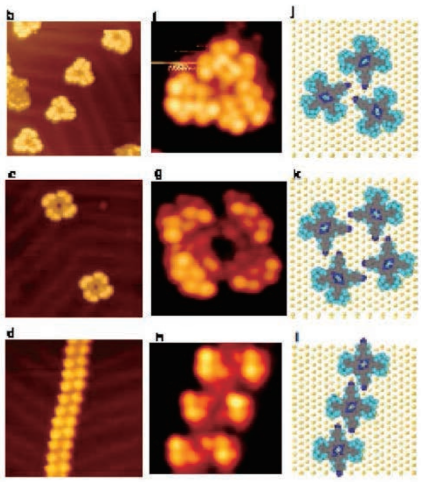


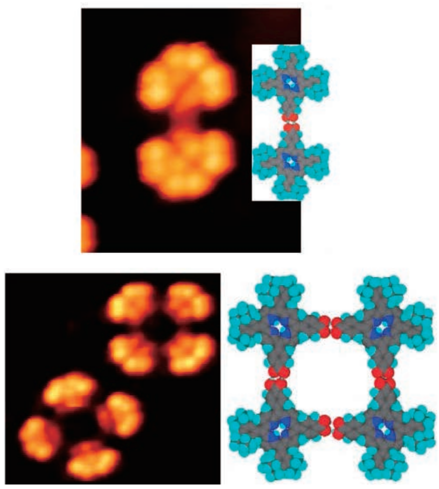
Si(001)



Au(111)


Standing waves of Cu(111)





極限計測研究室

板倉　明子
Akiko N.　ITAKURA
客員教授
理学博士

連絡先（物質・材料研究機構）
https://www.nims.go.jp/
TEL:029-859-2841　　FAX:029-859-2801
E-mail:itakura.akiko@nims.go.jp

◆研究概要

物質表面への分子吸着や初期反応による微小な応力を検出し、原子分子レベルの構造とマクロな機械特性の関連を探る研究を行っています。高分子膜がたんぱく質を吸収して発生する応力で、分子センサーを作ることもできますし、爆発物のセンシングを、犬などの動物を使わずに行う研究に発展できます。水素吸蔵合金の膜であれば水素のセンサーを作ることもできます。一方、水素はその所在位置を確認することが難しく、分布を可視化する手法は限られていますが、当研究室では電子励起脱離（ESD）法と、電子顕微鏡（SEM）を組み合わせた水素顕微鏡を開発し、材料の研究を進めています。

◆研究内容

物理吸着や化学吸着、表面反応など、物質の表面を気体に曝すと、表面状態が変わります。積極的にイオンや活性原子を打ちこんでも同様です。表面や膜に新しい原子が乗ったり割り込んだりすることで膨張し、周りに小さな力を及ぼします。この応力を検出することで、分子のセンシングや、ガスの検知を行うことができます。

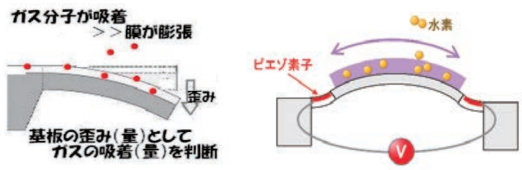


図１　応力検出模式図:カンチレバー型(左)とピエゾ素子を用いた隔膜(MSS)型(右)。

【分子センサー】図１（左）はマイクロカンチレバー歪による、ガス検出の模式図です。マイクロカンチレバーの厚みはおよそ１ミクロン、長さも 500 ミクロンと非常に小さいものです。その表面に反応性の高い膜を成膜し、吸着したガス分子が作る体積膨張によって生じる歪を、高分解能で検出します。高分子であれば水が、水素吸蔵合金であれば水素が、分子鋳型を作れば特定の分子のセンサーができます。高分解能化のためにメンブレム(隔板)のセンサー(MSS：図１下)を用いることもあります。

【水素の画像化】高感度センサーのためには、応力(センサー信号)の高い再現性が必要ですが、金属膜と水素の応力の再現性は、水素が入ったことによる金属膜の構造変化などで変わってしまいます。電子衝撃脱離と電子顕微鏡を組み合わせた水素位置を特定する計測を行っています。水素を透過型にし、結晶サイズの大きな金属(図２はステンレス鋼)を用いると、結晶粒の形を反映した水素の透過挙動の違いが見えます。他の手法では見えない水素を、時間応答性と共に可視化したことで、企業との共同研究もさかんに行っています。

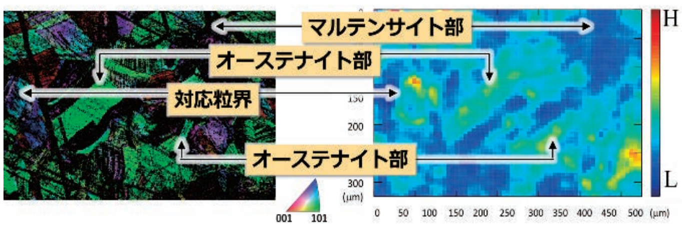


図２左：ステンレス鋼(SUS304 鋼)表面の構造解析図。
右：同じ位置からの水素像。表面に確認できる結晶粒の形を反映した水素の存在が確認できる。

表面フォトダイナミクス研究室

荒船 竜一
Ryuichi ARAFUNE
客員教授
博士（工学）

連絡先（物質・材料研究機構）
TEL：029-860-4475
E-mail：ARAFUNE.Ryuichi@nims.go.jp

◆研究概要

「固体表面」は実に量子から古典にわたって多種多様な物理･化学現象が起きる「場」である。さらに固体表面は人工的に系を設計・創出・制御できる自由度を有しており、異なる対称性、トポロジーがであう場でもあり、物性物理を深く追究する舞台として適している。グラフェンに代表される「2 次元物質」や最近では「トポロジカル」表面など、近年の物性物理の大きなトピックスが固体表面と強く関連していることは、固体表面が持つ機能の研究の重要性を意味している。

我々は光と電子をプローブとした分光学的手法で表面現象および表面物性の研究を行っている。とりわけ、光励起された表面の光電変換現象やスピン制御など、光と物質の相互作用を明らかにすべく研究を行っている。また、得られた知見と技術の工学的活用法を探ることも目的としている。

◆研究内容

1）Ti:Sapphire レーザーをベースとした短パルスレーザーシステム 2）超高真空光電子分光システム 3）超高真空電子エネルギー損失分光システムを用いて、以下のトピックスについての研究を行っている。

【表面光スピントロニクス】光励起表面スピン流の生成・制御の基盤技術を確立し、光励起スピン流の特性やダイナミクスの学理を構築する。光励起スピン偏極電流や光励起純スピン流など光によるスピン流制御に関する新奇現象が発見され注目を浴びている。光励起状態の電子のスピンと運動量を測る信頼性の高い手法の開発が重要である。非占有状態の電子を運動量分解して測定できるユニークな手法である二光子光電子分光を主な手法として研究を進め､「スピン軌道相互作用に由来する特異な表面状態を介した光励起によるスピン制御」を実現することによって、オプト・スピントロニクスの発展に寄与する。

【超高速仕事関数測定の開発と表面ダイナミクス】固体表面の電子ダイナミクスを追跡するために仕事関数変化を高い時間分解能で測定する手法を開発する。究極的にはアト秒オーダーの極めて高い時間分解能で表面電子ダイナミクスを追跡し触媒、表面化学反応、分子吸着・拡散といった応用上も重要な表面現象の理解につなげる。

【固体表面を利用した非相反物性の開拓】プラズモンやフォノンの非相反伝搬を実現させ、最終的には物質設計・開発まで含めアクシオン・プラズモニクス、バレーフォノニクスと呼べる学術分野の創成を目指す。非相反伝搬とは「右に進む」特性と「左に進む」特性が異なることを意味する。電子の非相反性物性は pn 接合について多くの研究があるが、他の量子の非相反伝播させる技術の確立についてはその基礎原理を含め殆ど何もわかっていない。新たな測定技術の開発も含め、様々な測定技術を駆使しプラズモンやフォノンの「ダイオード」機能を実現し、革新的かつ実用的な光コンピューティング技術やナノスケール熱制御につながるフォノンの精密制御デバイスの創出に貢献する。

表面・界面制御研究室

大竹　晃浩
Akihiro OHTAKE
客員教授
博士（工学）

連絡先（物質・材料研究機構）
https://samurai.nims.go.jp/profiles/ohtake_akihiro
TEL:029-860-4198
FAX:029-860-4753
E-mail:OHTAKE.Akihiro@nims.go.jp

◆研究概要

当研究室では、主に化合物半導体を対象として、表面の構造解析、ナノ構造の作製と評価、ヘテロ接合界面構造の制御と評価、といった研究テーマに取り組んでいます。

◆研究内容

１．化合物半導体表面の構造解析

GaAs など化合物半導体表面には、表面の組成に依存して様々な再配列構造が出現します。我々は、反射高速電子回折、低速電子回折、走査トンネル顕微鏡、反射率差分光法、X 線光電子分光法等から構成される複合型表面・界面評価装置を用いて表面構造の解明を行っています。

２．遷移金属ダイカルコゲナイドヘテロ積層構造の作製

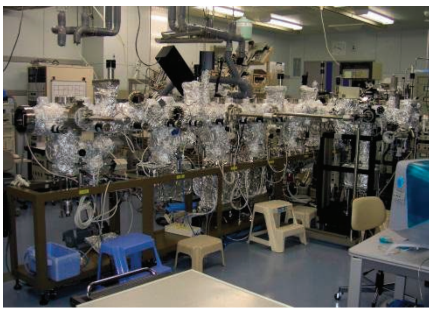
新たな半導体材料として期待される遷移金属ダイカルコゲナイド($MoSe_2$ や WS_2)単層膜を交互積層させた構造の分子線エピタキシー法による作製技術を開発しています。

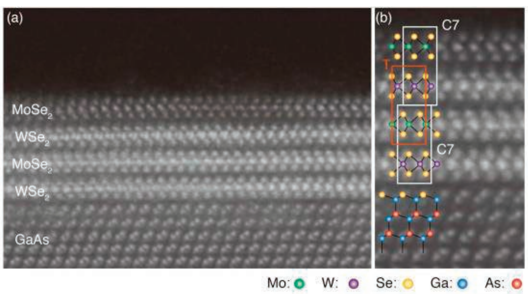
３．化合物半導体の格子不整合系ヘテロエピタキシー技術の開発と赤外線検出器への応用

InAs/GaAs や InAs/Si 等の格子不整合系ヘテロエピタキシー技術を開発し、赤外線検出器への応用を進めています。

４．液滴エピタキシー成長過程の評価

新たな量子ドット作製手法として注目されている液滴エピタキシー法について、その原子レベルでの成長メカニズムの解明や単一光子源への応用を目指した研究を進めています。





上図：$MoSe_2/WSe_2$ 多層積層構造の断面 STEM 像
左図：複合型表面・界面評価装置

ナノ材料科学研究室

橘　勝
Masaru TACHIBANA
教授　博士（工学）

鈴木　凌
Ryo Suzuki
助教　博士（理学）

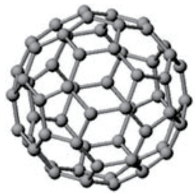
連絡先

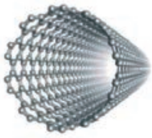
http://nanomate.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL/FAX:045-787-2307
E-mail :tachiban@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

当研究室では、物理学、化学、生物学といった既存の分野に捉われることなく、これらの境界領域に属する物質群に注目して研究を進めています。現在は、新物質のフラーレン、グラフェンから生体超分子のタンパク質といった巨大分子に至るまで、様々な種類の分子性結晶の作製、新規物性の探索、さらにはエネルギーデバイスへの応用も手掛けています。

◆研究内容



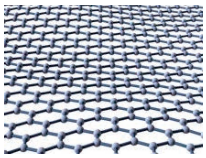


【主な研究テーマ】

- グラフェンなどの新規ナノカーボン物質の創製とエネルギーデバイスへの応用
- フラーレンナノ結晶の作製と高圧実験や力学的・光学的性質
- 有機物トランジスタの作製と電気特性
- タンパク質結晶の育成と構造的・力学的性質

【主な実験装置】

- アーク放電、CVD、レーザー蒸発
- ダイヤモンドアンビル
- 半導体パラメータアナライザー
- 顕微ラマン分光、顕微紫外可視近赤外分光
- 走査型プローブ顕微鏡、X 線トポグラフィ、微小硬度計



【使用している主な共同利用施設】

- PF in KEK（放射光施設）（茨城県つくば）
- SPring-8（放射光施設）（兵庫県播磨）

【主な共同研究先】

- 企業：　IHI、ニックス
- 大学・研究所：　横浜国大、千葉大、大阪大、徳島大、宇宙航空研究開発機構（JAXA）

【最近の主な発表論文】

[1] M. Watanabe et al., Investigation of mechanical properties of C70 nanowhiskers through bending and nanoindentation, Carbon Trends 10, 100246 (2023).

[2] R. Suzuki et al., Unique Mechanical Properties of Gel-Incorporating Protein Crystals, ACS Appl. Bio Mater. 6, 965 (2023).

[3] M. Abe et al., Existence of twisting in dislocation-free protein single crystals, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 119, e212084611 (2022).

[4] N. Urushihara et al., Blue–Green Electroluminescent Carbon Dots Derived from Fenugreek Seeds for Display and Lighting Applications, ACS Appl. Nano Mater. 4, 12472 (2021)

有機超弾性(Organosuperelasticity)

高見澤　聡
Satoshi TAKAMIZAWA
教授　博士（理学）

連絡先
https://nanochem.sci.yokohama-cu.ac.jp
TEL/FAX:045-787-2187
E-mail :staka@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

〝見て触って動いて楽しい超弾性〞

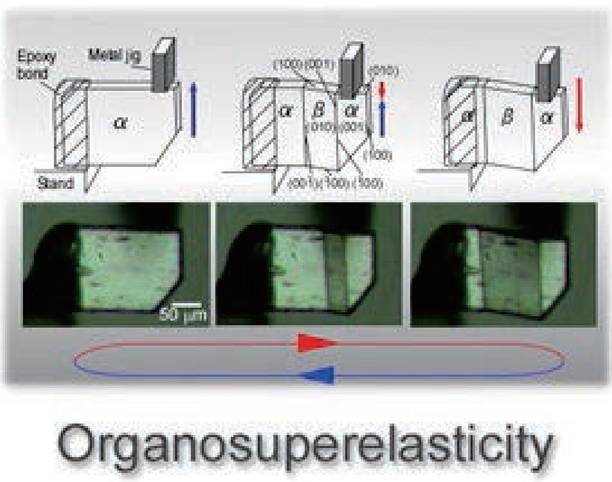
有機超弾性の研究室です。横浜市立大学のオリジナルの研究になります。2014 年に発見してからまだ 10 年も経っていない新しい学問領域です。有機超弾性を知らない人がまだ多いかと思いますが、結晶が動く様を実際に見ると衝撃を受けます。

理学的に原理を掘り下げていきたい人、工学的な応用技術に興味のある人、スポーツや芸術のように感性を磨きたい人、マジシャンのように人を喜ばすのが好きな人、とにかく科学が好きだという人であれば、楽しめる研究室と思います。

興味のある人はどうぞ。

"Organouperelasticity is fun to see, touch, and move."

This is the laboratory of organosuperrelasticity: a new field discovered less than ten years ago in 2014 as original research at Yokohama City University. Many people are still unfamiliar with organic superelasticity, but it is shocking to see crystals move.



If you are interested in delving into the principles from a scientific perspective, if you are interested in applied engineering technology, if you want to hone your senses like in sports or art, if you like to make people happy like a magician, or if you are a science lover, I am sure you will enjoy our lab.

If you are interested, please visit us.

【最近の主な発表論文･ニュース等】

「有機超弾性」もしくは“Organosuperelasticity”でググってください。

今はスマホさえあれば、いつでもどこでもすぐに情報にたどり着けるガラス張りの時代になっています。

Do a web search on "organic superelasticity."

ナノカーボン材料研究室

若原　孝次
Takatsugu WAKAHARA

客員教授
博士(理学)

連絡先（物質・材料研究機構　茨城県つくば市）
https://samurai.nims.go.jp/WAKAHARA_Takatsugu-j.html
TEL　:029-860-4786
FAX　:029-860-4667
E-mail:WAKAHARA.Takatsugu@nims.go.jp

◆研究概要

サッカーボール型分子の C_{60} に代表される新しい炭素同素体であるフラーレン類は、その特殊かつ新規な分子構造、クラスター構造に由来する興味ある種々の物理的、化学的特性を有しており、ナノカーボン材料として非常に魅力ある物質群である。本研究室では、これらのフラーレン類の化学変換、並びに自己集合による新規のナノカーボン材料の創製と物性解明を目的とする。

カラフルなフラーレン（右から、C_{60}，C_{70}，C_{80}，$La@C_{74}C_6H_3Cl_2$，$La_2@C_{78}$，$La@C_{82}$，$La_2@C_{80}$，$Sc_3C_2@C_{80}$）

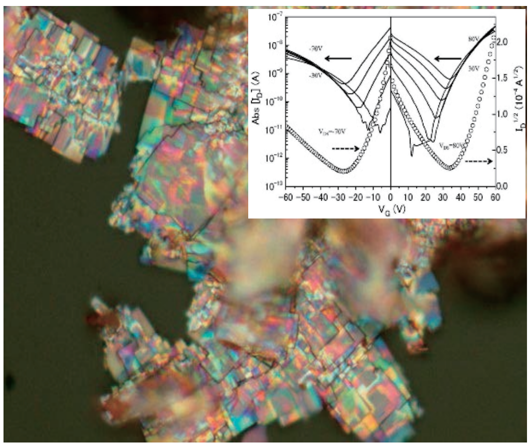
◆研究内容

1）低次元 D-A ナノ結晶の合成

フラーレン類は良い電子受容体(A)であり、電子供与性の分子(D)と組み合わせることで、新しいD-A ナノ結晶の合成が可能となる。D-A ナノ結晶においては、D と A のそれぞれに由来する物性だけでなく、D-A 相互作用に由来する新たな物性が期待できる。

2）ナノカーボン材料の物性解明と応用

合成したナノカーボン材料を用いた電界効果型トランジスタの作成や、有機薄膜太陽電池への展開などを行っている。



コバルトポルフィリンとフラーレンからなるナノシートと特異な電気特性
(*J. Am. Chem. Soc.*, **134**, 7204-7206 (2012).)

