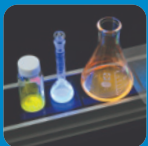


# 9つの領域

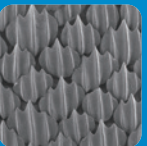
自然科学の基礎研究を担う「理学」と、アイデアを形にするために不可欠な「工学」の基本科目をしっかり学ぶため、共通基盤となる9つの分野を学べるカリキュラムを編成しています。



応用化学



材料科学



環境・生物学



応用物理学



電気電子工学



情報通信工学



情報工学



ソフトウェア工学



サービスデザイン

## 沿革

1998年

千歳科学技術大学開学  
(光科学部／物質光科学科、光応用システム学科)

2008年

総合光科学部設置  
(バイオ・マテリアル学科、光システム学科、  
グローバルシステムデザイン学科)  
(光科学部を改組)

2015年

総合光科学部(バイオ・マテリアル学科、光システム学科)を  
理工学部(応用化学生物学科、電子光工学)へ名称変更

2016年

理工学部情報システム工学科設置  
(グローバルシステムデザイン学科を改組)

2019年

公立千歳科学技術大学開学  
(理工学部／応用化学生物学科、電子光工学、  
情報システム工学科)

2021年

大学院光科学研究科光科学専攻を  
理工学研究科理工学専攻へ名称変更

## 応用化学生物学科

DEPARTMENT OF APPLIED CHEMISTRY AND BIOSCIENCE

### 学びの領域

応用化学

環境・  
生物工学

材料科学

応用  
物理学

### KEY WORD

■ バイオメディカルフォトンクス  
■ バイオミメティクス  
■ ナノテクノロジー  
■ 液晶科学  
■ 高分子科学

■ レーザ工学  
■ 錯体化学  
■ ナノカーボン  
■ 半導体工学

### 学科の特長

化学・生物学を軸に素材、医療、食品、環境など幅広い分野に柔軟に対応できる知識・技術を修得。

有機化学や物理化学などの化学系基礎科目と、生化学や分子生物学などの生物系基礎科目を軸に、理工学の基礎を養います。3年次からは、化学の理論や現象を応用した新物質の開発や材料の高性能化を目指した「応用化学分野」と、生物の優れた仕組みの活用や環境問題を解決し医療分野に貢献するための研究を行う「環境・生物工学分野」のいずれかを選択。素材、医療、食品、環境など多岐にわたる分野への応用を目指していきます。さらに、プログラミングのスキルも修得することで、エンジニアとしての基礎をより強固にします。

## 電子光工学科

DEPARTMENT OF OPTO-ELECTRONIC SYSTEM ENGINEERING

### 学びの領域

応用  
物理学

電気電子  
工学

情報通信  
工学

### KEY WORD

■ エレクトロニクス  
■ 通信工学  
■ 光ファイバ  
■ ロボット工学

■ 画像工学  
■ 福祉工学  
■ 半導体工学

### 学科の特長

光サイエンスとエレクトロニクスの最先端を学び、「ものづくり」「システムづくり」の担い手に。

現代社会に欠かせない光サイエンスと電気電子工学の領域について、それぞれの基礎を幅広く学修。その上で学生の興味・関心に合わせて、「オプトエレクトロニクス分野」「通信・ロボティクス分野」の専門知識を身につけることで、次世代の「ものづくり」の発展を担うエンジニアを育成します。同時に、多様化するニーズに応えていくためにはデバイス同士を結びつける「システムづくり」も欠かせないことから、必要とされる知識とスキルを基礎から最先端まで学び、実践的な能力も磨いていきます。

## 情報システム工学科

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING

### 学びの領域

情報通信  
工学

情報工学

ソフトウェア  
工学

サービス  
デザイン

### KEY WORD

■ インターネット  
■ 知識工学  
■ ICT教育システム  
■ 人間工学

■ コミュニケーション情報学  
■ メディアデザイン学  
■ 光応用計測  
■ 光伝達工学

### 学科の特長

ソフト・ハード両面の技術と知識を身につけ、問題解決に力を発揮できるリーダーを育成。

情報理論から情報通信ネットワーク、ソフトウェア工学、サービス科学・工学などの専門知識を学修し、「情報通信応用分野」「ICTソリューション分野」「サービス科学・工学分野」を専門とする人材を育成します。情報系技術を活用してさまざまな問題解決に挑む力を身につけるため、プロジェクト系科目を開講。地域や観光の問題解決を目指してチームで取り組む経験をすることで、技術リーダーに必要な知識・技術、論理的思考力を磨き、幅広い分野で企画・設計・開発に取り組める総合力を養います。





# 応用化学生物学科

DEPARTMENT OF APPLIED CHEMISTRY AND BIOSCIENCE

## SEEDS INDEX

|     |                    |     |
|-----|--------------------|-----|
| 001 | 井手研究室              | 7p  |
|     | 水文学・水質化学           |     |
| 002 | 梅村研究室              | 9p  |
|     | レーザ技術・波長変換技術       |     |
| 003 | 大越研究室              | 11p |
|     | 高分子液晶の合成と光学素子への応用  |     |
| 004 | カートハウス研究室          | 13p |
|     | 有機ナノテク・高分子科学       |     |
| 005 | 木村研究室              | 15p |
|     | 高分子化学・分子分光学・分析化学   |     |
| 006 | 坂井研究室              | 17p |
|     | 物性化学・機能性化学・蛍光色素    |     |
| 007 | 高田研究室              | 19p |
|     | カーボンおよび関連材料の化学と応用  |     |
| 008 | 田中研究室              | 21p |
|     | 有機半導体材料・デバイス       |     |
| 009 | 谷尾研究室              | 23p |
|     | 透明ポリマー材料・高分子オプティクス |     |
| 010 | 平井研究室              | 25p |
|     | バイオメティクス           |     |
| 011 | 堀野研究室              | 27p |
|     | 有機化学               |     |
| 012 | 松井研究室              | 29p |
|     | 酵素・微生物             |     |
| 013 | 脇坂研究室              | 31p |
|     | 量子・ナノ              |     |



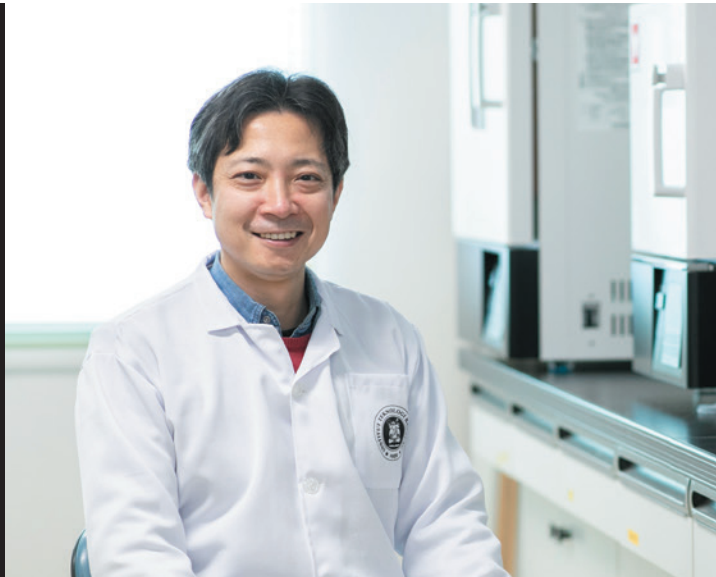
# 森林が水にもたらすさまざまな影響を明らかにするため、まずフィールドへ。

001 Ide LABORATORY

## 井手研究室

准教授・博士(農学) 井手 淳一郎

- 専門分野 水文学、水質化学、安定同位体解析、超高分解能質量分析法による環境解析
- 九州大学農学部生物資源環境学科卒業
- 九州大学大学院生物資源環境科学府森林資源科学専攻博士後期課程修了



## A PPEAL POINT アピールポイント

森林の水質形成機構の解明を通して、森林が流域環境や人々の生活に果たす役割を研究。先端の分析技術を使ってさまざまな環境の水の中の物質を解析し、その起源と動態を探っています。研究を通じて日本の森林の将来の在り方や水資源利用について提案していきます。

川や森などでのフィールドワークから研究を開始。研究の場はキャンパス周辺から海外へも。



## 千歳川に支笏湖、美々川 研究対象は身近なところにも

興味を持っているのは、森林の種類や管理形態が流域全体の水・物質循環にもたらす影響と、その結果としての河川の水量・水質の変化。これをテーマに国内外でフィールドワークを重ね、研究に取り組んでいます。これまでの研究には、「森林の管理と種類が河川の窒素・リン濃度および流出量に及ぼす影響の評価」「超高分解能質量分析法を用いた森林の溶存有機物の構成種とその変動メカニズムの解明」などがあります。

学生たちと一緒に、新たな研究にも取り組んでいます。例えば、千歳川の水量・水質などの変動から、自然環境の中での物質循環を調べ、千歳市のシンボルである支笏湖との関係も含めて研究しています。また、キャンパスのすぐ近くに美々川や雑木林があるので、採水瓶を置いて雨を採取し、森林を通過した雨とそうではない雨を比較して、大気と森林のインタラクションを調べています。大気から森林への物質沈着には大きく2通りのプロセスがあり、一つは雨とともに来るもの。もう一つは、天気の良い日に葉

にくっついたガスやエアロゾルが雨で洗い流されるもの。それらをキャッチしやすい形状の葉もあれば、酸性物質等に影響されやすい種類の植物もありますから、調査や分析が必要です。

ほかに、北海道胆振東部地震で土砂災害があった厚真町で総合的な水文研究を行っています。崩壊地での土砂や水の量の計測、また、気象観測の他、水質を追跡子として、水の流出プロセスの違いによって土砂や水の量はどうか変わるかを調べています。さらに、超高分解能質量分析法の活用も試行中です。この方法を使うと、有機物の種類がものすごくたくさん分かります。植生が豊富な方が有機物は多いはずですから、崩壊地の植生が回復するプロセスで、水に含まれる有機物の組成の変化を指標にすることができれば、川の水を採るだけで回復の状態が分かるかもしれない。まだ検討の段階で、多くの試行錯誤が必要と考えています。

## フィールドワークで得た データから何を見いだすか

研究室には、フィールドワークに魅力を感じ

る学生が集まっています。フィールドワークは一人ではできませんから、チームワークが欠かせません。協調性や思いやりが必要です。また、フィールドワークは安全第一なので、日頃のリスク管理ができる素養も身につけられるのではと思います。

もう一つ身につけてほしいのは、机に向かって集中して作業できる能力。フィールドワークをすれば必ず何かしらデータは取れますから、それをどういう切り口でまとめるかが研究では問われることになり、デスクワークも重要になります。研究は、日常的にはそんなに面白いものではないので、解析の段階は苦しいかもしれません。

私にとって研究の面白さは、科学を使って「見る」こと。目では見えないもの、感じ取れないものをさまざまな分析機器を使うことで視覚化する。最初に得られるのは数値情報だけです。それを解析して何かが見えてくるからこそ醍醐味だと感じます。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 森林の水質浄化機構の解明、最新の技術を用いた水・物質動態の解明など

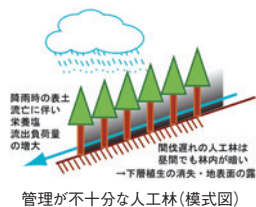
森林の種類や管理形態が流域全体の水・物質循環にもたらす影響と、その結果としての河川の水量・水質の変化に興味を持って研究に取り組んでいます。

日本には多くの人工林が存在しますが、それらの大部分は十分な管理が行われていません。そのような森林の土地利用が下流の河川の水量や栄養塩濃度の変化にどのタイミングでどのくらい寄与しているのかを、気象・水文・水質観測を基礎に、安定同位体解析や超高分解能質量分析法を用いて明らかにしていきたいと考えています。

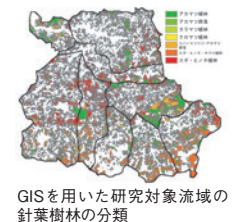
さらに、水文学の知見やツールを森林の地下水涵養機能の評価や遠隔地における小水力発電の持続的な運用等、地域の自立的発展に貢献できるような実践的な研究に活用していきたいと考えています。

## 森林の管理と種類が河川の窒素・リンの濃度および流出量に及ぼす影響の評価

非管理人工林を擁する森林小流域からの窒素(N)、リン(P)の年間流出量を、出水時のN、P濃度に関する時間変動特性(流出特性)を踏まえて定量化することを目的に研究。気象・水文・水質観測を用いた森林小流域による評価では、非管理人工林がN、Pの供給源となることを示しました。



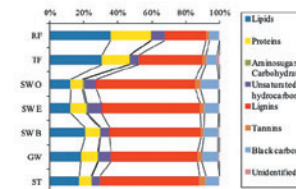
さまざまな土地利用(森林、農地、宅地等)を擁する流域において非管理人工林(針葉樹林)の水質浄化機構の評価を試み、針葉樹林が相対的に河川水のN、P濃度の上昇を抑える一方で、農地がN、P濃度を上昇させていたことを明らかにしました。



GISを用いた研究対象流域の針葉樹林の分類

## 超高分解能質量分析法を用いた森林の溶存有機物の分子種とその変動メカニズムの解明

森林内を通過する雨水中のフルボ酸やフミン酸等の溶存有機物(DOM)に着目。超高分解能質量分析法「フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴型質量分析法」で調べた結果、1サンプルあたり千種類以上もの構成分子種が存在し、その多くがリグニン様物質であることを明らかにしました。



林外雨(RF)、林内雨(TF)、土壌水(SW O-E)、地下水(GW)、河川水(ST)におけるDOM中の生体分子クラスの比。

## 遠隔地域における小水力発電の持続的な維持管理に関する研究

インドネシアで導入が進められている遠隔地域での小水力発電施設は、多発する自然災害などで多くが稼働停止になっています。そこで、持続的な維持管理のために、取水河川の流量や電力需給の実態などについてICT技術を活用してリモートで観測できるツールの開発に取り組んでいます。



## 胆振東部地震による土砂災害後の物質循環の変化や回復の程度の評価

平成30年度北海道胆振東部地震によって土砂災害が起きた現場は、山肌があらわになり、土壌侵食が起こりやすくなっています。そこで、流出水に栄養塩や溶存有機物がどの程度含まれているのかなどを測定して物質循環の変化や回復の程度を評価し、災害地の環境影響評価を試みています。



## 企業等への提案

気候変動に伴う豪雨災害の頻発や渇水期の長期化等、極端気象による人間生活への影響が懸念される中、水文学の重要性はますます高まると感じています。本研究室は北海道胆振東部地震の土砂災害の現場で、災害後の物質循環の変化や回復程度の評価を試みています。こうした環境影響評価に関する最新の知見やツールの情報提供のほか、この分野で活躍する人材を養成しています。

## 地域に向けてできること

水文学の知見やツールを森林の地下水涵養機能の評価や遠隔地域における小水力発電の持続的な運用等、地域の自立的発展に貢献できるような実践的な研究に活用していきたいと考えています。



# 先端半導体の開発にも利用できるレーザ技術や レーザ光による微生物の不活性化に挑戦。

002 Umemura  
LABORATORY

## 梅村研究室

教授・博士(工学) 梅村 信弘

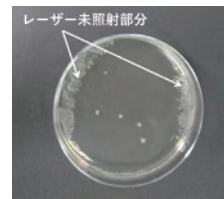
- 専門分野 レーザ工学、非線形光学(波長変換)、レーザシステム
- 大阪市立大学理学部物理学科卒業
- 大阪大学大学院基礎工学研究科物理工学専攻修士課程修了
- 大阪工業大学大学院工学研究科電気電子工学専攻博士課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

本研究室では、レーザ光の波長変換に用いる非線形光学結晶の光学特性に関する高精度の評価を行っています。現在市販されている大部分の非線形光学結晶の評価を手掛けており、レーザ光の広帯域化と高出力化を目指しています。

結晶にレーザ光を当てて、その特性を明らかにしていく実験。



### 結晶を組み合わせることで レーザ光の波長範囲を拡大すると ともに変換効率の向上を目指す

レーザ光は集光性が良く、スペクトルが狭いなど、普通の光とは違う性質を持っており、その特殊な性質を持つ光は医療や産業など様々な分野に利用されています。また、従来のレーザ装置では得られなかった波長のレーザ光を発生させることで、より一層応用分野が広がります。

レーザ光の波長領域を拡大する方法として、非線形光学結晶※1に期待が寄せられています。レーザ光をその結晶に入れると所望の波長に変換することができるが知られていますが、その変換効率是非線形光学結晶の光学特性(物理的な性質)によって決まってくるのです。その光学特性については詳細で正確なデータがないことから、それらの光学特性を詳細に

調査することで、さらなる波長領域への波長変換素子として応用することが可能となります。

数ある結晶の中から、そうした安定的な結晶を見つけるのが、本研究室の目下の取り組みです。それぞれの結晶の特性を調べることで、さらに新たなアプリケーションを生み出せるのではないかと考えています。また、もう一方では、さまざまな結晶を組み合わせることでレーザ光の波長範囲を拡大し、それによって変換効率を改善する研究にも取り組んでいます。

今までに本研究室では、紫外線から赤外線に至る波長を発生させる様々な非線形光学結晶について、その詳細な光学特性を明らかにした実績があります。

### 産業から医療まで 応用できる分野はさまざま

レーザ光はその特殊な性質を有することか

ら産業から医療まで様々な分野に応用されています。本研究室では、近年注目されている半導体製造の検査装置や微細加工に利用可能な真空紫外線レーザ光の発生にも取り組んでいます。光の波長が短くなるほど微細な加工が可能となり、半導体の高性能化に寄与します。一方で、真空紫外線波長領域において、光学材料の屈折率を評価できるシステムはないため、新たな測定手法の確立を目指しています。

また、COVID-19などのパンデミックに備えて、紫外線C波の波長のレーザ光を発生させ、細菌に照射することにより殺菌効果を確認しています(写真)。現在は人体への影響の少ないとされる紫外線波長のレーザ光を発生させ、微生物の不活性化に向けた取り組みを行っています。このように、本研究室では時代の要請に応じたレーザ技術の活用を目標としています。

※1「非線形光学結晶」 レーザの波長変換に使われる結晶で、世界中で活発な研究が行われています。

# SEEDS

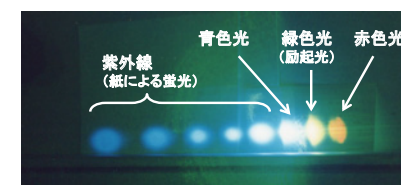
## 研究テーマ レーザの波長変換技術とその応用 ～真空紫外線から中赤外線まで～

レーザ光線は、その光の持つ特殊な性質から産業、医療及び宇宙開発などあらゆる分野で用いられています。さらに、レーザの可能性をより一層広げるために、非線形光学結晶と呼ばれる結晶にレーザ光線を通すことで、紫外線、可視光線、赤外線、さらにはテラヘルツ波まで、既存のレーザ装置では得られなかった波長のレーザ光線を発生させることができます。

本研究室では、レーザ光線における波長範囲の拡大と高出力化を目指して、様々な非線形光学結晶の光学特性の評価に取り組んでいます。

### レーザ光の波長変換とは

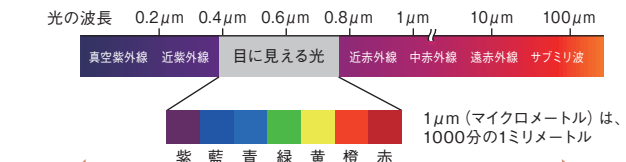
#### ■身近な物質による波長変換の例



#### 水素ガスを用いた波長変換

緑色のレーザ光線を水素ガスに通過させると、赤色から紫外線までのレーザ光線を同時に発生できる。

#### ■光のスペクトル



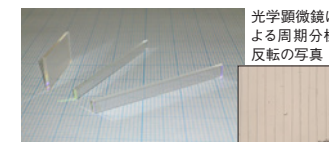
様々な非線形光学結晶を組み合わせることで、  
レーザ光線の波長範囲を拡大し、変換効率を改善

### 新たな光と可能性を生み出す非線形光学結晶

#### 様々な波長変換用結晶



真空紫外線発生用



可視光～中赤外線発生用



遠赤外線発生用

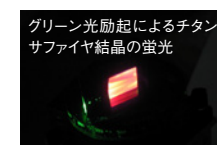


テラヘルツ波発生用

それぞれの結晶に応じて発生できる波長や発生方式が異なる。最適なレーザシステムを構築するためには、それぞれの結晶が有する精緻な光学特性が必要である。



グリーン光発生



グリーン光励起によるチタン  
サファイヤ結晶の蛍光



紫外線発生  
紫外線の、  
蛍光による  
青色光

#### レーザの応用例

- 製造分野 (材料加工、製品検査等)
- 医療・美容分野 (レーザメス、シミの除去等)
- 日常生活 (ディスプレイ、情報通信等)
- 安全・安心社会 (危険物検知、風向計測等)

### 企業等への提案

現在、本研究室では波長180nmの真空紫外線から波長3400nmの赤外線までの波長範囲においてナノ秒パルスレーザ光(繰返し10Hz)を発生させることができます。また、真空紫外線から概ね1600 nm付近の連続した波長領域での光学材料の屈折率測定が可能です。

### 地域に向けてできること

レーザ技術の発展を通じて技術の付加価値を高め、その成果を世界に発信するとともに、様々な研究分野への応用の可能性を追求することが重要と考えています。これら小さなイノベーションを通して地域の産業振興に微力ながら貢献できれば幸いです。



# 研究者をとりこにする魅惑の「液晶」、そこには美の世界も広がっています。

003 Okoshi  
LABORATORY

## 大越研究室

教授・博士(工学) 大越 研人

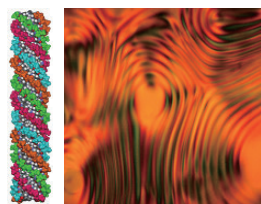
- 専門分野 高分子物理化学、液晶の物理化学、X線構造解析、走査プローブ顕微鏡、高分子溶液物性
- 東京工業大学工学部高分子工学科卒業
- 東京工業大学大学院理工学研究科有機高分子物質専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

テレビに使われている液晶は数ナノメートル位のサイズ分子の集合体です。そうした分子がいったんつながった数百ナノメートルのサイズの高分子液晶を作り、光学材料として利用しようというのが研究のコンセプトです。

棒状の高分子(分子モデル)とコレステリック液晶相(偏光顕微鏡像)。



### 高分子化学・液晶科学・ フォトニクスのクロスオーバー領域で 研究を展開

コンピュータやテレビに使われている液晶は分子の集合体です。一つの分子の大きさは数ナノメートル位のサイズ。そうした分子がいったんつながった数百ナノメートルのサイズの高分子液晶を作り、光学材料として利用しようというのが研究のコンセプトです。高分子化学、液晶科学、フォトニクスの3つがクロスオーバーした領域の研究といえます。

この高分子液晶、構造と分子量分布を精密にデザインすると、超分子構造を形成します。この超分子構造が持つ特性やメリットを活かした光学素子への応用が具体的な研究テーマになります。

例えば、今取り組んでいるのはワイヤーグリッド偏光フィルター<sup>※1</sup>への応用です。この偏光フィルターを用いると、従来の吸収型偏光子と異なり光の利用効率を100%近くにつくため、液晶ディスプレイのバックライトの消費電力を

著しく下げることができます。

もう一つは3Dテレビ。今はディスプレイに右目用、左目用の画像を交互に表示し、同期して左右が高速で開閉する液晶シャッターメガネをかける方式が主流となっています。しかし、この方式では通信機能を乗せるためにメガネが重く、価格も高くなる難点があります。これに対して、光シャッター機能を持った特殊な高分子液晶フィルムをディスプレイの前面に貼ることで、軽くて価格も安い左右の円偏光メガネをかけるだけで、どの様な角度からでも3Dコンテンツを楽しむことができます。現在、企業との共同研究を通して商品化に取り組んでいるところです。

### キラキラ光るコガネムシの羽 自然界にある液晶構造が謎のヒント

液晶材料の面白さは、その可能性の多様さにあると思います。有機化合物であれば現在の化学ではいかようにも作れるので、その組み合わせは無限大に近く、さらに作ってみなければ

どんな液晶ができるか分からないという予測不能な面白さもあります。将来、光との相互作用を利用した光学デバイスへの応用を超えた、誰も予測していなかった様な液晶材料を使った革新的な技術が生まれるかもしれません。

ちなみに、多くの液晶研究者は液晶を研究のフィールドに選んだ理由に、その偏光顕微鏡<sup>※2</sup>組織の美しさを挙げます。その多彩な美しさは、一日中見ても飽きないほどです。こんな楽しみも、研究を続けていく一つの原動力になっています。

研究室でこれから取り組みたいと考えているのは、自然界にある液晶構造の研究です。貝殻の真珠層やコガネムシのキラキラ光る羽など、液晶に類似した構造は自然界にもたくさん存在します。進化の過程でなぜこのような構造を獲得したのか、その理由を突き詰めて考えることで新しい研究の地平が開けるのではないかと、そんな気がしています。

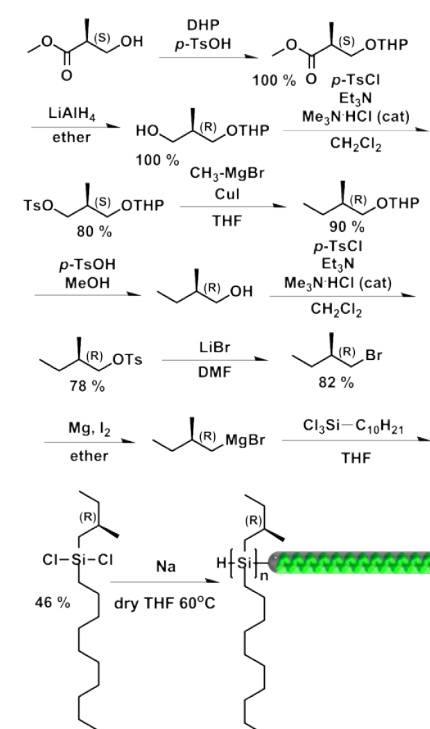
# SEEDS

## 研究テーマ ワイヤーグリッド偏光子の開発 3D-TV用アクティブリターダーの開発

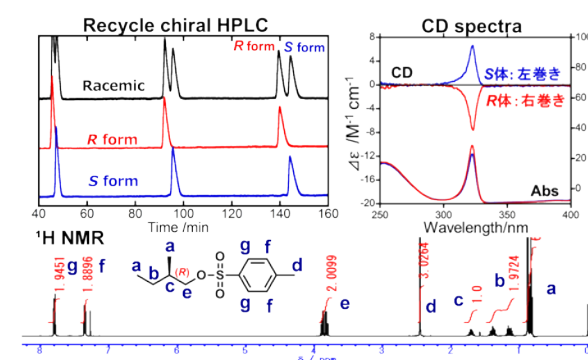
高分子液晶は、化学構造や分子量分布を精密に制御することで驚くほど多彩な超分子構造を形成します。私たちは、有機合成化学の力でさまざまな高分子液晶を合成し、形成する多彩な超分子構造をいろいろな分析手法を用いて解析すると同時に、光学素子に応用する研究を行っています。これらの技術は、モバイル機器の消費電力を著しく下げることのできる超高効率の偏光板などに応用が可能です。



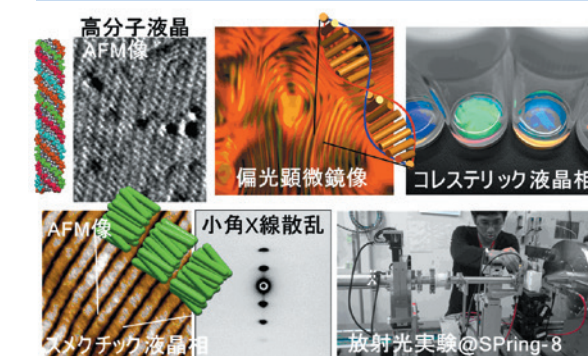
### 高分子液晶の合成



### 合成した化合物の機器分析による構造解析



### 多彩な超分子構造の解析



### 企業等への提案

今取り組んでいるのはワイヤーグリッド偏光子への応用です。この偏光子を用いると、従来の吸収型偏光子と異なり光の利用効率を100%近くできるため、液晶ディスプレイの消費電力を著しく下げることができます。

### 地域に向けてできること

私たちは、有機物である液晶を作り出すための有機合成化学と、機器分析の技術を基盤に研究活動を行っています。有機材料の合成や農畜産物等の分析に関して、ご協力できることがあればご相談下さい。

※1「ワイヤーグリッド偏光フィルター」 平行に多数張られた金属ワイヤーからなり、ワイヤーに平行な偏波を反射し、垂直な偏波を透過する光学素子。  
※2「偏光顕微鏡」 試料に偏光を照射し、複屈折性を観察するために用いられる光学顕微鏡の一種。



# 天然資源に焦点を当てて、 これからの環境保護に役立つ研究を。

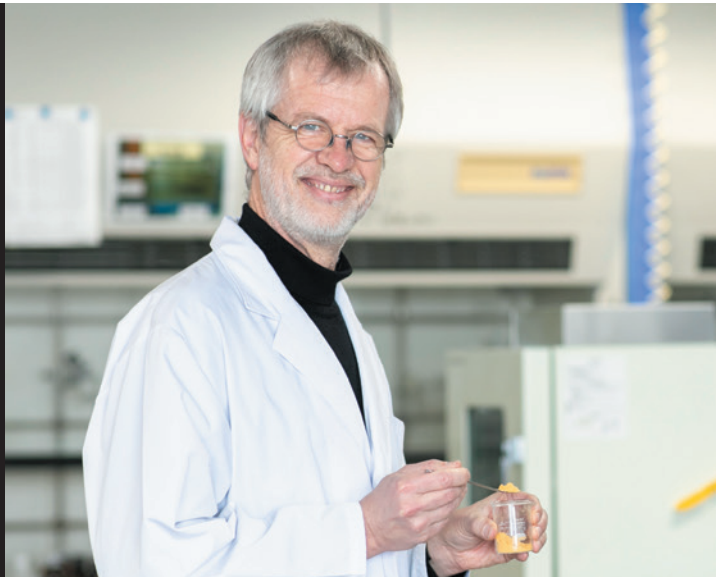
004

Karthaus  
LABORATORY

## カートハウス研究室

教授・理学博士 Olaf Karthaus

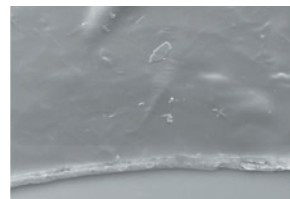
- 専門分野 高分子科学、界面科学、ナノテクノロジー、発光材料の薄膜作成
- ヨハネスグーテンベルグ大学(ドイツ)化学・薬学部化学科卒業
- ヨハネスグーテンベルグ大学化学・薬学部有機化学科博士課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

- ①環境にやさしい材料の開発、分析、評価。  
一例：天然材料(セルロース、アルギン酸、キチン、キトサン、花粉など)を含んだコーティング材の開発。目的は防臭剤や水のフィルターとしての役割。
- ②環境問題の海洋プラスチックとマイクロプラスチックの調査、プラスチックの劣化メカニズムの研究。

天然高分子の硬質コーティングの電子顕微鏡写真



### 環境にやさしいプロセスと 材料の生産を目指して

18世紀の産業革命以来、私たちはますます自然を消費し、多くの資源を奪ってきました。近代社会は、自然科学の発展と、蒸気機関、電気モーター、ラジオなどの優れた技術開発によってもたらされました。そして今日、金属、セラミック、半導体、プラスチックなどの新しい材料や機械の開発により、私たちは健康、長寿、安全、利便性を手に入れました。しかし、人口の増加に伴い、エネルギーや地球資源の浪費、廃棄物の生産も大幅に増加し、快適なライフスタイルの追求は世界中に環境破壊をもたらす事態となりました。

本来、生きている自然の一部である私たち人間は、自然を保護・維持するべきでした。今や、私たちには別の革命、自然環境の回復のための革命が必要です。カートハウス研究室では、環境にやさしいプロセスと材料の生産のために、天然資源に焦点を当てた研究を行っています。

プラスチックは軽くて丈夫で使いやすく衛生

的であるなど、大きなメリットを持つ高分子です。しかし、その大きなメリットゆえの大量生産を経て、大量の劣化プラスチックが「海洋プラスチック」や「マイクロプラスチック」となって環境を破壊する問題が深刻化しています。そこで今日では、「4R(refuse, reuse, recycle, replace)」、すなわち「なるべく使わない、使い捨てをやめる、リサイクルする、交換する」ことが重要と考えられるようになってきました。さらに、セルロース、キチン、アルギン酸などの生分解性の天然高分子は「環境に優しい材料」と言われます。

研究室のテーマとして、植物や動物から取られた天然高分子を含む機能性ハイブリッド材料の作成、合成樹脂から作られたプラスチック材料の劣化についての研究、河川で増加しているマイクロプラスチックの調査などがあり、これからの環境保護にとって役に立つ研究を目指しています。

### 「新しいものを生み出す」 研究目的は純粋な知の探求

企業の研究などとは違い、大学では必ずしも成果への直結は求められません。「新しいものを生み出す」という純粋な知の探求が目的だと考えています。皆さんには、自分の好きなテーマの研究に存分に取り組んでいただきたい。自分が好きなことなら、熱心に取り組めますよね。言い換えると、自分から興味を抱けないと、この研究室は大変かもしれません。

学生には、学会で発表するところまで視野に入れてデータを蓄えるように指導しています。実際に学会で発表することもありますし、学内の他研究室、他大学や海外との共同研究ができる環境も整っています。さらに、国際化を強く意識していますから、留学生との交流や英語でコミュニケーションを図る機会も用意しています。いろいろなことを幅広く学びながら、今までにない物質を自分の手で合成するという研究には、大きな夢と可能性があります。ぜひ、そうした新たな研究に積極的に挑戦してください。

# SEEDS

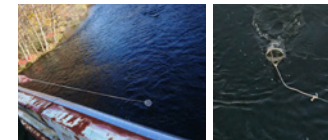
研究テーマ

## プラスチックの劣化メカニズム・ 花卉のナノ構造解析・花粉の含まれた材料

高分子は深く環境と関わっています。軽い、丈夫、使いやすい、衛生的などの大きなメリットがあります。中でも、生分解性の天然高分子は「環境にやさしい材料」と言われます。一方、最近大きく取り上げられるようになってきたのは、合成樹脂の「海洋プラスチック」や「マイクロプラスチック」による環境問題で、プラスチックが増えれば増えるほど問題は大きくなる一方で、4R(refuse, reuse, recycle, replace)、すなわち「なるべく使わない、使い捨てをやめる、リサイクルする、交換する」が必要です。研究室のテーマは植物や動物から取られた天然高分子を含んだ機能性ハイブリッド材料の作成、合成樹脂から作られたプラスチック材料の劣化についての研究、河川にあるマイクロプラスチックの調査です。将来の環境に役立つ研究を目指します。

### マイクロプラスチック調査

#### ■千歳川のサンプリング

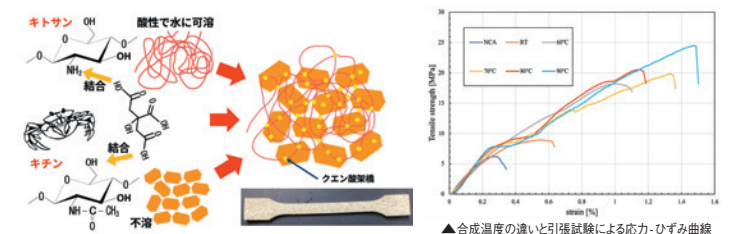


#### ■サケの内臓のサンプリング



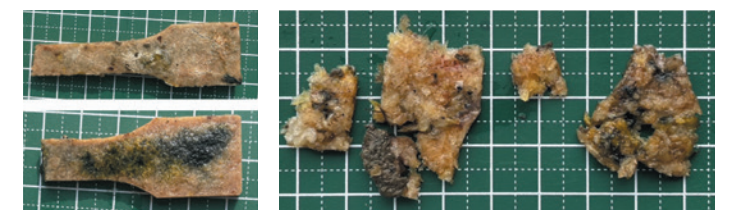
サンプリング調査で見つけたのはわずかに衣服などのファイバだけ。

### キチンとキトサンを含む生分解性材料



酸可溶性キトサンにキチン粉末とクエン酸を混合することで、高温・高圧で加圧可能なペー스트が得られます。この過程で、キチンとキトサンは架橋されます。得られた材料は、市販の石油由来プラスチックに匹敵する強度を示します。

### 生分解性評価



生分解性の試験は、実地および実験室の両方で行われます。こちらは、海水中での架橋キチン・キトサンサンプルのデータです。サンプルの調整条件によって、生分解性を調整することが可能です。これらのデータは、実験室でのBOD試験によって確認されています。

### 企業等への提案

天然高分子(キトサン、アルギン酸など)をベースにしたハイブリッド材料や薄膜の開発・作製・分析が可能です。

### 地域に向けてできること

環境問題の海洋プラスチックとマイクロプラスチックの調査。千歳市内の河川、公園などのプラスチック調査。小中高等学校でのプラスチックの環境問題についての講義。公開講座を通しての市民への啓蒙活動。



光技術で骨や腎臓、血管、心臓の病態を解明する。光技術でマスやサケの生態を調べる。光技術でマイクロプラスチックを調べる。医師や地域と力を合わせ「生命」に「環境」にアプローチ。

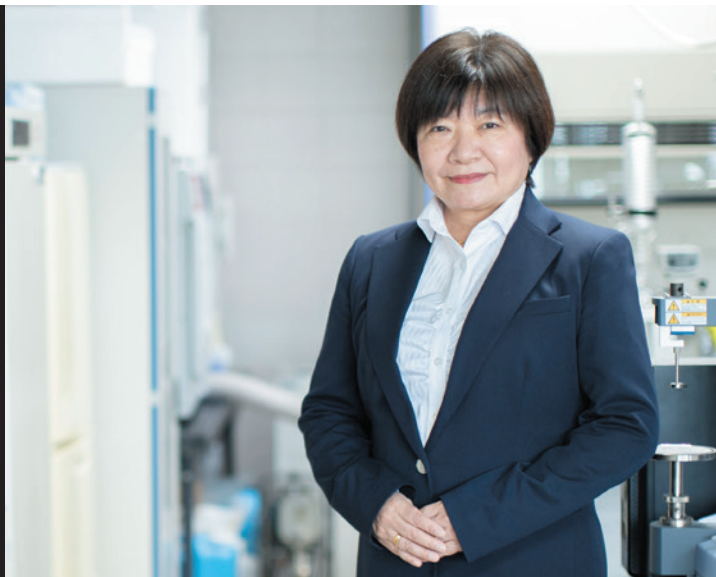
005

Kimura  
LABORATORY

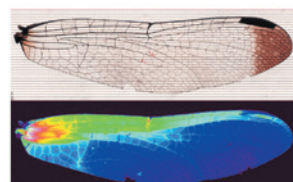
## 木村研究室

教授・博士(水産学) 木村 廣美

- 専門分野 化学構造解析、高分子化学、分子分光化学、薄膜、界面化学、分析化学、自己組織化、医用工学、食品化学
- 明治大学農学部農芸化学科卒業
- 東京水産大学大学院水産学研究科食品生産学専攻博士後期課程修了

