

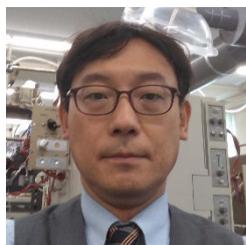
SAIKO



工学部  
生命環境化学科  
Seeds



## 環境浄化・エネルギー低負荷のための触媒・プラズマ応用プロセス



有谷 博文 教授

工学部 生命環境化学科 環境浄化研究室

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

環境低負荷・省エネルギープロセス、触媒化学、非平衡プラズマ技術

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

現代までの目覚ましい化学工業の発展は、材料やエネルギーなどを通じ私たちに様々な恩恵を与えた。この発展を支えた「触媒」技術は、多彩な化学プロセスの開拓の基盤となり、産業のみならず我々の生活を豊かにする支えとなったと同時に、化学工業の発展は環境汚染や大量エネルギー消費など負の側面も残し、資源獲得競争や地球温暖化などの負の側面も顕在化させた。これら化学工業のいわゆる負の財産は、化学の手で解決させる責務がある。そこで触媒技術の応用を、環境浄化や低エネルギー化などこれまで重視されなかった分野へ応用と展開を図っている。加えて、化学的に極めて安定な温室効果ガスの場合では、触媒プロセスよりもむしろ低エネルギー転化が容易な非平衡プラズマを用いたプロセスが有効であることから、それらの併用もあわせて様々な反応系を対象とした研究を展開している。

### ■ 業界の相談に対応できる分野

触媒・大気圧プラズマなど化学プロセスを応用した資源エネルギー関連分野

### ■ 研究事例 または アピールポイント

#### ◆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、含酸素雰囲気下でのメタン二量化によるエタン・エチレンへの簡便な転換、および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。(右写真:内径 2mm 石英管内に大気圧アルゴンガス流通下、10W 沿面放電による非平衡プラズマ)

#### ◆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( $g\text{-C}_3\text{N}_4$ )を基材とする可視光応答性の高い光触媒を基材とした高活性化光触媒の開発を進めている。



## 遺伝子組換えによる有用タンパク質の大腸菌を用いた大量生産



石川 正英 教授

工学部 生命環境化学科 遺伝子工学研究室

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

遺伝子工学、分子生物学

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

好熱菌由来の耐熱性酵素はその安定性から、バイオセンサなど多くの分野で利用されています。このような有用なたんぱく質を大量に得る方法として最も利用されているのは、遺伝子組換えを行った大腸菌を用いて生産する方法です。本研究では、有用なタンパク質を大腸菌内で大量に生産するために、遺伝子組換えに必要な新規高発現ベクターの開発を目的としています。

当研究室では、これまで高度好熱菌 *Thermus thermophilus* HB8 や好熱菌 *Deinococcus geothermalis* などの酸化還元酵素を大腸菌内で発現させる際に、翻訳の開始段階で重要な役割を果たす Shine-Dalgarno 配列(SD 配列)を延長すると、大腸菌内での発現量が増大することを見出してきました。そこで、これらの知見をもとに、発現ベクター pKK223-3 の SD 配列を 3 塩基延長した新規高発現ベクター pKKSD3 およびタンパク質の精製のための Histag を導入した pKKSD3Histag を構築しました。

これらの新規高発現ベクターを用いれば、大腸菌を用いて様々なタンパク質を大量に生産することが期待できます。

### ■ 業界の相談に対応できる分野

遺伝子組換え、タンパク質生産

### ■ 研究事例 または アピールポイント

これまでの当研究室の研究では、高度好熱菌 *Thermus thermophilus* HB8 由来の NADH 酸化酵素、リンゴ酸脱水素酵素、アルデヒド脱水素酵素、乳酸脱水素酵素および好熱菌 *Deinococcus geothermalis* 由来の NADH 酸化酵素、リンゴ酸脱水素酵素、アルデヒド脱水素酵素を大腸菌内で大量に生産することに成功しています。

現在は、SD 配列を 2 塩基延長した pKKSD2 と pKKSD2Histag および SD 配列を 6 塩基延長した pKKSD6 と pKKSD6Histag も構築し、さらに多くの種類の酵素を大腸菌内で生産するための新規高発現ベクターの開発を行っています。