固体物理学研究室

山田　重樹
Shigeki YAMADA
准教授
博士（工学）

連絡先
Ｔｅｌ：０４５−７８７−２１６１
Ｅ−ｍａｉｌ：shigeki@yokohama-cu.ac.jp

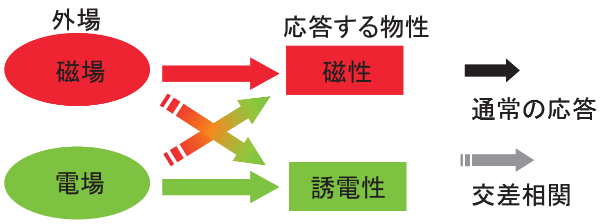
◆研究概要

私の研究室では、「遷移金属酸化物の磁性と電子物性」について研究を行っています。

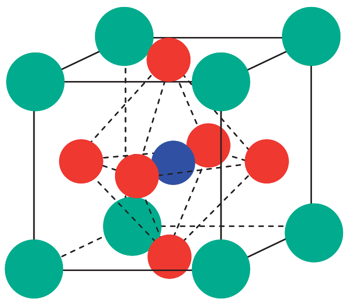
◆研究内容

・遷移金属酸化物の磁性と電子物性

遷移金属酸化物はその組成比により、超伝導、磁性体、伝導体、誘電体またはそれらが複合したものなどさまざまな性質を持つ物質が存在します。そこで、本研究室ではさまざまな遷移金属酸化物を作成し、その磁気的および電気的な性質を調べています。現在は特に「ペロブスカイト型 Mn 酸化物の電荷整列状態での異方性を中心とした物性研究」と、「新規交差相関物質の探索」ということに興味を持って研究をしています。鉄に磁石を近づけると、鉄は磁化し電池をつなぐと電気が流れます。このように、通常物質は、外部磁場により磁気的な性質が、外部電場により電気的な性質が変化します。しかし、いくつかの物質では、外部磁場によりその物質の電気的性質（例えば電気分極など）が変化したり、電場により磁化の方向が変化したりするものがあります。このように、外場と応答する物性が異なる関係を交差相関と呼びます。これは大変珍しい性質であるとともに、ある種のスイッチの様な（磁石を使って電気を流す等）装置への応用も考えられています。本研究室では、このような性質を持つまだ知られていない物質がないかを探索したり、すでに知られている物質についても、より質の良い試料を作製することでその性質を詳しく調べなぜそのような性質が現れるのかを調べたりしています。



交差相関の概念図



ペロブスカイト構造

大気環境質量分析研究室 *Laboratory for Mass Spectrometry and Atmospheric Environment*

関本　奏子
Kanako SEKIMOTO
准教授　博士（理学）

山本　浩太郎
Kotaro YAMAMOTO
助教　博士（理学）

連絡先

https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~masspec2/
TEL : 045-787-2216
TEL : 045-787-2431
E-mail : sekimoto@yokohama-cu.ac.jp
E-mail : yamamoto.kot.qa@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

関本研究室では「**大気の科学**」に興味を持ち、**質量分析法**（Mass Spectrometry; MS）を用いて研究を行っています。具体的には、大気分子の微量検出や反応を解析するための気相イオン化学の研究や、質量分析に必要とされる原子や分子のイオン化の基礎研究を行い、大気環境科学への応用研究にも積極的に取り組んでいます。

山本研究室では「**植物の二次代謝**」に興味を持ち、微量質量分析技術や細胞生物学・生化学的手法などを用いて、植物が作り出す天然物の生合成メカニズムやその生態系への影響を研究しています。

◆研究内容

1. 様々なイオン分子反応のメカニズムを理解する：

電荷を持ったイオンやそれらが関わるイオン分子反応は、溶液内ではもちろん、大気中のような気相の科学でも重要な役割を果たしています。また、ガス状のイオンを計測対象とする質量分析学の計測分野でも、イオン分子反応の理解は欠かせません。本研究では、色々な場面に現れる個々のイオン分子反応のメカニズムを正確に理解していき、反応の基礎的な特性評価から様々な応用につなげていきます。

2. 新規アンビエントイオン化質量分析法の開発：

アンビエントイオン化質量分析法とは、2000 年以降に開発された新しい質量分析技術で、サンプルの前処理がほぼ要らず、リアルタイムに・その場で計測することが可能な技術です。本研究では、大気圧プラズマを用いて、ガス状分子の計測をターゲットとした新規アンビエントイオン化法を開発しています。

3. 植物や人的活動から発生する VOC を計測し、大気中での化学反応を理解する：

私たちを取り巻く大気の 99%以上は主に窒素や酸素、二酸化炭素、水蒸気などから構成されますが、残りの 1%未満には、数千種類にも及ぶ揮発性有機化合物（VOC）が含まれています。VOC は植物や人的活動（車や工場の排ガスなど）から放出されますが、その 1 つ 1 つは極めて微量です。しかし、VOC は大気中で様々な化学反応を起こして、対流圏オゾンやエアロゾルなどの大気汚染物質の生成を促し、環境や気候変動に多大な影響をもたらします。本研究では、最新の質量分析法を駆使し、「各起源からどのような VOC が放出されるのか、それらは大気中でどのような化学反応を経て何に変化するのか」ということに焦点を当て、実験室での研究を行っています。また、国際研究機関と共に、野外観測を通じた研究も行っています。

4. 植物二次代謝産物の生合成のメカニズムを理解する：

植物は動物とは異なり「その場から動かない」という戦略をとったため、外部からの刺激に対して、多種多様な代謝物を生産して環境に適応しています。これらの多くは植物の二次代謝産物と呼ばれる化合物に分類されます。二次代謝産物の中には、香料、薬、嗜好品、さらには染料やゴムなど、人に有用な物質が数多くあります。また、植物は二次代謝産物を大気中に放散することで、他の植物や昆虫と化学的なコミュニケーションを取っています。そのため、従来から植物の二次代謝に焦点をあてた研究は、基礎、応用の両面から活発に進められており、物質そのものの生合成機構、植物体内での生合成過程、さらには各物質の生理機能や、生態的役割まで、多様な研究が進められてきています。本研究では、植物が細胞・組織レベルで、どのように二次代謝産物を生合成しているのかを質量分析技術などを用いながら明らかにします。また、このようにして作られた二次代謝産物は、植物や生態系にとってどのような意味のある物質なのかも明らかにしていきます。

野々瀬真司研究室

野々瀬　真司
Shinji NONOSE
准教授 理学博士

連絡先
https://cluster.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL/FAX: 045-787-2218
E-mail : nonose@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

我々の研究室では、エレクトロスプレーイオン化法を用いて、真空中に孤立状態にあるペプチド・タンパク質等の生体分子イオンを生成します。そして温度可変の衝突反応セルにおいて気体分子と反応させ、生体分子イオンの立体的な構造と反応過程について研究しています。実験には自作の二重質量分析・衝突反応装置を用いています。装置の概略を図１に示します。

◆研究内容

タンパク質やペプチド等の生体分子は「生体」の中で多様な機能を発現して生命現象を営んでいます。ところが生体分子は、ばらばらに孤立して存在する場合には、無生物と同様な単なる「物質」にすぎません。これが集合して互いに協力し合って作用するときに、複合的な現象である生命活動が発現されるはずです。特に、生体分子を取り囲んでいる水分子や他の生体分子との相互作用が、生体分子の３次元的な構造の形成と機能の発現に関して重要な役割を果たしていると考えられます。しかしながら、実際の「生体」の中の生体分子では、周囲にある無数の水分子や他の生体分子との複雑な相互作用のために、生体分子の固有の性質を詳細に調べることが困難です。そこで、生体分子の３次元的な構造と機能を司るところの、分子内相互作用や、周囲の分子との相互作用について詳細に理解するために、真空中の孤立状態にある生体分子の反応過程について研究します。そのためには、市販の既存のものにはない、独自の装置を新たに自作する必要があります。上記の研究をとおして、物理・化学・生物の全域にまたがる新しい境界分野の開拓を目指しています。我々の研究に興味のある方は、是非一緒に研究してみませんか。学部における分野、卒研テーマは問いません。いつでも見学・相談に応じますので、気軽に御連絡下さい。

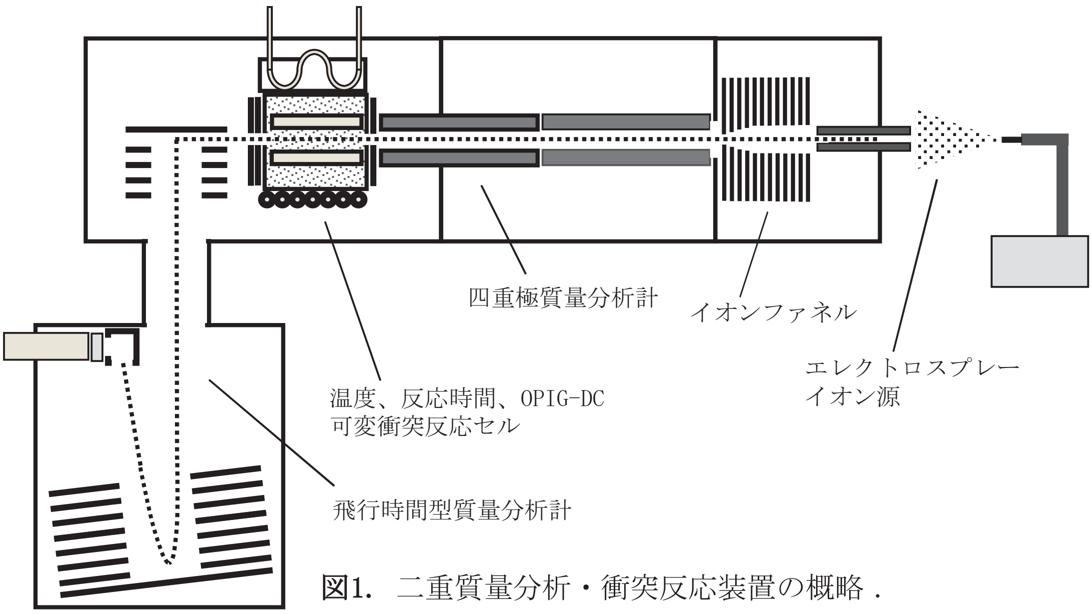


図1.　二重質量分析・衝突反応装置の概略．

物性物理化学講座　本多研究室

本多　尚
Hisashi HONDA
教授
博士（理学）

連絡先
https://honda.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL　:045-787-2393
FAX　:045-787-2413
E-mail:hhonda@yokohama-cu.ac.jp

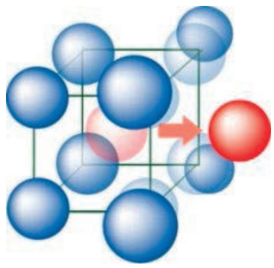
◆研究概要

主に固体 NMR を用い、固体材料の物性を分子レベルで捉える研究を行っています。対象となる物質は、エネルギーや環境関連に関係しています。もちろん、純粋な物理化学の研究も行っています。

◆研究内容

・柔粘性イオン結晶および液晶の研究

通常の結晶は熱すると液相になります。しかし、ある特徴を持った物質は固液中間相を持ちます。固液中間相は液晶と柔粘性結晶に分類されます。「ある特徴」は未だに謎なので、この謎を解き明かすために柔粘性結晶や液晶の研究を行っています。柔粘性イオン結晶は次世代電池や機能性材料の分野などに応用できるので、その性質を分子レベルで解明し、これらの分野の発展に貢献しています。



・機能性分子の開発

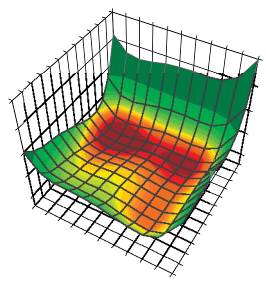
今後の持続可能な社会の実現のために、自然エネルギーだけで繰り返し駆動する新規冷却材料の開発を行っています。固体 NMR や熱測定などを主に用い、巨視的な世界の性質を分子レベルで理解し、それを材料開発に展開しています。

・ゼオライト細孔内に吸着した分子の吸着状態の研究

ゼオライトは数 nm 程度の細孔が規則正しく並んでいる多孔性物質で、その種類は 200 以上あります。細孔には環境汚染物質など様々な分子を吸着させることが可能なので、脱臭剤などに応用されています。本研究室では、環境汚染物質などを吸着する環境フィルターへの応用を考え、吸着分子の吸着状態を固体 ^{1}H NMR で明らかにしています。

・水素結合における H/D 同位体効果

水素結合を形成する水素を重水素に置換すると、分子中の電子状態が変化することがあります。この変化を固体 NMR や NQR などの磁気共鳴装置を用いて、研究を行っています。また、解析には量子科学計算も併用し、実験と計算の両方から水素結合の状態を研究しています。



創薬有機化学研究室

及川　雅人
Masato OIKAWA
教授
博士（農学）

連絡先
https://oiklab.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL/FAX: 045-787-2403
E-mail: moikawa@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

生物活性を有する天然有機化合物の探索や合成化学を通して、ライフサイエンス研究に役立つ創薬指向型化合物の開発を、入江助教とともに行っています。

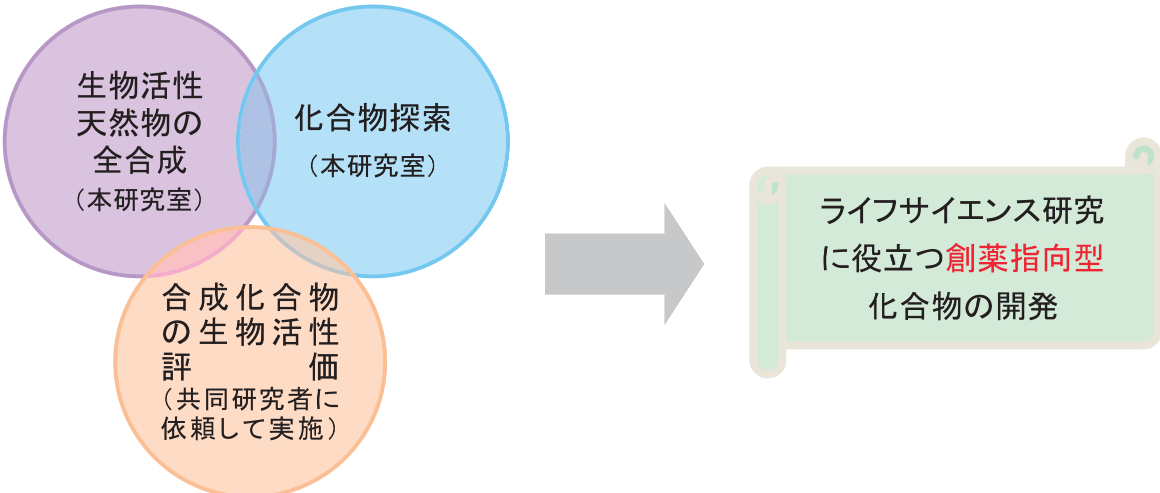
◆研究内容

生物活性を有する化合物は、創薬につながるだけでなく、タンパク質など生体高分子が制御している生命現象を分子レベルで理解する上で役に立ちます。

私たちの研究室では、動植物など天然界に存在する生物が生産する有機化合物（天然物と呼びます）の中で、生物活性を有する化合物の単離／構造決定／合成研究を行っています。合成経路が確立した後には、その化学構造を変化させた類縁体の合成へと進み、国内外の共同研究者に生物活性の検定を依頼して、構造活性相関の解析へと展開します。現在進めている主な研究テーマは以下の通りです。

1．中枢神経系の受容体に作用するグルタミン酸天然物および類縁体の合成研究
2．薬物送達を可能にするポリアミン誘導体の合成研究
3．アミノ酸類の汎用合成法の開発
4．新しい生物活性化合物の創製を可能にする、多様性指向型有機合成法の開発
5．天然由来創薬シード化合物の単離、構造決定
6．小分子化合物ライブラリーの整備と活用法
7．ケミカルバイオロジー（標的タンパク指向型）

研究室では多段階有機合成の計画法と実践法を学び研究します。卒業生は医薬品工業のほか、化学工業（ファインケミカル）や食品工業の分野などで活躍しています。



天然物合成化学研究室

石川　裕一
Yuichi ISHIKAWA
准教授
博士（理学）

連絡先
https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~iskwlab/
TEL　:045-787-2183
E-mail:yu_iskw@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

