



公立千歳科学技術大学

SEEDS

研究シーズ集

CHITOSE
INSTITUTE OF
SCIENCE &
TECHNOLOGY

社会とのさらなる連携を目指して 本学教員の研究活動をご紹介します。

本学は1998年に千歳市が母体となる公設民営の大学として開学しましたが、2019年4月から公立千歳科学技術大学として新たなスタートを切りました。

本学が対象とする分野は理工学全般にわたっており、従来と大きな変更はありませんが、これまで以上に地域との関わり、社会との関わりを強化すべく、新たに設定した大学の理念においても「大学が有する人材と知恵を社会に提供し、地域との共生を通して、社会とともに発展する大学を目指す」ことをうたっています。

本学はこれまで、「ホトニクスワールドコンソーシアム(PWC)」とともに産学官金連携の取り組みを進めておりましたが、公立大学体制ではさらに学内に「地域連携センター」を新たに設置し、地域に密着した課題から産業界とともに社会実装に向けた取り組みまで、社会との連携をより強化するしくみを構築しています。

本学教員の活動分野についてはこれまでもホームページ等で発信しておりますが、さらに社会とのつながりを意識して各教員の研究活動をご紹介しますため、本資料を作成いたしました。

この小冊子が社会と大学をつなぐきっかけとなることを心から願っています。

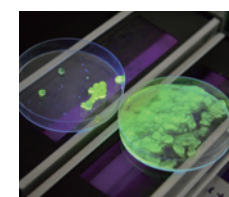
公立千歳科学技術大学 理事長・学長
川瀬 正明



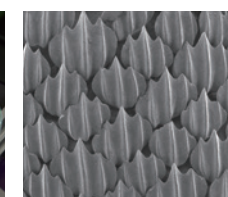
公立千歳科学技術大学の 理工学部

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。

9つの領域



応用化学



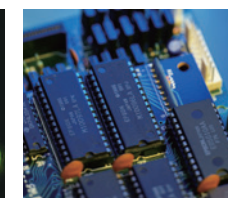
生物工学



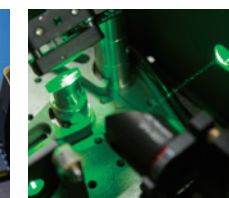
医用工学



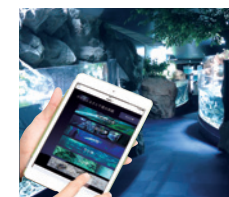
応用物理学



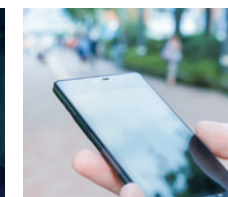
電気電子工学



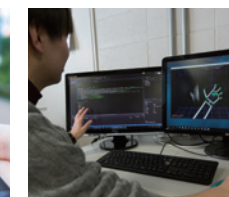
情報通信工学



情報工学



ソフトウェア工学



サービス科学

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、
電子光工学科)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、
電子光工学科、
情報システム工学科)

SEEDS

研究シーズ集



応用化学生物学科

学びの領域

- 応用化学
- 生物工学
- 医用工学
- 応用物理学

KEY WORD

- バイオメディカル
フォトニクス
- 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

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、有機化合物を中心とした新素材開発や環境、化学分析などを幅広く学ぶ「応用化学分野」と、レーザー光を利用した最先端医療を支援するための「生物・医療工学分野」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

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

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答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

学びの領域

- 情報通信工学
- 情報工学
- ソフトウェア工学
- サービス科学

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

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

INDEX

- 001 カートハウス研究室 7p
有機ナノテク・高分子科学
- 002 梅村研究室 9p
レーザー技術・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 川辺研究室 13p
有機・生体光学材料物性
- 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 下村研究室 19p
生体模倣技術(バイオメティクス)・自己組織化・
界面化学・ナノテクノロジー
- 008 高田研究室 21p
カーボン材料の化学と工学
- 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 李研究室 27p
レーザーによるガン診断、治療・胆石治療・
胃癌リンパ節診断用蛍光システムの研究開発

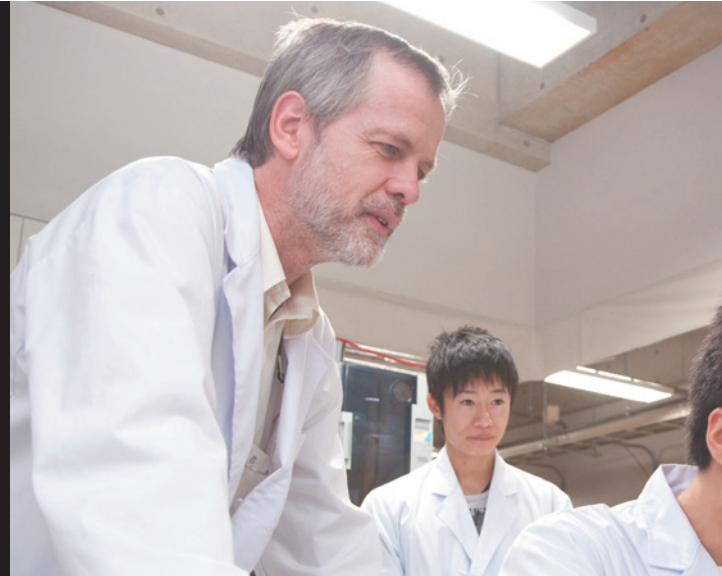
SEEDS

「環境」にやさしい材料の創出がテーマ。 有機色素からつくる薄膜が可能性大です。

001 Karthaus LABORATORY カートハウス研究室

オラフ カートハウス
教授・理学博士 Olaf Karthaus

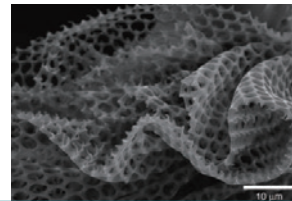
- 専門分野 高分子科学、界面科学、ナノテクノロジー、発光材料の薄膜作成
- ヨハネスグーテンベルグ大学(ドイツ)化学・薬学部化学卒業
- ヨハネスグーテンベルグ大学化学・薬学部有機化学科博士課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

- ①環境に優しい材料の開発、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。

電子顕微鏡で見た破れないハニカムフィルム(薄膜)。



わずか10億分の1メートル 「ナノ」の世界をのぞいてみよう

私たちの研究室では、有機色素^{※1}から厚さわずか数10～数100nm(ナノメートル)の薄膜を作成しています。その構造や機能などについては、分子の配列まで見ることが出来る光学顕微鏡や電子顕微鏡などを使って研究しながら着々と薄膜制作の実験を重ねています。目標としては「環境」にやさしい材料である薄膜をつくり、さまざまな場面に役立てることを考えています。

分子は、通常は薄膜の中でバラバラの状態にあります。それを有効なものにするには分子の向きを一定方向にそろえなければなりません。分子の大きさは「nm」サイズですから、それをどうやって整然と並べるか、というのが大きな課題になります。そのために、まずは分子がどう配列しているかを顕微鏡で見たり、分光器を使って測定したりしていくわけです。今も研究室で

学生たちが、分子を狙い通りに並べるための研究を一生懸命にやっています。有機色素の液体を塗る向き、分子を引っ張る向きによってコントロールできるのですが、それを実践するのはなかなか簡単ではないのです。

有機トランジスタや光触媒など 自分の好きなテーマの研究を存分に

有機薄膜の応用としては今、有機トランジスタ^{※2}や光触媒を考えています。有機物には軽くて柔らかいという特徴があります。有機トランジスタができれば、丸めたり畳んだりできるフレキシブルディスプレイなどに応用できます。また、光触媒は光を照射すると有害物質を分解する性質を持っています。その性質を備えた薄膜をつくり、さらに効率的・効果的にすることを研究しています。

企業などでの研究とは違い、大学では必ずしも成果への直結は求められません。どうやっ

て分子を配合すれば、どんな物理的な現象が表れるか。「新しい現象を探す」という純粋な知の探求が目的だと考えています。

みなさんには自分の好きなテーマの研究を好きなだけ取り組んでいただきたい。自分が好きなことなら、一生懸命にやるでしょうから。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、学会で発表すること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、学内の別の研究室をはじめ、他大学や海外との共同研究ができる環境も整えています。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ひとかたならない夢があります。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「環境に優しい材料」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



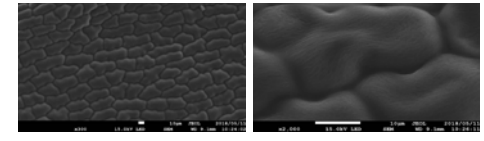
■サケの内臓のサンプリング



サンプリング調査で見つかったのはわずかに衣服などのファイバだけ。

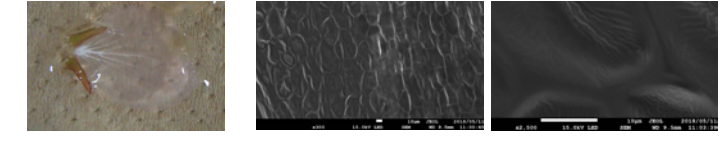
透明になる花卉

■自然状態

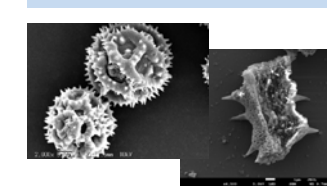


サクラは美しい白色の花弁をもっている。疎水性の花弁は水面に浮かべても白色を保つが、界面活性剤を使用すると透明になる。花弁の表面構造が変化するためである。

■界面活性剤

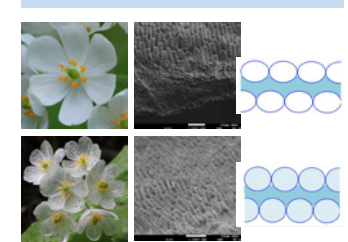


花粉の表面構造



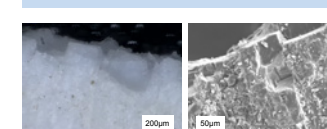
花粉は不思議で驚くような存在。およそ直径0.02mm前後のごく微小な丸い粒で、25万種類もの花粉があり、その全ての形状が異なっている。また、遺伝子を「守る」「遠くまで運ぶ」という二つの重大なミッション遂行のため、紫外線、低・高湿度、熱などどんな過酷な環境にも耐えうる強靱な外壁の材料と構造を持つ。

サンカヨウの花弁



北海道に植生する白い野草のサンカヨウは露に濡れると花弁が透き通るという特徴がある。電子顕微鏡で観察すると、花弁の組織が風船のような空洞でできており、その風船内が水分で満たされると透明になることを突き止めた。

プラスチックの劣化



不法投棄されたものだけでなく目的があって設置・使用されているプラスチック製品も機械的、酸化的(光、熱など)、生物学的劣化を受け、小さなマイクロプラスチックの破片(マイクロメートル)に分解され、環境に再流入する。この微小さが問題に。

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。

※1「有機色素」 分子の集合状態によりさまざまな機能が現れます。植物成分の利用も可能なため、自然環境との共生という面からも注目されます。
※2「有機トランジスタ」 電流のオン・オフなど端子間の電流を制御するトランジスタで、有機半導体を用いたもの。

公害物質の検知、コレステロールの分解、人と社会に役立つ研究です。

002 Umemura LABORATORY 梅村研究室

准教授・博士(工学) 梅村 信弘

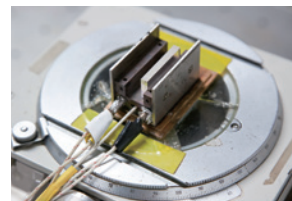
- 専門分野 レーザ工学、非線形光学(波長変換)、レーザシステム
- 大阪市立大学理学部物理学科卒業
- 大阪工業大学大学院工学研究科電気電子工学専攻博士課程修了



A PPEAL 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、その変換効率は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、この研究室の目の取り組みです。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、様々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。

今までにこの研究室では、紫外線から赤外線、さらには近年注目されているテラヘルツ^{※2}領域の電磁波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

実験は、レーザ光と波長変換のための各種結晶を使用し検証しています。変換効率の良

い温度設定、角度、波長などを求めて、条件を変えて現象を観察しながら基礎データを積み重ねていきます。結晶の加工方法を変えて試しデータを積み重ね、最終的には独自の方法によって正確な屈折率の方程式を立てます。今後、ニオブ酸リチウムのように、結晶に特殊な加工を施して使用する周期分極反転型の非線形光学結晶についても研究を実施する予定です。

半導体の微細加工などの産業や動脈硬化の治療などの医療分野で、こうしたレーザ光と結晶の活用が期待されています。世の中の役に立つ手応えがあるのでやりがいは大きいです。この研究室にはそうしたよるこびもあると自負しています。

SEEDS

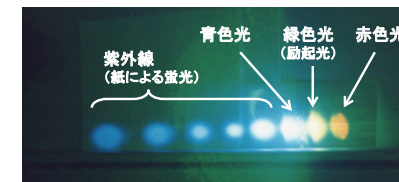
研究テーマ レーザの波長変換技術とその応用 ～深紫外線から遠赤外線まで～

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が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。

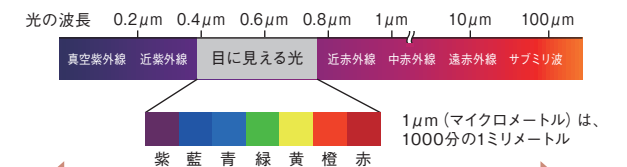
レーザ光の波長変換とは

■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

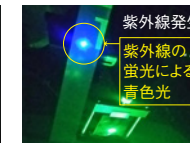
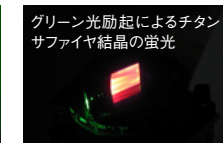
新たな光と可能性を生み出す非線形光学結晶

様々な波長変換用結晶



光学顕微鏡による周期分極反転の写真

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の解明が必要である。



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190nmの深紫外線から3400nmの中赤外線までの波長範囲におけるナノ秒パルス(繰返し10Hz)を発生させることができます。また、改良を加えることで、さらなる高出力とレーザ発振波長の拡張が可能となります。

地域に向けてできること

レーザ技術の発展を通じて学術的価値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によって得られるイノベーションを通して地方創生に資するものと考えられます。

※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。
※2「テラヘルツ」 10の12乗が1テラ。テラヘルツ波とは、電波と光の両方の特性を兼ね備えています。

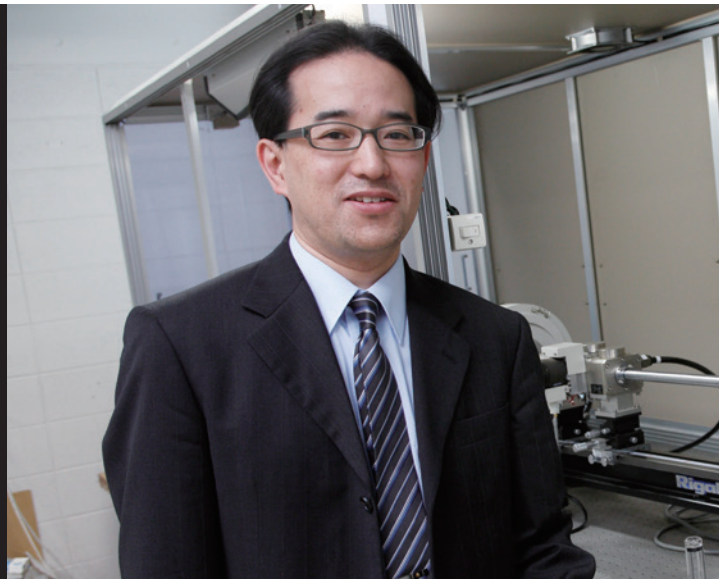
研究者をとりこにする魅惑の「液晶」、そこには美の世界も広がっています。

003 Okoshi LABORATORY

大越研究室

教授・博士(工学) 大越 研人

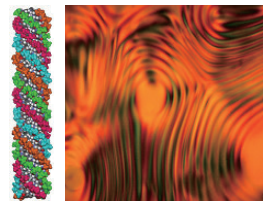
- 専門分野 高分子物理学、液晶の物理化学、X線構造解析、走査プローブ顕微鏡、高分子溶液物性
- 東京工業大学工学部高分子工学科卒業
- 東京工業大学大学院理工学研究科有機高分子物質専攻博士課程修了



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。そうした分子がいくつかあ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。そうした分子がいくつかあ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。この超分子構造を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^{※1}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%近くにするため、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^{※2}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。

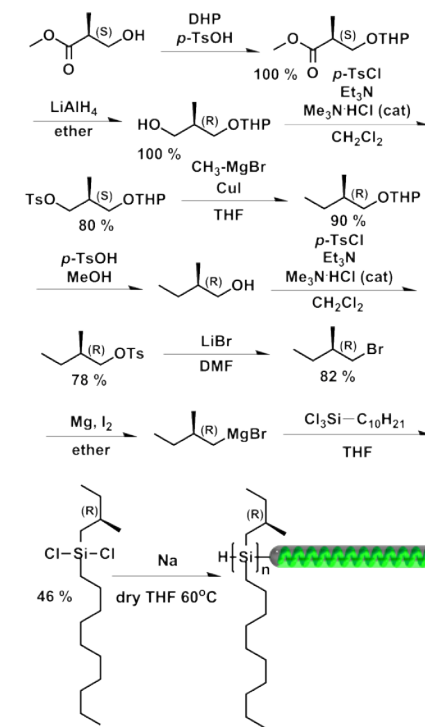
SEEDS

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

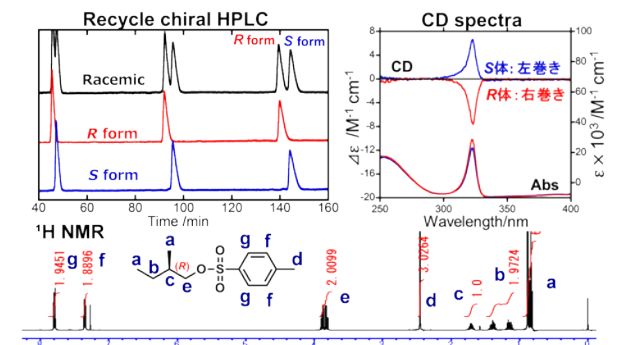
高分子液晶は、化学構造や分子量分布を精密に制御することで驚くほど多彩な超分子構造を形成します。私たちは、有機合成化学の力でさまざまな高分子液晶を合成し、形成する多彩な超分子構造をいろいろな分析手法を用いて解析すると同時に、光学素子に応用する研究を行っています。これらの技術は、モバイル機器の消費電力を著しく下げることのできる超高効率の偏光板などに応用が可能です。