A PPEAL POINT  
アピールポイント

生物試料を対象とした新規計測・解析手法の開発と標準化の研究を行っています。現在は、赤外イメージング、ラマンイメージングによる骨粗鬆症モデル動物の骨質(材料特性および構造特性)解析を行っています。

赤外イメージ:トンボの翅  
キチンの分布

## 医師らと力を合わせた「医工連携」の研究で「病態」の解明を、地域と力を合わせた研究で「生態」の解明を

光を駆使した分析方法で長く骨の分析ならび解析を行ってきましたが、今は骨の代謝に関わり合いのある腎臓、血管、心臓も研究の対象にしています。また、千歳市と深い関わりのあるヒメマスやベニザケ、環境や人体に影響を及ぼすマイクロプラスチックの研究にも取り組んでいます。骨粗鬆症は骨の量が減って弱くなり、骨折しやすくなる病気で、加齢とともにその患者数は増加します。最近では、慢性腎臓病や糖尿病でも骨粗鬆症になることが知られるようになり、病気の原因や程度で骨の状態が違ってくることもわかってきました。しかし、どうして骨の状態が変わるのか?薬でどのように回復するのか?その詳細について、まだまだ調べる必要があります。慢性腎臓病は進行すると、人工透析<sup>※1</sup>が必要になります。そして、血管や心臓の病気発症のリスク増加へとつなが

ります。ですから、慢性腎臓病の病態を解明するには、腎臓だけでなく骨、心臓、血管を調べる必要があります。このような病態の解明のほかに、病気の早期発見や治療薬の開発に役立つ新しい解析手法を開発したいと考えています。実は、ここで開発を目指している解析手法は、マイクロプラスチックの分析やヒメマス、ベニザケの生態の解明にも役立ちます。ヒメマスは支笏湖に生息し、ベニザケは美々川に遡上します。マイクロプラスチックは環境を破壊します。地域と力を合わせて、光技術でサケ・マスの生態を守り、環境を守り、持続可能な社会を目指します。

あなたの本当にしたいことは  
何ですか?この研究室と一緒に  
やりましょう

私の研究の大半は他大学や企業、医療機関などとの共同研究です。協力いただける限り外部から入ってもらおうと要請しています。基本

的に医師の力を借りないといけないテーマですし、薬物動態を調べる上では企業や動物を専門に扱っている方などの見識が欠かせませんので、そうした方々と、よく話し合いながら進めていきます。業界が違っても文化が異なりますから、そうしないとゴールを見誤ってしまいかねないのです。

だからこそ私は、この研究の面白みは異文化コミュニケーションでもあると思っています。共通の目的を持ち、みんな同じ方向に向かってコミュニケーションできるのが非常に楽しいです。しかも、多くの人に役立つ生命に関わる仕事ができることは、とても幸せなことだと思います。

私は、学生の潜在能力を掘り起こすことにも情熱を注いでいます。目的を持って研究し、結果を出してほしいです。そうすれば自信がきます。まずは自分の興味・関心に気付いたら行動することです。あなたのやる気がこの研究室で実を結ぶことを期待しています。

※1「人工透析」 働かなくなった腎臓に代わって、機器で人工的に血液を浄化する治療法。1回4〜5時間、週に何回も実施が必要になることもあります。

## SEEDS

## 研究テーマ

赤外イメージング・近赤外イメージング・赤外二色性イメージング・ラマンイメージング・硬組織分析・軟組織分析・生薬分析・食品分析・薄膜分析

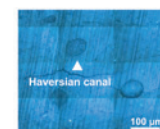
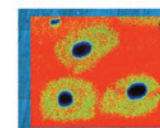
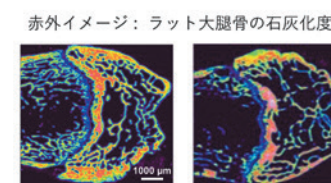
赤外分光法とラマン分光法は、物質の化学構造、状態を定性・定量的に分析する手法として、化学工業から食品、医療と幅広い分野で用いられています。特に、赤外イメージングやラマンイメージングは、化学情報を可視化できることから大変注目されています。木村研究室では、主に赤外イメージングやラマンイメージングによる硬組織(歯・骨)・軟組織(血管・心臓)の評価技術の開発と標準化、生薬・食品・材料の分析技術の開発と標準化などを行っています。研究テーマは、すべて他大学、独立行政法人、企業との共同研究です。

## 赤外イメージング・ラマンイメージングによる可視化・解析

## 硬組織・軟組織評価技術の開発

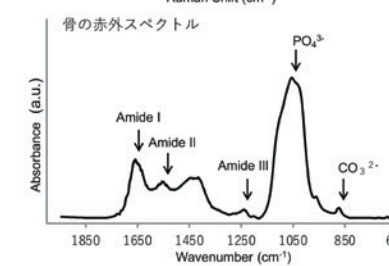
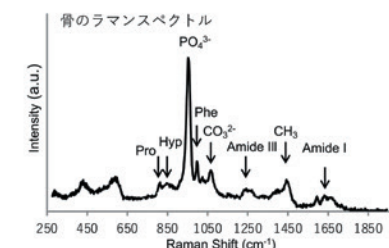
3  
すべての人に  
健康と福祉を

## 医工連携

ラマンイメージ:  
サル大腿骨オステオンの  
石灰化度PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>/Hyp  
(Kimura-Suda H and Ito T, The Bone 30 (2016) 3 より)

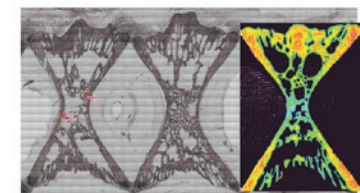
健康

慢性腎臓病



## サケ・マスのミネラル代謝

## 地域連携

ベニザケ  
(美々川)ヒメマス  
(支笏湖)椎骨の  
赤外イメージ

## 企業等への提案

生物試料の分析、特に実験動物から抽出した硬組織(骨質解析など)や軟組織の可視化・解析を行います。分析には赤外イメージング、ラマンイメージング、走査型電子顕微鏡(元素マッピングも含む)などを行います。

## 地域に向けてできること

赤外分光法やラマン分光法による生物試料の分析法を開発し、動物の硬組織や軟組織を評価しながら医工連携に努めます。また、道産の加工食品や包装材料の分析を行うことで北海道の食の安全、安心を守ります。

14  
海の豊かさ  
を増やす



# 金属錯体と水素結合を利用して 「光り輝く新たな分子」づくりを行っています。

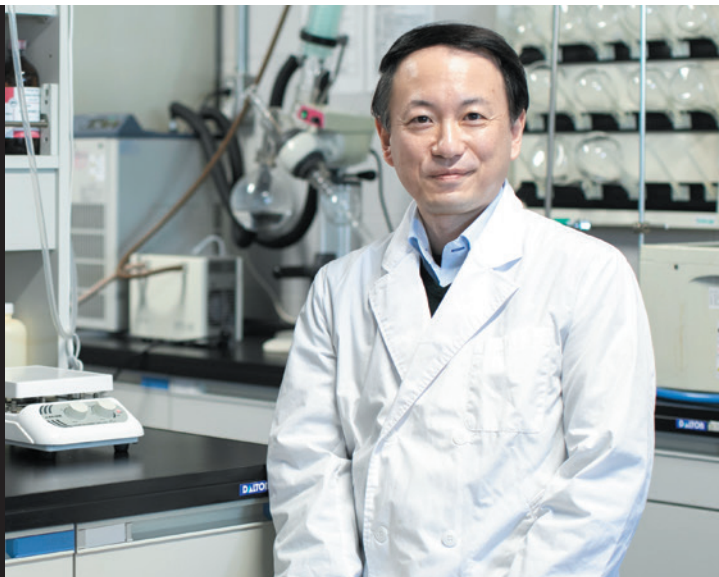
006

Sakai  
LABORATORY

## 坂井研究室

教授・博士(学術) 坂井 賢一

- 専門分野 錯体化学、物性化学、化学生物、生体系研究に役立つ光機能性金属錯体の開発
- 東邦大学理学部生物学科卒業
- 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科物性科学専攻博士後期課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

水素イオン(プロトン)の動きを制御することで新たな物性や機能の創発を目指す“プロトニクス”の考えのもと、新規プロトン移動型蛍光材料の設計・合成(基礎研究)を行っています。

研究室で合成された水素結合を組み込んだ光る分子。



### 医療分野などでの活用を意識して分子を設計

化学は物質を対象とした学問です。物質は無機物と有機物に大きく分けることができますが、この研究室で扱っている金属錯体<sup>※1</sup>というのは、有機分子の中に金属イオンという無機物のパーツを組み込んだ、有機物と無機物の両方の特徴を兼ね備えた物質です。この金属錯体をベースに、光ったり、電気が流れたり、磁石になったりと、さまざまな機能性を持つ物質の創出を目指しています。

目的の一つは医療への貢献です。鉄、銅、亜鉛などの金属は我々の体にも無くてはならない存在で、それらが細胞の中のどこにあって、どのような働きをしているのかを調べることは重要な課題です。現在、亜鉛と特異的に反応する試薬を開発しています。試薬が亜鉛を見つけ出し、そして亜鉛と結合する、つまり金属錯体になります。この金属錯体がよく光るならば、細胞の中での亜鉛のあり方や挙動を知ることができます。このような試薬はプローブ(標

識分子)と呼ばれますが、将来的には医療分野に貢献できるレベルにまでもっていきたいと考えています。

もう一つの研究テーマは水素結合<sup>※2</sup>です。我々は水素結合を組み込んだ分子の開発を進めています。水素原子の原子核をプロトンということで、水素結合を形成するプロトンの挙動を自在に操ることが可能になります。有機分子で光るものはたくさんありますが、溶媒に溶かした状態で光っても、粉の状態では光らなくなってしまうことが多くあります。ところが、水素結合のプロトンを操ることで、粉の状態でも強く光らせることができます。この性質は有機ELの材料に適していて、従来よりもっと強く光らせたり、さらにはレーザー光を出す有機ELの実現も期待できます。

亜鉛を特異的に見つけて光る分子にも、実は水素結合を組み込んでいます。それ故、亜鉛と結合してよく光ります。ですから、“水素結合”が我々の研究室を象徴するキーワードになるでしょう。

### 分子を合成、評価する研究を通して科学を純粋に楽しんでほしい

亜鉛などの金属元素のほかに、生体内で重要な働きをする分子を見つけるためのプローブも研究しています。例えば、アレルギーや食中毒に関係するヒスタミンという分子。最近、我々の研究室ではヒスタミンと特異的に結合して色が変わる金属錯体の開発に成功しました。この金属錯体にもやはり水素結合を組み込んでいます。

化学は日本のお家芸なので、将来の日本の化学を担うような人材が生まれればと思っています。目先のことでなく、もっと大きな夢を持って、大学では純粋に科学(とりわけ化学)を楽しんでもらいたいと思っています。有機物と無機物が合体した金属錯体、そのバラエティは無限です。大学4年時の卒業研究で合成する分子も世界初の分子です。それがよく光ったりするとすごく感動しますよ。

# SEEDS

研究テーマ

## 水素結合の科学と応用・蛍光性を 中心とした様々な機能性物質の開発

私たちの体を構成する主要成分、水、タンパク質、核酸の性質や機能には、水素結合という化学結合の存在が大きく関わっています。水素結合は、タンパク質の立体構造やDNAの二重らせん構造の形成に携わることでそれら分子の機能発現を支える一方、水が水素イオン(プロトン)の輸送媒体となるように、電荷輸送(プロトン移動)反応を媒介するという働きをします。つまり、水素結合は前者のような静的な作用に加え、後者のような動的な作用も示します。

当研究室では、水素結合の動的な側面を生かした物質開発を進めています。水素結合を取り囲む周りの環境を設計したり(分子設計)、電荷状態を変化させたり(酸化還元)、光を照射したりすることによってプロトン移動反応を制御し、蛍光特性を中心とした様々な機能性をもつ物質の創成を目指しています。

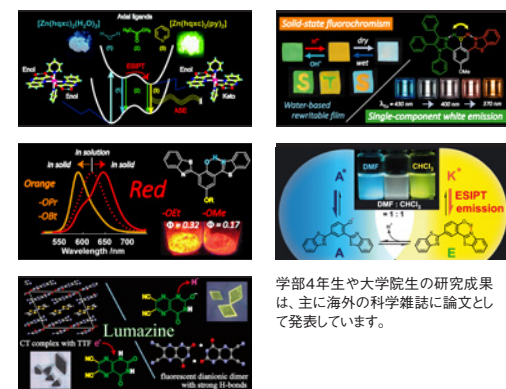
### 研究室での物質開発の流れ

建物を建てるのと似ています。



コンピューターも使います。 白衣を着て実験します。 様々な装置を使い解析します。

### 当研究室で開発した蛍光性物質



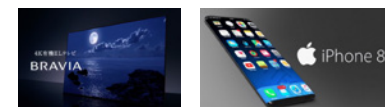
学部4年生や大学院生の研究成果は、主に海外の科学雑誌に論文として発表しています。

### 企業等への提案

無機イオンや生理活性アミン、水分子など特定の物質にだけ反応して蛍光特性が変化するような蛍光プローブの開発を進めています。何かの微量成分を感度良く検出したいというご要望があればご相談ください。

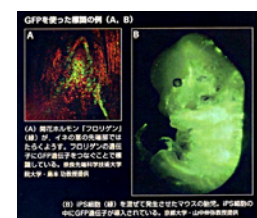
### 蛍光性物質の用途(1)

材料としての用途の一例:有機EL用発光材料



### 蛍光性物質の用途(2)

試薬としての用途の一例:  
蛍光プローブ(見えない物質を捕らえて光ることで見えるようにする試薬)



### 最近の研究成果

2018年 ドイツの学術雑誌に掲載



Color Changes of a Full-Color Emissive ESIP Fluorophore in Response to Recognition of Certain Acids and Their Conjugate Base Anions  
Saki Touchiya, Ken-ichi Sakai, E. Kaitchi Kawano, Yuta Nakano, Takemitsu Kikuchi, Tomoyuki Akutagawa

2018年 大学院修士課程修了

イオンを感知し、その濃度に応じて蛍光色をフルカラー(赤・青・緑・白)に変化させる世界初の蛍光色素

※1「金属錯体」 金属イオンの周囲に有機分子が結合した複合体。金属錯体は血液中の赤血球が行う酸素の運搬や抗がん剤などにも利用されています。  
※2「水素結合」 水素の原子核「プロトン(水素イオン)」を介した弱い分子間の結合。水やDNAが代表的。



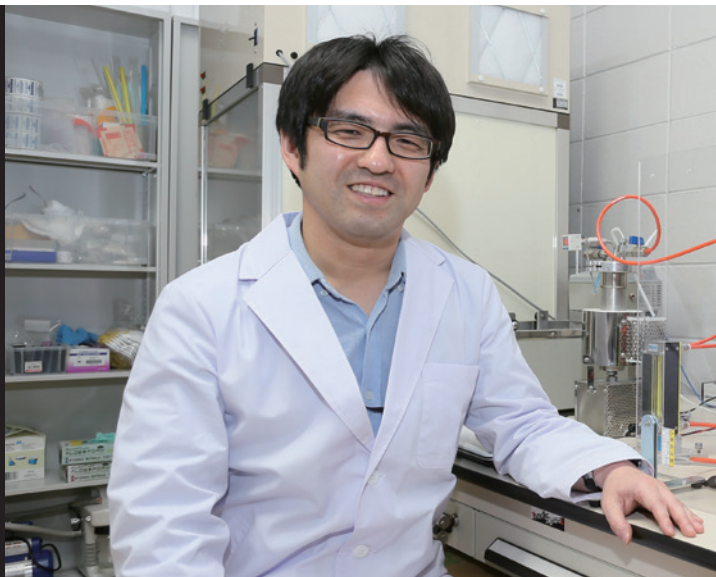
# 研究対象はカーボン材料。世界的にも注目される分野の一端にふれられます。

007 Takada  
LABORATORY

## 高田研究室

教授・博士(工学) 高田 知哉

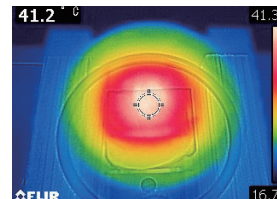
- 専門分野 カーボンおよび関連材料の化学と応用
- 北海道大学工学部応用化学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科分子化学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

現在は、ポリマー/カーボン複合材料およびメソポーラスカーボン材料の作製方法と応用を研究しています。電気伝導性材料、熱伝導性材料、ソフトアクチュエータ、環境浄化材料などを指向した研究に取り組んでいます。

フィルム状に成形したカーボンとポリマーの複合材料が熱を発生する様子をサーモグラフィーで計測。



### カーボンを素材としてこれまでにない新たな材料を創り出す

最近の研究テーマの中心は、多孔質炭素<sup>※1</sup>とよばれる炭素粒子を使って、環境浄化のための材料を創製することです。多孔質炭素は長い歴史のある材料であり、活性炭などの素材が浄水や脱臭のための吸着剤として利用されてきました。近年は、吸着剤の表面の形態や化学構造を制御することで特定の成分をより高効率で吸着する研究に取り組んでおり、実際の環境下でターゲットとなる成分を選択的に吸着できる材料を創製するために様々な試みを行なっています。また、多孔質炭素の表面は物質を吸着できるだけではなく、いろいろな化学反応を進行させる触媒としてのたらしきもあることがわかっており、環境汚染物質を分解除去するための触媒として利用するための研究にも取り組んでいます。

環境浄化に関連する別のテーマとして、グラファイト状窒化炭素(黒鉛に似た結晶構造の物質で、窒素を含んでいる)による汚染物質の分

解についても研究しています。グラファイト状窒化炭素は、光によって化学反応を促進する光触媒としての性質を持ち、特に可視光線で化学反応を起こせるという特長があります。ただし、反応の効率が必ずしも高くない材料なので、構造や性質を変えるための様々な処理を行い、光触媒としての特性を向上させる取り組みを進めています。

これらの環境浄化材料以外のテーマとして、カーボンナノチューブ<sup>※2</sup>を主とするナノカーボンをほかの材料と組み合わせ、新しい複合材料を創製する研究があります。最近では、温度応答性ハイドロゲルとカーボンナノチューブを組み合わせ、赤外線に反応して変形する材料の作製を試みています。温度応答性ハイドロゲルは、ある温度を境に膨張・収縮する材料で、様々な応用が研究されている物質です。カーボンナノチューブは赤外線の熱への変換効率や放熱効率が非常に高いので、赤外線照射による温度変化を迅速に引き起こすことができます。カーボンナノチューブを用いることで、ゲルの変形のリモートコントロールが可能になると考え、

複合材料の性質を決める要素や最適な作製条件などを探索する研究を進めています。

### 持続可能なテクノロジーを目指し日々研究に取り組む

カーボン材料の面白いところとして、各種の合成反応を使って構造を変化させることができる有機材料としての側面と、電気伝導性や熱伝導性、力学的強度といった優れた物理的性質を持つ無機材料としての側面を併せ持っているという点があります。また、炭素は地球上にぎわめて豊富に存在し、植物系資源や廃棄物などからも得られるため、これらのものを利用して素材として再生させることは資源の循環の観点から大きな意義があります。

ノーベル化学賞受賞者の H. W. Kroto は「21世紀は炭素の世紀」と語っています。カーボンの科学は、社会や環境の持続可能性を背景として国際的にも積極的に研究されている分野であり、そういった研究の一端に携わることができるのは大きな魅力です。

# SEEDS

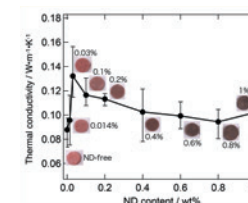
## 研究テーマ

## カーボン含有複合材料の開発、環境浄化材料の開発、関連する化学反応過程の解明

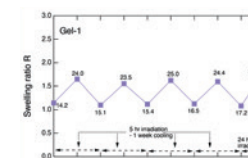
カーボン材料(炭素原子が集まってできる材料)は、材料として優れた様々な物理化学的性質や機能性を持ち、実用化技術が積極的に研究されています。古くから知られているものでは活性炭や黒鉛などが様々な目的で利用されており、また近年では炭素原子が規則的な配列で結合した微小粒子であるナノカーボン(カーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェン、ナノダイヤモンドなど)が、電子工学や機械工学など幅広い分野での利用が期待されています。さらに、カーボンと類似の構造を持つ各種の物質が知られており、環境汚染物質の分解など様々な応用が試みられています。

この研究室では、カーボン材料を様々な目的に利用するための複合材料の作製法や化学的処理法、作製した材料の機能性や反応過程などを、色々な方法を駆使して研究しています。

### ポリマー/カーボン複合材料の研究例

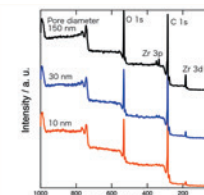


歯科用のレジン(義歯の土台になるポリマー材料)に、ナノダイヤモンド(ND)を添加した材料の熱伝導率と外観の変化。比較的少量のND添加で、熱伝導率が向上するとともに、外観も大きな影響を受けないことがわかりました。熱伝導性に優れるNDを用いることで、義歯使用時も飲食物の温度を自然に感じ取れるようになることが期待されます。

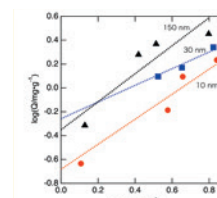


温度変化に伴う水の出入りにより膨潤・収縮を繰り返す性質をもつポリアクリルアミド/ポリアクリル酸複合ゲルに、カーボンナノチューブ(CNT)を添加して赤外線照射のON・OFFを繰り返した際の温度と膨潤率の変化。赤外線照射によりCNTが発熱し、ゲルの膨潤を引き起こすことがわかりました。このときの体積変化を利用して、赤外線で作動可能な機械パーツなどへの応用が期待されます。

### 環境浄化用カーボン材料の研究例



表面細孔のサイズが制御された構造をもつ多孔質炭素粒子(メソポーラスカーボン)を化学処理し、表面にジルコニウムイオン(Zr<sup>4+</sup>)を担持させた粒子のX線光電子分光(XPS)スペクトル。Zr<sup>4+</sup>の担持量が、粒子の細孔サイズに依存することが確かめられました。このような情報が、環境浄化材料としての性質を評価する際の手がかりになります。



上記のメソポーラスカーボンを用いて測定した、水中のフッ化物イオン(F<sup>-</sup>)吸着量の比較。Zr<sup>4+</sup>担持量と同様にF<sup>-</sup>吸着量も細孔サイズに依存することがわかります。このような結果と、材料の構造・成分に関するデータを比較することで、より高機能な環境浄化材料を作製するための方針について検討することができます。

### 企業等への提案

カーボン材料の表面処理や、ポリマー/カーボン複合材料の試作などの場面でご協力可能です。また、減圧/不活性雰囲気中での熱分解(1000℃程度まで)による少量サンプルの炭素化実験も行うことができます。

### 地域に向けてできること

実験用の光源や加熱装置は、各種試験などの目的にご提供可能です。ほかには、共通基礎科目の化学を担当しており、種々の機器を用いる演示実験にも取り組んでいるので、教育面でもご相談にも対応いたします。

※1「多孔質炭素」 粒子の表面に多数の細孔をもつ炭素粒子。細孔の直径は数nmから数十nmであり、質量あたりの表面積が広い。  
 ※2「カーボンナノチューブ」 炭素が円筒状に配列したナノカーボン。ハニカム構造の平面状物質であるグラフェンが筒になった構造を持つ。



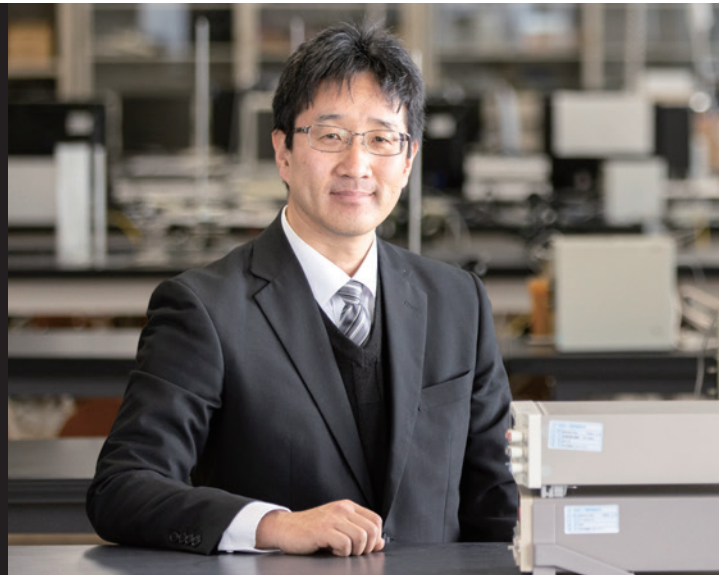
# 「その材料の中で何が起きているのか」 性質解明から有機材料の可能性を探求。

008 Tanaka  
LABORATORY

## 田中研究室

准教授・博士(工学) 田中 久暁

- 専門分野 有機分子の電子物性・電子機能
- 名古屋大学工学部応用物理学卒業
- 名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻博士後期課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

有機半導体分子は軽量性や柔軟性などの優れた機械特性を持つため、人体や曲面などへの適合性の高い電子デバイスなど、新しいエレクトロニクス応用が期待されます。本研究室では、電荷キャリアのミクロな検出手法を駆使し、有機材料・デバイスの電子機能研究を行っています。

材料の電子の状態など詳細な情報を得られる高感度 ESR (電子スピン共鳴) 測定装置。



### 薄くて軽くて柔らかい 有機材料で新たな半導体

身の回りにある電子機器の中では、多くの半導体素子(デバイス)が活躍しています。その多くはシリコンなどの無機材料で構成されていますが、もしこの素子を「薄くて軽くて柔らかい」有機材料で代替できれば、これまでにないさまざまな応用が期待できます。例えば、私たち人間も有機物でできていますから、生体適合性が非常に高く、体に直接貼り付けて用いる電子回路や発電素子など、ユニークな応用が可能となるでしょう。有機電子材料(半導体)の応用は、有機 EL などの分野では進んでいますが、トランジスタや発電材料など、まだまだ改良が必要なものも多数あります。改良には有機材料の性質を正確に把握しつつ、構造を制御することが必要です。そこで本研究室では、低分子から高分子まで幅広い構造を持つ有機電子材料を対象に、その電子機能の解明、制御、および新機能開発に取り組み、新たなエレクトロニクス応用へつなげていくことを目標にしています。

研究は(1)「有機分子(薄膜)への精密なキャリアドーピング(電荷濃度制御)」と、(2)「電子スピン共鳴 (ESR) 法によるミクロな物性計測、電気伝導のマクロな計測をともに用いた徹底的な素子特性評価」を組み合わせ、材料の電子機能開発と、電子機能解明の両面から有機分子材料にアプローチします。有機分子の構造は無限と思えるほど多様で、ほんの少し条件を変えるだけで特性が大きく変化しますから、そこに大きな可能性が広がっているといえます。本研究室では材料の合成は行いませんが、共同研究等で入手した最新の分子材料による素子の作製や計測に工夫と試行錯誤を重ねていきます。自分の手を動かし、考え抜く過程を経て、その材料の中で何が起きているのかが分かった時の達成感は格別です。

### 物理と化学の知識を活用し 機能解明・開発に挑もう

研究に取り組む上で何よりも必要なのは、自分が「面白い」と思えること。その気持ちがあれば、何か分からないことがあった時、自分

の意志のもとに考えたり調べたりして総合的に問題を解決していけるはず。研究活動を通じて、問題を設定して解決し、それを人に分かりやすく伝える能力を身につけることができれば、社会に出てから自分で責任を持って業務をやり遂げることに繋がると考えています。

配属された学生にとって、研究室は学内での居場所になりますから、できるだけ居心地が良く、やりがいや充実感を持って研究に取り組める環境づくりを学生と相談しながら進めていきます。それぞれの意見が尊重されると同時に、最低限のルールを共有してチームとしてのパフォーマンスも上げていきたいと思っています。高校でも大学でも、皆さんには好きなこと、楽しいことをどんどん経験して、「自分」をかたちづかってほしい。多様な「自分」を持った人が集まり、互いのスタイルを認め合うことで新たな発想も生まれてくるはずです。

有機材料の研究は、物理と化学の交錯する場といえます。双方の知識を活用し、一緒に有機材料の可能性を探求しましょう。

# SEEDS

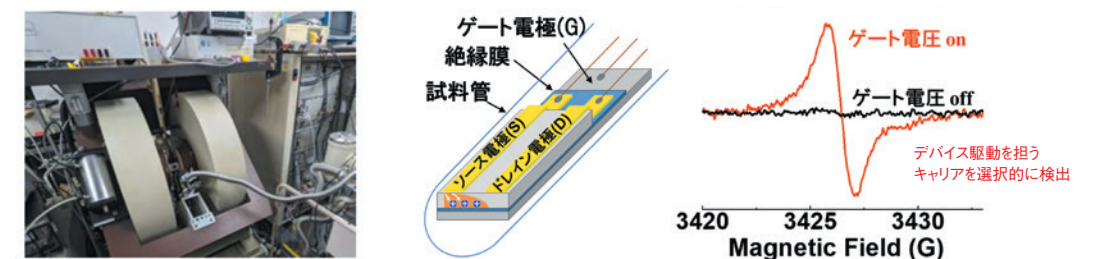
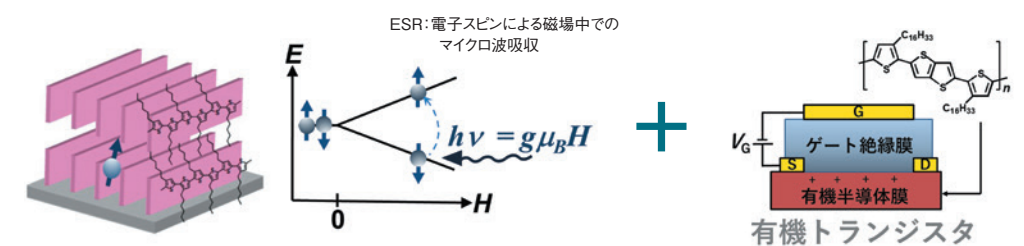
## 研究テーマ

有機半導体材料を対象とした電子物性・デバイス機能の研究  
キャリアドーピングによる有機材料の電子物性制御と新機能開発  
電子スピン共鳴法による電子物性の微視的解明

本研究室は、半導体材料としての有機分子の可能性を追求しています。そのために、さまざまな有機材料を対象とした電子物性の解明に取り組んでおり、中でも電子スピン共鳴 (ESR) 法を用いることを特徴としています。ESR 法を用いることによって、材料の情報を極めて精密に得られるため、優れた素子特性をもたらす分子の設計に非常に有用です。

有機材料には、軽くて柔らかいという特徴があります。さらに、生体適合性が高いため人体に貼り付けて活用することもでき、例えば生体センシングや医療分野での活用などさまざまな応用が検討されています。本研究室の取り組みが、高特性を示す材料の発見や、高性能素子の実現、材料の新機能開発などにつながることを目指し、研究を進めています。

### トランジスタ構造を用いた電界効果ドーピング



有機デバイスの動作状態のキャリアを ESR 法で直接観測することができる

### 企業等への提案

本研究室の電子スピン共鳴 (ESR) 装置は、マテリアル先端リサーチインフラ (ARIM) 事業の枠組みを通じて共同利用することができます。また、本研究室では有機材料にとどまらず、材料物性研究に関して広く共同研究を推進することが可能です。

### 地域に向けてできること

オープンキャンパスなどを通じて、有機材料や半導体デバイスに触れ、学んでいただく機会を提供することができます。また、有機薄膜作製や電気伝導測定などについての技術相談にも対応いたします。



# 研究のカギは「本質」と「融合」。「透明なポリマー材料」の高性能化を追求し次世代光技術への応用を目指す。

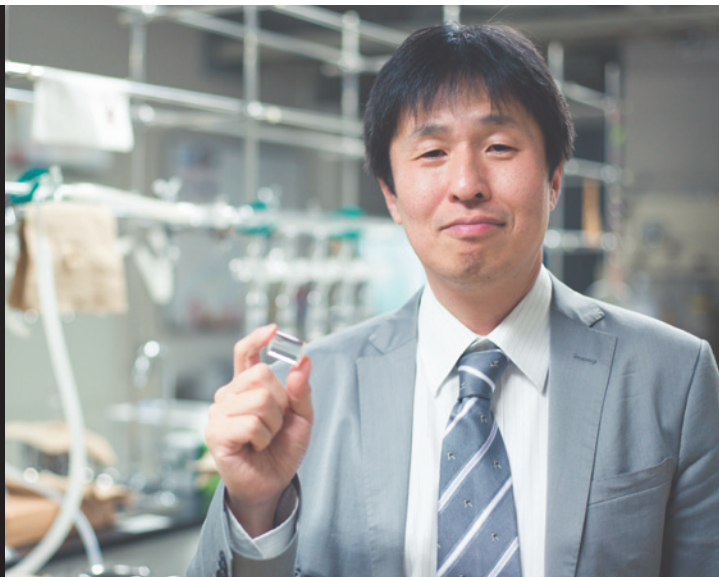
009

Tanio  
LABORATORY

## 谷尾研究室

教授・工学博士 谷尾 宣久

- 専門分野 透明ポリマー材料、高分子オプティクス
- 慶應義塾大学工学部応用化学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科応用化学専攻後期博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

次世代光技術を担う透明ポリマー材料の高性能化を目指しています。透明ポリマー材料の光学特性(透明性、屈折率)の高性能化に関する研究、また、透明光学材料としての「紙」の可能性を追求する研究をしています。

研究対象の透明ポリマー。「つくる」、「はかる」、「考える」を繰り返して、高性能化を追求します。



### 光技術分野で用いられる透明なポリマー材料の高性能化を追求

光技術の発展において、透明な材料が果たしてきた役割は極めて大きいものがあります。特にガラス材料は、長い歴史を持ちます。一方、透明なポリマー<sup>※1</sup>材料も、柔らかさ、軽さ、加工のしやすさといった高分子材料の特長を生かし、光技術分野に貢献してきました。特に、ガラスが使われていたところをポリマーに代えることにより機器の小型化、薄型化、軽量化が達成されました。その象徴がブラウン管テレビから薄型テレビへのチェンジでしょう。そして、現在、透明ポリマーは、テレビやタブレットなどのディスプレイ用光学フィルム、CDやDVDなどの光ディスク、各種レンズ、光ファイバなどに用いられ、光技術分野を支える重要な材料となっています。

光技術分野で使われる透明ポリマー材料には、光学特性の高性能化が要求されています。例えば、光ファイバ材料には究極の透明性

が要求されます。レンズを薄くするためには、屈折率を高める必要があります。また、ディスプレイを見やすくするためには、用いられている光学フィルムの透明性を高める必要があります。

では、どのようにして透明性や屈折率などの光学特性を高性能化すればよいでしょうか？物の性質はその構造と関係があります。ですから、光学特性の高性能化のためには、ポリマーの構造と光学特性の本質的な関係を理解し、その能力を最大限に発揮させてやるしかありません。そこで、私たちの研究室では、「つくる」、「はかる」、「考える」を繰り返し、ポリマーの本質に迫る研究をしているのです。

### 持続可能な社会に貢献する新しい透明ポリマー材料を次世代光技術に応用

そして今、透明ポリマーによる新たな光技術のステージが始まろうとしています。それは、ポリマーの柔らかさ、軽さを一層生かした応用

です。フィルム型の次世代照明、フレキシブルな太陽電池、フレキシブルなディスプレイなど、これからが楽しみな次世代光技術です。これらを実用化させるには、ポリマーの光学特性を高性能化するとともに、ガラスに比べて劣っていた耐熱性や熱膨張性などの特性を向上させる必要があります。また、研究を新たなステージへと飛躍させる時、異なる分野との交流・融合が重要になります。

実は最近、木材などの植物繊維をナノレベルまで解したセルロースナノファイバー<sup>※2</sup>から透明な紙を作れることが分かりました。そこで、現在、透明な紙の次世代光技術分野における透明材料としての可能性を追求する研究を、林産学が専門の先生と共同で実施。大学の森の木々を見て、持続可能な社会に貢献する新しい透明ポリマー材料の可能性に胸を膨らませていきます。透明ポリマー材料について本質的な理解を深め、異分野との交流・融合を行い、楽しみな次世代光技術の発展に貢献したいと考えています。

# SEEDS

## 研究テーマ

## ポリマーの屈折率予測、透明性制御 透明ポリマーの光物性値予測システムの開発 植物由来透明材料の光学特性

透明なポリマー材料が、ディスプレイ用光学フィルム、レンズ、光ファイバなどに用いられ、光技術分野を支える重要な材料となっています。さらに、フィルム型の次世代照明、フレキシブルなディスプレイなど、次世代光技術への応用が期待されています。これらを実用化するためには、屈折率制御、複屈折制御、高透明化など、透明ポリマーの光学特性を高性能化するとともに、耐熱性や熱膨張性などの特性を向上させていく必要があります。

谷尾研究室では、透明ポリマーの高性能化をめざし、ポリマーの光学特性について理解を深める研究を行っています。また、透明な紙など植物由来の透明材料も研究対象です。



### 企業等への提案

以下のような技術・知見を有しています。ご相談ください。

- ①透明ポリマー材料の光学特性の高性能化技術(屈折率制御、高透明化)
- ②透明ポリマーの光物性値予測システム
- ③植物由来透明材料の光学特性

### 地域に向けてできること

- ①訪問講義(講義テーマ例:「今こそ知りたい! 透明なポリマー」、「化学の魅力、研究の魅力」等)
- ②子ども化学実験(実験テーマ例:「スライムを作ろう!」、「ポリマーを楽しもう!」等)
- ③研究室見学
- ④技術相談

※1 「ポリマー」 多くの分子がつながった巨大分子のことで、日本語では「高分子」と訳されています。プラスチックやゴム、繊維などはポリマーからできています。また、DNAやタンパク質、植物繊維の主成分であるセルロースなどもポリマーです。

※2 「セルロースナノファイバー」 植物繊維をナノレベルまで解すことにより得られる繊維状物質。高強度で軽く、熱膨張も小さいという魅力的な性質を持ちます。



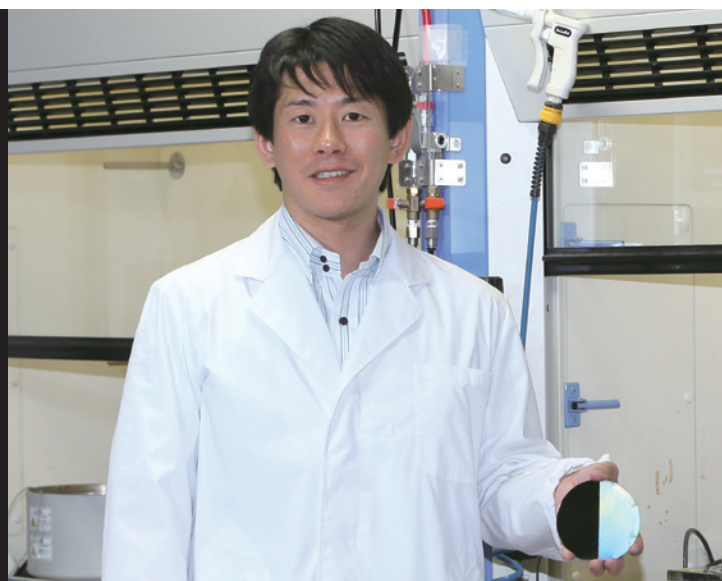
# 例えばヘビや昆虫、タマムシ、フジツボ。 生物の機能に学んで新しい材料を作ります。