1. 社会的意義の大きい生物活性天然有機化合物の化学合成
2. 天然有機化合物の持つ機能を超える人工生物活性物質の創製

◆研究内容

1. 社会的意義の大きい生物活性天然有機化合物の化学合成

　–モノをつくる–

古くから人類は自然界から得られる天然有機化合物を医薬品など様々なかたちで利用してきました。しかしながら、そのような人類にとって有益な生物活性を有する天然有機化合物は自然界からは極微量しか得られないことが多く、社会的要求に応えるためにはそれらの化学合成による供給は必要不可欠となっています。また天然有機化合物には特異な構造を持つものがあります。そのような化合物を人間の手で合成するということは有機合成化学の可能性を広げることになり、有機合成化学の社会への貢献を促すといった意味でも重要です。これらのようなことから当研究室では「社会的意義の大きさ」を重要な研究目的として合成ターゲットを設定しています。

2. 天然有機化合物の持つ機能を超える人工生物活性物質の創製

　–天然に学び、天然を超える–

古来、人類は多くの疾病に悩まされてきましたが現在までの科学技術の発展によりその大半が克服されています。しかしながら癌や AIDS 等のウイルス性疾患は今なおその治療が困難であり、また一度制圧したものと考えられた数々の感染症についても「院内感染」の問題で知られる MRSA に代表されるような多剤耐性菌の出現によって再び脅威になりつつあります。さらに高齢化や人口増加に伴う疾病の増加に対しても医薬品の果たす役割は今後、ますます大きくなるものと予想されています。

今まで医薬品の多くは天然から得られる天然有機化合物が用いられてきましたが上述のように薬剤耐性など多くの問題が存在します。これらに対して天然有機化合物を人為的に変換しそれらの問題の解決を図ることが考えられます。このようなことから当研究室では特異な生物活性を有する天然有機化合物そのものを化学合成するだけでなく、その天然有機化合物が本来もつ生物活性、機能を凌駕するような人工生物活性物質の創製を目指しています。このことにより、より強力な医薬品の開発が可能となることで人々の健康に貢献できるものと考えています。

このような天然に存在しない化合物を得ることは有機合成化学の手法なくしてはできません。巧妙なメカニズムで活性を発現する天然有機化合物を手本に学びつつも、そのメカニズムに応じた分子デザインを行い、設計された化合物を有機合成化学という強力な武器を用いて実際に合成することで天然を超える人工生物活性物質の創製が可能になるものと考えています。

計算物質科学部門

立川　仁典
Masanori TACHIKAWA
教授　博士（理学）

島崎　智実
Tomomi Shimazaki
教授　博士（工学）

北　幸海
Yukiumi KITA
准教授　博士（理学）

連絡先

https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~tachi/

立川：TEL/FAX：045-787-2188
E-mail ：tachi@yokohama-cu.ac.jp
https://researchmap.jp/7000000297

島崎：TEL　：045-787-2165
E-mail：tshima@yokohama-cu.ac.jp
https://researchmap.jp/tshimazaki

北　：TEL　：045-787-2197
E-mail：ykita@yokohama-cu.ac.jp
https://researchmap.jp/7000000336

◆研究概要　物理学・化学・生命科学など、異分野との境界には、とてつもなく広大な『未開の地』が拡がっています。私たちは計算科学シミュレーションやデータサイエンス手法を駆使することで、様々な自然現象の理解、新しい機能性物質の予測・発見に挑み、この『新たな地』を果敢に開拓しています。またそのための新しい理論手法や計算手法の開発、スーパーコンピュータ「富岳」による大規模計算、そして機械学習や人工知能(AI)を用いた物質設計・薬剤設計も、私たちにとっては大変重要な研究課題の一つです。最近では、水素結合を精密に取扱う手法の開発[1]や、変分エネルギーの世界記録の樹立[2]、酵素中における反応機構の解明、さらには陽電子・ミューオン化合物における物性機構の解明、といった成果を挙げています。果敢に挑戦した研究課題で、日本化学会や日本物理学会等での学生講演賞[3]や文部科学大臣賞[4]に輝いた例もあります。

◆研究内容

スマートフォンや PC のような電子機器では様々な材料が上手く活用されていますが、近年の材料の研究・開発では人工知能(AI)の活用が求められています。そこで、我々の研究グループでは、人工知能(AI)機械学習や人工知能(AI)を用いて材料の性質を予測する研究も行っています。研究を通して、機械学習・AI、プログラミングといった幅広いスキルを身に付けることが出来ます。これらのスキルは大学を卒業してからも役立ちます。日々の研究をとおして、そのようなスキルを身に付けてもらえるようにしたいと思っています。

シミュレーション・AI/機械学習を用いた分子・材料の研究・開発への取り組み

◆研究内容（国際化・産学連携）

本学のミッションでもある国際化や地域貢献にも、研究室をあげて積極的に取り組んでいます。国際化に関しては、国立台湾大学やチェンマイ大学との共同研究や学生交流を実施しています。また産学連携に関しては、様々な企業との共同研究を実施しています。その中でも東京応化工業とは、「理論解析共同研究室」を設置し、専任の特任教員が在住しています。

◆さいごに

計算科学シミュレーションやデータサイエンスを駆使して挑戦したいテーマは、山ほどあります。皆さんも、我々と一緒に『新たな地』を開拓してみませんか。**出身大学・学部・学科は一切問いません[5]**ので、気軽に研究室まで遊びに来てください。一同、皆さんをお待ちしています！

[1] **J. Am. Chem. Soc. (Communication)** *127*, 11908 (2005), **J. Chem. Phys.**, 140, 164111 (2014), 141, 185101 (2014), **Phys. Chem. Chem. Phys.**, 19, 1627 (2017), 20, 1673 (2018), **J. Phys. Chem. B**, 123, 5176 (2019), **J. Phys. Chem. C**, 124, 16149 (2020), **J. Phys. Chem. Lett.**, 14, 6695 (2023). [2] **J. Chem. Phys.**, 131, 134310 (2009), **Phys. Chem. Chem. Phys.**, 13, 2701 (2011), **J. Chem. Phys.**, 153, 224305 (2020), 158, 204303 (2023). [3] 日本化学会春季学生講演賞受賞、同優秀講演賞（学術）受賞、日本物理学会学生講演賞受賞等 [4] 平成 19 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰（若手科学者賞）、分子科学会国際学術賞等 [5] 当研究室は、お茶の水女子大学、北里大学、群馬大学、東海大学、東京大学、東京都立大学、東京理科大学、東京農工大学、東北大学、筑波大学、名古屋大学、兵庫県立大学、明治大学、横浜国立大学、立教大学出身学生を受け入れました（下線は今年度在籍学生）。出身学部は、理学部（化学系、物理系、生物系）、工学部（応用化学系、応用物理系、材料系）、農学部、薬学部、情報・融合系、、、多彩です。

物性理論研究室

佐々木　健一
Kenichi SASAKI
客員教授
博士（理学）

連絡先（NTT 物性科学基礎研究所）
https://www.brl.ntt.co.jp/people/sasaki.kenichi/index.html
TEL　:046-240-3033
E-mail: ke.sasaki@ntt.com

◆研究概要

グラフェンは炭素原子が蜂の巣状にネットワークを構成している平面状のシートです。シートの厚みは原子１個分しかなく、これ以上薄い厚みは存在しないので究極に薄いシートといえます。グラフェンが実験的に発見されたのは、2004 年ごろで、比較的“新しい”物質として、現在活発に研究が進んでいます。長方形のグラフェンを筒状に丸めると下図に示したような筒（チューブ）ができますが、こちらはグラフェンより前に見つかっていました。いわば古株です。筒の直径は１ナノメートル程度で、カーボンナノチューブと呼ばれています。グラフェンやナノチューブは、従来の半導体にはない特徴を備えており、それらの物性を理論物理学の手法を用いて色々な側面から多角的に研究しています。実験結果の解析や新奇な物性の理論提案を行っていますが、汎用性のあるアイデアや簡単な法則に特に興味があります。グラフェン・ナノチューブを主なターゲットとしていますが、他分野の研究にも興味を持って知見を広げることを心がけています。話題提供大歓迎です。

◆研究内容

グラフェンやカーボンナノチューブにおける電子や格子の状態、特に

- グラフェンの擬スピンやバレーの自由度の関連する現象
- グラフェン、ナノチューブのエッジ状態による超伝導、磁性
- 光物性、プラズモン

など基礎科学の観点から研究しています。

地震研究室

吉本　和生
Kazuo YOSHIMOTO
教授　博士（理学）

連絡先
https://quake.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL/FAX:045-787-2182
E-mail:k_yoshi@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

地震計は地球にあてた聴診器であり、収録された地震波形の解析によって、地球内部に関する様々な情報が得られます。当研究室では、横浜市高密度強震計ネットワークの地震波形データなどを用いて、地球の内部構造や地震波の伝播特性に関する研究を行っています。

◆研究内容

１．関東平野の大深度地盤構造

首都圏における長周期地震動*研究内容２の発生を正確に評価するためには、関東堆積盆地の構造とその地域変化を詳細に把握する必要があります。当研究室では、地震波干渉法を横浜市高密度強震計ネットワーク、首都圏地震観測網、首都圏強震動総合ネットワークなどで得られた地震波形記録に適用して、関東平野の大深度地盤構造とその地域変化を明らかにする研究を行っています。

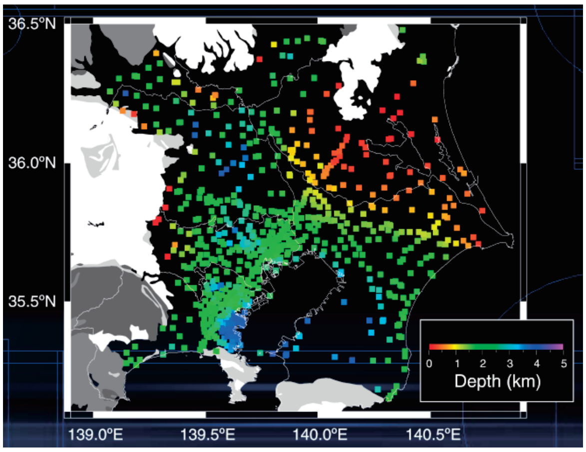


図　関東平野における地震基盤の深度

２．長周期地震動

長周期地震動とは、震源の浅い比較的規模の大きな地震によって発生する、ゆっくりとした大きな揺れのことです。この長周期地震動は、表面波によって励起される現象であり、高層ビルや石油タンクなどの大規模建造物を大きく長く揺らし、場合によっては大きな被害をもたらす危険性があります。当研究室では、研究内容１の成果を踏まえ、独自に構築した関東堆積盆地の構造モデルに基づいて、スーパーコンピュータを利用した長周期地震動の評価と予測を行っています。

３．地球内部構造の短波長不均質性

地球はマクロに見れば地殻・マントル・核からなる球殻構造をしていますが、詳細に見れば短波長の三次元的なランダム不均質性が重畳しています。この不均質性は地殻の内部で特に強く、地震波動に作用してコーダ波と呼ばれる散乱波群を励起します。このコーダ波を解析して、地殻のランダム不均質性の特徴（揺らぎの大きさや空間スケールなど）とその地域性を明らかにする研究を行っています。

ミケレット・ルジェロ研究室

ﾐｹﾚｯﾄ･ﾙｼﾞｪﾛ
Micheletto Ruggero
教授　Ph.D.

連絡先
https://ruggero.sci.yokohama-cu.ac.jp
TEL/FAX:045-785-2167
E-mail :ruggero@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

私の研究室では、発光デバイスにおけるナノスケールの「点滅現象」という過程について研究をしています。別研究テーマで、知覚情報科学の新しい分野も研究しています。

◆研究内容

1. 半導体材料の発光デバイス（LED）の不安定発光現象（ブリンキング現象）を研究します。蛍光顕微鏡で高速（HiSpeed）の CCD カメラを使って、発光現象を撮影します。撮影した動画は先端アルゴリズムで解析及び処理し、それぞれのブリンキング点の時間特性（ダイナミックス）を調べます。LED の結晶の中では、どのような現象が起こっているのか、この点滅している現象はどういう事でしょうか？またどのような情報を持っているのでしょうか。量子ドットの発光の振る舞いを深く調べて、物理学のモデルを作ること及びこの現象を物理的に説明することを目的とした研究です。

2. 脳の働きの真似をした先端アルゴリズム：　ディープラーニング、人工知能、ニューラルネットワーク等のアルゴリズムを使って、応用の研究をします（例えば地震解析、脳波解析、他）。

3. 錯視、錯覚に関する知覚実験や VR 等を使った認知実験もやっています。その理論モデルについて研究を行っています。

興味を持っている方は研究室を訪問してください。

理論生物物理学研究室

立川　正志
Masashi TACHIKAWA
准教授
博士(理学)

連絡先
http://mtach.jp
Ｔｅｌ：045-787-2170
E-mail：tachikawa.mas.bq@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

生命の基本単位である細胞は、脂質やDNA・RNA、タンパク質といった生体分子がそれぞれの役割を持って協働する、高度な分子ネットワークによってささえられています。特に植物や動物を構成する真核細胞（核を持つ細胞）の中には、多数の分子が自己組織化的に集合して構成されるオルガネラや細胞骨格などの構造体があり、それぞれが特徴的な形態を持ってダイナミカルに振舞うことで、細胞機能を担っています。この「かたち」や「うごき」とリンクした構造体の性質は、個々の分子の機能へ還元することは難しく、従来の手法では理解することが困難な問題でした。我々は統計物理やソフトマター物理、複雑系科学の手法を用いて構造体の形態や振舞を数理モデルで表現し、理論解析・シミュレーションを通して理解することを目指しています。

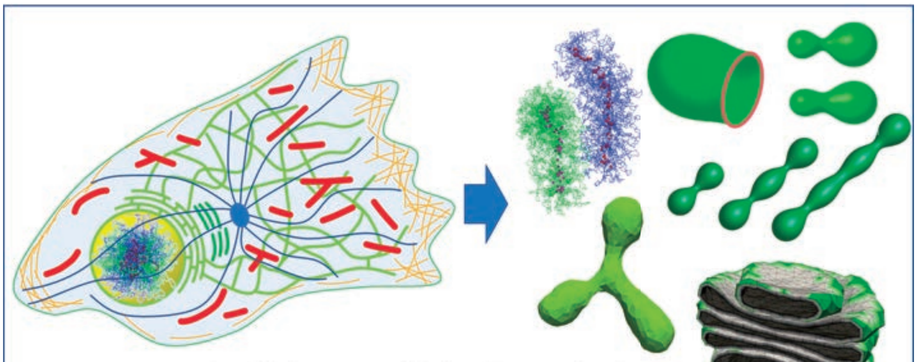
◆研究内容

● 染色体の折りたたみの物理

細胞核の中には全長2メートルにもなるゲノムDNAが収められています。細胞が分裂するとき、このDNAは数マイクロメートル92本のロッド状の染色体へ凝縮され、46本ずつ二つの細胞に分配されます。なぜ、これほど多数の長い紐が絡み合うことなく適切に分配されるのか、その物理プロセスを理解すべく動力学シミュレーションを用いた研究を行っています。

● 膜オルガネラの形態と機能の理解

真核細胞には脂質膜が様々な形に折りたたまれたオルガネラ(細胞内小器官)と呼ばれる構造体があります。例えばミトコンドリアやゴルジ体、小胞体、オートファゴソーム、核などです。膜で囲まれたオルガネラは、その中にそれぞれ異なった化学環境を持つことで、細胞内での分業体制を構築し、真核細胞の高度な細胞機能を担っています。このオルガネラがどのように形を作り、自らを適切な場所に配置して、さらには細胞機能を発揮しているのか、数理モデルを用いた理論解析やシミュレーションによって理解することを目指しています。



細胞の模式図とその構造の数理モデル表現

生物物理学研究室

谷本　博一
Hirokazu
TANIMOTO
准教授
博士（理学）

連絡先
TEL　:045-787-2166
E-mail:tanimoto@yokohama-cu.ac.jp

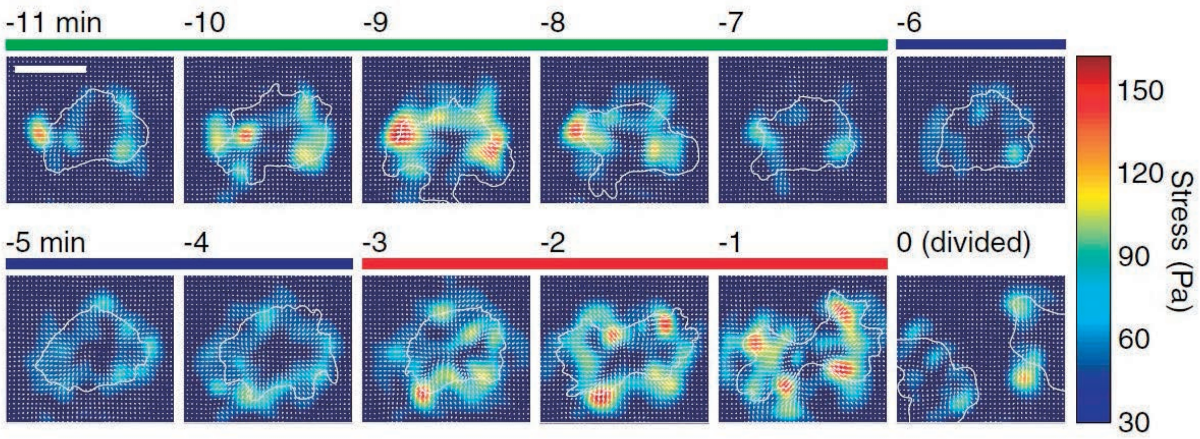
◆研究概要

生命の最小単位である生細胞の動力学を物理学の視点から解明する。

◆研究内容

生物物理学は生き物－生きている物質－を物理学の考え方・手法で研究する分野です。私たちは生命の最小単位である細胞が示す動的な性質に興味を持って研究を進めています。定量的な実験と理論解析に基づいて、多彩な生命動態の基本原理を明らかにすることを目指しています。

