

未来の地球と対話する



# 山口大学農学部の研究紹介

令和8年4月



国立大学法人 山口大学  
Faculty of Agriculture, Yamaguchi University

**農学部**

# 目 次

## 教育研究分野・研究テーマ一覧

生物資源環境科学科	1
生物機能科学科	3

## 各教員の研究内容紹介

生物資源環境科学科	5
生物機能科学科	21

※ 「各教員の研究内容紹介」において、研究テーマに関連する SDGs（国連が掲げる持続可能な開発目標）を表示しています。

## 持続可能な開発目標（SDGs）



1 貧困をなくそう

あらゆる場所あらゆる形態の貧困を終わらせる



7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに

すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的なエネルギーへのアクセスを確保する



13 気候変動に具体的な対策を

気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる



2 飢餓をゼロに

飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養の改善を実現し、持続可能な農業を促進する



8 働きがいも経済成長も

包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的な雇用と働きがいのある人間らしい雇用（ディーセント・ワーク）を促進する



14 海の豊かさを守ろう

持続可能な開発のために、海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する



3 すべての人に健康と福祉を

あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する



9 産業と技術革新の基盤をつくろう

強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る



15 陸の豊かさも守ろう

陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処ならびに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する



4 質の高い教育をみんなに

すべての人に包摂的かつ公正な質の高い教育を確保し、生涯学習の機会を促進する



10 人や国の不平等をなくそう

国内及び各国間での不平等を是正する



16 平和と公正をすべての人に

持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する



5 ジェンダー平等を実現しよう

ジェンダー平等を達成し、すべての女性及び女児のエンパワーメントを行う



11 住み続けられるまちづくりを

包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市及び人間居住を実現する



17 パートナリーシップで目標を達成しよう

持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する



6 安全な水とトイレを世界中に

すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する



12 つくる責任 つかう責任

持続可能な消費生産形態を確保する

## 生物資源環境科学科の教育研究分野・研究テーマ

教育研究分野	主な研究テーマ	教員氏名	頁
栽培学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水欠乏、過湿、高温などの環境ストレスに対する植物の耐性機構に関する研究</li> <li>・環境ストレスを軽減する栽培管理に関する研究</li> </ul> キーワード：コムギ、酒米、環境ストレス、高品質化技術、地域の農業	荒木 英樹	5
生物環境情報工学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・画像による植物生体情報解析</li> <li>・植物生産における光環境制御</li> </ul> キーワード：AI、クロロフィル蛍光、光合成、スマート農業、デジタルファーミング、分光反射	荊木 康臣	6
農業気象学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黄砂の時空間分布の解析</li> <li>・黄砂発生メカニズムの解明と黄砂予測モデルへの応用</li> </ul> キーワード：黄砂、ダスト、砂漠化、気象学、リモートセンシング	武 靖	7
植物病理学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物病原体感染のメカニズム解析</li> <li>・植物病の診断・防除技術に関する研究</li> </ul> キーワード：植物病原細菌、植物ウイルス、エフェクター、タンパク質間相互作用、病原体検出技術	北沢 優悟	8
果樹園芸学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・果樹における諸形質の遺伝と育種への利用</li> <li>・果樹における機能性成分に関する研究</li> </ul> キーワード：果樹、カンキツ、自家不和合性、機能性成分、未熟果、有効活用法、コズ、トゲ	金 貞希	9
施設園芸学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物工場における植物の生理機能の評価とモデル化</li> <li>・未利用資源を活用した省エネルギー・低コストな栽培環境制御法の開発</li> </ul> キーワード：施設栽培、植物工場、環境制御、モデル、廃資源利用	佐合 悠貴	10
植物病理学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物 - 病原菌相互作用の分子メカニズムに関する研究</li> <li>・環境負荷の少ない植物病害防除法の開発</li> </ul> キーワード：土壌伝染性植物病原菌、植物病害防除、病原性進化、エフェクター、フザリウム	佐々木一紀	11
野菜園芸学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物遺伝資源を利用した高収量・高付加価値品目の新規創出</li> <li>・野菜の遺伝子分析と品種改良</li> </ul> キーワード：生物資源、オミクス統合解析、光環境調節、機能性代謝物、病害抵抗性品種	執行 正義	12

## 生物資源環境科学科の教育研究分野・研究テーマ

教育研究分野	主な研究テーマ	教員氏名		頁
気象学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降水雲および降雪雲内の雲物理学的直接観測研究</li> <li>・降水・降雪現象と農業気象災害に関する研究</li> </ul> キーワード：豪雨、高層気球観測、観測機器開発、雲物理、気象災害軽減	鈴木 賢士		13
作物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作物の多収性・高品質性についての生理生態学的解析</li> <li>・高付加価値生産・持続的作物生産のための作物栽培体系の確立</li> </ul> キーワード：多収栽培理論、環境保全型農業、地産地消、コムギ・オオムギ、農学	高橋 肇		14
昆虫学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アジアにおけるシロアリの多様性維持に関する研究</li> <li>・カメムシ天敵の卵寄生蜂に関する研究</li> </ul> キーワード：シロアリ、害虫防除、生物多様性、分類、カメムシ卵寄生蜂	竹松 葉子		15
環境土壌学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・副産物石膏の農業的利用</li> <li>・酸性化資材による植生制御に関する研究</li> </ul> キーワード：副産物石膏、酸性化資材、外来植物、在来植物、土壌教育	藤間 充		16
農業農村工学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼矢板護岸における腐食実態の非接触検出</li> <li>・流体-構造の相互作用に基づく送配水パイプラインの非破壊検査</li> </ul> キーワード：農業インフラ、非破壊検査、劣化・損傷、漏洩現象、防災	萩原 大生		17
農業経済学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本の穀物ならびに油糧種子のバリューチェーンの在り方に関する研究</li> <li>・南米における農業生産や農業政策の動向に関する研究</li> </ul> キーワード：食料安全保障、バリューチェーン分析、多国籍企業論、財務分析、ブラジル・ウルグアイ	林 瑞穂		18
応用動物生態学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・動物の生態と獣害防除に関する研究</li> <li>・地域個体群の遺伝的多様性</li> </ul> キーワード：イノシシ、シカ、クマ、ヤマネ、イワナ	細井 栄嗣		19
土壌化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土壌有機物（腐植物質）の生物分解に関する研究</li> <li>・秋吉台の土壌生成機構に関する研究</li> </ul> キーワード：炭素循環、微生物分解、土壌生成、秋吉台、風成塵	柳 由貴子		20

## 生物機能科学科の教育研究分野・研究テーマ

教育研究分野	主な研究テーマ	教員氏名	頁
有機化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・天然からの機能性化合物の探索および合成</li> <li>・香料によるヒトの生理応答および嗜好性</li> </ul> キーワード：香料、機能性、合成、食品、フェロモン、医薬・農薬	赤壁 善彦	21
分子微生物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・病原微生物の付着と定着のメカニズム</li> <li>・微生物間のコミュニケーションとその応用</li> </ul> キーワード：微生物の付着と定着、バイオフィルム、微生物コミュニケーション、口腔細菌、クオラムセンシング	阿座上弘行	22
食品機能化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昆虫食の健康機能性評価</li> <li>・アンチエイジングと寿命延長を目指したシロアリの長寿命解析</li> </ul> キーワード：寿命延長、老化抑制、活性酸素、抗酸化システム、昆虫食	井内 良仁	23
分析細胞生化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代謝の時空間ダイナミクスを支えるメカニズムの研究</li> <li>・細胞の代謝状態を可視化・操作する分子ツールの開発</li> </ul> キーワード：がん細胞、ATP、エネルギー代謝、蛍光タンパク質、イメージング	今村 博臣	24
生体反応化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・金属タンパク質の機能解析</li> <li>・反応機構に基づいた酵素機能の改変</li> </ul> キーワード：ヘム、鉄、フラボン、スチルベン、酸化還元、配糖化、メチル化	小崎 紳一	25
発酵生理工学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微生物の発酵生理学と代謝工学</li> <li>・微生物を用いた有用物質生産</li> </ul> キーワード：酢酸菌、大腸菌、コリネ菌、膜結合型酵素、代謝、発酵	片岡 尚也	26
植物生理学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゲノム倍数化が植物の成長・生殖に及ぼす影響の解析</li> <li>・核内倍加が関わる植物細胞の成長制御機構の解明</li> </ul> キーワード：ゲノム倍数化、核内倍加、染色体、減数分裂、バイオイメージング	菊池 涼夏	27
生体分子科学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物プラスチドにおける同化系代謝統御メカニズムの解明</li> <li>・プラスチドの還元力供給システムの機能分化戦略の解明</li> </ul> キーワード：光合成、代謝、タンパク質、酵素、マラリア原虫	木股 洋子	28

## 生物機能科学科の教育研究分野・研究テーマ

教育研究分野	主な研究テーマ	教員氏名	頁
微生物機能学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微生物の特異な代謝機構に関する研究</li> <li>・微生物の代謝とロバスト性に関する機能の研究</li> </ul> キーワード：微生物機能、異種遺伝子の機能的発現、エネルギー代謝、ロバストネス、バイオインフォマティクス	高坂 智之	29
植物代謝生化学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物香気成分の生成機構の解明</li> <li>・植物内在性基質を利用した代謝工学による有用物質の生産</li> </ul> キーワード：植物特化代謝、生合成経路、酵素の機能解析、花香成分、植物バイオテクノロジー	肥塚 崇男	30
ゲノム微生物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下生命圏における微生物の生理生態学</li> <li>・微生物の温度適応メカニズムの解明と利用</li> </ul> キーワード：好熱菌、温度適応、微生物資源の拡充、ストレス耐性強化	佐藤 悠	31
食品微生物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耐熱性微生物の適応機構の解析</li> <li>・食品の発酵に関わる微生物のゲノムの特徴解析</li> </ul> キーワード：ゲノム解析、乳酸菌、耐熱性酵母、環境適応、分類	前野慎太郎	32
植物生化学・生理生態学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・植物が代謝によって獲得する生理生態学的環境適応戦略の解明</li> <li>・作物が作り出す機能性物質の代謝経路の解明とその応用研究</li> </ul> キーワード：みどりの香り、生態系の香り、香り生合成、プラントトーク、植物化学	松井 健二	33
応用微生物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・微生物の代謝と酵素に関する研究</li> <li>・細胞膜で働く酵素複合体に関する研究</li> </ul> キーワード：膜タンパク質、酵素複合体、酵素反応場、機能発現、タンパク質分泌	薬師 寿治	34
環境微生物学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンゴに共生する微生物の機能解明</li> <li>・サンゴの白化現象に関連したストレス応答機構の解明</li> </ul> キーワード：細胞内共生、ストレス応答、褐虫藻、サンゴ	湯山 育子	35



栽培学研究分野には、作物の成長のしくみ（生理）や生産物を作るためのしくみを明らかにし、栽培や育種に役立てるといった役割があります。栽培学研究分野では、私たちの食糧となるイネ、コムギ、ダイズを主に対象として、不良環境の中でも高品質な生産物がたくさん収穫できるようにするために、環境ストレスに対する作物の反応を明らかにするとともに、それを生かして新たな栽培技術を作り出すことを目標に活動しています。

### 研究テーマ

1. 環境ストレス条件下でのイネ、コムギ、ダイズの高品質・多収栽培
2. 環境ストレス条件下での根や根系の役割
3. アフリカの稲作振興に関わる栽培技術の開発

熊本県のパン用コムギ産地における登熟障害の実態調査

コムギの枯れ熟れ様登熟不良の原因究明とメカニズムの解明

水稻の高温登熟不良を軽減する栽培方法の開発



作物生産の **最前線** に立っています



県や国の研究機関との共同研究を通じて学生も地域農業の問題解決に取り組みます



タンザニアで展開するJICAの稲作振興プログラム(タンライス I および II)にも協力しています



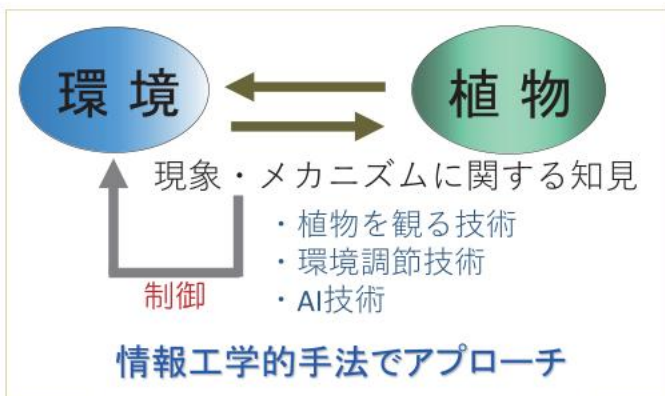
作物に必要な根の機能(水の通しやすさや養分吸収)を生理学的に研究しています



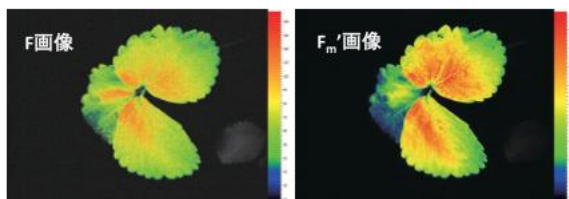
生物環境情報工学研究分野では、植物の生育と環境要因の関係を調べ、その知見を植物生産に生かすための研究を行っています。特に、植物組織培養、苗工場、植物工場、CELSSなどの環境制御型植物生産において、最適な環境を実現するために、植物からの情報の取得およびその利用法について研究しています。その対象は細胞レベルから群落レベルまで多岐に渡り、植物を観る（センシングする）技術、植物生育環境を制御する技術に関する研究を行っています。

### 研究テーマ

1. 画像を用いた植物生体情報解析
2. 農業用AI画像解析技術開発
3. 高密植栽培に関する研究



### 植物に最適な環境を実現する



反射画像を用いた植物群落表面光強度分布解析 (Androidアプリ開発)