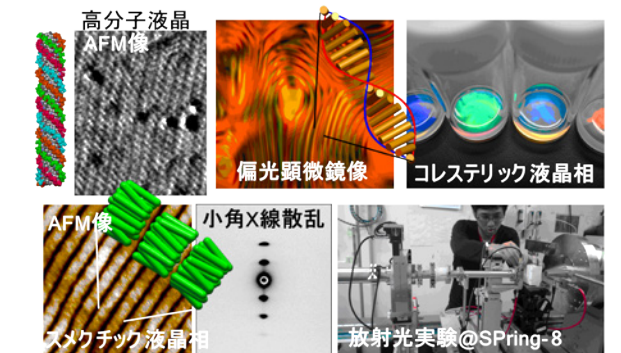
高分子液晶の合成



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。

「サケのDNA」でレーザーを発振、これで環境中のガスを測り自然を守るのです。

004 Kawabe LABORATORY 川辺研究室

教授・博士(工学) 川辺 豊

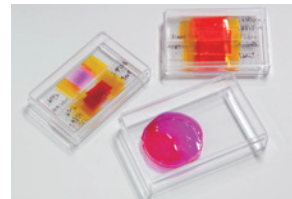
- 専門分野 応用物理 (光物性、非線形光学、有機エレクトロニクス)
- 京都市立大学理学部物理学第一学科卒業
- 大阪大学大学院工学研究科学位(博士)取得



A PPEAL POINT アピールポイント

DNA複合体中に有機分子を混合することで光増幅効果を発現させ、レーザーとしての応用可能性を検討しています。基礎研究段階ですが、レーザー発振は確認できているので、性能向上と小型化に取り組んでいます。

DNAの中に色素を混ぜた試料。これに光を当ててレーザーを発振。



光機能を持つ分子とDNAの結合で新しい展開を目指す

生物学者にとってDNAは遺伝情報という捉え方ですが、我々にとっては高分子材料の一つです。特にこれは二重らせんという非常に際立った特徴を持つ分子です。この材料を他の分子と結合させることで、新しい機能を発現できるのではないかと考え研究を続けています。実はこの研究の源流をたどると、本学の2代目学長・緒方直哉先生が北海道らしい研究をということで、サケの白子から抽出できるDNAに注目したのが始まりです。緒方先生は産業廃棄物となっている白子の処理を有益な活用につなげようという狙いで始められました。

それを受け継ぎ、DNAと光機能を持つ分子とを結合させ、光デバイスへの応用などを目標として研究をスタートさせました。そのうちのひとつがこのDNAを使った発光材料です。DNAが発光を強くすることは知られていましたから、それをレーザーに応用できないかと考えました。つい最近、熱心な大学院生が実験でレーザー発

振を最終的に確認しました。液体、膜、固体などさまざまな形態のうち、発光材料としてはどの状態が最も適しているか、複数のアプローチでさらなる前進を目指しています。

ちなみに有機物は通常、色素レーザー^{※1}というかたちで液体で用いられることが多いのですが、液体は扱いにくいという難点があります。固体にする研究も以前からありますが、有機物を固体にすると劣化しやすく、光を当てると、その色が抜け落ちてレーザーにならないという障壁がありました。それが、DNAを組み合わせると二重螺旋のすきまに分子が入っていくので、外部環境から守られ、使いづらいところが通常のものに比べて寿命が長くなり、かなり使い勝手が広がります。今考えているのは環境中のガスの測定など、自然保護のための利用などに期待しています。

自然の中にある無数の秘密のカギをサイエンスで掘り起こそう

3次元ディスプレイについても研究しています。

もともとは国のプロジェクトを分担したのがきっかけですが、現在では偏光特性を制御することで明るい3次元像(ホログラフィー)を得ようとしています。また、長年続けてきた発光性ガラス^{※2}の研究も成果が出てきましたので、次のステップではこれを加工し、新しいレーザーの材料にと考えています。

こうした研究の魅力は、世の中になかったものを自分で作り出すことだと思います。ふとした思いつきでも結構、何かを測定して出てきた数値の表やグラフが、まったく新しい発想を生むことは多くあります。そういうさまざまな要素を集めて、何かできることはないか考えることも研究の面白さです。細かいところにこそ面白いことが隠れているので、そこに気づけるか否か、それを面白いと感じるかどうか、まだそんな「宝」は数多くあるはず。とりわけ自然の中にはそういうものが転がっていて、無数にある秘密のカギを見つけるチャンスは誰にもあります。それを一つずつ掘り起こしていくのがサイエンス。面白いと思いませんか。

SEEDS

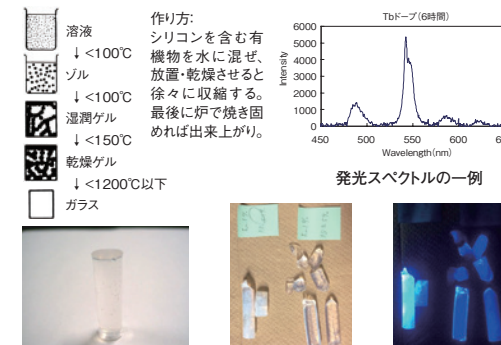
研究テーマ 発光性ガラスの作製・生体分子のレーザー応用・3D動画用高分子の開発etc.

家電製品やケータイにはさまざまな発光体が使われています。今後開発される新しいディスプレイには、より高性能な素材が求められるでしょう。われわれは化学的に合成されるガラスや生体分子であるDNAにいろいろな添加物を混合することで、鮮やかな発光がどのようにして得られるかを追求しています。

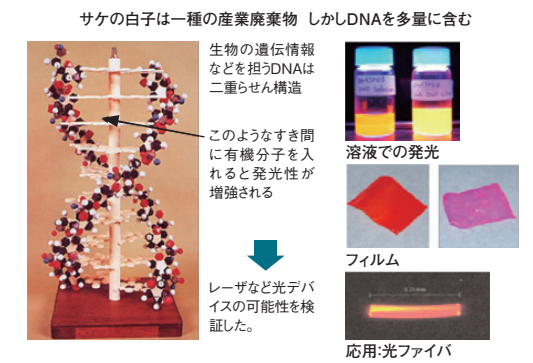
有機物を利用したもう一つのテーマとして3D材料の研究が挙げられます。ホログラフィーという技術で自然な立体視が得られることはよく知られています。われわれは、動画における自然な3Dディスプレイの実現を目指しています。

このようなことを研究するために、測定装置や測定法の考案、それを動かすためのプログラムの作成まで含めて総合的に取り組んでいます。

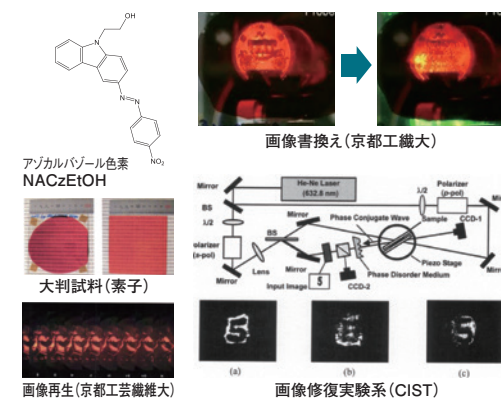
ゾルゲル法による発光性ガラスの開発



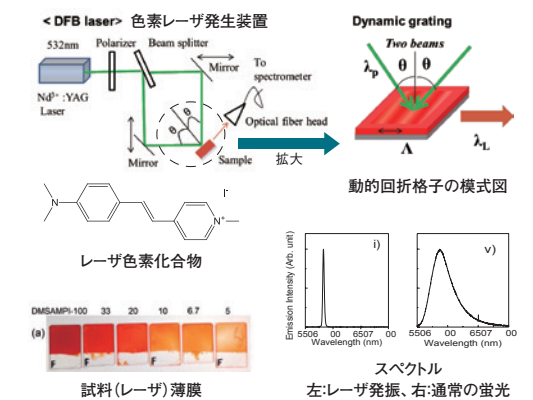
サケのDNAと光科学の関係は?



3Dディスプレイの材料は? ホログラム



DNA複合体色素レーザーを世界に先駆けて研究



企業等への提案

色素をDNA中に取り込むことで、新しい機能を発現させたり、強化することが可能です。この新奇な材料の応用としては、レーザー以外には光スイッチやセンサ、メモリなどが考えられています。

地域に向けてできること

市販の材料研究用DNAの多くはサケの白子由来です。千歳川を遡上するサケの白子から抽出されたDNAに付加価値を与え、千歳川の新しい先進材料や光素子を生み出せるかもしれません。

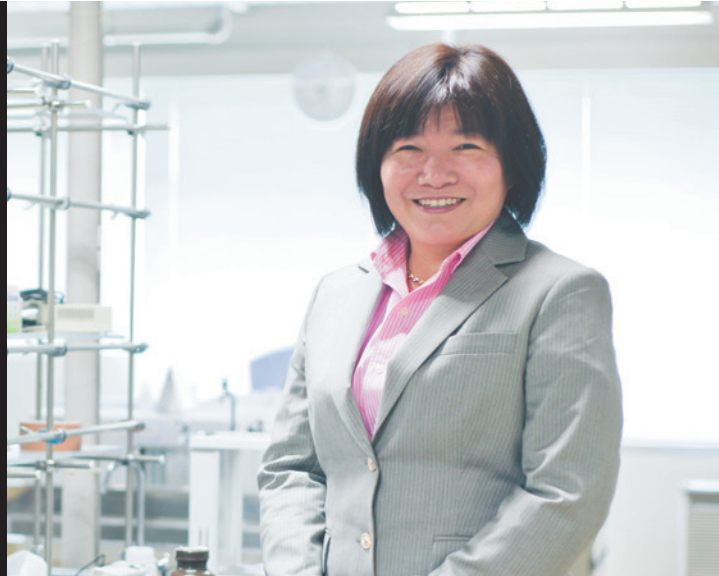
※1「色素レーザー」 有機色素にレーザー光を当てると別の色のレーザーを発振。さまざまな波長を出します。
※2「発光性ガラス」 シリコンを含む有機物を水に混ぜ、放置・乾燥後に炉で焼き固めて製作。緑や赤の発光が見られます。

光科学が骨や腎臓の病気を解明する。光技術で、生薬を調べる。医師らと力を合わせ「生命」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

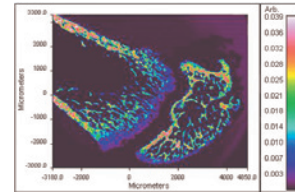
- 専門分野 高分子化学、分子分光学、薄膜、界面化学、分析化学、イメージング
- 明治大学農学部農芸化学科卒業
- 東京水産大学大学院水産学研究所食品生産学専攻博士後期課程修了



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。

ラットの脛骨(けいこつ)の赤外イメージ。骨の主成分であるヒドロキシアパタイトの分布を示しています。



かわりの大きい「骨」と「腎臓」の研究で、人工透析患者の助けに

赤外線を使用した分析方法で長く骨の解析を行ってきましたが、最近は腎臓も大きなテーマの一つとしています。また、北海道と関わりがある生薬の研究にも取り組んでいます。私自身が材料分析に携わってきたことから、初期は骨を材料として見ていたのですが、ある時から体の中の一つの機能として見なければと考えるようになり、骨と関連深い腎臓の研究も始めました。

骨は骨粗鬆症^{※1}が最大の問題で、今は薬で軽減されますが、実際に骨粗鬆症がどういふものなのかまだ詳細に分析されていないところがあります。骨以外の病気で骨が劣化していくこともあります。その一番大きな要因が腎臓病です。日本で人工透析^{※2}を受けている患者さんは非常に多く、世界の約6分の1です。腎臓という臓器は大変に複雑で、再生が難しいと考えられています。早期発見、新規治療薬

を開発する上でも新しい解析手法を確立したいと考えています。骨はコラーゲンとヒドロキシアパタイトでできていますが、その組成バランスには腎機能が重要な役割を担っています。そのため、腎機能に関する研究が骨の病気の解明の一つの指標になると思っています。

目下、念頭にあるのは透析患者さんのことで、腎臓病の病態の解析手法を確立することが一番の目標です。この病気によって組織がどのように変化するかを明らかにし、早い段階で腎臓病に気付けるように定義できればと考えています。今後は心臓や肝臓など他の臓器の研究にも取り組み、最終的には体全体のデータベースを構築したいと思っています。

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。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、この研究の面白さ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。

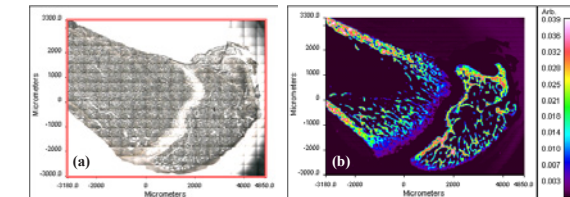
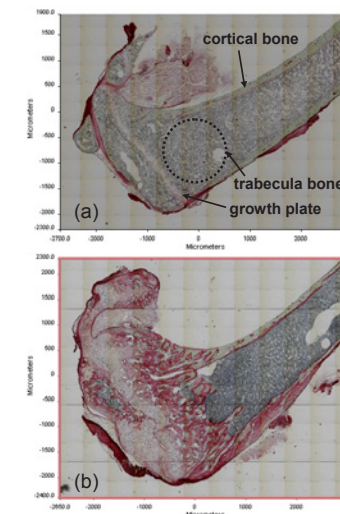
私は、学生の潜在能力を掘り起こすことにも情熱を注いでいます。目的を持って研究し、結果を出してほしいです。そうすれば自信がつかます。まずは自分の興味・関心に気付いたら行動することです。あなたのやる気がこの研究室で実を結ぶことを期待しています。

SEEDS

研究テーマ 赤外イメージング・近赤外イメージング ラマン分光・骨質解析・腎臓解析 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とラマン分光法を用いて、骨質解析、腎臓解析、生薬分析、食品分析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。

赤外イメージングと顕微ラマン分光による骨質解析



6週齢 ラット脛骨

(a): 可視画像、(b): 赤外イメージ画像

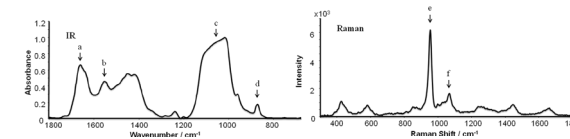
赤外イメージ画像(b)は、骨の主成分であるヒドロキシアパタイトに含まれるリン酸の分布を示しています。網目状の海綿骨がはっきりと観察できます。赤外イメージ画像は、~数十万の赤外スペクトルで構成されています。

マウス脛骨の光学顕微鏡写真

(a): 正常マウス、(b): クル病マウス

クル病はカルシウムが骨に沈着せず、柔らかい骨のような物質(類骨)になるため、骨が湾曲します。赤く染色されているのが類骨です。類骨の主成分は、コラーゲンです。

cortical bone: 皮質骨
trabecula bone: 海綿骨
growth plate: 成長板



赤外スペクトル

ラマンスペクトル

骨の典型的な赤外スペクトルとラマンスペクトルを示しています。バンドの位置で官能基や物質の化学構造がわかります。

a: アミドI b: アミドII c: PO₄³⁻ d: CO₃²⁻ e: PO₄³⁻ f: CO₃²⁻

(木村・須田 廣美 et al., 腎と骨代謝, vol. 22, 2009, pp.207-214 より)

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解析法を開発し、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。

※1「骨粗鬆症(こつしょうじょう)」 骨の量が減って弱くなり、骨折しやすくなる病気。加齢とともに患者数は増えていきます。
※2「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。

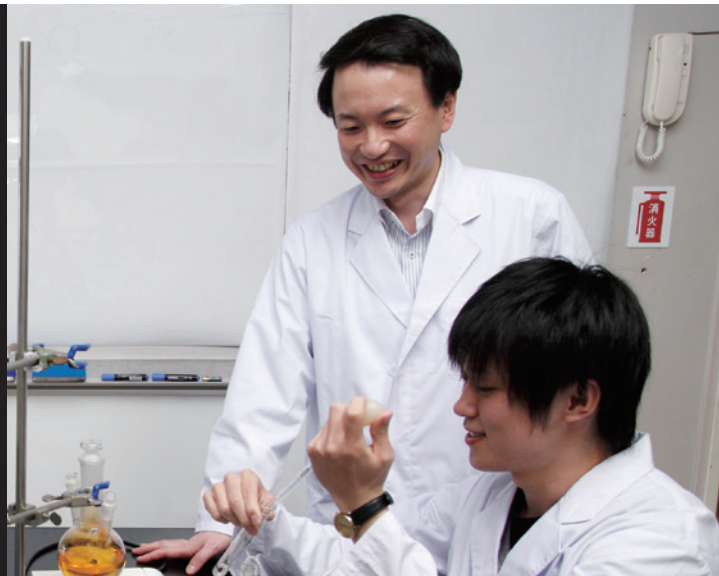
金属錯体と水素結合を利用して 「光り輝く新たな分子」づくりを行っています。

006 Sakai LABORATORY

坂井研究室

准教授・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



A PPEAL 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^{※1}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、どのような動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か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^{※2}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いますが、分子の中の電子の状態を制御することで、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々あります。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化す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。目先のことだけでなく、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