2018年の4月に立ち上がった新しい研究室です。研究テーマは天下り式に与えるわけではなく、研究室員との議論を通して独創的なテーマを見つけることを奨励しています。一緒に面白い研究をしましょう。



実際の研究例：ピコニュートン程度の物理的力を測定できる顕微鏡を構築して、細胞が分裂する時に生成する接着応力場の世界初測定に成功した。
(Tanimoto and Sano, Physical Review Letters 2012; Biophysical Journal 2014)

植物遺伝資源科学研究部門

坂　智広
Tomohiro BAN
教授　博士（農学）

連絡先（舞岡キャンパス）
https://pgsource.sci.yokohama-cu.ac.jp
TEL　:045-820-2404
FAX　:045-820-2451
E-mail:tban@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

木原生物学研究所は、コムギ約 6,000 系統とトウガラシ約 400 系統の広範で貴重な遺伝資源を保有しています。植物遺伝資源科学研究部門では、これらを類型的に増殖・管理・評価して有用形質の遺伝子を探索し、画期的品種開発や地域ブランド創生に向けた遺伝資源の活用と遺伝育種学的研究をしています。また植物遺伝資源の収集・維持管理、評価と解析の植物ゲノムと育種への応用に向けた植物遺伝資源科学研究を通じ、地域・国際社会へ貢献と、国際舞台で活躍できる若手人材の育成を行っています。

◆研究内容

木原生物学研究所植物遺伝資源科学部門はイネ・トウモロコシと並ぶ三大主要作物のコムギの遺伝的実験系統・遺伝資源とこれまでのすぐれた研究成果、また原産地中央アメリカで採集されたトウガラシの貴重な遺伝資源を活かして、植物の機能を最大限に発揮した品種を開発して世界の食料問題解決に貢献する植物遺伝資源の研究を進めています。

世界の食糧・環境問題、アフガニスタンの復興支援など地球規模の課題に国際農業研究機関や国内外の大学・農業研究機関・民間企業との有機的連携・研究ネットワークを活かして実社会で役立てる教育・研究を進めています。木原均博士の精神を引き継ぎ、広範なコムギ遺伝資源を世界の様々な環境条件下で、環境ストレス耐性、耐病性、食品安全性、持続的安定生産性、有用代謝産物･新機能性生産など有用形質を評価選抜し、QTL 等遺伝解析と DNA マーカー開発を目指すとともに、植物ゲノム科学部門・応用ゲノム科学部門との有機的な連携により有用形質に関連する遺伝子のクローニング・遺伝子解析に向けた有効な育種素材の選抜と実験系統の育成に関わる研究を行っています。

木原生物学研究所の研究圃場

<u>研究内容テーマ</u>

◇ コムギ・トウガラシ遺伝資源の系統保存と活用
◇ 地球温暖化・気候変動に対する安全な食料生産のための植物遺伝資源の利用
◇ トウガラシ遺伝資源を活用した新機能性育種素材の開発
◇ 持続的食料生産システムに向けたコムギ育種システム構築
　(アフガニスタン・コムギ里帰り計画、JST/JICA　SATREPS)

植物エピゲノム科学研究室

木下　哲（写真左）
Tetsu KINOSHITA
教授　　博士(理学)

殿崎　薫（写真右）
Kaoru TONOSAKI
助教　博士（農学）

連絡先（舞岡キャンパス）
http://epigenome.jp/
（部門 HP）
TEL:　045-820-2428
FAX:　045-820-2468
E-mail:
tkinoshi@yokohama-cu.ac.jp
tonosaki@yokohama-cu.ac.jp

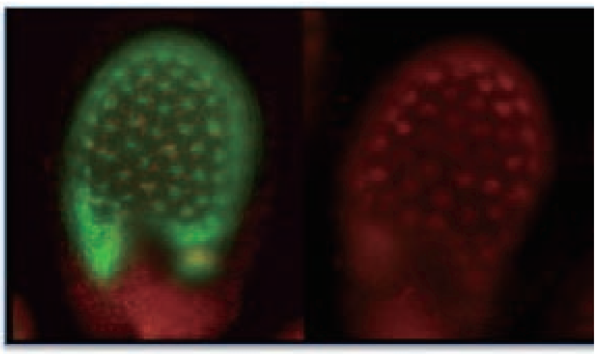
◆研究概要

私たちの研究室では、植物の生殖過程を対象にエピジェネティックな制御機構を明らかにすること、バイオインフォマティクスを駆使して種の障壁をゲノム・エピゲノムのレベルで解明することを目指しています。

◆研究内容

１．ゲノムインプリンティングの制御機構の解明

植物の胚乳では、遺伝子が父親側から伝えられたか、母親側から伝えられたかの違いに従って遺伝子発現のオンとオフが決められるインプリント遺伝子が知られています（図左：インプリント遺伝子が母由来の時だけ緑色蛍光タンパク質が現れ、遺伝子発現がオンの状態。父由来の場合は遺伝子が働かないため緑色蛍光は観察されず、赤い葉緑体の自家蛍光のみ検出される)。このような現象は、父親と母親から伝わる遺伝子の DNA の塩基配列が同一の場合でもおこるため、エピジェネティック制御の典型例としても知られています。私たちはイネを用いてゲノムインプリンティングの制御機構を解析しています。



２．種間障壁の分子機構解明

多くの植物では、種間や倍数体間交雑を行うと胚乳発生に異常が生じて種子が出来ません。ところが、片方の親の倍数性を変えると種子が出来ることがあります(図右)。胚乳における種の障壁はオス由来のゲノムとメス由来のゲノムの機能のバランスが大事であり、そのバランスを担っているのがインプリント遺伝子であると考えられています。私たちは、種の障壁とゲノムインプリンティングの関連に関して、インフォマティクス技術を駆使して解析しており、人類が食料として利用している胚乳のなりたち、役割を理解することを目指しています。

植物ゲノム科学研究室

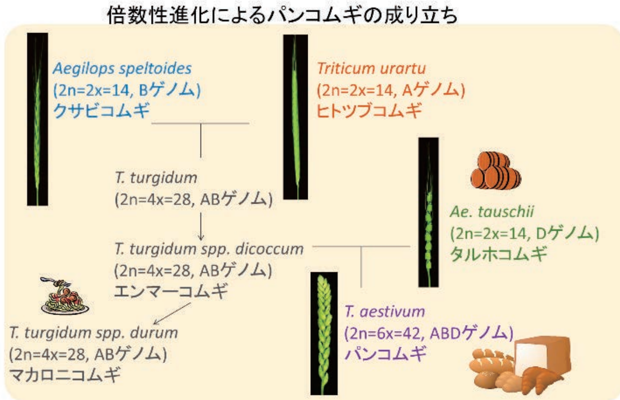
川浦　香奈子
Kanako KAWAURA
准教授
博士（農学）

連絡先（舞岡キャンパス）
https://pgenome.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL　:045-820-2401
FAX　:045-820-2466
E-mail:kawaura@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

重要作物であるパンコムギは 3 種の野生のコムギが合わさり異質倍数化により進化してきたことを特徴とします。従って、パンコムギは一つの細胞の中に 3 種の遺伝子セット（ゲノム）を持ちます。パンコムギのゲノムは異質倍数性により複雑であるばかりでなく巨大であるため、作物の中ではゲノム解析は遅れていました。近年、塩基配列解読の技術革新により詳細なゲノム解読が行われました。それらの情報を活用し、パンコムギは 3 種の遺伝子セットをどのように利用して遺伝子制御ネットワークを構築しているのか解明しようとしています。これらの知見を分子育種に応用し、環境適応性の強化、小麦粉の品質や機能性成分の向上、根や草型の改変による収量の増加といった課題に取り組んでいます。

倍数性進化によるパンコムギの成り立ち



◆研究内容

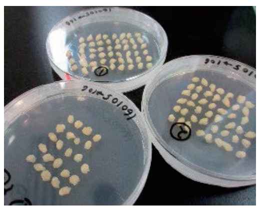
・作物における機能ゲノム科学の展開

パンコムギを対象とし、発現遺伝子を網羅的に解析するトランスクリプトーム解析を行っています。異質倍数化によりどのようなトランスクリプトームの制御が起こっているのか明らかにし、バイオマスの増大や環境ストレス耐性、特に塩ストレス耐性の強化など品種改良に生かすことを目指しています。

・小麦粉の品質向上を目指した遺伝子解析

パンコムギの種子貯蔵タンパク質の遺伝子発現制御を解明し、小麦粉の品質の改良や小麦アレルギーの原因の低減を目指しています。また、小麦粉にヒトの健康に役立つ機能性成分を蓄積する技術の開発を行っています。

・パンコムギの遺伝子改変技術の確立



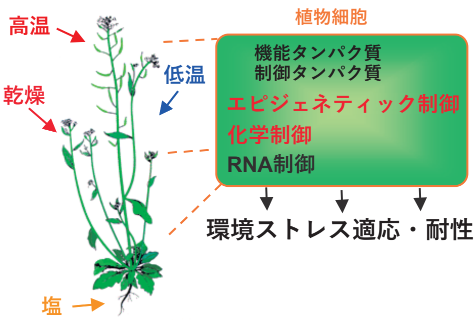
パンコムギの形質転換やゲノム編集技術の高効率化を目指しています。この技術を用い、パンコムギの 3 つのサブゲノムに由来する遺伝子を改変するゲノム編集を行っています。ゲノム編集により、特定の遺伝子にこれまでの技術では得られなかった変異を誘発させ農業特性が向上した系統や低アレルゲン小麦の作出を進めています。

植物ゲノム発現制御システム科学研究室

関　原明
Motoaki SEKI
客員教授
理学博士

連絡先（理化学研究所）
https://csrs.riken.jp/jp/labs/pgnrt/index.html
Ｔｅｌ：045−503−9587
ＦＡＸ：045−503−9584
E-mail：motoaki.seki@riken.jp

◆研究概要



植物には移動の自由がないため、乾燥・高温・塩・低温などの環境ストレスに対して適応する能力を備えています。本部門では、植物の環境ストレス耐性に関わるエピゲノム制御因子、非翻訳型 RNA、化合物などを探索し、その機能解析を進めています。国際連携により環境ストレスに強く高収量の作物の開発を目指した研究も進めています。学生は理研の研究員の親切な指導の下、最新の技術や機器を使いながら修士号や博士号の取得が可能です。

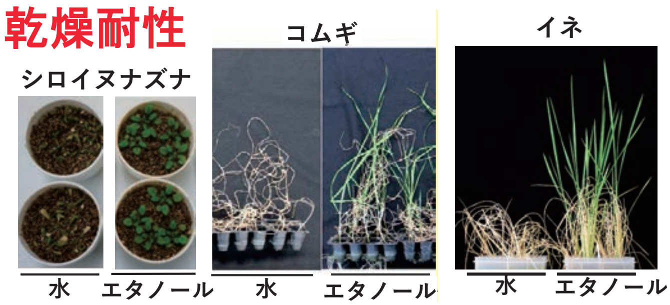
◆研究内容

1. 環境ストレス応答に関与するエピゲノム制御遺伝子および非翻訳型 RNA の機能解析

環境ストレス応答に関与する新規のエピゲノム制御因子、非翻訳型 RNA を世界に先駆けて同定しています。それらの機能を変異体やトランスジェニック植物を用いて解析します。植物は一度ストレスを受けると、前よりもストレスに対して耐性を示す事が経験的に知られています。植物が持つ環境ストレスの記憶（学習）メカニズムも解析します。

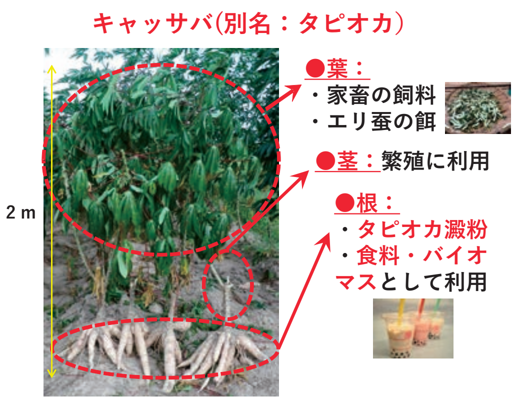
2. エタノールなどの化合物を用いた環境ストレス耐性強化の解析

エタノールなどの化合物で植物を処理することにより乾燥・高温・塩などの環境ストレス耐性を強化できることを世界に先駆けて発見しました。化学制御による環境ストレス耐性強化の分子機構の解析を進めるとともに、その技術の作物への応用研究も進めています。



3. キャッサバの塊根形成メカニズムの解明および有用キャッサバの創出技術の開発

キャッサバ（別名：タピオカ）は、悪環境下（乾燥地、貧栄養土壌等）でも生育可能な熱帯の重要な澱粉資源作物です。ベトナム、台湾などの海外研究機関、企業、大学等と連携して、塊根形成の分子機構の解明や有用キャッサバ(ストレス耐性強化やバイオマス向上など)の創出技術の開発を目指した研究を進めています。



植物ゲノム情報科学研究室

持田　恵一
Keiichi MOCHIDA
客員教授
博士（理学）

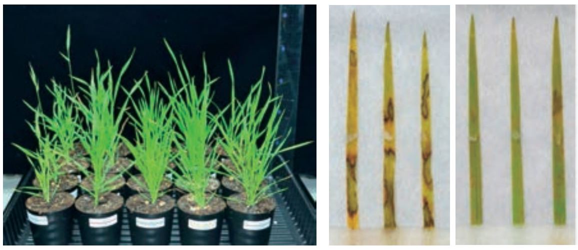
連絡先（理化学研究所）
https://csrs.riken.jp/jp/labs/birt/index.html
TEL　:045-503-9111
E-mail:keiichi.mochida@riken.jp

◆研究概要

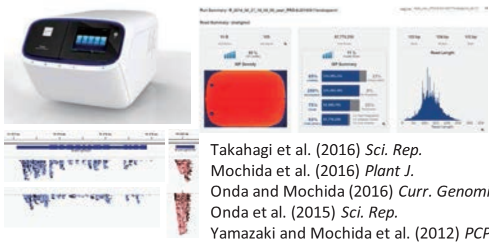
１．有用植物のゲノム・トランスクリプトーム解析と有用遺伝子探索
２．倍数体植物の環境適応性の理解と、植物の生産性向上への利用
３．情報科学を駆使した植物の生長や生産に関わる細胞システムの理解

◆研究内容

植物の生産性や利用性の向上に利用できる有用遺伝子の探索を、ゲノムやトランスクリプトーム、メタボロームなどのオミックス研究とバイオインフォマティクス等の情報科学を活用して進めています。また、ゲノムが重複した倍数体植物のゲノム機能を解明することで、倍数体植物の環境適応性に関連する遺伝子の探索を行っています。また、機械学習等の情報科学の技術を用いて、植物の生長や環境との相互作用を、計算機を用いて理解する研究を進めています。

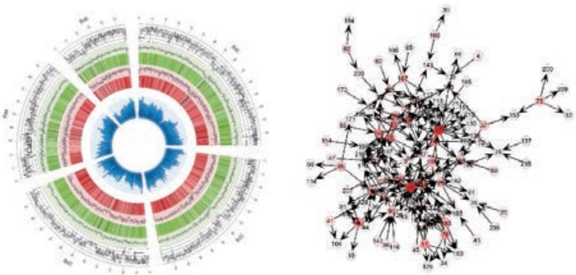


草本モデル植物を用いた有用遺伝子探索

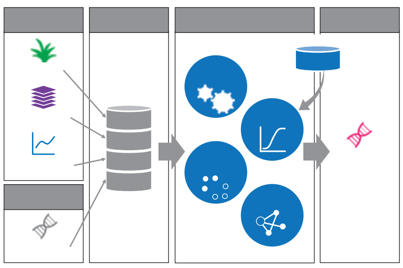


Takahagi et al. (2016) *Sci. Rep.*
Mochida et al. (2016) *Plant J.*
Onda and Mochida (2016) *Curr. Genomics* (Review)
Onda et al. (2015) *Sci. Rep.*
Yamazaki and Mochida et al. (2012) *PCP*

様々な生物のゲノム・トランスクリプトーム解析



計算機による倍数体ゲノム中の重要遺伝子の探索



情報科学を駆使した生命現象のモデリング

Mochida, K.*, Saisho, D. and Hirayama, T. (2015) Crop improvement using life cycle datasets acquired under field conditions. Front Plant Sci 6: 740.
Onda, Y., Hashimoto, K., Yoshida, T., Sakurai, T., Sawada, Y., Hirai, M.Y., Toyooka K, Mochida K.*, Shinozaki K. (2015) Determination of growth stages and metabolic profiles in Brachypodium distachyon for comparison of developmental context with Triticeae crops. Proceedings: Biological Sciences 282.
Mochida, K.* and Shinozaki, K. (2013) Unlocking Triticeae genomics to sustainably feed the future. Plant and Cell Physiology 54: 1931-1950.