クロロフィル蛍光画像計測



活性酸素in situモニタリング



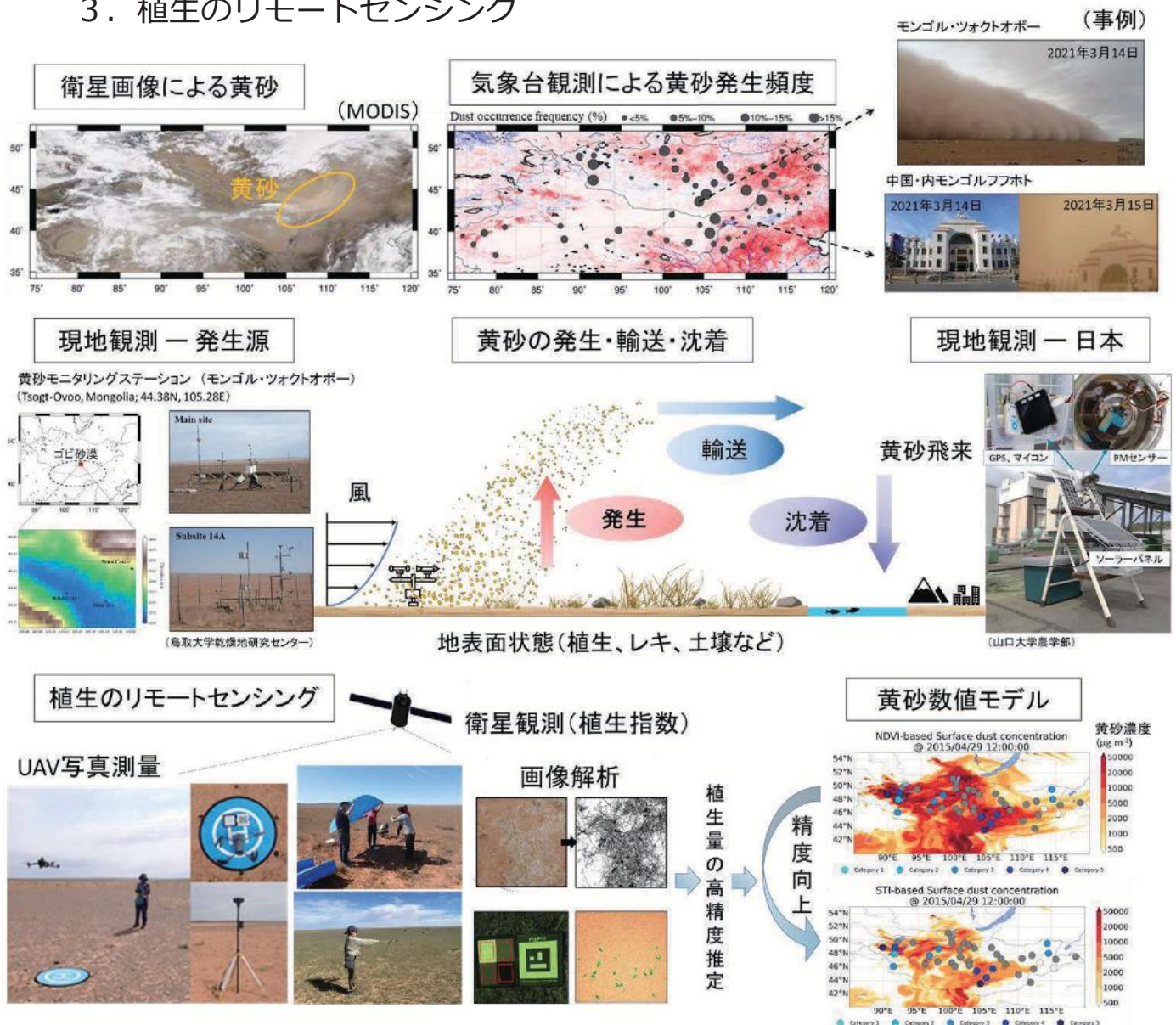
画像解析によるシクラメンの品質評価



黄砂とは、中国やモンゴルの乾燥地（ゴビ砂漠など）で発生する砂塵嵐によって土壌粒子が舞い上がり、上空の風によって日本に飛来する現象です。黄砂による様々な環境および健康への被害を軽減するためには、黄砂発生メカニズムを解明し、黄砂発生モデルの精度向上が必要です。本研究分野では、気象データと衛星データの解析、現地観測に基づき、東アジア広域における黄砂発生メカニズムの解明に取り組んでいます。また、黄砂予測モデルの改良を目的として、黄砂発生に大きく関与する植生量の推定手法開発について研究しています。

### 研究テーマ

1. 黄砂の時空間分布の解析
2. 黄砂発生メカニズムと黄砂予測モデルへの応用
3. 植生のリモートセンシング





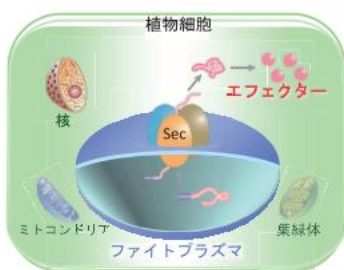
植物病は世界中の農業生産に大きな被害を与えており、実に1割以上の食料が植物病によって失われていると推定されています。植物病の被害を抑えるためには、病原体がなぜ植物に感染し病気を引き起こしてしまうのか、その仕組みを解明することが重要です。本研究室では、主に植物病原体が分泌するエフェクターが宿主植物へ与える影響を解析することで、病原体の発病メカニズムの解明に取り組みます。また、植物病原体の診断・検出技術を開発することで、農業現場での被害抑止に貢献することを目指しています。

## 研究テーマ

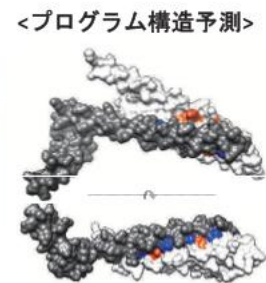
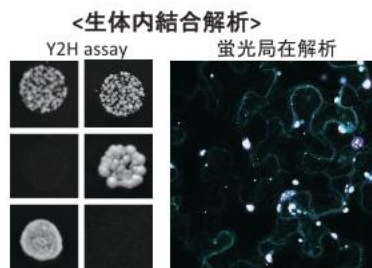
1. 細菌性エフェクターが認識する宿主因子の解明
2. 植物病原体の診断・検出技術の開発
3. 植物ウイルスを利用した研究ツール開発

### 1. 細菌性エフェクターが認識する宿主因子の解明

「エフェクター」とは微生物が植物感染時に分泌するタンパク質で、その多くは機能未知です。本研究室では、生体内での結合解析とプログラムによる予測を組み合わせ、細菌性エフェクターと結合する植物タンパク質を特定することで、エフェクターの機能解明に取り組んでいます。



植物病原細菌ファイトプラズマのエフェクター



標的宿主因子の解明

### 2. 植物病原体の診断・検出技術の開発

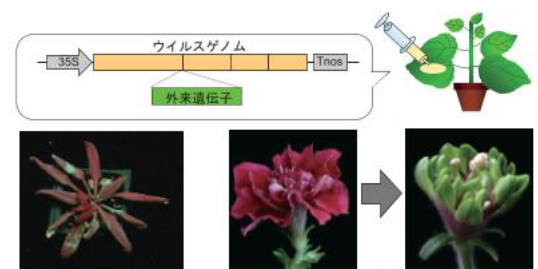
菌類・細菌・ウイルスなど、日本には様々な植物病原体が存在し、新たな病原体も毎年発生しています。これらの被害を抑制するため、農業現場で問題となっている病原体や、日本への侵入が警戒される病原体の簡易・迅速な検出技術の開発に取り組んでいます。



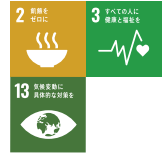
ファイトプラズマ検出キット

### 3. 植物ウイルスを利用した研究ツール開発

植物ウイルスのゲノムに別の遺伝子配列を組み込むことで、ウイルスが植物感染した際、その遺伝子を発現ようになります。これを利用して、様々な植物（主にネギ属）に効率的に任意遺伝子を発現させ、植物病理学にとどまらず幅広い研究分野で利用可能なツールとすることを目指しています。



ウイルスを利用した遺伝子発現

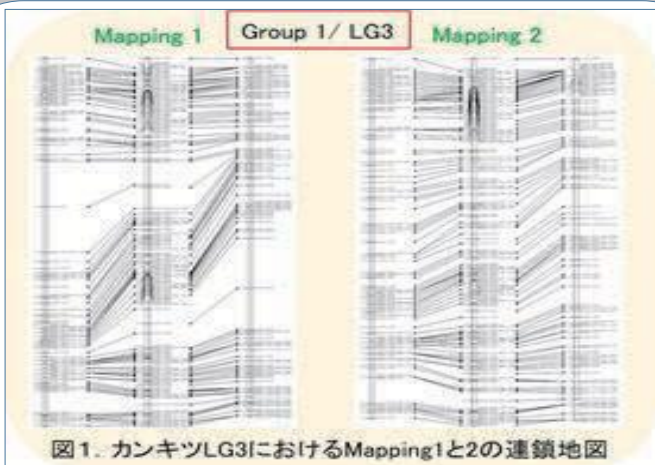


果樹園芸学研究分野では、未開発植物資源の探索・導入・評価や、有用形質を有する新規園芸作物の育種・栽培法の確立に関する研究を行います。例えば、単純な交雑育種に頼るだけでは新規作物の育成が困難な場合、交雑不和合の原因解明や、組織培養や分子マーカー選抜を援用した有効な育種技術の開発などが研究テーマとなります。また、商品価値のないものの、機能性成分を多く含まれている未熟果の有効活用法の探索等も同時に行っています。

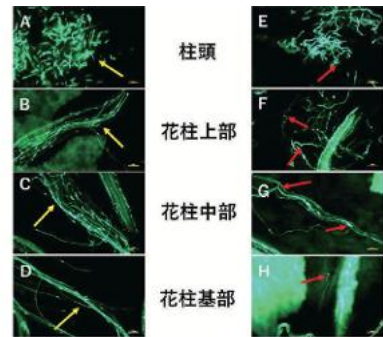
### 研究テーマ

1. 果樹における諸形質の遺伝と育種への利用
2. 果樹における機能性成分に関する研究
3. トゲなし品種の作出に向けたカンキツ類におけるトゲ形成メカニズムの解明

### カンキツにおける自家不和合性発現機構の解明（連鎖地図、遺伝子型、関連遺伝子探索）

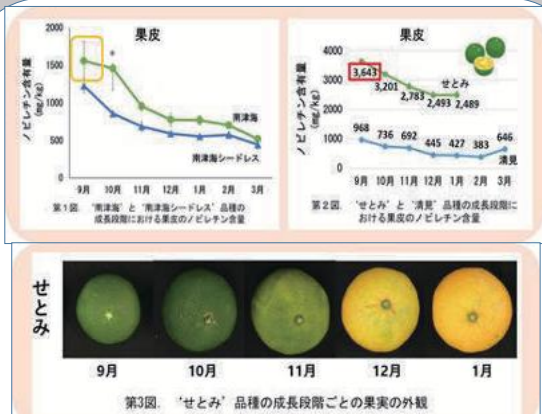


### 花粉管伸長の様子



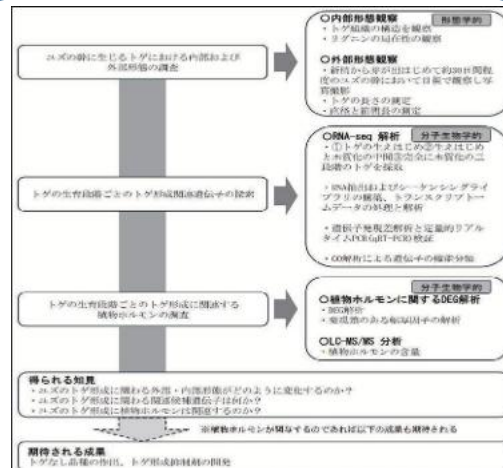
「晚白柚」の未熟果 (BA) の花粉管伸長の様子 (A~D) と「晚白柚」開花前 (BB) の花粉管伸長の様子 (E~H)  
黄色の矢印は花粉管を示し、赤い矢印は花粉管の膨張やねじれを示す。

### 果樹における機能性成分に関する研究



様々な理由から収穫に至らず捨てられる果実の有効活用法の探索

### カンキツにおけるトゲ形成メカニズムの解明



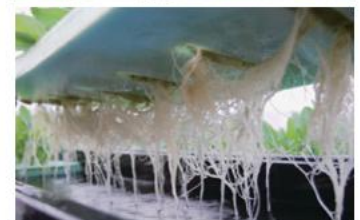


施設園芸（グリーンハウス）は、温度や湿度、光などの栽培環境を制御することによって作物の収量や品質を高めることを目指した栽培方法です。近年では、周年をとおして計画的に生産することを目指した植物工場も開発されています。

本研究室は、より収量や品質の高い野菜の生産技術の開発を目指して、施設園芸や植物工場における環境制御について研究しています。そのために必要な植物の生理機能と環境との関係を、植物生体計測や環境計測などの手法を駆使して解明します。

## 研究テーマ

1. 根の養水分吸収に対する栽培環境の影響の評価
2. 植物工場における高品質野菜の生産
3. 他産業から排出される未利用資源を利用した植物栽培



養液栽培における根



正常      Ca欠乏  
(チップバーン)



下水処理場で排出される水、CO<sub>2</sub>、熱を利用したトマト栽培

### 1. 根の養水分吸収に対する栽培環境の影響の評価

根の養水分吸収機能を評価できる技術を開発し、植物の養水分吸収機能と栽培環境との関係について解析しています。これらの情報に基づいた低環境負荷な養液栽培技術の開発を目指しています。

### 2. 人工光型植物工場におけるチップバーンの防止

人工光型植物工場における葉菜類の生産では、葉先のCa欠乏を原因とするチップバーン（縁ぐされ）の発生が問題となっています。栽培環境を適切に制御することで、生長速度や生産性を低下させることなくチップバーンを防止する栽培技術の開発を進めています。

### 3. 環境制御の最適化による野菜の硝酸態窒素の低減

野菜中の硝酸態窒素は、様々な健康被害を引き起こすとされており、人工光型植物工場においても様々な硝酸態窒素含量の低減法が試みられています。硝酸態窒素含量低減技術の開発を目指して、野菜の硝酸態窒素含量と環境要因との関係を解析しています。

### 4. 他産業から排出される未利用資源を利用した植物栽培

下水処理場などの他産業からは、二酸化炭素、熱、バイオマスなどが廃棄され、処理や環境影響などが問題となっています。これらを資源と考えて、植物栽培に有効利用する研究を進めています。