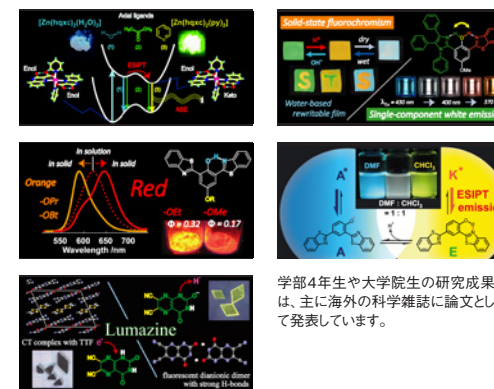
建物を建てるのと似ています。



①分子設計 → ②分子合成 → ③同定・評価

コンピュータも使います。白衣を着て実験します。様々な装置を使い解析します。

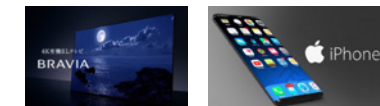
当研究室で開発した蛍光性物質



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。

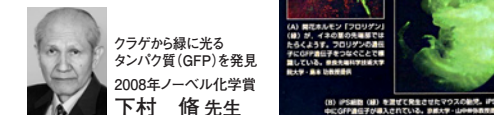
蛍光性物質の用途(1)

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 ESIFT Fluorophore in Response to Recognition of Certain Acids and Their Conjugate Base Anions



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

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。

地域に向けてできること

高校生を主な対象として、大学の化学系研究室ではどのような手順で新たな有機化合物を作り出しているのかを「有機蛍光物質の開発研究」を通してわかりやすく解説するアウトリーチ活動を行っています。

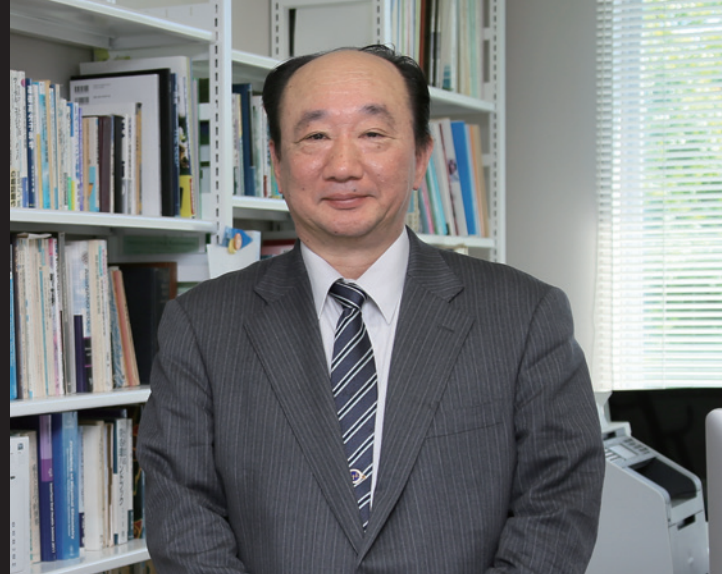
※1「金属錯体」 金属イオンの周囲に有機分子が結合した複合体。金属錯体は血液中の赤血球が行う酸素の運搬や抗がん剤などにも利用されています。
 ※2「水素結合」 水素の原子核「プロトン(水素イオン)」を介した弱い分子間の結合。水やDNAが代表的。

人類が抱えるエネルギー、資源、環境の問題を解決するヒントは生物にあります。

007 Shimomura LABORATORY 下村研究室

教授・工学博士 下村 政嗣

- 専門分野 生体模倣技術(バイオメティクス)、自己組織化、界面化学、ナノテクノロジー
- 九州大学工学部合成化学科卒業
- 九州大学大学院工学研究科学位(博士)取得



A PPEAL POINT アピールポイント

生物模倣技術(バイオメティクス)をテーマに、生物の微細構造等が発現する機能を活用し、資源やエネルギー、環境などの現代社会の問題解決に寄与する新材料やデバイス、システムを創成する研究を行っています。



光の回折で発色するモルフォ蝶の羽の構造から、色素を使わず発色する繊維などが開発されています。

進化・適応のお手本である 生物を見ることで新しい技術へ

「バイオメティクス」とは、生物模倣技術。「バイオ」は生物、「メティクス」はまねるという意味です。「生物規範」とも呼びますが、僕は「規範」をパラダイム^{※1}ととらえています。何がパラダイムかという、生物は何億年もかけているような環境下で進化・適応してきていて、生き残ったお手本が目の前にあるわけです。僕の専門である化学では、コンビナトリアルケミストリー^{※2}といってさまざまな組み合わせを試して化合物をつくり、うまくいったものだけを抽出する手法がありますが、進化・適応はまさに壮大なるコンビナトリアルケミストリーといえます。そう考えると、コンピュータで人間がシミュレーションするより、生物を見にいった方が早いんですね。

しかも、一番大事なのは、進化・適応というのは環境に順応しているわけで、地球環境に優しい、完璧にフィットしたかたちであるわけです。ですから、生物がやることをまねればエ

ネルギー、資源、環境などの課題をクリアできる、持続可能社会の実現に大きく寄与するというのが、バイオメティクスの現代的な意味です。「未来は実は身の回りにある」というとてもいい言葉があります。なぜ虫が天井を歩けるのか、そういう身の回りの自然の中にあることに不思議さを感じ、どう工学的に取り組むかを考えていく。生物のメカニズムを明らかにし、人間の英知を使うことで、生物にはつくれないようなものがつくれるのです。

自然豊かなキャンパスで バイオメティクスを学ぼう

生物がどうやって生き延びているのを見ても、人間とはやり方が違います。特に産業革命以降、人間は化石燃料をどんどん使い、例えるなら鉄で建物や橋をつくり、アルミで空を飛び、シリコンで情報を知り豊かに生活しています。しかし、資源やエネルギーには限界があるので、手立てとしては減速しかないのに、それもしたくない。ならば、パラダイムを変える

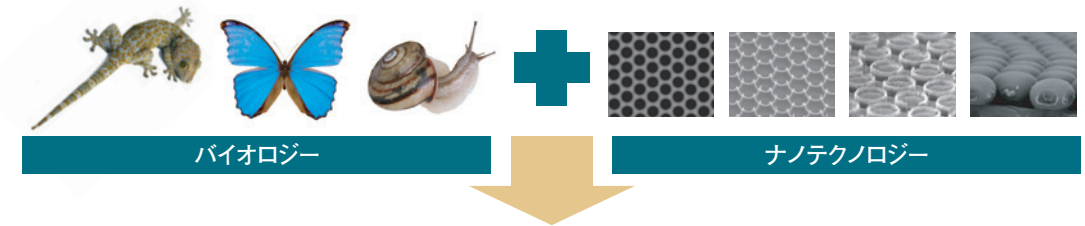
しかないわけです。例えば、蓮の葉は濡れたくないのでワックスを出し、さらに表面が凸凹しているため水をよくはじきます。ところが人間はテフロンを使うわけで、考え方が全然違います。ものづくりでも、例えば貝殻の成分はセラミックスの原料になる炭酸カルシウムなどですが、貝は海水から吸収したものを外に出して常温・常圧でつくっています。ところが人間は、同じセラミックスをつくるにもエネルギーを使って高温で焼くわけです。生物はものづくりでも、自己組織化^{※2}のプロセスをうまく使っている。そうしたパラダイムが違うものが身の回りであることに気づけば、いろいろな問題点をどう解決していくかに探りを入れていきます。

ただ、日本ではまだ理解が深まっていないため、バイオメティクスのシステムティックな教育が必要です。自然豊かな本学の環境を活用してフィールドワークなども取り入れながら、バイオメティクスの総合的な意味合いを学生たちに伝えることに力を入れていきたいと思っています。

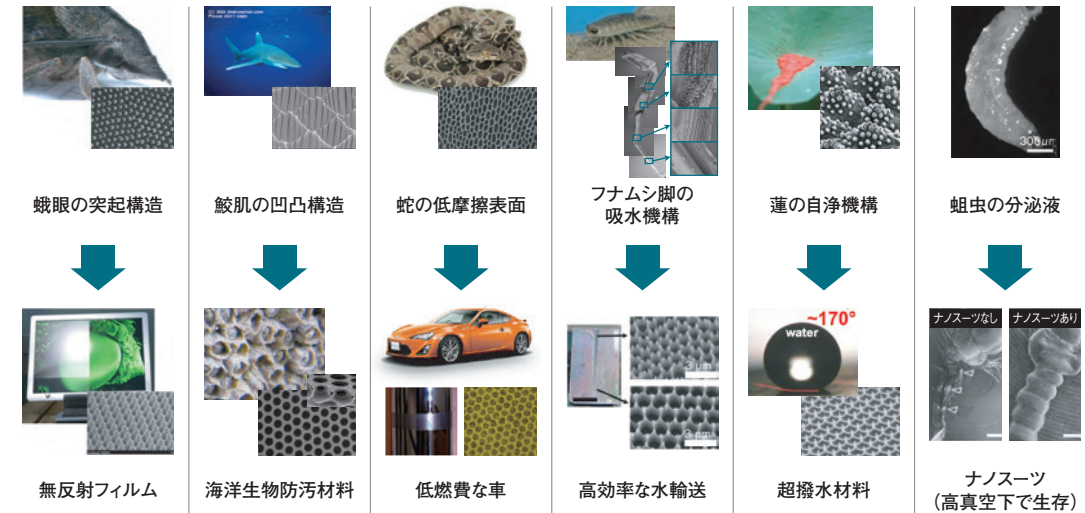
SEEDS

研究テーマ 持続可能社会を実現するための生物模倣技術

生き物、特に昆虫や爬虫類は、“気持ち悪い”かもしれませんが、彼らはびっくりするような構造や機能を持っています。例えば、人間が発明した「歯車」とそっくりの構造を使って飛び跳ねる虫や、雨が降っても濡れない蓮の葉の表面や、雨が降ると自然に汚れが落ちるカタツムリの表面など、目から鱗が落ちることがいっぱいあります。そして、虫たちが持つ機能は私たちの生活でも役に立つのです。雨が降るときれいになる建材があれば、雨の日も憂鬱じゃない?かも。さらに虫や植物は、石油や原子力のような地球環境に負担をかけるようなエネルギーを使わずに、何億年も生きてきました。生物は、長い進化と適応によって環境に優しい「技術」を培ってきた、とすることができます。生物が形作る構造と、構造が生み出す機能、そして構造を作り出すプロセスを生物から学ぶことで、人類が抱えるエネルギー、資源、環境の問題を解決する新しい技術が生まれるのです。



持続可能社会を実現するための生物模倣技術



企業等への提案

バイオメティクスは、持続可能性のための技術革新のヒントをもたらします。生物多様性からの技術転移を可能とする“バイオメティクス・インフォマティクス”を基に自己組織化プロセスによるモノづくりをします。

地域に向けてできること

“Smart Nature City ちとせ”を目指した市民との対話の場である「オープンサイエンスパーク千歳」において、生態系バイオメティクスの視点から、地域課題の解決と持続可能な街づくりを考えます。

※1 「パラダイム」 ある分野や時代において、多くの人に共有される支配的なものの見方や考え方、枠組み。
※2 「自己組織化」 分子などが自発的に特定の秩序を持つ構造をつくり出す現象のこと。

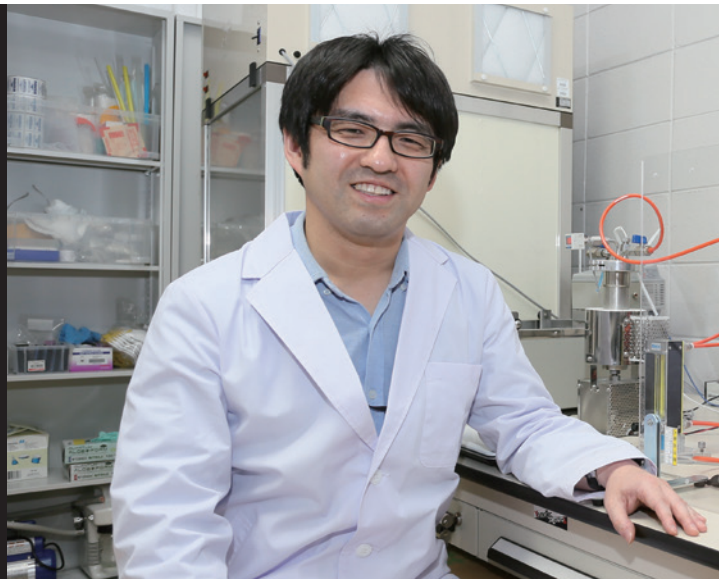
研究対象はカーボン材料。世界的にも注目される分野の一端にふれられます。

008 Takada LABORATORY

高田研究室

准教授・博士(工学) 高田 知哉

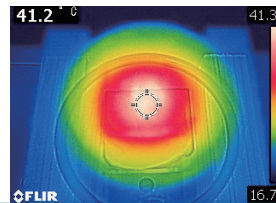
- 専門分野 ナノカーボン材料の化学と応用
- 北海道大学工学部応用化学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科分子化学専攻博士後期課程修了



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で計測。



カーボンとポリマーを組み合わせ 透明な導電材料などを開発

現在の研究の重点は、カーボン材料とほかの材料の両方の良いところを組み合わせ、複合材料をつくることです。中でもメインは、カーボンナノチューブ^{※1}という炭素を使って、有機材料のポリマーと化学反応で連結させて材料をつくること。例えば、透明なポリマーと、電気を流したり、熱を通したり、赤外線をあてると熱を発生したりするカーボンの性質を組み合わせることで、幅広い利用が期待されます。ポリマーそのものに電気を通すことはなかなかできないので、透明な板やフィルムに導電性や発熱性を持たせることができればいろいろな使い道があります。ガラスの表面に金属を含む化合物を塗って電気を流す方法は既にあり、透明な導電材料としてはそれがメインですが、そういうものは特殊な元素を使っていて資源に限られています。一方、炭素はほぼ無尽蔵にあるとされているので、そういう方法で同じものができれば非常に良い。例えば、車の

ガラスが凍りついた時、熱風を当てて融かすのは一方向からだけなので時間がかかりますが、全面で発熱する透明材料があれば融かしやすくなります。

ほかの研究テーマとしては、質量分析^{※2}技術への応用があります。他大学から、質量分析の感度を高くするためにカーボンファイバを使えないかという相談を受け、研究を始めました。それがうまくいけば、微量な成分が検出できるようになるかもしれません。また、脱臭剤などに使う活性炭もカーボン材料ですが、その表面を磁気に反応する粒子で覆うことで、水中での吸着処理の後に磁力で粒子を集めて水質浄化ができるのではないかと研究を進めています。

より幅広い利用を目指して いろいろな可能性を追究

私がカーボン材料に興味を持ったのは、非常に独特な元素で、ポリマーとの連結のように有機物の化学反応でいろいろなことを試せる

という点があります。それに、ほかのものと組み合わせることで、カーボンだけではできないことができるようになる。さらに、非常に豊富にある元素なので、そういうものをうまく使うための研究も大切だと思っています。カーボンはチューブや球体など分子構造がさまざま、性質も違います。それを使っているいろいろなことができるというのも純粋に面白いですね。

研究室は、基本的にその都度学生と相談をしながら運営しています。また、極力外に出るように指導し、できるだけ学会発表に行ってもらっています。そうしなければ、卒論としてだけで研究成果にはならないですし、外の人に話を聞かせるのは良いトレーニングになるはず。よその大学生が何をやっているのか、どんなレベルなのかを見ることにも意味があると思います。カーボン材料は、世界的に見ても非常に熱心に研究されている学問分野。そういう研究の一端にふれられるのも魅力です。学会発表のほか、学生の研究成果をできるだけ論文として残すことにも取り組み、将来的にほかの研究につながる可能性に期待しています。

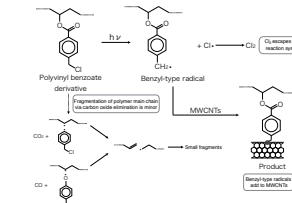
SEEDS

研究テーマ | カーボン材料の化学反応と材料開発への応用、 化学反応中間体の構造と性質

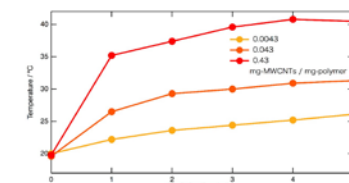
カーボン材料(炭素原子が集まってできる材料)は、材料として優れたさまざまな物理的・化学的性質を持ち、産業用素材として積極的に研究されています。古くから知られているものには活性炭や黒鉛などがあります。また近年では、炭素原子が規則的な配列で結合した微小粒子であるナノカーボン(カーボンナノチューブ、フラーレン、グラフェンなど)が、電気電子工学、機械工学、環境浄化、医療など幅広い分野での利用が期待されています。

この研究室では、カーボン材料をさまざまな目的に利用するための材料作製法や化学的加工方法、作製したカーボン材料の性質を、いろいろな方法を駆使して研究しています。また、関連するテーマとして、化学反応に関する中間体(反応の途中で現れる、反応性の高い成分)の構造・性質に関する研究も行っています。

ポリマー/カーボン複合材料の研究例

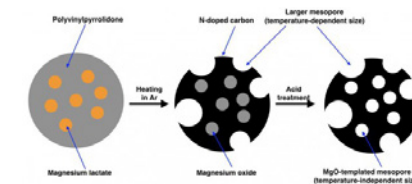


各種の測定結果から推定される、高分子材料の一つであるポリ(p-クロロメチル)安息香酸ビニルとカーボンナノチューブとの結合形成反応の流れ。紫外線照射による簡便な操作で結合を形成できることがわかりました。このようにカーボン粒子と他素材を組み合わせることで、新規な複合材料を作製することが可能になります。

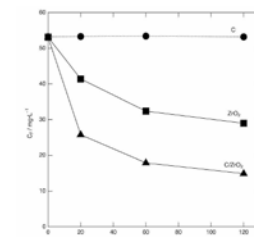


上図の反応で作製した材料に、赤外線照射した時の温度の変化。カーボンナノチューブを高濃度で含むものほど発熱効果が大きいことがわかりました。このような材料は、ワイヤレスで温度上昇をオン・オフさせる加熱装置や、生体中での加熱で疾病を治療する温熱療法などへの応用が可能です。