キーワード
草本植物、ゲノム、トランスクリプトーム、バイオインフォマティクス、機械学習、ゲノム倍数性

植物応用ゲノム科学部門研究室

嶋田　幸久
Yukihisa SHIMADA
教授　博士（理学）

連絡先（舞岡キャンパス）
https://pbiotech.sci.yokohama-cu.ac.jp/smd/
TEL　:045-820-2421
FAX　:045-820-2457
E-mail:yshimada@yokohama-cu.ac.jp

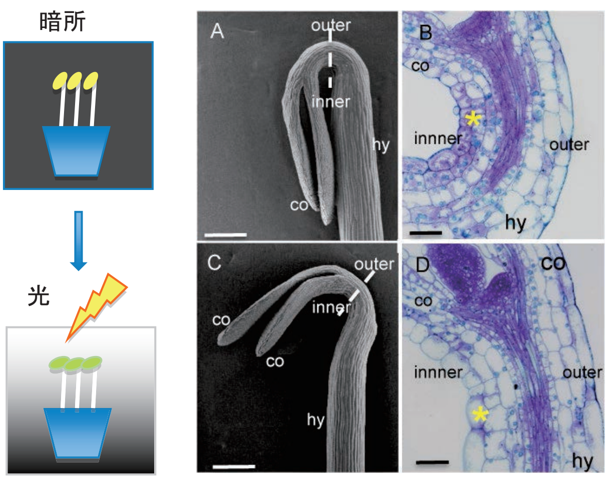
◆研究概要

当研究室では、（１）植物が外的環境にどのように適応しながら生きているのか、（２）植物ホルモンのオーキシンやブラシノステロイドがどのような働きを持っているのか、等の課題に対して、シロイヌナズナやイネ等のゲノム情報を活用しながら分子レベルで植物生理学・ゲノム科学の研究を行っています。

◆研究内容　植物は発芽すると移動出来ないので、その場所で一生を過ごさねばならない。このため、外部環境に応答する様々な機能を発達させてきた。例えば、暗い場所で発芽した植物はモヤシになるが、光を当てると数時間で双葉が開いて発達し、光合成を行えるようになる。地上部も地下部も重力を感知して、伸長する方向を修正しながら成長する。このような植物の環境応答反応には、オーキシンなどの植物ホルモンと呼ばれる信号伝達物質が関与している。植物ホルモンの作用は、農薬などを通して農業現場でも盛んに利用されている。

当研究室ではゲノム情報を利用した遺伝子機能の研究に適したシロイヌナズナやイネ等のモデル植物を主に用いて、植物ホルモンオーキシンやブラシノステロイドの生理作用、生合成経路、信号伝達経路などを解明するための研究を行っている。具体的には植物生理学（環境応答）・ゲノム科学・分子生物学・生化学・有機化学、情報科学などの手法を組み合わせて以下のようなテーマで研究している。

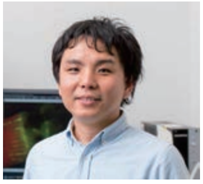
（１）植物が環境に応答する際に，植物ホルモンがどのような生理作用を持っているのか。
（２）オーキシンの生合成阻害剤の開発とその作用機構の解析。
（３）植物ホルモンの生合成経路や生合成遺伝子を解明する解明。
（４）植物ホルモンが作用する際に働く転写調節因子の探索と、遺伝子機能の解明。



シロイヌナズナの光形態形成におけるフック部の形態変化
（AB が暗所の形態、CD が光照射後の形態）

野生型　ブラシノステロイド欠損変異体

植物分子遺伝学・分子発生学研究部門



辻　寛之
Hiroyuki TSUJI

教授　博士（農学）

連絡先（舞岡キャンパス）
https://hiroyukitsuji.tumblr.com/
TEL　:045-820-2446
E-mail:tsujih@yokohama-cu.ac.jp

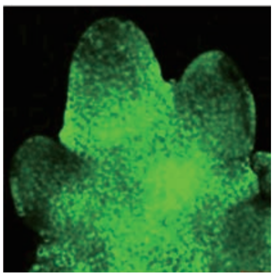
◆研究概要

花芽を作る植物ホルモン・フロリゲンの分子機能解明と植物改良に向けた応用研究を進めています。我が国のフロリゲン研究は、木原均博士が遺伝学実験に採用したアサガオを用いてユニークな成果を挙げてきました。私たちはフロリゲンの受容体を発見し、活性本体となるタンパク質複合体を同定してきました。これをさらに発展させた世界をリードする研究を展開し、その最先端の研究と成果を通した教育を進めていきます。

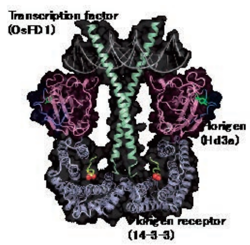
◆研究内容

フロリゲンは植物に花芽を作らせる強力な運命決定因子です。その正体は長い間謎であり、植物科学の重要問題の一つでした。そんな中でも我が国のフロリゲン研究は、木原均博士に由来するアサガオ品種「ムラサキ」の鋭敏な花芽形成反応を研究することで、世界を牽引してきました。こうした背景のもと、2007年にフロリゲンの正体が明らかになります。植物ホルモンは基本的に低分子化合物ですが、フロリゲンはFT/Hd3aと呼ばれるタンパク質だったのです。私たちはさらにフロリゲンの受容体を発見、活性本体となるタンパク質複合体を同定し、フロリゲンがHd3aタンパク質であることを分子レベルで解明しました (辻ら, Nature 2011, Breed. Sci. 2017, PNAS 2015a)。

現在私たちはフロリゲンの機能の全体像解明をめざして研究し、その成果を植物の改良に役立てる３つの研究を行っています。(1)世界唯一のフロリゲン生体イメージング系、次世代シーケンサーを駆使した独自の解析技術等を駆使してフロリゲンの分子機能を解明する研究（辻ら, Nature Communications 2020, Nature 2020a, Commun. Biol. 2022)、(2)ポプラ、キャッサバ、コムギ、イネ等の重要作物の遺伝資源を活用したフロリゲンの機能制御に活用する国際共同研究を行う研究（辻ら, PNAS 2015b, Nature 2020b, Plant Mol. Biol. 2021a,b, Plant J. 2023a,b)、(3)フロリゲンの分子機能を直接制御する新しい植物改良の方法の研究（辻ら, Front. Plant Sci. 2021, Plant J. 2022) をしています。



茎頂におけるフロリゲンの分布



花芽を作るフロリゲン複合体の構造

<u>研究内容テーマ</u>

◇ フロリゲンの分子機能解明と花芽分化プロセスの全体像解明
◇ フロリゲンを利用した植物改良の試み

植物エピゲノム科学研究室

丸山大輔
Daisuke MARUYAMA
准教授　博士（理学）

連絡先（舞岡キャンパス）
https://www.arabi-embryology.com

TEL:　045-820-2435
FAX:　　―
E-mail: dmaru@yokohama-cu.ac.jp

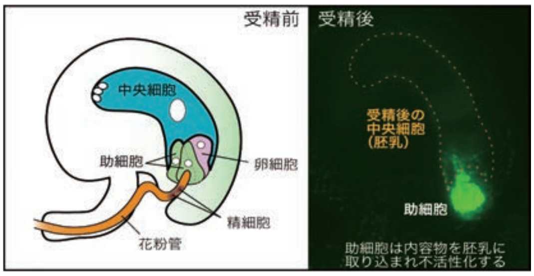
◆研究概要

私たちの研究室では被子植物の繁殖のメカニズムを明らかにするため、重複受精の前後で見られる生殖細胞のダイナミックな挙動を観察し、背景で働いている分子の研究をしています。

◆研究内容

１．オスとメスが１対１に結びつく仕組み

被子植物は雌しべ柱頭に付いた花粉から花粉管を伸ばし、精細胞を雌しべ深くの卵細胞へ届けて種子をつくります。このとき、卵細胞の横で正確に花粉管を導くのが２つの助細胞です。最近、胚乳が助細胞を取り込んで不活性化し、受精後に余分な花粉管の接近を防いでいることがわかりました。細胞を生きたまま観察するライブイメージングを駆使して効率のよい受精を支える仕組みを明らかにします。

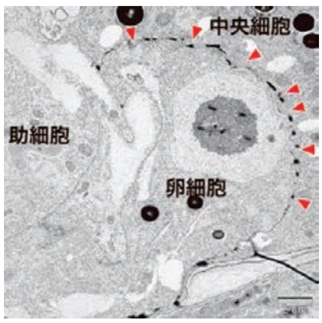


２．受精前の精細胞の活性化

シロイヌナズナでは、花粉管から放出された2個の精細胞は10分程度で卵細胞や中央細胞と受精をします。この素早いオスとメスの配偶子の融合に備え、放出後の精細胞では急激な活性化プロセスが進行すると考えられています。私たちは精細胞の様々な細胞構造を蛍光ラベルし、ライブイメージングすることによって、どのようなシグナルが精細胞の活性化において働いているのか明らかにしつつあります。

３．卵細胞の外にある斑点状構造の役割

種子の前駆組織にあたる胚珠の中には、精細胞と受精をはたす卵細胞と中央細胞が隣り合って存在します。精細胞を受け止める近傍、つまり、卵細胞と中央細胞の境界を電子顕微鏡観察すると、特徴的な物質の塊を観察することができますが、この細胞外構造が受精に果たす役割は未だ明らかになっていません。私たちはこの細胞外構造の構成成分や機能の解明を目指し、研究しています。



植物機能ゲノム科学研究室

林　誠
Makoto HAYASHI

客員教授
博士（理学）

連絡先　（理化学研究所）
https://csrs.riken.jp/jp/labs/psrt/index.html
Ｔｅｌ：045-503-9493
ＦＡＸ：045-503-9492
E-mail：makoto.hayashi@riken.jp

◆研究概要

窒素肥料は現代の農業で最も多く利用されますが、その生産および施用は温室効果ガスの排出・河川や海洋の富栄養化など生態系に悪影響を及ぼします。一方、根粒菌はダイズなどマメ科植物の根に感染し、根粒内で大気窒素を固定することで、宿主植物に窒素栄養を供給します。したがってイネ・トウモロコシ・コムギなどの穀物が根粒菌と共生できれば窒素肥料の大幅な使用削減が可能となり、生態系に優しい持続的な農業が実現できます。このために私たちは、根粒共生を分子遺伝学的・生化学的に解明するとともに、マメ科植物と根粒菌との共生における進化的要因を探ることで、穀物への根粒共生能の賦与を目指します。

◆研究内容

①根粒共生の分子機構

根粒共生は窒素固定細菌と植物との相互作用によって始まります。大多数のマメ科植物では、根の表皮の根毛という突起構造が根粒菌を包み込むことで根粒菌を根の内部に取り込みます。同時に根の内部の皮層では細胞分裂が誘導され、根粒の原基が作られます。これまでの研究から根粒共生には多くの植物遺伝子が関わっていることが明らかになっています。私たちは特に遺伝子の転写発現制御に着目し、根粒共生に特徴的な転写因子とその機能をゲノムワイドに明らかにすることで、その分子機構を解明します。

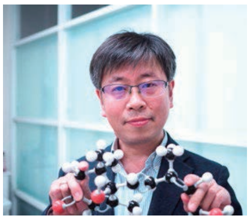
②共生の進化におけるゲノム機能

根粒共生はごく一部の例外を除きマメ科植物とその近縁でしか見られません。このことから共通祖先のゲノムで何らかの変化が起こり、根粒共生の能力が獲得されたと考えられています。進化の要因となった現象を明らかにするために、陸上植物のゲノムを比較解析することでマメ科植物に特徴的なゲノム構造を同定し、その機能を解明します。

③根粒共生能の穀物への賦与

主要３大穀物であるイネ・トウモロコシ・コムギは全てイネ科に属し、マメ科とは遠縁であり被子植物の基部で分岐しています。ところが根粒共生の成立に必要な遺伝子の多くはイネ科にも存在します。これは陸上植物の大半が菌根菌という真菌と共生し、菌根共生と根粒共生は多くの遺伝子を共有しているからです。そこで根粒共生に特徴的なマメ科遺伝子をイネ科植物に導入することで根粒共生能を賦与する、合成生物学的アプローチを目指します。

植物化学遺伝学研究室



岡本　昌憲
Masanori OKAMOTO

客員教授
博士(理学)

連絡先　(理化学研究所)
https://csrs.riken.jp/jp/labs/pcgrt/index.html
Ｔｅｌ：045―503―9666
ＦＡＸ：045―503―9665
E-mail：okamo@riken.jp

◆研究概要

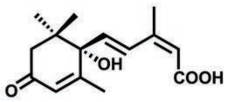
作物の緑の革命は、植物ホルモンのジベレリン作用が変化した遺伝子変異を有効利用したものでした。植物の成長や環境ストレス適応には、植物ホルモンに代表されるように生体内に微量に含まれ多様な生理作用を示す活性分子が関与します。地球環境に低負荷な農業や気候変動に柔軟に適応して成長できる作物の開発を目指すには、さらなる植物ホルモンの機能解明と利用が必要です。また、植物の生産性や環境ストレス適応に鍵となる遺伝子の同定を進め、得られた知見を実用作物へ展開し、食糧の生産性向上を目指します。

学生は理研の研究員の指導の下、様々な研究技術や最新の研究設備を利用して修士号・博士号の取得が可能です。研究に没頭したい方、横浜で研究を進めていますのでご連絡ください(学生募集中)。

◆研究内容

◆耐乾性の作物の開発◆

植物ホルモンの中には乾燥ストレスに対して作用するアブシシン酸(ABA)が知られています。ABA の代謝酵素遺伝子やシグナル伝達因子の遺伝子を適切に操作することで、植物の耐乾性を向上する事が可能です。モデル植物から実用作物のコムギで遺伝子の機能解析を通じて、耐乾性を向上させた作物の分子育種を目指して研究を進めています。

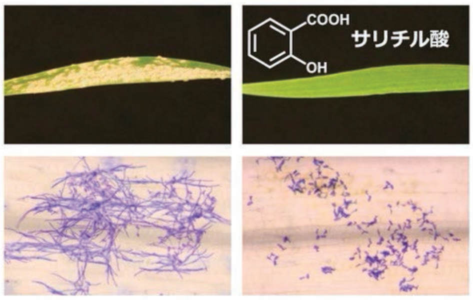


アブシシン酸

◆病害応答の分子機構解明とその応用◆

野外で生育する植物は絶えず様々な病害を引き起こす菌やウイルスと接しています。植物の免疫応答に関わる植物ホルモンの作用を理解し、病害抵抗性を向上させた作物の分子育種を目指して研究を進めています。

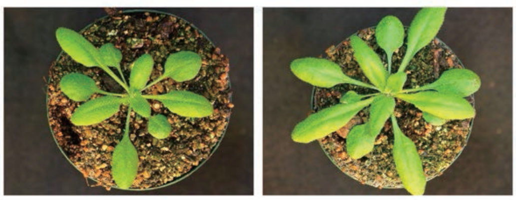
うどんこ病菌感染実験



コントロール　トランスジェニック

◆光合成や成長促進に関わる遺伝子解析◆

植物の成長制御に関わる遺伝子の中には、遺伝子を破壊することで成長が促進されるものがあります。成長の促進は光合成能力の向上を意味しています。モデル植物でその分子機構を明らかにして、最終的に実用作物に展開することを目指しています。



野生株　遺伝子破壊株

化学生物学研究室

萩原　伸也
Shinya HAGIHARA
客員教授
博士（工学）

連絡先　（理化学研究所）
https://csrs.riken.jp/jp/labs/mbrt/index.html
Ｔｅｌ：048 467 9772
ＦＡＸ：048 462 1318
E-mail：hagi@riken.jp

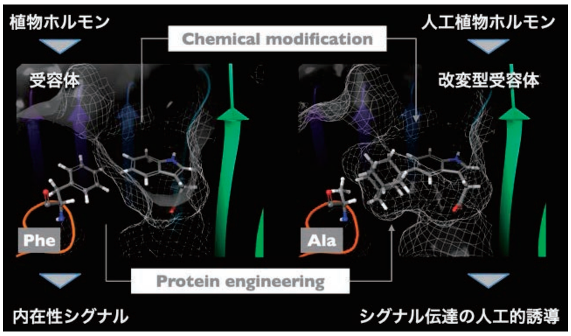
◆研究概要

食糧生産量の増加は、社会を持続させる上で重要な課題ですが、気候変動など様々な要因がその実現を妨げています。我々は、この課題の解決に化学と生物学の両面から挑んでいます。論理的な分子設計や化合物ライブラリーからの探索により、植物の生理機能を制御する新たな分子を創生し、こうした分子を用いて、安定的な食糧生産の鍵となる遺伝子や、最適な植物の成長制御法を解明します。このような分野横断型の研究を進めることで、既存の手法では見つからなかった解決の糸口を探るとともに、新たな研究分野の開拓を目指しています。

