

有用微生物および酵素の開発



秦田 勇二 教授

工学部 生命環境化学科 微生物応用研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/hatada/>

キーワード

微生物、スクリーニング、抗菌活性物質、酵素改良、酵素大量生産

■ 主な研究シーズ

- 抗菌活性物質生産微生物のライブラリー
- 酵素大量生産技術
- 酵素改良技術
- 微生物ライブラリー(乳酸菌など)

■ 研究シーズ概要

● 抗菌活性物質生産微生物のライブラリー

地球上にはおよそ 300 万種類の微生物が存在すると推定されています。しかしこれまでにその正体が明らかになったものは僅か 1% であり、残り 99% はその能力を評価されていない未研究の微生物です。当研究室では大学の敷地、学生さんの家の庭、畑など周りの自然環境から、抗菌活性物質を生産している微生物を数多く見つけ出し、ライブラリーとして保存しています。

● 酵素大量生産技術

当研究室では微生物を利用した酵素大量生産システムの開発を行いました。

● 酵素改良技術

工業用酵素に求められる特性は、触媒能力の高さ、基質特異性、酵素の安定性、酵素の pH プロファイル、酵素の温度特性などです。当研究室ではタンパク質工学的手法を用いて酵素の改良を行うことができます。さらに、改良した酵素を上記の酵素大量生産システムによって大量生産することもできます。

● 微生物ライブラリー(乳酸菌など)

乳酸菌やサイクロデキストリン生産微生物などを含む微生物ライブラリーを拡充中です。

■ 業界の相談に対応できる分野

有用微生物のスクリーニング、酵素の改良、酵素の大量生産

■ 特記事項

金属錯体触媒を用いたカルボニル化反応の新規開発



岩崎 政和 教授

工学部 生命環境化学科 合成化学研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/iwasaki/>

キーワード

金属錯体・一酸化炭素・均一系触媒反応・有機合成・パラジウム

■主な研究シーズ

- 有機合成・均一系触媒反応
- 有機構造分析

■研究シーズ概要

●金属錯体触媒を用いたカルボニル化反応の開発

人間の生活には数多くの有機化合物が使われており、これらの人工的な合成法は工業的に重要です。我々の研究室では有機溶媒に可溶性金属錯体を触媒に用いた有機合成の研究を行っています。特にPd(パラジウム)錯体触媒によるカルボニル化反応(一酸化炭素 CO を原料とする反応)を研究しており、アリルエステル、CO、末端アルキンのカップリングにより、1,3-ジエン-5-イン骨格が合成できることを報告しました(図1)。この反応は共役ポリアルケン/アルキン類の新規合成法となる可能性があります。

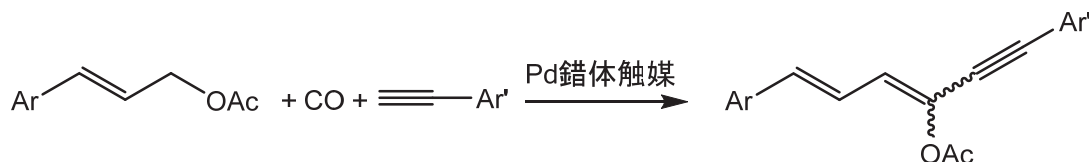


図1: アリル化合物と末端アルキンのカルボニル化

最近ではアリルエステルの代わりにプロパルギル化合物を出発物質とした反応を中心に研究を進めています(図2)。中間生成物である四員環配位子を有する錯体の合成と、モデル反応を中心に実験を進めており、反応経路を解明して反応制御に利用したいと考えています。

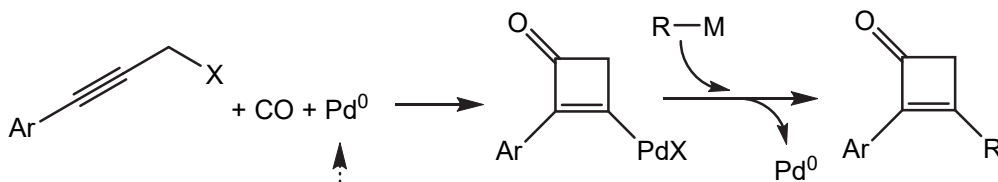


図2: プロパルギル化合物と CO からの四員環化合物合成

■業界の相談に対応できる分野

有機合成・均一系触媒反応: 合成反応の計画、実施、原料/生成物の分析、構造解析

依頼分析: ガスクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー、NMR、CHN/S 元素分析、単結晶X線構造解析