010 Hirai  
LABORATORY

## 平井研究室

准教授・博士(工学) 平井 悠司

- 専門分野 自己組織化、バイオミメティクス、ナノテクノロジー、界面化学、コロイド化学
- 北海道大学理学部化学科卒業
- 東北大学工学研究科バイオ工学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

自然界の優れた機能性表面を探索する基礎研究と機能性を生み出している原理を抽出して機能性材料として再現する応用研究を両軸に、企業との共同研究も積極的に行いながら研究を進めています。

研究室で飼育しているフジツボ。



### 生物が持つ構造やその機能を理解して、新しい材料を創製

研究のテーマは、「自然に学ぶモノづくり」です。生き物は生き残るために進化の過程で様々な機能を生み出してきました。有名な例はハスの葉の超撥水性で、雨水をはじくついでに葉の表面の汚れを洗い流して葉の表面をきれいに保ち、しっかりと光合成ができるようになっています。その「水をはじく」という技術はかんたんな物理学で説明することができるため、よく水をはじく傘やヨーグルトが付かない容器の蓋などの開発につながっています。このような、自然界の優れた機能を理解して新しい材料を作り出す分野は「バイオミメティクス」と呼ばれていて、持続可能な社会にしていける技術として注目されています。

私達の周りには様々な生き物がいます。そのなかでも、私達の研究室ではマダラシミという小さな昆虫と、海の崖壁などにくっついて生活しているフジツボに注目して、実際に飼育しながら機能の解明を目指しています。例えばマダラシミは狭い隙間に潜って生活しているので、その体はよく擦れてしまいます。もし体表の摩擦が大きければ体はすぐに削れてしまい、生きていくことが困難

になってしまいます。私達はマダラシミの体表は摩擦を減らす機能があるのではないかと考えて、体の表面の観察や摩擦力の測定を行っています。一方でフジツボは、海水が浸かるところにはいたい生息していて、様々な問題を引き起こしています。少し前までは化学物質、すなわち毒を利用して付着を防いでいましたが、様々な海中生物に悪影響がでしてしまうため、現在ではほとんど禁止されていていっています。そのため、フジツボが付かない新しい材料を開発する必要が出てきています。私達は新しい材料を開発するためには、フジツボはどのような表面に、どのように付着するのか、フジツボのことをきちんと理解することが重要だと考えて、フジツボの飼育も行いながら基礎的な研究も同時に進めています。

### 生物×材料科学×情報学、分野の垣根を取り払う

新しい材料を生み出すためには、他の人にはないアイデアが必要です。私達の身の回りには便利なものが溢れています。このような科学技術が発展した現代社会において、新しいモノを生み出すのはとても難しいことです。新しいアイ

ディアを生み出すためには、これまでに他の人がやって来なかったこと、既存の研究分野に囚われない隙間や境界分野が大事です。生物系研究者、材料系研究者、そしてこれからは情報系研究者が手を取り合って研究をする必要があると言われています。しかし、そういった連携はなかなかうまくいきません。深化してしまったそれぞれの研究分野には難しい独特な文化、言葉があり、お互いの研究をしっかりと理解するのが困難だからです。私達の研究室は新しい材料の開発を目的とした化学系の研究室ですが、フジツボやマダラシミを育て観察、測定しています。また、作った材料の機能を測定するとともに、かんたんなシミュレーションによってその機能がどのように生み出されているのかもあわせて解析します。難しい生物や情報の研究はできませんが、材料の研究を中心に幅広く様々な分野にも挑戦してみること、他の分野の研究者との理解もより深まり、ほんとうの意味で異分野連携が達成できる、これまでにないアイデアや材料が生み出されると信じて研究を進めています。本当に知りたいことがあるのなら何にでも挑戦してみる心意気、何がどうして起きているのか、イメージする力が求められています。

# SEEDS

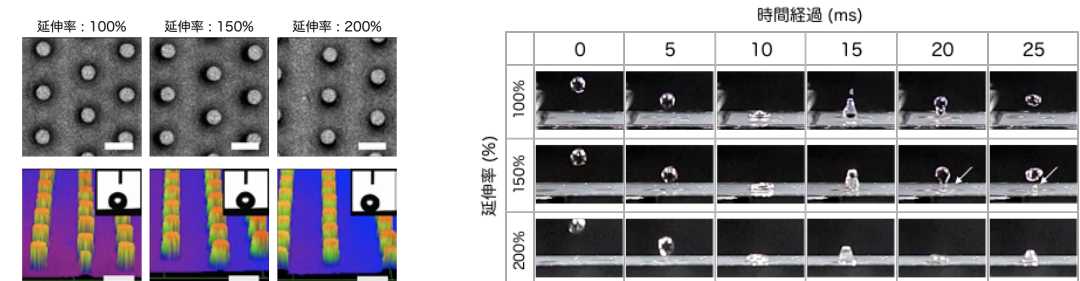
## 研究テーマ 自然に学ぶ機能性表面の作製と物性の解析

自然界にはさまざまな機能を持った、優れた表面がたくさんあります。例えば、蓮の葉は良く水を弾く、超撥水性をもっていて、雨が降ると勝手に汚れが落ちる、セルフクリーニング表面として知られています。また、蛾の目は暗い夜間飛ぶために少ない光を効率的に吸収する必要があり、光を反射させない無反射機能をもっています。これらのように自然界の機能性表面を模倣し、優れた材料を作製する分野は「バイオミメティクス」と呼ばれ、近年非常に注目を集めています。

平井研究室では、実際にサンプルの採集から観察、解析を通して自然界の表面機能を学び、人工的に機能性材料を作製することを目指して研究しています。

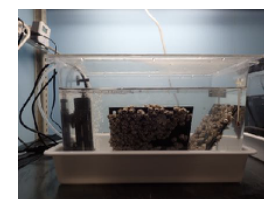
### タイヤのゴムで水滴の動きを制御する

蓮の葉のように、微細な構造によってタイヤのゴムの「濡れ」を変えることで、水を完全に弾いたり、表面に吸着させたりすることができる。

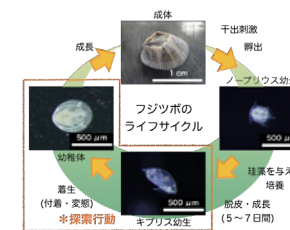


### 生き物から直接学び、優れた材料を作り出す

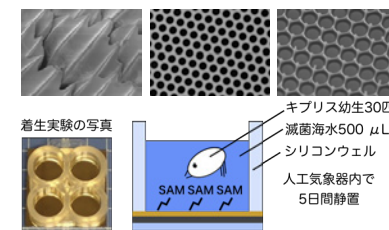
#### ■研究室で飼育しているフジツボ



#### ■フジツボのライフサイクル



#### ■生物表面を含めた様々な表面でフジツボを飼育



フジツボは発電所等の取水口に付着し、大きな問題となっている(除去費用だけで年間3億円とも)。研究室ではフジツボをはじめとした生き物も飼育しつつ、生き物と人工材料表面の関係性を調査し、これまでにない材料を開発することを目的としている。

### 企業等への提案

我々の研究では微細構造に由来する機能に着目しており、さまざまな微細構造の作製方法、観察、分析、評価技術を有しています。具体的には超撥水性や低摩擦、防汚材料を中心に研究を行い、それに関連する技術を有しています。

### 地域に向けてできること

電子顕微鏡を主体とした微細構造の観察や、各種材料の機能測定についての知識や装置の供与が可能です。



# 目には見えないものをゼロから。 有機合成だからできる「ものづくり」を。

## 011 Horino LABORATORY 堀野研究室

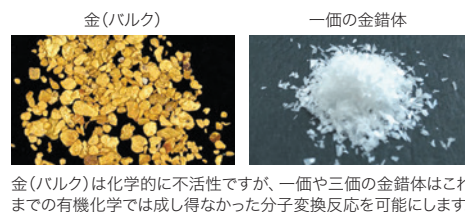
教授・博士(工学) 堀野 良和

- 専門分野 有機合成化学、有機反応化学
- 長崎大学工学部応用化学科卒業
- 長崎大学大学院生産科学研究科海洋資源学専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

これまでの有機合成反応では実現が難しいような高難易度の分子変換を目指した有機合成反応の開発と反応機構の解明まで、包括的に研究しています。



金(バルク)は化学的に不活性ですが、一価や三価の金錯体はこれまでの有機化学では成し得なかった分子変換反応を可能にします。

### 有機化学の知識と技術で 新たな材料も技術も開発

専門分野の有機合成化学とは、有機合成によって望みの化合物をつくること。建築に例えるなら、ビルや家を建てることです。もう一方の専門分野の有機反応化学とは、ビルや家を建てるための道具を生み出すものといえます。

有機合成化学の私の研究例の一つ挙げると、固体状態で発光する有機蛍光材料の開発があります。溶かした状態で発光する材料は実用化が進んでいて、コンサートなどで使われるケミカルライトもその一つです。ただ、もっと強い光が欲しくても、溶液の濃度を濃くしてしまうと化合物同士が干渉して発光の機能が低下してしまうといった問題があります。固体になった時だけ光るこの材料であれば、固体をたくさん集めれば強く光らせることができますし、例えばインフルエンザウイルスの検出など、これまでとは違う用途に使うこともできます。

有機反応化学の研究では、新たな分子創製技術の開発に取り組んでいます。例えば何か

の薬を開発する時、工程数が10段階よりも5段階で済む方が、必要な資源も廃棄物も少なくなります。現代社会では、限りある資源を有効活用するため無駄なプロセスをできるだけ減らしてショートカットでものをつくることが求められており、私も既存の技術の改良ではなく、ものづくりの根幹から変えることを目的に研究を進めています。

ほかにもこれまで、医薬品開発の研究などに関わってきましたが、今後は地元・千歳市の産業や需要に自分の技術を活用する共同研究などにも取り組んでいく考えです。

### 分子設計と合成経路の立案から 合成まですべてを自分の手で

「ものづくり」には、建物や乗り物などをつくる目に見えるものづくりの分野と、有機合成化学のように目には見えないものをつくる分野があります。目には見えないものをゼロからつくり上げていくからこそ難しさがありますが、感動も大きい。私たちが有機化合物を合成する時には、まず分子設計と合成経路の立案を行い、フラスコの中でものをつくっていきます。家

を建てる時にも設計図はありますが、設計者は家を建てるわけではありません。有機合成化学の場合は、すべて自分の手でつくることが面白さ。目には見えないものをつくり上げていくことに、ワクワクしてくれるような学生が出てきてくれるとうれしいです。

研究室の中では、学生と教員という立場ではなく、同じ方向性を持って研究に取り組んでいく仲間同士。それぞれがやっている仕事に対して、意見を言い合えるような関係でいたいと思っています。学生は時に、突拍子もないことを見つれたりします。経験や知識があるとうしても固定観念があるため、予想に基づいて研究を進めがちですが、学生は選択肢を排除しないで取り組みます。1年間の研究活動でも、想像を超えた何かを見つける可能性は十分あります。金を触媒に用いて新しい化学反応を生み出す研究、二酸化炭素を利用する有機合成反応の開発などに取り組んでいます。

研究活動を通じて、有機化学の知識をつけるのはもちろんですが、ディスカッションやプレゼンテーションの機会も重視し、話す力や伝える力など社会で役立つ能力も身につけてほしいと思っています。

# SEEDS

## 研究テーマ 高難易度分子変換反応を指向した 効率的な有機合成反応の開発

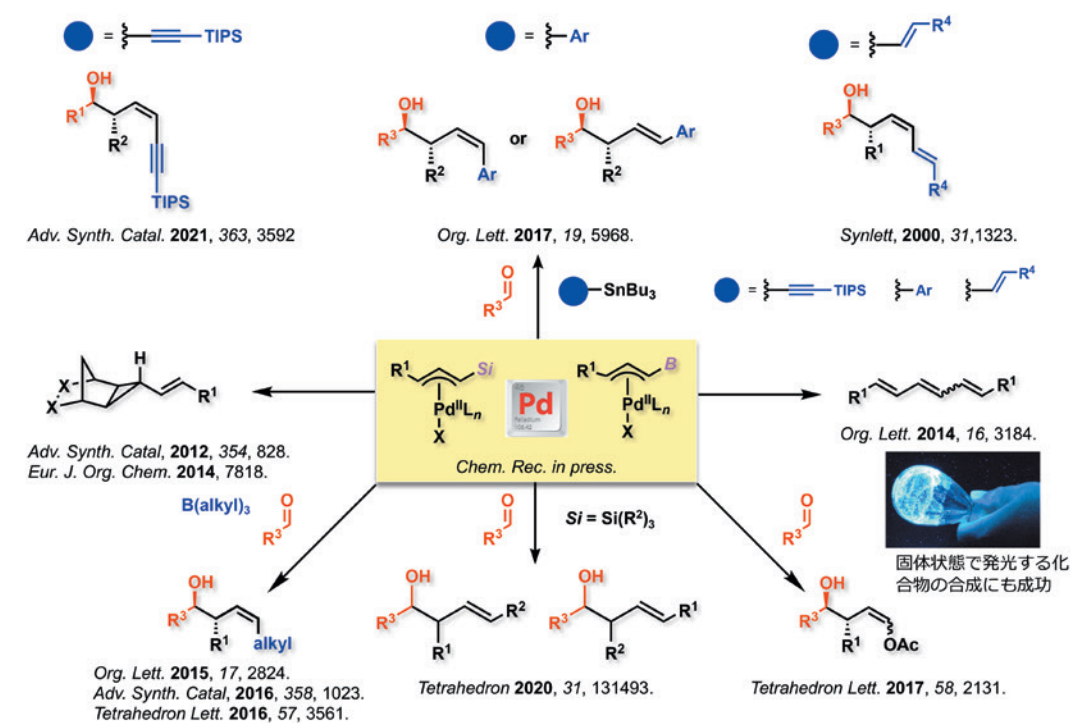
当研究室は、遷移金属を触媒として使う有機合成反応の開発に取り組んでおり、現在はパラジウムを使った多成分連続型の反応を手がけています。有機合成反応は2つの成分を反応させて化合物をつくるのが一般的ですが、当研究室が開発した方法では、触媒を使って3成分もしくは4成分の化合物をショートカットでつくることができます。

金触媒を使った新しい有機合成反応の開発も進めています。金触媒による有機合成反応の開発は世界中の研究者がしのぎを削っており、2000年から現在にかけて「ゴールドラッシュ」と呼ばれるほど多くの研究例が報告されています。

また、「ラジカル反応を用いた新規分子変換反応」などの開発にも成功しているほか、「アレニリデン金触媒を経由する世界初の触媒的分子変換反応」を発見し、その性質解明に取り組んでいます。

こうした「ものづくり」をするための“道具”を開発することによって、より効率的で短工程での有機合成反応が可能になります。これらの研究を通して、例えば医薬品の開発など幅広い分野に貢献することを目指しています。

### 遷移金属触媒を用いた新規分子変換反応の開発



### 企業等への提案

有機化合物の合成だけでなく、製品に不純物として含まれる有機化合物の同定や化学合成を行うことができます。また、天然成分の化学合成にも対応できます。

### 地域に向けてできること

食品、香料、天然成分などの微量有機化学物質の化学合成を行うことができます。また、それらを分析するための情報や装置の提供が可能です。



自然界から未知の酵素を見つけ出し  
その機能を産業利用に役立てたい。

012 Matsui  
LABORATORY

松井研究室

准教授・博士(工学) 松井 大亮

■専門分野 生物工学、酵素化学工学、  
応用微生物学

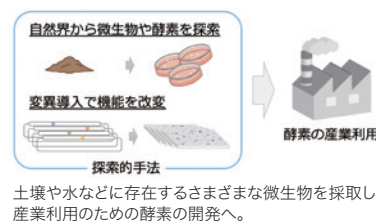
■関西大学工学部生物工学科卒業

■ 関西大学大学院工学研究科総合工学専攻博士後期課程修了



**A PPEAL POINT**  
アピールポイント

未利用の酵素を自然界から探索・改変し、持続可能な社会に貢献する技術を提案します。既に多くの酵素を発見・応用しており、さらなる展開を目指しています。



酵素を用いた環境にやさしい  
物質生産で世の中に貢献を

本研究室では、産業利用のための酵素の開発に焦点を当て、探索的な実験手法を用いた新規酵素の単離や変異導入による機能の改良に取り組んでいます。また、動植物由来の酵素を大量生産した際、機能を持たない形で生産される問題に着目し、計算科学などの手法によって大量生産に適した酵素を創製するための変異導入法の開発も行っています。これらの研究の魅力は、自らの手で未知の酵素を発見することやその機能を改良することで、実際の産業利用に役立つという点です。しかも、酵素を用いた物質生産には環境にやさしいというメリットもあります。

応用例としては、診断用酵素などが挙げられます。例えば、血糖値の指標となるグルコース量は酵素で調べていますし、約20種類ある血液中のアミノ酸量を調べることで、がんのリスクを検査できます。ほかにも、バイオマスから有用物質を生産し、バイオプラスチックを作ることなども取り組んでいます。

酵素開発は、多くの検体から目的の酵素を選抜する「スクリーニング」という探索的手法を進めるため、自然界に存在する微生物を数多く採取することが必要です。四季がある日本はスクリーニングに向いた環境で、特に自然豊かで寒さが厳しい北海道では、例えば低温菌や低温酵素などが採れますし、温泉地であれば熱い中でも作用する酵素など、多様なバリエーションが期待できます。スプーン1杯の土に微生物は1兆個いるともいわれていますから、キャンパス内だけでもいろいろなののが採れる可能性があり、新しい有用酵素の発見に挑戦できます。

微生物学から計算科学まで  
知識・技術を駆使して実験

目指すのは、おのずと足が向いて「毎日来てしまう研究室」。教員や先輩から与えられるのではなく、自分で面白みを見つけてどんどん実験を進められる研究室でありたいと思います。バイオ人材を育成する研究活動の中で、学部生はまずあいさつとコミュニケーション力を身

につけ、進捗報告会や食事会などにも利他の精神で取り組んでほしいと思います。大学院生はさらに、実験の中から次の実験の原石を発見する力もつけることが研究者としての能力につながっていきます。

実験では微生物学、生化学、有機化学、分析化学、計算科学など幅広い分野の知識や技術を駆使するため、ジェネラリスト型の感覚が培われます。忍耐や根気も鍛えられるので、社会に出て困難にぶつかった時も役立つはずです。研究は、目標になかなかうまくたどり着けないものですが、限られた時間や自分の能力、さらに人と協力することで、乗り越えていく力を養ってほしい。そうして得られた結果は最初の目標と少しずれたとしても、新しい発見につながるものです。

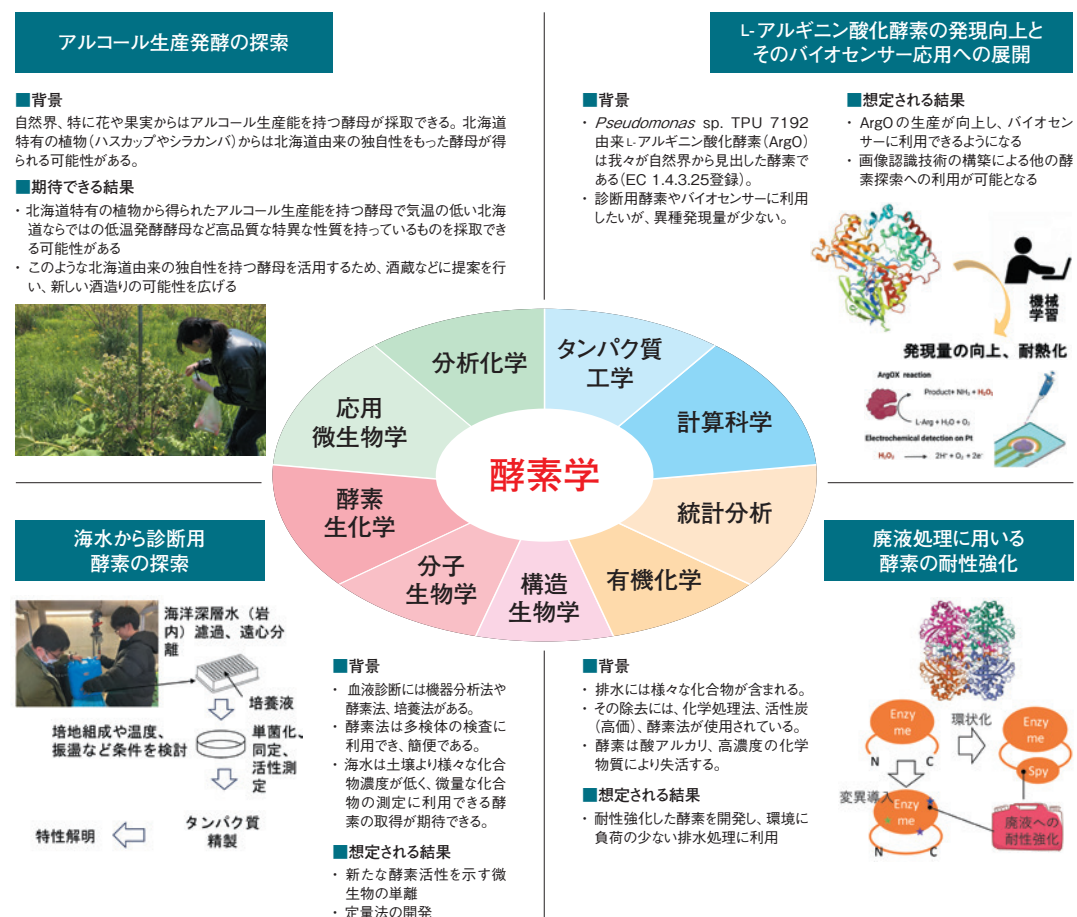
千歳市近傍で産業の酵素利用を促進し、酵素を活用した地産地消の循環型社会「サーキュラーバイオエコノミー」形成に貢献するという大きな目標を見据えながら、実験・教育に挑戦していきます。

# SEEDS

研究テーマ 「酵素」「微生物」をキーワードに  
地域の課題解決に向け多様なテーマを研究

酵素学に基盤を置き、さまざまな角度からの研究テーマを進めています。例えば、機械学習を活用して酵素の発現向上を目指す研究をはじめ、ハスカップなど北海道特有の植物の酵母によるお酒づくりや岩内町の海洋深層水から診断用酵素を探索するなど、北海道に根差したテーマについても学生主導で研究に取り組んでいます。

地域の課題は世界の課題であるともいわれており、地域の課題・問題を研究することが世界にアピールできるものにつながっていくと考えられます。本研究室では、地域との連携をより強く意識しながら、「酵素」「微生物」をキーワードとして、北海道の地域性を踏まえた多様な研究に力を入れていきます。



## 企業等への提案

北海道の主要産業である農業など一次産業をはじめ、「食」に関連する企業などの皆さんと、酵素や微生物を活用していく新たな方法を一緒に探していきたいと考えています。本研究室が協力できそうなことがあれば、ぜひ声をかけてください。

## 地域に向けてできること

地域連携を重視し、所属学生とともに地域の課題に積極的に取り組みます。実践的な学びを通して、将来的に地域で力を発揮できる人材の育成も目標です。また、他大学と共同で進めるバイオ人材の育成の面からも、地域への貢献を目指します。



# 自分のアイデアと腕で、フラスコから 世界初の物質を創り出そう。

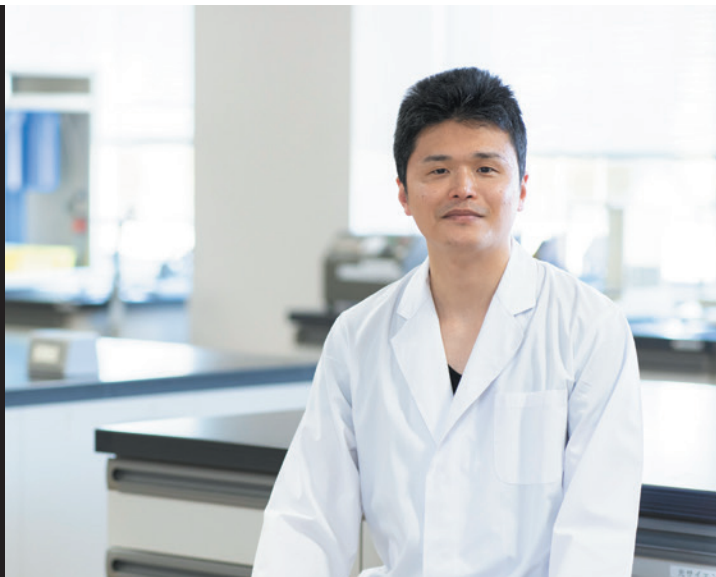
013

Wakizaka  
LABORATORY

## 脇坂研究室

准教授・博士(理学) 脇坂 聖憲

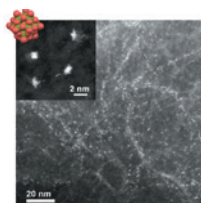
- 専門分野 錯体化学、ナノ材料科学
- 北海道大学理学部化学科卒業
- 北海道大学大学院総合化学院総合化学専攻  
博士後期課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

2023年に着任し、研究室を立ち上げ中です。スタート段階のため大変なことも多いですが、科技大発の成果として論文、さらには特許や実用の方向に伸ばしていくことも意識しながら研究に取り組めます。

化学合成したナノ粒子の電子顕微鏡画像。



### 注目が高まる量子機能を 発揮する材料の開発に挑戦

ナノ粒子と複合材料の二つが研究テーマ。中でも、磁気特性を持つものを主に扱っています。そもそもは学部生時代に金属錯体を用いた分子レベルやマクロスケールの研究に取り組み、そこから発展して中間スケールであるナノやメゾ領域にも挑戦したいと思い、ナノ材料などに進んできました。

研究の目的としているのは、新しい材料や機能を創り出すこと。特に、量子的な物性に興味を持って研究に取り組んでいます。量子は古典的な力学とは違って、波としての性質が強く現れるので、現実離れた少し不思議なことが起きる面白さがあります。近年、量子コンピュータや量子通信技術への注目度は高まってきていますから、そのような量子機能を発揮する材料を開発したいと考えています。

私の研究は、化学合成が主体です。アイデアをもとに新規合成したサンプルを測定し、データ解析するまでが一連の流れです。化学合成の魅力は、なんといってもフラスコで自由に合

成できること。自分のアイデアと腕自体で、世界初の物質を創り出せるところに面白さがあります。量子機能を発揮する新しい材料の開発など、一つのまとまった仕事をしたいと考えて研究を進めているところです。ほかにも例えば、さまざまな取り組みが広がっている「SDGs」の観点から考えるなら、できるだけ環境負荷が少ない材料、CO2排出が少ない材料などの方向性にも興味があります。そうしたアプローチから、北海道の地域特性に合わせた課題も今後の研究テーマとして取り上げることができればと思っています。

### 合成、測定、データ解析 化学も物理も学べるのが魅力

本研究室では、学生にもナノ材料と複合材料の方向性の中で研究に取り組んでもらいますが、それぞれのテーマは自主性に任せたいと思っています。化学合成するというのが一番の研究室ですから、フラスコで混ぜて合成することが好きならびつたりのはずです。加えて、自分で合成したサンプルを測定して、データを解析するまで取り組むので、化学と物理の両方

を学び、興味に応えることができます。

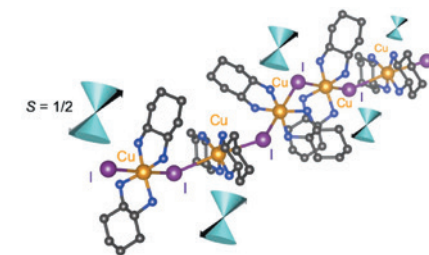
自分で新しい物質を創り出せることがこの研究分野の大きな魅力。自分の中にアイデアがあれば、いくらでも試すことができます。その中で、何か面白いものを見つけてくれたらいいなと思っていますから、アイデアがあればどんどん自由に試してみしてほしい。私も、これまでそうやって研究活動を続けてきて、「実験は楽しい」と感じてきました。ですから、学生にも同じように、自分で手を動かしてやってみる楽しさを感じられるような研究室を目指しています。もちろん、研究活動には地道な作業も必要になりますが、そこでもできるだけ楽しく取り組める研究室づくりを工夫し、自分の興味やアイデアから見つけたテーマの実験を楽しんでほしいと思っています。

当研究室の魅力は、自分で手を動かして新物質を合成し、測定し、データ解析する、という実験と研究が丸ごとできるところ。その研究活動を通じて、化学と物理の基礎をしっかりと身につけ、卒業論文をまとめていく過程で論理的に考える力もつくはず。学生たちが広い視野を持って、新しいことに挑戦してくれるのを期待しています。

# SEEDS

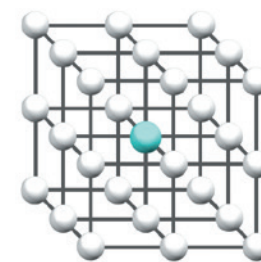
## 研究テーマ 化学合成を基本に ナノや量子レベルの機能開発を

化学合成を基本にして、ナノ触媒、ナノ磁石、量子マテリアルといったナノや量子レベルの機能開発の研究を行っています。ナノ物質と一口に言っても、サイズはさまざまですし、穴あき（ポラス）構造を持つものなどもあり、今後はそうした方向性の研究にも取り組んでいきたいと考えています。自分のアイデアと腕で新規合成したサンプルを測定し、データ解析することで、化学と物理の両方を学び、社会に役立てることを目標にしています。



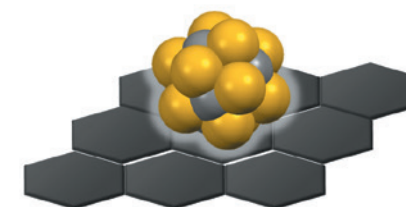
### 量子スピン材料の研究

単イオン磁石はスピントロニクスや量子デバイスの新たな材料として期待されていますが、単イオンが示す量子磁性の研究は浅く、体系的で十分な理解には至っていません。本研究では、金属有機構造体(MOF)という物理的かつ化学的に安定な物質を剛直なフレームワークとして活用することで、金属イオンの種類や配位環境を制御した単イオン磁石の新材料を創製し、量子磁性を明らかにします。この材料を用いて、量子コンピュータの素子となる量子ビットをつくれないうかが検討しています。量子ビットにはいろいろな種類があり、これはスピン量子ビットという電子スピンを利用するタイプで、研究が進んでいる超伝導量子ビットより使用しやすいもの。新材料を自分たちで設計し、つくり、測定して機能を明らかにしていきます。



### 金属炭化物ナノ物質の研究

金属元素と炭素の化合物である金属炭化物は、セラミックに分類されるような頑丈で安定な物質ですが、合金系として金属的な電気伝導や磁性を示す特性もあり、興味深い物質群です。古くからよく知られている物質である半面、ナノ物質や多元素物質としてはつい最近まで注目されてきませんでした。本研究では、ナノ物質および多元素物質分野に金属炭化物の概念を導入した最先端の材料開発を行います。この材料を使って、新しい触媒をつくれないうかが考えています。これまでの研究で既に、二酸化炭素の還元触媒として働くということを明らかにしているため、二酸化炭素を資源として活用するような方向性につなげられるのではないかと考えています。環境触媒として、SDGsの観点からの貢献も目指しています。



### 企業等への提案

本研究室のテーマに関連することで、共同研究でできる可能性や機会があれば、ぜひ一緒に取り組みを進めたいと考えています。

### 地域に向けてできること

教育・研究活動を通して人材育成に取り組むことで、北海道を元気にしていきたいという気持ちがあります。特に千歳市は半導体への注目が高まっており、専門性を備えた人材がより必要とされるため、その面でも貢献できればと思っています。





# 電子光工学科

DEPARTMENT OF OPTO-ELECTRONIC SYSTEM ENGINEERING

## SEEDS INDEX

- |                                         |          |     |
|-----------------------------------------|----------|-----|
| 001                                     | 青木研究室    | 35p |
| 画像工学・生体医工学・福祉工学・スポーツ工学・<br>農業工学・メディアアート |          |     |
| 002                                     | 江口研究室    | 37p |
| 光波・電磁波伝搬シミュレーション                        |          |     |
| 003                                     | 大島研究室    | 39p |
| 半導体・半導体パッケージ基板設計                        |          |     |
| 004                                     | 小田(尚)研究室 | 41p |
| ロボット制御・ロボットビジョン                         |          |     |
| 005                                     | 小田(久)研究室 | 43p |
| 光物性・光デバイス                               |          |     |
| 006                                     | 唐澤研究室    | 45p |
| 超短光パルス技術・非線形光学                          |          |     |
| 007                                     | 高島研究室    | 47p |
| 光子を利用した量子技術                             |          |     |
| 008                                     | 七夕研究室    | 49p |
| 植物フェノタイピング技術                            |          |     |
| 009                                     | 長谷川研究室   | 51p |
| 機構デバイス工学・光応用計測・科学、工学教育                  |          |     |
| 010                                     | 春田研究室    | 53p |
| 半導体工学・生物工学                              |          |     |
| 011                                     | 福田(誠)研究室 | 55p |
| アナログ電子回路                                |          |     |
| 012                                     | 山田研究室    | 57p |
| 通信とコンピュータの融合                            |          |     |
| 013                                     | 横井研究室    | 59p |
| 光計測・制御技術                                |          |     |
| 014                                     | 吉本研究室    | 61p |
| 社会を支える光ファイバネットワーク                       |          |     |



# 三次元画像センサなど技術を広く実用化し、社会貢献につなげることを目指しています。

001

Aoki  
LABORATORY

## 青木研究室

教授・博士(工学) 青木 広宙

- 専門分野 画像工学、生体医工学、計測工学、福祉工学、スポーツ工学
- 早稲田大学理工学部資源工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科学位(博士)取得

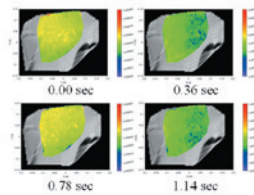


### A PPEAL POINT アピールポイント

三次元ビジョン技術の応用研究  
Depthカメラを用いた三次元形状復元法  
→ ・人の姿勢推定

- ・人の非接触生体信号計測
- ・植物の形状計測
- ・マーカレスモーションキャプチャによる  
ヒューマンインタフェース

三次元画像センサを用いた非  
接触計測で、胸腹部表面に表  
れる心臓拍動による振動を可  
視化。



### 人にストレスをかけない 非接触で呼吸や心拍を計測

現在の研究のメインは三次元画像センサです。センサの開発とアプリケーションの研究・開発、特に人を対象にした計測を中心に取り組んでいます。主なテーマとしては、生体信号といわれる呼吸、心拍の計測を非接触で行う研究です。呼吸の計測に関しては、潜在的に多いCOPD<sup>※1</sup>の患者さんの手軽なスクリーニング検査として、例えば健康診断で血圧を測定中に同時計測できるようなシステムの開発につながっています。

世界で初めて、運動している人の呼吸も非接触で計測しました。通常はマスクをつけるため非常に拘束感が高いのですが、それをまったく感じずに計測できます。運動中の呼吸の変化を測ることでその人に最適な運動強度が分かるため、効果的なダイエットや筋肉の増量につながります。この研究成果を元に、千歳市内の企業と共同でエクササイズ支援システムを開発。エアロバイクを約10分こいで三次元画像センサによって呼吸量を計測し、

それに基づいて短時間で効果的な運動を実現します。接触型の計測装置よりはるかに低価格なシステムとして、既に製品化が進んでいます。

心拍の計測は東京女子医科大学との共同研究です。病気のスクリーニングやモニタには心電図を見ますが、それは電気的な現象であって、実際に心臓の拡張・収縮は見えていません。そこで、体の表面に現れる心臓によるわずかな動きを可視化し、視覚情報として心臓の状態をとらえようという試みです。ほかにも、人の姿勢や呼吸を計測して入浴を見守る安否監視システム、太陽光に近いプラズマ光源を野菜や果物の生育に使用するシステム、スキージャンプの計測など、さまざまなテーマが進行中です。

社会貢献の一環として文化の振興を考え、プロジェクションマッピング<sup>※2</sup>にも取り組んでいます。最近、増えている科学技術と融合したアートの面白さを広めていこうと、苫小牧市美術博物館や本学のオープンキャンパスなどを舞台に学生サークル「ライトアート工房」とともに活動しています。

### 工学の「発明」と理学の「発見」 両面を見られるのが面白さ

社会貢献につながる実用化を目指した研究をキーワードとしているので、他大学や企業との共同研究・開発が多いことが特徴です。常に実用化を念頭に、使いやすいか、広まりやすいかなどを考え、面白いと思ってもらえるものをつくっています。共通しているのは、生活を変え、良くしていくような技術。あったらいいなと思うようなものです。そのために、いろいろな人と交流することを大切にしながら活動しています。

私は一般的に言えば工学の研究者ですので、今までないものを発明することが目標です。専門の画像工学の観点から見ると、いろいろなところで役立つので、いろいろな人とコミュニケーションが取れ、その結果として今まで分かっていなかったことが発見できたりもする。工学の目標である「発明」と、理学の目標である「発見」の両面を見られる面白さを感じながら研究を続けています。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 非接触生体信号計測システムの開発、 安否確認システムの開発、植物モニタリング、 エクササイズ支援システムの開発、光アートなど

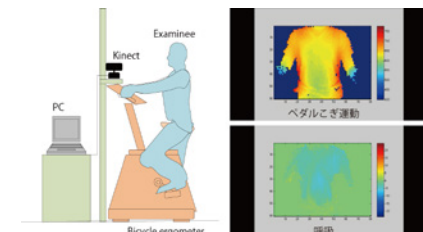
青木研究室では、主に、画像工学・生体医工学・福祉工学・スポーツ工学・農業工学・メディアアートに関連する研究活動を行っています。

2013年7月の研究室の発足以来、手探りではありますが、所属学生とともに一步一步着実に、研究活動を進化・深化させてきました。

研究活動が社会貢献につながるように、研究成果の実用化を念頭にいた研究テーマに取り組んでいます。

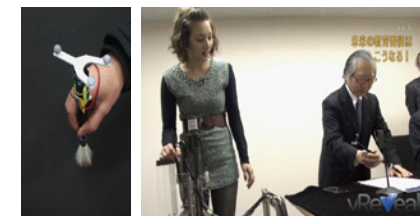
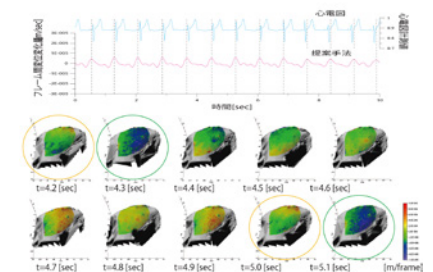
他大学・医療機関・企業・研究所等との連携を推進し、実社会と接する機会を大切にしていくことで、所属学生が社会に出てから役立つような様々な経験を積むことができるよう心がけています。