◆研究内容

植物ホルモンシグナルの精密制御

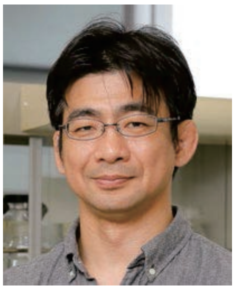
植物は、周囲の状況を感知し、その情報を植物体の各所へ伝達することで、環境の変化に適応します。この情報伝達において、感知した情報を植物全体に伝えるシグナル分子として働くのが植物ホルモンです。これまでに、様々な植物ホルモンが発見されてきましたが、これらの植物ホルモンが植物体内で働く仕組みを詳細に解析するのは困難であり、未解明な部分が多く残されています。この課題を解決するため、我々は Bump-Hole 法（凸凹法）を用いて植物ホルモンの作用を制御する新技術を開発しました。凸凹法とは、変異を導入して受容体の構造を改変し、この改変型受容体へ選択的に結合する人工植物ホルモンを設計することで、天然の仕組みとは独立してシグナル伝達のスイッチを ON にする手法です。この方法を用いて、植物ホルモンの働きを明らかにするとともに、効率的な農業技術の開発につなげます。



植物の生理機能を制御する化合物の探索

植物病原生物や地球温暖化など、農業の抱える問題は様々です。こうした問題を解決するため、植物を改変する方法が盛んに研究されていますが、時間や効率など改善すべき点が未だ多く残されています。我々は、植物の生理機能を人工的に制御する化合物を開発することでこの課題に挑みます。これまでに、有害植物の発芽を抑える分子、植物の遺伝子組換えやゲノム編集を効率化する分子、数年かかる植物の花芽形成をわずか数ヶ月で誘導する分子などの開発に成功しています。これらの化合物は、現在の課題を解決するとともに、今後の植物研究を加速する力をもっており、地球社会の持続可能性を高めることが期待されます。

深海生命電気化学研究室



山本　正浩
Masahiro YAMAMOTO

客員准教授
博士（農学）

連絡先（海洋研究開発機構）
https://www.jamstec.go.jp/sugar/j/members/personal/MasahiroYamamoto.html
TEL　:046-867-9710
E-mail:myama@jamstec.go.jp

◆研究概要

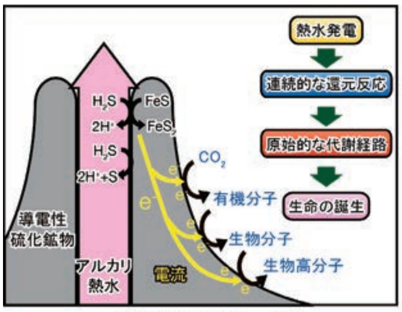
電気化学的な手法を用いることで、深海における海洋–地球–生命の相互作用を明らかにすることを目指しています。「電気による生命の起源と進化」「電気を食べる生態系」「電気化学を用いた熱水利用」などのテーマに取り組んでいます。

◆研究内容

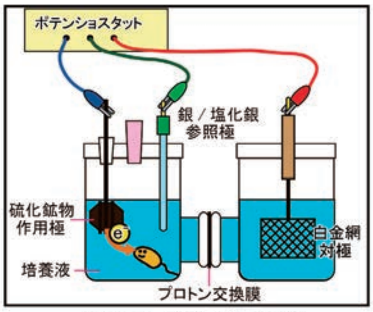
海洋–地球–生命の相互作用を明らかにすることは、人類共通の願いでもある壮大なテーマです。そのための有効な手法の一つとして、「電子の流れを追跡する」ことが挙げられ、電気化学がまさにこれに相当します。

深海熱水噴出域における特殊な環境条件は大きな電子の流れを作り出しており、「天然の発電所」のような機能を備えていることが明らかになりました。私たちは独自に開発した深海電気化学の技術を駆使して、深海熱水域での発電現象にまつわる研究を行っています。主な研究テーマは以下の通りです。

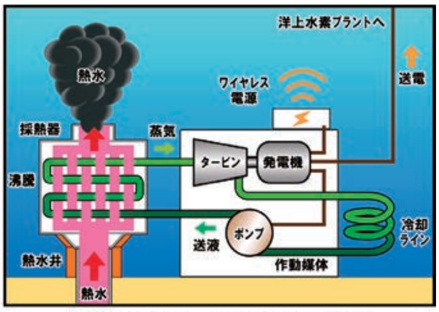
【電気による生命の起源と進化】深海熱水域の発電現象によって原始生命が誕生・進化したとする「電気化学進化説」を検証する。
【電気で維持される生態系】深海熱水域に生息する「電気で増える微生物」について詳細な分子メカニズムや生態学的地位を調査する。
【熱水の有効活用】深海熱水を活用する技術の開発を目指す。深海熱水バイナリー発電技術の実証試験を行う。



電気化学進化モデル



電気食い微生物の培養



深海バイナリー発電技術の開発

深海バイオリソース研究室

布浦　拓郎
Takuro NUNOURA
客員教授
博士（農学）

連絡先（海洋研究開発機構）
http://www.jamstec.go.jp/cebn/j/member/nunoura_takuro.html
TEL:046-867-9707
FAX:046-867-9715
E-mail:takuron@jamstec.go.jp

◆研究概要

海洋表層から海底下に至る様々な海洋環境における微生物活動と物質循環の関係を、培養、オミックス解析等を駆使して明らかにする。その他、これらの環境に生息する微生物からの新規代謝経路探索や、微生物・ウイルスを対象とするオミックス解析技術の開発を行う。

◆研究内容

海洋には、日光のあたる海洋表層から、暗黒の深海、深海熱水噴出孔、そして海底下の世界と非常に多様な環境が存在します。それらの環境や生態系は微生物と環境の相互作用によって形作られ、更に、ウイルスの活動も密接に関係します。このような環境と微生物の相互作用、物質循環における微生物生態系の役割、そして、その微生物の生理・代謝を明らかにする為、微生物培養は勿論、多様な分子生態学的手法・オミックス解析を用いて研究を進めています。また、特に未培養系統群微生物の機能を探求し、更にその利活用を進めるための環境ゲノム研究を行っています。

車 兪澈研究室

車　兪澈
Yutetsu KURUMA

客員准教授
博士(生命科学)

連絡先（海洋研究開発機構）
https://members.elsi.jp/%7Ekuruma/reserch.html
TEL：046-867-9705
FAX：046-867-9025
E-mail：ykuruma@jamstec.go.jp

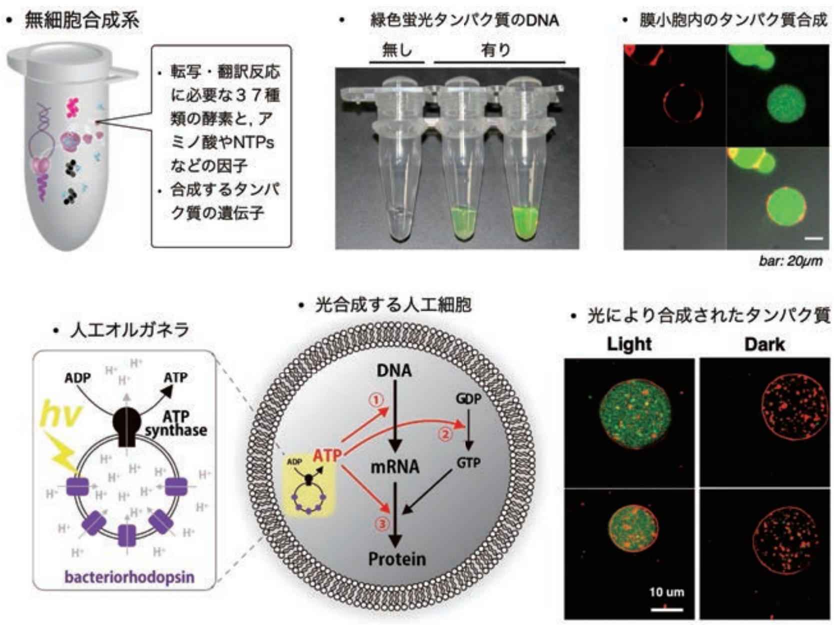
◆研究概要

分子や遺伝子などの無生物を組み合わせて生物を作り出す人工細胞研究を行なっています。エネルギー生産や自己複製など、細胞が生きるために必要な機能を試験管内で再構築することで、地球上の生命がどのように誕生したのかを考えます。また、人工細胞技術を応用した、創薬支援技術の開発も行なっています。

◆研究内容

試験管の内でDNAの持つ遺伝子配列情報からタンパク質を合成する無細胞タンパク質合成系(無細胞合成系）を使った研究をしています。この無細胞合成系に人工的に形成した脂質膜を加えることで、膜タンパク質を合成することができます。また、細胞に近いサイズ（直径5-30μm）の脂質膜小胞の内で無細胞合成系を反応させることで、生きた細胞と同じ時空間でタンパク質を合成することが可能です。さらに、ここに葉緑体のように光からエネルギーを生産できる人工オルガネラを一緒に封入することで、光からエネルギー（ATP）を生産しタンパク質を合成する人工細胞の構築も可能です。このような技術によって、人工細胞を本当に生きた細胞に創り上げることが研究の目的です。これにより、どのような機能と遺伝子があれば生命現象が創発するのかを考え、無生物と生物の境界を探っています。

また、創薬研究や医科学研究に利用可能な、膜タンパク質合成・機能評価システムを無細胞合成系や脂質膜操作の技術をベースにして構築しています。



深海中・深層生物多様性研究室

ﾄﾞｩｰｸﾞﾙ・ﾘﾝｽﾞｨｰ
Dhugal Lindsay
客員教授 Ph.D

連絡先（海洋研究開発機構）
TEL/FAX:046-867-9563
E-mail :dhugal@jamstec.go.jp

◆研究概要

従来の分類学・生物学を大切にしつつ、最新テクノロジーを開発・応用して、深海中・深層の生態系、生物種多様性とその共存機構を明らかにする。

◆研究内容

プランクトンネットやロボット搭載型水中カメラなどによる実際の深海生物の調査を行なっています。主な研究対象はゼラチン質生物（例えば刺胞動物門クラゲ及び有櫛動物門クシクラゲ）ですが、他の海洋性動物プランクトンの多様性に関連する研究でも対応できます。深海魚を研究している学生もいます。

深海調査用のカメラ開発などもやっていますが、最近では特に深海生物の調査に役立つ人工知能 AI システムを開発しようとしています。参考にいくつか考えられる研究テーマを下に記す。

【研究テーマ】

・クラゲ類分類学

新種をどんどん見つけて、科学論文で記載・発表しよう。描画が得意な、歴史が好きな人に特にお勧め。最新テクノロジーの DNA バーコーディングや画像解析も行う。画像だけでそのクラゲを判別できるように人工知能を育てる。

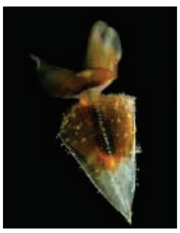
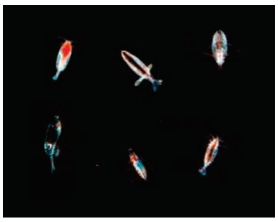
・クラゲ類のニッチ分化解明及び多種共存メカニズム解明

クラゲの行動、移動・分布、食う～食われる、生活史といった課題を解明してゆき、深海に何故沢山の種類のクラゲが共存できるかを解明しませんか。DNA バーコーディングを用いてクラゲを食べている深海生物を見つけたり、クラゲの行動と形態でクラゲが食べられそうなプランクトンを画像解析で推定したり、プランクトンネットのサンプルや現場の画像で昼夜の鉛直分布を調べたりする。

・地球温暖化でプランクトンはどう変わるか

無人探査機で記録されたクラゲの分布データと環境要因（深度、水温、塩分濃度等）をもとに、生態ニッチモデリングを行い、ハビタットマッピングを実施し、地球環境変動で環境が変わるとクラゲの分布がどう変化するかを研究します。



環境微生物学・分子毒性学研究室

ﾛﾊﾞｰﾄ･ｶﾅﾘｰ
Robert Kanaly
教授　Ph.D

連絡先
TEL/FAX:045-787-2220
E-mail :kanaly@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

環境汚染物質分解微生物の単離とＤＮＡダメージの網羅解析

◆研究内容

環境汚染やエネルギー問題の解決に、微生物を用いた環境修復（バイオレメディエーション）が期待されています。私の研究室では石油や多環炭素化合物（PAH）を分解する有用微生物を発見し、その応用を研究しています。今日、さまざまな高機能性材料が作り出されていますが、生物のゲノム遺伝子にどう影響するかの研究は未開拓です。しかしバイオテクノロジーとナノテクノロジーとを融合するためには大切な研究です。私の研究グループは、化学物質が細胞に取り込まれ遺伝子にダメージを与えることを発見しました。質量分析を用いてこれを網羅的に分析するアダクトーム解析法の確立と改良を行い、生命に対する毒物影響の評価方法を確立しようと試みています。

微生物生態学研究室

守　次朗
Jiro MORI
准教授
Dr.rer.nat.
(Ph.D.)

連絡先

https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~envmicro/mori/

TEL：045-787-2336
E-mail：morij@yokohama-cu.ac.jp

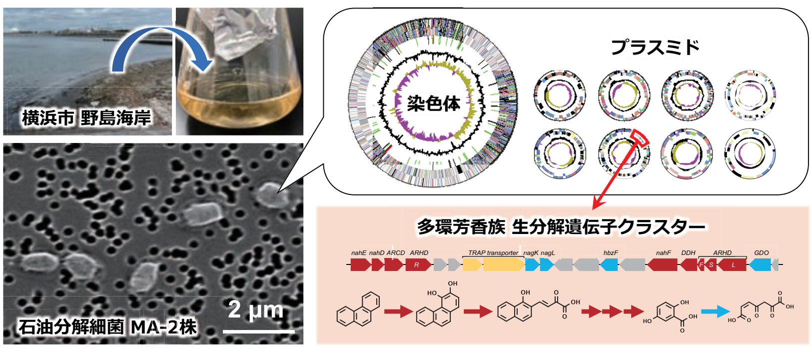
◆研究概要

私たちの身の周りの環境には、人類がまだ知らないユニークな能力をもつ微生物が数多く生息しています。そうした微生物を探索し、ゲノム解析を中心とした調査を通じて、新規の微生物やその機能を発見するとともに、生態系におけるそれらの役割について探究します。

◆研究内容

自然界では膨大な種類の微生物が常に「群集」として振る舞い、汚染などの環境変化に応じて群集の組成をがらりと変えて適応していると考えられます。こうした微生物たちのはたらきは、地球全体の物質循環に大きく寄与し、地球環境･生態系を維持する重要な役割を果たしています。

石油・プラスチック・医薬品などの複雑な構造をもつ環境汚染物質に曝露された環境では、これらの物質を分解する特殊な酵素をもつことで分解を先導する一部の微生物（パイオニア微生物）を中心とした微生物生態系が構築されると予想されます。汚染物質を分解するキープレーヤーと特定された微生物種のゲノム情報を解読、あるいは複数種の微生物群集のゲノム（メタゲノム）を解析することで、環境を修復するポテンシャルをもつ微生物の機能について明らかにします。これらを通して、①新規の有用微生物の発見、②汚染環境の浄化に向けた微生物利用法の開発、③環境中に流出した汚染物質の環境運命の理解 などにつながることが期待されます。



図：
横浜市沿岸から発見された石油分解海洋細菌 MA-2 株がプラスミド上に保有する新規の多環芳香族炭化水素生分解遺伝子クラスター
(Abe *et al.*, 2024)

【近年の主な研究成果】

・Abe M, Sakai M, Kanaly RA, and Mori JF. ***Microbiology Spectrum*** 13, e01074-24 (2024)

・Tsushima S, Nishi Y, Suzuki R, Tachibana M, Kanaly RA, and Mori JF.
Microbes and Environments 39(2), ME23102 (2024)

・Kayama G, Kanaly RA, and Mori JF. ***Microbiology Spectrum*** 10, e03149-22 (2022)

生体分子機能制御学研究室

東　昌市
Shouichi HIGASHI
教授　博士(理学)

佐藤　拓輝
Hiroki SATO
講師　博士(理学)

連絡先
https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~lifeenv/index.php?id=24
Ｔｅｌ：045-787-2380/045-787-2134
ＦＡＸ：045-787-2413
E-mail：shigashi@yokohama-cu.ac.jp
sato.hir.ch@yokohama-cu.ac.jp

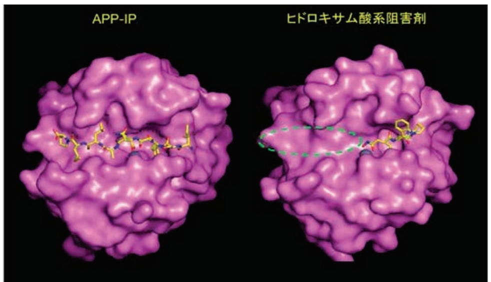
◆研究概要

がん細胞が分泌するタンパク質分解酵素（プロテアーゼ）の活性調節機構の解明、およびその作用機序を応用したがん抗転移剤の開発を目標に研究を行っている。

◆研究内容

悪性のがん細胞はコラーゲン等の細胞外マトリックスタンパク質を基質とするタンパク質分解酵素（マトリックスメタロプロテアーゼ，MMPs）を高発現しており、これらの酵素ががんの浸潤・転移を支えると考えられている。当研究室ではこれらプロテアーゼの活性調節機構の解明、およびその作用機序を応用したがん抗転移剤開発を目標に研究を行っている。