■特記事項

電気化学式バイオセンサ、タンパク質-リガンド相互作用



長谷部 靖 教授

工学部 生命環境化学科 生体分子デバイス研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/hasebe/>

キーワード 電気化学バイオセンサ、酵素センサ、酸化還元酵素、電気化学分析、分子機能電極、タンパク質固定化、タンパク質-リガンド相互作用

■主な研究シーズ

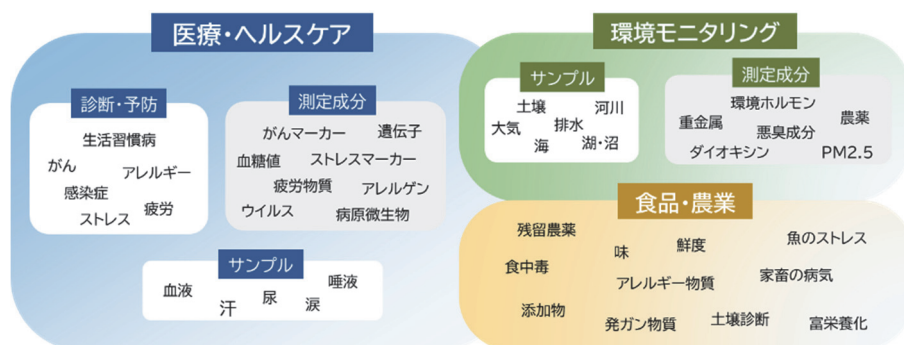
- 酸化還元酵素を利用する電気化学式バイオセンサの開発
- 機能改変をもたらすタンパク質-リガンド相互作用の機構解明と生体分子デバイスへの応用

■研究シーズ概要

●酸化還元酵素を利用する電気化学式バイオセンサの開発

バイオセンサは、生物が持つ優れた物質識別能力を利用して、誰もが、簡単に・いつでも・どこでも特定の成分を検知・定量できるようにするための小型でコンパクトな測定装置です。バイオセンサの用途は多岐にわたり、医療・ヘルスケア、環境モニタリング、食品・農業分野で、さまざまな成分を測定対象とした応用が期待されています(図)。

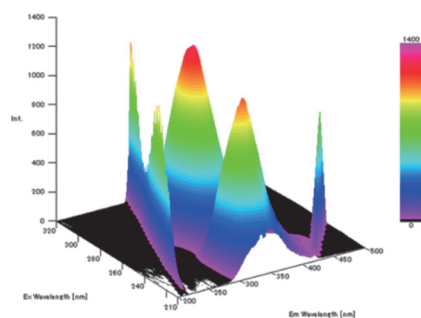
本研究室では、炭素や各種金属などの導電性材料に酵素を安定・高活性に固定化する新技術を開発しました。この技術を生かし、さまざまな用途に活用できるバイオセンサの開発を目指しています。



バイオセンサの用途 --- 研究段階も含む ---

●機能改変をもたらすタンパク質-リガンド相互作用の機構解明と生体分子デバイスへの応用

本研究室では、バイオセンサやバイオ燃料電池などの生体分子デバイス開発に有用な酵素タンパク質に、ある種の分子(リガンド)が結合すると、センサの信号増幅や電池の出力向上につながる酵素タンパク質の機能改変が誘導される現象を明らかにしました。この機能改変をもたらすタンパク質-リガンド結合相互作用を、分光学的手法やドッキングシミュレーションにより解析して機能改変メカニズムを解明し、この現象を応用した新しい生体分子デバイスの開発を目指しています。



タンパク質-リガンド複合体の蛍光 3Dスペクトル

■業界の相談に対応できる分野

センサデバイス(医療・ヘルスケア分野、環境モニタリング分野、食品・農業関連分野)

■特記事項

遺伝子組換えによる有用タンパク質の大腸菌や枯草菌等を用いた大量生産



石川 正英 教授

工学部 生命環境化学科 遺伝子工学研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/ishikawa/page/index.html>