- 三次元画像センサを用いた非接触生体信号計測とその医療応用
- 三次元画像センサを用いた安否監視システム
- 擬似力触覚を用いた運動支援用ヒューマンインタフェース
- レーザレンジファインダを用いたスキージャンプの計測
- 技能伝承を目的としたハプティクスデバイス・ヒューマンインタフェース
- 農作物の生長状況の三次元モニタリングシステム
- メディアアート制作を通じたアートとサイエンスとの接点に関する検討



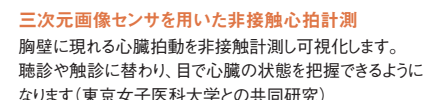
### 三次元画像センサを用いて運動中の呼吸の 非接触計測

大きなペダルこぎ運動から呼吸運動のみを抽出します(埼玉医科大学、地元企業との共同研究)



### 疑似力触覚を利用した ハプティクスデバイス

指導者の動きと筆先の微小な力覚を生徒に伝えて書字技能の習得を支援します(NHK-BSで放送)



### 三次元画像センサを用いた非接触心拍計測

胸壁に現れる心臓拍動を非接触計測し可視化します。聴診や触診に替わり、目で心臓の状態を把握できるようになります(東京女子医科大学との共同研究)

## 企業等への提案

三次元ビジョン技術を用いることで、これまで難しかったAIによる環境認識が簡単に実現し、様々な分野でのモニタリングやスクリーニングへの展開ならびに実用化が期待されます。

## 地域に向けてできること

- ・急な転倒を三次元ビジョンとAIで自動的に見守る安全監視
- ・呼吸や心拍の非接触計測による生体モニタリング
- ・身振り手振りでシステムをコントロールするヒューマンインタフェース
- ・植物の生育モニタリングの定量化

※1 「COPD(Chronic Obstructive Pulmonary Disease)」 慢性閉塞性肺疾患。喫煙が原因とされる肺の炎症性疾患で、未診断・未治療の患者が多いといわれています。  
※2 「プロジェクションマッピング」 ビデオやコンピュータグラフィックスなどの映像を建築物などの立体物に投影する技術。



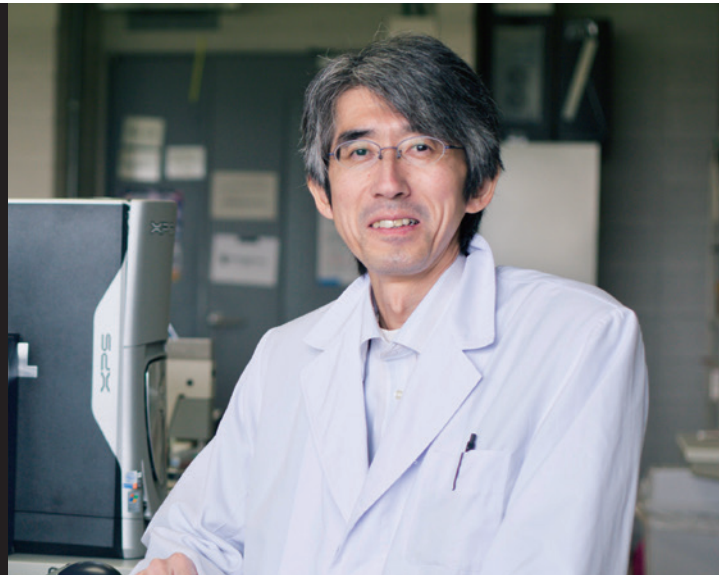
# 高性能POFデバイス開発と遠い宇宙からのメッセージをキャッチすることが目標です。

002 Eguchi  
LABORATORY

## 江口研究室

教授・工学博士 江口 真史

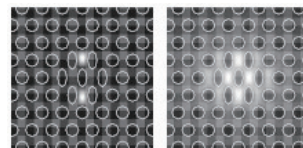
- 専門分野 光波・電磁波の波動伝搬解析、大規模・超高精度シミュレーションとその高速化技術の開発  
光ファイバデバイス、電波天文観測技術に関する研究
- 北見工業大学工学部電子工学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科電子工学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

「適用分野」  
耐環境性や取り扱いの容易さが求められる車載光ファイバや建屋内 Wi-Fi 環境の最適設計のためのアンテナ配置設計。さらに、高速な大規模数値シミュレーション。マイコンを用いた制御、センシング。  
「研究ステージ」  
基礎研究  
「製品化、事業化イメージ」  
プラスチック光ファイバ、屋内電波伝搬シミュレータ。

研究テーマのフォトニック結晶光ファイバ。



### 新たな可能性を見せてくれる コンピュータシミュレーション

私の研究室が行っているのは電波・光関連技術の数値シミュレーションとプラスチック光ファイバ(POF)と電波天文観測の実験/観測です。特に、POFデバイスの開発のための試作実験や電波天文観測の研究に力を入れています。より簡便で高性能なPOF伝送デバイスを実現するための基礎研究を行っています。その結果がゆくゆくは社会に役立つことを目指しています。

昨今は地震や放射能の問題でも数値シミュレーションの話題が取りざたされています。それだけシミュレーションは、今やありとあらゆるところで欠かせない存在となっているのです。巨大な構造物建築、アンテナ設置、車の燃費を上げるための空力解析や、天気予報、経済予測など、シミュレーションが大きな役割を果たしています。利用の方法はいろいろですが、その手前にある解析技術やコンピュータのプ

ログラミングといった手法の多くは共通しているので、基本的な技術を身につけると、多様なシミュレーションの分野で活躍できます。

なお、コンピュータシミュレーション<sup>※1</sup>を行う研究室ですから、ここにいる多くのメンバーはコンピュータにとても興味がある人達です。そうした仲間同士の刺激でコンピュータスキルを上げ、結果としてSEなどコンピュータ分野で活躍するOBも多くいます。

### 宇宙からの微弱なメッセージを 雑音の中から見つけ出す喜び

この研究には、一つのことに集中してそれを極めるタイプが向いているかもしれません。私も論文を書き始めたら完成するまで脇目を振らず没頭します。研究自体面白いですし、世界中の人が読むようなポピュラーなメディアに自分の論文が載るのが幸せであり、楽しみでもあります。我々「理論屋」の最終的なアウトプットは論文で、それを広く知らしめてこそ成果の

獲得です。そのために、膨大な時間をかけてシミュレーションなどの研究をしているわけです。私も、1週間コンピュータを動かして続けたら結果が出るようなものを何度も推敲して論文にまとめています。

ぜひ今の研究も世界中の人に知ってもらいたいです。さらに、どこかの国の研究者がその論文を応用して何か別の研究をしてくれたり、実際にものをつくってくれたりすることにも期待しています。我々が世界に向けて発表した基礎研究の成果が、さまざまな応用に広く生かされることで、日本の科学技術の発展にもつながると考えています。

学生にも同じように夢を抱いていただきたいです。そのためにはどういう段取りで研究を行い、アプローチするか、自分で考え、調べていくことです。それは社会に出ても必ず役立つこととし、自分で考えることがこの研究室では特に重要と思っています。

※1「コンピュータシミュレーション」 何らかの現象をコンピュータの中で模擬実験します。

# SEEDS

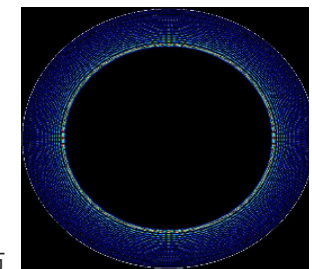
## 研究テーマ 光ファイバ・アンテナ解析・電波天文観測

コンピュータを用いた解析、設計技術、いわゆる、数値シミュレーションは超高層ビル、巨大橋梁、航空機をはじめとした巨大構造物の構造解析、自動車などの空力解析、電気光分野における電磁波、光波解析、天気予報をはじめとした地球シミュレータで有名な超大規模環境変化シミュレーションなどの物理的な問題に関連した分野はもちろんのこと、経済予測、自然災害の予知、そのメカニズムの解明などますます社会に欠かせない技術となっています。

最近注目されている微細構造をもつフォトニック結晶ファイバやますます高性能、小型化が進む携帯電話、形態端末におけるアンテナなどの設計において、シミュレーションはなくてはならない技術です。

### プラスチック光ファイバ

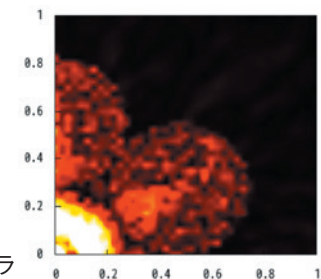
プラスチックのヒモで超高速光通信



プラスチック光ファイバ中の光の分布

### POF スターカプラ

POF 伝送光を分配する



7分配スターカプラ

### フォトニック結晶光導波路

穴だけでも光は漏れない



フォトニック結晶光結合器中の光の伝搬

#### 企業等への提案

光伝送路の設計、建屋内 Wi-Fi 電波環境のシミュレーション。  
マイコンによる制御回路設計。

#### 地域に向けてできること

- 「小中高学校」
- ・科学教室(座学、簡単な実験等)
  - ・講演会(宇宙天文関係/国立天文台関係者の招聘)
- 「技術相談」
- ・コンピュータシミュレーション全般
  - ・コンピュータネットワーク環境



# 半導体の研究に抜群の環境を生かし、性能を支える実装技術の高度化・高速化へ。

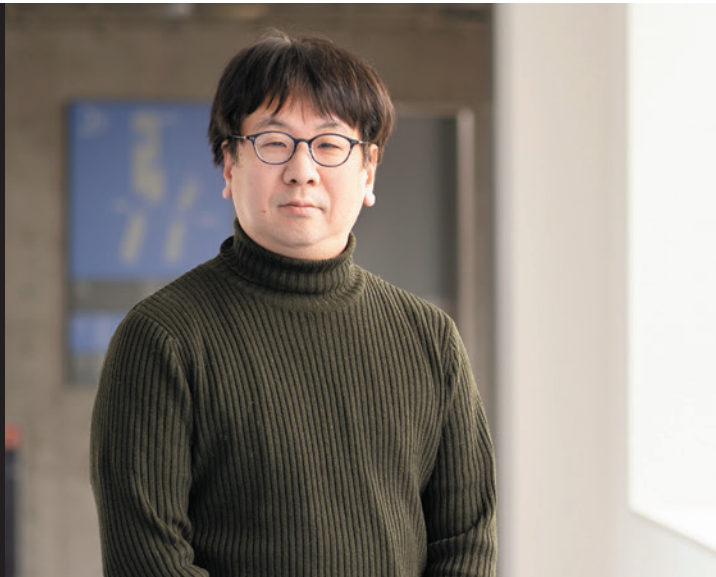
003

Oshima  
LABORATORY

## 大島研究室

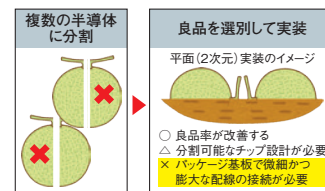
准教授・博士(工学) 大島 大輔

- 専門分野 電磁波工学、環境電磁波工学、無線工学
- 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業
- 東京工業大学大学院総合理工学研究科  
物理電子システム創造専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

半導体後工程におけるパッケージ基板設計の高度化と高速化を目指します。熟練者の設計作業を学習し、初級・中級者向けの設計をナビゲートする仕組みを検討しています。



チップレットによる良品率の改善

### 重要な半導体パッケージ基板の設計の効率化を目指して

半導体パッケージ基板と呼ばれる半導体を実装する基板の設計の高度化・高速化が主な研究テーマです。近年盛んに活用されるようになったAI技術の高度化には、高性能な半導体を使った演算処理が欠かせません。本研究は、半導体の高性能化を支える重要な技術といえます。

従来、半導体パッケージ基板は半導体から配線を引き出すことが目的で、その設計はどちらかといえば受動的な工程でした。しかし、半導体の高集積化が限界を迎えたため、チップレットと呼ばれる複数の個片化した半導体を単一の高集積化された半導体のように動作させる形態になってきました。そのため、個片化した半導体同士の高速で高密度な配線を、性能が劣化しないようにパッケージ基板上で設計することが求められています。

そもそも半導体は、欠陥が一定数あることが宿命です。その良品率を上げてコストを低減するためにも、複数の半導体に分割して実

装するチップレットは欠かせないものであり、より繊細で膨大な配線の接続が必要とされています。パッケージ基板設計が半導体の性能を左右する、と言っても過言ではありません。

ところがパッケージ基板設計は、半導体の設計成果物を起点に設計する性質上、自動化が進んでおらず、属人性が高い工程です。そこで、効率化・高速化を図るために、熟練者の設計作業ログや設計成果物を知識として蓄え、AIを活用して初級者や中級者向けに設計をナビゲートする仕組みを検討しています。アイデアの一つとして、基板設計の美しさを画像認識的なアプローチで評価できないかと考えています。基板設計はアートワーク設計とも呼ばれ、手がけるエンジニアの経験や嗜好などで異なる設計ができ上がるのですが、美しい設計は特性も良い傾向にあるのです。無駄のない機能美のようなものを評価する指標を設計の過程で活用し、設計期間の短縮を狙っています。

### ニーズが高い半導体業界で即戦力となる人材を育成

本学は最先端の半導体の製造を目指す「Rapidus」に近接しており、これほど半導体の研究に適した魅力的な環境はないといえます。半導体事業に長く従事してきた私は、つながりがある人が同社にもおり、パッケージ基板設計者とは定期的に意見交換しながら研究を進める予定です。研究面での貢献とともに、同社の設計思想や考え方を理解した即戦力となる人材を輩出したいと考えています。

半導体事業が追い風の中にある今、研究・教育活動に取り組めることにモチベーションも非常に高まっています。半導体にはさまざまな業務や工程がありますから、学生の皆さんにはまず半導体を身近に感じてもらい、実際にやってみたいと思われるような環境をつくっていきます。同時に、半導体の冬の時代も経験しただけに、もしもの時には乗り越えられるようAIなど新たな技術を取り入れて学びの余地を広く取り、多様な産業で活躍できる人材の育成を目指します。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 高速・高密度半導体パッケージ基板の配線設計、および半導体パッケージ基板周辺の電磁干渉問題の解決

大島研究室では、必要性が高まっている高速・高密度の半導体パッケージ基板の配線設計、および半導体パッケージ基板周辺の電磁干渉問題の解決を目指して、研究に取り組んでいます。熟練者の設計作業を学習し、初級・中級者向けの設計をナビゲートする仕組みなどを検討していくことで、設計の効率化・高速化を進めていく考えです。

同時に、半導体製造企業「Rapidus」の立ち上げに貢献することも目標としており、即戦力となる人材の育成に力を入れていきます。そのためにも、半導体についての概念的な部分から紹介し、関心を高めて人材を広く募ることに取り組みます。

例えば、半導体製造を農業と対比して紹介するなら、どちらもきれいな水と空気と広い土地という環境が必要です。半導体製造では一定のバラツキが起きるものですが、それは農業も同様なため、高度に環境を管理するのが植物工場で、半導体の場合は微細なものを加工する前工程にあたります。一方で、こうした環境にはコストがかかるため、通常は農業であれば屋外栽培で、ある程度のバラツキは許容します。半導体の後工程も同じような考え方で、付加価値が低いためある程度のバラツキは認めて、低コストで製造します。このように半導体の製造工程にはいろいろな要素があり、成果物の完成までに非常に多くの人手と手間がかかります。半導体製造と農業には似たところがあるといえますし、しかも半導体にも育てる楽しみがあると私は考えています。

### 次世代半導体製造に向けて、研究と人材育成で貢献を目指します

#### 半導体製造と農業

■ 期待通りに作れないという意味では、半導体製造と農業は似ている

■ 半導体にも育てる楽しみがある???

|       | 環境                           | バラツキ   | 高度管理環境 | 通常管理環境 | 試作→量産のリスク | 欠陥の許容性          |
|-------|------------------------------|--------|--------|--------|-----------|-----------------|
| 半導体製造 | きれいな水と<br>きれいな空気と<br>広い土地が必要 | 製造バラツキ | 前工程    | 後工程    | あり        | 欠陥次第<br>では商品になる |
| 農業    | きれいな水と<br>きれいな空気と<br>広い土地が必要 | 成長バラツキ | 植物工場   | 屋外栽培   | あり        | 欠陥次第<br>では商品になる |



#### 企業等への提案

20年以上の企業での業務のうち、約10年は半導体パッケージ基板設計の研究開発に従事していました。半導体パッケージ基板に限らず、信号品質や電源品質、電磁干渉の問題解決のお役に立てる可能性があります。ご相談やご要望があればぜひ声をかけてください。

#### 地域に向けてできること

千歳市では、「Rapidus」が2027年の稼働に向けた準備を進めています。「Rapidus」やその周辺企業で即戦力となるような人材育成を通じて、地域貢献を図っていきたいです。また、半導体に対する関心を高めていくためのお手伝いもできればと考えています。



# 人と共存し、安全・安心をサポートする 「ロボット」の研究環境は整いつつあります。

004 Oda  
LABORATORY

## 小田(尚)研究室

教授・博士(工学) 小田 尚樹

■専門分野 各種ロボットのモーションコントロール、ロボットビジョン、人間支援システム・アシスト制御に関する研究

■慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業

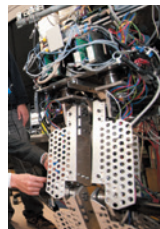
■慶應義塾大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

ロボット機器等のモーションコントロールに関する研究に取り組んでおり、特に人間支援型ロボットに求められるモーションコントロール技術の研究開発を行っています。

学生たちの手で独自に製作された二足歩行ロボット。



### 人間支援型ロボットに欠かせない ロボットビジョンに注目です

ここは、動くものをつくりたい人には打ってつけの研究室です。自分たちの手で独自にロボットを製作し、モーションコントロール※1や、ロボットビジョンやセンシング技術に関する研究を行っています。人と共存し、生活を支援するロボットの実現を目指しています。

今、特に注目しているのはロボットビジョンです。環境情報を自ら判断して動くためのロボットの視覚機能です。人間の生活環境は一定ではないので、その中で安全・安定的に人間をサポートするロボットの目には、周辺環境を瞬時に認識してアクションに結びつけるリアルタイム性、認識精度、アクティブ性が必要になります。現段階においては二足歩行ロボット、ロボットアーム、電動車いす※2などへの導入に取り組んでいます。

ロボットの分野はまだ手探りの面があり、さ

まざまなタイプの実証機も出てきており、それぞれに課題もありますが、その問題解決の積み重ねが大事で、それをこれから大学、研究機関、企業も含めて行っていかなければなりません。機能を限定すれば掃除ロボットのように実用化されたものもありますが、まだまだこれからです。ただ、コンピュータ技術などの進歩もあり、今は人間支援というかたちのロボットを実現するための研究環境が、本当に整いつつあります。

### 少子・高齢化で必要とされる技術の 研究を通して、社会に貢献を

研究室としては、何らかの形で産業技術に貢献していくというのが一つの役割と考えています。ですから、研究室に入ってきた学生には、自分が研究していくことが社会の中でいかに利用される可能性があるのかをよく理解して進めるように伝えています。それをモチベーショ

ンとして、成果を出そうという意気込みを持ち自からいろいろ試して、チャレンジしてほしいと願っています。その上で、これと思った研究に、諦めずに取り組み、やってみようと思ったら、まずは前へ進めて行く努力をすることが大切です。最初は、自分に何ができるのかと自信なさそうな表情をしている研究室の学生たちも、ここで経験を重ねるにつれ、目が輝いてきます。どんな成果を目指して作業しているかを自分で理解して進められるようになると、自信も出てきます。そのために私は、学生の自由な発想が生まれる環境づくりをしていきたいと思っています。

もう一つ、私が学生によく言うのは、社会的な背景の中でロボット技術は今、本当に求められているということです。少子・高齢化の中で労働人口が減り、それをうまくサポートする一つとしてロボット技術があげられています。世界的に高齢化が進む中、日本がリードできる分野になるかもしれません。それは、チャンスと思うべきです。

# SEEDS

研究テーマ

## 二足ロボットの制御・各種ロボット制御・福祉ロボット・ロボットビジョン

ロボットのモーションコントロール(運動制御)やセンシング技術の研究を行っています。二足歩行ロボット、移動ロボットやロボットアームなど、いろいろな形態のロボットを研究対象としています。

産業応用はもちろん、家庭環境、自動車、福祉分野などロボット技術が期待される場面は広範に及びます。コンピュータによる情報処理能力、カメラ画像の処理や各種センサのセンシング技術を効果的に活用することで、「ロボットが人と共存し、人の生活を支援する」、いわゆる人間支援型ロボットに必須となる制御技術の開発に取り組んでいます。

研究室のロボットは、学生が実機検証用に製作したものばかりです。モノづくりや動くものが好きな人にはうってつけの研究分野です。いつでも見学大歓迎です。

### 視覚センサ搭載

#### 二足歩行ロボット

全12自由度を持ち、ビジョンセンサを搭載しています。視覚情報を活用することで歩行状態の安定性を推定し、信頼性の高い歩行を実現するための制御手法の開発を行っています。

ビジョンセンサ



歩行シミュレータ

- モータ: DCモータ x12
- ギア: ハーモニック減速機
- 高さ: 0.9m (直立時)
- 重量: 約31Kg
- センサ: カセンサ(足首) 加速度センサ(3軸)
- 制御 OS: Linux

### 福祉もロボットで

#### ロボット車椅子

搭載しているカメラの画像をリアルタイムでコンピュータ処理し、オプティカルフローと呼ばれる視野の変化を解析します。視覚情報を効果的に活用した制御により、ものをよけたり、追従したりといった操縦支援やパワーアシストを実現します。



オプティカルフロー



たとえば、  
こんな操作支援

- 障害物の回避
- 先導者に追従

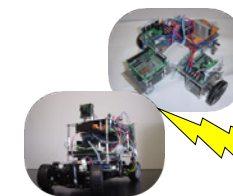


ロボット車椅子

### IoT社会へ向けて

#### ネットワーク環境下におけるロボット制御

IoT (Internet of Things) 社会の到来に向けて、コンピュータネットワーク環境を有効に活用した各種モーション制御系の研究を行っています。遠隔制御や人とロボットの協調などの研究を進めています。



コンピュータネットワーク経由で制御



ヘッドマウントディスプレイ

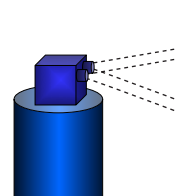
### 視覚がやはり大切

#### 視覚フィードバック画像処理

視覚情報を基にロボットを制御するためのビジュアルフィードバック制御の研究を行っています。例えば、眼で見ているものを追従するような動作をロボットで実現するための制御系の研究を行っています。



ロボットアーム



### 企業等への提案

モーションコントロールや人間支援機器の計測制御に関する技術相談が可能です。

### 地域に向けてできること

モーションコントロール技術に関する出張講座や市民講座の開講に対応いたします。

※1「モーションコントロール」 運動制御。ロボットの動きを思い通りに制御するために必要な技術。  
※2「電動車いす」 視野内の動的変化が伝わり、障害物の回避などをサポートしてくれる電動車いすの研究に取り組んでいます。



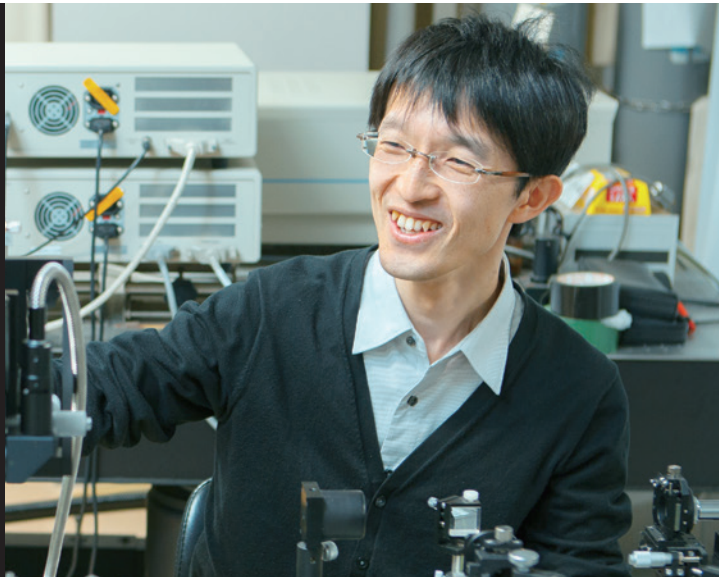
# 新たな光デバイスを創出するため、光を自在にコントロールすることを目標にしています。

005 Oda  
LABORATORY

## 小田(久)研究室

准教授・博士(理工学) 小田 久哉

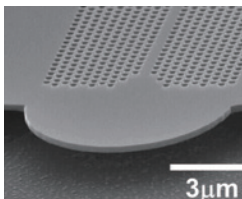
- 専門分野 非線形光デバイス、  
フォトニック結晶の光物性とデバイス応用
- 千歳科学技術大学光科学部物質光科学科卒業
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻  
博士後期課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

本研究室では、光ナノ構造体におけるパルス光伝搬や光ナノ構造体を利用した新規の光デバイスの創出に関する基礎研究を行っています。

研究に使用するフォトニック結晶。この極めて小さなチップに光を入れデータを測定していきます。



### フォトニック結晶を使って 光のコントロールを

大きな研究分野は、光物性、光デバイス。光物性とは、物質と光の相互作用ということで、その物質が光に対してどういう特性を示しているかを調べることです。デバイスというのはいわば光の部品で、特性をどういうデバイスに生かせるのかを研究しています。要するに、基礎研究から応用のところへのつなぎの部分を手がけているといえます。

もっと細かいというと、光の制御が私の一番の興味の対象です。光の特性のうち、発光はLEDやレーザーなどがデバイス化されています。伝搬には光ファイバなどがありますが、まだまだ光の能力のほんの一部しか使っていません。特に、光は速いがゆえに制御ができず、遅くすることとも困難です。そこをどうにか克服する方法として、フォトニック結晶<sup>※1</sup>というものがあります。フォトニック結晶は屈折率が周期的に変化したナノ構造体のことで、光のコントロールが可能だということが今から約30年前

に提唱され、この10年ほどで研究がずいぶん発展してきました。

このフォトニック結晶が私のテーマです。これを使うと、例えば発光という部分では、強くすることも弱くすることもできる。伝搬では、光をある一部の領域内に強く閉じ込めることができるため、90度に曲げても導くことができます。これは、光ファイバでは無理なのですが、フォトニック結晶を使えばチップサイズの光集積回路<sup>※2</sup>のチップも可能になります。さらに面白いのは、光を遅くすることもできる点。光がゆっくり進むと、物質と光が相互作用している時間が長くなりますから、相互作用によって生まれる現象が小さな入力パワーで大きく出せるので、その効果を使うことができます。

### 本学在学中に現在も取り組む テーマと出会い、研究の道へ

私がこの研究テーマに出合ったのは、1999年。学部2年の時にフォトニック結晶という名前を雑誌で見つけ、直感的に面白そうだなと思って

記憶に強く刻まれました。当時、国内でフォトニック結晶を本格的に研究しているグループは少なく、その中の北大の先生が退官され、運がいいことに、私が学部4年の時に本学の客員教授に就任。それがきっかけで研究を手伝わせていただき、それ以来このテーマについて研究を行っています。学生の皆さんにも、在学中に自分が興味を持って取り組めるものをぜひ見つけてほしいと思います。

卒業生である私が思う本学の一番の良さは、学生と先生との距離の近さ。これは、私の学生時代から続いていて、本当に本人に意思があれば、力を伸ばしやすい環境です。私も学部1年時から自分で研究室を訪ね、勉強させてもらっていました。私の研究室へも、気軽にどんどん訪ねてきてほしいですね。

この研究室の魅力は、今まで誰も見たことがない新しい現象や特性を見ることができる。そして、遠からぬ将来、社会で広く使われたり、役に立つはず。そう信じるのが、研究のモチベーションにもなっています。

# SEEDS

## 研究テーマ フォトニック結晶の 非線形光デバイスに関する研究

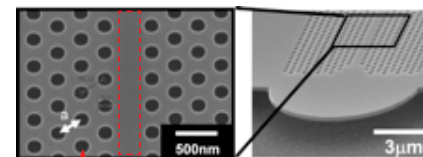
光を自由自在に操作。21世紀は光の時代と言われています。我々の身近な所でも信号機や車のヘッドライトがLEDに変わり、ソーラーパネルによる発電、スマートフォンの顔認証に代表される光センシングなど、光の担う役割は重要になっています。

本研究室では、今後重要となる「光」を自在に操ることができる革新的な光技術を実現し、エネルギーや高度情報通信技術等、次世代のスマート社会に寄与することを目的としています。我々が注目しているのは屈折率を周期的に変化させたナノ構造体であるフォトニック結晶と呼ばれるものです。フォトニック結晶を利用することで光の速度制御や、微小空間での光の捕捉等さまざまな新しい光技術が可能になります。

また、その他にも光磁気効果等新しいテーマの研究についても学生と力を合わせチャレンジしています。

### 二次元フォトニック結晶導波路

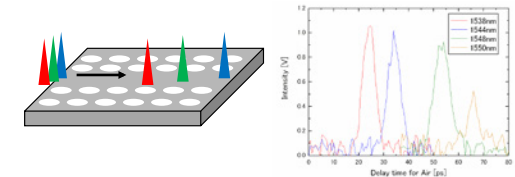
フォトニック結晶は屈折率が異なる物質を周期的に配置させた人工的なナノ構造体です。我々はGaAsという半導体の薄膜面内に周期的に直径約180nmの空孔を導入した2次元フォトニック結晶を作製しています。また、一部を空孔を入れず(赤点線部分)に、その部分を光導波路として機能させます。



直径180nmの空孔を周期的に配置  
――髪の毛の約400分の1!

### フォトニック結晶導波路を利用した光速度制御

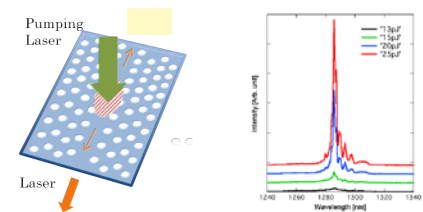
フォトニック結晶導波路中では光の速度が波長によって大きく異なります。光の速度を遅くすることにより、光と物質の相互作用を強くすることや、光スイッチや光フリップフロップ回路に応用することができます。



色(波長)の異なる3つの光パルスが異なる速度で伝搬している様子(左)。実験室で実際に測定した結果(右)長波長になると到達時間が遅くなっています。

### フォトニック結晶導波路を利用したレーザー

光の速度を極端に遅くすると、光の進行方向に光共振器がなくともレーザー発振する新しい原理のレーザーが可能になります。



フォトニック結晶レーザーの概念図

光スペクトルの観測結果からレーザー発振していることが確認できます。

### 酸化物半導体薄膜の光デバイス化

酸化物半導体の多くは広いバンドギャップを持ち、光デバイスとして多くの可能性を秘めています。我々はスパッタ法を用いた酸化物半導体薄膜の作製を行なっていますが、酸化ガリウムは次世代のパワー半導体として注目されていますが青紫で光ることもできるので、我々は酸化ガリウムをはじめとした酸化物半導体の蛍光体薄膜の研究を行なっています。



RFマグネトロンスパッタ装置

### 企業等への提案

光の微小領域計測の技術提供と光の計測装置の使用、光を使った分析(目に見えない光も可能)や材料評価法。

### 地域に向けてできること

中高生向けの光を使った模擬実験、市民講座。

※1「フォトニック結晶」 屈折率の異なる物質が周期的に並んだ構造体。チップの穴の大きさは約240nm。  
※2「光集積回路」 電子に置き換わって光で処理するLSIにより、超高速の光コンピュータ実用化の可能性も。



# ものすごい一瞬を生み出す「超短光パルスレーザ」、そこから新しい世界を広げたい。

006 Karasawa  
LABORATORY

## 唐澤研究室

教授・Ph.D 唐澤 直樹

■専門分野 超短光パルス技術、非線形光学、非線形ファイバ光学、フォトニック結晶ファイバ、デジタルホログラフィー

■慶應義塾大学工学部電気工学科卒業

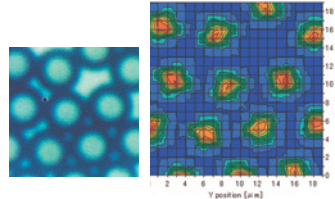
■カリフォルニア工科大学(アメリカ)応用物理専攻博士課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

レーザによる新規計測技術等の基礎的研究を行っています。特に超短光パルスレーザを用いた超広帯域光の発生と分光計測、デジタルホログラフィーによる超高速現象の振幅位相計測等の研究を行っています。

顕微鏡画像(左)と超短光パルスレーザによる非線形光学効果により得られた画像(右)



### 超高速現象を三次元で記録できる デジタルホログラフィーへの 応用を研究中

レーザ技術に関しての研究で、特に超短光パルスというものすごく瞬間的に発光するレーザを使って、新たな可能性を探っています。特に画像計測や顕微鏡などへの応用を考えています。また、この超短光パルスレーザと組み合わせると非常に興味深い特性を持つフォトニック結晶ファイバというファイバの設計や実験も行っています。フォトニック結晶ファイバに超短光パルスレーザを入れると色を自在に変えることができ、例えば赤色の光を入れるとすべての色を含む白色の光が出てきます。そうした波長変換は、通常のレーザでは簡単にはできない技術で、特殊な構造のこのファイバが発明されて初めてできた現象です。

高強度の超短光パルスを物質に集光すると、原子がイオン化し、プラズマが形成されます。そしてそれがフィラメント化することにより様々なレーザ加工が行えます。超短光パルスレー

ザを用いたレーザ加工は、熱による影響が少ないため、通常のレーザ加工に比べて精密な加工が可能という特徴があります。

今、主に取り組んでいるのは超短レーザを用いたレーザ加工などの超高速現象を三次元画像としてとらえるためのホログラフィー<sup>※1</sup>の応用実験です。特に画像をデジタル的に記録するデジタルホログラフィーを用いて、非常に短い時間間隔における複数の三次元画像を記録する新たな手法の開発などに取り組んでいます。このような人間の目では直接捉えられない超高速現象の可視化ができればいいなと思っています。

### 光が見える実験は面白い “史上最短”の光を自在に 扱うことも可能

超短光パルスレーザから出射される光パルスの最短時間幅はフェムト秒(1千兆分の1秒)のオーダーとなっています。これは人類が現時点で手にしている最も短時間の現象を扱うた

めの技術です。この光のエネルギーは非常に短い時間に集中しています。そのため超短光パルスレーザを使うと、普通では起きないような非線形<sup>※2</sup>光学現象が起こりますから、新しいことが見つけれられるのではないかと研究を続けているところです。先端分野として世界中で取り組んでいるため、競争が激しく新しいものがどんどん出てきていますが、それだけ我々のチャンスも大きいといえます。

ほかにも、私の研究室では光をいろんな角度から研究しています。ある学生は波形整形という技術の研究を担当しています。1個のパルスを10個にしたり、パルス列をつくるなど、いろいろな操作がコンピュータ制御で自在にでき、パルス列にして物質に当てると、非常に強い信号が出たりします。多くの可能性を秘めた光を好奇心に沿って純粋に研究していくのはとても楽しいものです。しかも扱う光は主に可視光なので、自分なりに実験したことがどう変化していくか、その場で見ることもできるため分かりやすいですし、面白さを感じます。だからこそ私も長年夢中になっていられるのだと思っています。

※1「ホログラフィー」 光の回折・干渉を利用して、レーザで立体画像を記録・再生する方法。三次元画像の取得や表示が可能。

※2「非線形」 入力に対する応答(出力)が、入力強度に比例する現象を「線形」、しない現象を「非線形」と呼びます。

# SEEDS

研究テーマ

## 超短光パルス応用・非線形ファイバ光学・ フォトニック結晶ファイバ

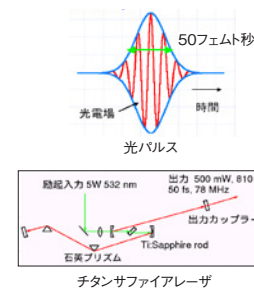
指向性の強い光を発生する装置としてレーザがありますが、発生する光の制御を行うことによって時間的に非常に短い時間だけ存在する光のかたまり(これを光パルスと呼びます)を作ることができます。これはカメラのフラッシュライトのようなものですが、現在のレーザ技術ではその時間幅が千兆分の1秒程度(1千兆分の1秒のことを1フェムト秒と呼びます)の光パルスが発生可能です。これは人類が現時点で手にしている、最も短時間の現象を扱うための道具とも言えます。このような超短光パルスを用いると通常の光では起こらない様々な現象を起こすことができます。この良い例が、フォトニック結晶ファイバという空孔のあるファイバを用いた超連続光の発生です。我々の研究室ではそのような現象の解明と応用について研究をしています。

### 光のかたまり(光パルス)

■レーザを用いて工夫すると光を非常に短い時間だけ存在するかたまり(パルス)にできます。

■実験室のレーザ(チタンサファイアレーザ)からは幅が50フェムト秒( $5 \times 10^{-14}$ 秒)の光が発生します。

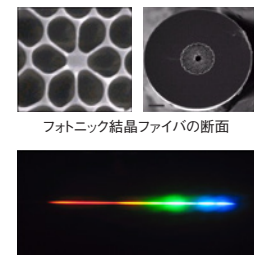
■これは現時点で人類が手にしている、最短の時間を制御できる技術です。



### 超連続光の発生

■フォトニック結晶ファイバとは光を導くための光ファイバの一種ですが、通常の光ファイバとは異なり、断面に多くの微小な空孔が形成されています。

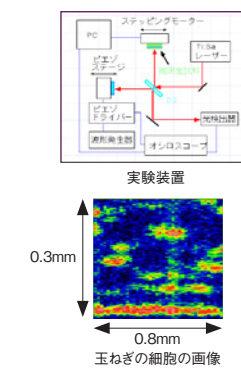
■この光ファイバに超短光パルスを導くと光の強度が非常に高くなるため超連続光と呼ばれる光が発生し、多くの応用に用いることができます。



### 断面画像計測への応用

■超短光パルスと、それを生体などの試料に照射し反射した光を干渉させると試料の微細な断面構造を破壊することなく得ることができます。これを光コヒーレンストモグラフィーと呼びます。

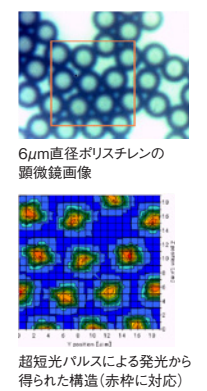
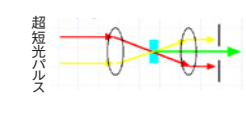
■分解能はパルスが短いほど良くなります。これは時間的にパルスが短いとそれは空間的には狭い位置にあることになるからです。