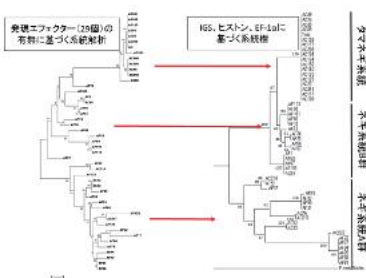
植物病理学研究分野では、土壌伝染性植物病原菌が、どのようなメカニズムで植物に感染し、病気を引き起こしているのかを解明しています。特に、ネギとタマネギに感染し、大きな被害をもたらしている *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* という病原菌の病原性因子について研究を行っています。さらに、病原菌が植物に感染するために病原性をどのように進化させたのかを研究しています。植物病原菌の病原性因子や病原性進化といった基礎的研究を行うことで、新たな病害防除技術の開発や耐病性品種の育種に役立てたいと考えています。

## 研究テーマ

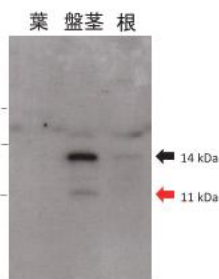
1. *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* の病原性因子の解明
2. ヘミバイオトロフ植物病原菌に共通するエフェクターの解析
3. レンコン腐敗症の原因菌の解析と防除

### *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* の病原性因子の解明

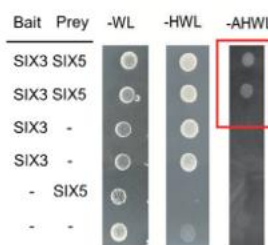
植物病原菌は「エフェクター」と呼ばれる病原性タンパク質を植物体内へと分泌し、感染を優位に進めています。この「エフェクター」が植物に対してどのような影響を及ぼすのかを分子生物学的手法を用いて解析しています。



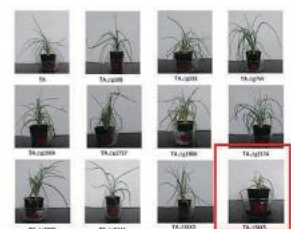
エフェクターの進化の解析



SIX3タンパク質のプロセッシング



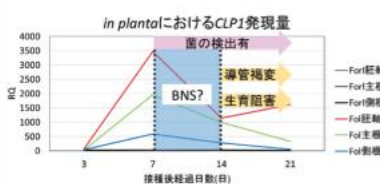
Y2Hによる相互作用解析



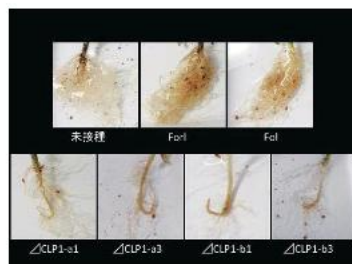
FocSIX5 をシャロットが認識することで FOC に対する抵抗性を誘導している可能性。

### ヘミバイオトロフに共通するエフェクターの解析

ヘミバイオトロフ植物病原菌（活物寄生→殺生）に共通するエフェクターを土壌病原菌であるトマト萎凋病菌で解析しています。特に、感染初期に病原菌がどのようにして植物に細胞死を起こさせないようにしているかに焦点を当て解析を行っています。



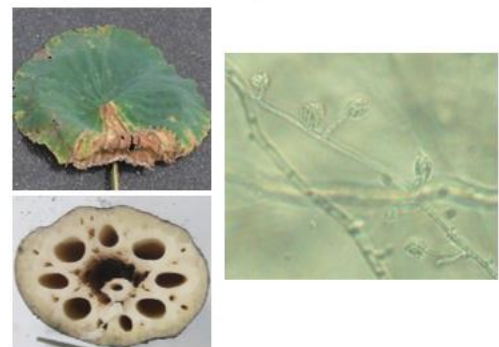
CLP1遺伝子の定量



CLP1遺伝子破壊株の根腐症状

### レンコン腐敗症の原因菌の解析と防除

レンコン腐敗症の原因菌を特定するとともに、その発生生態を解明することで、新たな防除対策の開発を行っています。





野菜園芸学研究分野では、野菜の品種改良と栽培に関する基礎的研究を行っています。我々は、地球上からなくなりつつある野生種や在来品種を収集・維持し、地球温暖化により発生する未知の病害に対する抵抗性をもつ素材の供給元となるバイオリソース（生物資源）を整備しています。また、他の研究機関にはない特殊なリソースである染色体添加系統、核・細胞質置換系統や倍加半数体系統を保有し、これらの系統を介して温暖化に対応できる新品種の育成に係わる技術開発を行なっています。さらに、リーフレタス等の葉物野菜において、LEDを用いた光照射試験を行い、高速栽培法「Shigyo法」の開発に成功しました。

## 研究テーマ

1. 野菜のバイオリソースの整備と特性評価
2. ネギ属バイオリソースを用いたオミクス統合解析のタマネギ育種への応用
3. 新規植物育成技術「Shigyo法」の原理解明：赤青の交互照射に対する植物の応答

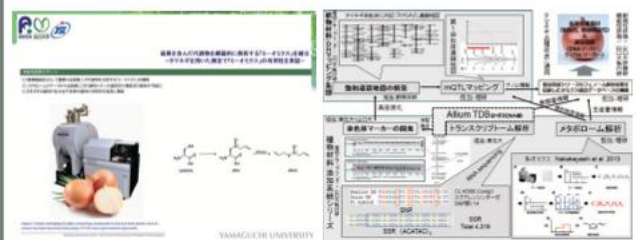
### 野菜のバイオリソースの整備と特性評価

本研究室では、野生種や在来品種を収集・維持し、来るべき時に備えてバイオリソースを整備しています。また、他の研究機関にはない特殊な材料である染色体添加系統、核・細胞質置換系統や倍加半数体系統を保有し、様々な特性評価を行っています。



### ネギ属バイオリソースを用いたオミクス統合解析のタマネギ育種への応用

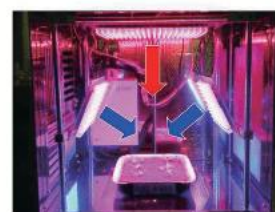
機能性代謝物の宝庫「タマネギ」の化学内容成分群に着目し、染色体添加系統や交雑集団のオミクス統合解析により代謝系や遺伝系を紐解きながら、植物病害抵抗性と健康機能性を併せもつ育種素材の獲得を目指しています。



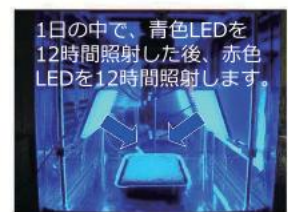
### 新規植物育成技術「Shigyo法」の原理解明：赤青の交互照射に対する植物の応答

農業分野における技術革新として、光や温度、栄養分などを厳密に制御可能な植物工場が注目されています。我々は、植物工場における光源として利用が広がりつつある赤色LEDと青色LEDを用い、両者の交互照射により植物の育成を爆発的に高める新規植物育成法「Shigyo法」を発見しました。Shigyo法は簡単な方法で植物の生育を早められるため実用化が先行していますが、その原理の解明を行う必要があります。

#### LEDの照射方法



処理区 RB(同時照射)



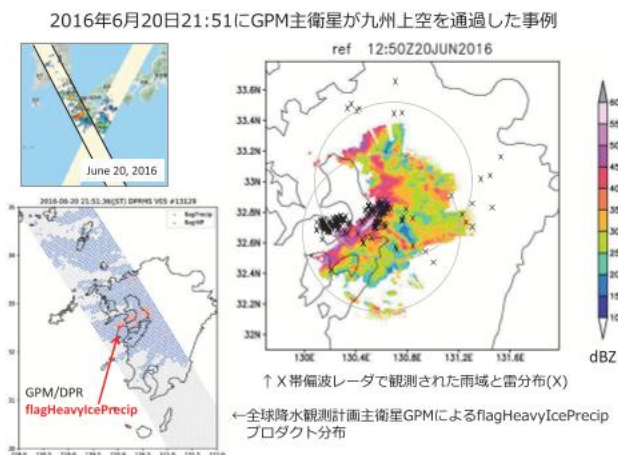
R/B(交互照射)



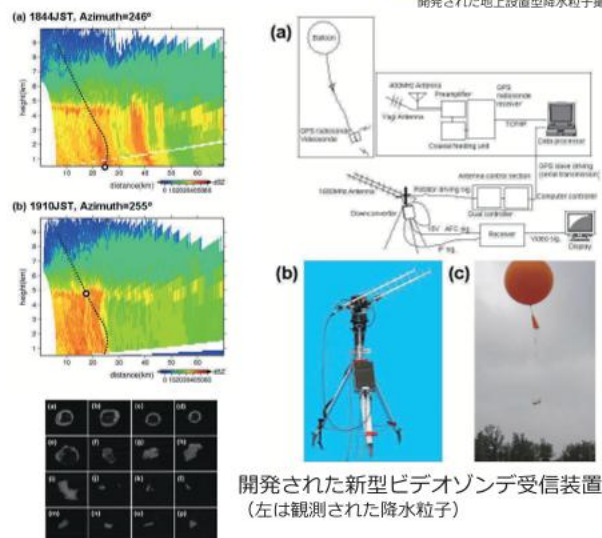
気象学研究分野では、地球規模の水循環モデルの構築、地球温暖化や気候変動予測、天気予報の精度向上、水資源管理、農業生産性予測などに密接に関連する「降水現象」について、雲の中の小さなスケールに注目して、観測的なアプローチで研究を行っています。特に、毎年のように災害が報告される集中豪雨やゲリラ豪雨をもたらす降水雲内の水の集中化メカニズムの解明を目指して、梅雨から冬季の降雪まで、現場で現象を直接観測し、真理を探究しています。

### 研究テーマ

1. 固体降水粒子の鉛直分布と水の集中化プロセスに関する観測研究
2. 降水粒子測定のための新しい気象観測機器の開発研究
3. 衛星リモートセンシングの地上検証に関する研究



衛星リモートセンシングのプロダクト検証と豪雨と雷の研究  
～ 雷の多い豪雨と雷のない豪雨は何が違うのか

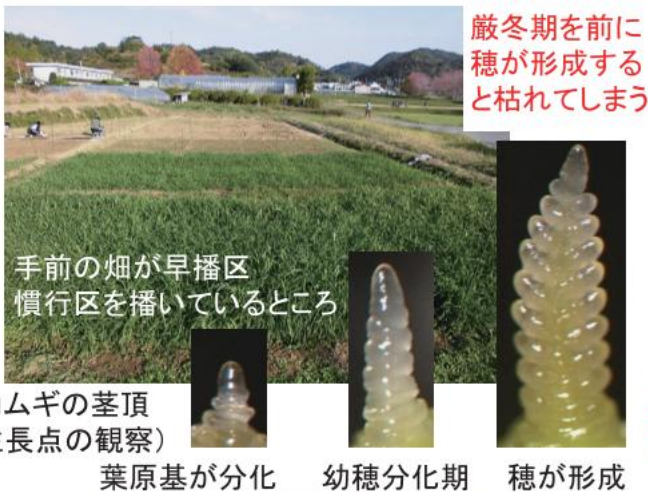




作物学研究分野では、コムギを研究材料に「どうしたら収量を高められるか?」「どうしたら品質を高められるか?」「どうしたら楽に楽しく栽培できるか?」といったことを明らかにします。コムギという作物をよく調べ、これをとりまく環境との関わりを調べます。実際に畑でコムギを栽培し、収穫して収量を調べるとともに、植物体を顕微鏡の下で分解して生育の様子を調べたり、窒素などの化学成分を分析したりします。収穫したものを小麦粉にしておいしいパンが焼けるかどうかを調べます。コムギ・パンの地産地消を目指しています。

研究テーマ

1. 11月に播種する山口のコムギをもっと早く播種する研究
2. 西日本生態型品種の特性を導入して北海道の温暖化対策とする研究
3. 山口県の地産地消パン用コムギ品種「せときらら」をおいしくする研究

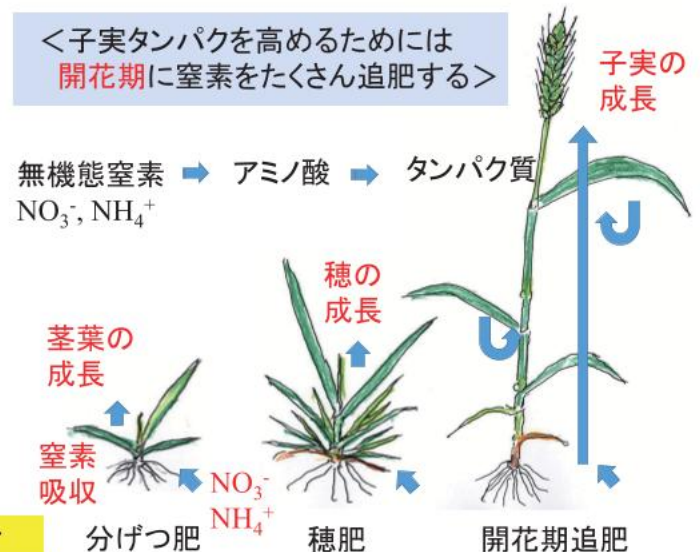


九州品種ダイチノミノリ 北海道品種ハルユタカ

九州品種ダイチノミノリは、コムギの栽培に不向きな西日本の環境条件下でも粒を充実させることができる



せときららは、市販の強力粉と同じようによく膨らむ

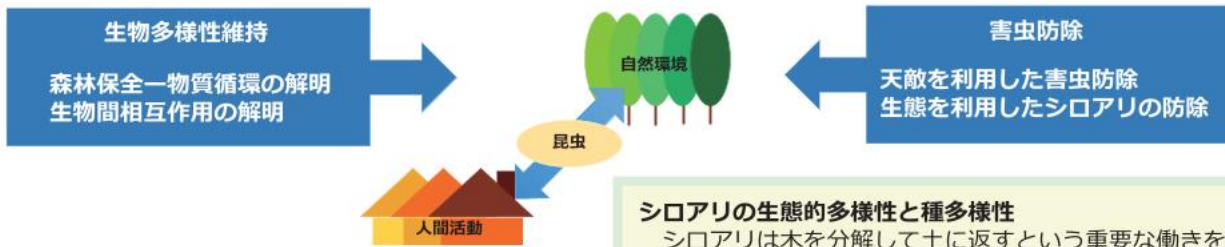




昆虫は、我々の生活や自然環境に深く関わっています。昆虫学研究分野では、昆虫を介した人と自然環境の関わりを、「生物多様性維持」と「害虫防除」の二つの側面から研究し、地球環境の保全をめざします。特に、昆虫の生態と種間・個体間相互作用、およびこれらの害虫防除への応用、森林生態系における昆虫の多様性と機能、農業生態系における天敵昆虫の役割について研究しています。