近年の展開としては、アルツハイマー病の原因タンパク質として知られるアミロイド前駆体タンパク質（APP）の分子内に存在する10アミノ酸残基からなるペプチド領域（APP-IPと命名）がMMP-2インヒビターを形成することを明らかにした。APP-IPは従来開発されてきた合成MMPs阻害剤や生体内インヒビタータンパク質であるTIMPsとは異なり､MMP-2に対し高い選択性を示した。そこで、選択的相互作用に関わる酵素側およびインヒビター側の構造をアミノ酸残基レベルで明らかにした結果、APP-IPは従来のインヒビターとは全く異なる様式でMMP-2と相互作用することが示唆された。さらに、鶴見キャンパスとの共同研究により、MMP-2とAPP-IPとの複合体の結晶化に成功し、これら２分子間の相互作用を詳細について原子レベルで明らかにした（左図）。また、この阻害様式から発想して APP-IP とある生体内タンパク質を融合させたところ、MMP-2 に対する選択性と親和性が著しく上昇することを見出した（2014年5月米国で特許成立）。この融合タンパク質はがん抗転移剤としての開発が有望であるため、現在その有効性について調べている。



APP-IPとヒドロキサム酸系阻害剤とのMMP結合様式の比較
従来開発されてきたヒドロキサム酸系阻害剤とMMPとの相互作用（右）では点線で囲んだ部分が分子認識に利用されていないため選択性が低いと予想された。

一方、大腸がん等で高発現しているMMP-7は細胞外マトリックスタンパク質の分解だけでなく、種々の受容体タンパク質などの細胞表層タンパク質を切断しつつ、がんの悪性度を高めるという知見が得られて来ている。当研究室では、MMP-7ががん細胞表層のコレステロール硫酸（CS）に結合することを明らかにし、CSを介してMMP-7ががん細胞の細胞膜に結合すると、細胞膜タンパク質の切断が促進され、がん細胞の転移能が顕著に増強されることを見出した。現在、MMP-7によるがん細胞の転移能増強機構の解明を試みるとともに、この機構をベースとしたがん転移抑制法を模索している。

また、腫瘍生物学研究の一環として、がんの転移先臓器を対象とした微小環境の病態生理解析およびがん化学療法に伴う副作用の予防・治療法開発にも取り組んでいる。

藤井道彦研究室

藤井　道彦
Michihiko FUJII
教授
博士（農学）

連絡先
https://antiage.sci.yokohama-cu.ac.jp/
TEL/FAX:045-787-8914
E-mail :mifuji@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

老化の分子メカニズムの解明に取り組んでいます。また、人々の健康長寿に役立つ機能性物質の探索を行っています。研究には、酵母、線虫、ヒト培養細胞などの様々な生物を用います。これらの研究は、人々の健康長寿の実現に貢献します。

◆研究内容

老化は私たちにとって避けられない過程です。しかし、近年の研究により、その過程には様々な遺伝子が関与し、それらの遺伝子を調節することで老化を早めたり、遅くしたりできることが明らかになってきました。

私たちの研究室では、大きく分けて、①老化の分子メカニズムの解明、および、②人々の健康長寿に有用な機能性物質の探索、の二つの研究を行っています。私たちは、これらの研究を通じて、人々の健康長寿の実現に貢献することを目標としています。

①　老化の分子メカニズムの解明

ヒト正常体細胞をシャーレ上で培養し続けると、最後には分裂能力を失い、分裂を停止します。細胞は死んでしまったわけではなく生きているのですが、分裂することはありません。この現象は細胞老化と呼ばれ、細胞老化は、DNA ダメージや活性酸素などの種々の環境ストレスによって誘導されることが分かっています。また、老化した細胞は個体においても観察され、個体の老化に重要な影響を与えることから、大きな関心を集めています。私たちは、細胞老化には、細胞内のホメオスタシスの破綻およびクロマチンの構造変化が関与すると考えています。これらの異常が細胞老化にどのように関与するのかを調べ、細胞老化を誘導するメカニズムを明らかにします。これらの研究から、人々の健康長寿の実現に有用な基盤情報を得ることを目標にしています。

②　有用機能性物質の探索

人々の健康長寿に役立つ機能性物質の探索をしています。機能性物質は、インド地方の伝統医学であるアーユルヴェーダで使用される有用植物（薬草）から探索します。薬草は人類の長年の経験に基づき選抜されてきたわけですから、これらの薬草には人々の病気の予防や治療に有効な物質が含まれることが期待されます。しかし、薬草に含まれる有用物質やその作用メカニズムは、ほとんど解明されていません。私たちは、これらの薬草から人々の健康長寿に有用な物質を探索し、物質の構造を同定し、その作用メカニズムを明らかにします。創薬や機能性食品への応用を目標にしています。

内分泌学研究室

佐藤　友美
Tomomi SATO
教授　博士（理学）

中島　忠章
Tadaaki NAKAJIMA
助教　博士（理学）

連絡先

https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~lifeenv/index.php?id=18

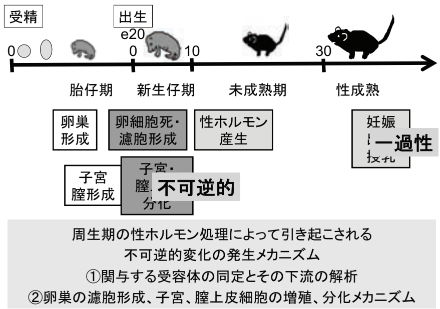
TEL: 045-787-2394/045-787-2271

E-mail : tomomi@yokohama-cu.ac.jp

nakajima.tad.uu@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

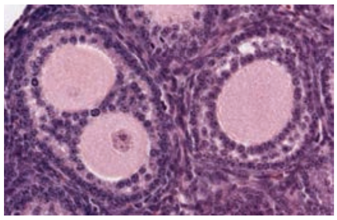
女性ホルモンは、動物の生殖に必須のホルモンです。このホルモンは、成熟動物に対しては一時的な効果を示しますが、胎仔期〜新生仔期の動物に対しては不可逆的な影響を及ぼします。たとえば、出生直後のマウスに女性ホルモンを投与すると、卵巣では多卵性卵胞の誘導、膣では上皮細胞の恒常的な増殖などが生じます（右図）。私たちは、出生直後のマウス生殖器官に対する女性ホルモンや環境ホルモンの作用メカニズムについて、およびこれら生殖腺附属器官の正常な発生・分化過程について、遺伝子改変マウスや株化細胞を用いて研究しています。



◆研究内容

・出生直後の合成エストロゲン投与による多卵性濾胞の誘導メカニズム

通常、１つの濾胞内には１つの卵細胞が含まれますが、出生直後に合成エストロゲンを投与されたマウスでは、複数の卵細胞を含む多卵濾胞が発生します（写真）。私たちは、ベータ型エストロゲン受容体を介して多卵濾胞が生じることを明らかにしました。現在は下流遺伝子群やシグナル経路の探索を行っています(1)-(3)。



・卵巣の卵胞形成、子宮、膣上皮細胞の分化機構

マウスの子宮と膣は一つのミュラー管から分化するにも関わらず、その形態、機能に大きな違いがあります。子宮間質の運命決定にレチノイン酸が重要であることを見いだしました(4)-(5)。

・女性不妊モデルマウスの作製および男性ホルモン過剰産生のメカニズム

不妊の原因としてよく挙げられる「多嚢胞性卵巣症候群(PCOS)」のモデルマウスを作製し、卵巣における男性ホルモン過剰産生や、シスト状の卵胞が形成されるメカニズムを調べています(6)。

・子宮の立体構造を模倣した三次元培養系の構築と、子宮腺形成機構の解明

細胞をシャーレ上で培養しても、生体内のような複雑な立体構造を形成しません。子宮上皮には特有の陥入構造である子宮腺があり、着床に必須です。バイオエンジニアリング手法を用いて、子宮の管状構造を三次元的に模倣した培養系を構築し、子宮腺形成の誘導を試みています。

発表論文

(1) Kim *et al*., Biol Reprod 81: 1002-1009, 2009. (2) Kirigaya *et al*., Zool Sci 26: 704-712, 2009.
(3) Terauchi *et al*., Cell Tissue Res 381: 555-567, 2020. (4) Nakajima *et al*., PNAS 113: 14354-14359, 2016.
(5) Nakajima *et al*., Reprod Tox 86: 56-61, 2019. (6) Kakuta *et al*., In Vivo 32: 1387-1401, 2018. など

再生発生学研究室

内山　英穂
Hideho UCHIYAMA
教授　博士（理学）

連絡先
www-user.yokohama-cu.ac.jp/~lifeenv/index.php?id=10
TEL：045-787-2308
E-mail：hideho@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

細胞分化に重要な転写因子（T-box、ホメオボックス、bHLH などのクラス）に注目しながら、誘導物質（アクチビン、BMP、FGF、Wnt、Shh、RA など）やそのアゴニストおよび阻害剤を添加することにより細胞分化を誘導し、*in vitro* で器官形成させる手法を研究します。材料はマウス ES 細胞とアフリカツメガエルという脊椎動物の代表的なモデル系です。

◆研究内容

カエル胚における細胞分化の機構解明

アフリカツメガエルの細胞分化に重要な T-box およびホメオボックス転写因子を CRISPR/Cas によりノックアウトして発生を解析します。分節、筋形成、脊椎骨形成や神経分化などが主な解析対象です。遺伝子をノックアウトしたときなぜその形質が生ずるかを考えます。ノックアウトした遺伝子の塩基配列の変化を調べ、フレームシフトが起きているかどうかをチェックしながらノックアウト率の高さとどの発生異常の相関が高いかを調べてゆきます。また、胚の睡眠覚醒リズムや、幼生の摂食に関わる分泌性因子についても研究しています。

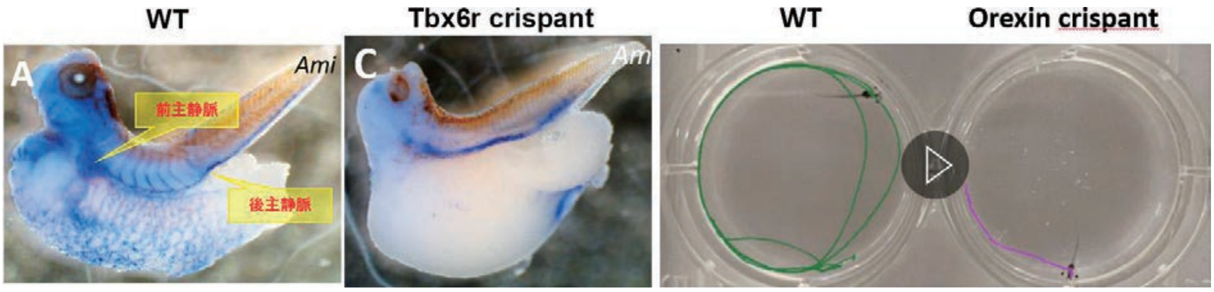


図 1　Tbx6r ノックアウトによる血管形成異常（左）と Orexin ノックアウトによる運動量低下（右）

マウスの ES 細胞から胚に似た構造の形成へ

マウス ES 細胞をさまざまな条件で培養し、サイトカインやそのアゴニストまたは阻害剤を加えることにより、胚発生で生ずる組織と似た細胞分化を誘導し、骨格筋、血球、血管、生殖器官などの各種組織の分化条件を最適化します。分化させたあとは免疫組織化学、RT-PCR または in situ hybridization により分化形質が現れているかどうかをチェックします。そのうえで、シャーレ上に胚と似た 3 次元的な構造ができることを目標として研究を進めています。

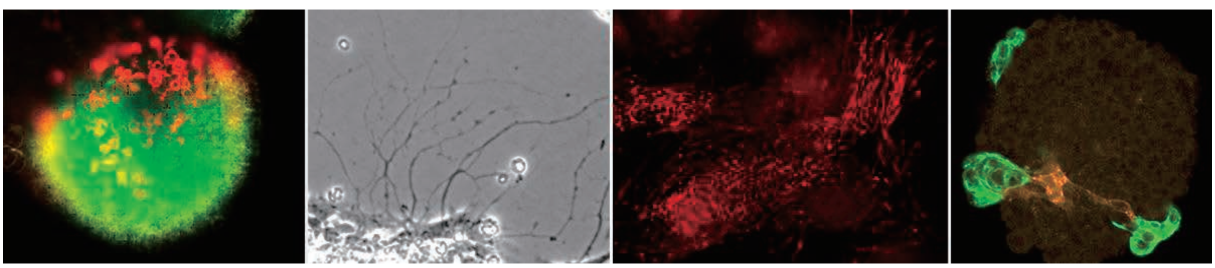


図 2　左から順に、ES 細胞から分化させた始原生殖細胞、神経突起、骨格筋、心筋と血管

再生生物学研究室

小島　伸彦
Nobuhiko KOJIMA
教授　博士（理学）

連絡先
TEL　:045-787-2214
FAX　:045-787-2413
E-mail:nobuhiko@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要　私たちの研究テーマは「臓器の構造や機能をデザインする」というものです。再生医療のゴールは、正常な臓器をつくって体を健康な状態にすることです。私たちはその考え方を拡張し、疾患状態を再現した臓器や創薬支援に適した臓器の作製に取り組んでいます。また、新しい治療法につながる臓器デザインの開発にも挑戦しています。発生生物学や幹細胞生物学の知識だけでなく、産業的なものづくりのノウハウを組み合わせることを重視しています。

◆研究内容

付加価値の高いミニチュア臓器の開発：私たちの研究室は、複数種類の細胞や細胞以外の粒状物質、コラーゲンなどといった細胞外マトリックスなどの高分子を集積して、スフェロイド（オルガノイド）と呼ばれるボール状のミニチュア臓器を作製する技術を有しています。疾患の進行に伴って増加する細胞外マトリックスを意図的に添加すると、疾患モデル臓器となります（図１）。光学顕微鏡による内部観察に適したミニチュア臓器は、画像解析によるハイスループットな薬物毒性評価を実現しています（図２）。これまで、肝臓や膵島、骨髄、精巣、脳、皮膚について、３次元培養ミニチュア臓器を開発してきました。

液体肝臓の開発：肝臓の中の一つの代謝酵素が欠損すると、先天性代謝異常症となります。代表的な疾患としてフェニルケトン尿症（PKU）があります。PKU では血中フェニルアラニン濃度の上昇が病態の原因となります。私たちは、欠損しているフェニルアラニン代謝酵素を赤血球に充填し（図３）、これを輸血して血液中で肝臓機能の一部を発揮させる治療法を開発しています。固形臓器である肝臓を液状にして輸血するイメージのため、“液体肝臓”と呼んでいます。

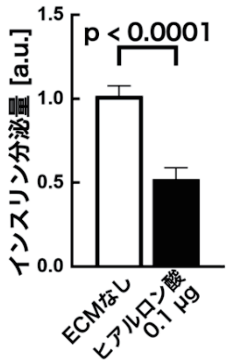


図１：正常マウス膵島組織を酵素処理して細胞を分散し、再度ボール状に組織化させた。その際、１型糖尿病初期の膵島に蓄積するヒアルロン酸を添加しておくと、インスリン分泌活性が低下した。疾患の一部を再現していると考えられた。

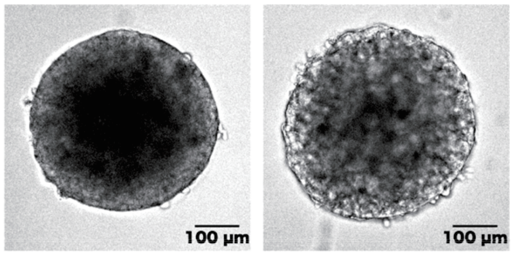


図２：右は光の透過性が高いハイドロゲルビーズを混ぜ込んだミニチュア臓器。培養しながら、内部を光学顕微鏡で観察でき、画像解析が可能。

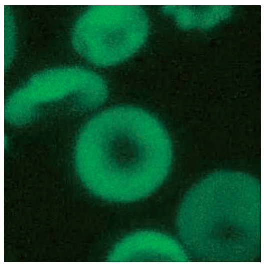


図３：低張液を使って赤血球に小さな穴を開け、外来分子を充填する。ここではデモとして、緑色の蛍光分子を充填して、赤血球を蛍光緑血球とした。

Recent publications

1. Hanaoka, K., Ikeno, T., Iwaki, S., Deguchi, S., Takayama, K., Mizuguchi, H., Tao, F., Kojima, N., Ohno, H., Sasaki, E., Komatsu, T., Ueno, T., Maeda, K., Kusuhara, H., and Urano, Y. A general fluorescence off/on strategy for fluorogenic probes: Steric repulsion-induced twisted intramolecular charge transfer (sr-TICT). *Sci. Adv.*, 10, eadi8847 (2024).
2. Tao, F., Hanada, S., Matsushima, K., Arakawa, H., Ishida, N., Kato, Y., Okimura, S., Watanabe, T., and Kojima, N. Enhancement and maintenance of hepatic metabolic functions by controlling 3D aggregation of cryopreserved human iPS cell-derived hepatocyte-like cells. *J. Biosci. Bioeng.*, 135, 134-142 (2023).