多孔質炭素材料 (メソポーラスカーボン)の研究例



各種の測定結果から推定される、高分子材料の一つであるポリビニルピロリドン(PVP)と乳酸マグネシウムとの混合物を加熱処理・酸処理した際の変化。このように、カーボン原料に別の成分をテンプレート(鋳型)として加えることで、粒子中に大ききその空間を作ることが可能です。



酸化マグネシウムをテンプレートとしたメソポーラスカーボンと酸化ジルコニウム(ZrO₂)との複合粒子を用いて、水中のフッ化物イオン(F⁻)を吸着させた結果。カーボンまたはZrO₂単独の場合よりもF⁻を効率的に吸着できることがわかります。このような材料は、水質改善のための環境浄化材料としての応用が期待できます。

企業等への提案

最近主として、光重合によるポリマー/カーボン複合材料の作製に取り組んでいるので、同様の手法による材料の試作にはご協力可能と思います。他には、真空/不活性ガス中での加熱による炭素化実験も可能です。

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。他には、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、教育面でもご対応いたします。

※1「カーボンナノチューブ」炭素原子が筒型の構造をしたナノカーボン材料。球状構造のフラーレン、ハニカム構造のグラフェンなどもある。
 ※2「質量分析」物質をイオン化して分離し、原子や分子の質量の違いを測定することで物質の同定や定量を行う方法。

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。

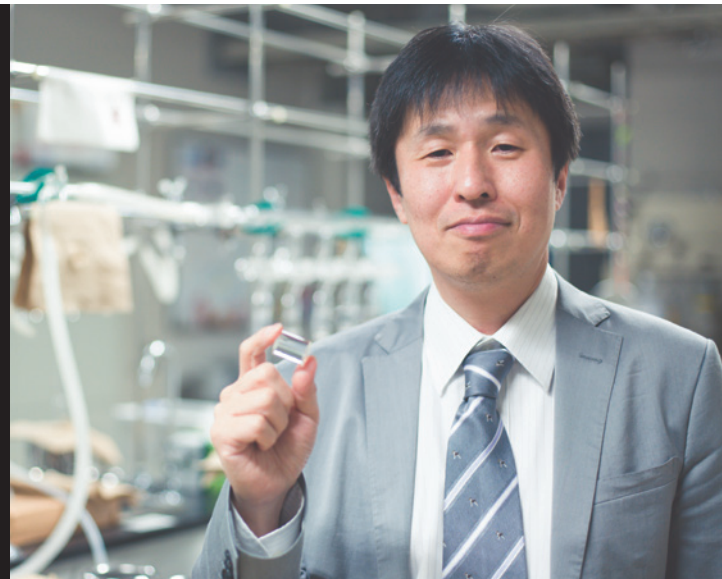
009

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めざしています。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^{※1}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のでしょうか？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^{※2}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。

※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。

SEEDS

研究テーマ 透明ポリマーの光学特性制御および高性能化 透明セルロースナノペーパー(透明な紙)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、木材などの植物繊維から作られる透明な紙の光学材料としての可能性を追求する研究も行っています。



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植物繊維から作られる透明な紙(紙の透明化)

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

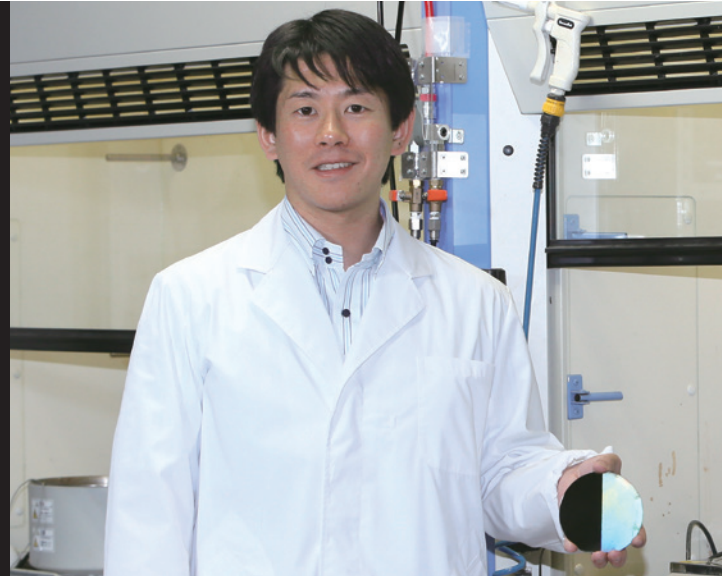
例えばカタツムリ、ハスの葉、サメ。 自然に学んで新しい材料をつくり出します。

010 Hirai LABORATORY

平井研究室

専任講師・博士(工学) 平井 悠司

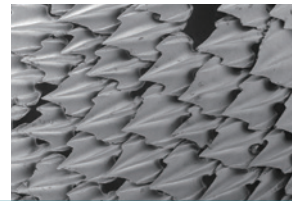
- 専門分野 自己組織化、バイオミメティクス、ナノテクノロジー、界面化学、コロイド化学
- 北海道大学理学部化学科卒業
- 東北大学工学研究科バイオ工学専攻博士後期課程修了



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。

サメ肌(ツマリツノサメ)の電子顕微鏡像。構造を研究し、新たな機能性材料の創成を目指します。



生物が持つ構造に着目し 機能をまねて材料を創製

研究のテーマは、「自然に学ぶモノづくり」。バイオミメティクスといわれるもので、生物の構造に着目して材料を創製します。例えば、カタツムリの殻がいつまでもきれいなのは、表面にたくさんある溝に水が入りやすいので、水の膜が張られて脂汚れがつかないため。この構造を防汚技術に展開し、トイレや雨が降るときれいになるタイルなどに応用しています。ほかにも、蓮の葉の撥水性を利用した超撥水材料、蛾の目は光を反射しないので、それをまねた材料をディスプレイに張って反射を防止するなど、製品化もされています。

最近、私自身が関わったのは、ヘビの表面にあるパターン構造をまねた低摩擦の材料をつくり、エンジン内部に使えないかという自動車メーカーとの共同研究。それに続いて、サメ肌の研究もしています。サメ肌の構造をまねて流体抵抗を下げられれば、タンカーなどの燃費をよくできます。また、表面にフジツボなどの海

洋生物が付着しないので、これもタンカーの表面などに利用できれば、抵抗が減って燃費が大きく変わります。これらのプロジェクトは、工学と生物と産業をリンクさせて産学官連携でやるうというもので、国立科学博物館の先生たちと一緒に、実際に生物を採集するところから取り組んでいます。

構造自体は、今のナノテクノロジー^{※1}を使えば割と簡単につくれます。ただし、費用と時間とエネルギーと資源を使う。ですから、プロジェクトのもう一つの趣旨が、省エネ・低コストを目指すことで、作製手法では自己組織化という自然現象をうまく利用することを考えています。それで産業応用できれば、省エネや持続可能な社会に貢献が可能です。

フィールドワークなどを通して 生き物の見方も大きく変わります

研究室としてまず取り組むのは、サメ肌の研究。もう一つは、水生ではないけれど水中に住んでいて、超撥水性の表面をお腹に持つ昆

虫について。水に濡れたくない表面を水中に入れると空気がつき、それを酸素ポンプとして使って水中で呼吸できるのです。さらに、水の中に含まれている酸素が供給されるため、持っていった分よりたくさんの酸素を使える。そうした超撥水の表面をつかって、実際の酸素ポンプに活用できないかと考えています。

学生たちは、いろいろなところに連れていきたいですね。フィールドワークで実際に生物の神秘や命の尊さを感じ、それをもとに材料をつかっていければ。北大の科学博物館とのプロジェクトもありますし、美ら海水族館の方や企業の方と一緒に進めている研究もあります。生き物の採集からどのような機能があるのかを観察して、そして製品として作り上げて行く過程を経験してもらうことで、自分の関わった製品が世の中の役に立っているという感動を味わってもらいたい。

この分野に携わると、生き物の見方が大きく変わってきます。まだ新しい分野なので謎が多く、テーマは無限にあるといえますから、これからは楽しみな面白い分野です。

SEEDS

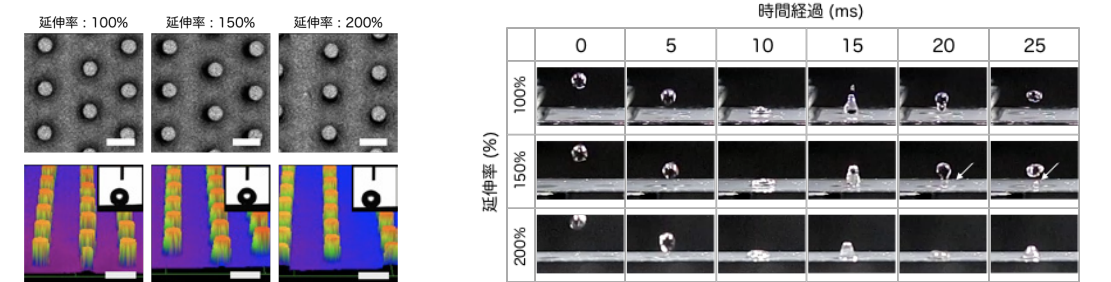
研究テーマ 自然に学ぶ機能性表面の作製と物性の解析

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。

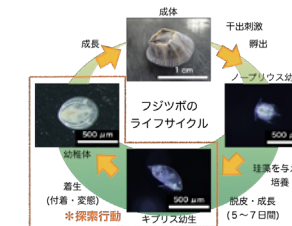


生き物から直接学び、優れた材料を作り出す

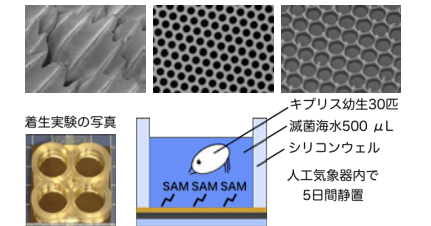
■研究室で飼育しているフジツボ



■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。

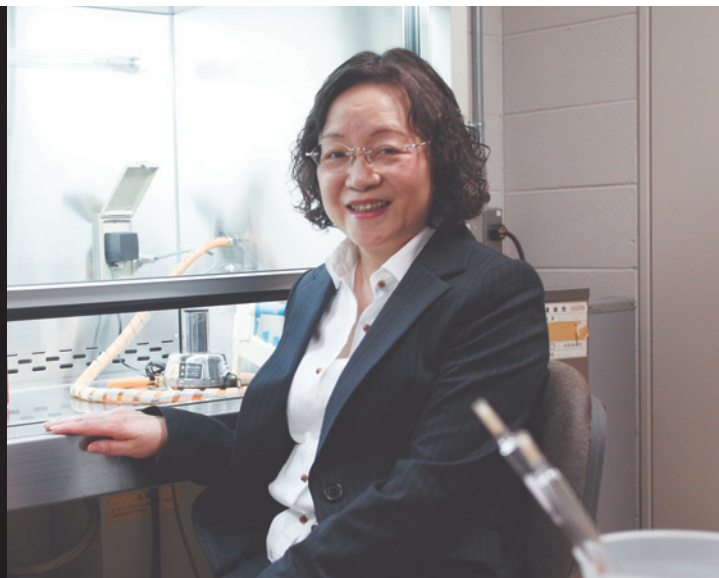
※1「ナノテクノロジー」 物質をナノメートルの領域で制御・加工する技術。

レーザーによる診断・治療が確立すれば ガンになっても怖くない。

011 Li LABORATORY 李 研究室

教授・博士(工学) 李 黎明

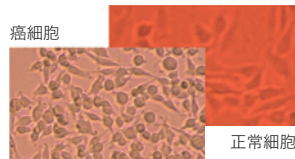
- 専門分野 バイオメディカルフォトニクス、光線力学的
癌診断・治療、フェムト秒光パルスの発生と計測
- 復旦大学(中国)物理学部電子工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科学位(博士)取得



A PPEAL POINT アピールポイント

早期胃癌は再発率3%以下と極めて低いのに、再発予防のためリンパ転移の有無を問わず、腹部の切開手術で胃の2/3以上を切除する定型手術が適用されて多くの患者に多大な負担を与えています。

そのため、胃癌センチネルリンパ節診断用近赤外線蛍光画像腹腔鏡システムの開発を行っています。また、日本人の胆石保有率は10%以上ですが、電気水圧衝撃波砕石、レーザーアブレーションによる砕石、溶解剤使用などの治療法では治療効果が期待できません。そこで、超短光パルスレーザーを用いる胆石を粉にする治療法を確立させます。



正常細胞と癌細胞。癌組織にレーザーを照射して酸素を活性化させ、癌細胞を死滅させる研究も行っています。

胃がんで苦しむ患者さんたちのために 新たなプロジェクトをスタート

私の研究室では、レーザーを使ったがんの診断と治療を中心に、胆石の治療の研究など、バイオメディカルフォトニクス^{*1}を柱にした研究に取り組んでいます。

ある病院の熱心なベテランの外科医から胃がんで苦しむ患者を私の研究で救えないかと相談されたのがきっかけで、メディカルフォトニクスの新しい研究をはじめました。胃がんの手術は1つの病院で年間100例以上の治療が多数あるのですが、早期・進行がんに関わらず2分の1~3分の2は開腹手術を要し、胃を大きく切り取るというのです。胃を半分以上切除すると初めは食事がとれず、入院が2週間以上になって、痛みも発生します。診断技術が優れた日本では、6割はリンパ節に転移していない早期がんが発見されます。その場合、再発あるいはほかに転移する比率は3%なので、本当なら切除は小さくていいわけです。そこで私は、胃の周りのリンパ節を診断するために、まずリ

ンパの位置が正確に分かるようにし、負担が少ない腹腔鏡を使って「光」で診断、がんが転移しているか否かを見極められるようにしたいと考えています。

また治療のための良い光源を見つけるのはなかなか難しいのですが、私はフェムト秒超短光パルス^{*2}を使いたいと思っています。治療の場合はレーザーにパワーが必要なのですが、かといって強いレーザーを連続照射すれば熱効果で余計な部分まで焼いてしまうことになり、それが超短光パルスなら瞬間的にそれ以上のパワーを得られるのに、熱が発生する前にパルスは消えてしまいます。しかも一定の時間では他のレーザーと同じ平均的な効果も得られます。これを利用して、体の深部にあるがんの治療ができるのではないかと研究中です。

光やレーザーを活用して
医療の現場につながる研究を進め、成果を社会へ還元

フェムト秒超短光パルスを使えば胆石の治

療も可能と考えています。日本では60歳以上で約14%の人が胆石を患っています。この手術をすると大きな傷跡が残るのが問題です。衝撃波で石を砕く治療法もありますが、これだと石が小さくなるだけで、それが流れる際に胆管を傷つけるので痛みが避けられません。それに、こういう体質の人はまた石が大きくなるのが少なくないのです。そこで私が今、研究しているのは超短光パルスで石の分子と分子の結合を切る方法です。うまくできれば粉末にして流せます。最も有効な光源やファイバなど課題はまだ山ほどありますが、その対策もいろいろ考えています。

研究室の学生とは実際の手術と一緒に見学し、我々の研究が現場とつながっていることも伝えていきます。寿命がどんどん長くなる今後の社会では、生命医学、医療の分野はさらに重要になります。がんになっても怖くない、治療して楽しく生きていくことができるようにしたいという夢を私は持っています。自分の仕事を社会に還元し、多くの人が良い機器を使って助かってくれるとうれしいです。

SEEDS

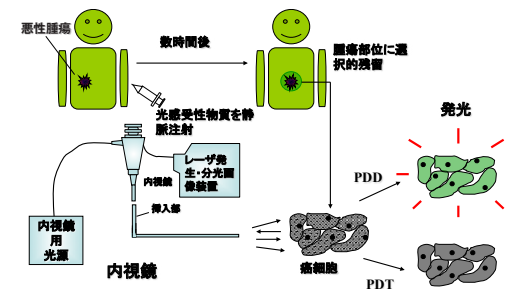
研究テーマ 光感受性物質の光物性・PDTによるガン細胞障害効果・医療用光ファイバ及びレーザー胆石治療

ガンに親和性のある光感受性物質を患者に投与し、数時間後、光感受性物質が代謝により正常組織からは排泄され、ガンの部位にだけ残留します。その物質がガン組織に集積した時点でレーザーで励起させ、蛍光を捉え、早期ガンを発見します。またレーザー照射で光感受性物質の光化学作用で酸素を活性化させ、ガン組織を破壊します。これは光線力学的診断(PDD)、治療(PDT)と言います。

PDD、PDTを行うため、ガン組織発光のメカニズムの解明、新しい光感受性物質の探索、最適なレーザー光源、光ファイババンドル開発を進めています。2017年4月、研究開発した胃がんリンパ節などの微小転移がんの診断システムが大手企業と共同で製品化を正式にスタートしました。また、超短光パルスレーザーを用いて胆石治療の研究は現在進行中。

研究室では、半導体レーザーによる光感受性物質 Talaporfin の細胞障害実験が見学でき、Talaporfin を投入したガン細胞群の発光、PDTによるガン細胞壊死の観測も体験できます。

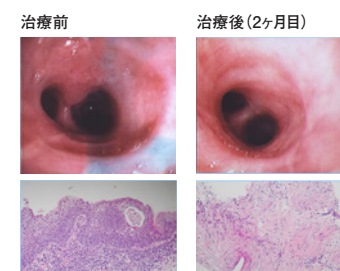
光線力学的ガン診断(PDD)・治療(PDT)



PDTの症例(早期肺ガン)

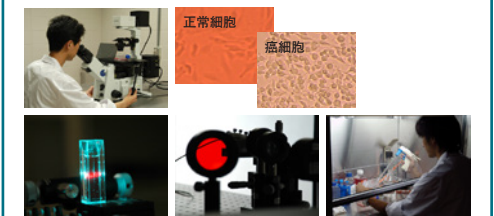
半導体レーザーを用いてレーザー光を病巣部に照射11分間、予め投与した Talaporfin が化学反応を起こし病巣部を治療した。