## 研究テーマ

1. 社会性昆虫の生態と生物間相互作用の解明
2. シロアリの生態的多様性と種多様性
3. 生物的防除における天敵の有効利用



### 社会性昆虫の生態と生物間相互作用

アリやシロアリなどの社会性昆虫は、自らの社会を維持するための特別な知恵をたくさん持っています。彼らの社会は、どのように制御されているのでしょうか？



アザミウマを捕食するヒメハナカメムシとヒメハナカメムシの卵



カメムシ卵に寄生する卵寄生蜂

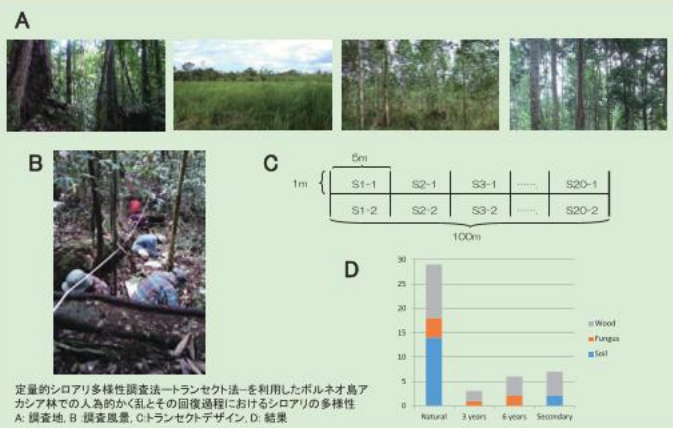


ケヤキ樹皮下で越冬する卵寄生蜂

### シロアリの生態的多様性と種多様性

シロアリは木を分解して土に返すという重要な働きを持ち、森林での物質循環に欠かせない存在です。

特に、シロアリなしでは熱帯雨林の存続はあり得ません。森林では、シロアリはどんな生活をし、どのくらいいて、どのような役割を果たしているのでしょうか？



定量的シロアリ多様性調査法—トランセクト法—を利用したボルネオ島アカシア林での人為的かく乱とその回復過程におけるシロアリの多様性  
A: 調査地, B: 調査風景, C: トランセクトデザイン, D: 結果

### 生物的防除における天敵の有効利用

天敵を利用して害虫を防除することは生物的防除と呼ばれ、環境に優しい害虫防除法として注目されています。

タイリクヒメハナカメムシは、難防除害虫アザミウマの捕食性天敵として生物農薬に登録されている昆虫です。どのようにしたらタイリクヒメハナカメムシは、たくさんアザミウマを食べてくれるのでしょうか？

また、害虫カメムシには、多くの卵寄生蜂が生物的防除に役立っています。それらの生活史や寄主特異性を研究しています。



食料生産を行う農業環境のみならず、それを取り巻く自然環境、さらに人間の生活環境や都市環境にまでも様々な面で土壌と深く関わっています。また近年は、自然の植物と土壌環境との関係が明らかにされており、適切な土壌管理が、環境を保全する上で重視されています。

環境土壌学研究分野では、環境と土壌、作物の生育と土壌の関係を明らかにするために、肥料、土壌改良資材の効果等について研究を行っています。

### 研究テーマ

1. 工業副産物石膏の農業利用に関する研究
2. 土壌環境制御による在来植生の回復技術の確立
3. 初等・中等教育における土壌教育に関する研究



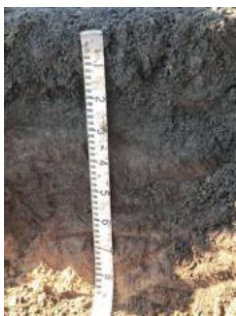
石膏の施用試験



ポット栽培試験



タイでの栽培試験



土壌断面調査

食料生産  
穀物、野菜、家畜、果樹etc.

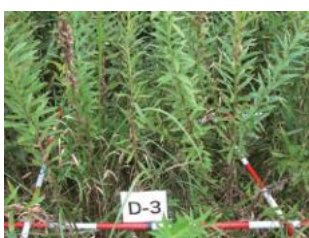
土壌

農業環境  
養分、有機物、  
微生物etc.

自然環境  
河川、地下水、  
植物、動物etc.



草原の植生調査



外来植物優先の土地を在来植物優先の土地に





農業農村工学分野では、農業生産のための基盤や環境を対象に、「水」や「土」を適切に制御して、資源として有効活用することを目指します。その中で、農業水利施設と呼ばれる灌漑（農地に必要な水を送る）や排水（農地から不要な水を逃がす）のためのインフラを対象にした研究を行っています。特に、極度な劣化・損傷を受けた農業水利施設の構造物やシステムに対して、非破壊検査のアプローチにより、実態検出や状態評価に取り組んでいます。

### 研究テーマ

1. 鋼矢板護岸における腐食実態の非接触検出
2. 流体-構造の相互作用に基づく送配水パイプラインの非破壊検査
3. 農業インフラの防災・減災対策

### 鋼矢板護岸

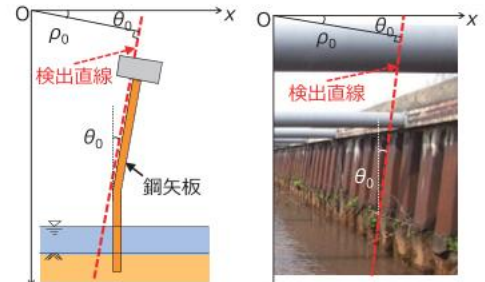
農業用排水路では、鋼矢板（こうやいた）という薄い鋼材の護岸材が用いられている。鋼矢板護岸では極度な腐食劣化が顕在化しており、その実態を非破壊・非接触で捉える研究を実施している。



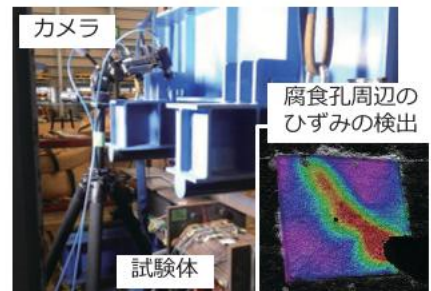
鋼矢板護岸の農業用排水路



極度な腐食を受けた鋼矢板護岸



鋼矢板護岸の変形の非接触検出



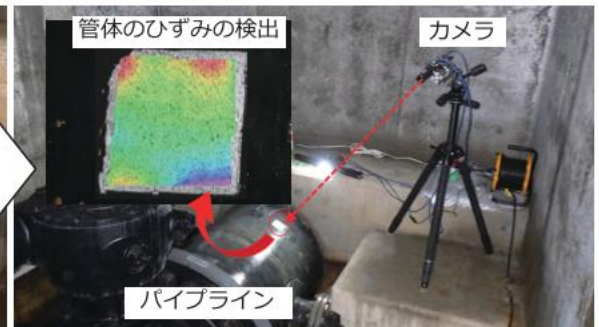
腐食鋼矢板の力学試験

### パイプライン

農業用水の灌漑で用するためのパイプラインにおける漏洩を対象にして、圧力波と画像解析を援用することで、非破壊・非接触で捉える研究を実施している。



農業用パイプラインの一例



パイプラインにおける漏洩の非接触検出



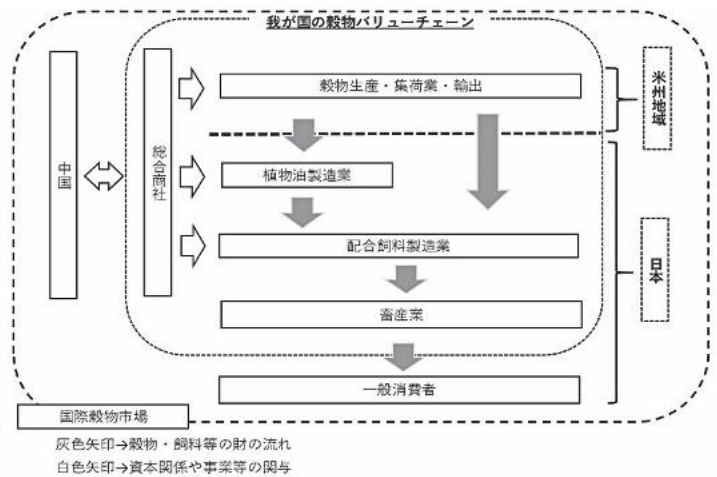
現在の農業や食料を取り巻く国際社会は、穀物・油糧種子を中心とする食料価格の高騰という問題に直面しています。これは、紛争や国際貿易交渉の動向という一時的要因に限らず、「新興国経済成長や世界人口増という需要の拡大」と「限りある水・土地資源や天候不順といった供給の制約」という構造的問題を抱えていることによるものです。食料を安定的に確保するためには、これら農業・食料に係る生産・輸出入・備蓄の実態把握ならび課題の解明が重要です。本研究室では、主に日本のフードバリューチェーンを構成する生産者や企業の動向を分析することで、日本の食料安全保障の課題把握に取り組み、食料安定調達に貢献することを目指しています。

## 研究テーマ

1. 日本の穀物・油糧種子バリューチェーンの構造分析
2. 米州大陸の農業・農業政策の研究

### 1. 日本の穀物・油糧種子バリューチェーンの構造分析

日本の穀物・油糧種子バリューチェーンを構成する「農業資材会社」・「国内外生産者」・「日系穀物商社（総合商社・全農）」・「食品メーカー」・「畜産業」・「消費者」などを分析対象とし、これらの産業やアクターごとの実態のみならず、バリューチェーンの全容を理解し、垂直的諸段階の相互関係性も含めて考察し、実態と課題を把握することを目指します。



日本の大豆・トウモロコシに係るバリューチェーン

### 2. 米州大陸の農業・農業政策の研究

日本の食料調達地として重要な米国やブラジルをはじめとする米州大陸における農業生産・農業政策の実態および課題について、文献調査やフィールドワークを実施することで把握します。特に、近年、国際社会で著しく注目されるアマゾン森林の違法伐採に対する対応など、環境保全策が日本のフードバリューチェーンに与える影響分析についても注目します。



ブラジルの大規模大豆生産の現場 ウルグアイの有機栽培大豆



応用動物生態学とは動物の生態を研究し、得られた知識をその動物や環境を保護・管理するために応用していこうとする分野です。遺伝的多様性から食物の栄養価、行動圏の広さや生息地の利用形態まで幅広い研究を行っています。近年は野生動物による農林業被害が全国的問題となっており、ここ山口でもいかにして人と野生動物の共存を図るかが大きな課題です。研究対象は随時変化しますが、現在はシカ、イノシシ、クマ、ヤマネなどです。

## 研究テーマ

1. 西日本の二ホンジカの系統関係
2. イノシシの生態（ヌタ場利用）
3. 分布を拡大したクマの食性 など



シカとイノシシは山口県における代表的な農林業の害獣です。県下全域に生息するイノシシに対して、シカは県西部に分布が限られていたのが、近年分布を拡大し、一部は島根県に進出していることが遺伝子の研究から明らかになってきました。宮島ではシカの過密化が問題であり、植生の破壊が進んでいます。

(画像はどちらも山口県農林総合技術センター提供)



ヤマネは保護が必要な希少動物です。国の天然記念物であるとともに、山口県レッドリスト掲載種でもあり、その生態はまだ謎に包まれています。個体数が非常に少ないと考えられる山口県のヤマネの生態を解明し、保護につなげるための研究を行っています。(画像は巣箱に繁殖用の巣材である杉の樹皮を運びこむメスのヤマネと巣箱内の様子。右下は別の巣箱に現れ、その後破壊して中のヒメネズミ親子を襲ったデン)



クマは害獣であるとともに希少動物でもあるため、保全の努力が必要です。山口、広島、島根の3県共同で保護・管理が行われています。当研究室では山口県内で捕獲されたクマについて計測、齢査定、食性研究を行う



とともに、クマの餌となる植物の生産量を予測し、クマの出没頻度との関連を調べています。

(画像上：ヤマネ用巣箱に現れた個体。自動撮影です。人がいる時はクマは姿を見せません。画像下：クマの爪跡)



カワウはアユを食害する鳥として厄介者扱いされていますが、山口県内でのコロニーやねぐらの場所はわずかしか特定されていません。その生態や生理も未知な点が多く、食害軽減のための多角的な調査研究を行っています。



山口県には野生化したヤギが住む無人島があります。天敵がおらず人による捕獲もない環境で、餌不足により植生の破壊が進んでいます。個体群管理を行わないで草食動物を放置するとどういったことになるのか、宮島のシカ問題にも通ずるモデルケース的な特異な生態系として貴重な場所となっています。



土壌は植物生育や環境調節などの機能を有しており、生命や地球環境の維持に欠かすことのできない存在です。土壌化学研究分野では土壌の機能性に深く関与する土壌有機物と生物との相互作用の研究を通して、これらの機能解明をめざしています。特に、炭素循環への寄与を解明するため、土壌有機物の主要成分である腐植物質の生分解過程について研究を行っています。また、山口県の誇る日本一のカルスト台地である秋吉台の土壌生成機構の解明に関する研究にも取り組んでいます。

## 研究テーマ

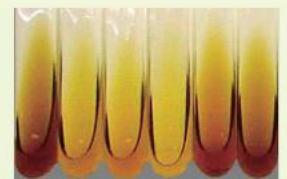
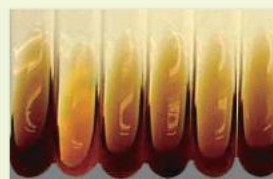
1. 生分解に対する腐植物質の安定性
2. 酵素による腐植物質分解機構の解析
3. 秋吉台土壌の土壌生成機構の解析