分子生物学研究室

足立　典隆
Noritaka ADACHI
教授　博士(薬学)

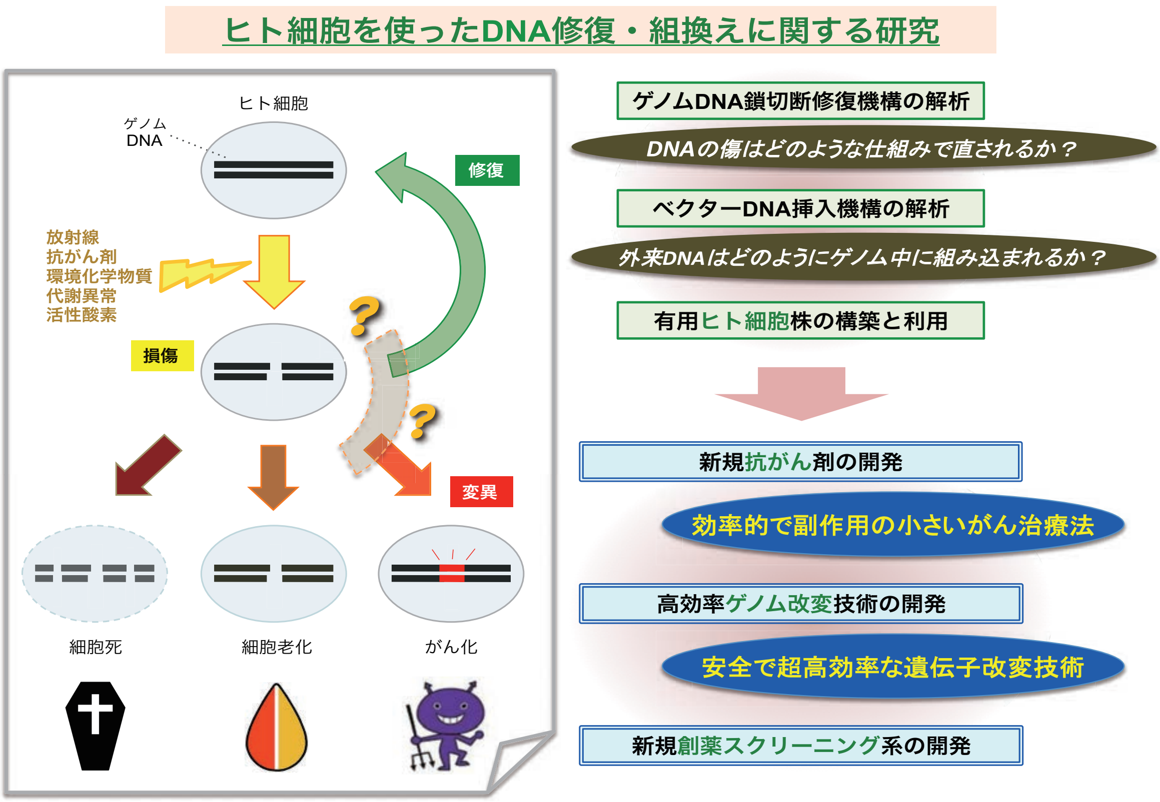
連絡先
http://dnar.sci.yokohama-cu.ac.jp/
Ｔｅｌ／ＦＡＸ：０４５－７８７－２２２８
Ｅ－ｍａｉｌ：nadachi@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

１．ヒト細胞における DNA 損傷修復機構の解析
２．革新的がん診断・治療戦略の開発
３．高効率ゲノム改変技術の開発と応用

◆研究内容

http://dnar.sci.yokohama-cu.ac.jp



■Selected Publications

1. Characterization and regulation of cell cycle-independent noncanonical gene targeting. ***Nature Commun.*** 15:5044, 2024.
2. Arsenic affects homologous recombination and single-strand annealing but not end-joining pathways during DNA double-strand break repair. ***FEBS J.*** 290, 5313-5321, 2023.
3. Complex genetic interactions between DNA polymerase β and the NHEJ ligase. ***FEBS J.*** 287, 377-385, 2020.
4. Dual loss of human *POLQ* and *LIG4* abolishes random integration. ***Nature Commun***. 8:16112, 2017.
5. Non-homologous DNA end joining and alternative pathways to double-strand break repair. ***Nature Reviews Mol. Cell Biol.*** 18:495-506, 2017.
6. Mechanistic basis for increased human gene targeting by promoterless vectors: roles of homology arms and Rad54 paralogs. ***FEBS J.*** 284, 2748-2763, 2017.

植物発生生理学研究室

塩田　肇
Hajime SHIOTA
准教授
博士（理学）

連絡先

https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~lifeenv/index.php?id=20
TEL:045-787-2318
FAX:045-787-2318
E-mail:hshiota@yokohama-cu.ac.jp

◆研究概要

植物の発生過程では、形の変化だけでなく生理状態の変化も重要です。この生理的な発生について、ニンジンやミツバの体細胞不定胚を材料に研究しています。体細胞不定胚は、分化した体細胞から受精を経ずに胚が発生する現象で、分化全能性の直接的な証拠です。体細胞から胚発生に切り替わるメカニズムや胚発生能力が維持されるメカニズムについて研究しています。また、海に近いキャンパスの利点を活かし、海生種子植物(海草)について種子の休眠と発芽、光応答の生理メカニズムの研究をしています。このようなユニークな植物材料を対象に、モデル植物で明らかになった知見も活用しながら研究を進めています。

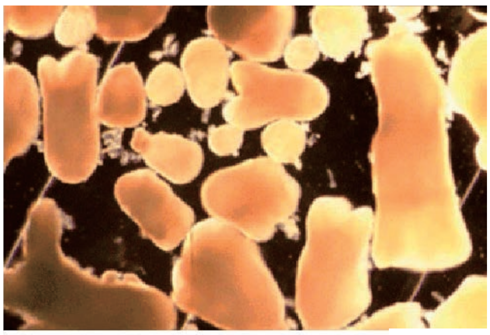
◆研究内容

（１）体細胞不定胚発生の生理メカニズム

植物では、葉や根に分化した細胞が植物ホルモンや環境ストレスにさらされると未分化状態に戻り、そこから胚発生(体細胞不定胚発生)する現象が知られています。どのようにして胚発生能力を獲得するのか、どのようにして胚発生能力が維持されるのか、を解明するため、セリ科植物(ニンジンとミツバ)の組織培養技術を駆使して研究を進めています。現在は、不定胚発生する組織での細胞形態や、胚発生関連遺伝子の発現について解析しています。また、不定胚発生への植物ホルモンの関与についても研究しています。

（２）海草（うみくさ）の種子休眠と発芽の生理メカニズム

海水中で生育する海草は、塩分や低酸素に耐えるために特殊な生理メカニズムをもつと考えられます。代表的な海草であるアマモを材料に、海水中での種子の休眠と発芽、幼植物体の光への応答などの生理メカニズムについて研究しています。特に、休眠と発芽に関与する遺伝子について、発現解析や遺伝子組換えによる解析を進めています。アマモの高いストレス耐性を作物に応用することも視野に入れています。また、アマモは海の生態系において重要な存在です。研究に関連して、海での環境調査や環境保全にも取り組んでいます。



ニンジン体細胞不定胚

アマモ種子の採取(走水，横須賀市)

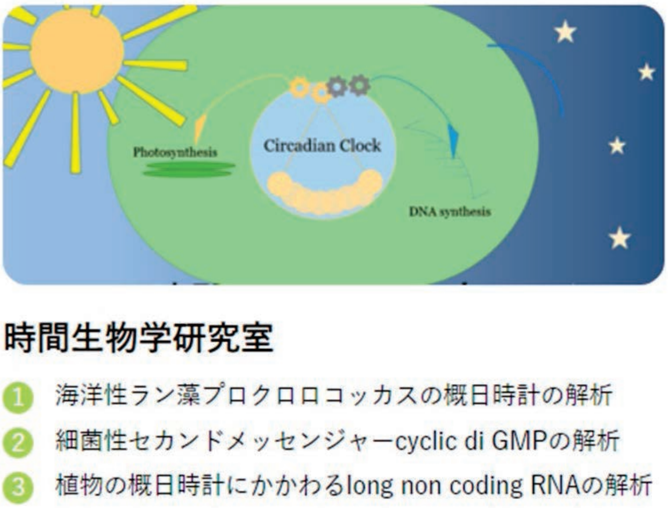
植物ゲノム生理学研究室（時間生物学研究室）

沓名　伸介
Shinsuke KUTSUNA
准教授
博士（理学）

連絡先
https://rhythms.sci.yokohama-cu.ac.jp
https://www-user.yokohama-cu.ac.jp/~lifeenv/index.php?id=14
TEL/FAX:045-787-2401
E-mail :kutsuna@yokohama-cu.ac.jp

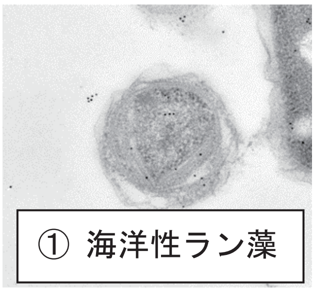
◆研究概要

細胞内の約 24 時間周期の振動体（概日時計）について、分子遺伝学、生化学的手法で研究します。生き物としては主に、藍藻（シアノバクテリア）と高等植物シロイヌナズナを使います。



◆研究内容

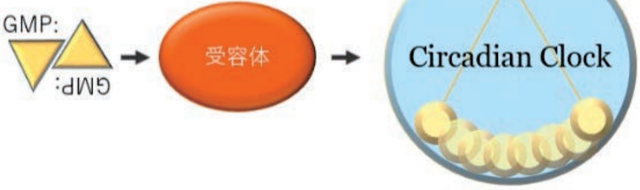
①微生物が環境に適応するうえで、ゲノムの遺伝子は増えたり減ったりしています。概日時計遺伝子群もその一つです。*kaiA*, *kaiB*, *kaiC* が有名です、ところが海洋性藍藻プロクロロコッカスには *kaiA* がありません。その理由は 20 年来の謎のままです。この *kaiB*, *kaiC* の機能を生理、生化学的に調べています。



① 海洋性ラン藻

②細菌特有のセカンドメッセンジャーが概日時計にどのようにして作用しているかを質量分析装置や生物発光測定装置で研究しています。

②Cyclic di-GMP の作用



③植物の種や品種に特異的な開花時刻は、リンネの花時計として知られています。また、イネやアブラナの育種の分野でもその遺伝的調節が試みられています。私たちの研究室で、シロイヌナズナの花時計の時刻調節に概日時計が関与していることを見出しました。現在私たちは代表的概日時計突然変異体や、光受容体突然変異体の開花時刻を調べています。また、新規の花時計遺伝子のマッピングを行い原因遺伝子が特定することができています。今後、この分子がどのように花の時計を調節しているのかが研究の中心となります。

③花の運動

■連携大学院・附置研究所

物質システム科学専攻

連携大学院 **物質・材料研究機構（NIMS）** つくば市

物質・材料を扱う研究所としては国内最大級を誇っている文部科学省所管の研究機関です。金属・セラミックスなどの無機材料から、バイオ、高分子などの有機材料まで、幅広い分野の研究について、ナノテクノロジーを活用して取り組んでいます。強磁場施設、超高圧電子顕微鏡など、最先端の実験装置を数多く取り揃え、充実した実験環境を有しています。

連携大学院 **ＮＴＴ物性科学基礎研究所** 厚木市

日本電信電話株式会社（NTT）の研究機関の一つです。ネットワーク、情報処理技術における処理能力、セキュリティーの壁を越える新原理・新コンセプトの創出、イノベーションに繋がる基礎技術開拓をミッションとしています。代表的な研究分野は、半導体電子物性、量子工学、微細加工技術、新材料（半導体、カーボンナノ材料等）、バイオサイエンスです。

生命環境システム科学専攻

連携大学院 **理化学研究所** 横浜市

環境資源科学研究センターでは、最先端ゲノム科学研究分野の研究技術を駆使して、植物の量的あるいは質的な生産性向上に関わる生理機能の探索と遺伝子の機能解明を進めています。

連携大学院 **海洋研究開発機構（JAMSTEC）** 横須賀市

深海潜水艇「しんかい6500」などを駆使し、極限環境に生きる生物の適応や、有用物質を作る微生物の探索を研究する世界的拠点です。

連携大学院 **農業・食品産業技術総合研究機構（NARO）** つくば市

農業の生産性の飛躍的向上や農産物の新たな需要の創出を目指し、バイオテクノロジーを中心とする研究、技術開発を行っています。

大学附置研究所 **木原生物学研究所** 舞岡キャンパス

「地球の歴史は地層に、生物の歴史は染色体に記されてある」の言葉で有名な世界的遺伝学者である故木原均博士の業績を記念して設立されたYCUの附置研究所です。本研究所では、地球規模の課題に植物の機能を活用したプロジェクトで応えるため、保有するコムギ・トウガラシの遺伝資源を活用して国内外の研究機関と連携して研究を展開しています。これまでの研究・教育を礎として今後も植物ゲノム研究の拠点として活動していきます。

生命ナノシステム科学研究科 論文テーマ例

2024 年度修了者

物質システム科学専攻（博士前期課程）

- 新規 BNCO 固体蛍光材料の合成と特性評価
- C_{70} 単結晶の高移動度電界効果トランジスタの作製
- $K_3H(SO_4)_2$ の相転移温度における H/D 同位体効果の理論的解析
- Sn 系合金ペロブスカイトの表面欠陥に対するルイス塩基/酸によるパッシベーション効果の理論的研究
- 量子モンテカルロ法を用いたフッ素二価アニオンの陽電子化合物の安定性および結合特性解析
- 関東平野南部におけるレイリー波の伝播特性に関する研究
- 小胞体の力学的性質の直接測定
- 生細胞内における力伝播の測定
- V1 顕著性仮説に基づく消える錯視の消失効果と神経基盤
- 新規抗がん剤リード化合物 Taepeenin D の効率的合成法の開発
- 天然有機化合物 Scopadulciol の効率的な合成方法の開発
- カチオンに環状構造を含む BEt_3R (R = Me, Et)塩の柔粘性結晶に関する研究
- 大気圧コロナ放電イオン化衝突誘起解離質量分析(APCDI-CID-MS)法によるリンゴ発散香気成分の解析
- イリジウム(III)錯体への立体障害基導入による光学的性質の変化に関する研究
- ヒスチジンが配位した N^C^N 型白金(II)錯体の分光学的性質と細胞内挙動

生命環境システム科学専攻（博士前期課程）

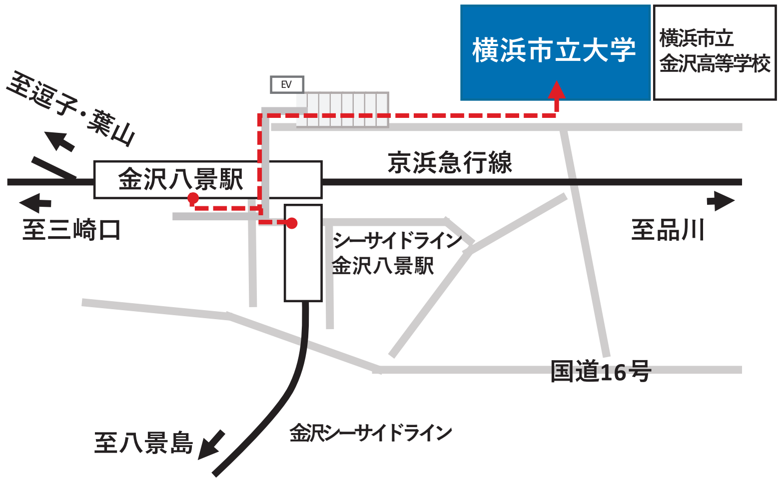
- アマモにおける葉緑体光定位運動とフォトトロピンの関与
- 海洋 *Roseobacteraceae* 細菌間で共有される新規の PAH 生分解遺伝子クラスターの発見
- ベンツ*[a]*アントラセンに由来する 2'-デオキシアデノシン DNA 付加体の形成検出への Hep G2 細胞株の応用
- 深海熱水噴出孔を模したフローリアクターによる電気化学進化の再現～硫化鉱物を触媒とする電気還元によるアミノ酸合成～
- アフリカツメガエルにおける Tbx6 の機能解析
- 野生および栽培四倍体コムギにおける発芽時の耐塩性に関する QTL 解析
- イネ胚乳のエピジェネティック制御における DNA メチル化と脱メチル化に着目した解析
- NADH を自己生産してリン脂質を合成する人工細胞
- マウス子宮頸部内部構造（fornix）の形成過程と性ホルモン応答性
- 新生仔期マウス卵巣へのアンドロゲン曝露による多嚢胞性卵巣症候群（PCOS）様症状誘導機構における RUNX 転写因子の関与
- DNA 修復における ARID1A の機能解析
- MMP-7 およびマトリプターゼが誘導するがん細胞凝集機構における細胞間接着因子 EpCAM および TROP2 切断の寄与
- 拍動機構を内包する巨大スフェロイドの開発
- 脂質代謝を調節する天然化合物の探索
- 海綿動物由来ガレクチンの新規発見と糖鎖結合性の解析

物質システム科学専攻（博士後期課程）

- Oxa-Michael-based divergent synthesis of artificial glutamate analogs

＜金沢八景キャンパス＞

京浜急行「金沢八景駅」下車徒歩５分
シーサイドライン「金沢八景駅」下車徒歩５分



＜舞岡キャンパス（木原生物学研究所）＞

横浜市営地下鉄「舞岡駅」下車徒歩 10 分

横浜市立大学大学院　生命ナノシステム科学研究科
2025 年 5 月発行

横浜市立大学　アドミッションズセンター
〒236-0027　横浜市金沢区瀬戸 22-2
tel. 045-787-2055　fax. 045-787-2057
URL https://www.yokohama-cu.ac.jp