■77歳男性、右B¹⁰_{a+b+c}分岐



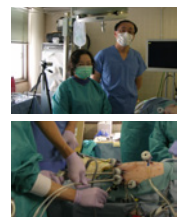
ホトニクスバイオメディカル実験風景

- レーザー励起により、正常細胞と癌細胞自家蛍光スペクトルの測定 → 細胞診断
- 癌細胞に取り込まれた光感受性物質 Talaporfin の吸収・蛍光スペクトル、蛍光寿命、蛍光画像、細胞傷害効果の研究 → 癌診断 癌治療
- 腹腔鏡用ファイバの特性評価
- レーザー光源の研究 → 胆石治療



胃癌リンパ節診断(ブタ動物実験)

対象動物:ブタ(♀)、生後6カ月、5頭
体重:約30kg。
ジアグノグリーン注射用25mg
注射量:0.05mg/5cc
注射位置:胃前壁、漿膜下層
実験現場:北海道大学付属病院
(2017.4、大手企業との事業化が始動)



企業等への提案

胃癌センチネルリンパ節診断用近赤外線蛍光画像腹腔鏡システムの開発はすでに大手企業と連携して製品化へ進んでいます。超短光パルスレーザーを用いる胆石治療では連携できる企業を募集中。これからは企業と共同で特許出願、実用化向けの製品を開発します。

地域に向けてできること

バイオメディカルフォトニクスの研究成果で地域の人の健康に貢献します。
千歳また北海道発の先端医療機器を開発し、地域の経済に貢献します。

^{*1}「バイオメディカルフォトニクス」 生体医用光学。光やレーザーの技術を医学・バイオに応用する分野。
^{*2}「フェムト秒超短光パルス」 1,000兆分の1秒という非常に短いパルス。李先生は2001年に北海道大学との共同研究で世界最短(当時)のパルスの計測に成功しています。

電子光工学科

DEPARTMENT OF OPTO-ELECTRONIC SYSTEM ENGINEERING

INDEX

- 012 福田研究室 31p
アナログ電子回路
- 013 青木研究室 33p
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
- 014 江口研究室 35p
光波・電磁波伝搬シミュレーション
- 015 小田(尚)研究室 37p
ロボット制御・ロボットビジョン
- 016 小田(久)研究室 39p
光物性・光デバイス
- 017 唐澤研究室 41p
超短光パルス技術・非線形光学
- 018 佐々木研究室 43p
光通信システム
- 019 張研究室 45p
フォトニクスデバイス・光物性
- 020 長谷川研究室 47p
機構デバイス工学・光応用計測・科学・工学教育
- 021 山中研究室 49p
オキシライドの探索と応用
- 022 吉本研究室 51p
社会を支える光ファイバネットワーク

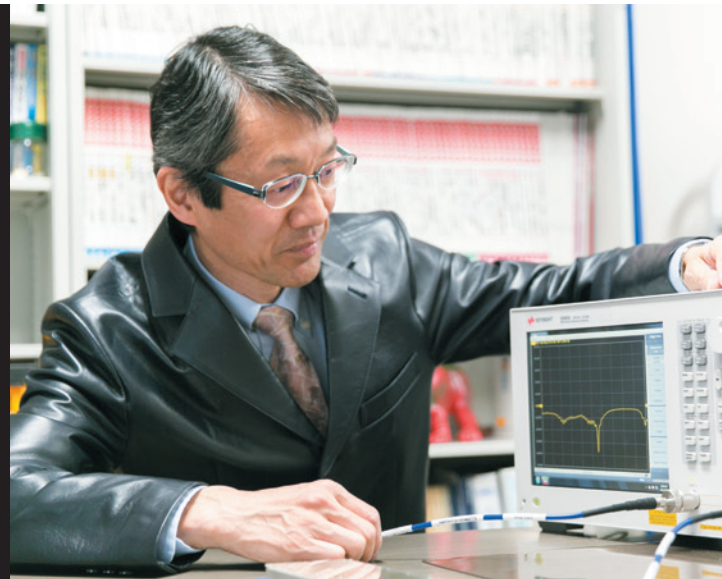
SEEDS

部品の組み合わせは無量大。 電子回路は自分のアイデアを形にできる。

012 Fukuda LABORATORY 福田研究室

教授・博士(理学) 福田 誠

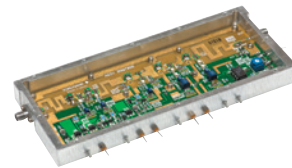
- 専門分野 アナログ電子回路
高周波エレクトロニクス
- 慶應義塾大学理工学部物理学科卒業
- 東海大学大学院理学研究科学位(博士)取得



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。デジタル時代を下支えするためにも、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、眠る時間があ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られましたが、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

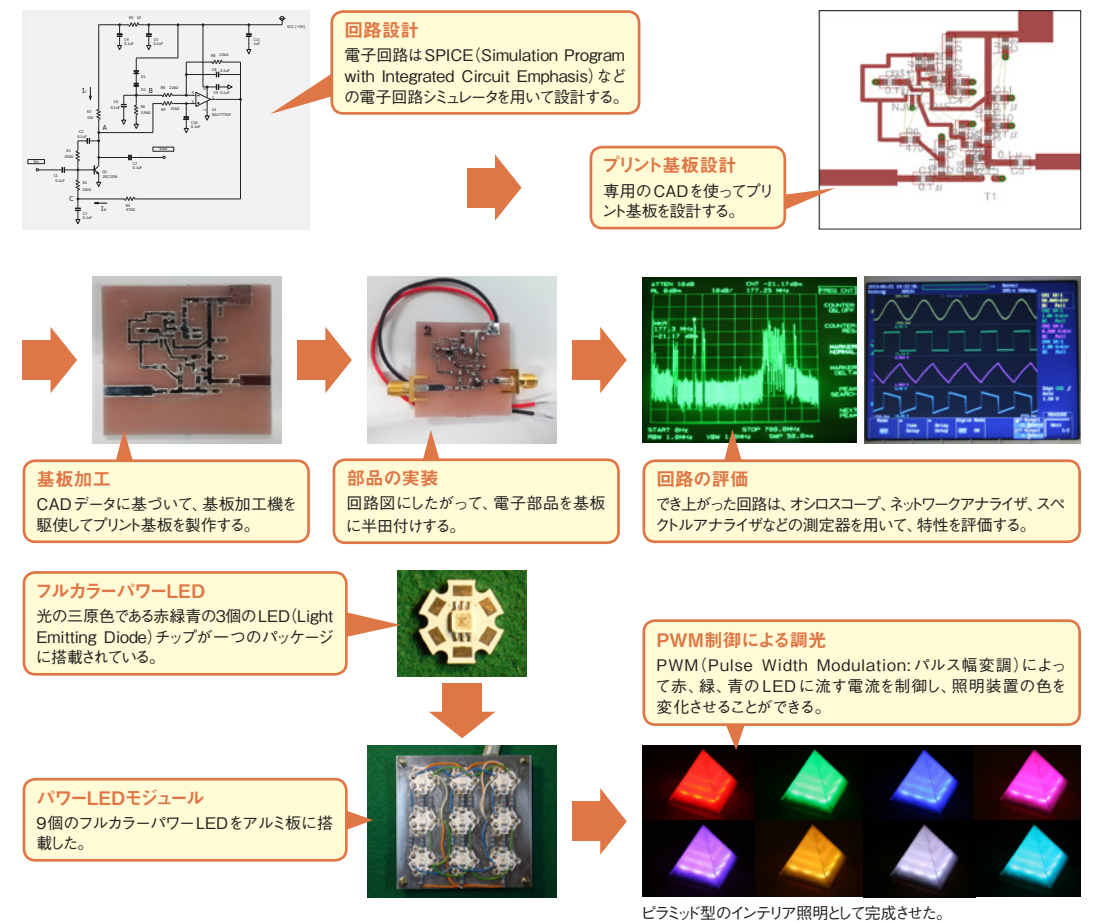
子回路の面白さを伝えたいと思っています。数学や理科と違って高校では電子回路の授業がないので、電子回路はハードルが高いと感じる学生が多いようです。市販されている電子回路の教科書を見ると、確かに初心者には難しそうな雰囲気が出ていますね。しかし、私が回路を設計する時に使う法則はたった2つ。オームの法則とキルヒホッフの法則です。使う計算も四則演算だけです。大まかな回路図ができれば、コンピュータの回路シミュレータに回路図を入力し、精密な計算はシミュレータに任せます。つまり、2つの法則を使いこなすことができれば、電子回路の設計は誰にでもできるのです。ちょっとしたコツを身につければ、さまざまな回路を自分の手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

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∞(無限)なので、電子回路は∞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LEDを駆動する回路などの開発に取り組んでいます。GHz帯の信号はスマホやWiFi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。

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。

013 Aoki LABORATORY 青木研究室

准教授・博士(工学) 青木 広宙

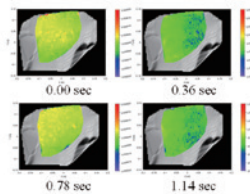
- 専門分野 画像工学、生体医学、計測工学、福祉工学、スポーツ工学
- 早稲田大学理工学部資源工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科学位(博士)取得



A PPEAL POINT アピールポイント

3次元ビジョン技術の応用研究
Depthカメラを用いた3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、特に人を対象と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^{*1}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^{*2}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たいと、苫小牧市美術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、面白く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。

私は一般的にい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

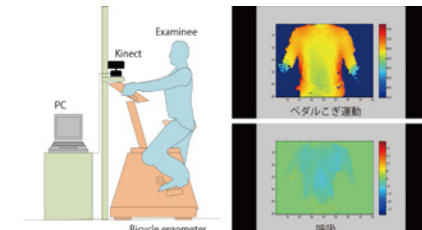
青木研究室では、主に、画像工学・生体医学・福祉工学・スポーツ工学・農業工学・メディアアートに関連する研究活動を行っています。

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。

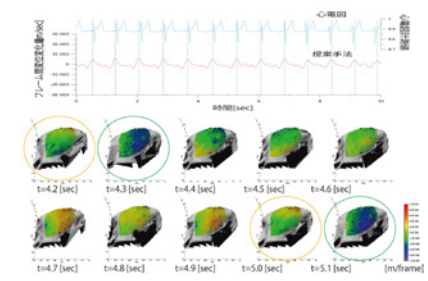
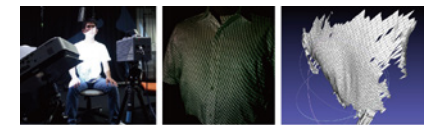
研究活動が社会貢献につながるように、研究成果の実用化を念頭においた研究テーマに取り組んでいます。

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。

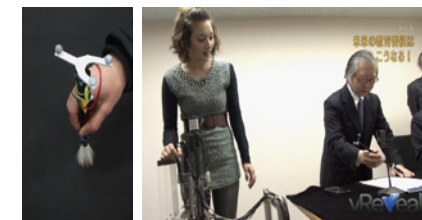
- 三次元画像センサを用いた非接触生体信号計測とその医療応用
- 三次元画像センサを用いた安否監視システム
- 擬似力触覚を用いた運動支援用ヒューマンインタフェース
- レーザレンジファインダを用いたスキージャンプの計測
- 技能伝承を目的としたハプティクスデバイス・ヒューマンインタフェース
- 農作物の生長状況の三次元モニタリングシステム
- メディアアート制作を通じたアートとサイエンスとの接点に関する検討



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)



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)



擬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)

企業等への提案

3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3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。

高速・大容量の光ファイバを見つけ出し、 世界を驚かすのが目標です。

014 Eguchi
LABORATORY

江口研究室

准教授・工学博士 江口 真史

- 専門分野 光波・電磁波の波動伝搬解析、シミュレーション工学、高複屈折フォトニック結晶光ファイバの開発、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
- 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

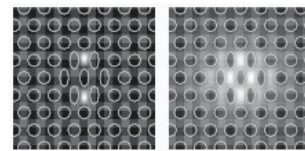


A PPEAL POINT アピールポイント

「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光ファイバのシミュレーションです。特に、フォトニック結晶光ファイバ^{※1}の分析と、新しい構造の提案、効率的なシミュレーション手法・解析手法の研究をしています。より高速に大容量を取り扱える光ファイバを実現するため、光ファイバそのもの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。

ここで行うのは実際につくったりする研究ではなく、あくまでもシミュレーションです。昨今は地震や放射能の問題でも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ため、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^{※2}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っ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も多くなります。

基礎研究の成果がものづくりに 生かされることが大きな喜び

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が、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続けてやっと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った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だし、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。

SEEDS

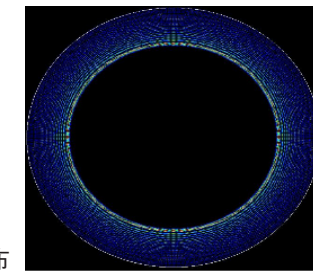
研究テーマ 光ファイバ・光導波路・アンテナ解析

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解析構造、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ろろんのこと、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光ファイバやますます高機能、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

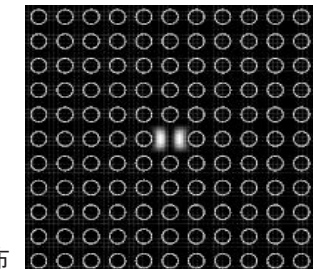
プラスチックのヒモで超高速光通信



プラスチック光ファイバ中の光の分布

フォトニック結晶光ファイバ

穴だらけでも超高速光通信



正方格子ホーリー光ファイバ中の光の分布

フォトニック結晶光導波路

穴だら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

- 「小中学校」
・科学教室(座学、簡単な実験等)
- 「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
・情報システムに関する助言

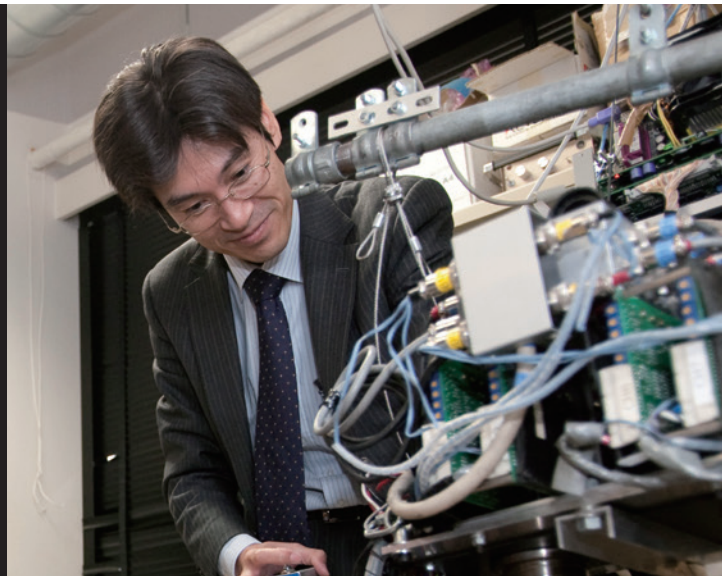
※1「フォトニック結晶光ファイバ」 断面に多くの微細な穴のある光ファイバ。その穴などの構造によって特性が異なります。
※2「コンピュータシミュレーション」 何らかの現象をコンピュータの中で模擬実験します。

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。

015 Oda LABORATORY 小田研究室

教授・博士(工学) 小田 尚樹

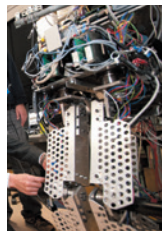
- 専門分野 各種ロボットのモーション(二足歩行ロボット、ロボットアームなど)、画像認識に基づくロボット車いすのアシスト制御、ユビキタスネットワーク環境におけるロボット制御手法の開発
- 慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了



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

ここでは、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、光計測技術を利用した制御といった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的は、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}などへの設置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。

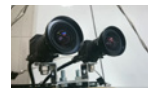
研究室のロボットは、学生が実機検証用に製作したものばかりです。モノづくりや動くものが好きな人にはうってつけの研究分野です。いつでも見学大歓迎です。

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

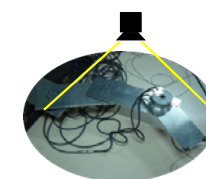


ロボット車椅子

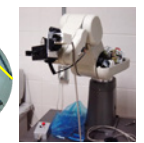
視覚がやはり大切

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。



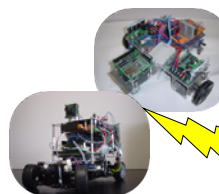
ロボットアーム



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

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。

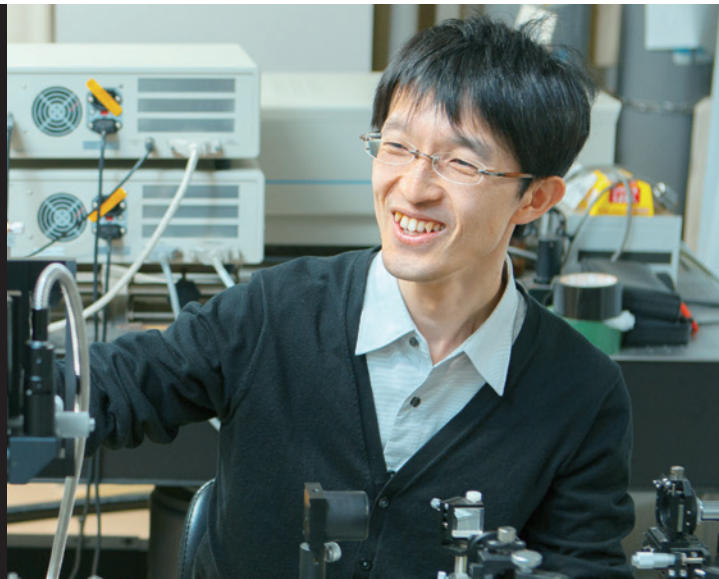
※1「モーションコントロール」 運動制御。ロボットの動きを思い通りに制御するために必要な技術。
※2「電動車いす」 視野内の動的変化が伝わり、障害物の回避などをサポートしてくれる電動車いすの研究に取り組んでいます。