タンパク質を大量に必要としていて、その遺伝子の塩基配列が分かっている場合には、有効な方法ですのでご相談ください。

## 金属錯体触媒を用いた新規有機合成反応の開発



岩崎 政和 教授

工学部 生命環境化学科 合成化学研究室

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

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

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

#### ● 金属錯体触媒を用いた新規有機合成反応の開発

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。私の研究室では(溶媒に可溶な)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。これまで合成が難しかった化合物をより簡便かつ低コストで合成する手法の開発を目指しています。

### ■ 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/生成物の分離精製・分析/構造解析についてご相談に対応できます。

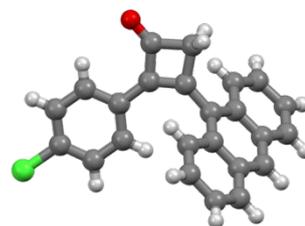
例えば、ガスクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー、NMR、CHN/S 元素分析、単結晶X線構造解析などについて依頼分析のご相談に応じます。



サンプルの結晶化



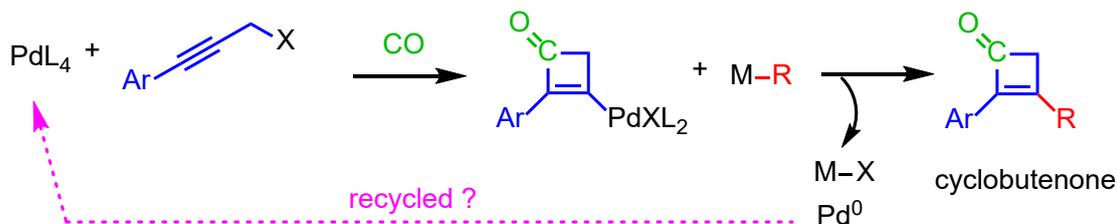
X線構造解析



分子構造の決定

### ■ 研究事例 または アピールポイント

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)の研究の一環で、プロパルギル化合物と一酸化炭素から四員環の配位子が容易に形成されることを見出し(下図)、この四員環構造を有機化合物として取出し得ることも確認しました。現在は反応系中でPdを再生することで、少量のPdで“触媒的に”効率よく四員環化合物を合成できる反応・触媒系の開発を進めています。



# 柔らかい調光素材の開発



木下 基 教授

工学部 生命環境化学学科 光材料化学研究室

研究室ホームページ URL: <https://dep.sit.ac.jp/lsgc/staff/kinoshita/>

キーワード(専門分野)

有機材料、色素、有機フォトニクス(屈折率変調、非線形、調光)、有機エレクトロニクス(液晶、OLED、太陽電池、センサー)など

## ■ 研究の目的、概要、期待される効果

われわれは、 $\pi$ 共役系有機分子がもつユニークな特徴を活かした新しい光機能材料の研究を行っています。ディスプレイ材料として長期信頼性のある液晶は、分子配向変化に伴って0.1以上の大きな屈折率変化が可能なることから、省エネルギーかつ安価なフォトニクス材料として有力視されています。光学素子の高機能化・高性能化においては精密な分子配向制御手法が鍵を握ることから、これまでに液晶の配向制御に関する研究が多数行われてきました。液晶の配向制御は電場を利用する手法が主流ですが、配向膜や透明電極による透過率の損失が避けられない課題があることから、われわれは、光の電場と色素の励起状態をうまく利用することで配向可能な液晶材料の開発に取り組んでいます。また、暑くなると分子配向が乱れて光を遮る素子や色素の結晶化と分子配向が揃った素子を開発し、電気や面倒な配線が不要の新しい調光材料へも展開しています。