キーワード

遺伝子組換え, 耐熱性タンパク質, 好熱菌, 大腸菌, 枯草菌, プレバチルス

■主な研究シーズ

- 好熱菌由来の耐熱性タンパク質の大腸菌内での大量生産
- 好熱菌由来の耐熱性タンパク質の枯草菌及びプレバチルスを用いた分泌生産

■研究シーズ概要

タンパク質は、医薬品など幅広い用途をもつ生体材料であり、有用なタンパク質を大量にかつ簡便に合成することは非常に重要なテーマです。その方法として、遺伝子組換えによる大腸菌を用いた大量生産は非常に優れています。しかし、大腸菌や枯草菌を用いたタンパク質合成は非常に複雑な過程であり、未知の部分が多く残されています。そのため、タンパク質の種類によって、大量生産するための方法は異なっており、試行錯誤を必要としています。そこで、当研究室では、大腸菌や枯草菌内でのタンパク質合成効率を向上させる方法を開発し、さまざまな分野に応用できる有用なタンパク質を簡便かつ大量に生産していきたいと考えています。

その一つとしてバイオセンサーに用いられる酵素がありますが、酵素の不安定性が問題となっています。そこで当研究室では、熱に安定な好熱菌、*Thermus thermophilus* HB8 および *Deinococcus geothermalis* 由来の種々の酸化還元酵素などの耐熱性タンパク質を、遺伝子組換えにより大腸菌を用いて大量生産する研究を行っています。これまでに、酵素として、ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド酸化酵素(NADH oxidase)やリンゴ酸脱水素酵素(malate dehydrogenase)などのバイオセンサーに用いる酸化還元酵素の大腸菌内での大量生産に成功するとともに、そのために重要な遺伝子上の塩基配列をいくつか見出しています。また、大腸菌内では生産することが難しい好熱菌由来のグルコース脱水素酵素(glucose dehydrogenase)などを枯草菌やプレバチルスを用いて菌体外に分泌生産することを試みています。

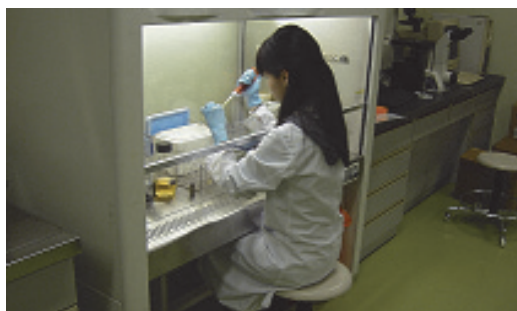


図 遺伝子組換え実験の様子

■業界の相談に対応できる分野

遺伝子組換え, 遺伝子解析

■特記事項

環境浄化・エネルギー低減のための触媒・プラズマプロセス



有谷 博文 教授

工学部 生命環境化学科 環境浄化研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/appchem/aritani/index.html>

キーワード 環境浄化・天然ガス資源化・温室効果ガス転換・触媒プロセス・非平衡プラズマ応用プロセス

■主な研究シーズ

- 天然ガス有機資源化のための、メタン酸化カップリングおよび脱水素芳香族化触媒の開発
- 温暖化ガス低減のための、簡易型非平衡プラズマ応用転換プロセスの開発
- VOC 低減のための可視光有効利用光触媒の高機能化

■研究シーズ概要

●天然ガス有機資源化のための、メタン酸化カップリングおよび脱水素芳香族化触媒の開発

天然ガスは有用なエネルギー資源の一つながら、その有効利用法の乏しさから工業的利用に大きな制約を伴う。その背景から、天然ガス主成分であるメタンの有効利用・資源化を目的として、含酸素条件下ではメタン二量化によるエタン・エチレンへの簡便な転換、非酸素雰囲気では直接脱水素芳香族化によるベンゼン等への石油資源化について、それぞれ高活性化触媒設計を進めている。

●温暖化ガス低減のための、簡易型非平衡プラズマ応用転換プロセスの開発

二酸化炭素やメタンなど温暖化ガスの直接転換には高エネルギー（高温ないし高圧）条件下が必須とされているが、グロー放電場への大気圧下直接流通により極めて低エネルギーでの活性化が可能である。これを応用し、出力 20W 以下での簡易型非平衡プラズマ反応の応用により簡便な温暖化ガス転換プロセスの開発を進めるとともに、既存の触媒プロセスとの複合化もあわせて開発を進めている。