### 生分解に対する腐植物質の安定性

由来土壌によって特性が異なる腐植物質の生分解性はどのように異なるのか？  
安定性を支配する要因は何か？

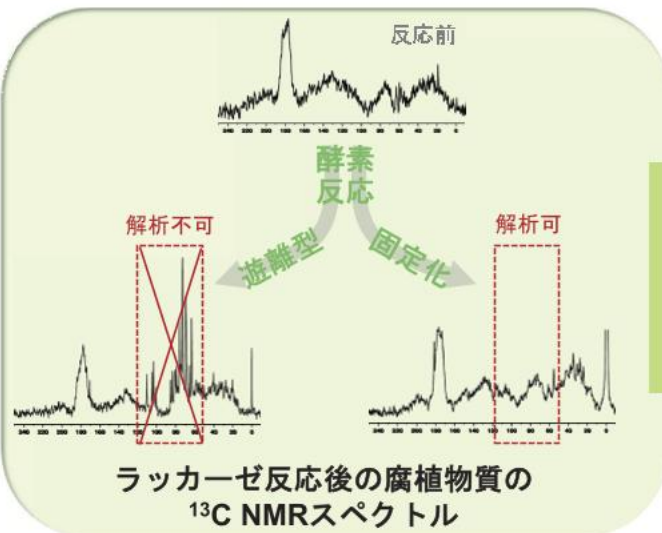
黒ボク土腐植

褐色森林土腐植



control 微生物接種区 control 微生物接種区  
各種微生物による腐植物質の分解

→ 微生物や腐植の種類によって分解性が異なる



### 酵素による腐植分解機構の解析

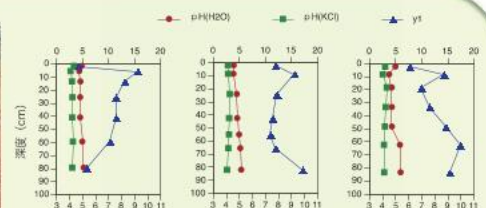
固定化法を利用した新規解析手法の構築  
どのように腐植物質は分解していくのか？

### 秋吉台土壌の土壌生成機構の解析

秋吉台土壌は石灰岩からできているのか？  
理化学特性、鉱物学的特性を明らかに



秋吉台土壌の断面



秋吉台土壌の酸性度の垂直変化

→ 全体的に強い酸性

赤みの強い土=海外の石灰岩由来土壌と類似  
一般的に石灰岩土壌はアルカリ性

石灰岩土壌とは異なる性質を示すのはなぜか？



有機化学研究分野では、あらゆる香りに注目して、自然や生活環境中に放出される香り（植物、動物、昆虫、微生物、ヒト）、農林畜水産物（野菜、果物、花、肉、魚介）およびその加工食品の香りを分析し、その発生メカニズムや本来持つ生理的役割（フェロモン、アレロケミカル）を究明します。また、香りの持つ秘めた機能性（抗酸化、抗菌、疲労回復）を発見し、応用（機能性食品、フレーバー、フレグランス、消臭）へと役立てます。

### 研究テーマ

1. 環境（自然、生活）の香りに関する研究
2. 農林畜水産物および加工食品の香りに関する研究
3. 香りの生理的役割の解明とその応用に関する研究

香りの不思議を科学する!

香料化学

フレーバー、フレグランス

天然物化学

抗酸化剤、抗菌剤

疲労回復剤

生態化学

食品化学

機能性食品

6月第1日曜は「あゆの日」

「柑味鮎（かんみあゆ）」の地域ブランド化および連携事業

セミオケミカル  
a) フェロモン  
b) アレロケミカル  
i) アロモン  
ii) カイロモン  
iii) シノモン



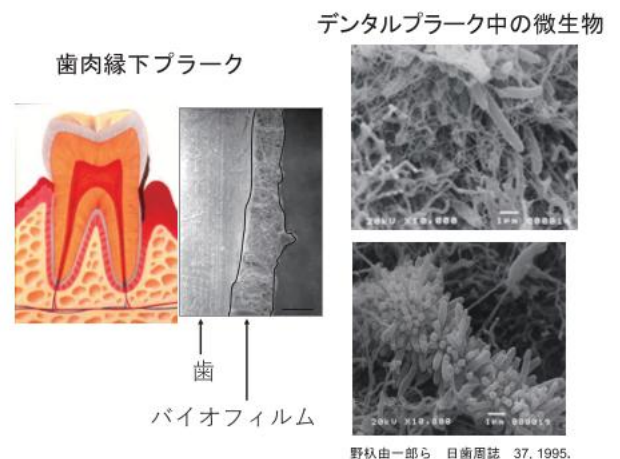
微生物が動植物（宿主）に感染する場合、まずその表面に付着しなければいけません。免疫や生体防御などの排除機構から逃れながら宿主表面に付着するために、微生物は様々な付着因子を持っています。また、付着した後そこで定着するために、微生物同士が互いにコミュニケーションしながら集団でバイオフィームというものを作ることがわかってきました。放置した花瓶の中のぬめりや口腔内の歯垢もバイオフィームです。微生物がどのようにして宿主に付着してそこで定着するのかを分子レベルで研究しています。

## 研究テーマ

1. 病原微生物の付着と定着のメカニズム
2. 微生物の付着・定着を抑制する成分の検索と応用
3. 微生物間のコミュニケーションとその応用

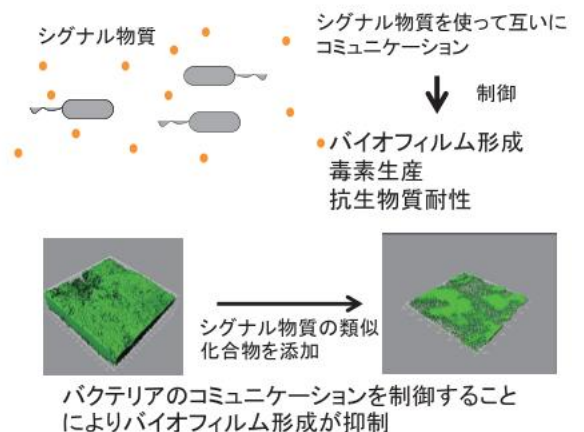
口腔内に形成されるデンタルプラークは、バイオフィームの典型です。デンタルプラークは多くの口腔微生物が付着、定着して出来上がります。その中で、歯周病関連細菌が炎症などを引き起こし、歯周組織を破壊し、最終的には歯が抜け落ちてしまいます。

口腔内には、微生物の付着を防ぐ物理的排除機構（唾液の流れや咀嚼運動）や化学的排除機構（免疫や酵素）が存在しますが、微生物はこれらの排除機構に抵抗して付着、定着します。本研究室では、歯周病関連細菌がどのようにして口腔内に付着・定着するのかを研究しています。



お茶に含まれるカテキン類や大豆に含まれるフラボン類がバイオフィームを抑制することがわかりました。また、キノコの中にもバイオフィームを抑制する成分が見つっています。様々な食品成分からバイオフィームを抑制する成分を食品から探しています。

個々の微生物はお互いにコミュニケーションしながら、バイオフィーム（集団）を形成します。コミュニケーションすることによって、周囲に仲間がどのくらいいるか、敵がどのくらいいるかなどを感知しています。このコミュニケーションは、バイオフィームの形成のみならず、毒素の生産など病原性もコントロールしています。したがって、このコミュニケーションの機構を理解し、それを制御できれば病気の予防や治療が可能になってきます。





食品機能化学研究分野では、私たちの老化抑制と寿命延長の実現を目的とした研究を行っています。短命な昆虫の中であって超長寿命を実現したシロアリのその戦略について、「活性酸素制御」をキーワードに研究しています。また「昆虫食」に科学の光を当て、その成分分析や食品機能性評価を行うことで、私たちの健康長寿に寄与するような付加価値を見だし、昆虫食の新たな可能性を模索しています。

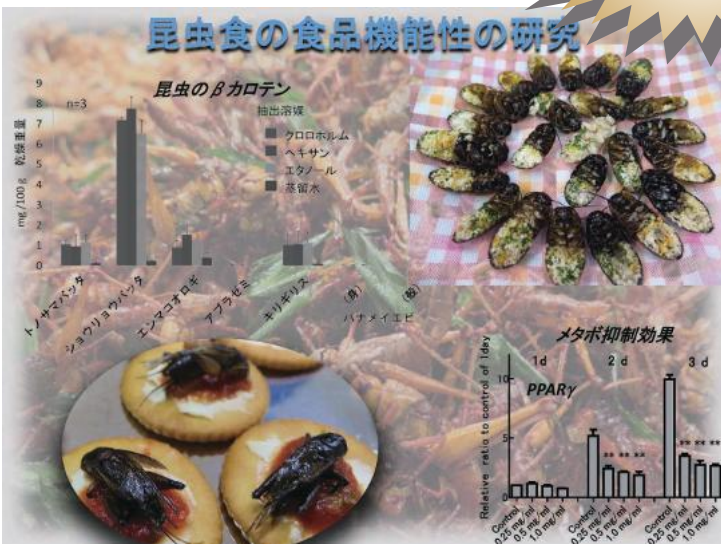
研究テーマ

1. アンチエイジング（老化抑制）食品成分の探索
2. 抗酸化能に注目した超長寿命昆虫シロアリ生殖虫の解析
3. 昆虫食の健康機能性評価

シロアリの王・女王が30年以上という超長寿命である理由について、抗酸化システムや代謝調節に注目した解析を行っています。



老化抑制  
寿命延長



昆虫食に注目し、メタボリックシンドローム予防効果など、機能性食品としての可能性について研究しています。



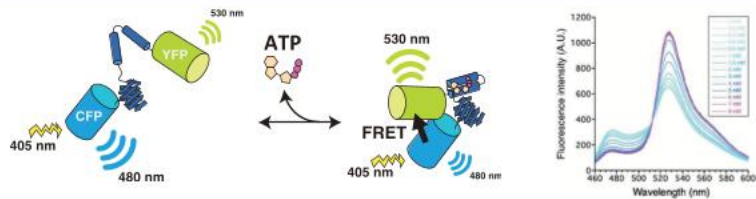
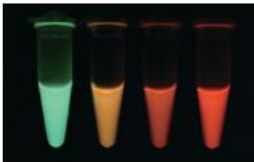


エネルギー代謝は、細胞が自身の活動に必要なエネルギーを糖や脂質などから取り出すための重要なシステムです。近年では、エネルギー代謝の変調がさまざまな病気と関係していることも分かってきています。本研究分野では、蛍光タンパク質を用いて、生きた細胞のエネルギー代謝状態を高い解像度で可視化するツールの開発をおこなっています。これらの技術を用い、主に哺乳類細胞を対象として、エネルギー代謝の動的な変化と生命現象・病気との繋がりを明らかにすることを目指して研究を行っています。

### 研究テーマ

1. 細胞の代謝状態を可視化・操作する分子ツールの開発
2. 代謝の時空間ダイナミクスを支えるメカニズムの研究

#### 分子ツールの開発



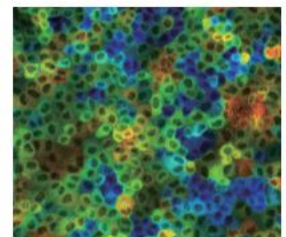
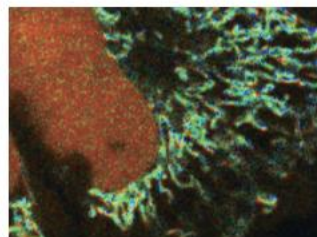
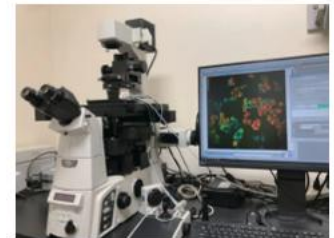
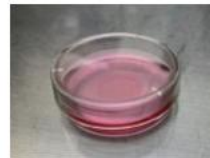
タンパク質工学の手法を用いて、特定の代謝物に結合するタンパク質を蛍光タンパク質と組み合わせることにより、代謝物濃度に応答して蛍光強度や蛍光色が変化するようなバイオセンサーをデザイン・開発してきました。特に、細胞のエネルギー運搬体であるATPに対するバイオセンサーは高い注目を集めています。最近では、狙った代謝物の濃度を操作する分子ツールの開発にも取り組んでいます。

また、バイオセンサーの構成要素である蛍光タンパク質の開発や改良も行っており、2023年には緑色の蛍光タンパク質をベースにして赤色蛍光タンパク質を作成することに世界で初めて成功しました。

#### 代謝の時空間解析

開発した蛍光バイオセンサーを培養哺乳類細胞に導入し、顕微鏡で経時的に撮影することで、生きた細胞の代謝状態を「時間」と「空間」の2つの側面から解析することが可能になりました。この手法を用いて、インスリン分泌や細胞分裂、細胞死といった生命現象におけるエネルギー代謝状態の時空間ダイナミクスをこれまで明らかにしてきました。最近では、がん細胞の特徴的なエネルギー代謝に関心をもって研究を進めています。

また、pHや麻酔薬がエネルギー代謝に大きく影響を与えていることを示唆する興味深い知見も得ています。これらの知見を足がかりに、遺伝子ノックアウト技術などの分子細胞生物学手法を組み合わせた解析を進めることで、新しいエネルギー代謝制御のメカニズムに迫れるのではないかと期待しています。



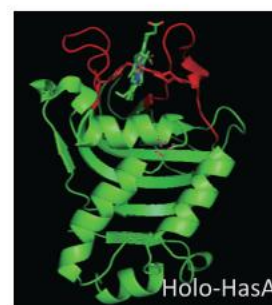
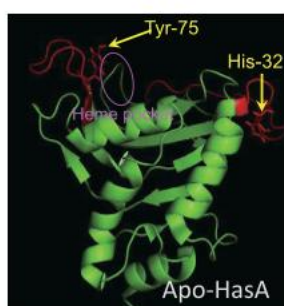
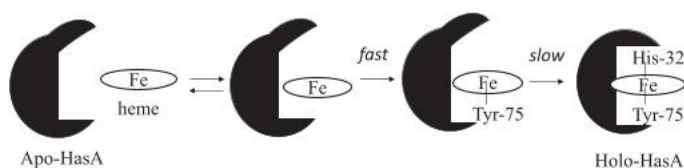