### 顕微鏡への応用

■色の異なる超短光パルスを物質に集光すると物質の分子構造によって異なる光が発生します。これを顕微鏡に应用すると試料の分子組成や微細構造がわかります。

■この一例が物質中の分子振動をとらえるコヒーレント反ストークスラマン法です。



### 企業等への提案

超短光パルスレーザ等を用いたレーザ加工、超高速現象計測、分光計測に関する光学系の検討や超広帯域光発生のための光ファイバの設計、また保有するレーザ装置の試験的使用等が考えられます。

### 地域に向けてできること

地域企業またはその関連企業に対する上記の提案が考えられます。また一般的な研究紹介等も考えられます。



# 「光子」を利用した量子科学技術で 超スマート社会の実現へ。

007 Takashima  
LABORATORY

## 高島研究室

准教授・博士(情報科学) 高島 秀聡

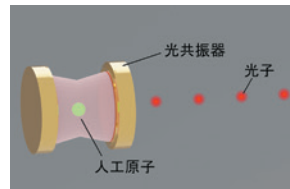
- 専門分野 量子光学、ナノフォトニクス
- 千歳科学技術大学光科学部物質光科学科卒業
- 北海道大学大学院情報科学研究科  
情報エレクトロニクス専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

光子を利用することによって、従来のコンピュータよりも圧倒的に高速な量子コンピュータなど、量子科学技術の実現を目指して研究に取り組んでいます。

光共振器を用いた光子発生のための技術などを研究中。



### 光子を発生させるため 必要なデバイスを設計・開発

普段私たちが目にする光は、波でもあり粒子でもある光子という光の粒がたくさん集まったものです。私たちの研究室では研究テーマのひとつとして、この光子を利用することで、従来のコンピュータよりも圧倒的に高速な量子コンピュータや、量子コンピュータを組み込んだネットワークからなる量子インターネットなどの光量子科学技術の実現に向け研究を行っています。

現在のインターネットでも光が使われているように、量子インターネットにおいても光子は不可欠です。また、光子を用いると、現在はほとんど絶対零度の環境でしか動作しない量子コンピュータを室温で動作させることが可能になります。このようなことから、光量子科学技術は、社会にイノベーションをもたらすとともに、環境にやさしい超スマート社会の実現につながっていくと考えられています。

私は現在、光量子科学技術の実現に不可欠な光子を発生させるためのジェネレーターの開発に取り組んでいます。具体的には、ある種の固体結晶や分子の合成、コンピュータシ

ミュレーションを用いた10億分の1メートルオーダーの非常に小さな光デバイスの設計、ならびに、微細加工技術を用いたそのデバイス開発などを行っています。

### 地球温暖化の抑制や 地力の回復

さらに、私たちの研究室では、地球温暖化の抑制や地力の回復に貢献する「環境再生型農業(Regenerative Agriculture)」の実践とその効果の評価に関する研究も行っています。この農法は、肥料や農薬を使用せず、不耕起栽培によって被覆作物で土壌を覆うことで、土壌の健康を改善し、持続可能な農業の実現を目指すものです。肥料や農薬を使用しないため、低コスト化による収益の向上や後継者問題の解決に加え、土壌中の炭素量増加による温室効果ガスの削減など、従来の慣行農業が抱えるさまざまな課題の解決が期待されています。

そのため、私たちの研究室では、北海道内の協力企業と連携し、実験圃場や道内各地の土壌の炭素量・微生物群集の多様性の評価を行い、環境再生型農業の実現に向けた基礎データの収集に取り組んでいます。

### 最先端の研究や地域課題に取り組み 成果を分かりやすく伝える力を

本研究室に所属する学生は、光子をテーマにした最先端の研究や、環境再生型農業の実現に向けた研究の中で、どのような卒業研究に取り組むかを相談しながら決めていきます。研究に興味を持ち、主体的に取り組むことで、自分で考える力を養ってほしいと考えています。大学では、卒業研究を行うだけでなく、その成果を学会や学術誌で発表することが重要です。また、一般市民に研究成果を伝えるアウトリーチ活動も求められています。そこで私は、学生が卒業までに学会発表や論文執筆を経験し、市民向けにも研究成果を分かりやすく伝える力が身につけられるような研究室づくりを目指しています。

さらに、外国人留学生や海外の研究者と交流する機会もあります。そのため、学生には、課題に対して真摯に取り組み、自ら考えながら積極的に専門知識を深めるとともに、語学力を磨き、国際的に活躍できる力を養うことも期待しています。

# SEEDS

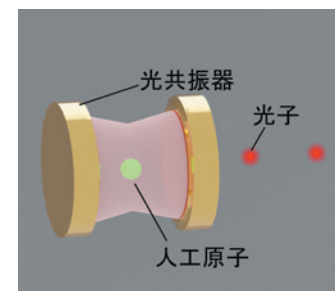
## 研究テーマ 光子を利用した量子技術

夜空の星や都市のイルミネーションなど、私たちの周りは美しい光で照らされています。しかし、その背後には、波と粒子の両方の性質をあわせ持つ「光子」という微小の粒子が存在します。私たちの研究室では、この特異な性質をあわせもつ「光子」を鍵として、未来のテクノロジーである、量子コンピュータや極めて安全な量子ネットワークの開発に取り組んでいます。具体的には、光子を効率よく発生させる新しい材料研究や、光子の状態を制御するためのナノメートル(10億分の1メートル)スケールの光デバイスの設計や開発に取り組んでいます。

現在、量子技術に対する関心は世界的に増加しています。同時に、半導体技術の進展にも目が向けられており、市内の大規模な半導体工場設立はその一例です。これら二つの技術の融合は、未来のテクノロジーである量子コンピュータや量子ネットワークの実現の引き金となる可能性があります。そのため、私たちは産学連携も深め、これらの未来テクノロジーを共に築きたいと考えています。

### 高島研究室が取り組む研究テーマ例

#### ナノ光デバイス開発



#### 発光材料開発



#### 電磁場解析



### 光子を用いた量子デバイスの開発

#### 企業等への提案

私たちは、顕微鏡技術を用いて、ナノレベルの構造評価やイメージングが可能です。また、欠陥評価など、半導体材料の評価にも取り組んだ実績があります。さらに、電磁場解析を駆使した光デバイス設計も可能です。

#### 地域に向けてできること

##### 高大連携

- ・地域の高校生を大学に招待し、光子や量子技術の基礎についてのワークショップや実験が可能です。
- ・地域の高校生や教員と連携し、共同プロジェクトを通じて新しい視点やアイデアを取り入れた体験学習の機会を提供します。

##### 産学連携

- ・地域企業との共同プロジェクトにより生まれた特許や発明をもとに、商品化や実用化のサポートを行います。
- ・大学の教員を企業に派遣し、技術支援やアドバイスをを行うことが可能です。これらの連携を通じて、地域教育水準の向上や、経済発展に貢献することを目指しています。



# 植物はどうやって成長しているのか？ その理解につながる計測技術を研究開発。

## 008 Tanabata LABORATORY 七夕研究室

教授・博士(工学) 七夕 高也

- 専門分野 植物フェノタイピング技術開発、画像処理、システム開発、装置開発
- 早稲田大学教育学部理学科数学専修卒業
- 東京農工大学大学院博士(工学)取得



### A PPEAL POINT アピールポイント

作物の品種改良や栽培技術など植物を産業利用するためには生理機能や遺伝機能の解明が有効です。このための成長情報を獲得する技術開発を進めています。歴史の浅い研究分野ですが、現在、世界中で技術開発が進んでいます。

小型ドローンを使って植物の成長の様子などを計測。



### ロボットやドローンも活用し 植物の生命現象の解明へ

植物がもつ多様な機能を解明するため、植物の成長状態を定量的に評価・計測する植物フェノタイピング技術の研究に取り組んでいます。植物の成長機能を明らかにするためには、どのような情報を、どのように計測すべきかを考え、画像処理・機械学習・ドローンなどの技術を活用した技術開発を進めています。

この研究は、植物科学・農学・育種研究において必要とされる植物の成長状態を定量的にデータ化するための装置やシステムの開発だけでなく、得られたデータから植物の成長状態を理解する情報解析も含まれます。開発した技術を使って得られる情報が、品種改良や植物の産業利用に必要な知見として活用されることを通じて、私たちの生活にもつながっていると考えて研究に取り組んでいます。

もともと私は数学が専門で、画像処理やコンピュータビジョン技術を活用した研究開発に従事していた時、植物研究者から植物の成長過程の計測技術について相談を受けたのが

現在の研究の始まりです。この時に開発した装置でイネの成長する様子の動画を見て大きな感動を覚えて以来、「植物が持つ未知の機能を知りたい」「誰よりも先に画像を通じて見てみたい」という思いで研究を続けています。

理学・農学など分野の異なる研究者と情報交換や議論の機会を持ち、研究目的や開発する技術を通じてどういう情報が必要なのかヒアリングし、それにはどういう技術を作ればよいかなどを検討していきます。その結果をもとに装置・システムを具体化し、製作・実装していくわけですが、自分の「好き」や「興味」をモチベーションに、さまざまな分野の人たちとコミュニケーションを取りながら一つの目標に向かっていくのはワクワクしますし、とても楽しい時間です。

### 研究活動のポイントは 自分が楽しめるかどうか

本研究室では、学生が自分で仮説(知りたい、調べてみたい、やってみたいと思うこと)を持ち、どうすれば実現できるかを考え、実際に

手を動かす(調べる、作ってみる)。その結果をもとに仮説が正しかったか、異なっていたか、さらに新しい仮説が出てきたか、など自分が考えたことを紹介できる力をつけられるような研究室を目指します。この力は研究だけでなく、社会で仕事をするにも有効なスキルになるはずです。

学生の皆さんには研究活動を通じて、ワクワクすることを見つけてもらいたいと思っています。植物をよく見てみたい、ロボットやドローンを活用したい、など幅広い興味に応える研究テーマを用意し、それぞれの研究テーマを研究室の目標につなげるコーディネータの役割を私が担おうと考えています。

物事をうまく進めるには、自分自身が楽しめるかどうかの一つのポイントになると思います。研究活動の中で、そうしたものを見つけること、やってみること。その結果、どうだったか、次にどうすればよいかを考えられるようになってくれることを期待しています。

# SEEDS

## 研究テーマ 植物フェノタイピング技術の研究開発

植物は、自分が置かれた環境に適用して生存するためのさまざまな仕組みや機能を持っています。こうした機能を明らかにするために植物の成長を記録・計測する「植物フェノタイピング技術」の研究開発が本研究室のテーマです。

植物科学や育種研究を対象に、その研究ニーズとシーズを把握し、必要な情報を獲得するための計測技術と新たな知見の発見に向けた情報解析技術の研究を進めています。これらの技術開発には、ロボット、ドローン、画像解析、機械学習などさまざまな最新技術を活用しています。

### 七夕研究室の研究内容・目的と研究例

#### 目的

- 植物の成長機能を理解するため必要な計測技術の開発
- 成長現象や遺伝子との関連など、植物の未知の機能を理解
- 未知の現象を計測するために**植物研究者とともに**方法を考えながら実現



成長の様子を画像などで情報取得



たくさんの画像などの情報から植物の成長を知る

#### 研究例



植物の**個体単位**の成長形質と環境値を取得する計測システム開発

「植物計測+環境センサ+搬送」の3つの技術要素を開発(2016-2020)

JST CREST：大規模画像データに基づくゲノムと環境の相互作用を考慮した成長予測モデルの構築

### 企業等への提案

種苗会社や農業試験場の育種現場で実施する生育調査などの作業を効率化する技術開発も進めています。育種や植物科学の研究者のニーズやシーズを理解し、現場で必要とする技術提案ができると思います。

### 地域に向けてできること

私たちの身のまわりは、さまざまな植物に囲まれています。農場では作物が栽培され、生活に必要な食料などが生産されています。植物の生命機能を知ることを通じて、地域環境の保護や植物の産業利用に生かしていければと考えています。



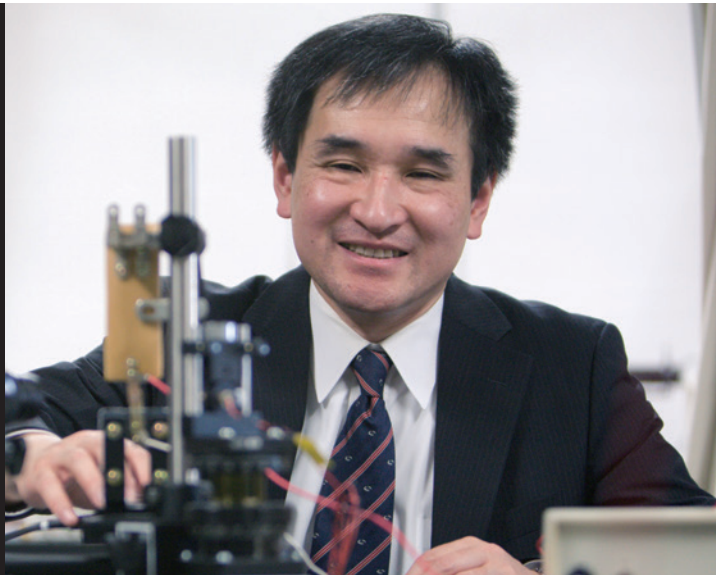
# 単純に見える「スイッチ」も実は奥深い。 だからこそ本当にいいものを。

009 Hasegawa  
LABORATORY

## 長谷川研究室

教授・工学博士 長谷川 誠

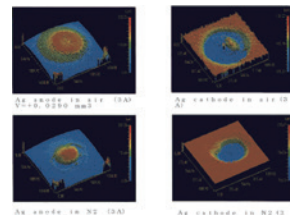
- 専門分野 光応用計測、機構デバイス工学、理科実験教材の開発と効果的な実践手法の検討
- 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

- ①メカニカルスイッチングデバイスの動作時に発生するアーク放電の挙動の解明と動作信頼性の向上に関する研究
- ②理科・工学教育のための実験教材の開発・製作と実践

レーザー顕微鏡でとらえたアーク放電によるAg電極の損傷形状。こうしたことから、スイッチの接触現象を解明していきます。



### 基幹技術として重要な スイッチング部品の研究を 突き詰めましょう

車や家電製品など身の回りのあらゆるものに大量に使われ、基幹技術として重要な電氣的・機械的「スイッチ」の性能や信頼性向上を目指して研究しています。

まず、そのスイッチの動作時に何が起きているかを観察し、理解することが必要です。スイッチが動作することで放電が生じますが、それによって電極がどのような損傷を受けているかなどを顕微鏡などで観察します。ただし、市販の機器では意図したデータが得られないことも多く、そうであれば自分たちの用途に合わせた計測システムを構築します。例えば、レーザー光を利用した3次元形状の計測システムの開発も、研究テーマの一つになっています。自分たちが欲しいデータを取るためのものがなければ、どんな計測システムを組みたいかを自分たちで考え、必要な回路、制御のプロ

グラムづくりや部品選びから始めて、自分たちに必要なシステムを構築していきます。

子ども向けの理科実験教材の開発もテーマにしていますが、その場合も、どういうものがいいか自分たちで考え、実際に作り、使ってみます。私自身、子どもにできるだけ理科に興味を持ってもらいたいと願っており、本学の「理工工房」<sup>※1</sup>の顧問も担当しています。

### 世界・日本の誰も気づいていない 研究、実験、装置づくり

光ファイバによるセンシング(計測・評価)にも取り組んでいます。例えばファイバに力を加えたり動かしたりするとスペckルパターン<sup>※2</sup>が変化する現象がセンシングに利用できないかチャレンジしています。現象が複雑で、一筋縄にはいきませんが、私も学生も、面白いと感じてやってみればそれでいいと考えています。もちろん成果を出せればそれに越したことはないですが、興味を持って研究にあたっていれば、

何か見つかる部分が出てくるはず。研究者は、いつだって好奇心を持ち続けることが重要で、自分で考えながら動いていると、見逃しそうなヒントに気づくことができます。学生みなさんにはどんどん自主的、主体的に動いてほしいですね。私の理想は、学生を育てるというより、自分で育ったというふうに思ってくれることです。人がやらないようなことでも自分が面白そうと思ったら積極的にチャレンジし、突き詰めていく姿勢を持ってもらえるといいなと思います。

この研究室では、本当に小さな分野かもしれませんが、世界・日本で他に誰もやっていないような研究、実験、装置づくりにチャレンジしています。アメリカ、中国、ヨーロッパなど、海外の方々とやりとりすることも多く、意見交換する機会も頻繁にあります。学会活動にはできるだけ学生を参加させます。そこで受ける刺激は必ず将来にも役立つはずです。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 有接点スイッチの高信頼性化、スペckルパターンのセンシング応用、工学・科学教育教材の開発など

現代の科学技術社会を根底から支える3つのキーワード「光」「エレクトロニクス」「好奇心」に関する研究を進めています。

### 1 光応用センシング

光ファイバ射出レーザー光のスクリーン投影時に発生するスペckルパターン(粒状パターン)の変動を利用したセンシング技術の開発を進めています。

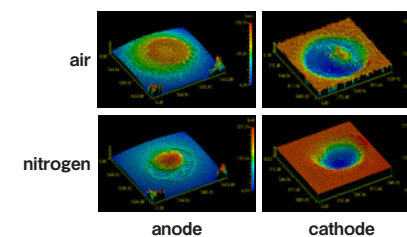
### 2 有接点スイッチの高信頼性化

電気エネルギーを制御する有接点スイッチは半導体スイッチと並ぶ基幹技術です。その高信頼性化の実現のため、接触現象の解明を進めています。

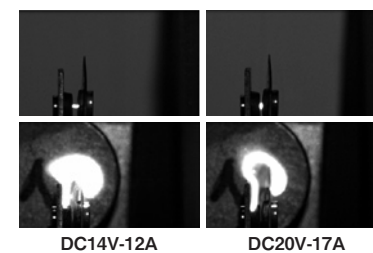
### 3 理科・物理実験教材の開発と工学・物理教育の実践

科学・技術に対する好奇心を喚起して未来の科学者・技術者を育てるための工学・物理教育の実践とそのための実験教材の開発を進めています。

### 有接点スイッチの長寿命化および高信頼性化に向けた接触現象の解明

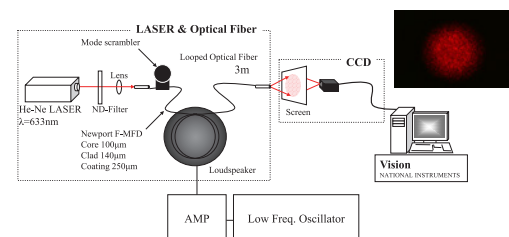


アーク放電によるAg電極の損傷形状  
～レーザー顕微鏡による三次元イメージ～  
(損傷の可視化を通して、接触現象の新しい考察を可能にしました)



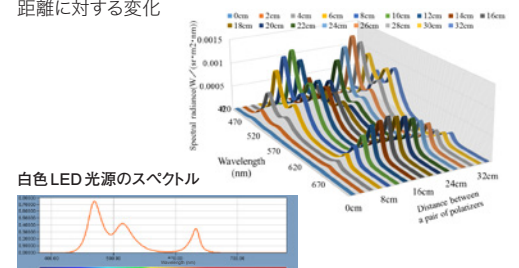
外部磁界印加の有無によるAgSnO<sub>2</sub>接点の開離アーク放電の違い  
外部磁界無(上段)では放電は電極間に位置しますが、外部磁界有(下段)では、ローレンツ力により放電が引き延ばされます＝磁気吹消し

### 光ファイバ射出レーザー光によるスペckルパターンのセンシングへの応用 ～振動および荷重検出の試み～

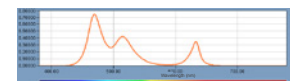


### 高濃度の砂糖水溶液の旋光による透過光の 着色現象の理論的解明と物理教育への応用の試み

濃度73%の砂糖水溶液を透過する白色光スペckルの透過距離に対する変化



### 白色LED光源のスペckル



### 企業等への提案

単に目先の問題が解消できれば良いという安易な姿勢ではなく、発生している事象の背後に存在している真の原因・発現メカニズムを追究・解明しようとする姿勢を重視しながら、研究活動を遂行しています。

### 地域に向けてできること

科学技術リテラシーの向上に向けた講演、科学教室の実施。

※1「理工工房」 子どもたちの科学啓蒙活動を行う本学の学生プロジェクトチーム。小中学校での理科実験授業をはじめ、各地のイベントで科学教室などを行っています。

※2「スペckルパターン」 光ファイバを伝搬してきたレーザー光をスクリーン上に投影したときに観察される粒状のパターンのこと。



# 医療・農業分野への応用を目指し 生体計測用半導体デバイスを開発。

010

Haruta  
LABORATORY

## 春田研究室

准教授・博士(工学) 春田 牧人

- 専門分野 半導体工学、生体医工学、神経科学
- 岡山大学工学部生物機能工学科卒業
- 奈良先端科学技術大学院大学物質創成科学研究科  
博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

半導体デバイス分野を基盤とし、医学、薬学、農学といったバイオサイエンス分野との異分野融合研究を行います。異分野融合研究を積極に行うことで、実用化を目指した生体計測用小型デバイスの開発を行います。

開発した植物モニタリングデバイス。



### 生物の機能を観察・解明する デバイスを活用して課題解決

「生物がどのような機能を持ち、どのようにその機能を利用しているか。さらに、それらの機能を私たちの生活に応用できないか」。そこに、私は興味を持っています。そうした機能を観察・解明するには、生物にストレスを与えないような小型・軽量の計測デバイスが必要と考え、医療・農業分野への応用を目指した生体計測用半導体デバイスの開発を研究テーマとしています。

医療・農業分野はともに「IoT化」が注目されています。医療分野ではパーソナルヘルスケアが可能なバイタルセンシング技術、農業分野では育成植物のリアルタイムデータ収集技術が求められていますが、両分野に共通するIoT化の課題が計測デバイスの小型化、マルチセンシング、無線・省電力化です。そこで私の研究では、生体計測用CMOSイメージセンサ開発を基盤に課題解決に取り組み、医学や農学など異分野融合研究の視点から実用化を意識したデバイスの開発を目指しています。

研究ではCMOS集積回路、MEMSなどの半導体技術を用いることで、超小型・軽量のデバイスを実現できるようになります。半導体技術はデバイス設計に高いカスタム性を持たせることもでき、測定対象に最適なデバイスの開発が可能です。さらに、開発したデバイスの性能を評価するため、培養細胞や組織などの生体サンプルを用いた実験を行います。将来的には、異分野の研究者との共同研究により、作成したデバイスを用いた生体機能研究を行っていきます。

これまでの研究例としては、医療分野では0.5gの超小型CMOSイメージングデバイスを開発し、マウスの脳血流と神経活動の同時計測を行いました。脳梗塞や偏頭痛などの発症メカニズムや行動別の脳の動きの研究に役立つため、創薬やブレインマシンインターフェイスなどの技術に応用できると考えています。農業分野では、植物モニタリングデバイスを開発して植物の生育情報を収集、解析することで農業技術の発展につなげています。今後は、北海道の地域特性に応じた課題の解決にもどんどん挑戦していく考えです。

### 「異分野融合」をキーポイントに 新たな研究分野の創出へ

私たちの研究室では、一つの研究分野にとらわれず、さまざまな分野を積極的に取り入れることで新たな研究分野を創出していきます。生体計測のためのCMOS集積回路設計およびデバイス実装技術の開発を中心に、次世代融合研究の担い手となる若手研究者の育成を目指します。新たな異分野融合研究者の育成拠点となるような研究室づくりを目標にしています。

現在、複数の分野が連携して研究することが注目されていますが、異分野融合は本研究室のキーポイント。幅広い分野と連携を図って、さまざまな課題の解決に取り組んでいくフランクな研究室にしていこうと考えています。その中で学生の皆さんには、各分野間の橋渡しができる研究者・技術者に育ってもらうことを期待しています。例えば生物、半導体、ものづくりなど、自分の興味や好きなことを入り口に多様な分野に触れながら、研究が楽しいと思えるようになってほしいと思っています。

# SEEDS

## 研究テーマ

## CMOS集積回路や半導体微細加工など半導体技術を利用した超小型生体計測用デバイスの開発

春田研究室では、医学、薬学、農学などの分野に応用できる超小型生体計測用デバイスの開発を研究テーマとし、センサの設計から実装・評価、さらに実際の生体計測まで取り組みます。

これまでに、脳活動や動物行動、植物育成状態などに関する研究例がありますが、新たなテーマとして現在進めているのは、一般的な生体用センサより薄くフレキシブルなデバイスの開発です。植物などにセンサを貼り付けようとする時、薄ければ薄いほどシールのようにぴたりと貼ることができるため、薄膜の基盤を自分たちで製作し、それにセンサを載せたデバイスを作ろうと考えています。

フレキシブルな基盤にリジッドな半導体をプラスするこの技術は、量産や耐久性などの面でメリットがあります。既に薄膜の製作は可能になっていますので、薄膜に載せやすいようなセンサの設計に取り組んでいきます。この研究開発を、例えば生体の脳機能イメージングや植物のイメージング、さらに人のウェアラブルセンサへと進めていく考えです。ウェアラブルであれば、シールのように皮膚に貼り付けて、例えばスポーツ中などにもセンシングができます。まずはデバイスを作る基礎技術を確立し、脳科学をはじめ応用先を検討しながら広げていきたいと思っています。

本研究室が開発したデバイスを活用することにより、企業や農業分野をはじめ、北海道の地域特性に対応した課題などの解決に向けて可能性を探っていききたいと考えています。

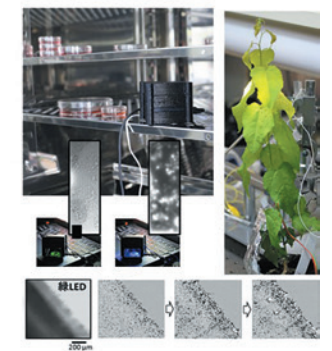
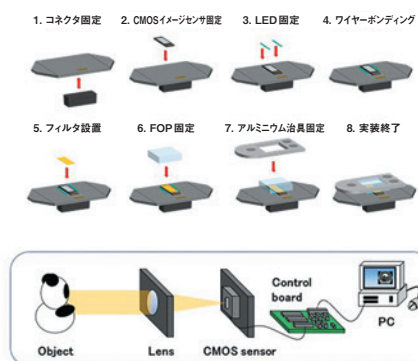
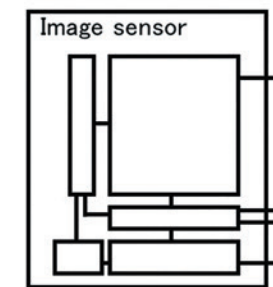
### 春田研究室が取り組む実験・研究の流れと概要

#### センサ設計

#### センサ実装・評価

#### 生体計測

#### 集積回路設計



### 企業等への提案

半導体分野とバイオサイエンス分野の異分野融合研究を進め、両分野で活躍できる人材を育成します。そして、異分野融合研究の架け橋として新たな技術・研究シーズを提案したいと考えています。

### 地域に向けてできること

オープンキャンパスや出張講座などの機会を通して、地域のニーズに合った半導体研究や異分野融合研究の最新動向を共有し、研究の魅力を地域の方々にお伝えしていきたいです。また、千歳市で半導体製造工場の建設が進む中、半導体の基本を理解した人材の育成に力を入れ、教育の面から貢献できればと考えています。

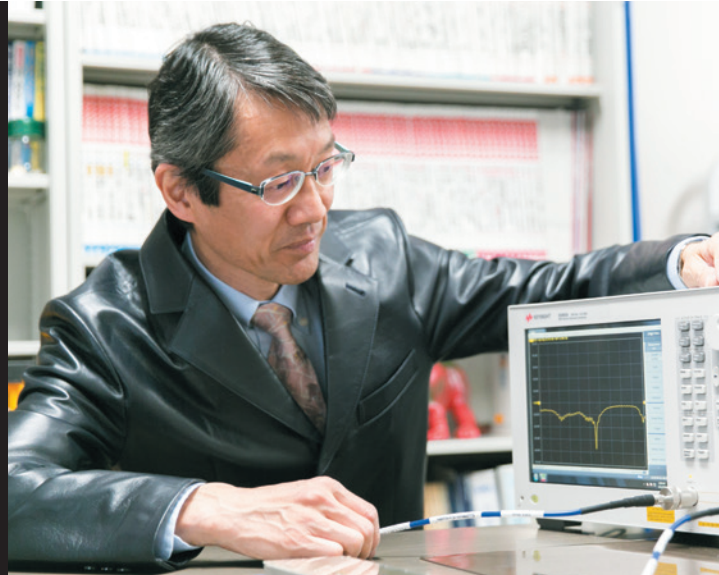


# 部品の組み合わせは無限大。 電子回路は自分のアイデアを形にできる。

## 011 Fukuda LABORATORY 福田(誠)研究室

教授・博士(理学) 福田 誠

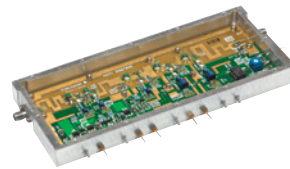
- 専門分野 アナログ電子回路  
高周波エレクトロニクス
- 慶應義塾大学理工学部物理学科卒業
- 東海大学大学院理学研究科学位(博士)取得



### A PPEAL POINT アピールポイント

高周波増幅回路を中心とする高周波アナログ回路に取り組んでいます。デジタル時代を支えるためにも、高周波アナログ技術に基づいた回路設計やプリント基板設計が重要になっていくと考えています。

100kHz～3.6GHzの高周波信号の電力を40dB(1万倍)増幅する回路。整然と配置された部品が最高のパフォーマンスを発揮する。



### 学生時代から失敗と成功を経験 して電子回路の面白さを実感

スマートフォンやタブレットなどの携帯端末によって、さまざまなアプリを快適に実行できるようになりました。端末内には、小型で高性能のコンピュータシステムが搭載されており、高速に電気信号をやりとりして情報処理を実行しています。現在では、このような小型の端末によって20年前には実行不可能だった処理が可能になりました。これは、半導体技術や電子回路技術およびソフトウェア技術の進歩によるものです。

私は、大学生の時に電子回路に興味を持ち、さまざまな電子回路を作ってはその動作を調べたり、Z80というCPU※1を使ってマイコンボードを製作したりしました。ボードだけ作ってもコンピュータは動作しないので、Z80を動作させるためのプログラミングも身につけました。当時は回路作りに夢中だったので、眠る時間がもったいなく感じたものです。4年生になると、大学の研究室と秋葉原の部品店と家の間を行き来し、回路漬けの毎日を送って電子回路の

ノウハウを身につけていきました。

大学院の修士課程修了後に計測器メーカーに就職し、回路開発の仕事に従事することになりました。新人の時に16ビットのDA変換器※2の設計に携わり、仕事をしながらアナログ回路に関する多くの知識を得ることができました。次の仕事はGHz(ギガヘルツ)帯の高周波信号を増幅する回路の設計を任せられました。最初の試作では、信号を増幅するどころか3.7GHzで発振してしまいました。この失敗を無駄にせず、次は綿密な設計を行って十分な性能を持った回路を実現できました。ほかにもマイコンボードの設計の仕事を任せましたが、これは学生時代に経験済みだったので、的確にこなすことができました。以上のように、失敗や成功の経験を積み重ねて、ますます電子回路の面白さを実感するようになりました。

### 設計した電子回路が思うように 動作する。その感激が面白さに

私は、これまでの経験を生かして、講義、実験、卒業研究などを通して学生諸君に電

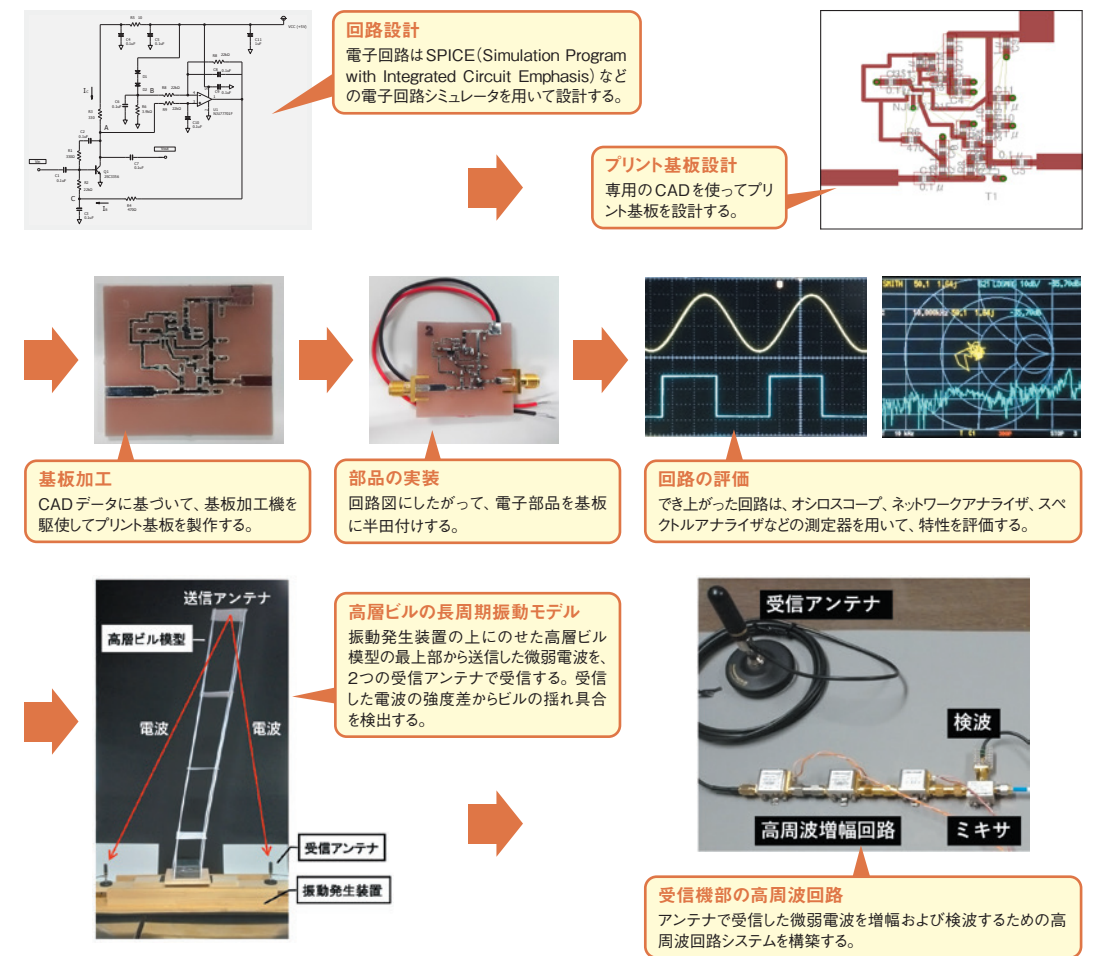
子回路の面白さを伝えたいと思っています。数学や理科と違って高校では電子回路の授業がないので、電子回路はハードルが高いと感じる学生が多いようです。市販されている電子回路の教科書を見ると、確かに初心者には難しそうな雰囲気漂っていますね。しかし、私が回路を設計する時に使う法則はたった2つ。オームの法則とキルヒホッフの法則です。使う計算も四則演算だけです。大まかな回路図ができれば、コンピュータの回路シミュレータに回路図を入力し、精密な計算はシミュレータに任せます。つまり、2つの法則を使いこなすことができれば、電子回路の設計は誰にでもできるのです。ちょっとしたコツを身につければ、さまざまな回路を自分の手で設計して製作できるようになります。

ものづくりの喜びは、製作したものが自分の意図したとおりに動作することだと思います。私もそうでしたが、そういう感激があれば、自分でどんどん勉強したくなるものです。そうした体験がたくさんできるように、福田研究室では楽しく取り組める研究テーマを用意しています。

# SEEDS

## 研究テーマ 高周波回路の開発、低雑音増幅回路の開発、 電波による計測システムの開発

パソコンやスマホなど我々の日常生活にはたくさんの電子機器が存在します。電子機器は、さまざまな電子回路によって構成されており、電子回路には半導体デバイス、抵抗、コンデンサなど数多くの電子部品が搭載されています。電子部品の組み合わせは $\infty$ (無限)なので、電子回路は $\infty$ の可能性をもっていると言えます。福田研究室では、GHz帯(1GHzは1秒間に10億回の振動)の高周波信号を扱う回路や電波による計測システムなどの開発に取り組んでいます。GHz帯の信号はスマホやWi-Fiの電波としてその役割は重要です。ユニークな電子回路を実現すべくアイデアを出し合って研究を行っています。



### 企業等への提案

高周波回路技術に基づいた基板設計や回路の性能評価法の開発などで連携できればと思います。

### 地域に向けてできること

電子回路に関する教育や電子回路の性能評価などのお手伝いができればと思います。

※1「CPU」 コンピュータの中心となる部品。 ※2「DA変換器」 デジタル信号をアナログ信号に変換する回路。



# エッジコンピューティングの活用で PCやスマホをより快適に使いやすく。

012

Yamada  
LABORATORY

## 山田研究室

教授・博士(工学) 山田 崇史

- 専門分野 情報通信、エレクトロニクス
- 北海道大学工学部電気工学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

通信ネットワークを活用することで、ユーザがより豊かな体験を今よりも低エネルギーで実現することを目指します。その第一歩として、産業用ロボットの遠隔制御の検討を行っています。



通信ネットワークを利用した機能分割の例。

### CPUなどをネットワーク上に 配置して安価で軽量な端末を

6Gやオール光ネットワークなどによって、通信ネットワークは大容量化だけでなく、通信先に届くまでの時間を減らす低遅延化も実現します。こうした技術の進展を背景に、従来のクラウド上では体感速度が遅すぎて実現できないサービスをネットワーク上に配置することが期待されています。そこで私が研究しているのが、CPUやGPU、FPGAなどのコンピューティングリソースを、端末から通信ネットワークの先に出して処理させる「エッジコンピューティング」です。これにより、PCやスマホなどの中で計算処理が重くバッテリーを大量に消費するCPUなどの部品を通信ネットワーク側に置けるため、安価で軽量、バッテリーの持ちが良い端末を作ることが可能になります。ちなみに私の理想は、テレビアニメ「電脳コイル」(2007年)に登場する電脳メガネというデバイス。この当時の未来のARやVRの世界が日常にうまく表現されているので、ぜひ一度見てほしいです。

研究室での取り組みは、大本の仕組み(プ

ラットフォーム)を作るところから始めます。プラットフォームの機能を情報収集、分析、制御の3つに分け、まずは情報収集機能の方式を考え実装します。GPUやFPGAなどのハードウェアの処理時間は比較的わかりやすいのですが、CPUなどによるソフトウェア処理では他のタスクからの割り込み処理やメモリひっ迫などさまざまな要因で性能が変動するため、これらを合わせた処理時間の算出・推定方法が重要になります。次の分析機能については、全体の電力を最小にするのか、通信の偏りをできるだけなくすのかなど、さまざまなアプローチがあります。そのため、シミュレーションでの分析やプラットフォーム完成後に実機での動作検証を考えています。最後の制御機能については、OSSをチューニングしたり改造したりすることで、期待する性能が出せないか検討していきます。