●VOC 低減のための可視光有効利用光触媒の高機能化

生活環境下に存在する揮発性有機物質(VOC)の、室温大気中での外部エネルギー無供給下除去には酸化チタン系などの光触媒が紫外線照射下で有効であるが、これを太陽光や一般の照明器具を利用した可視光によっても光触媒浄化を達成させることが求められる。そこで安価な窒化炭素($g-C_3N_4$)を基材とする可視光応答性の高い光触媒の高活性化により、生活条件下でも高い光活性を発揮する材料の創製を行う。

■業界の相談に対応できる分野

触媒化学・資源エネルギー関連分野

■特記事項

上記にかかわらず、多彩な研究テーマ(例:PM 含有排ガス中の NO_x 浄化、有機ハイドライド低温脱水素触媒の開発、オクタン価向上のための直鎖アルカン異性化触媒の高機能化、等々)が現在進行中。



田中 睦生 教授

工学部 生命環境化学科 物質化学研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/laboguide/kougaku/seimeikankyou/#tanaka>

キーワード

機能性有機材料、分子認識材料、表面修飾材料

■主な研究シーズ

- 機能性有機材料の創製
- 分子認識材料の分子設計・合成
- 表面修飾材料(低分子、高分子)

■研究シーズ概要

●機能性有機材料の創製

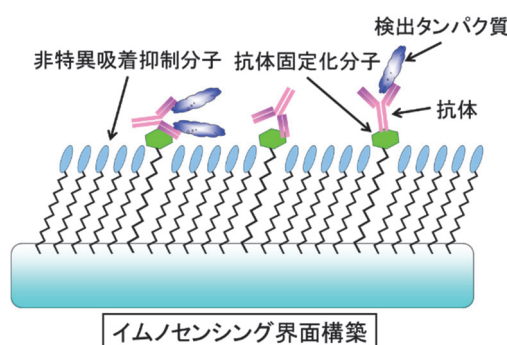
有機材料は、分子認識性、電導性、生体適合性、光応答性、水溶性、水素結合性、結晶性、液晶性、耐熱性など、様々な機能を発現させることが可能です。今まで存在していなかった新規化合物を合成して機能性材料を構築するには、精緻な分子設計と合成ルートの検討が必須であり、経験が物を言う職人技の世界ともいえます。今まで得た知見を生かして、低分子、高分子を問わず様々な機能性有機材料の創製を行っています。

●分子認識材料の分子設計・合成

クラウンエーテルやカリックスアレーンなど典型的な分子認識化合物をはじめとして、目的とする分子やイオンと相互作用させるための分子構造を考察し、様々な分子認識機能を持つ化合物を分子設計・合成しています。分子認識機能発現に向けた知見を集約し、イオン分離カラムやバイオセンシング界面へと展開しています。

●表面修飾材料(低分子、高分子)

撥水性である材料に表面修飾を施して親水性にするなど、基板表面を修飾して全く異なる物性を導入する技術は様々な分野で適用されています。中でもバイオセンシング界面構築には、タンパク質の非特異吸着を抑制しつつ抗体などの機能性タンパク質を固定化する表面など、特殊な機能を持つ表面修飾が必要です。これら表面修飾に用いる材料の、用途に応じた開発が可能です。



■業界の相談に対応できる分野

表面修飾材料をはじめとした機能性有機材料の開発

■特記事項

表面修飾材料では、あらゆる基板の表面修飾に対応できるように表面修飾材料ライブラリーを構築しています。

エネルギーや濃度情報へ高効率で変換できる新規炭素複合材料の創製



松浦 宏昭 教授

工学部 生命環境化学科 環境計測化学研究室

URL: <https://matsuura-labo.sit.ac.jp>

キーワード

新エネルギー、蓄電池、燃料電池、化学センサ、電気化学、材料化学

■主な研究シーズ

- 校正不要な酸化ストレス、ウイルス等不活化剤、食品添加物等の超迅速絶対量分析法の開発
- 電解法により作製した異種元素含有炭素電極の燃料電池及びレドックスフロー電池用電極への展開
- 災害時を想定したレドックスフロー電池を中核とする電力需給システムに関する研究開発
- 非金属含窒素炭素触媒の開発とその水素ガス製造用電極への応用研究