生体反応化学研究分野では、生命現象を化学の原理に基づいて解明し、その知見を広い意味で人間生活に役立てるための研究を行っています。研究対象は、タンパク分子とその機能を制御する小分子（有機化合物、金属イオン、金属錯体など）です。顕微鏡をのぞいても直接見ることができないナノメートルスケールのタンパク分子が、時々刻々と姿を変えながら生体内で働く仕組みを、各種分光分析や結晶構造解析の手法などを駆使して解明しています。

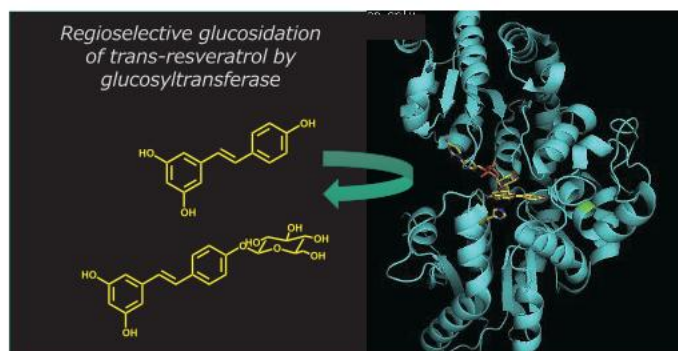
## 研究テーマ

1. 病原性細菌が生存に必須のヘムを菌体内に取り込む仕組みの解明
2. 酵素反応による効率的な水溶性抗酸化物質の合成方法の確立

人や動物に感染する病原性細菌の中には、生存に必須の鉄を感染組織の血液に含まれるヘムから獲得するために、HasAと呼ばれるタンパクを分泌するものがあります。近年、HasAは、ヘムを迅速に（100ms以内に）つかみとる能力があること、その際に、大きく口を開けた魚が餌（平板なヘム分子）をパクリと啜るように形を変化させること（右図）が明らかになりました。また、HasAにヘムとは異なる分子を結合させると、病原性細菌はヘムを取り込むことができなくなるため、生育が抑制されることもわかってきました。



植物由来の配糖化酵素を活用して水溶性に乏しい抗酸化物質（レスベラトロール、フラボン、カテキンなど）に高い収率で糖を付加することに成功しました。また、このように酵素を用いて生成した配糖体も抗酸化活性を保持していることがわかりました。水に溶けやすくなった配糖体を機能性食品や化粧品素材として利用することに取り組んでいます。



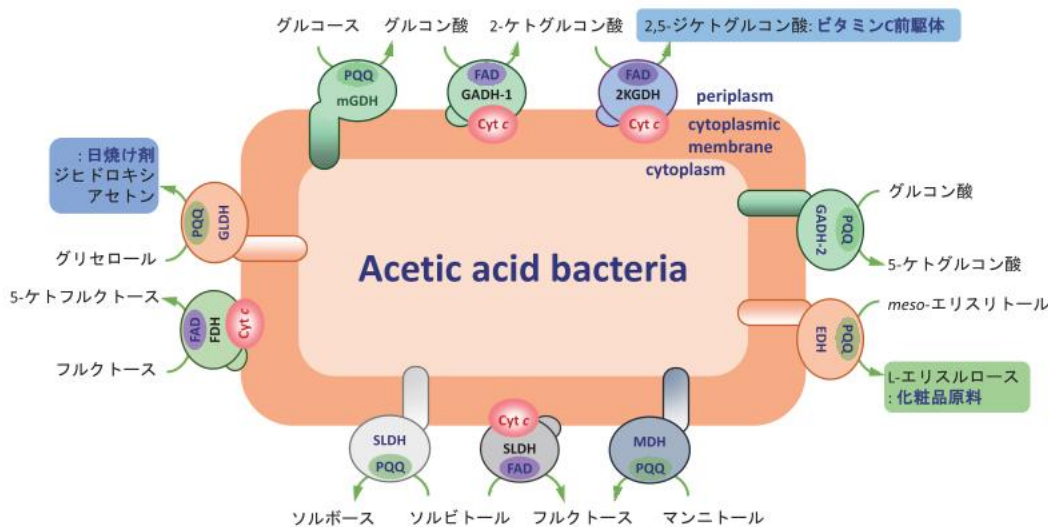


発酵生理工学研究分野では、酢酸菌やコリネ型アミノ酸生産菌、大腸菌といった産業微生物を材料に、有用物質生産に関する研究を行っています。これら産業微生物は、細胞内で行う代謝により、ビタミンC前駆体やアミノ酸を発酵生産します。この発酵のメカニズムを分子レベルで解明するとともに、応用することで、効率的生産技術を開発する研究を行っています。また、人工的に設計した代謝経路を大腸菌等に導入することで、生物が今まで生産し得なかった物質の生産に関する研究も展開しています。

### 研究テーマ

1. 産業微生物の生理学とその物質生産への応用
2. 合成生物工学的手法による有用物質生産
3. 耐熱性産業微生物による高温発酵系の開発と耐熱化機構の解析

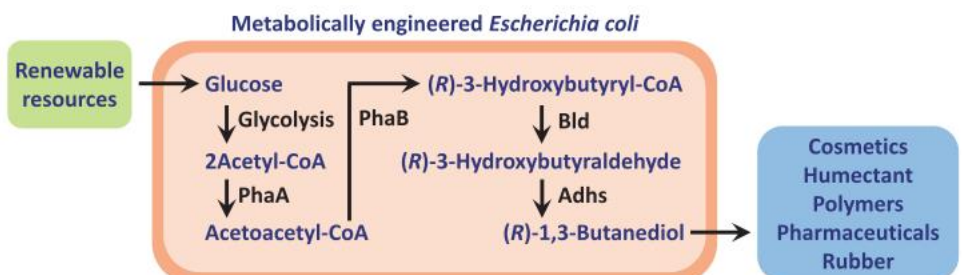
### 酢酸菌の『酸化発酵』を活用する有用物質生産



酢酸菌は左図に示すように、非常に多くの酸化酵素をその細胞質膜に保有しており、それらを利用して様々な有用物質を生産することが出来ます。そのため現在、食酢のみならず、ビタミンC前駆体やグルコン酸の発酵生産に酢酸菌が使われていますが、まだまだ新規物質の生産に利用できる可能性を秘めています。

### 合成代謝経路を導入した微生物でのバイオケミカル生産

近年、低炭素社会実現のため、石油資源から産出される化成品を再生可能資源から生産するバイオリファイナリー研究が展開されています。我々は、人工的な代謝経路を設計し、大腸菌に付与することで合成ゴム原料の1,3-ブタンジオールを生産する人工微生物を構築しました(右図)。





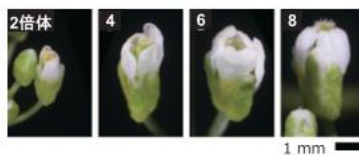
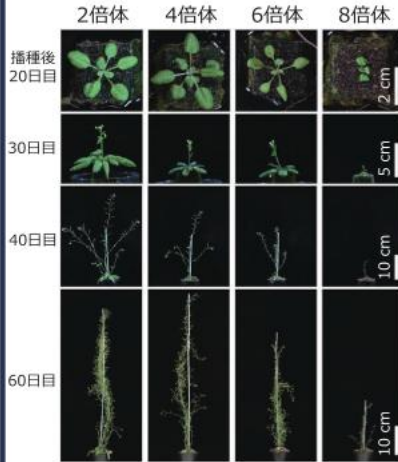
染色体の倍加は、植物に大きな影響を及ぼします。ゲノム倍数化は、ある個体の相同染色体のセット数が増えて3セット以上になる現象であり、植物の種分化の主要な推進力になったと考えられています。また、核内倍加は細胞レベルでの染色体の倍加をもたらし、多くの場合で細胞体積増大と関連することが報告されています。本研究分野では、染色体の倍加が植物の成長・生殖に及ぼす影響を詳細に明らかにするため、顕微鏡画像に基づく定量解析や遺伝子発現量解析などによるアプローチを行なっています。

### 研究テーマ

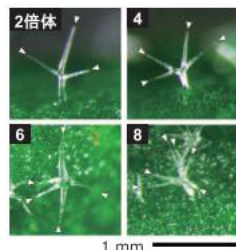
1. ゲノム倍数化が植物の成長に及ぼす影響およびそのメカニズムの解析
2. ゲノム倍数体植物の減数分裂を安定化する因子の探索
3. 核内倍加に関わる植物細胞の成長制御機構の解明

### 研究対象

#### モデル植物シロイヌナズナの人工倍数体シリーズ (2, 4, 6, 8倍体)



▲ゲノム倍数化の進行に伴い、花が大きくなります。高次倍数体では次世代への倍数性維持率が低く、減数分裂に異常が生じていることが示唆されています。



◀ゲノム倍数体では、トライコーム（葉の表面に存在する単細胞性の毛状突起）の分岐数が増加します。

※今後、園芸植物の人工倍数体の作出および解析、野生倍数体種の解析の実施も計画しています。

▲高次倍数体 (6, 8倍体) では、2, 4倍体と比較して顕著な成長抑制が生じます。

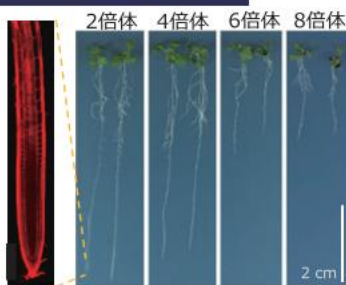
### 研究目的

1. ゲノム倍数化が植物の成長・生殖に及ぼす影響およびそのメカニズムを明らかにする
  2. 細胞レベルでの染色体倍化 (核内倍加) が植物に及ぼす影響を明らかにする
- 研究の成果は、将来的に
- 有用な倍数体育種の確立
  - 植物の倍数性進化のメカニズム解明
- に貢献することが期待されます

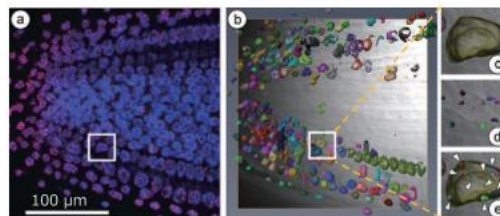
多角的なアプローチにより、上記の目的の達成を目指します

研究における問い：同質な染色体の倍化が、なぜこのような変化をもたらすのだろうか？

### 研究方法

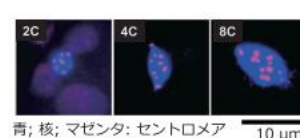


▲培地上で育成したシロイヌナズナ倍数体シリーズの成長解析  
比較的単純な構造を持つ根をモデル器官として、細胞レベルでの成長変化やそのメカニズムの解析を行なっています。



#### ▲根端の各細胞における染色体動態の解析

独自に開発した手法により、ゲノム倍数化や核内倍加に伴う染色体動態変化の定量解析に取り組んでいます。この解析により、「染色体の東化」が細胞成長抑制に関わるという示唆が得られています。

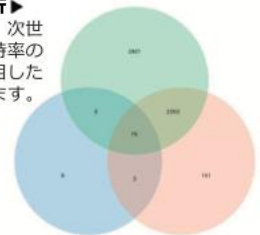


◀核内倍加に関わる細胞成長制御の解析  
シロイヌナズナの葉を対象に、核内倍加レベル、細胞体積増大、染色体動態変化の三者の関連を解析しています。

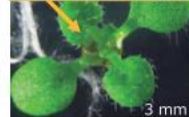
#### 遺伝子発現量解析

倍数性の違いや、次世代への倍数性維持率の違いなどに着目した解析を行っています。

■ 2倍体 vs 4倍体  
■ 2倍体 vs 6倍体  
■ 2倍体 vs 8倍体



#### 0.5% (w/v) コルヒチンを含むゲル



◀人工倍数体の作出  
園芸植物やシロイヌナズナの形質転換体の人工倍数体を作成するため、微小管重合阻害剤コルヒチンによる処理を行っています。

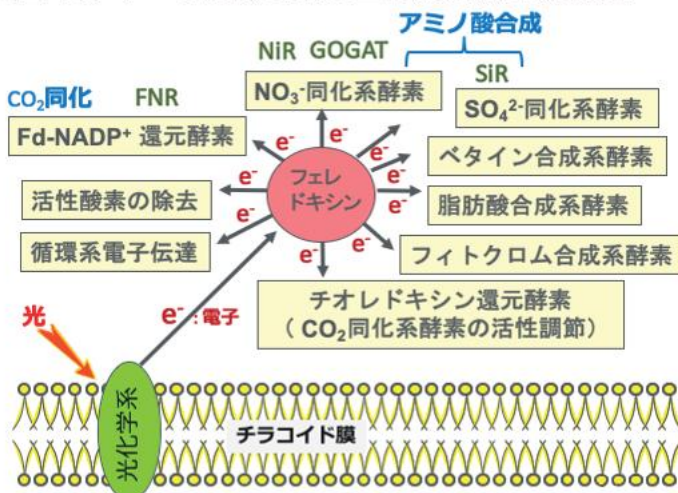


植物は、太陽光をエネルギー源として大気中の二酸化炭素や土壌中の窒素や硫黄の無機化合物から、自らの体を構成する生体物質（タンパク質、炭水化物、核酸、脂質など）を生合成するしくみを持っています。このしくみは光合成と呼ばれ、これにより地球上の生物が養われています。本研究室では、このような光エネルギーで駆動される様々な生合成代謝間のバランスが臨機応変に調節されるメカニズムを、タンパク質間の相互作用や電子伝達の観点から原子レベルで解明する研究と、その応用研究を行っています。

### 研究テーマ

1. 生合成代謝への電子分配を担うタンパク質間相互作用のメカニズム
2. タンパク質間電子伝達のメカニズム
3. マラリア原虫が持つ植物と相同な電子供給システムの解析