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。

016 Oda LABORATORY 小田研究室

准教授・博士(理工学) 小田 久哉

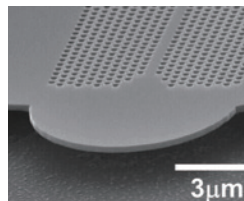
- 専門分野 非線形光デバイス、フォトニック結晶の光物性とデバイス応用
- 千歳科学技術大学光科学部物質光科学科卒業
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科光科学専攻博士後期課程修了



A PPEAL 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。

もっと細かくいうと、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、遅くするというのも困難です。そこをどうにか克服する方法として、フォトニック結晶^{※1}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^{※2}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26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度に曲け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^{※2}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ところ。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

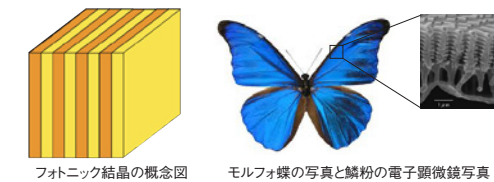
光を自由自在に操作。21世紀は光の時代と言われてます。我々の身近な所でも信号機や車のヘッドライトがLEDに変わり、ソーラーパネルによる発電、スマートホンの顔認証に代表される光センシングなど、光の担う役割は重要になっています。

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。

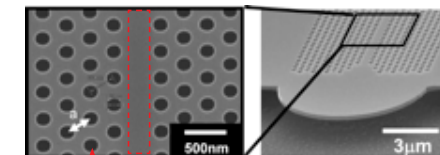
フォトニック結晶

フォトニック結晶とは、屈折率が異なる物質を光の波長と同程度の間隔で並べた、ナノ構造体をもつ人工の結晶です。一般的には人工物ですが、フォトニック結晶に類するものは自然界にも存在します。モルフォ蝶の羽は青く見えますが、これは羽の鱗粉には、縞で等間隔で並んだ周期構造により青色の光を反射しています。



2次元フォトニック結晶導波路

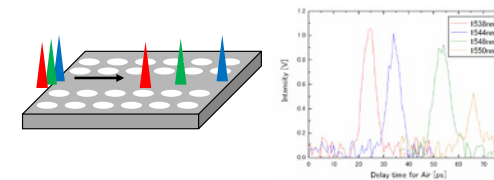
半導体の微細加工技術はLSIに代表されるように我が国には高い加工技術があります。我々はGaAsという半導体の薄膜面に周期的に直径180nmの空孔を導入した2次元フォトニック結晶を作製しています。また一部を空孔を入れず(赤点線部分)に、その部分を光導波路として機能します。



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

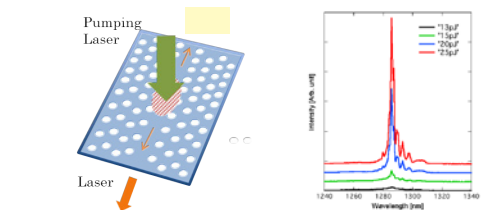
フォトニック結晶導波路中では光の速度が波長によって大きく異なります。光の速度を遅くすることにより、光と物質の相互作用を強くすることや、光スイッチや光フリップフロップ回路に応用することができます。



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。

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」 屈折率が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ー」、そこから新しい世界を広げたい。

017 Karasawa LABORATORY 唐澤研究室

教授・Ph.D 唐澤 直樹

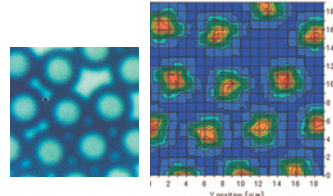
- 専門分野 超短光パルス技術、非線形光学、非線形ファイバ光学、フォトニック結晶ファイバ
- 慶應義塾大学工学部電気工学科卒業
- カリフォルニア工科大学(アメリカ)応用物理専攻博士課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

レーザー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ー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。

顕微鏡画像と超短光パルスレーザーによる発光から得られた構造。



微細な構造や化学的な組成が分かる顕微鏡への応用を研究中

レーザー技術に関しての研究で、特に超短光パルスというものがごく瞬間的な光レーザーを使って、新たな可能性を探っています。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ー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ー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虹色の光が出てきます。そうした波長変換は、通常のレーザー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レーザーを原子に当てると電子が飛び出し、電子の分布などの状態が分かります。さらに、もっと短い波長にできればX線が出るので、X線レーザーへの応用が考えられます。普通のX線では2次元画像しか

撮れませんが、X線レーザーができればホログラフ^{※1}のような3次元画像が撮れる可能性があります。

今、主に取り組んでいるのはそうしたもののうち顕微鏡への応用実験です。超短光パルスレーザーを物質に集光すると、物質によって違う色の光を発生します。その色を見分けることで、構造と化学的な組成が同時に分かるという顕微鏡です。細胞レベルで見えるので医療面での応用のほか、ポリマーの分布などを見る材料系でも使えるのではないかと考えています。将来的には、顕微鏡の光源としてレーザーシステムをつくれたいと思っています。

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

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は、超短光パルスレーザーしかありません。超短光パルスレーザーを使

うと、普通では起きないような非線形^{※2}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。ある学生は波形成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。しかもそれが可視光なので、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。

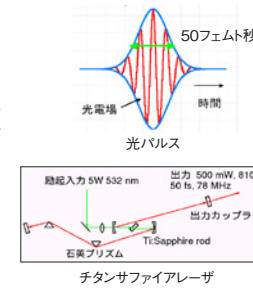
SEEDS

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ーがありますが、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、現在のレーザー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。

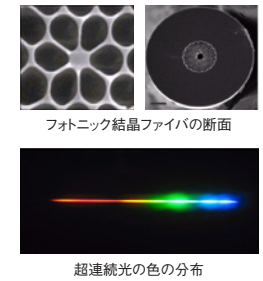
光のかたまり(光パルス)

- レーザー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。
- 実験室のレーザー(チタンサファイアレーザー)からは幅が50フェムト秒(5×10^{-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。



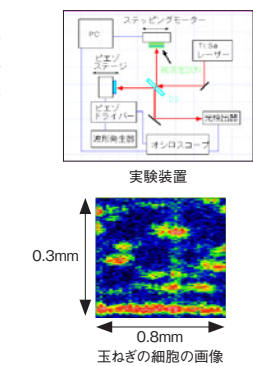
超連続光の発生

- 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。



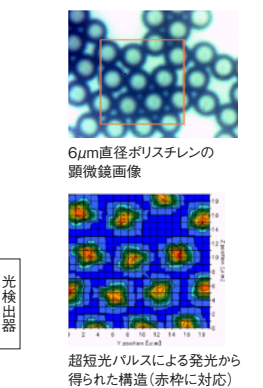
断面画像計測への応用

- 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。これを顕微鏡に応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ー等を用いたレーザー加工、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ー装置の試験の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。

※1「ホログラフ」 光の回折・干渉を利用して、レーザーで立体画像を記録・再生する方法。3次元画像の可能性を秘めています。
 ※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。

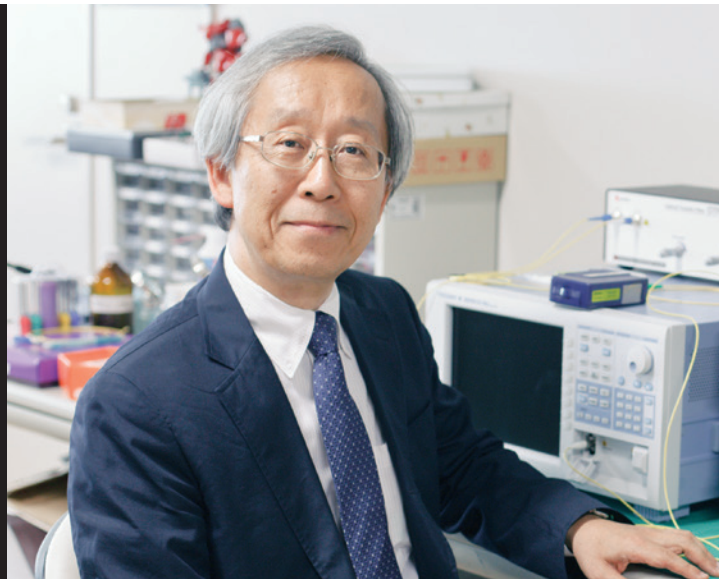
まだまだ発展の余地がある「光通信」の分野は、チャレンジのしかいがあります。

018 Sasaki LABORATORY

佐々木研究室

教授・工学博士 佐々木 慎也

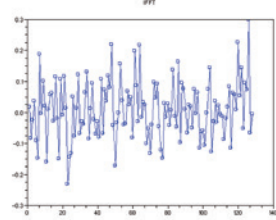
- 専門分野 通信工学、オプトエレクトロニクス、光通信、光ネットワーク
- 北海道大学工学部電子工学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科電子工学専攻博士後期課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

本研究室は、100Gbit/s～400Gbit/s 超高速光通信システム、特にデータセンター向け(通信距離40km以下)光通信用変復調方式を研究しています。ステージは、基礎研究から応用研究に移行中です。

光OFDM(直交周波数分割多重)信号の時間波形(シミュレーション)



目的は「可能な限りたくさんの情報を、可能な限り遠くまで」

研究テーマは、高速の光通信システム^{※1}です。スピードが早くなればなるほど、たくさんの情報を送れますから、そのための研究にずっと取り組んできました。

光通信という分野の面白さは、目指すところが非常にはっきりしている点にあると思います。「可能な限りたくさんの情報を、可能な限り遠くまで」という明確な目的があり、それをどうやって実現するかについてたくさんの人がいるの考え、工夫を凝らしています。光通信に関することは、結局は「人と人をつなげる仕事」といえますから、そうしたことに喜びを見だし、研究の面白さを感じてもらいたいと思っています。

今や電話をかければ皆さんの声は光になってつながるわけですから、光通信はとても身近な存在です。ただ、光ファイバ^{※2}などを見る機

会はなかなかないでしょうから、実際に見て触って、情報や声はこうして伝わっていくことを肌で体験してもらおうと考えています。

研究は、コンピュータによるシミュレーションなどをメインに進めていきますが、光通信は、まだまだ発展する余地がある分野です。研究を通して少しでも面白さを学んで、次の光通信の発展に貢献するような学生が出てくれることに大きな期待を寄せています。

分からなかったことが分かる喜びを研究を通して経験してください

研究というのは、常に競争です。ほとんど負けてばかりですが、時にはほかの人より一歩先に進むことができたということがあり、その時はやはりうれしいものです。それに、失敗した場合でも、今までの自分の知っていたところよりは少し先に行けた、自分の分からなかったこ

とが少しでも分かるようになったと思えます。学生の皆さんにも、今まで分からなかったことが分かる喜びの一つでも二つでも経験してほしいと思っています。大学は、「これは面白い」というものを見つける場といえます。何にでも興味を持ってチャレンジし、その中で、これは一生やっていけそうだなとか、やっていきたいと思うものに出合えば、最高だと思います。

私には長く企業で研究に取り組んできた経験がありますから、やがては企業に旅立つ学生たちに、自分の経験を少しでも話してアドバイスしたいとも思っています。これまで数えきれないぐらいのプレゼンテーションをしてきましたから、仕事をしていく上で欠かせない自身や研究結果をどう売り込むかというプレゼンの技術についても指導していきます。

光通信の可能性は無限大です。光通信のさらなる発展に向かって、ぜひ一緒に研究を進めていきましょう。

SEEDS

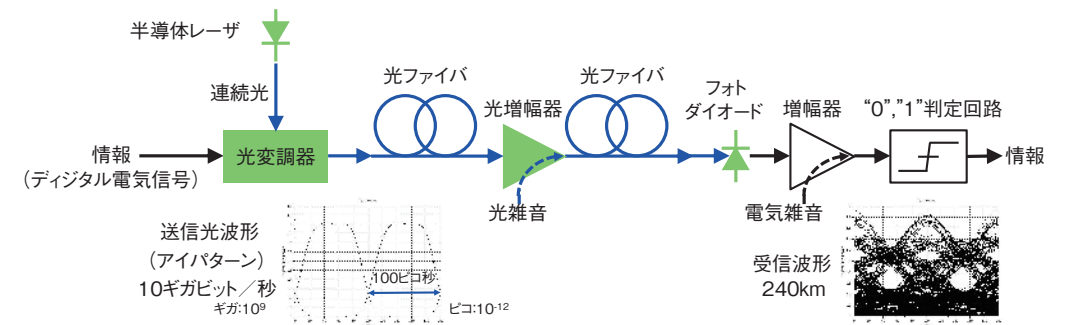
研究テーマ 光通信システムの基本特性評価・デジタル信号処理を用いた光通信システム

光通信は電話の音声、TVの映像信号、インターネットのデータ等、ありとあらゆる情報を、光信号に変えて通信を行います。この光信号は、髪の毛とほぼ同じ太さの直径0.1mmほどのガラスでできた光ファイバを伝わって、受け取り手(受信者)に届きます。受信者は、この光信号を電気信号に変えて、元の情報を取り出します。

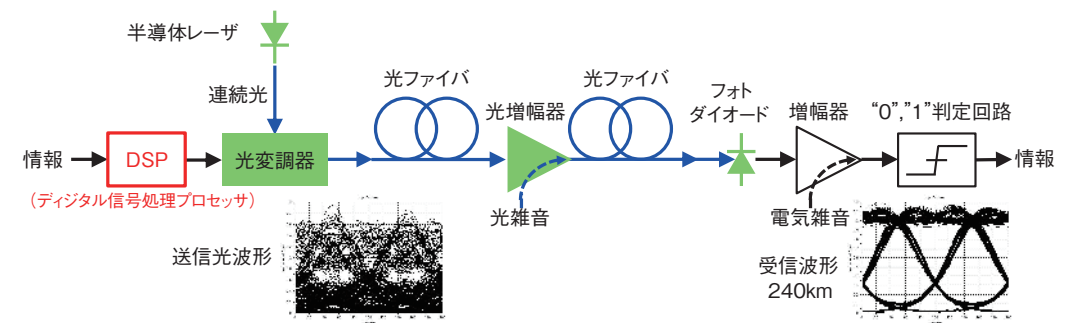
この光通信システムは、より大量に、より速くまで、より正確に、情報を伝えることを目的に発展してきました。その結果光通信は、目には見えませんが、現在の情報化社会の通信インフラ(社会基盤)としてあらゆる場面、例えば、電話、TV、インターネット、携帯電話などで活躍しています。

研究室では光通信システムそのものの特性を評価するほか、光通信システムの能力をさらに引き出すための研究、例えばデジタル信号処理を送信機や受信機に適用する研究などを行っています。

光通信システムの構成



デジタル信号処理技術を導入した光通信システムの例



企業等への提案

本研究は、400Gイーサから1Tイーサへの適用が考えられ、特に経済的なシステムを実現できる可能性が大きい。

地域に向けてできること

機器の選定、使用方法など光通信に関するアドバイスをできます。

※1「光通信システム」 デジタルデータを光の点滅に変換して通信を行うシステムで、高速、大容量、伝達距離が長いなどのメリットがあります。
 ※2「光ファイバ」 髪の毛ほどの細さのガラス繊維で、光信号を通す通信ケーブル。

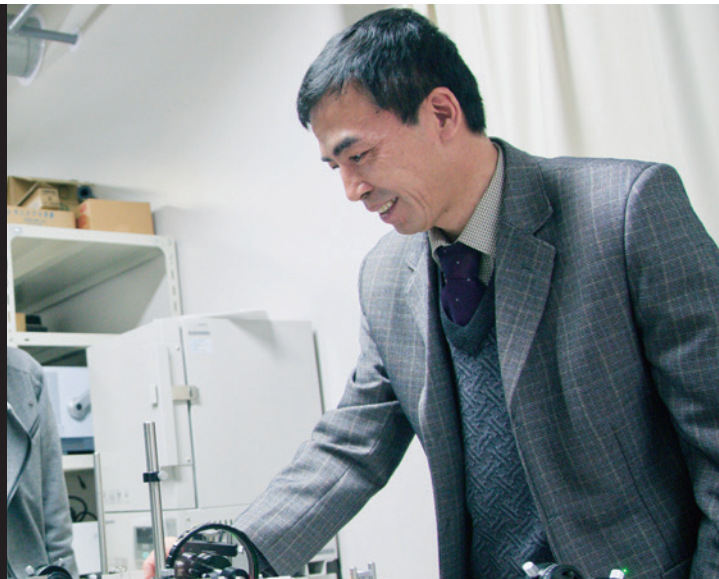
機能性に優れた光デバイスに、 科学の眼は期待を寄せています。

019 Zhang
LABORATORY

張 研究室

准教授・工学博士 張 公儉

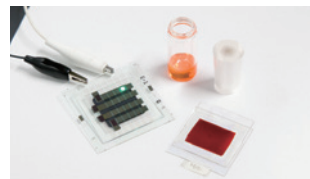
- 専門分野 光エレクトロニクス、非線形光学、光導波理論
- 西安交通大学(中国)基礎課程学部物理学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科学位(博士)取得



A PPEAL POINT アピールポイント

波面や偏光のトポロジカルな構造を制御することで発生する光波は重要な特徴である偏光に依存しない軌道角運動量を示します。これらの光波は共通の特徴があり、ビームの強度の分布は環状とな

ります。現在では、これらの性質を活用した様々な応用が、情報通信、ナノテクノロジー、イメージングなど様々な分野で実用化を目指して研究を進め、とくにレーザー顕微鏡分野での進展はよく知られている例があります。本研究では光波波面制御において実験研究と効率的な理論シミュレーションの手法についての研究を行っています。



実験中の材料。画像記録などの機能を持つデバイスの開発を目指しています。

「光の半導体」で高速・大容量の 通信や情報処理を目指します

次世代の情報産業の有力な担い手として期待が高まっている有機エレクトロニクス・フォトニクス材料やデバイスについて研究しています。特に、機能性のある光デバイス^{※1}をつくることをテーマにしています。情報を記憶したり、処理したりする装置です。演算機能を持っていて、情報処理ができるコンピュータのようなデバイスを目指し、材料の開発と物性の評価などを行っています。