## ■ 業界の相談に対応できる分野

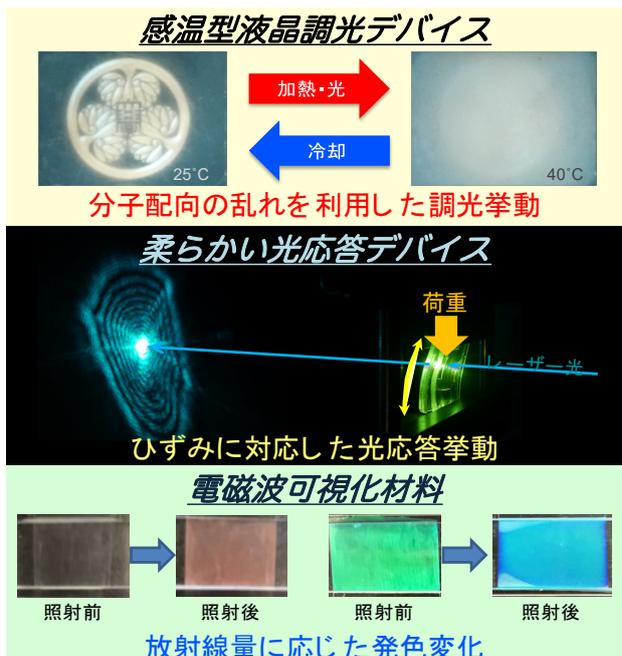
色素の吸収、発光、光反応特性など、刺激に対して応答挙動を示す機能材料に関する研究を行ってきた経緯があることから、分子特性解析、分子設計および有機デバイス作製に必要な薄膜作製とデバイス評価に関するノウハウや技術指導などが可能です。

## ■ 研究事例 または アピールポイント

●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、熱や光で不透明になる感温型調光素子を開発しました。省エネ、電気配線不要の住宅窓やビニールハウス用の調光素材として展開可能です。

●光応答性分子配向材料の開発:光電場と励起色素の相互作用を利用することで、非線形的に分子配向変化を誘起可能なさせることで、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、光センサーおよび調光素子への応用が可能です。

●液晶線量計の開発:放射線を面で捉えて色が変化するコレステリック液晶を開発しました。色素と異なり構造色のため、色素の劣化による影響を受けないのが特徴です。



## 機能性有機材料



### 田中 睦生 教授

工学部 生命環境化学科 物質化学研究室

研究室ホームページ URL:

<https://dep.sit.ac.jp/lsgc/staff/tanaka/>

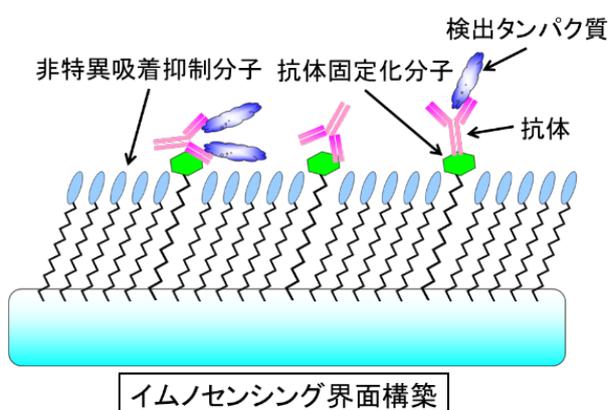
キーワード(専門分野)

有機材料化学、表面修飾材料、分子認識材料、導電性有機材料

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

#### ● 表面修飾材料

基板表面の親水性を制御できる材料、タンパク質や酵素などの機能性分子を表面に固定化できる材料、タンパク質の非特異吸着を抑制できる材料、光照射によって共有結合を形成する材料等、種々の表面修飾材料を分子設計して開発しています。これらの表面修飾材料は、特にバイオセンサーのセンシング表面を構築する時に有用です。右の図では単分子膜材料の利用法を示しています。同様に高分子膜材料についても研究を展開しています。



#### ● 分子認識材料

クラウンエーテルはさまざまなイオンと錯形成することから、イオンの分離材料や分析ツールとして活用されています。その一方で近年、電気自動車開発の隆盛に伴い、永久磁石の原料となる希土類元素が注目されています。希土類元素は似たような物性を持つため、分離精製が困難な元素群であることが知られています。そこで希土類イオンへの錯形成能に焦点を当ててクラウンエーテルの分子設計を検討し、希土類イオン分離材料への展開に関する研究を進めています。

#### ● 導電性有機材料

導電性有機材料は、従来の金属材料とは異なり軽くて柔軟であることから、エレクトロニクス材料としてさまざまな分野への応用展開が見込まれている材料です。導電性高分子では、さまざまな置換基を導入したPEDOT(ポリエチレンジオキシチオフェン)誘導体を開発し、電極材料としての機能について研究を進めています。また、有機半導体であるBTBT(ベンゾチエノベンゾチオフェン)を基本骨格とした、単結晶材料や高分子材料についても研究を展開しています。