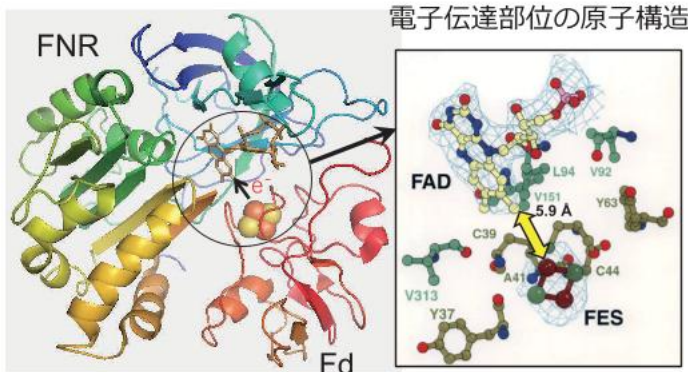
### 光エネルギーで駆動される生合成代謝の酵素群



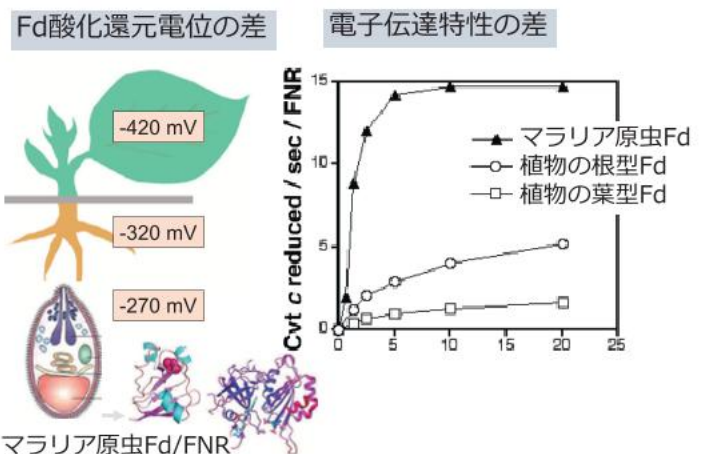
光合成の明反応で産み出された高エネルギー電子が様々な生合成代謝に分配されるしくみ（左図）について、具体的にはそれを担う小さなモバイル電子伝達タンパク質（図中:フェレドキシン）と、これら酵素群との相互作用及び電子伝達のしくみを、ミクロな原子のレベルで明らかにしようとしています（左下図）。

マラリア熱を引き起こす寄生虫に植物と共通の起源を持つ電子供給システムが存在し、その構成タンパク質は植物と相同でありながらユニークな特性を持つことがわかってきました（下図）。進化の過程において、タンパク質装置の機能が寄生虫のような特殊な環境に応じていかに特化しているかを調べています。

### フェレドキシン(Fd)とFd-NADP+還元酵素(FNR)の電子伝達複合体の立体構造



### マラリア原虫と植物のFdとFNRの電子伝達活性





特徴的な環境に生息する微生物は特有のゲノム、つまり特異的機能遺伝子を有していると考えられます。近年の遺伝子工学の発展によって、異種遺伝子をモデル微生物で発現させ、その機能の再現や比較を行うことが可能となりつつあります。未だ解析されていない微生物の特異的機能とそれに寄与する遺伝子の機能を明らかにするために、生理学的知見とゲノム情報を基に、遺伝子工学を駆使してモデル微生物での機能再現を目指します。そのため、新たな遺伝工学技術、計算機によるシミュレーション、さらに、細胞そのものの活用に取り組んでいます。そして、得られた知見を活用し微生物の機能拡張を目指します。

### 研究テーマ

1. 微生物の特異な代謝機構に関する研究
2. 微生物の代謝とロバスト性に関する機能の研究

#### コンセプト

特徴的な環境に生息する微生物の機能  
プロピオン酸酸化、アルカリ耐性等

モデル微生物での機能再現

大腸菌、枯草菌、コリネ型細菌等（組換え可）

#### 研究の流れ

微生物の特異な機能を見出す

- ・生理学的知見、科学的思考
- ・遺伝情報（ゲノム配列など）  
(実験、データベース等の情報)

機能反応や制御機構  
(メカニズム) の抽出

- ・関連遺伝子の抽出
- ・コンピュータの活用

機能の再現

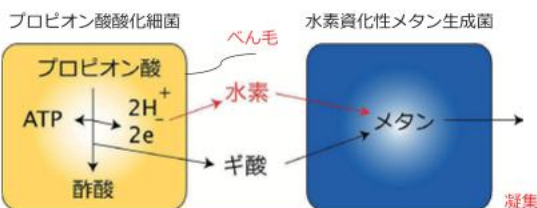
- ・モデル微生物の活用
- ・システム生物学的思考
- ・細胞内情報の可視化

微生物機能の拡張

- ・生育領域の拡大
- ・新規機能付与
- ・未知代謝機構の解明

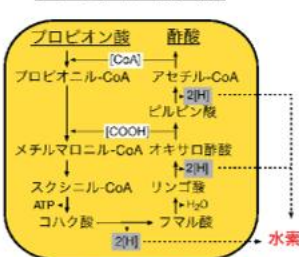
#### 微生物の持つ特異な代謝機構

##### 共生的プロピオン酸酸化とメタン生成



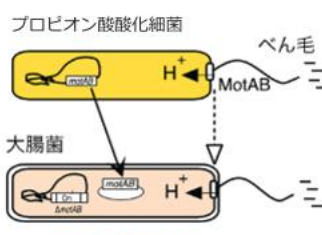
代謝、水素 or 酢酸、凝集、べん毛により共生を強化

##### プロピオン酸代謝



メチルマロニルCoA経路が機能する理由を解析中

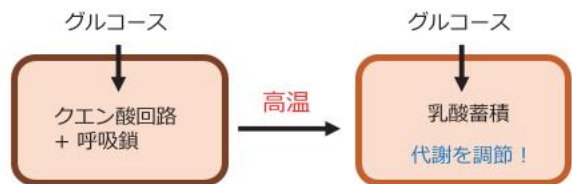
##### べん毛 (装置)



大腸菌で機能！

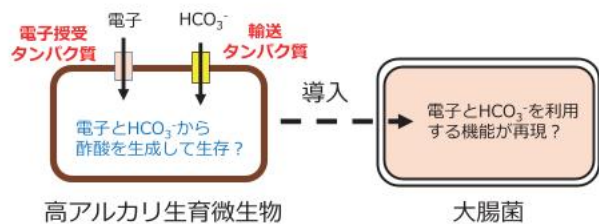
#### 微生物の代謝とロバスト性に関する機能

##### 高温での代謝転換 (大腸菌の機能理解)



大腸菌が高温で代謝を調節する機能を解析中

##### 高アルカリ環境での生存



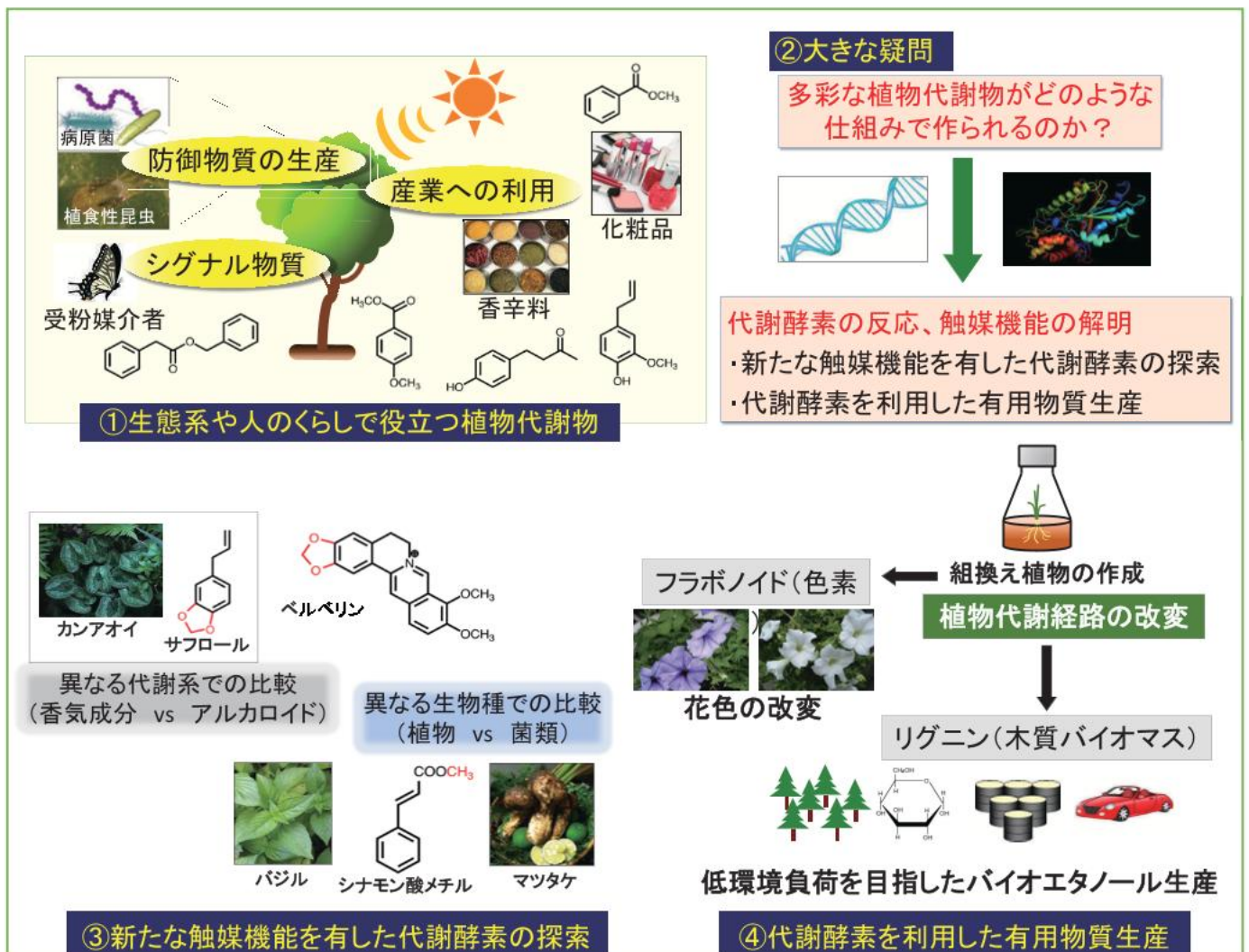
高アルカリ環境生存微生物の機能を大腸菌で再現？



植物代謝生化学研究分野では、多彩な生理活性を有する植物代謝物の生合成と生理機能について調べ、その知見を有用物質生産に活かすための研究を行っています。植物が作り出す香気成分やフェノール性化合物は生態機能性物質として知られる一方で、化粧品原料や染め物の色素、健康補助食品として利用されているため、その生合成、制御機構の解明は「生活の質の向上」に直結しています。植物が持つ代謝力を人為的に制御して我々の生活に役立つ有用な植物成分を効率的に作り出す研究も行っています。

### 研究テーマ

1. 新たな触媒機能を持つ植物代謝酵素の探索
2. 植物香気物質の生成、制御機構の解明
3. 植物内在性基質を利用した代謝工学による有用物質の生産





ゲノム微生物学研究分野では、気候変動に伴う利用可能な生物資源の変化を見据え、生育温度の異なる微生物資源の拡充や利用促進に関する研究を行っています。例えば、さまざまな温度の地下水中に存在する微生物の探索と機能解明に取り組んでいます。また、すべての微生物の生育温度情報を包括したデータベースの構築を進めており、その過程で見出した“特殊な温度特性を持つ微生物”の温度適応機構を解析しています。さらに、微生物の温度耐性を強化する新たな技術の開発にも着手しており、基礎から応用まで幅広く研究を展開しています。

### 研究テーマ

1. 異なる温度の地下水を利用した陸域地下生命圏の探索
2. 多様な温度条件に対する適応機構やストレス耐性機構の解析
3. 耐熱性などの生物機能を活用した新たな技術の開発





食品微生物学研究分野では、「細菌の種類を見分ける研究」と、「微生物を使って食品をつくる研究」を行っています。また、食品の作りかす（食品残渣）をもう一度役立てる方法についても研究しています。酵母や乳酸菌は、食品に使われていて、私たちの生活にとっても身近な存在です。私たちはこうした微生物がどのように環境に適応してきたのかを調べています。そのしくみを理解することで、微生物をもっと上手に利用でき、新しい食品の開発や、食品の価値を高めることにつながります。結果として、私たちの生活をより豊かにすることを目指しています。このように、微生物の進化を解き明かす基礎的な研究から、実際に役立てる応用研究まで、幅広く取り組んでいます。

### 研究テーマ

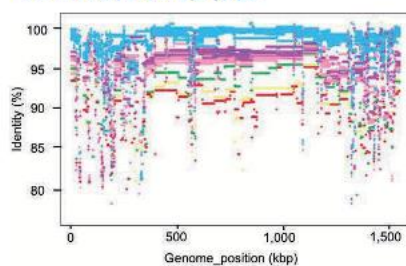
1. 微生物はどうやって環境に適応し、進化してきたのか？（ゲノムから読み解く）
2. DNAの似ている度合いから、細菌の「本当の種類」を見分ける
3. 食品の中から、健康や機能性に役立つ乳酸菌を探す

### 果物を好む乳酸菌の進化を追う

#### ① フルクトフィリック乳酸菌はどう進化したのか？

乳酸菌はさまざまな場所に存在しますが、私たちが研究している「フルクトフィリック乳酸菌」は、花や果物など、果糖（フルクトース）が多い環境を特に好んで生きています。これまでの研究から、この乳酸菌は**いままさに進化をしているかもしれない乳酸菌**です。私たちの研究室では、この乳酸菌がどのように変化していくのかを観察し、その進化のしくみを明らかにすることを目指しています。

ゲノムに刻まれた多様性



#### ② 耐熱性酵母の耐熱性機構

### 地域食材から探る高機能乳酸菌の可能性

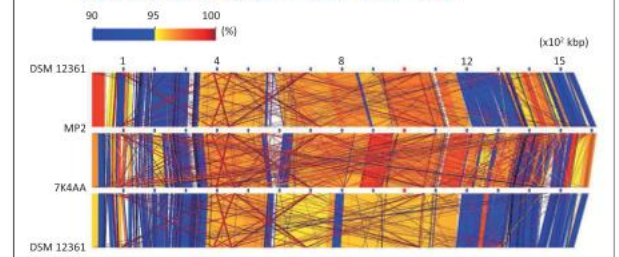
山口県産の食材から乳酸菌を分離し、健康や食品機能に役立つ「高機能乳酸菌」を集めて整理（カタログ化）しています。これらの乳酸菌は一般に公開し、多くの人々が利用できるようにすることで、新しい発酵食品の開発や、食品の価値向上につなげることを目指しています。