■研究シーズ概要

我々の研究チームでは、“研究成果の社会還元”を一つの目標に掲げ、これまでに無い新規な炭素材料を可能な限り簡便でかつ安価に製造できる技術の開発を進めています。

開発した炭素材料をレドックスフロー電池や水素－酸素燃料電池の電極材料として適用すること、再生可能エネルギーを活用した水電解による水素製造の省力化の実現に向けた電極材料の創製、および酸化ストレス低減の検出(溶存水素の測定)やウイルス等不活化剤(二酸化塩素や次亜塩素酸等)、食品添加物(シュウ酸等)の校正作業不要な超迅速分析法の開発を行っています。

またより実用的な研究として、レドックスフロー電池を中核とする電力需給システムに関する研究開発も進めています。

■業界の相談に対応できる分野

各種電気化学センサ(溶液センサが中心、ガスセンサも可)、エネルギー開発(特に、再生可能エネルギーとの連結する蓄電池、電気化学法による水素製造等)

■特記事項

これまでに 33 件の特許出願と特許公開を行い、うち 14 件は特許査定(登録)に至っています。また、一部の企業との共同研究成果は、実用化にも至っています。

研究シーズの中でも、災害時を想定した太陽光とレドックスフロー電池を連携制御した電力需給システムの研究については、大学にデモ機を設置(仕様:5 kW-6.6 kWh)し、ものづくり研究センター内にて実証実験を開始しています(日刊工業新聞に掲載、2020 年 3 月 9 日の朝刊 21 面)。

加えて、インフルエンザウイルスや MERS コロナウイルス(同属のヒトコロナウイルスやマウスコロナウイルス)等の不活化に効果があることが学術的にも証明されている二酸化塩素の絶対量分析法の開発に成功し、研究論文として掲載が決定しています(日本分析化学会和文誌;分析化学、掲載許可)。

また、同様な分析法や電気化学式センサの開発にも成功しており、例えば溶存水素や過酸化水素、次亜塩素酸、シュウ酸といった物質の分析法に関する研究論文や大学プレスリリース、各種メディア記事等として掲載されています。

これら分析法のシーズは、化学や精密機器メーカー等との連携を模索したく考えており、すでに一部のシーズについては、企業との共同研究に発展しております。



木下 基 教授

工学部 生命環境化学科 光材料化学研究室

キーワード

色素、光、非線形、有機 EL、有機光電変換、アモルファス、液晶

■主な研究シーズ

- 感温型液晶調光材料の開発
- 光応答性分子配向材料の開発
- 偏光有機 EL 素子の開発
- 有機アモルファス光電変換素子の開発



■研究シーズ概要

●感温型液晶調光材料の開発

撥水性と親水性基板を用いるだけで、熱や光で白く曇る感温型調光素子を開発した。省エネ、電気配線不要の住宅窓や農業フィルムなどの調光素材への展開可能です。

●光応答性分子配向材料の開発

光電場で分子配向変化させることで、材料物性を可逆的に制御可能な系の開発に成功しました。遠隔から操作できることが特徴で、光スイッチングや調光窓への応用が可能です。

●偏光有機 EL 素子の開発

分子配向を揃えることにより、電界印加によって偏光発光する EL 素子を開発しました。液晶の高効率バックライトや指向性の光源やセキュリティ表示デバイスへの応用が可能です。

●有機アモルファス光電変換素子の開発

結晶粒界などによる光の散乱を抑制することを目的として、有機ガラスを用いる光電変換素子を開発しました。窓ガラスなどに貼付できるシースルー太陽電池への応用が可能です。

■業界の相談に対応できる分野

機能性色素、分子配向材料、有機 EL、有機太陽電池、液晶、光センサー

■特記事項

[受賞] 2019 年度第1回物質・デバイス共同研究賞, 平成 30 年ポリマー材料フォーラム高分子学会広報委員会パブリシティ賞, 平成 28 年度日本液晶学会賞 論文賞 (A部門), 平成 25 年度コニカミノルタ画像科学奨励賞, 平成 25 年色材協会創立 85 周年記念会議ポスター賞

[科研費](代表): 基盤研究(C) [H28-H31] 16K05897, 基盤研究(C) [H25-H28] 25410210, 若手研究(B) [H23-H24] 23750213

[特許](登録): 特許 5863221, 特許 5224835

[メディア] TBS「未来の起源」放映(2019. 3/10), 読売新聞鹿児島全域版掲載 (2019.11/30, 27 面), 日刊工業新聞掲載 (2018. 11/20, 25 面), 日経産業新聞掲載 (2018.11/27, 6 面)