このように、やらなければならない要素はたくさんあるので、学生の興味や適性に応じているいるところでチャレンジが可能です。ソフトウェアとハードウェアの両方を扱えることも、面白さの一つです。

### 各自がスキル・知識を発揮する 課題解決型の研究室に

1つの研究テーマに固執せず、課題に対して自身のスキル・知識をどう生かして解決できるか、という課題解決型の研究室を目指しています。どんな課題を解決したいと思うのかは、学生一人ひとりの個性ですから、まずはそこを大事にして、あまり難しく考えず課題を見つけてほしいと思います。例えばアニメでも工作でもいいですし、自分の好きなことをどう伸ばしていくかという視点で考えていくのも、課題を見つけることにつながるはず。

研究の進め方というのは、基本的には仕事の進め方と一緒にしたいと思います。全体としての大きなミッションがあって、その中で自分なりの課題を見つけて提案し、周りの共感を得て実証する。研究を通して、そうした社会人になるために必要なスキルを学ぶとともに、プラスアルファとして研究に関する知識を深めてほしいと思っています。

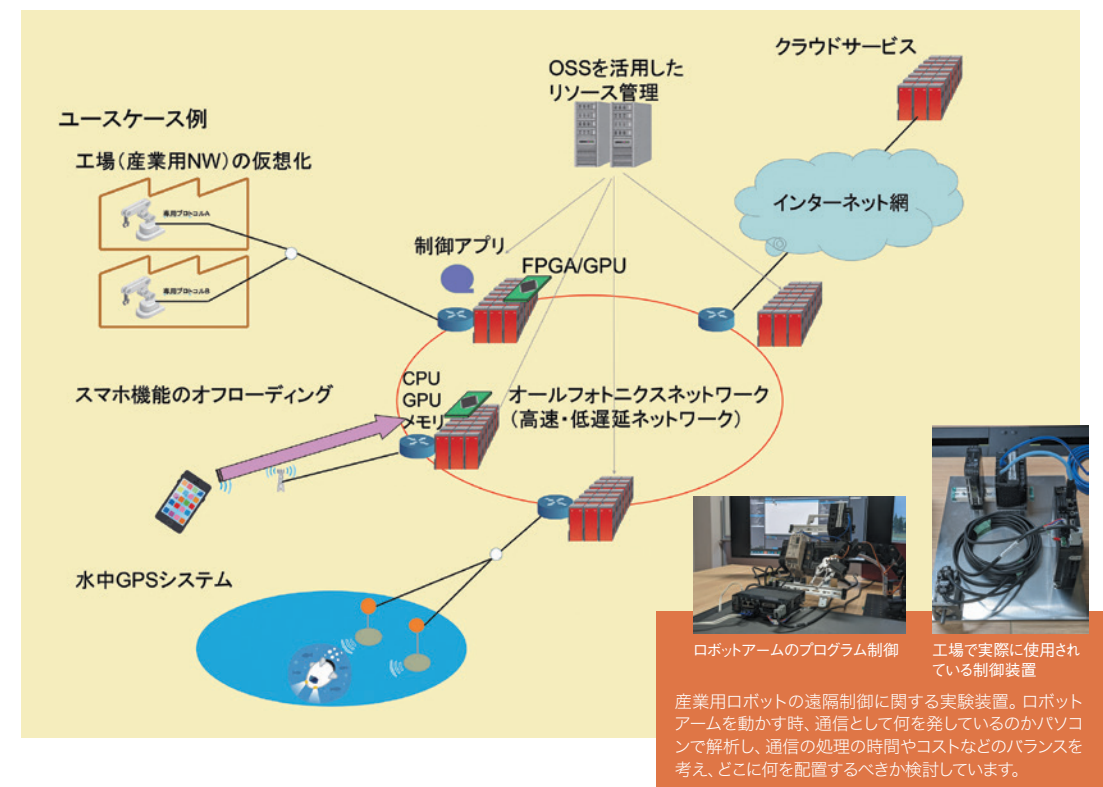
# SEEDS

## 研究テーマ コンピューティングリソースの分散配置による 性能と電力の最適設計

可能な限り光のまま(光・電気変換を行わない)通信を行うことで、高速だけでなく、遅延の少ないオールフォトニクスネットワークの実現に向けた研究が盛んに行われています。遠くのデータセンタで処理をしていたクラウドサービスから、オールフォトニクスネットワークによる低遅延と、ユーザに近い場所にデータセンタを配置するエッジコンピューティングを組み合わせることにより、これまで時間制約上不可能であったサービスが実現可能になります。

山田研究室では、通信方式、アプリケーション、FPGA(書き換え可能なLSI)、それらを制御するコンピュータリソース管理などを対象に、オープンソースソフトウェア(OSS)を積極的に活用し、さまざまなサービス(ユースケース)をエッジコンピューティング上で実現することを目指しています。

その中で取り組んでいる研究の一つが、産業用ロボットの遠隔制御の検討です。ロボットアームなどの制御に使用されている産業用プロトコルには複数の種類があり、プロトコルが合致していないため同時に使えないなどの課題があります。そこで、汎用性のあるものにできないかと考え、プロトコルのソフトウェア化、同時制御を目指して研究を進めています。



産業用ロボットの遠隔制御に関する実験装置。ロボットアームを動かす時、通信として何を発しているのかパソコンで解析し、通信の処理の時間やコストなどのバランスを考え、どこに何を配置するべきか検討しています。

### 企業等への提案

エッジコンピューティングの利点を生かすことができるユースケースを探しています。企業や地域などの皆様の現場におけるリアルな課題に、エッジコンピューティングが貢献できるか、まずはご相談から始めて、一緒に考えさせていただければ幸いです。

### 地域に向けてできること

エッジコンピューティングの特徴である数10kmというカバーエリアを生かし、センサデータや画像などを高速に処理することで局所的に素早く、害獣対策や災害、除雪などへの対応の検討などに貢献できるのではないかと考えています。



# レーザを利用した技術をもとに 北海道の地域医療の発展に取り組もう。

013

Yokoi  
LABORATORY

## 横井研究室

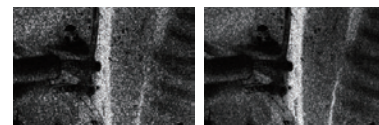
教授・博士(工学) 横井 直倫

- 専門分野 計測工学、光計測
- 室蘭工業大学工学部機械システム工学科卒業
- 室蘭工業大学大学院工学研究科博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

「光計測技術に基づくヘルスマニタリングシステムの開発」「感染症防止を目指すバイオフィルムのイメージング」「新素材開発等への応用を目指す光学的な微粒子制御」の3点に関する研究を主に行っています。



(a) RSD (b) RSTD  
血流が最大となる瞬間のラットの頸動脈部について、  
(a)従来の画像  
(b)研究成果に基づき画質を改善

### 光計測技術と画像処理技術の 併用で医療分野に貢献

これまで手がけてきたレーザを利用した光計測技術と画像処理技術を併用することにより、医療分野に貢献できる二つのテーマを根幹として研究を進めています。

一つは、遠隔地域医療への応用を目指したヘルスマニタリングシステムの構築です。そのための研究として例えば、レーザ光散乱現象を利用した血流と血液濃度変化の同時イメージングにおける画像処理法の改善があります。この手法によって計測できる血流の速さと血液中の酸素量は、人間の健康状態をかなり反映しているもので、診療や健康づくりに生かすことができます。レーザを利用して遠隔であっても計測できるようなシステムを整え、検出される画像の質をより良好にすることで、遠隔地での地域医療の発展に寄与できると考えています。

もう一つは、院内感染の防止を目指した各種医療機器の衛生管理システムの構築です。例えば体内に挿入する管などの中にバクテリアが入ると、管の内側にくっついてしまい、や

がては層のようになってはがれなくなります。こうしたバイオフィルムといわれるものは、感染症の原因となります。そこで、なるべく早く汚れを検出するためにレーザを利用すると、人間の目では見えない段階でもパターンを検出することができます。機器を使って自動的に画像を検出し、さらに超音波などで洗浄するところまでできるシステムがあれば、院内感染防止などにつながられる上に、感染防止に関わる医療者の負担を軽減することもできると考え、研究に取り組んでいます。

そもそもこの研究の目的は、過疎地域や離島が多い北海道の地域医療の発展に貢献することにあります。特に最近、通信技術などの向上で、患者さんが医療機関に向わなくなり自宅でも診断を受けられる環境は整ってきました。研究成果が地域医療に寄与し、さらには道民の健康年齢の増進につながっていくことに期待を寄せています。

### 直に見ることはできないものも 見られる「光」の魅力

光テクノロジーは本学科の専門分野の一つ

ですが、さらに踏み込んで、「光」を医療に結びつけていくことに興味がある学生と一緒に研究室をつくっていければと思っています。例えば、生体や医療器具からのレーザ反射光によって形成される干渉画像から、私たちが直に見ることはできない生体内の血流情報や医療器具表面の衛生状態を画像で再現できます。自分の目では見られないものを見られることが光を利用するポイントであり、そこに魅力と可能性があります。また、光を使えば手を触れずに計測ができます。対象に触れることは何かしらの影響を与えてしまうため、非接触で計測できるメリットは大きいといえます。

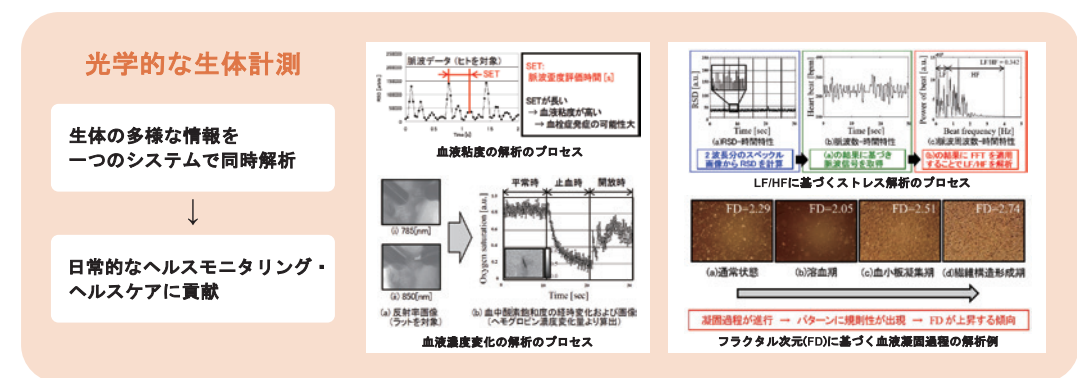
今後は、学生とともに基礎実験を積んだ上で、可能であれば医療機関や医療機器の企業などと接点をつくり、共同研究を進めていくことも考えています。研究を通して学生に身につけてほしいのは、問題解決能力。問題に突き当たった時、自分が持っている知識をいかに解決に結びつけていくか。そして、試行錯誤の結果、解決できたという達成感を味わってほしいと思っています。

# SEEDS

研究テーマ

## 生活の質 [Quality Of Life:QOL] を高める 光計測・制御技術

レーザを利用した光計測技術、光制御技術、ならびに画像処理技術を併用することにより、私たちの生活の質の向上に貢献できると考えられるものをテーマに研究を手掛けています。レーザを利用することで、例えば私たちが直接見ることができないものが見られたり、計測した結果をデータだけでなくも伝わりやすい画像として見られたり、さらには非接触での計測が可能のため対象に対して負担にならないなど、さまざまなメリットが生まれます。光テクノロジーは電子光工学科の専門分野の一つですが、本研究室はそこからさらに一歩踏み込んで、「光」を私たちの生活の向上のための「手段」として活用していきたい。その願いのもとに、日々、学生とともに研究に取り組んでいます。



### Life science → QOLの向上 多角的なアプローチ

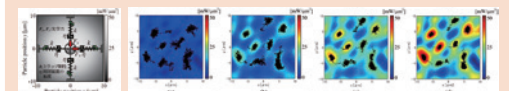
#### バイオフィルムのイメージング



スペクトルパターン(レーザ光照射下で観測される干渉模様)  
レーザを利用したバイオフィルム成長過程の可視化

バイオフィルムの  
形成状態のモニタリング医療における感染症の防止、  
食品衛生などに貢献

#### 光学的な微粒子の計測および制御



微粒子捕獲の  
メカニズム

微粒子捕獲のシミュレーション結果

光による微粒子の  
非接触な計測・制御流体計測、粉体計測、  
新素材の開発などに貢献

#### 企業等への提案

光テクノロジーに基づいて、私たちの生活の質の向上に貢献できるシステムの開発に何らかの形で協力ができればと考えています。計測してみたいものがある場合に、レーザを利用できないかというご相談などにも対応いたします。

#### 地域に向けてできること

レーザと画像処理技術の併用による、医療や環境などの分野への応用を目指した各種計測技術に関するアドバイスができます。地域医療をはじめ暴風雪や凍結路面など、北海道ならではの課題に貢献していきたいとも考えています。



# いつでもどこでも誰でも使える 北海道に根差したネットワークの実現を。

014

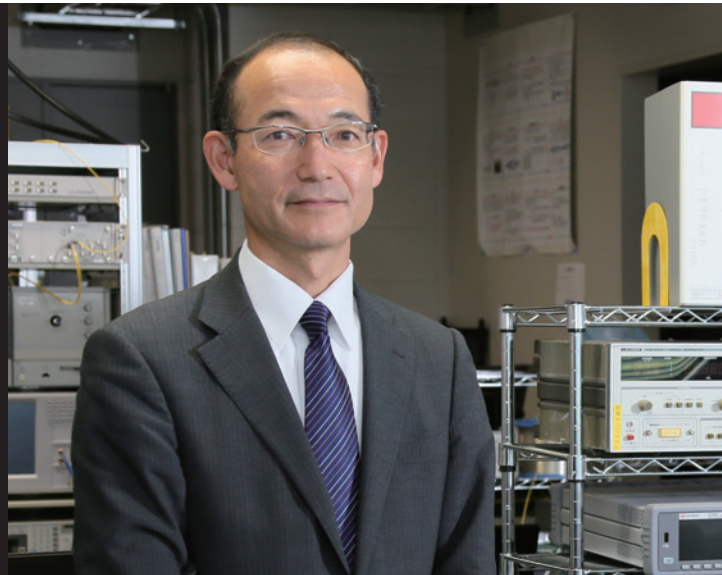
Yoshimoto  
LABORATORY

## 吉本研究室

教授・博士(工学) 吉本 直人

■専門分野 情報通信ネットワーク、光・無線通信方式、  
ブロードバンドアクセスシステム、  
光機能デバイス

■北海道大学工学部電子工学科卒業  
■北海道大学大学院工学研究科学位(博士)取得



### APPEAL POINT アピールポイント

「どのような環境下でも、快適に利用できる」ブロードバンドサービスの提供を目指しています。そのため、光と無線の情報ネットワーク技術のベストミックスに加え、電力ネットワークとの融合にも取り組んでいます。【応用研究】

現世代～次々世代までそ  
ろうデータ通信サービス  
の装置などを使って研究  
を進めています。



### 情報通信の技術、サービスを 考えることで地域活性化へ

ヒトやモノを結び、私たちに一番身近なアクセスネットワークを研究しています。光、無線、そしてそれらを融合した新たなネットワークで、より快適につながることが最終的な目的です。例えば、広大な北海道では光ファイバを細かくあちこちには引けません。その課題克服には、光をより遠くまで飛ばす技術をつくるのが一つ。もう一つは、途中までを光にして、そこから先は安い無線にする。しかも使う人は光も無線も意識せず、都市部でも地域でも同じサービスを使えるようにしたいと考えています。

研究テーマとしては、地域に根差したサービスを実現するためのネットワーク構成について、コストも抑えられる既存のネットワーク技術などで検討しています。一例として、実家が農家の学生は農業に役立てたいと、ネットワーク技術でトラクターに位置情報を与え、位置を認識しながら自動運転で畑を耕す研究に取り組みました。また、現在のブロードバンドサービス<sup>※1</sup>は既に次世代の研究が進んでいま

すが、これについても地域に根差したやり方を検討しています。まとまった人数がいる都市部では、一つのサービスである程度対応できますが、地域では混在する広くて薄いニーズに対応しなければならないため、一つのネットワークシステムでいろいろなサービスが提供できる技術を考えています。さらに今後は、経済化もテーマとしていく予定であり、仮想化<sup>※2</sup>についても検討しています。

産業とネットワークは密接につながっています。今後、よりICTが活用される際に、地域が乗り遅れないようにしなければなりません。特に、北海道の産業の活性化には情報通信の技術が非常に大事になるので、広さや人口の少なさがハンディにならないネットワークについて、北海道にある大学として研究に取り組みたいと思っています。

### ネットワークを使って 自由な発想で新しいことに挑戦

正解のないことに取り組むのが研究です。ここでは、通信を素材にしてフロンティアにふ

れてほしい。進化するネットワーク技術のフォローもしながら、これまで培われてきた技術で北海道ならではのどんなサービスがあればいいか考えてほしいと思っています。今はアプリやゲーム、SNS、さらに農業、工業、環境などすべてがネットワークを使う時代なので、ネットワークを使って自由な発想で新しいことをしてみたいという人に研究室へ来てほしいですね。

そして、自分で考える力を身につけてほしい。ネットワークの研究では一つが良くてもダメで、トータルが良くなければなりませんから、多角的な考え方が必要です。卒業研究としてサービスを考える場合も、ユーザーの満足度、具体化するためのネットワーク、さらにコストや利便性なども考えて議論しなければなりません。ネットワークの研究はリサーチではなく、社会や人間の営み、産業などをトータルに考えるエンジニアリング。いろいろな観点から総合的に考える姿勢は、将来必ず役立ちます。

※1「ブロードバンドサービス」 光ファイバなどを利用して、高速・大容量のデータ通信ができるサービス。  
※2「仮想化」 大事な機能の一つを集め、ネットワーク機器を安く提供するための技術。北海道のニーズに合うと考えられます。

# SEEDS

研究テーマ

## IoT/AI時代における光ファイバネットワーク・ 地域課題を解決する光ファイバネットワークの活用

光ファイバは細い透明なガラス材料でできたケーブルです。この中に、驚くほどの情報を伝達することができます。この光ファイバでつくられた情報通信ネットワークは、家庭への光・Wi-Fiサービスの提供やスマホのアンテナ基地局を結ぶネットワークとして我々の社会を支えています。

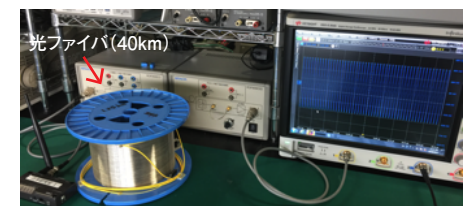
本研究室では、光ファイバと伝送機器を用いて実際に研究室内でモデルネットワークを構築することが可能です。学生たちはそれぞれが新しいサービスを提案して、実際の光ファイバに触れ合いながら実証実験に取り組んでいます。光ファイバを用いた情報通信ネットワークはこれからも進化を続けます。例えば、自動運転補助サービスのような交通管理ネットワークとの融合や、再生可能エネルギー流通サービスのようなエネルギー流通ネットワークとの融合などが挙げられます。このように、本研究を通じて、今後来るべきAI技術などをベースとした知識・情報流通ネットワークの社会基盤の構築に貢献することができます。あなたも、一緒にチャレンジしてみませんか！



光送受信装置



光送受信回路

光ファイバ(40km)  
光ファイバと光信号波形

### 企業等への提案

あらゆる拠点から様々な情報を収取して事業・業務改善に活用したいが、既存の情報通信ネットワークサービスでは、実現できないような環境(例えば、水中や広大な農地)に対して、ネットワーク構成を提案致します。

### 地域に向けてできること

北海道のような広大な土地と自然がある環境下で、映像・画像情報をどこでも取得できるネットワーク技術を提案することによって、観光農園や、養殖業・水中映像を活用した観光業の発展に寄与できると考えております。





# 情報システム工学科

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING

## SEEDS INDEX

- |     |                                |     |
|-----|--------------------------------|-----|
| 001 | 石田研究室                          | 65p |
|     | 教育工学・情報工学                      |     |
| 002 | 倉岡研究室                          | 67p |
|     | 人間工学・心理学・生理学                   |     |
| 003 | 小林研究室                          | 69p |
|     | サービス工学                         |     |
| 004 | 小松川研究室                         | 71p |
|     | 情報システム工学・情報工学・ソフトウェア工学         |     |
| 005 | 齊藤研究室                          | 73p |
|     | インフラサウンド・防災工学                  |     |
| 006 | 曾我研究室                          | 75p |
|     | メディアデザイン学・教育工学(情報教育)・サービスサイエンス |     |
| 007 | 高野研究室                          | 77p |
|     | 情報通信工学(統計的信号処理、情報理論、情報セキュリティ)  |     |
| 008 | 仲林研究室                          | 79p |
|     | 教育工学・eラーニングシステムアーキテクチャ         |     |
| 009 | 萩原研究室                          | 81p |
|     | 形式手法・ソフトウェア工学・情報セキュリティ・応用論理学   |     |
| 010 | 深町研究室                          | 83p |
|     | インターネット                        |     |
| 011 | 福田(浩)研究室                       | 85p |
|     | 光集積回路                          |     |
| 012 | 三澤研究室                          | 87p |
|     | 情報通信                           |     |
| 013 | 山川研究室                          | 89p |
|     | 情報工学・ソフトウェア工学                  |     |



# 分析・設計・開発・実施・評価の サイクルで、授業をより良くデザイン。

001

Ishida  
LABORATORY

## 石田研究室

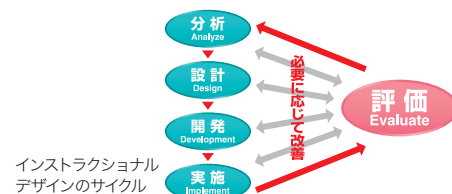
准教授・博士(理工学) 石田 雪也

- 専門分野 教育学  
(大学教育、キャリア教育、情報教育)
- 香川大学教育学部総合科学課程情報科学コース卒業
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻  
博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

教育学に関する研究、特に大学の授業を支援するための授業デザイン(設計)を行っています。リアルな問題の解決などをテーマにした授業を通して学生目線の検証・提案を行うことで、企業や自治体との共同研究も可能と考えています。



### 学習者にとって効果的な 授業のためにICTを活用

キャリア教育やコミュニケーション、グループワークをテーマとした教育学に関する研究を行っています。教育学とは、「教育」を研究対象としており、要はさまざまなものを使って教育を良くしていこうというのが大きな目標です。中でも私の場合は、コンピュータを使ったり、データを解析したり、ICTを活用して授業の質をどう高めていくかについて研究しています。実際に取り組んでいるのは、授業をデザインすること。その授業での目的、目標を設定し、それを達成することを目指します。そのために必要があれば、簡単なアプリやコンテンツなどの開発も行います。

研究にあたっては、インストラクショナルデザインという学習者にとって効果的な授業をするための設計手法を用います。これは、「分析」「設計」「開発」「実施」「評価」のサイクルで設計を進めるもので、教育分野に限らず、すべての業務や社会生活においても通用する内容といえます。何か問題を解決をするには、まずそ

の問題について分析することから始めます。例えばパン屋さんが売り上げを増やしたいとするなら、ほかの店の状況を調べてみたり、自分の店の価格設定や商品ラインアップ、陳列方法などを見直してみたりする。そこから新たに必要なことやできることを考え、実際にやってみます。その結果をチェックし、評価を行ってまた分析からの流れを繰り返す。一度で完全にうまくいくことはありませんから、この一連のサイクルで考えながら問題解決を目指していくわけです。

「モノづくり」や「コトづくり」において大事なものは、その前の分析や設計の段階です。果たして何が問題なのかをしっかりと考える。ですから、本研究室のキーワードは「分析」といえます。学生がそれを理解した上でインストラクショナルデザインのサイクルを経験しておく、社会に出てからきつと役に立つと思っています。

### 物事の視点を変えて 考えてみる力を鍛えよう

研究室に所属する各学生のテーマは、教育

に関する分野で、ターゲットが大学生であれば基本的に自由です。ただ、私が担当している初年次の基礎的な情報教育やキャリア教育の授業の中で、研究に取り組む学生自身が身近に感じられることや就職活動、就職後などにつながるようなテーマ設定ができればと思っています。新しい授業の手法を考えるわけではなく、今あるものをどう組み合わせるかを考えていく。研究で扱う授業は自分たちが既に受講したものですから、経験をもとに後輩にはどういう教育を受けさせるのかを考え、受講した学生の感想などのデータを分析して効果についても明らかにしていきます。

教育や授業について考えるのは教員の役割で、これまで学生はそれを受ける立場でした。それがこの研究では、教員、学生、授業を設計する立場の3つの視点からものを考えることが必要になります。社会人になると、お客さんの立場になって考えようと言われてます。学生は研究を通して視点を変える経験をする中で、社会に出た時のためのいわば訓練もできるのです。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 大学生を対象としたキャリア教育・情報教育の設計 (インストラクショナルデザイン)/評価手法の検討

石田研究室では、大学生を対象としたキャリア教育・情報教育の設計などをテーマに、ICTを活用して授業の質を高める研究などを行っています。研究にはインストラクショナルデザインという手法を用い、分析・設計・開発・実施・評価の流れで設計を進めます。分析・評価の際には、学生にアンケートや振り返りをしてもらいます。アンケートで定量評価(数値)を用いる場合、学生は自己評価や授業内容の評価に対して、良い評価をつけることが多いと分かっています。授業や授業で使う資料の評価・自己評価・相互評価を行う際には、得点などの数値の評価ではなく、学生が記入した文章の評価(定性評価)を行う必要があります。そこで、定性評価を行う手法として定量テキスト分析(テキストマイニング)を用いて分析していきます。

現在、取り組んでいる主な研究テーマ例として、次のようなものがあります。

### ■インストラクショナルデザイン(授業設計)

SWOT分析/データ分析/要件定義・要求定義の授業設計  
新学習指導要領に対応した情報オンライン学習の検討  
学外活動とグループワークの関連分析/グループワークにおける  
リーダーシップ育成手法

### ■情報工学分野、情報学基礎分野の研究・授業設計

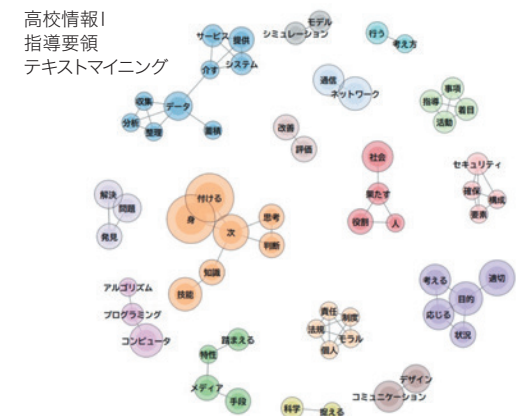
### ■グループワーク・分析・テキストマイニング・設計・ キャリア(就職・企業調査・税金・人生設計)

### 研究テーマ例: 高校「情報I」に関するテキストマイニング

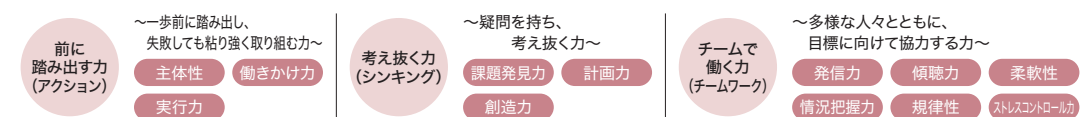
#### ■改訂前後の比較

| 社会と情報(文系)7割が選択           | 情報の科学(理系)3割のみ         |
|--------------------------|-----------------------|
| 情報の活用と表現                 | コンピュータと<br>情報通信ネットワーク |
| 情報通信ネットワークと<br>コミュニケーション | 問題解決とコンピュータの活用        |
| 情報社会の課題と情報モラル            | 情報の管理と問題解決            |
| 望ましい情報社会の構築              | 情報技術の進展と情報モラル         |

| 情報I               |
|-------------------|
| 情報社会の問題解決         |
| コミュニケーションと情報デザイン  |
| コンピュータとプログラミング    |
| 情報通信ネットワークとデータの活用 |



### 研究テーマ例: 社会人基礎力に関する授業と評価手法の検討



### 企業等への提案

上記の研究テーマに関連する業態、問題解決などがあり、授業実践を通じて問題解決を図ることができると思っています。企業の皆さまの課題について、本研究室が学生と一緒にどんなことができるのかなどを互いに相談しながらコラボレーションできるかもしれません。

### 地域に向けてできること

地域の問題解決型の授業設計などを行っています。実際に道内の自治体とともに進めている事例として、窓口システムや行政手続きのオンライン化などについての課題を考える授業を行い、学生目線からの検証・提案に取り組んでいます。



# 心拍・血圧・脳波など生体情報を活用し 「人の役に立てること」を考えています。

002

Kuraoka  
LABORATORY

## 倉岡研究室

専任講師・博士(学術) 倉岡 宏幸

- 専門分野 人間工学、心理生理学
- 産業医科大学産業保健学部環境マネジメント学科卒業
- 九州工業大学大学院博士(学術)取得



### APPEAL POINT アピールポイント

生理データや行動データを用いて、人の感情を評価する手法を開発することを目標としています。AIやセンシング技術も進んでいることから、リアルタイムで評価できるシステムを実現することが本研究の将来像です。

VRを活用した作業環境での実験。



### 心理状態と生理反応の関係を 実験・データ解析で明らかに

研究は心理状態の客観的評価手法の開発を目的とし、特にフロー状態(時間を喪失するほど没入した状態)を含む多様な心理状態と生理反応の関係を明らかにすることを目指しています。人は作業や活動を行う際、集中・没入、ストレス、疲労など心理状態が変化します。これらを心拍や血圧、脳波などの生体情報や行動情報から推定し、リアルタイムで評価できるシステムの構築を進めています。

心理状態と生理反応の関係を明らかにするため、人を対象とした実験室実験とデータ解析を組み合わせて研究を行います。例えばフロー状態を対象とするなら、それを誘発する課題を開発して対象者に取り組んでもらい、その時の生体情報を計測します。実験室環境の開発にはVR/ARの活用も進めており、今後はフィールド実験も展開予定です。実験で取得したデータを解析し、多様な心理状態に関する生理学的特徴を明らかにしていくために、AI

を積極的に活用して大量かつ多次元のデータを評価したいと考えています。

現在は、フロー状態の定量化をメインのテーマとしており、現実空間とVR空間とで作業環境を変えて実験を進めています。生体情報をもとに、人の心理状態を客観的に評価する手法を開発・提案することで、労働生産性の向上や健康管理の改善に貢献すること、人の役に立てることが私の研究のベースです。ですからほかにも、ストレスなどで皮膚から出る皮膚ガスを生体情報として活用する心理状態の評価なども研究中です。また、スマートウォッチなどで取得できる身体活動量などの情報を使って転倒検出のシステムを作り、建設現場の労働災害を減らすことにも取り組んでいるところです。

### 新しい知見を心理学、生理学、 データサイエンスの融合で

本研究室ではフロー状態に関する研究を軸に、VRなどを絡めて多様なアプローチで取り組んでいます。人間工学、心理学、生理学、

データサイエンスなどの分野が融合した領域の研究に触れられることを、学生の皆さんにはぜひ楽しんでもらいたいです。知りたい、学びたいという探究心から研究をスタートしてくれればと思います。卒業研究は、自分でデザインして実行し、評価し、研究成果をアウトプットするという一連の流れを学習することが最大の目的だと私は考えています。

研究活動では視野を広く持ち、プロセスや失敗、無駄と思えるような体験からも学んでもらえたらと思います。実験では思ったようなデータが取れないことがよくあります。特に、人を対象とした実験は1回きりのものなので、順序立てて計画的に進めることが大切です。生体情報やアンケートなど多様なデータをいかに解析するかは、情報系の学生の得意分野でしょう。一方で、就職後はそうしたことができるのは当たり前とされ、プラスアルファで何ができるかが問われます。研究を通じて、ヘルスケアやデータサイエンスなどの実践的な知識・技術も身につけることが、強みになると 생각합니다。

# SEEDS

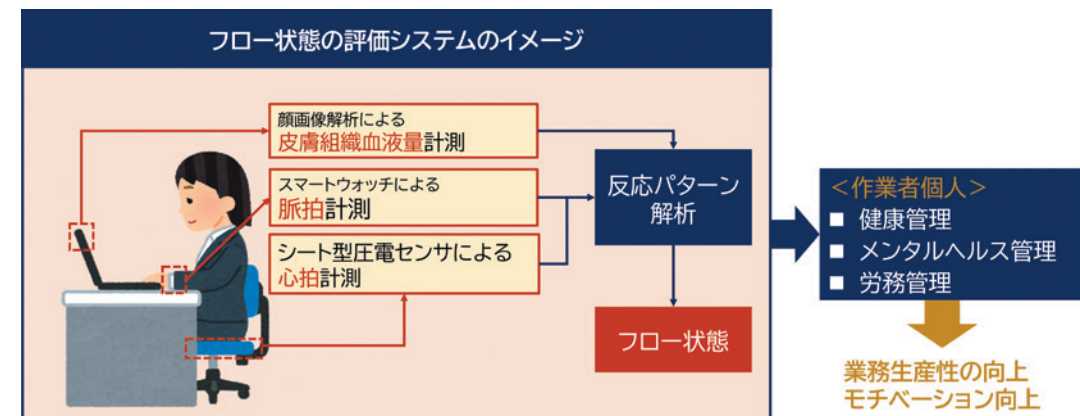
## 研究テーマ

## 生体情報を用いて、人の感情や心理状態を 評価する手法の開発

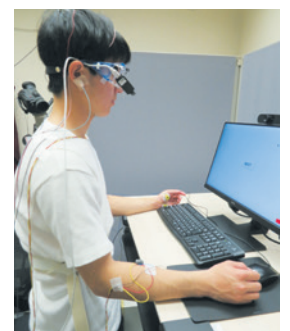
本研究室では、心拍や血圧、脳波などの生体計測を行う実験と、そのデータを解析することで、人の感情や心理状態を客観的に評価する手法の開発を行っています。特に、業務生産性やモチベーションに寄与する「フロー状態」の評価システムについて、現実空間やVR空間での研究・実験を進めており、今後はオフィスワークや学習環境などでのフィールド実験にも力を入れたいと考えています。

また、例えば北海道の自然環境などをVRなどに取り入れたり、労働生産性を考慮したワーケーションにつなげたり、地域性を生かした取り組みも検討しています。こうした研究を通じて、生産性の向上や健康管理の改善などの面から、社会に貢献していければと思っています。

### 実験＋データ解析の成果を健康管理や生産性向上に活用



研究用に開発されたVRの作業空間



生体計測実験中の様子(現実空間)

### 企業等への提案

本研究は、生産性やモチベーションに寄与する「フロー状態」の評価手法を開発しています。スマートセンシングにより得られた生体情報からフロー状態を推定し、それらの情報を可視化すれば、生産性向上や健康管理など職場環境の改善にもつながられるはずです。

### 地域に向けてできること

スマートウォッチなどのウェアラブルデバイスを活用した健康管理システムの開発、集中力や創造性を生み出すような職場環境の構築など、ユーザーを重視したサービスの開発やものづくりに貢献できればと考えています。



# 人間工学の知識をベースに、製品、システム、サービスをデザイン。

003 Kobayashi  
LABORATORY

## 小林研究室

教授・博士(工学) 小林 大二

■専門分野 サービス工学

※人間工学に基づく人間中心設計

■千葉工業大学工学部第一部工業経営学科卒業

■慶應義塾大学大学院理工学研究科管理工学専攻博士課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

当研究室では、人間工学の専門知識を基盤として、バーチャルリアリティを活用したユーザインタフェースのデザインを評価しています。また、人間中心設計アプローチ(JIS Z8530)に基づいて、多様な人びとが利用するシステム、製品、サービスの評価および改善などを手がけてきました。

オフィスワーカーの創造性を発揮させる仮想オフィス環境のデザインを研究中



### 地域課題への取り組み

この研究室では人間工学<sup>※1</sup>の知識と課題解決方法、さらに情報技術を使って製品・システム・サービスをデザインする工学的研究をしています。「デザイン」とは、本来、アイデアを具現化することであり、工学は科学に基づいて社会の中で私たちが抱えている課題を解決する学問です。例えば、千歳市ではバスの運行状況や時刻表がスマートフォンで入手できますが、「障害のある方や高齢者の方々にバスを利用していただくには?」といった地域課題に千歳市と協働で取り組んでいます。また、地域の課題解決のため、当研究室では新千歳空港のショッピングガイド、千歳市が配布している路線バスの時刻表、バスの乗り方を紹介するYouTube、JR千歳駅構内の案内板や駅前案内板など、毎日多くの人びとが利用するものをデザインしています。

### 人間工学に立脚したシステム、製品、サービスのデザインとは

情報システムには、利用者(ユーザ)が指示を入力したり、システムからの応答が分かるユーザインタフェース(UI)が必要です。しかし、ハードウェアやソフトウェア(プログラム)を学んでも、「ひと」に見やすく、分かりやすく、操作しやすく、間違えにくいUIをデザインすることはできません。ユーザには、子どもや高齢者、障がいのある方々があり、それぞれ多様な能力を持っています。このような多様なユーザが使うUIのデザインには、「ひと」の性質や限界に関する知識、つまり人間工学の知識も必要です。これは、幅広いユーザが利用するモノのデザインにおいても言えます。

ITサービスを顧客にとって価値が高いものにする場合にも同様です。UIを通して顧客に提供されるサービスの効果・効率・満足度を高め、ユーザエンゲージメントを高めるためには、顧客の特性を含む利用状況とニーズを調査し、デザインに反映させる人間中心設計アプローチが求められます。研究室ではユーザを知る

技術である身体・心理・生理および感性の測定・評価法を活かして、急速に高度化するIT技術が人びとに受け入れられるようにするためのデザイン要件を探究しています。

### 自動運転バスの社会実装に向けた持続可能な公共交通サービスのデザイン

我が国では人口減少による働き手の不足により、ロボットを始めとする自律型システムの導入が図られています。一方で、自律型の自動運転バスの導入についても、その必要性が叫ばれてはいるものの、運転精度向上と性能の検証に留まっています。千歳市も自動運転バスの導入を目指していますが、自動運転バスを従来の交通環境に実装した場合での交通参加者(ドライバーや歩行者等)への影響やバスを利用する住民のニーズを反映させた新たな自動運転バスのサービスをデザインし、自動運転バスという新しい技術に対する社会受容性を高めていく必要があります。そのための調査と研究を千歳市と協働で進めています。

# SEEDS

## 研究テーマ

## 社会に受け入れてもらえる製品、システム、サービスのデザイン

### 研究室で学ぶこと

多様なユーザの要求やニーズをシステム、製品、サービスの設計に反映させるための人間工学的手法と技術

### 人間工学とは

人間工学とはエルゴノミクス(Ergonomics)やヒューマンファクターズ(Human Factors)と呼ばれる学問領域で、働きやすい職場や生活しやすい環境を実現し、安全で使いやすい道具や機械をつくることに役立つ実践的な科学技術であり、システムにおける人間と他の要素とのインタラクションを科学的に理解するための専門分野です。