### ゲノムから読み解く細菌の新しい分類

#### DNAに基づく細菌の種境界の解明

細菌は一見すると似ているものが多く、正確な分類が難しいことが知られています。そこで私たちは、ゲノム情報（DNA配列）の類似性をもとに細菌同士の関係を詳しく調べ、細菌の**“本当の種類”**を見分けています。特に、進化の途中にあると考えられる細菌群に注目し、その分化の過程を捉えることで、細菌の進化と多様性の理解を深めることを目指しています。

見えないゲノム構造を“見える化”する



乳酸菌の分離

機能性評価

（醗酵試験、安全性試験、プロバイオティクス能試験）

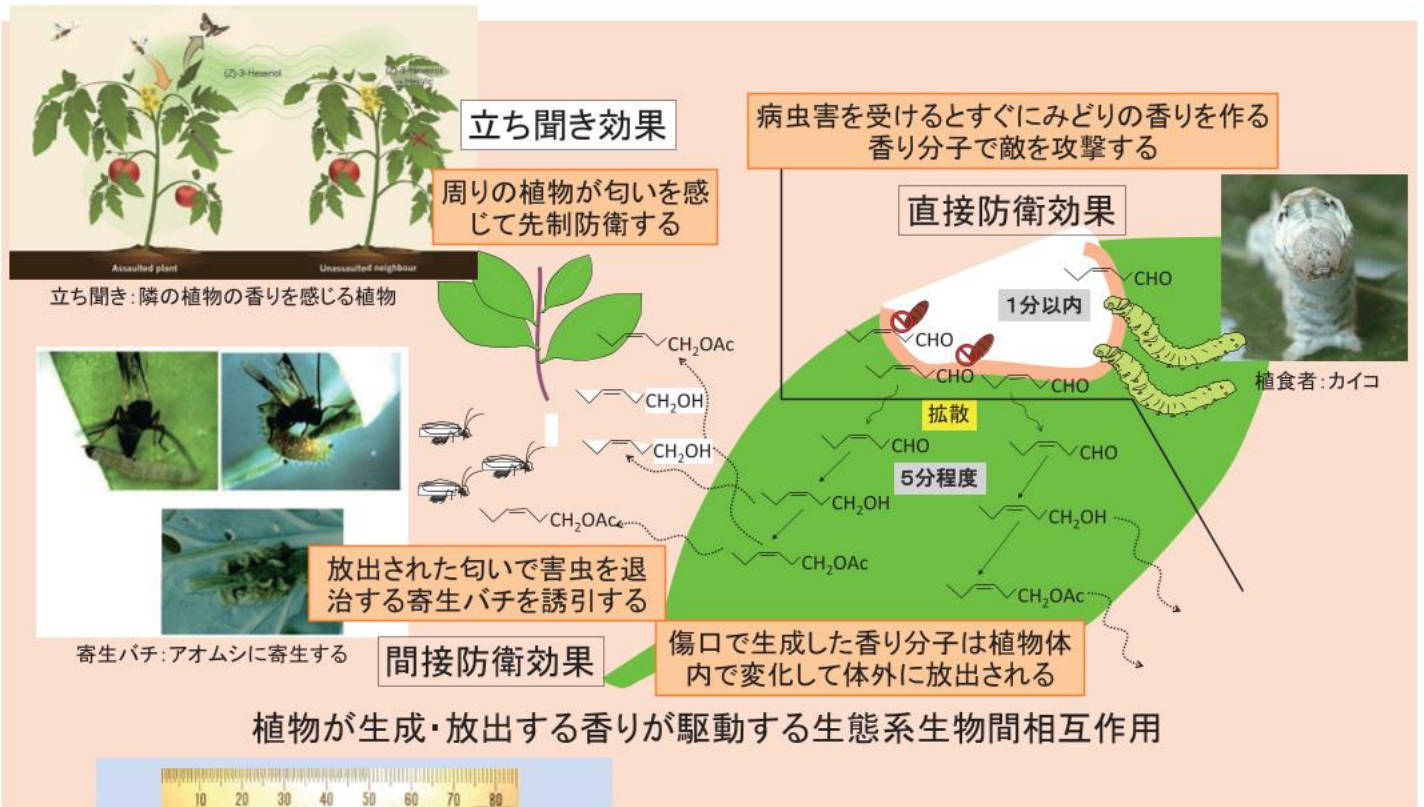
菌株カタログ



植物生化学・生理生態学研究分野では植物がなぜ香りを作るのか、どのように香りを作るのかについて研究を行っています。特に、病虫害を受けた植物から特異的に生成・放散される香りに注目し、植物自身や植物を取り巻く生物たちがこうした香り分子によって交信している様子を紐解き、植物の香りが紡ぐ生態系という新しい見方を確立しようとしています。この研究成果を応用することで生物多様性の保全や生態系の保護が期待できます。また、いい香りをもつ植物由来食品を作り出すことも期待できます。

研究テーマ

1. 植物が香りを生成し、放散する仕組みの解明
2. 植物の香りが媒介する生物間相互作用の解明
3. 作物の香り特性の評価と最適化



Shinanokurakake (信濃鞍掛)  
Nishiyamahitashi (西山浸)

炊くと海苔の香りのするダイズはキャベジンの成分を持っていた

CC(C)S(=O)(=O)C[C@@H](N)C(=O)O → CC(C)S(=O)C + OC[C@@H](N)C(=O)O

S-Methylmethionine      Dimethyl sulfide

1-Octen-3-one → 1-Octen-3-ol → 1-Octen-3-yl acetate

Reduction, Oxidation, Hydrolysis, Acetylation

Octen-3-one → Octen-3-one

コケからキノコの香りがする

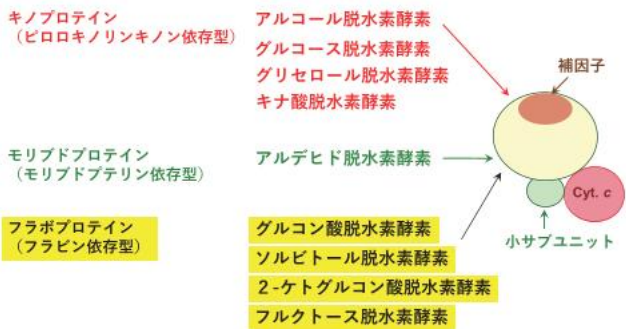


応用微生物学研究分野では、酢酸菌などの有用物質を生産する微生物を用いて、その生産に関わる酵素群の解析を行っています。その解析から得られた知見を、効率の良い有用物質生産や新しい化合物の物質生産に生かすための研究、あるいは酵素そのものを利用するための研究を行っています。生命活動に不可欠なエネルギー代謝を支える膜タンパク質複合体の役割、機能、構造に興味を持ち、生化学、分子生物学、遺伝子工学の手法を用いて研究を進めています。

### 研究テーマ

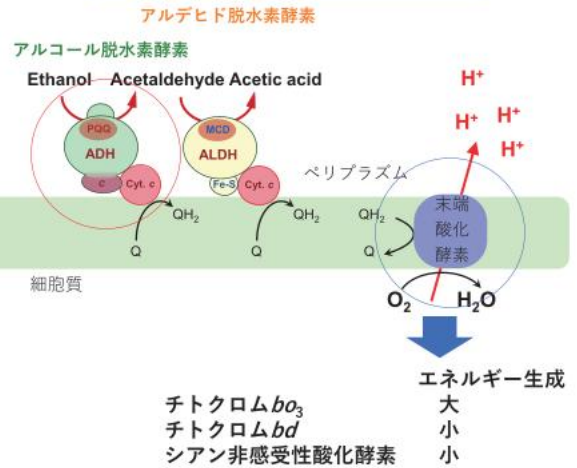
1. 酢酸菌の酸化発酵を担う酵素の解析
2. 膜タンパク質複合体の分子構築と機能発現の解析
3. バクテリアのエネルギー代謝の解析

#### 酢酸発酵を担う膜タンパク質



膜結合型脱水素酵素に多様性を持たせて  
様々な物質の酸化反応を行います。

#### 酢酸発酵を担う膜タンパク質

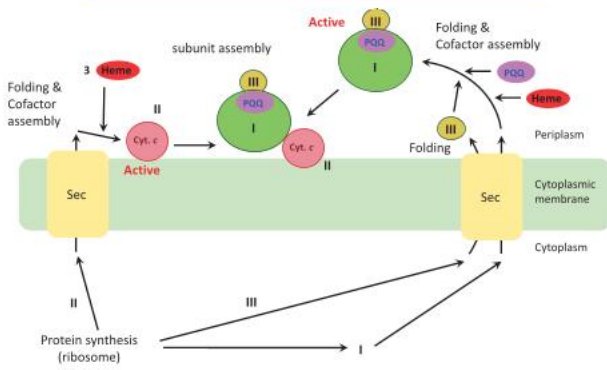


エネルギー生成

大  
小  
小

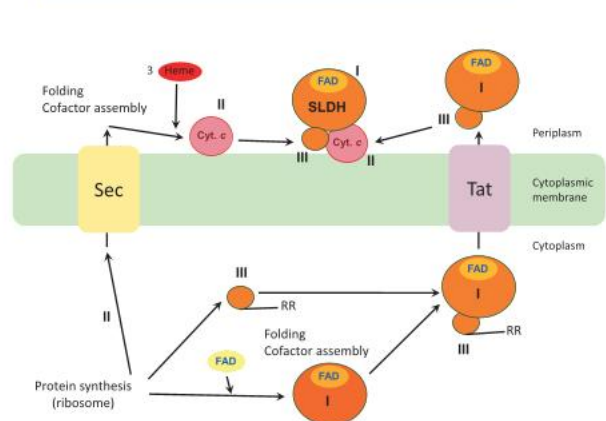
多様な末端酸化酵素でエネルギー代謝を調節するのでしょうか？

#### アルコール脱水素酵素の分子構築経路



アルコール脱水素酵素とソルビトール脱水素酵素は似ていますが  
その成り立ちは異なります。

#### ソルビトール脱水素酵素の分子構築経路





環境中の微生物や、共生性の微生物の機能解析を行っています。主にサンゴを用いて、その共生褐虫藻の機能解析を行ってきました。稚サンゴを使った飼育実験を実施し、異なるタイプの褐虫藻を共生させ、その共生関係の違いを明らかにすることを試んでいます。また、サンゴのストレス応答と、共生褐虫藻、共生性微生物の関係を調べ、共生体としてのストレス耐性獲得の仕組みを明らかにする研究に取り組んでいます。

研究テーマ

- 1. サンゴ共生性微生物の機能解析
2. サンゴ-褐虫藻共生成立、非成立に関わる分子機構の解明

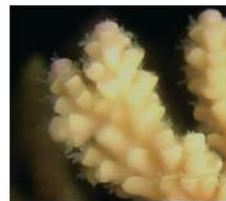
共生性微生物や環境中の微生物



環境や、地域によって、動植物に共生する微生物や環境中の微生物群が異なることがわかっています。本研究室では、主にサンゴなどの刺胞動物を扱い、共生する微生物群の同定、機能解析を主に行っています。

研究に使っている生物 (サンゴ)

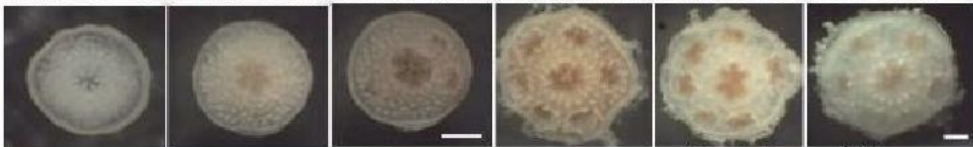
サンゴと褐虫藻の共生関係を調べるため、生まれたばかりのサンゴ (褐虫藻を持たない) に培養した褐虫藻を共生させて、実験に使っています。



サンゴは石のように見えますが、イソギンチャクの仲間で体内に褐虫藻と呼ばれる単細胞藻類を共生させています。

サンゴに褐虫藻を共生させる実験・サンゴを白化させる実験

様々なタイプの褐虫藻をサンゴに共生させ、その共生していく過程を調べています。また、サンゴにストレスを与えて、白化していく過程 (褐虫藻が抜け出ていく過程) も明らかにすることを目的としています。



共生する褐虫藻タイプにより、ストレス耐性やサンゴの成長速度が変わることがわかってきました。

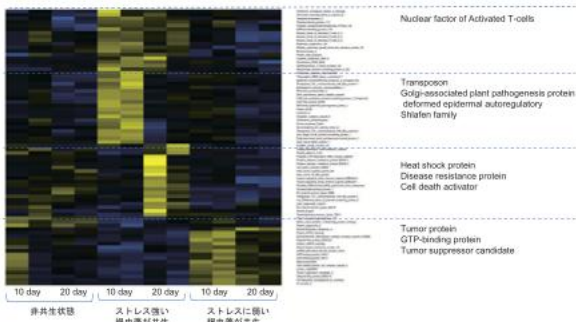
Scale bars= 0.5mm

褐虫藻が共生

高温でサンゴが白化する過程

次世代シーケンサーを使用した大規模遺伝子発現解析

遺伝子発現解析により、ストレスに強い褐虫藻特有の性質を明らかにすることを試んでいます。



ニホンアワサンゴの大量死の原因究明



大量死をするサンゴでは、短期間で軟組織が溶けて骨だけが残ります。

大量死が起きる時期のサンゴと健康な状態のサンゴの微生物叢を比較して大量死原因究明を目指しています。

これまで、サンゴ-褐虫藻の共生成立や、非成立に関わる遺伝子、サンゴと褐虫藻のストレス応答に関わる遺伝子、サンゴの骨格形成に関わる遺伝子を多数同定してきました。今後、これらの遺伝子から、さらにストレス抵抗性に関するタンパク質に注目し、その機能とサンゴの環境適応能力との関係性を調べることを計画しています。また、ニホンアワサンゴの大量死の原因究明を目指した研究も行なっています。

**発行 山口大学農学部**

〒753-8515

山口市吉田 1677-1

TEL 083-933-5811

FAX 083-933-5812