### ■ 業界の相談に対応できる分野

有機材料を必要とする分野全般

### ■ 研究事例 または アピールポイント

化学の真髄である新たな材料の創製に向けて、さまざまな分子設計・合成に明け暮れています。

# 紙と鉛筆で作る環境に優しいフレキシブルなペーパー電極バイオセンサー



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

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

バイオセンサー、固定化酵素、電気化学分析

## ■ 研究の目的、概要、期待される効果

バイオセンサーは、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コンパクトな測定装置(図1)である。酵素や抗体などのタンパク質、DNA、微生物、細胞、組織などの生体関連物質を「生物素子」として、さまざまな信号変換器と組み合わせて作られる。バイオとエレクトロニクスの融合によって生まれた新技術で、化学・材料、バイオサイエンス、電子、情報、機械、メカトロニクスなど、さまざまな専門分野の研究者がバイオセンサーの開発に携わっている。

本研究では、身体装着型ヘルスケアデバイス、あるいは、使い捨て型のIoTバイオセンサーへの展開を視野に、紙の上に電極部と導線部のすべてを鉛筆で手書きした非常に簡便・安価かつ環境に優しいフレキシブルセンサーを作製する。さらにその電極部にさまざまな酵素を固定化したバイオセンサーを開発する。

## ■ 業界の相談に対応できる分野

バイオセンサーは、ヘルスケア、食品分析、品質管理、環境計測、農業、セキュリティ対策など、幅広い分野に展開が可能である。

## ■ 研究事例 または アピールポイント

- ◆ 市販の紙と鉛筆だけで、自由な形状・サイズのフレキシブルセンサーを非常に簡便かつ安価に作製できる。
- ◆ 固定化する酵素の種類を変えることで測定対象の幅を広げることができる。
- ◆ 測定サンプル量も0.1mL以下と微量である。

◎ 信号変換素子、通信素子、信号解析アプリ等の専門家とコラボできれば、「携帯型タッチパッド式IoTセンサー」、「身体装着型(ウェアラブル)IoTセンサー」への展開も期待できる。



図1 バイオセンサーの原理・構成

## 微生物の能力を人々のために有効利用する研究



### 秦田 勇二 教授

工学部 生命環境化学科 微生物応用研究室

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

医薬品、食品、化粧品、遺伝子工学、タンパク質工学、微生物、  
バイオインフォマティクス、乳酸菌、放線菌、クロストリジウム細菌

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

これまで人類は、微生物を利用して、医薬品、発酵食品、パン、エタノールなどの生産を行ってきた。地球上には300万種類の微生物が存在するが、これまで解析・評価されているのは僅か1%程度であり、残り99%は未評価の微生物である。人類にとって有用性の高い微生物が自然界の「宝の山」の中に数多く眠っているはずなのである。私共の研究室では、この隠れた有用キャラ微生物を呼び覚ますための実験を日々実施している。例としては新規な抗生物質を生産する微生物であるとか、化粧品素材のための乳酸菌とか、バイオエネルギー生産菌とか、そして、企業から発見を求められている産業用酵素である。研究開発のためには微生物の新たなスクリーニング法に加えて、遺伝子工学・タンパク質工学・バイオインフォマティクスの手法などを用いている。取得済み微生物は-80℃に保存され、ライブラリー化されており、企業からのリクエスト使用にも応えることができる。

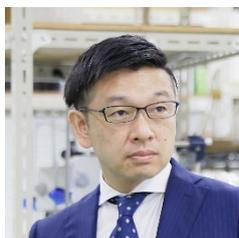
### ■ 業界の相談に対応できる分野

微生物(ライブラリーの一覧あり)を用いた応用、自然界からの新規微生物のスクリーニング

### ■ 研究事例 または アピールポイント

これまで幾つかの企業と共同研究させて頂いていて、多くの実績も出ている。

## サーキュラーエコノミーの実現を目指した基礎技術開発



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

研究室ホームページ URL:

<https://hongolab.wordpress.com/>

キーワード(専門分野)