——興味のある方は、日本人間工学会のWebページ<https://www.ergonomics.jp/>をご覧ください。

### 研究テーマ例1:仮想現実を利用した自動運転バスの交通参加者への影響に関する実験の評価

自動運転バスを従来の交通環境に実装する場合、ドライバー同士さらに、歩行者などとのコミュニケーションが欠如し、交通事故のリスクが高まる懸念があります。このため、周囲の交通参加者に向けたメッセージを伝えるための「外向けヒューマン・マシン・インタフェース(eHMI)」を自動運転バスに備える必要性が求められています。研究室では、仮想現実空間で千歳市内の交通環境を再現し、eHMIのメッセージが交通参加者の行動におよぼす影響を調査し、周囲の交通環境のリスクを低減できるeHMIの活用方法を探究しています。

### 研究テーマ例2:仮想現実環境でのオフィスワークが作業者の創造性におよぼす影響の調査

日本では感染症拡大による影響と働き方の多様化によって在宅勤務を選択するオフィスワーカーが増えました。その中には、バーチャルリアリティ(VR)技術を活用し、仮想現実のオフィスでミーティングに参加したり、オフィスワークに従事するケースも見られるようになってきました。VR技術や通信技術、デバイスの進化によって新しいワークスタイルが今後広がる可能性があるものの、イノベーションの元となる人の創造性におよぼす効果や影響は、分かっています。研究室では、人の生理心理指標に基づいて仮想現実環境がオフィスワーカーにおよぼす影響を調査しています。

### デザイン事例:JR千歳駅の路線バス利用に関する掲示板や案内板のデザイン

人間工学の観点に立って、千歳市のバス時刻表やバスガイドを見やすくデザインしたりJR千歳駅構内にあるバス乗り場への案内板や外国人旅行者向けの案内板をデザインしています。公共物の掲示物やパンフレットのデザインには、ひとの色覚特性などを含む人間工学の専門知識とIT技術の活用が求められます。最近では、JR千歳駅構内のバス乗り場案内や千歳駅構内の案内板のデザインを当研究室の学生が手がけるようになりました。学生はこのような専門知識を活かした地域貢献的活動を通して、人々が生活しやすい環境、製品、サービスをデザインする考え方を実践的に習得しています。



### 企業等への提案

これまで、自治体および新千歳空港などの公共施設の案内板、パンフレットのデザインの評価・提案や、人間工学的手法による評価及び改善、開発したシステムのユーザインタフェースの評価および改善提案なども行ってきました。利用者にとって見やすい、理解しやすい、使いやすい、といった多様な利用者の立場に立ったシステム、製品及びサービスのデザイン(設計)を図ることで、企業が提供する「もの」やサービスの価値を高めたい場合にご相談いただければデザインやノウハウを提供できます。また、ユーザインタフェースの設計・製造を手がける企業には、デザインのノウハウや改善のためのプロセスについての情報を提供できます。

### 地域に向けてできること

担当教員は日本人間工学会が認定する人間工学専門家資格(CPE)を有し、自治体が住民に提供する様々なサービスの価値を高めたり、住民の満足度を高めるためのノウハウやデザイン(解決策)を提供できます。これまでも、バスのガイドマップや時刻表、案内板のデザイン、新千歳空港のガイドマップおよび案内板のデザイン提案などに取り組んできました。また、職場での作業効率を向上するための作業方法の評価及び改善についても、ノウハウを提供することが可能です。

※1「人間工学」 働きやすい職場、生活しやすい環境、使いやすい製品を実現し、人々の安全・安心・快適・健康を保持・向上させるのに役立つ実践的な科学技術



# XR、AI、IoTなどを活用し 社会実装を目指してシステムを開発。

004

Komatsugawa  
LABORATORY

## 小松川研究室

教授・博士(理学) 小松川 浩

- 専門分野 知識工学(知能アルゴリズム)、分散処理、ICT教育システム
- 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科物理学専攻博士課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

教育・産業・医療等の社会サービスに対して、AI手法を活用した新たな情報システムの研究を行います。Deep Learningを主とする特徴分析や、これと連係するJavaベースの実システムの開発と実証実験を通じたサービス実現を目指します。

プレゼンテーション動画をAIがさまざまな観点から自動評価。



### 英語のプレゼンテーションの 自動評価、学習支援を可能に

本研究室では、XRをはじめAI、IoTなどの最先端のソフトウェア技術を駆使して、次世代のアプリケーションシステム(知的な情報システム)の研究を行っています。特に、教育、医療、環境に関する分野で役立つ新しいサービスをつくる研究を進めています。

例えば、教育の分野で取り組んでいるテーマの一つが、「英語プレゼンテーション学習支援AIの開発」。オンライン授業が普及し、学生がアップした英語のプレゼンテーション動画を教員が評価するようになったことで、表情や態度、内容などの観点をAIで分析して自動評価できないかと、他大学の英語教員と共同研究しています。教員が評価のために使うだけでなく、学生はそのアプリケーションを活用してトレーニングができるため学習支援も可能になります。また、XRを教育分野に適応させる取り組みとして、高校の情報の授業で行われる家庭内ネットワークの構築の教材を開発。ネットワーク機器の接続を実機で行うのは難しいためワークシート上で行われている実習を、

XRを活用して実際に手を動かしながら仮想的に体験できるようにしています。

医療分野のテーマでは、AIによる医療画像の自動診断のほか、認知症の患者さんは表情がはっきりしなかったり、自分で症状が分からないことがあるため、痛みや症状をAIで判断できないかと、医療関係の大学と共同で研究を進めています。さらに、VRで仮想空間をつくって病室を再現し、患者さんをAIに見立てた看護実習での対話トレーニングなどもテーマとしています。

また、環境分野では、地域のリサイクル業者と連携し、廃電池の仕分けに取り組んでいます。廃電池の仕分けは難しく、現在は手作業で行われることが多いため、AIを使って自動的に仕分けする研究を進め、既に9割ほどの精度で可能になっています。

### 進化する“道具”を実用化し 新たなサービスをつくり出そう

本研究室は、企業、自治体、大学などとの共同研究が中心です。共通するキーワードは「社会実装」。課題解決のために、社会で実際に

活用できるようにしていくことを目指します。こうした研究に、学生たちに積極的に参加してもらい、次世代のソフトウェアエンジニアの育成に力を入れています。将来、学んだ専門性を生かして社会で活躍できるように、自分で何をやりたいのか企画・計画することから始め、失敗も含めて多くのことを経験してもらいます。研究室への所属は3年次秋ですが、それ以前の学年でも、本研究室の学生の卒業研究と連携して展開するプロジェクトに自主参加する学生が増えています。本研究室の学生はチームリーダーとして低学年の学生と接することで、リーダーシップやコミュニケーション能力も身につけることができます。

今やAIは社会に実装されてきていますし、我々にとっての“道具”はどんどん進化してきています。道具は世界的に磨かれていきますから、本研究室では、それをどう実用化しているいるところにサービスとしてつくっていくかに興味を持っています。使える道具が増えることで、対応できる可能性は広がるので、あとはどういうサービスにしていくな、です。学内・外を含めて異分野融合を図り、常にアンテナを張って新たなシステムの開発を目指しています。

# SEEDS

## 研究テーマ

## AI・IoT等を活用した 知的な情報システムの実用研究

本研究室では、AI(人工知能)やIoT(モノのインターネット)などの最先端のソフトウェア技術を駆使して、次世代のアプリケーションシステム(知的な情報システム)の研究を行っています。また、企業や自治体と共同して研究に取り組んでおり、実用的なシステム開発を目指しています。

### ■研究で開発しているシステム一覧表

| 研究しているシステム                  | 内 容                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|
| AIを用いた行動分析システム              | 学生の学習データと生活ログから学生の特徴を分析して、中途退学の可能性がある学生を早期発見するシステムの研究 |
| 一人ひとりの知識状況に応じた学習ナビゲーションシステム | eラーニングの勉強の過程を人工知能に分析させ、自分にあった勉強ができるシステムの研究            |
| GPSと地域の情報を活用した公共交通支援システム    | GPSや地域の情報(商店情報・観光情報など)を活用し、地域の公共交通の活性化を支援するシステムの研究    |
| IoTを利用したセンシングの応用システム        | 教育支援や観光支援を狙ったIoT利用型のシステムの研究                           |

### 本研究室の研究一覧



図1 一人ひとりの知識状況に応じた学習ナビゲーションシステム

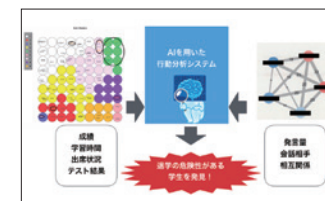


図2 AIを用いた行動分析システム

情報システムやIoTデバイスを活用して、学生のさまざまな学習活動情報を取得し、AIを用いて学生の行動分析(退学等含む)を図るシステムの開発を行っています。

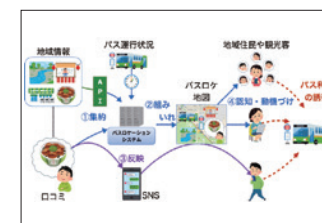


図3 公共交通支援システム

地元の行政や企業との共同研究の枠組みのなかで、GPS情報や観光・商店の情報を活用して、地域の公共交通(特に路線バス)の利用促進を目指したシステムの研究をしています。

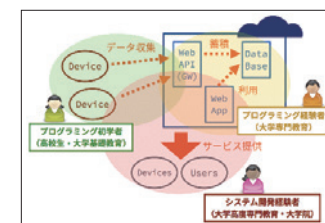


図4 IoTを利用したセンシングの応用システム

環境・生体の情報をセンサで取得し、Webを通じて集約・活用できるようにするIoT技術を題材とした情報系教育プログラムの構築や、観光への活用の検討を行っています。

### 企業等への提案

数万人規模の学習データを活用した個別学習支援システム、文系大学と連携した日本語レポート添削システム、医療系大学と連携したエコー画像自動解析・診断支援システム、日本語ヘルプデスク対話システムなどを開発しています。

### 地域に向けてできること

教育に関しては、文部科学省や北海道教育委員会と連携してeラーニングサービスの提供(全国で4万人規模)や初等・中等・高等教育でのプログラミング教育の推進を行っています。



# 防災・減災を目指して、災害規模予測につながる「インフラサウンド」に注目。

005

Saito  
LABORATORY

## 齊藤研究室

専任講師・博士(理学) 齊藤 大晶

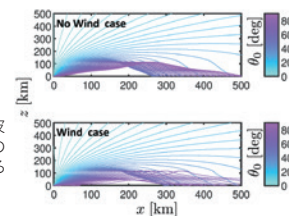
- 専門分野 地球惑星科学、自然災害科学・防災工学
- 北海道大学理学部地球科学科卒業
- 北海道大学大学院理学研究院宇宙物理学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

インフラサウンドの観測、理論計算、AI解析の融合により災害規模予測精度の向上を図り、国内外の共同研究機関と協働して基礎から応用に至る体系的な研究を展開中です。将来的には、防災・減災に寄与する社会実装を目指します。

風の影響を考慮した音波の伝播経路。風が音波の屈折や到達距離に与える影響を視覚的に比較。



### 地震、火山噴火、津波などの超低周波音の可能性を追究

地震、火山噴火、津波、落雷、隕石衝突、雪崩などからは、人の耳には聞こえない超低周波音「インフラサウンド」が発生します。このインフラサウンドの観測データを分析し、数理モデリング、AI解析など多様な手法を統合して災害規模の予測および早期警報システムの研究開発に取り組むことが私のテーマです。

インフラサウンドは、地震や津波などの災害を引き起こす大規模な自然現象が起きた時に発生しやすいと考えられています。ほかにもロケットの打ち上げ、核爆弾の爆発、あるいはゲリラ豪雨が起きる前、オーロラなどでも発生するといわれ、多様な自然・人為的現象に応用できる可能性を持っていることが、この研究の大きな魅力です。インフラサウンドの観測データから、どれくらいの規模のものが起きているかが離れていても、目で見なくても、分かるかもしれないのです。

低い音には遠方まで伝わるという性質があるため、例えば2022年にトンガで海底火山が

噴火して約8,000km離れた日本でも津波が観測された時、先行してインフラサウンドが届いていたことがデータから分かっています。ただ、津波が起きたことを確認し、そこから逆算してデータを見ていくことになるので、インフラサウンドが届いた段階ではそれがどの何を示すかは分かりません。ですから今後、届いた波形の特徴から津波や火山噴火など分類ができるように、情報技術を活用していけないかと考えています。

インフラサウンドを捉えるセンサは全国に設置されており、その観測網からデータを収集し、解析することで意味のあるものを見つけ出したい。分からないところもまだまだあって発展途上ですが、数理モデリングできるところもあり、可能性に期待して研究を進めています。

### 地域課題の解決とともに人の命や安全に貢献したい

本研究は社会実装につながり、防災・減災という人の命や安全に対して貢献できることが大きなやりがいでもあります。学生の皆さん

の研究テーマも、基本的には防災・減災に基づいた中で、例えば機械学習であったり、データを蓄積するためのシステムであったり、情報技術に関わることに取り組んでくれればと思っています。ただ、それに限るわけではなく、学生の興味や発想なども聞きながら、一緒に研究活動を進めていく考えです。また、将来的にはセンサを自分たちの手で作り、モニタリングして別の現象を見ていくことにも挑戦したいです。

北海道の地域性に沿った防災・減災に役立つことも目標です。北海道では巨大地震による津波の被害想定などが公表されていますから、自治体などとも連携してインフラサウンド観測のセンサを設置するなど、地域課題の解決に向けた研究に取り組んでいきます。インフラサウンド観測を行う大学などが全国的なコンソーシアムをつくり、研究者が協力して研究を進めていますので、私も北海道から貢献していきます。

# SEEDS

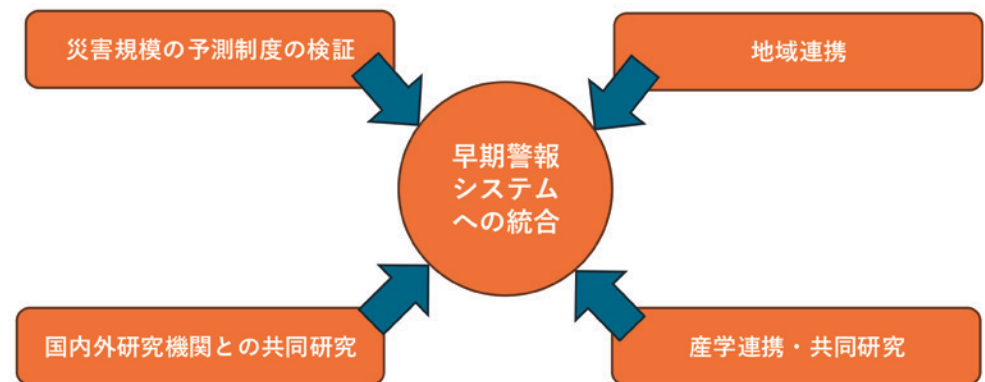
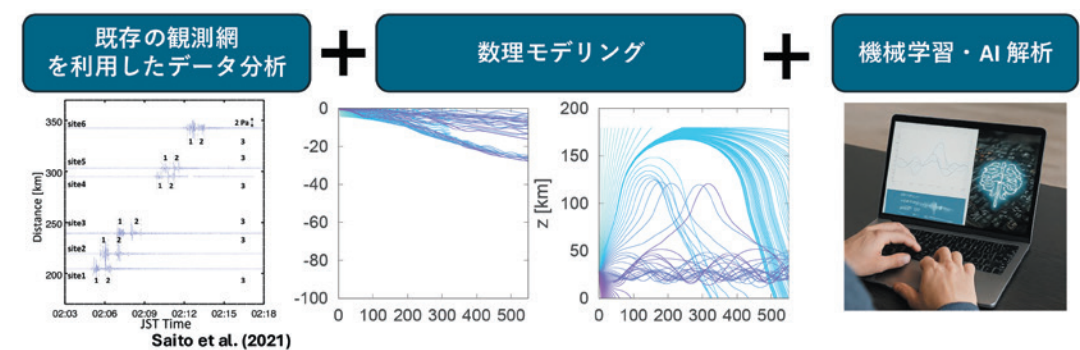
## 研究テーマ

## インフラサウンド観測、数理モデリング、AI解析など多様な手法を統合した防災・減災に寄与する災害規模予測および早期警報システムの研究開発

インフラサウンド観測データを分析し、数理モデリングとAI解析などで統合することにより、地震、火山噴火、津波、落雷など多様な災害の規模を予測するとともに、早期警報システムの研究開発に取り組みます。

この研究を進めることで、さまざまな自然・人為的現象への応用が期待できます。地域の特性に応じた応用研究では、例えば自治体の防災計画、学校・コミュニティでの防災意識向上など、地域全体の安全確保にも貢献できるものと考えています。国内外の研究機関、自治体、企業などと積極的に連携を図り、防災・減災技術の実用化を推進していきます。

### 地域の安全確保に貢献する災害規模予測・早期警報システムを研究開発



### 企業等への提案

これまでの知見を生かして、防災・減災技術全般の共同研究・開発を企業と広範に推進したいと考えています。例えば、集中豪雨の規模をいち早く予測するシステムなど、実用性のある技術開発と一緒に取り組んでいくことを提案いたします。

### 地域に向けてできること

防災意識を高めるため、学校や自治体と連携してワークショップなどを企画する取り組みを支援します。加えて、地域全体でセンサネットワークを構築し、各センサからのデータを統合して災害の早期警報につなげる環境整備を進めることを提案いたします。



地域の課題を  
サービスサイエンスで解決する。

006 Soga  
LABORATORY

曾我研究室

教授·博士(工学) 曾我 聡起

- 専門分野   メディアデザイン学、観光DX、  
                  教育学
- 岩手大学工学部金属工学科卒業
- 室蘭工業大学大学院工学研究科  
生産情報システム工学専攻博士後期課程修了



**A PPEAL POINT**  
アピールポイント

VR/AR、を用いて、サービスサイエンスの視点から鏡光や国土強靱化を元にしたミラーワールドの研究を行っています。またドローンプログラミングによるプログラミング教育の可能性を研究しています。

支笏湖(国立公園)に設置した気象センサー情報から、美しい鏡面現象の発生を判定・予測し、顧客共創によるサービスを提供。



ビッグデータやAIを活用した  
地域サービスの開発へ

日本のGDPの2/3はサービスです。しかし、サービスの多くは経験や勘に頼るなど、効果や効率の面で課題があります。一方、製造業はグローバルな世の中に大同小異な製品が登場すると、何処かに差別化が求められます。重要な点は顧客の満足度を満たすサービスとの連携です。こうしたサービスを経験や勘だけでなく科学的に取り組もうという考え方が登場したのは、21世紀になって間もない頃のこと、これをサービスサイエンスと呼びました。その後、モバイル端末の登場で、世の中は大きく変わりました。サービスサイエンスもPCの時代には限られたことしかできませんでした。このデバイスの登場で、ユーザーのニーズや動向を捉え可視化することが一気に可能になりました。本研究室では、モバイル端末を活用した新しい情報サービスの研究、開発などに取り組んでいます。

その一つが支笏湖の鏡面現象の解明に関する取り組みです。千歳市には支笏湖洞国立公園である支笏湖があります。この支笏湖をサービスエリアで捉えようとしています。ビッグデータを分析すると、支笏湖を訪れる観光客は桜(ゴールデンウィーク)や紅葉、氷祭りなどのイベントがあると増えることが分かりました。逆に、ゴールデンウィークなどのイベントが終わると客足が遠

のきます。地元の方の話を伺うと、支笏湖では鏡面現象という美しい景色を見ることができると、  
 ということが分かってきました。鏡面現象は、湖の  
 波が無くなら、周辺の山々が湖に映り込む状態  
 です。春先に発生が多いということはこちらま  
 が、具体的なことは情報が少なく分かりませ  
 ン。そこで、研究室では、支笏湖の監視カメラの画像  
 数万枚をAI(機械学習)で画像分析しました。す  
 ると、5月の朝方や午前中に多く発生してい  
 ることを突き止めました。周辺のホテルの方など  
 に伝えると、朝方であるということでは観光資源として  
 有効だとのことでした。一泊して次の日の朝鏡面  
 現象が見られるかもしれないからです。鏡面現象  
 を判定する機械学習モデルができたので、これを  
 スマホアプリとして実装することにより、湖面で  
 撮影した写真を判定することができるようにな  
 りました。地元の皆さんに、鏡面現象のイベントと  
 して活用することが可能です。他にも、世界遺産  
 であるキウス周堤墓群向けに音声ガイドアプリや、  
 千歳市埋蔵文化財センターの魅力をARで伝え  
 るアプリ、苫小牧市立中央図書館に保管されて  
 いる王子製紙古文書閲覧支援アプリなど、地元  
 のサービスの課題を解決するための仕組みを開  
 発し、提供することができました。

パソコンの前にはいるだけではダメ  
現場での観察が研究の基本

ここで学生たちに身につけてほしいのは、まずは研究室を出て、現場へ行って自分の目で見て肌で感じて、そこにある課題を探し出すこと。その上で、ICTによる解決を図っていくことが必要です。問題を探し出す感覚を磨き上げることがとても大事で、それは社会で仕事に就いた際にも幅広く応用できるはず。私たちが取り組むことには相手に必ず人がいますから、コミュニケーションを取って、何をお困りですかと聞くことから入っていけば、間違いないヒントがあります。また、最近の研究は一人でできるものは少ないですし、社会ではチームで仕事をすることが多いので、研究室でもそれぞれの研究活動で分かったことは、ほかの学生と共有してほしいと話しています。

ICT、モバイルの技術で目指すものの可能性は、無限にあると思っています。ですから、ここはモチベーションがあれば何でもできる研究室といえます。ただ、それを見つめるまでが大変です。私自身、そのためのヒントになるような情報をSNSなども活用してできるだけ幅広くピックアップ、学生たちにも伝えています。私の役割は、やる気のある学生の背中を押すこと。研究室をカフェのように居心地の良い環境にしたたり、さまざまな種類のモバイル端末を可能な限り用意したいというのが、学生たちの興味と幅を広げ、応援するためののです。

# SEEDS

研究テーマ インタラクティブ要素を内蔵したデジタルブック・プログラミング教育・博物館／教育支援システム

2007年、iPhoneが登場しました。この年を境に「PostPC」(PCの次の)時代が始まったとされています。PostPC時代に入り、多くのことが変わりました。例えば、それまでPCの操作方法に苦労していた高齢者や年少者などがこうした装置を苦もなく使い始め、Webサービスを利用し始めました。膨大な情報がクラウドにあり、AIやビッグデータなどで利用されています。

本研究室では、こうしたPostPC時代のサービスに関する研究を行っています。研究室の学生や地域の人たちと一緒に、従来のPCの枠にとらわれない、新しいメディアやサービスを組み合わせたアイデアを利用して、様々な課題の解決を目指します。



イラスト:西島花音(2019年度曾我研究室)

## 企業等への提案

サービスは日本のGDPの60%以上を占めています  
が、生産効率が低いのが課題になっています。私たちは  
カスタマージャーニーマップなどの手法を用いることで、  
多角的にサービスについて研究しています。

## 地域に向けてできること

千歳の皆さんと、360度ビューを内蔵したデジタルガイドブックの作成と公開などを行っています。



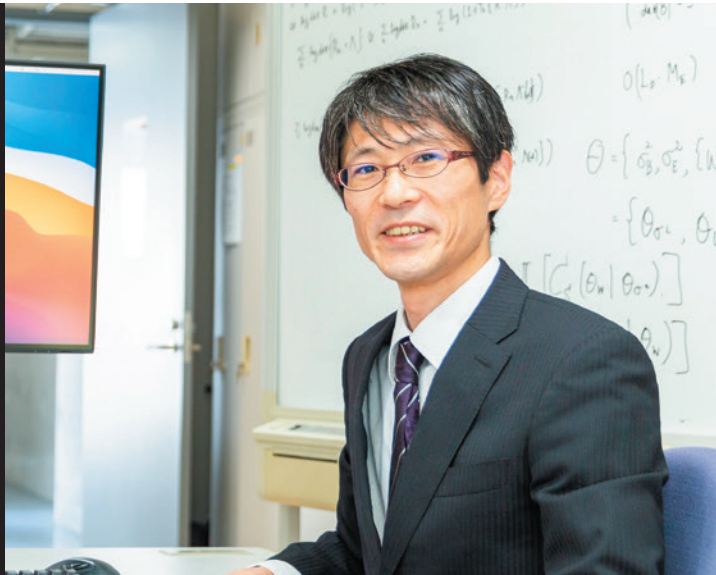
# Society 5.0で求められる IoTインフラのセキュリティ向上へ。

007 Takano  
LABORATORY

## 高野研究室

准教授・博士（情報科学） 高野 泰洋

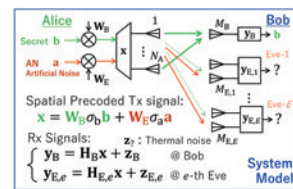
- 専門分野 情報通信工学
- 立教大学理学部数学科卒業
- 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科  
博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

情報理論的安全性を活用することで、従来の暗号化技術の安全性向上を目指しています。現在の進捗状況は、理論構築と計算機シミュレーション検証です。今後、Software defined radio (SDR) による実証実験を計画しています。

情報理論に基づき、重み行列 (WB, WE) の最適解を求める。



### 情報理論的安全性に着目し IoTインフラの安全性を向上

北海道の広大な土地を生かした農業、酪農業において、生産性および品質の向上を目指す、IoTシステムを活用したスマート農業、スマート酪農が始まりつつあります。システムを構成するセンサやドローンは、無線により情報通信を行います。例えばLoRaは、伝搬環境によっては、乾電池駆動で数十kmの通信を可能にします。しかし、手塩にかけて品種改良を重ねた種子が盗まれるという事件を見聞します。無線システムの運用は通信エリアの拡大に応じて、第三者に傍受されたり、悪意のあるハッカーにシステムを乗っ取られる危険性も増加することを考慮すべきではないでしょうか。

このように、来るべきSociety 5.0において、重要な通信基盤として産業用IoTは強固なセキュリティが求められています。従来、通信の安全性は上位層における暗号化により保証さ

れてきました。IoT機器向けの軽量暗号も研究が進められていますが、H/Wリソース制約のため、当該手法は従来に比べ安全性を損なう懸念があります。また、IoTシステムにおけるBlockchainの活用が期待されていますが、トラフィック容量の限られたIoTリンク間で逐次累積される分散台帳を共有することは困難です。

このような問題に対し、本研究室では情報理論に基づき、通信路の特徴と従来の暗号化を組み合わせ、要求された安全性を柔軟に達成するクロスレイヤ・セキュリティを検討し、IoTインフラの安全性向上を目指しています。

### 「無線マイニング」から 実用システムへの応用を

本研究室は通信の高速化、信頼性向上を目指したMIMO信号処理アルゴリズムを提案してきました。これら物理信号の解析技術を、自律的なIoTネットワークの構築へも応用してい

きたいと考えています。例えば、数百頭の家畜の放牧支援IoTシステムや、自動運転技術を支える自動車アドホックネットワークは、位置が変化する数百ノードからなるセンサネットワークです。信号解析結果を活用することで、数百ノードの自律的な通信制御や、通信障害の原因診断や障害予測を検討しています。

また、日常的に利用しているWi-FiやBluetoothの無線信号を解析することで、端末の位置情報だけでなく、部屋の在室人数や活動状況が推定できることが知られています。この技術は、プライバシーを損なう懸念のあるカメラ等を設置することなく、既存のWi-Fiルーターだけで高齢者や在宅患者の見守りサービスを実現します。

このように、本研究室は、統計的信号処理やAI技術を活用し、非線形性を持ちうる実サンプルデータから有意な情報探掘を行い、実用システムへの応用を目指します。

# SEEDS

## 研究テーマ 情報理論的安全性を活用した セキュアな伝送法

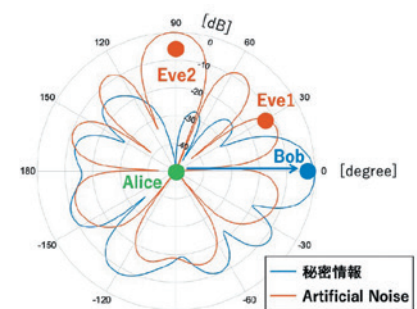
本研究室は、「情報理論的安全性に着目したIoT通信システム」をはじめ、「無線マイニングと応用システム」「大規模MIMO信号処理アルゴリズムの検討」を主なテーマとして研究に取り組んでいます。

ここでは、「情報理論的安全性に着目したIoT通信システム」の研究におけるセキュアな伝送法について、技術的な概要をご紹介します。

なおこの技術は、近距離の無線通信で使えるものと考えています。例えば、現在の交通系ICカードは改札の機器にかざし、その瞬間に無線通信をして決済しています。かざす範囲をもう少し伸ばした場合には、周りに電波が漏洩してしまいますが、この技術を使うと電波を制御でき、正しいユーザのカードのみ通信を行って決済できるため、カードをポケットに入れたままでもうまく使うことができるかもしれません。また、車のスマートキーにも無線通信が使われていますが、この特性を悪用した車の盗難が起きています。この技術は、そうした犯罪の防止にもつながると思われれます。

### セキュア伝送の概要

- 16本アンテナから重み付けした信号を送信することで正規の通信者BobのみにAliceから秘密情報を伝送する。
- しかし、送信重みを計算する空間信号処理は完全ではない。漏洩情報をマスクするためArtificial Noiseを同時に送信し、悪意のある第三者(Eve1、Eve2)の受信を妨げる。
- 信号が届かないため、(Eve1、Eve2)はいかなる暗号解読手段でも秘密を解読できない。
- つまり、伝搬路の状況に応じて統計的に「情報理論的安全性」が保証される。



無線アンテナ電波放射パターンのシミュレーション図

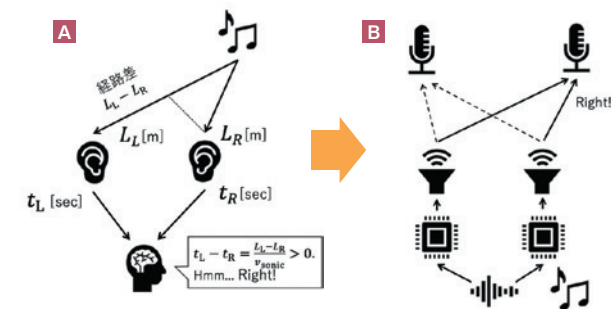
### 空間信号処理の原理

[A図]

- 左右の耳へ到来する音波の経路差により生じる音のずれから到来方向を知覚する。

[B図]

- 逆処理を施した音を2つのスピーカーから鳴動させることで特定方向へ音を集中させることができる。
- 同様の原理で、複数アンテナと空間信号処理を活用し、電波の放射方向制御が可能になる。



電波を音に置き換えたイメージ図

### 企業等への提案

従来の暗号技術は、量子コンピュータが実用化される将来、安全性が揺らぎかねないといわれています。計算量的安全性と情報理論的安全性を兼ね備えたセキュアな伝送法を研究しています。

### 地域に向けてできること

組み込みシステムエンジニアの実務経験、および、これまでの教育経験を生かし、中高生や初心者向けのEdge AIやマイコンシステム講座等を提供していきたいと考えています。



# テーマは「教育×ICT」。より良い学びを実現するため研究を展開します。

008

Nakabayashi  
LABORATORY

## 仲林研究室

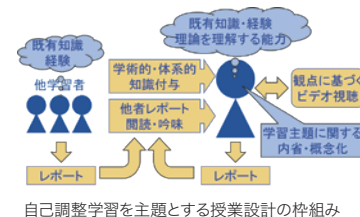
教授・博士(人間科学) 仲林 清

- 専門分野 教育工学、eラーニングシステムアーキテクチャ、技術標準化、教育実践のデザイン
- 東京工業大学理学部応用物理学卒業
- 早稲田大学大学院人間科学研究科博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

より良い学びを実現するための教育・学習手法の設計と実践が研究のビジョンです。教育実践を問題解決過程と捉え、学習目標を達成するための課題の明確化、理論に基づく学習手法の設計・開発・実施・評価・改善の研究をしています。



自己調整学習を主題とする授業設計の枠組み

### 実践とシステム開発の両面で 教育・学習の枠組みを設計

「教育×ICT」をテーマに、大きく二つの分野を研究しています。一つが教育工学や学習心理学に基づく学習手法の設計、実践。もう一つがICTを活用した学習支援システムアーキテクチャ。授業の内容をどう組み立てるかという教育実践と、技術を使うシステム開発の両面から、より良い学びの実現を目指しています。

教育実践の研究例の中から、「自己調整学習を主題とするビデオとオンラインレポートを活用した授業実践」をご紹介します。自己調整学習とは、自分で学習方法を調整していくという考え方です。学生に見せるビデオはテレビのドキュメンタリー番組で、塾の先生が中学生を支援する内容です。やる気をなくした中学生が「周りが天才だから」と言う場面がありますが、これは自己調整学習の理論に当てはまります。自分の能力が足りないから駄目なのだと思うと現実逃避になるけれどやり方が悪かったから変えてみよう、努力が足りなかったからもう少しがんばってみよう、と考えればやる気につ

ながるという理論です。

授業ではそうした理論を先に説明し、ビデオの中に出てくるいろいろなエピソードが自己調整学習の理論に当てはめるとどう解釈できるかを読み取り、自分の学習経験も振り返りながらレポートを書いてもらいます。そのレポートを次回の授業で全員に共有することで、人によって見ている場面や解釈、さらに学習経験も違うと学生たちは自ら気づきます。その後、もう一度ビデオを見せ、改めて詳しくレポートにまとめてもらいます。授業後の学生のアンケートでは、「ほかの人のレポートを見て自分の考え方が変わった・広がった」「理論の具体的な例が分かり、自分の経験と結びついた」など、手応えを感じられる感想が出てきます。

ただ、ビデオに出てくるトピックを論理的につなげてレポートを書くのが難しかったり、レポートの課題に当てはめて解釈できない学生もいます。そこで今は、レポートの作成支援にAIを活用できないか、検討を進めているところです。

### 論理的な考え方を身につけ 問題解決の能力を養おう

本研究室に所属する学生には、自分の得意なことを人にどうやって教えるか、あるいは自分の苦手なことをどうやって勉強するか、いずれかに関する研究テーマを自分で見つけてもらうのが基本です。例えば卒業後、教職に進みたいという学生たちは中学生・高校生に数学や理科を教える方法を考えたり、AIの活用について考える例もあります。ほかにもこれまでプログラミング、議論の進め方、書道のスキルなどさまざまなテーマが出てきましたが、それを研究としてどうアレンジしていくかは私が一緒に検討していきます。

研究活動を通じて、自分で「学び方」を学ぶことにつながります。また、課題を設定し、それを解決して人に説明するという問題解決の論理的な流れを経験することも重視しています。問題解決のために使える理論や枠組みはたくさんありますから、経験をそれらに結びつけて考えていく。それは、社会でも活用できる問題解決能力を養うことになるはずです。

# SEEDS

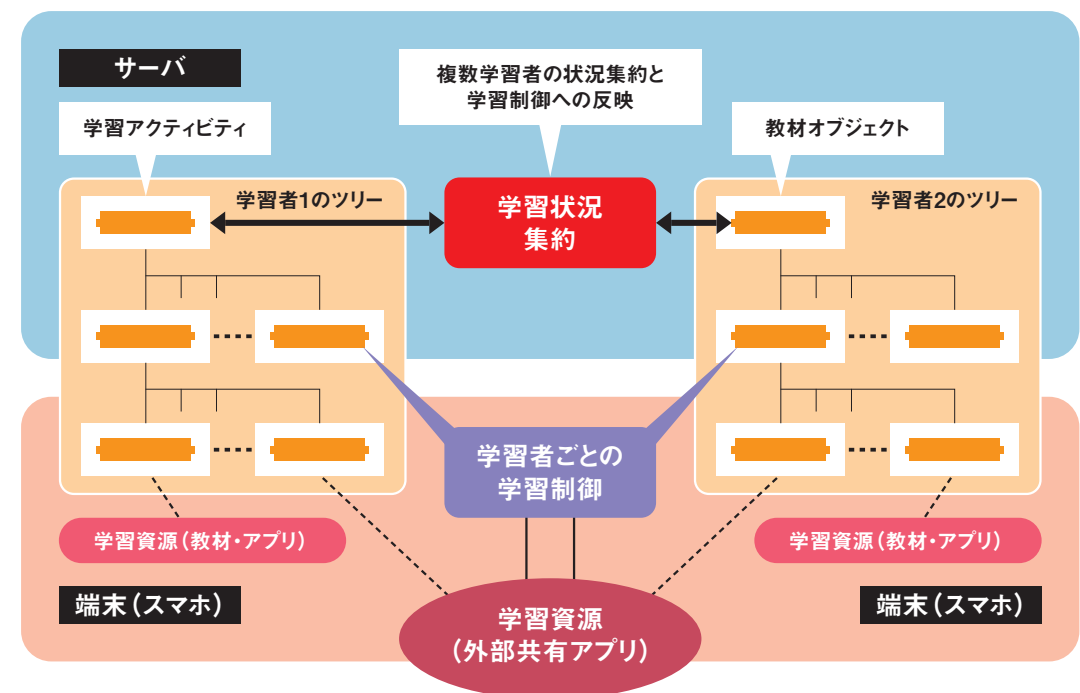
## 研究テーマ

## 教育工学や学習心理学に基づく学習手法の設計、実践 ICTを活用した学習支援システムアーキテクチャ

「教育工学や学習心理学に基づく学習手法の設計、実践」と「ICTを活用した学習支援システムアーキテクチャ」のそれぞれの分野において、テーマを設定して研究を進めています。前者の教育実践の研究例は前ページで紹介しており、ここでは後者の学習支援システムの研究例として「分散マルチプラットフォーム学習環境の設計と実装」についてご紹介します。

「分散マルチプラットフォーム学習環境」は、eラーニングの環境がタブレットやスマートフォンなどの携帯端末を活用する方向に変化してきていることに対応し、オフライン携帯端末や、LMS(Learning Management System)と携帯端末が連携する学習環境を実現する枠組みとして提案しています。例えば、教材などのコンテンツを学校にあるサーバに接続して使い、そのコンテンツの一部分をタブレットやスマホにダウンロードすることで、ネットワークがつかない自宅などでも継続して学習できます。また、グループ学習においては、複数の学習者の結果や状況をサーバで集約し、効果的に学べるような学習者同士を組み合わせることができ、より良い学びへとつながられる仕組みです。

### 分散マルチプラットフォーム学習環境



### 企業等への提案

企業の研修は、ともすれば経営課題と結び付かない「研修のための研修」に陥りがちです。企業経営に結び付く人材育成の観点から、研修設計や学習手法のアドバイスまたはお手伝いができると思います。