本郷 照久 教授

工学部 生命環境化学科 環境物質化学研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/hongo/>

キーワード

環境浄化、リサイクル、バイオマス、温暖化対策

■ 主な研究シーズ

- 新規環境浄化材料の創製
- 廃棄物からの機能性材料の合成
- 二酸化炭素の貯留技術
- 未利用バイオマスの有効活用（バイオエタノール、活性炭）

■ 研究シーズ概要

水質浄化

ハウ素、フッ素および重金属類(カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、水銀、亜鉛など)で汚染された水を安価で効果的に浄化できる材料開発に成功しています。この他にも、富栄養化の原因となるリン酸イオンの吸着除去材料(回収材料)や、有害有機化合物で汚染された水の浄化技術開発も行っています。

VOC の除去(吸着・分解)

多孔質材料の表面特性を活かした吸着容量の大きな VOC 吸着材の合成技術を有しています。また、吸着材に触媒・光触媒機能を付与することで、VOC を完全酸化分解できる高機能材料の研究を継続しています。

リサイクル

産業廃棄物(鉄鋼スラグ、火力発電焼却灰など)や無機系一般廃棄物の再資源化を目指し、廃棄物からの機能性材料合成プロセスの開発を行っています。

バイオマス

未利用バイオマス(主に米のもみ殻)を用いたエネルギー利用(バイオエタノール製造)と高機能性活性炭の製造に関する研究を行っています。

二酸化炭素の貯留技術

炭酸塩鉱物化(MgCO_3 、 CaCO_3)による、排ガス中二酸化炭素の除去技術開発を行っています。

Mg、Ca 源には鉄鋼スラグや未利用鉱物を用いています。

■ 業界の相談に対応できる分野

水質および大気汚染の浄化（排水処理、VOC 分解・除去）
無機系廃棄物の有効活用・再資源化
バイオマスエネルギー、未利用バイオマスの有効利用
無機材料の物性評価・キャラクター化

■ 特記事項

植物への機能性成分の付与、新品種開発



秋田 祐介 准教授

工学部 生命環境化学科 植物ゲノム工学研究室

URL: <https://www.sit.ac.jp/user/akita/>

キーワード

植物、花、機能性成分、色、香り、新品種

■主な研究シーズ

- 植物の機能性(有効)成分の解明と利用
- 花や農作物の新品種開発
- 効率的な品種改良技術の開発

■研究シーズ概要

●植物の機能性(有効)成分の生合成の解明と利用

植物の有効な成分として、抗酸化作用の強いアントシアニンなどのポリフェノール類やビタミン B 類、香り(芳香成分)の生合成に関するゲノムレベルでの研究を進めています。これまでに、アントシアニンの生合成に重要な遺伝子の単離やビタミン B12 を含んだ植物を見つけています。これらの研究成果は、機能性成分を豊富に含んだ植物の開発に貢献できます。

●花や農作物の新品種開発

植物の成分分析を行い、植物に特徴的な機能性成分の発見を進め、この成分を如何に増加させ利用するのか？ということについて研究しています。これまでに、脂質が酸化分解されにくく、こめ油を効率的に得られるイネ個体を作出しました。現在は、ビタミン B12 を植物で増加させる可能性を見出し、その増加方法について検討しています。また、花の香気成分について分析し、その花に特徴的な香気成分を見出しました。こういった研究は、他とは一線を画した特徴(オリジナリティ)をもつ植物の開発につながります。

●効率的な品種改良技術の開発

蓄積したゲノム情報を利用して、効率的に求める形質を持つ新品種候補の開発を検討します。こういった植物でこういった形質が必要なのか？こういったリクエストを受けて、最も効率的な品種改良技術を提案し、これを実践していきます。これまでに、様々な機関と連携し、新しい花色を持つ芳香シクラメンの開発に成功し、品種登録に至っています。



■業界の相談に対応できる分野

農業、食品産業、化粧品・香料産業など

■特記事項

- ・特許「トリアシルグリセロールリパーゼ変異植物」(特願 2015-052078/特開 2015-192662)
- ・日本原子力学会関東・甲越支部会「原子力知識・技術の普及貢献賞」受賞(2015 年)