リサイクル、バイオマス、環境浄化、再生可能資源

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

サーキュラーエコノミーの実現を目指し、廃棄物・資源循環問題、再生可能エネルギーの活用、および地球環境問題の解決に取り組んでいます。これらの社会的課題に対しては、物質化学を基盤とした科学的アプローチを展開し、環境負荷の低減を志向する持続可能なプロセスの開発を推進しています。とりわけ、廃棄物や未利用資源を原料として、付加価値の高い化学製品やエネルギーを創出する新規技術の開発に注力しており、地域社会に密着した循環型経済システムの構築を目指しています。さらに、コスト効率に優れ、かつ環境負荷の少ない水質・大気浄化技術の開発や、地球温暖化防止に資する新たな技術・システムの創出にも取り組んでいます。

### ■ 業界の相談に対応できる分野

作物や製品の生産過程で発生する残渣・廃棄物の資源化や、新たな利用法の開発に関する相談・検討に対応しています。また、これらに加え、汚染された水や空気(排気ガス)の浄化技術、さらには再生可能資源の有効活用に関するご相談にも広く応じております。持続可能な社会の実現に向けて、科学的・技術的なアプローチを通じた課題解決を支援いたします。

### ■ 研究事例 または アピールポイント

研究事例を以下に示す。

- ① 大学の立地する埼玉県深谷市は、ユリの生産が盛んです。ユリは出荷時に茎を5~30cmほどカットしており、この茎が廃棄物として発生しました。当研究室では、カットされた茎の資源化・有効利用技術の開発に取り組み、ユリの茎から和紙を作製する技術を確認しました(図1)。
- ② ネギは出荷時に段ボールのサイズに合わせ、先端の葉が切り落とされています。ネギの葉には硫黄の化合物が含まれているため、切り落とされた葉が腐敗すると悪臭が発生し、地域環境への影響が問題となっていました。こうした悪臭問題と未利用バイオマスの有効利用の観点から、当研究室では廃棄されているネギの葉を原料とし、バイオプラスチックを製造する技術を確認しました(図2)。



図1 ユリの茎から作製した和紙を用いた行燈



図2 ネギの葉から作製した箸置き

## 炭素材料表面の機能改変技術と次世代の化学センサ・蓄電池開発への展開



### 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

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

電気化学、分析化学、化学センサ、レドックスフロー電池、新エネルギー

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

炭素材料は、電極材料として使用した場合も比較的丈夫である一方で、電極反応が可能な物質には制限があるというデメリットがある。本研究室では、特定の電極反応の発現やその高活性化を目指すために、炭素材料そのものを基材として捉え、その表面に各種機能を付与するための改変を行う技術について研究している。

特に、電極触媒活性を発現する官能基群や金属粒子を修飾することで、炭素材料のみでは見られなかった電極反応が実現する特性を見出すことに成功している。

こうした電極材料は、以下に示した電気化学センサや蓄電池の電極材料への展開について検討している。

### 【上記シーズ展開の例】

- ・校正作業が不要な超迅速絶対量分析法の開発  
→1滴の試料中に含まれている分析種を検量線不要で絶対定量が可能な電気化学式濃度センサ
- ・小型・中型を志向したバナジウム系レドックスフロー電池の開発  
→戸建住宅1軒分を想定したサイズの再エネと連動させた自立した電力需給への展開を視野

### ■ 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、水電解による水素製造等)
- ・カーボン材料の表面処理技術(主に、電気化学的手法)

### ■ 研究事例 または アピールポイント

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、社会実装を見据えた技術開発を継続している。

研究シーズの例として、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、大学のものづくり研究棟にデモ機を設置(仕様:5.0 kW-6.6 kWh)し、実証実験を行っている。

また、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も成功している。さらに、同様な分析法や電気化学式センサの開発も行っており、例えば溶存水素、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プレスリリース、各種メディア記事等として報告している。



本学で実証実験中のレドックスフロー電池

※:これら事項は、2025年5月現在のものです。

## 植物の新品種開発、機能性成分の付与



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

研究室ホームページ URL:

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

キーワード(専門分野)

農作物、花、新品種、色、香り、遺伝子

### ■ 研究の目的、概要、期待される効果

#### ● 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B<sub>12</sub>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りました。現在は、ビタミンB<sub>12</sub>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(図)。



図 紫花の芳香シクラメン(左)より作出された白花芳香シクラメン(右)

### ■ 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

### ■ 研究事例 または アピールポイント

・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)