### 地域に向けてできること

教育機関での授業実践やICT活用について、学習理論や実践事例を紹介する講演会などによって、授業設計や改善のきっかけになるようなお手伝いができると考えています。



# 数学を使って、誤りのない 安全安心なシステムを目指しています。

009

Hagihara  
LABORATORY

萩原研究室

教授・博士(工学) 萩原 茂樹

■専門分野 形式手法、ソフトウェア検証・合成  
■東京工業大学工学部情報工学科卒業  
■東京工業大学大学院情報理工学研究科計算工学専攻  
博士後期課程修了



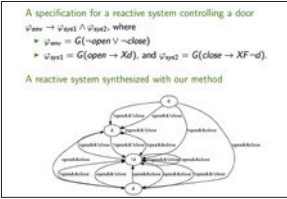
A

APPEAL POINT

アピールポイント

世の中は複雑なシステムが連携してインフラとして構成されています。情報システムやネットワークをはじめ我々が行う業務自体もその一例で、不具合があると金銭的にはもちろん人命に関わったり、信用にも大きな損害を被ります。我々は厳密な数学的なアプローチにより、誤りがない安全安心なシステムの構成手法を研究しています。

時間論理で記述した仕様からシステムを自動合成しています。



**計算とは？ソフトウェアとは？  
本質を捉えることで明らかに**

形式手法(数学的手法)を用いて、誤りのない安全安心なシステムを構成する手法を研究しています。ソフトウェアに誤りがあると、社会が受ける損害や影響は非常に大きいため、誤りをなくすように作ることがコンピュータ工学や情報セキュリティなどの分野で研究目的とされています。ただ、その特効薬となるものは一つもなく、いろいろなアプローチを組み合わせているのが実情です。

その中の一つの方法が、私が取り組んでいる数学を使うアプローチです。形式手法を用いたシステム開発は、正当性を保証できる一方で比較的成本がかかるため、これまでは絶対に誤りがあってはならないシステムの開発などに限定されてきました。それが、計算機のパワーが上がり、誤りがないことをきちんと証明しなければならぬというコンセンサスが得られるようになってきたことなどから、実際のソフトウェアの開発現場でも使われるようになってきています。私たちが取り組んでいるのは、それよりも少し

先のところですが、それもそのうち実際に使われるようになることを夢見て研究を進めています。

「計算とは何か」「ソフトウェアとは何か」といった本質的なところを数学で捉えることが、システムの本質を捉えることにつながる。学生時代にそう気づいたことが、私がこの研究テーマに興味を持ったきっかけでした。本質的なことを明らかにしたいという人間がもともと持っている興味に応えられるような、あるいは今まで解決していなかった、または解決したいと思っていた問題に、自分なりの何らかの答えを出せるような研究を続けていきたいと思っています。

**“共同研究者”として  
学生たちと一緒に研究を**

私の研究室では、学生は“共同研究者”。一緒に考えよう、研究しようというスタンスです。お互いに意見を言い合い、刺激し合える風通しのいい研究室づくりを目指しています。学生には、私が思いつかないような分野や問題もあるはずなので、その視点や方法を大事にしながらサポートし、うまく数学的に意味がある

ような研究にできればと思います。

形式手法というのは、複雑なものの中にある問題を抽象的にして数学で捉え、解決したりするわけですから、ソフトウェアだけではなく通信プロトコル、セキュリティ、さらに生体システムや業務プロセスなども扱うことができます。ですから、数学が好き、システムやプログラミングと数学の関わりに興味があるという人のほかにも、例えばアルバイト先の問題点など自分の経験に基づくものをクリアにするにもツールや数学を使うことができるので、いろいろな興味に応えられます。

数学と聞くと、いわゆる「勉強」というイメージかもしれませんが、それが道具になるのです。私も大学に入るまでは、もともと興味があったコンピュータと数学は関係がないと思っていましたが、コンピュータの中で行われている計算などを表現するために必要な数学があって、そうした複雑なことや実際の現象を捉えるには数学を使うんだと分かり、より面白くなりました。大学の数学は高校までとは違うので、今まで苦手だったとしても新たな面白さに出会えるかもしれません。

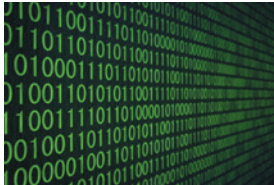
# SEEDS

## 研究テーマ 数学的アプローチによる誤りのない 安全安心なシステムの構成手法の研究

誤りのないソフトウェアや攻撃に対して安全なプロトコルを、自動的に構成する手法を研究しています。その際、論理や代数を道具に用いる数学的なアプローチをとることにより、厳密な安全性を保証します。

数学を使うことで、情報システムをはじめ生体システム、ビジネスプロセスなど、世の中にある複雑なシステムの理解・解析にもつながられます。

世の中にある複雑なシステム



ソフトウェア



ビジネス



ネットワーク

これら複雑なシステムを**理解し解析**するためには、注目する現象をうまく取り扱えるように、これらを正しく**抽象化**し、その上で**解析**する必要があります。

| 抽象化の道具<br>(論理や代数などの数学) | 解析の方法<br>(計算)               | 解析ツール<br>(計算ツール)                  | どのような現象<br>を捉えるのに向<br>いているか | 工学への応用                                                        |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 古典論理数論                 | 定理証明<br>論理推論                | 定理証明器<br>推論器                      | 汎用                          | ソフトウェアの<br>安全性<br><br>ビジネスプロセスの<br>整合性<br><br>暗号プロトコルの<br>安全性 |
| 時間論理                   | 充足可能性判定<br>実現可能性判定<br>モデル検査 | SAT/SMT ソルバ<br>実現可能性判定器<br>モデル検査器 | 時間<br>タイミング                 |                                                               |
| 線形論理                   | モデル生成, etc.                 | モデル生成器, etc.                      | 資源の生成や<br>消費、占有             |                                                               |
| プロセス代数                 | 簡約<br>等価性判定, etc.           | モデル検査器, etc.                      | 通信<br>同期<br>並行動作            |                                                               |

### 企業等への提案

企業が設計開発しているシステムを誤りなく安全なものとするために、もし数学的なアプローチに興味がありましたら、その実際のシステムを用いて、どのような数学をどのように用いてどのように誤りをなくすかを一緒に考えることができます。

### 地域に向けてできること

ソフトウェアや情報セキュリティ、あるいは業務の効率化などについての課題に関して、協力できることがあればご相談ください。



# キーワードは「ネットワーク」。 そこに関連するすべてが研究対象です。

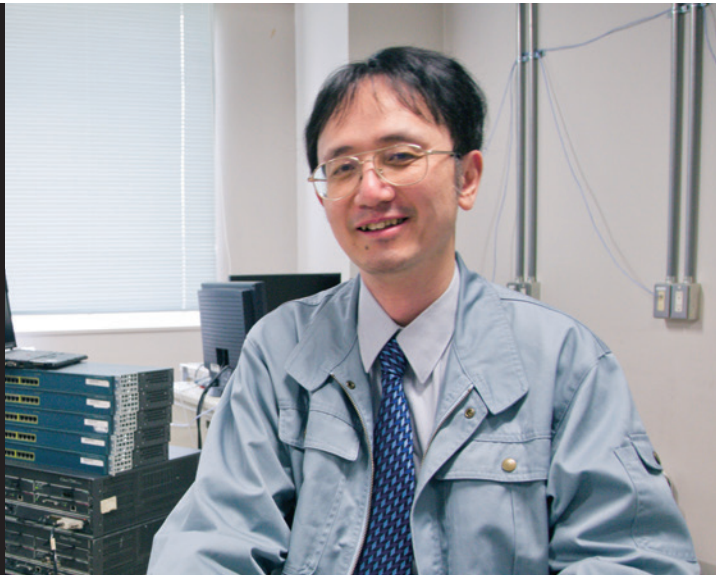
010

Fukamachi  
LABORATORY

## 深町研究室

専任講師・博士(理学) 深町 賢一

- 専門分野 インターネット・オペレーティングシステム
- 東京工業大学理学部物理学卒業
- 東京工業大学大学院理工学研究科物理学専攻博士課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

クラウドサービスで多数の Unix/Linux を自在に操作できる現代ですが、その裏側を学ぶ初心者向け教材は少ないです。そこで、学習用ミニチュアクラウドサービスを開発・運用しています。研究としては初期のステージです。

ラックに最大63台収納可能な業務用PCサーバの蓋をあけたところ。百聞は一見にしかず。プロが使う機材を体感することも大事。



### コンピュータとコンピュータ つなぐさまざまな方法を考えます

研究室の内容を一言で表現するのはとても困難で、所属を希望する3年生に研究室を紹介する時は「NASAを理想としている」と説明しています。実際、壮大な規模でつながっているネットワークの監視をしており、そのどこかが壊れたら修復したり、問題を解決するNASAの管制センターのような立場を基本としています。映画「アポロ13」のシーンにおける、管制センターのオペレーションをイメージしてもらえると分かりやすいかもしれません。

研究のキーワードは「ネットワーク」です。コンピュータとコンピュータをつなぐものは全てネットワークです。その中にセキュリティや管理、運用があり、24時間動作を続ける工夫もあり、そのための装置をつくる、技術を考えるといったこともそこに含まれます。ですからプログラミングも必要ならソフトウェアやサーバも開発します。しかし、最も重要と考えているのは、それで何をするかです。

### コンピュータのフタを 開けてみたい？ それなら、この研究室向きです

私は、新しいパソコンを買って来たらまず裏のフタを開けようとするタイプです。フタを開けて裏側を見たい、どんな構造になっているか知りたい、となります。好奇心が人一倍強いようです。みなさんはいかがでしょう。共感できる人なら楽しい時間を過ごせるでしょう。必ずしもパソコンに詳しくなくてもいいのですが、機械いじりが好きということは大事かもしれません。研究室にはコンピュータのジャンク品も多数あって、分解がお好きな人は好きだけどうぞ、という環境です。

そういう好奇心旺盛な人たちが業界を支えているので、そういう人材を育ててインフラ産業<sup>※1</sup>を支えたいと思っています。私たちの担当の仕事はインフラ産業です。携帯電話が明日から使えないと言われたら困るけれど、お金がないから機種変更するのは来年でもいいと思いますよね。それが、インフラ産業と小売

業との違いです。

目指すところはインターネットの発展に寄与することです。私の開発したフリーソフトウェア<sup>※2</sup>もそうですが、自分たちでつくり上げてきたということが誇りです。他のインフラ産業は、国がお金を出して整備してきましたが、インターネットはトップダウンではなくボトムアップでつくりあげられた世界です。そういうインターネットの文化を継承し、未来に伝えたいと思っています。ですから、原則として、私たちがつくったソフトウェアなどもホームページで公開し、使用感などをユーザーにフィードバックしてもらっています。

結局、この研究室のことは分かりにくいかもしれませんが、何となくでも興味がある人は、ぜひ実際に研究室の様子を見に来てください。実際にここに来ると、その面白さが伝わるはずです。

# SEEDS

## 研究テーマ インターネット運用技術、インフラの構築、 フリーソフトウェア/オープンソースの開発

深町研究室では、コンピュータネットワーク(インターネット)に関係したシステムの研究開発をしています。

### 1 インターネット運用技術

現用インフラの技術や運用手法の改良・開発。長年、商用インターネットの会社にいたので、その続きでもあります。

### 2 社会インフラの構築

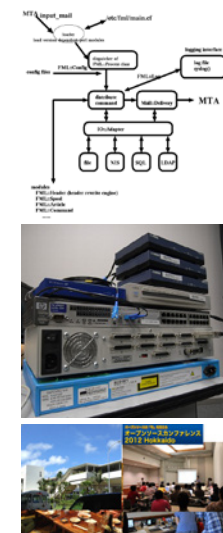
たくさんのデータを収集・分析することで、新しい知見の発見やサービス開発につなげる研究を行なっています。いわゆる、ビッグデータ、オープンデータ、M2M(センサーネットワーク)関連の分野です。たとえば、地域中小企業イノベーション創出補助事業(下イメージ図参照)では、路線バスに搭載したデバイスからデータを収集(M2M)、たくさんのPCで解析(ビッグデータ)した道路推定状況をユーザへ伝えるサービスの開発をしています。

また、身近で解決が必要な案件があれば、それらのプロトタイプ開発も手がけています。電力量の可視化(M2M、センサー情報の集約・解析、SNSなどとの連携)が一例です。

### 3 フリーソフトウェア/オープンソースソフトウェア(FOSS)の開発・普及運動

インターネット、その前身にあたるUnixオペレーティングシステムの開発を支えた文化的背景は「あらゆる情報は公開し、みんなで共有することをよしとする文化(いわゆる『贈り物の文化モデル』)」です。その成果は、インターネットそのもののブラウザのFirefoxをはじめAndroidやApple製品(OSの部品にFOSSを多用)など身の回りにあふれています。われわれは20年以上におよぶフリーソフトウェアの開発の継続、および「インフラ虎の穴」プロジェクトという次世代を育てる運動などに取り組んでいます。また、オープンソースカンファレンスなどインターネット業界のイベントにも積極的に参加しています。

右イメージ図:  
平成25年度地域中小企業イノベーション創出補助事業  
経済産業省 北海道経済産業局  
ジェイ・アール北海道バス株式会社  
株式会社メディア・マジック  
千歳科学技術大学 深町研究室



### 企業等への提案

ミニチュアを新人研修等で利用することも可能です。長年ISPでインフラエンジニアをしていましたので、業務フローやセキュリティなどまで含めたシステム全体の実務的な運用コンサルティングが可能です。

### 地域に向けてできること

Unix/Linux操作やUnixの開発技法の研修や講習会ができます。すでに開催中のイベントについてはconnpass.comをご覧ください。

※1「インフラ産業」 道路、上下水道、電気、通信など社会基盤を守る産業。 ※2「フリーソフトウェア」 ユーザーが自由に扱えるソフトウェア。



# 情報工学の観点から次世代通信技術を支える光集積回路の研究に挑戦します。

011

Fukuda  
LABORATORY

福田(浩)研究室

教授・博士(工学) 福田 浩

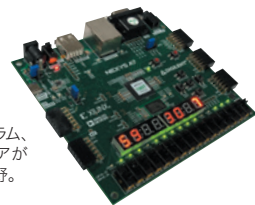
- 専門分野 光集積回路、IoTデバイス・ネットワーク
- 東北大学工学部原子核工学科卒業
- 東京大学大学院工学系研究科  
マテリアル工学専攻博士後期課程修了



## APPEAL POINT アピールポイント

次世代情報通信を担うのはスマートフォン等の高度情報端末と光情報通信です。本研究室は光通信のキー部品となる光集積回路の高度化に対し、ソフト・ハードの両面から取り組んでいます。

マイコンとプログラム、専用ハードウェアが研究室の得意分野。



## スマホの大量データ化に 光集積回路は必要不可欠

本研究室は光集積回路を研究分野としており、ハードウェアとソフトウェアの両面から、さまざまな企業の方々とも協業できる可能性があると考えています。

まず情報処理技術の背景を紹介すると、情報処理デバイスは飛躍的な進化を遂げてきましたが、2000年代後半からはCPU速度の進化に変化がありました。LSIは小さくなれば速く動き、エネルギーも少ないということで進化してきたものの、その寸法と速度の単純な比例関係の限界が顕在化したからです。そこで、LSIの小型化から並列化へと戦略が変更され、それによって処理能力は右肩上がりに伸び続けています。

一方、情報通信デバイス技術の背景をスマートフォンを例に紹介するなら、スマホ同士が電波で通信しているわけではなく、一般的にはアンテナに入った後に基地局を通して経路で通信をしています。電波が飛んでいるところはごくごくわずかで、通信経路のほとんどは

光ファイバです。世界中くまなく光ファイバで網羅されていて、総延長は地球30周分とされています。例えば札幌に住んでいる人がスマホを使ってGoogleで検索をすると、サンフランシスコにあるデータセンタと通信が行き来するため、通信路の99.9%は光ファイバで、残りが無線通信になります。スマホを使っているにもかかわらず、ほとんどが光通信、光デバイスで成り立っているわけです。

我々が光集積回路の研究をしているのは、ますます増えていくであろうスマホの大量のデータをこなしていくには、光通信、光集積回路が必要不可欠だからなのです。

## 光回路の設計や測定の 技術分野で情報工学を活用

最近では、スマホ自体にも高精度な光回路が入り込んでおり、これからさらに高速化が進むと、端末の中にも光回路が多くなってくる可能性があります。というのは、電気配線は原理的にもう高速化が難しく、光配線はスピードに依存しないという特性を持つことから、光集積回

路への期待はどんどん高まると考えられます。

ただ、この先、光回路がそうした道をたどるには、小型化が求められます。光デバイスは電子デバイスよりも1,000倍ぐらい大きいのですが、電子デバイスはこれ以上は小さくならない段階なのに対して、光回路はまだまだ小さく余地があります。光回路が大きいのは、光は急に曲がれないという特性が理由でしたが、もっとコンパクトにきつく光を閉じ込めるテクニックを使うと、狭い回路で小回りがきいて信号が速く進む。それが、シリコンを材料にした光回路で、これまでの石英(ガラス)に比べて100分の1以下、面積では10,000分の1以下に小型化できます。さらに、シリコンは電子回路の材料でもあるため、同じ工場の装置や技術を活用して量産しやすいというメリットもあります。

このように有望なマーケットで、本研究室は光回路の設計や測定の技術分野で情報工学の活躍を見込めるとしています。特に、マイコンを使ったものや専用のハードウェアを使ったものが本研究室の得意分野。そうしたものを必要としている企業と協働し、いろいろな新しいことができる可能性があると考えています。

# SEEDS

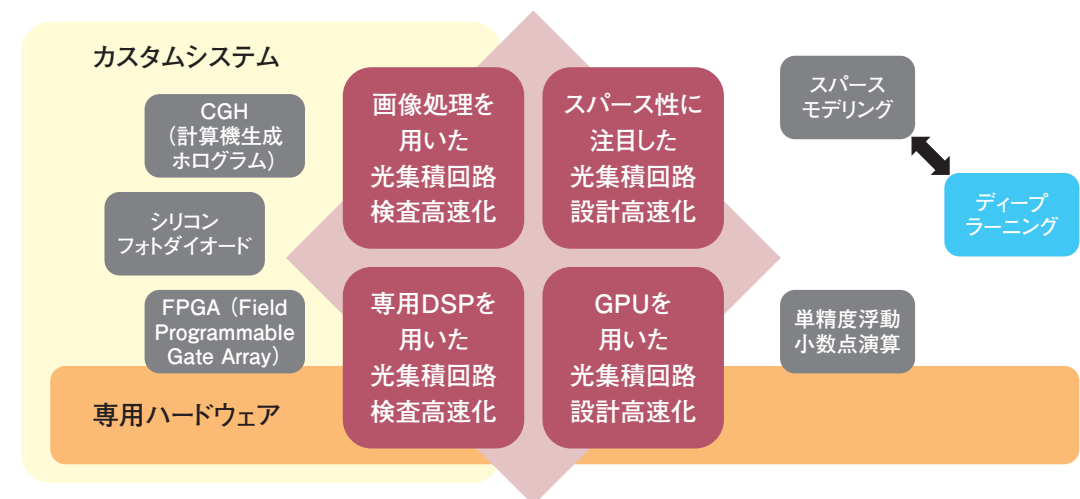
## 研究テーマ 光集積回路の設計・測定手法に関する研究

本研究室は、光集積回路の設計手法・測定手法に関する研究をテーマとしており、この研究を実現するためのソフトウェア・アルゴリズムの開発、ハードウェア・システムの開発を目指しています。次世代を担う情報産業において、我々が高度な情報処理技術を差し込むことによって、新しい産業を生み出していくことができると考えています。

本研究室が扱う研究テーマの中で、企業とコラボレーションできる可能性を考えると、我々はハードウェアとソフトウェアの両方を駆使して取り組むことができる点を特徴としています。例えば、設計向けあるいは測定向けの専用ハードウェアを作ったりもしていますし、今までのものとソフトウェアを組み合わせることで問題を解いていこうという営みもあります。

なお、こうした考え方は、光集積回路に限らずいろいろなものに適用が可能であるため、必要に応じたハードウェアやシステムの提供に貢献できるものと思っています。

### 光集積回路の高度化に向けての取り組み



### 温度・湿度測定用専用ハードウェアの実例

温度・湿度をセンサで測定し、データをパソコンで確認できる専用ハードウェアの簡単な実例。例えば、支笏湖に鏡のような美しい湖面が現れる時の気象条件の測定など、市販品では難しい対応についても、要望に合わせたシステムなどの提供が可能です。



### 企業等への提案

ハードウェア開発能力を生かして、センサ等のカスタマイズ開発が可能です。市販の計測器では計測が困難な物理量を計測し、独自プロトコルでデータ収集するハードウェア・システムを開発できる可能性があります。

### 地域に向けてできること

独自ハード・ソフトを用いて、地域の注目スポットの環境データを測定・収集したり、事業所や工場の多様なデータを統合・分析して、課題解決や新たな製品・サービス創出に貢献できる可能性があります。



# 使われるIoTネットワークとは何かを考え、問題の社会的・技術的解決を。

## 012 Misawa LABORATORY 三澤研究室

教授・博士(工学) 三澤 明

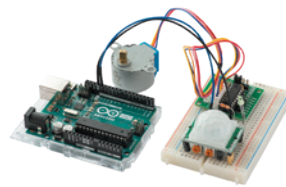
- 専門分野 通信工学、情報通信システム(IPネットワーク、光スイッチングシステム)
- 北海道大学工学部電子工学科卒業
- 北海道大学大学院情報科学研究科メディアネットワーク専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

IoT(Internet of Things)によりあらゆる産業で経験スキルをサーバに取り組み自動化が進展しています。家庭内や大学等での身近な生活の課題にセンサネットワークを応用する研究を行っています。

安価で小型、高性能なセンサが普及。研究室でも人感センサなどとアクチュエータ、コンピュータをつないで実験。



### 北海道の地域性からの課題など アプローチは身近なところから

研究テーマの一つとして考えているのはIoTです。センサネットワークの講義を担当していることもあり、センサを使ったテーマを立ち上げようと模索中です。そもそもIoTでどんなことができるのかというところから学生と一緒に調べていますが、ホームネットワーク<sup>※1</sup>で人間が家電などを使うのではなく、M2M<sup>※2</sup>といわれるものが大きく伸びると予想されています。例えばセンサを内蔵したTシャツでスポーツ選手の心拍数を調べたり、健康管理などに活用するヘルスケア分野、あるいは防災分野なども考えられます。マーケットを調査することでトラフィックを分析し、分布に合わせたネットワークにする方向で進めるか、オンデマンドにネットワークの資源を持っていくか、方法論は2つあると考えています。

IoTサービスに関してはセンサ、コンピュータ、アクチュエータの3つの関係でいうと、最後のアクチュエータの自動化まで進むことが望まれます。しかし、そこにはセキュリティなどで難

しい面があるので、問題点の分析・分類をして、技術でサポートできる範囲を明らかにすることが重要です。

北海道の地域性を考えた場合は、人口減に対応することが一つ。寒冷地ということも大きいので、そこを緩和できる要素があるのではないかと感じます。身近な例では、本学は2つの校舎を行き来する時、雪の量が徒歩バスが行動が変わるので、積雪センサなどで気象情報をピンポイントで得られれば、そういう大学生活で不便だと思う問題は、例えば千歳という市の中にもあると思いますから、まず小さいところでトライアンドエラーを繰り返して確かめ、広げられるところは大きく展開していく。

すると技術的課題が出てくるので、どう解くかということになりますが、初めは非常に身近なところからアプローチが可能で

### 社会、人間との関わりが不可欠だから コミュニケーションを重視

研究室内にこもっているようなスタイルは考えていません。情報システムの分野は必ず社会、

人間との関わりを考えなければならないので、人とコミュニケーションをとり、現場に行ってみることが大事。使われるIoTネットワークとは何かを考え、問題を見つけてくる能力と、その問題を社会的に解決する、しかもその視点の中で技術はどこまでできるか考えることが必要です。

大競争時代の今、学生も真の意味でのグローバルでなければなりません。自分に価値のある情報をいかに効率よく探せるか。

理系なので論理的に考えられれば、あるいは新しい技術やシステムサービスにいつも好奇心を持っていればキャッチアップできると思うので、研究室自体を社会に出た時のためのオフィスのな造りにし、最新のソフトやハードを使えるようにしています。

まだ始めたばかりの研究室なので、学生は何をやっても自由です。逆にいうと、自分で発想できたり動けたりする能動的な人でなければ、何も生まれません。寄り道をしたり、いつもと違う街を通ってみたりして気づくこともあるので、そういう思考の人が新しい発見をできるのではと思います。

※1「ホームネットワーク」 家庭内の複数の機器をつないで構築されたLAN環境。 ※2「M2M(Machine-to-Machine)」 機器同士が相互に情報をやりとりすること。

# SEEDS

## 研究テーマ IoT、情報通信システム

あらゆるモノがネットに接続されるIoT(Internet of Things)は、安価で身近になったセンサやクラウドサービスを利用することで、スマートハウスなど生活を便利にするサービスが提供されています。IoTは、農林漁業、交通機関や医療など社会インフラ設備の運用維持管理など少子高齢化、人手不足などの社会課題を解決する道具として期待されています。

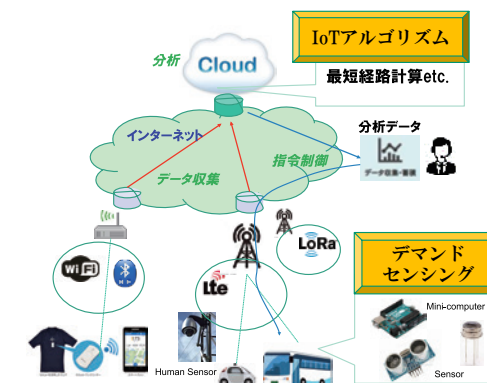
本研究室では、最先端のIoTシステムの事例から、交通情報や健康管理などの身近な生活の課題を見つけ、センシング技術と情報処理と通信技術を組み合わせて解決することを目指しています。加えて、IoTによりデータ通信量はうなぎのぼりで、それに対応できるネットワーク自体についても研究を行います。

センサ工学、ネットワーク技術、アルゴリズムを駆使して、身近なテーマでIoTを体感しましょう。

### IoTシステム方式

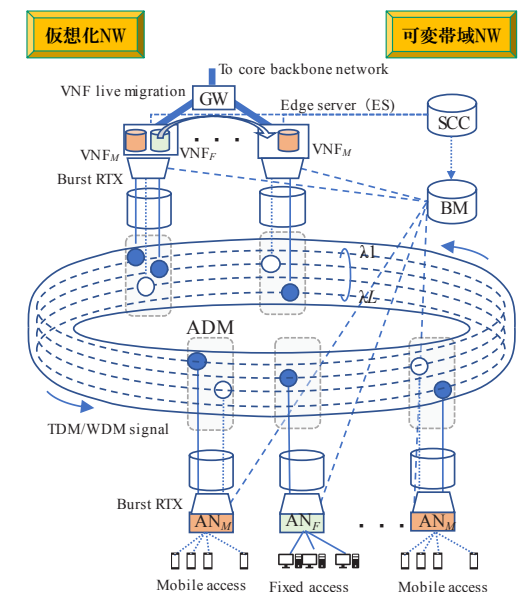
センサシステムによりニーズを把握し、そのデータをクラウドに集積し、限られたIoT機器を有効利用するための取捨選択を行うアルゴリズムを提供する。

例えば、停留所などに設置した人感センサにより公共交通の利用ニーズと目的地データをクラウドに集め、最適な台数、容量のSmart Carを派遣し、最短経路で目的地までのルートを決断するためのIoTシステムとその制御方式を検討している。



### 資源を有効利用する柔軟なネットワーク方式

IoTによるトラフィックの増大、LTE、LPWA(Low Power, Wide Area)など多様な通信機能のサポートなどによるネットワーク投資が膨大である。限られたネットワーク資源を有効に利用するため、計算や帯域資源を仮想化し、トラフィック需要の大きいところに再配置する方式。



### 企業等への提案

大規模商用ネットワーク設計の経験を活かし、光通信とIPを統合した情報通信ネットワーク方式の研究とその応用として組み込み系センサを用いたシステム、センサネットワークによるIoT研究を行っています。

### 地域に向けてできること

電話やインターネットの仕組みやネットビジネスでの知的財産権やDDoS攻撃など情報セキュリティに関する課題についての解説や通信の原理を学ぶ実験、センサを使ったシステム制御実験の見学が可能です。



# 地域や教育分野の課題解決に向けた情報システムを実証開発。

013

Yamakawa  
LABORATORY

## 山川研究室

准教授・博士(理工学) 山川 広人

- 専門分野 情報工学・ソフトウェア工学
- 千歳科学技術大学光科学部光応用システム学科卒業
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

地域・教育分野の課題解決に向けた取り組みの一環として、千歳市とその近隣の子どもたちがプログラミングを学べる教室を開催。進展するプログラミング教育に対応するため、小学校を対象とした教員研修や出前授業なども実施しています。

子どもたちが楽しみながら学べるプログラミング教室を企画・開催



### 課題解決にむけた情報システムを研究チームで設計・開発

利用者が持つ多様な領域知識をシステムに取り入れ、抱える課題へどう活かせるか挑戦したいという思いが、私や研究チームの取り組み意欲になっています。

一例として、千歳市初のバスロケーションシステムとなった「ち〜なび」は、私たちの研究チームが開発しました。千歳市役所から、市民サービス向上のためバス運行状況を手元や公共施設で確認できるシステムを実現したいと依頼をいただき、2015年から開発を進め、運用を開始した翌年10月から2022年3月までの間、市民にのべ12万回以上利用していただくことができました。開発では、複数のバス事業者が路線バスを運行するため、市内全域の路線バス運行データを事業者の垣根を超えて活用できるデータベース構築が大きな課題でした。運転士の業務を妨げないように、運転席に設置したスマートフォンが自動的にGPSでバス位置を把握し、位置情報と運行データから算出した遅延情報がWeb地図上で見えるように

しました。市役所やバス事業者の皆様とも「良いシステムを作りたい」との共通の認識の下で、運転士業務やデータ管理方法を何度もヒアリングや分析し、開発を実現しました。

教育分野の課題解決では、学生のレポートに記述される「話しことば」を検出・指摘できるシステムの開発を始めています。専門家による話しことばを見分ける複雑な知識や知見をシステムに取り入れ、学生のレポート内の話しことばを自動的に指摘し学べるようにするシステムです。本学の学生に留まらず、大学間の教育連携を通じて日本中の大学生に広く使われ始めています。

日常的に利用されることを想定したシステムの研究開発には、設計面や運用面も含めた多面的な工夫も必要です。ステークホルダーと学生の協調の中で設計・開発を一体化させ、システムを成長させていくための「Heart of Agile」の考え方を研究チームで意識し実現できるようにしています。研究チームの学生には、こうした取り組みで培った技術力を社会課題の解決につなげることを意識し、活躍してほしいと考えて指導にあたっています。

### 子どものプログラミング教育に注力より面白く楽しく使いやすく

文系・理系といった区別なく、誰もがプログラミングを使いこなす未来を思い描いて、プログラミング教育にも力を入れています。ソフトウェアエンジニア経験で培った技術勉強会などのノウハウを生かし、子どもや初心者向けの体験会を行う「ちとせプログラミング教室」を本学の活動として展開しています。そうしたことから千歳市教育委員会と連携するようになり、現場教員の皆さんと協力する形での小学校向けプログラミング授業も展開しています。さらに、子どもから社会人レベルまでのプログラミング学習内容をまとめた知識集とeラーニングでの活用方法を実現する研究も始めています。

私たちの世代が手がけてきた情報システムの世界を、次の世代がどう面白く発展させてくれるかに興味があり、課題解決やプログラミング教育の研究を通じて、そのための貢献をしていきたいと考えています。

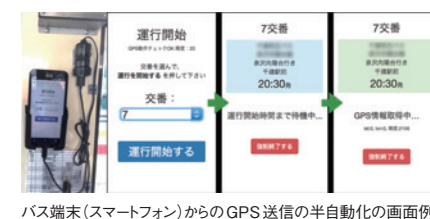
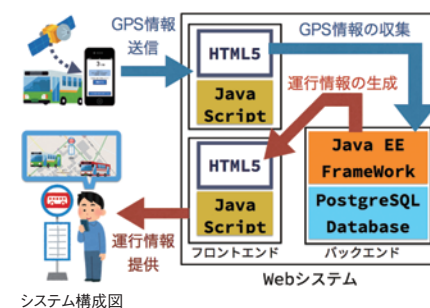
# SEEDS

## 研究テーマ スマートフォンを用いた千歳市バスロケーションシステムの開発

本研究では、地域の路線バスの運行状況を可視化できる情報システムの検討を行いました。千歳市を検証フィールドとして、市内全域の路線バスの運行状況を可視化するシステムを導入するための3つの課題を整理し、課題の解決を狙った機能・工夫面でのアプローチを提案。提案に基づき、スマートフォンを用いたWebベースのバス運行状況システムを開発しました。システムは千歳市公式のバスロケーションシステム「ち〜なび」として約5年運用され、市民を中心にのべ125,000人に利用されました。



### システム導入のため3つの課題を整理し、解決手法の提案・機能化へ



#### 課題1

利用者が、バス事業者の違いを意識することなく、市内すべての路線バスのリアルタイムな運行状況を同時に閲覧できること

#### 解決を狙った手法

フロントエンドのWeb地図にバス運行情報を表示

#### 課題2

バスの運行状況に必要な車両のGPSの情報は、バスの乗務員の運行スケジュールに基づいて、自動的に収集されること

#### 解決を狙った手法

バックエンドにバス事業者の交番データと停留所位置を登録

#### 課題3

バス事業者が、予算面だけではなく、乗務員や構成員の日常的な運用の面からも容易に導入可能なくみであること

#### 解決を狙った手法

スマートフォンを用いたバスGPS送信の半自動化と安価な導入

### 企業等への提案

企業として取り組む地域貢献の面とうまくジョイントし、地域をより良くするために産学官が連携して一緒に考えていくことができれば、お互いにWin-Winなかたちになるはず。そのお手伝いができればと思っています。

### 地域に向けてできること

IT、Web、あるいはLINEのようなコミュニケーションツール、地図などを活用して、いろいろな意味で地域をどのように良くしていったらいいか、便利にしていっていいかといった課題があれば、ぜひお声かけください。





| 学生数          |                    |
|--------------|--------------------|
| 学部           | 1,049名 (男858/女191) |
| 研究科          | 97名 (男81/女16)      |
| 博士前期         | 91名 (男75/女16)      |
| 博士後期         | 6名 (男6/女0)         |
| 合計           | 1,146名 (男939/女207) |
| ※2025年5月1日現在 |                    |
| 校地面積         | 274,231㎡           |
| 校舎面積         | 23,986㎡            |

### CAMPUS AREA MAP

## 美しく豊かな自然と 高度な教育・研究施設が 隣り合う充実のキャンパス

公立千歳科学技術大学は、豊かな自然に囲まれた27万㎡(札幌ドーム5つ分)の広大な敷地を誇り、新千歳空港から車で約7分の立地も特徴としています。キャンパスは大きく2つのエリアに分かれ、教育や研究を支える本部棟、情報棟、研究・実験棟をはじめ総合グラウンド、野球場、テニスコートなど、充実した研究を実現するための施設を整えています。

飛行機が見える  
絶好スポット



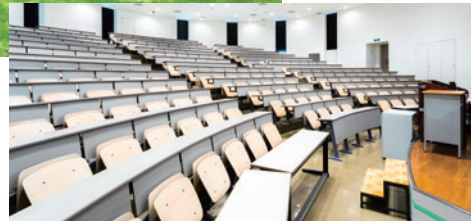
# 施設紹介

様々な施設・設備を揃え、  
研究に没頭できる環境を整備しています。

## 本部棟 エリア



本部棟エリアには講義棟、情報棟、10周年記念棟、事務棟、体育館の施設があり、講義室をはじめ、図書館、食堂や売店など、学生生活に欠かせない施設が揃っています。コンピュータ教室やラーニングルームには最新のコンピュータを設置。講義時間外にも自由に利用できます。



### 大講義室

全300席の円形教室。ノーベル賞を受賞した研究者をはじめ、世界的な研究者が集まる国際会議なども開催されます。



### 学生ホール

休憩時間や講義の空き時間などに学生たちが自由にくつろぐ空間です。売店も併設しており、昼休みには大勢でにぎわいます。



### コンピュータ教室(本部棟・情報棟)

コンピュータ実習を行う教室で、AIやデータサイエンス、VRなどを学ぶための環境を整備しています。



### ラーニングcommons

グループワークなどに活用できる、広々としたオープンスペース。使い方は学生次第。PCやスマートフォンの充電可能な便利な空間です。



### IoT実験室

IoTシステムの制御方法を学ぶため、電子回路とプログラミングをベースにマイコン、センサ、アクチュエータを用いた実験ができます。



### プロジェクトルーム

学生が行うプロジェクト活動時に専用ルームとして活用されるほか、情報系に関心を持つ学生によるメディア・コンテンツ制作、ディスカッションの場として多目的に利用されています。



### 図書館

理工学系の図書をはじめ、約50,000冊の蔵書を誇り、文献を調べたり、講義の予習・復習、レポート作成などで多くの学生が利用しています。映画などを視聴できるコーナーもあります。



### 食堂

明るくて開放感たっぷりの食堂。多彩で充実したメニューを、飛行機を間近に見ながら楽しめます。



### 体育館

本部棟に隣接されている体育館では、体育の授業のほか、クラブ活動などで利用されています。シャワールームやクラブ室も完備しています。

## 研究・実験棟 エリア



研究・実験棟エリアは3つの施設で構成されています。

入学直後から実験系科目で利用する「実験棟」、卒業研究のための「研究棟」、より高度な研究に対応する「大学院棟」があります。それぞれ多彩な機器類が揃えられ、活発な研究活動が展開されています。



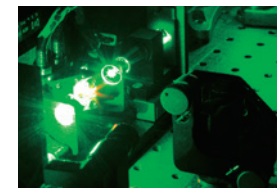
### アトリウム

学生、教員がゆったりと過ごす場所です。大きな窓から、あたたかく心地よい日差しが注がれます。



### 研究室 1~3階

教員の研究活動や学生の卒業研究の拠点です。研究内容によって設備などが異なり、雰囲気も個性豊かです。



### 共同利用物性実験室 レーザ

レーザ装置は学生が卒業研究で自由に使用可能です。産学官連携のプロジェクトにも利用されています。



### スタジオ メディア・ラボ

プロ用の機材をそろえる映像コンテンツの制作工房です。次世代の情報システム・メディア研究の拠点として活用されています。



### クリーンルーム

空気中の塵を排除。企業関係者も認める高度な研究が可能です。企業との共同研究や卒業研究に利用します。



### 顕微鏡室[走査型電子顕微鏡]

試料表面を電子銃からの収束電子線走査し、発生する二次電子から試料表面の凹凸を画像化します。微細な表面構造の解析が可能です。



### 共同利用実験室[結晶生成装置]

集光して無機化合物を溶かした後、固化させることで単結晶を作製します。金属間化合物やセラミックスを作製できます。



### 学生実験室[化学系]

実験は1年次から行います。この実験室では、物質の作製や分析、材料の合成といった実験を行います。



### 学生実験室[物理・電子・システム系]

光デバイスをを用いたシステムづくりや、回路、制御の実験を行います。