また、最近話題のフォトニック結晶ファイバの理論シミュレーションと実験も進めています。これは、将来的には通信に使われ、大容量の信号を送れるようになるはずと見込まれているものです。つまり、光の半導体^{※2}のようなものと考えていいでしょう。今、世の中で使われている電気のデバイスは半導体の結晶で、人工

的にはつくれませんが、光の半導体なら人工的につくれるのが魅力です。材料をつくり、測って性質を調べ、さらにその動作の解析もしています。

ここでの研究を通して一番身につけていただきたいのは、フォトニクスという分野の基礎的な技術です。光の半導体は、比較的まだ新しい分野です。有意義な知識と技術と研究能力を身につけ、世の中に出て実際に生かす存在になることを願っています。

新しい分野は可能性がいっぱい 光のデバイスを実用化へ

研究を通じてみなさんは次世代の技術にふれる大きな喜びと手応えを感じられることでしょう。今までの半導体の技術に代わる次世代の光の分野で、従来では不可能であったいくつものことができるようになります。光の

分野は科学の世界で大変期待されています。通信や情報処理はその代表です。大容量の通信ができ、スピードも追求できます。電子のデバイスを画期的に上回ります。

目標は光のデバイスを電子デバイスと同様に実用化・一般化することです。構想中の事案は、ほかにもいろいろありますが、とりえず光の物性を解明することに力を注ぎ、普通の電子デバイスと同じようにすることを優先したいと考えています。そのためには、コストの低減化や性能の向上など、課題は多々あります。しかしながら、新しい領域に積極的に携われるというのは、科学の分野に身を置く者にとって大変な楽しみでもあります。時間をかけて実験を重ねていくと新しい現象を必ず発見できる分野であり、それが社会で役立つというやりがいにも満ちています。研究室の学生にはそうした大きなやりがいをもって取り組んでいただけることを期待しています。

SEEDS

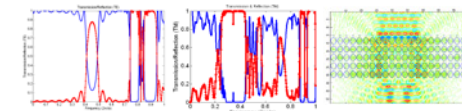
研究テーマ

有機フォトリフラクティブ光学効果・ 有機非線形光学の応用・フォトニック結晶と フォトニック結晶ファイバの解析

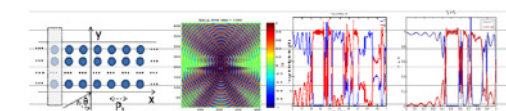
フォトニック結晶中の光の伝搬は半導体中の電子の伝導と基礎方程式が同じタイプであって、波の性質もよく似ています。次世代の情報産業の有力な担い手として期待が高まっている有機エレクトロニクス・フォトニクス材料およびデバイスについての研究です。特に人工設計の可能となるフォトニック結晶、フォトニック結晶ファイバというような光の半導体の理論シミュレーション、設計を行います。材料の電気および光学性質はその分子の構造と分子の配向方式により大きく変化することにより、さまざまな機能を持つ光学素子が開発できます。例えばリアルタイム光信号を記録し、処理できるようなデバイスの設計、解析および作製、またこのような材料の開発に関する研究も行っています。

フォトニック結晶およびフォトニック結晶ファイバの解析

PCFを導波原理で分類すると、二つに分類できます。一つは、PBGによって光を閉じ込めるフォトニックバンドギャップ型PCF(PBF)です。もう一つは、全反射により光を閉じ込める、屈折率導波型PCFです。1) 空孔の位置や大きさを変えることで偏波保持特性ファイバや、曲げによる光損失も極めて小さいファイバが実現され、今後の宅内の光配線にも有望です。2) 大きな開口数はPCFの特徴ともいえます。機能性分子材料を導入により様々な光デバイスが容易に実現できます。



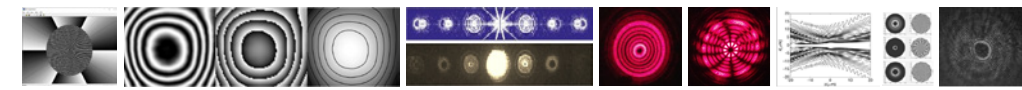
周期構造中の光波の伝搬、シミュレーション結果、光波透過スペクトル



Meta-material中の光波伝搬、自己集光の様子。

コンピューター合成ホログラムによる光波のマニピュレーション

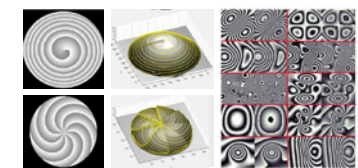
渦光波ビームは位相の特異点を持つことや軌道角運動量を持つという特徴があるため光学操作や量子計算及び量子通信等の分野で潜在的に実用化の可能性を有しています。計算機合成ホログラムにより光波Vortexの発生およびその集光特性の理論解析、実験測定を行い、また強く集光した際の焦点付近での強度分布の振る舞いおよび応用についての研究を行っています。



開発したSLM素子の操作のソフトウェア、素子位相歪の測定、補正、渦光波の発生の実験

光波干渉パターンによる3次元形状の測定

3次元の形状は光波の干渉で測定できます。一般に同時ではなくいくつかの位相シフトした干渉パターンで実現することができます。しかし一枚の干渉パターンにより精度よく3次元の形状が推定できます。この場合、閉じた干渉パターン、あるいは渦のある干渉パターンでは確定できないことは大きな課題です。本研究では非線形回帰という手法を用い、ワンショット干渉パターンから位相回復についての研究を行っています。右図に示したものは渦のあるものおよび閉じた干渉縞を含む、様々な干渉パターンにおいての処理した結果です。



企業等への提案

研究開発に関しては、ダイナミックな光波面制御を利用したイメージング、レーザー顕微鏡技術の開発が可能となります。

地域に向けてできること

光波波面制御に関しては効率的な新手法とコンピューター合成ホログラムにより光波波面制御でレーザー顕微鏡、イメージング技術に関して協力できることがあればご相談ください。

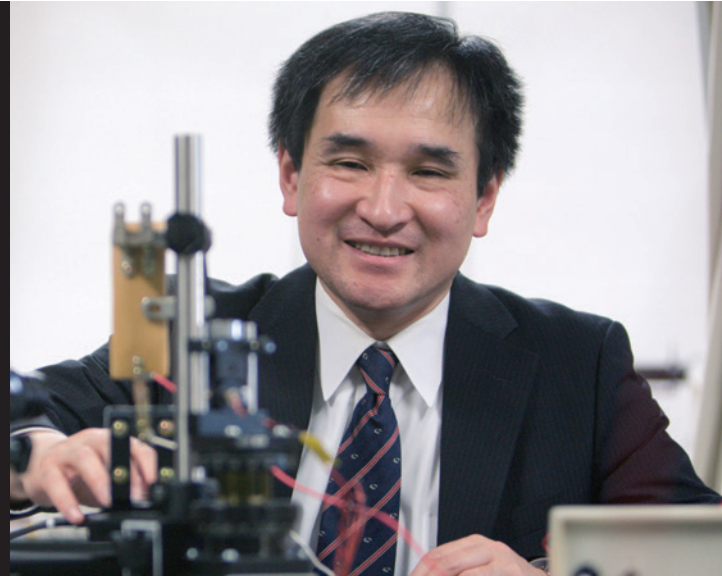
※1「光デバイス」 光を利用して情報の記録や伝達などを表現する装置の総称。レンズや光ファイバ、レーザなど身の回りにも数多くあります。
※2「半導体」 シリコンやダイオードが代表的。電気を通す物質(導体)と通さない物質(絶縁体)の中間の性質を持ち、温度によって導電率が変化。

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。

020 Hasegawa LABORATORY 長谷川研究室

教授・工学博士 長谷川 誠

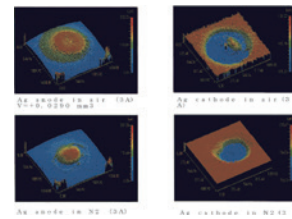
- 専門分野 光応用計測、機構デバイス工学、理科実験教材の開発と効果的な実践手法の検討
- 慶應義塾大学工学部電気工学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科電気工学専攻博士課程修了



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めばい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、そういうものがな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」^{※1}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ックルパターン^{※2}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、面白く感じてやればそれでいいと考えています。もちろん成果を出せ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、自分で育つというふうな思っていることです。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、海外の方々とも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。

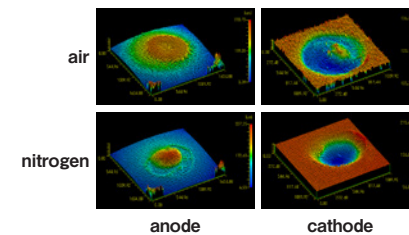
SEEDS

研究テーマ 有接点スイッチの高信頼性化、スペック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。

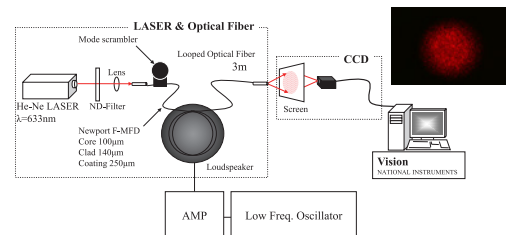
- 1 光応用センシング**
光ファイバ射出レーザー光のスクリーン投影時に発生するスペックルパターン(粒状パターン)の変動を利用したセンシング技術の開発を進めています。
- 2 有接点スイッチの高信頼性化**
電気エネルギーを制御する有接点スイッチは半導体スイッチと並ぶ基幹技術です。その高信頼性化の実現のため、接触現象の解明を進めています。
- 3 理科・物理実験教材の開発と工学・物理教育の実践**
科学・技術に対する好奇心を喚起して未来の科学者・技術者を育てるための工学・物理教育の実践とそのための実験教材の開発を進めています。

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



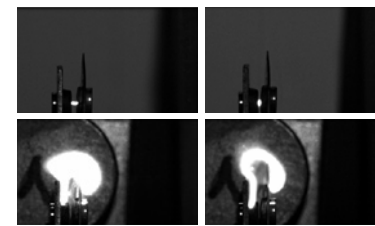
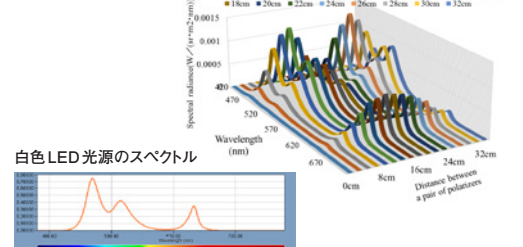
アーク放電によるAg電極の損傷形状
～レーザー顕微鏡による三次元イメージ～
(損傷の可視化を通して、接触現象の新しい考察を可能にしました)

光ファイバ射出レーザー光によるスペック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クトルの透過距離に対する変化



外部磁界印加の有無によるAg-SnO₂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

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及・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「スペックルパターン」 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。

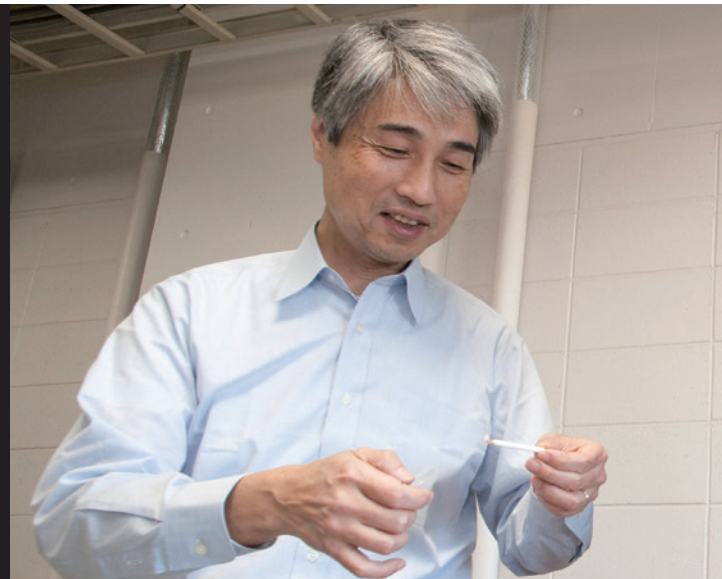
先端企業と研究室がコラボレートし、「次世代の次」を探しています。

021 Yamanaka LABORATORY

山中研究室

教授・理学博士 山中 明生

- 専門分野 ワイドギャップ半導体、蛍光材料、磁気光学材料
- 北海道大学理学部物理学科卒業
- 北海道大学大学院理学研究科物理学専攻博士後期課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

新規セラミックスの開発を行っています。ビジョンとしては光アイソレータ(磁気光学)、蛍光体、ワイドギャップ半導体への応用です。研究ステージは、前者2テーマは実用化段階、最後のテーマは基礎研究の段階です。

研究室で合成されたオキシド。さまざまな色で鮮やかに発光するのがキレイ。



研究対象は色鮮やかに発光する物質 その魅力との出会いが始まりです

金属元素と酸素の化合物であるオキシド^{※1}、発光性セラミックスなどがここでの主な研究対象です。光デバイスなどへの応用を目指して、新しいデバイス材料に取り組んでいるわけですが、実際のところ、こうした鮮やかな色で光る物質というのは、興味を引きやすい。例えばLED照明をつくらうとすればLEDと、それに色をつける物質つまり半導体と蛍光体という電子と光との両方を勉強できます。光の色を変えるという分かりやすい結果がついてきますから、純粋に面白い研究でもあります。

この研究室でも企業との共同研究を多く行っています。今、日本の企業は競争が激しく、社内だけではリスクの高い研究にはなかなか取り組みなくなっていますから、私たちが協力し「次世代の次」の世代に出てきそうなものを探している探索しています。

研究室では、最終的に特許^{※2}の出願を目指しています。学生たちの卒業研究や修士の研究が特許情報に発明者としてきちんと載ります。これまでに実際に特許を取得したケースは20%ぐらいでしょうか。修士1年、学部4年時に取得する学生もいますし、過去にさかのぼって出願することもありますから、卒業の時点では特許取得にならなくても、しっかり結果を残しておけば、それがやがて表舞台に出ることもあります。

研究成果を学会で発表する経験が プレゼンテーション能力に

学生には学会発表を数多く経験させるようにしています。研究は、いつかまとったら発表しようというのでは、なかなか先に進まないものです。この学会に出すと決めて、絶対に間に合わせるものです。もちろん無理なテーマを掲げさせることはなく、ある学会で発表した内容

にプラスアルファしたものを次の学会に、というふうになんか積み重ねた研究内容を、その時々発表していきます。そういう経験があると、間違いなく人前できちんと話ができるようになります。プレゼンテーションができるようになるには、実際に経験を積むしかありません。研究というのは長期間にわたることも多く、今いる学生が積み重ねたものを元に、次の代の学生が結果を出すかもしれません。だから、自分が一生懸命に積み重ねたものを、その成果としてまとめておくことも大事だと思っています。

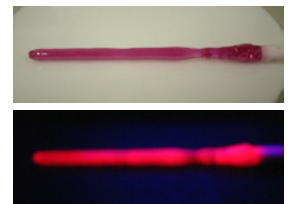
もう一つ、この研究室らしいところは、世界的にもあまりつくりえない特殊な材料づくりに挑戦しようという姿勢です。自分で何かをつくって、それをレーザー技術を使って測定し、最後には特許まで目指す。このようにさまざまな経験をすることで、自分の得意なものを見つけてくれるとうれしいです。卒論を書くことだけが目的ではなく、学生時代に研究室で何かをやったという手応えを持っていただきたいと思っています。

SEEDS

研究テーマ 発光性・蓄光性オキシドの探索研究 発光性セラミックス・ナノ粒子の研究

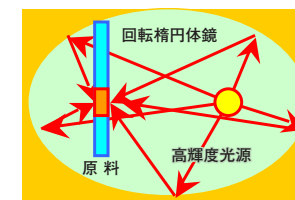
金属元素と酸素の化合物をオキシドと言います。例えば、赤く光る宝石であるルビーはアルミニウムとクロムのオキシドで、初めてレーザーが作られました。またガラスはシリコンのオキシドで、光ファイバに用いられています。オキシドはとても身近なものですが無数の可能性を秘めているので、山中研究室では光デバイスや光システムへの応用を目指して、新しい発光性オキシドの探索研究や、発光性セラミックス・ナノ粒子の研究を行っています。

ここで紹介するのは、山中研究室の学生たちが発明・発見したもので、すべて新しいオキシドです。内容の一部は秘密となっています。お許しください。

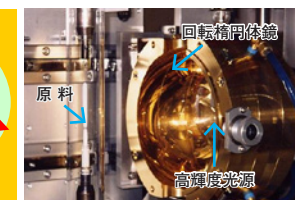


ルビーの単結晶:写真上
赤く発光するルビー:写真下
(山中研作製)

発光性・蓄光性オキシドの探索研究

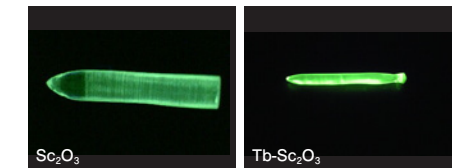


赤外線集中加熱の原理



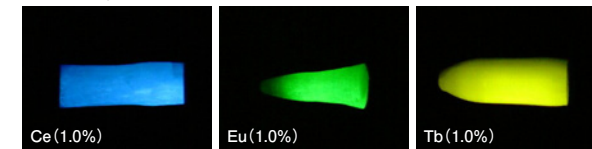
赤外線集中加熱装置

RE-Sc₂O₃ 一光をたくわえる性質(蓄光体)ー



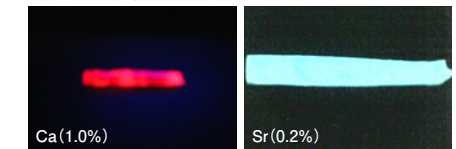
国際特許出願中

RE-Al₂O₃ 一混ぜりにくい組合わせー



特許取得済

AE-ReAlO₃ 一光らない元素の組合わせー

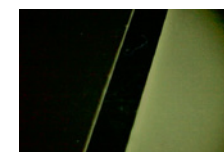
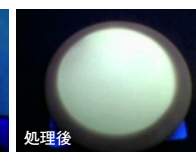


特許取得済

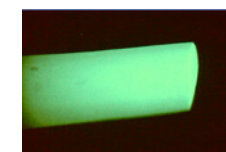
発光性セラミックス・ナノ粒子の研究



あるオキシドで熱処理すると非発光性のセラミックスが発光するようになる



ある非発光性のオキシドはナノ粒子になると発光する



あるオキシドの組合わせは簡単にそして短時間で発光性のセラミックスとなる

企業等への提案

当研究室の研究は企業との共同研究が基本であり、リスクが高く企業が担当困難な新規材料の探索研究を主に行っています。セラミックスの新しい応用研究・実用化研究について、積極的に協力したいと考えています。

地域に向けてできること

地域の皆様には陶芸や七宝焼を趣味とされている方も多くと思います。陶芸・七宝焼はセラミックスであり、当研究室と無縁ではありません。陶芸・七宝焼などでお困りのことがあれば、お声をおかけください。

※1「オキシド」 発光性や蓄光性などの性質が種類によって異なり、レーザーや光ファイバなどに用いられています。
※2「特許」 発明者に一定期間、一定の条件のもとに特許権という独占的な権利を与えて発明の保護を図る制度。特許庁に出願し、審査を受けます。

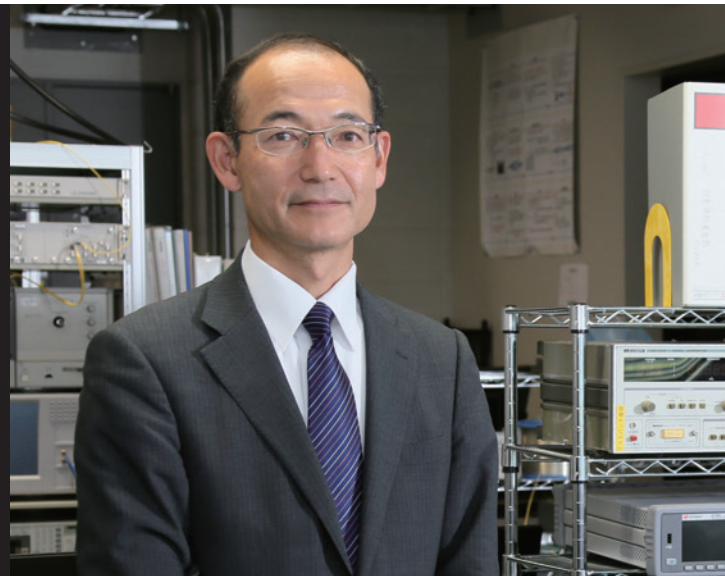
いつでもどこでも誰でも使える 北海道に根差したネットワークの実現を。

022 Yoshimoto
LABORATORY

吉本研究室

教授・博士(工学) 吉本 直人

- 専門分野 知識流通ネットワーク、光通信方式、ブロードバンド・ユビキタスアクセスシステム、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



A PPEAL 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】

現代～次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、より快適につなぐ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まれました。また、現在のブロードバンドサービス^{※1}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るよう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^{※2}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。

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・WiFi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。

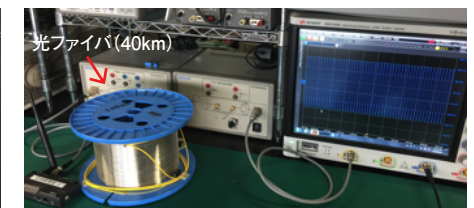
本研究室では、光ファイバと伝送機器を用いて実際に研究室内でモデルネットワークを構築することが可能です。学生たちはそれぞれが新しいサービスを提案して、実際の光ファイバに触れ合いながら実証実験に取り組んでいます。光ファイバを用いた情報通信ネットワークはこれからも進化を続けます。例えば、自動運転補助サービスのような交通管理ネットワークとの融合や、再生可能エネルギー流通サービスのようなエネルギー流通ネットワークとの融合などが挙げられます。このように、本研究を通じて、今後来るべきAI技術などをベースとした知識・情報流通ネットワークの社会基盤の構築に貢献することができます。あなたも、一緒にチャレンジしてみ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



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集して事業・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。

※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」 大事な機能を一つに集め、ネットワーク機器を安く提供するのための技術。北海道のニーズに合うと考えられます。

情報システム工学科

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING

INDEX

- 023 曾我研究室 55p
コミュニケーション情報学・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
- 024 今井・石田研究室 57p
教育工学・数学教育
- 025 小林研究室 59p
人間工学(ユーザビリティ・人間中心設計)
- 026 小松川・山川研究室 61p
情報システム工学・情報工学・ソフトウェア工学
- 027 深町研究室 65p
インターネット
- 028 三澤研究室 67p
情報通信
- 029 村井研究室 69p
知能情報ファジィ工学・感性工学
- 030 山林研究室 71p
光通信・光計測

SEEDS

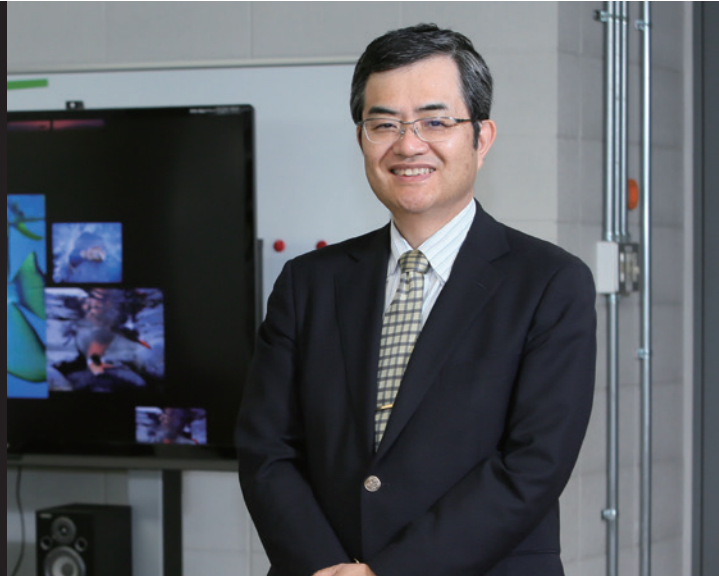
スマホやタブレットだからできる 新しい情報サービスの開発へ。

023 Soga
LABORATORY

曾我研究室

教授・博士(工学) 曾我 聡起

- 専門分野 コミュニケーション情報学、メディアデザイン学、教育工学
- 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観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。

観光地の景観を撮影し、情報をVR画像で見てもらう方法は、海外へのアピールにも有効。



研究のキーワードの一つは 誰にとっても分かりやすいこと

モバイル端末の登場で、世の中は大きく変わりました。ここでは、その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。

その一つが千歳水族館の館内案内システム。ビーコンという発信器を水槽付近に設置し、そこに近づくと水槽にいる魚などの情報をモバイル端末が受信して表示するアプリケーションを学生が開発しました。薄暗い館内では紙の資料が読みにくく、タブレットなら明るくて読みやすいのでは、というきっかけから開発を始めましたが、実際に水族館へ取材に行くと、水族館職員の方々による魚や水槽に関するこだわりの情報をもっと発信するにはどうしたらいいのかなど、ほかにも課題があることが分かりました。恐らくこうした施設が抱える課題は千差万別で、それを解決してシステムに取りまとめるのは容易なことではないと感じましたが、私たちは少しでもひな型になるものをつくり、いろいろな人に使ってもらいたいと思

て研究を続けています。こうした考え方を情報デザイン^{*1}と呼び、この研究室のテーマの一つになっています。

また、VR^{*2}を使った研究も行っています。ゲームなどで注目されていますが、私たちは情報デザインの道具として使おうと千歳観光連盟と連携し、観光地の景観のVR画像をスマートフォンなどで見て、評価してもらおうシステムを開発しました。ほかにも、タブレットでドローンを操作して撮影をするなど、そういう意味では、この研究室で扱うのは分かりやすいものが中心。誰が見ても分かりやすいということは、大事なキーワードといえます。

パソコンの前だけにはダメ 現場での観察が研究の基本

ここで学生達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、そこにある問題を探し出すこと。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はとても大事で、それは社会で仕事に就

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、間違いなくヒントがあります。また、最近の研究は一人ではできないものは少ないですし、社会ではチームで仕事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、それを見つけるまでが大変です。私自身、そのためのヒントになるような情報をツイッターなども活用してできるだけ幅広くピックアップし、学生たちにも伝えていきます。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りしているのも、学生たちの興味の幅を広げ、応援するためのです。

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。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、アウトレットモールレラでのドローンプログラミング、千歳リバーシティプロジェクトではARインフォメーションなどを行っています。

*1「情報デザイン」 情報を効果的に活用し、対象者に的確に分かりやすく伝えるための手法。
*2「VR(Virtual Reality)」 現実のように感じられる環境をコンピュータによって作り出す技術の総称。仮想現実。

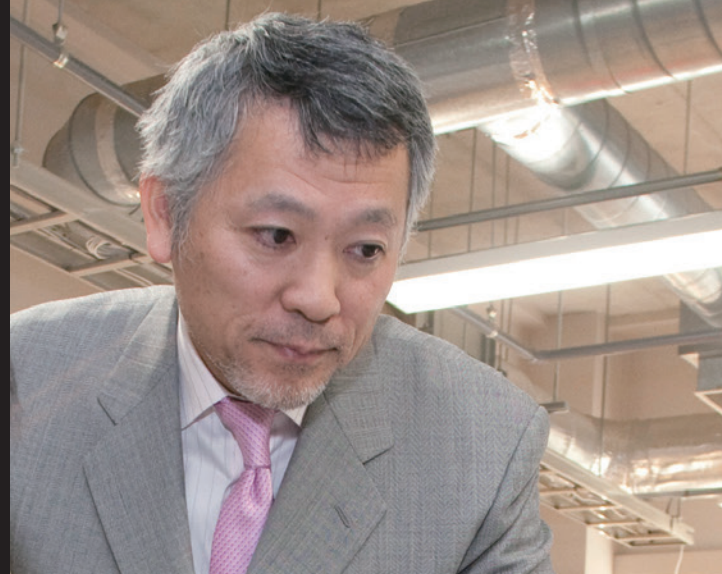
勉強がより分かりやすく、面白くなるような、「ICTを活用した未来の学習方法」を提案。

024 Imai & Ishida
LABORATORY

今井・石田研究室

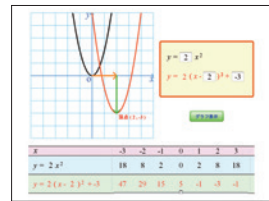
教授・博士(理工学) 今井 順一

- 専門分野 教育学、数学教育
- 北海道教育大学教育学部卒業
- 北海道教育大学大学院教育学研究科学校教育専攻修士課程修了
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究科科学専攻博士後期課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

本学の教職課程(数学)や高大連携事業と連動して、効果的な学習支援についての研究を行っています。具体的にはICT活用によるデジタル教材の作成や授業デザインの開発を通じ実践的な教員養成を行っています。



授業支援型デジタル教材のサンプル。

授業や先生をサポートするための教材を開発して現場で反応を体感

研究内容を端的に言い表すなら教育ソリューションサービスです。サービスには多様な提供の仕方がありますが、ここではICT^{※1}活用を主に研究しています。これはどういうものかという、道内の高校とコラボレーションしながら、ICTを活用して授業・先生をサポートするような教材をつくってほしいというもので、電子黒板^{※2}を利用する授業支援型の教材を開発中です。数学をメインに、図形やグラフを見やすいかたちで提供し、参加型の授業をイメージした教材をつくっています。文系の科目にもニーズがあり、古典などはビジュアルで当時の世界を見せると分かりやすいでしょうから、高校の先生たちと協力しながら進めているところです。

教材の開発は、高校の先生からいただいたオーダーを具現化し、キャッチボールしながらクオリティを上げていきます。最終的には実際

の授業で使っていただいていた評価を取ります。その際その場へ行って、自分のつくったものがどのように授業に反映されるのかを目の当たりにし、高校生の反応や教室の空気感を体験します。こうしたフィールドワークを行うと、やりがいを感じますし、研究への意欲が刺激されます。

なお、本学は教職課程を設置しており、既製の教材の手直しやオーダーメイドの教材開発を行うことができるようなICT活用を得意とする教員の養成を目指しています。また、単にICTのスキルだけではなく、研究を深めていくに伴って、さまざまな付加価値を身につけられるようにしたいと考えています。

「こんな授業だったらいいな」 自分が思い描いた世界を実現へ

与えられたニーズに対して、どういった教育サービスを提供することで問題解決できるか、とい

う『プロセス』を重視するのがこの研究室です。その解決策としてICTを取り上げているのです。ものをつくることもさることながら、ノウハウやノウハウ、仕掛けなど、どうしたら効率良く使ってもらえるのかを考える「思考力」をぜひ身につけてもらいたいのです。問題解決までの一連の流れの中で、いろんな要素がどう機能していくかというグランドデザインが実は研究のコアといえます。

教育というのは非常に大事な、国の根幹を成すものと認識しています。私も高校で数学を教えた経験がありますし、まずは興味・関心を持ってもらう仕掛けづくりに取り組んで、これからの教育や学習に少しでも役に立つことを目指しています。映像や音声などICTをさまざまに活用した教材をつくり、それを使って、より分かりやすく面白い「こんな教材だったらいいな」「こんなデザインの授業だったらいいな」と思える、未来の学習方法を生み出したいと思っています。

SEEDS

研究テーマ 学習支援・遠隔教育・ICT活用・授業デザイン

本研究室では、高等学校等の教育機関や本学の教職課程(数学)と連携・連動し、実際に教育現場に向かうフィールドワークを通じ、学習に対する興味関心を高め、学力向上に寄与するための、効果的な学習デザインや環境設備等、学習支援に関する研究を行います。新しいツールを活用した学習法の検証も行い、ICT活用教育の拡充を図り教育サービスの確立を目指します。

教員名	学年	クラス	科目	名簿
ちとせ いちろう	1	A	数学	名簿
ちとせ じろう	1	B	国語	名簿
ちとせ さぶろう	1	C	英語	名簿

校務支援用システム

サイコロを124回振ると... 振る

目が出た回数

18	27
25	16
22	16

それぞれの確率

授業支援型コンテンツ

ICTを活用した研究例

遠隔授業の様子

数学者「ユードクソス」について

ユードクソス (Yudokso, 1668-1735)
 17世紀後半の古代ギリシアの数学者、天文学者
 ヴェネツィアで長く暮らし、後にアテナに移住

ユードクソスの業績は、同じ半世紀、同じ高さの円錐の1/3の1になることを見つけた。この成果は、ユークリッドの著書に記載された。

底面積 a^2 、高さ h とすると...

ピラミッドのような四角錐の体積 V とすると

$$V = \frac{1}{3}a^2h$$

と求められるがどうしてこのような式になるのか?

授業デザイン(数学史の利用)

企業等への提案

学校や教員と連携し、生徒の学習支援や教員の授業支援につながるデジタル教材や授業デザインの開発・評価を通じ、より効果が期待できるオーダーメイド型の教育支援の提供を目指します。

地域に向けてできること

学習ボランティア等で千歳市の小・中・高校生を対象とした学習支援等に既に参加させていただいており、この取り組みがさらに充実したものになるよう今後とも継続して取り組んでいきたいと思っています。

※1 「ICT(Information and Communication Technology)」 情報通信技術。広義にコンピュータやその周辺機器のほか、インターネット、eラーニング、アプリケーションソフトなども含まれます。
 ※2 「電子黒板」 パソコンの画像や動画などを大きく映し出し、電子ペンで書き込みが可能。全国の学校で導入が進んでいます。

安全に効率的に満足して使えるように 人間工学を駆使して社会の問題を解決。

025 Kobayashi LABORATORY 小林研究室

准教授・博士(工学) 小林 大二

- 専門分野 人間工学に基づく人間中心設計 (サービス工学)
- 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



A PPEAL POINT アピールポイント

当研究室では、人間工学を基盤として、触覚やジェスチャーなどのバーチャルリアリティに応用できるユーザインタフェースの研究開発を行っています。また、人間中心設計の概念(JIS Z8530)に基づいて、システム、製品、およびサービスの評価及び改善といったデザイン(設計案の提供)も手がけてきました。

マウスを扱うのが困難な人のために、画面を見る目の動きで入力するシステムを研究中。



「人にやさしいものづくり」をめざして 「ヒト」と「もの」を調べます

研究室では、利用する人が使いやすい製品を設計したり、難しくして使いづらいモノやサービスを改善したりするために人間工学^{※1}の研究をしています。

例えば、新千歳空港や駅などの案内板やパンフレットは、利用者に施設や目的地を教える役割を担っているモノですが、科学的な見方で利用者が見やすく分かりやすいデザインを追求しています。また、空港内で利用者の目にとまりやすい場所はどこなのか、案内板の内容は理解しやすいのかを実験によって分析することで、案内板の内容やデザインの試作も行っています。これらの研究成果の多くは、新千歳空港の様々なところに反映されてきました。皆さんが手にする空港のガイドマップのデザインにも、私たちの研究成果が込められています。現在は、千歳市のバス利用者に配布するバスマップのデザイン案の検討も始めています。

私たちが取り組む「ものづくり」は、利用するヒトの能力や性格、好みなどを科学的に調

べて、つくるモノが使うヒトの心やからだに合うように、そして使いやすいように設計します。このため、研究室では「ものを使うヒト」の心やからだを測定する技術も学びます。

このように、私たちの研究室では身近な製品や施設・設備、サービスを、利用するヒトの能力や性格、好みに合わせて、利用者が安全に効率的に満足して使えるようにする人間工学を駆使して社会の問題解決に取り組んでいます。

システムを使うヒトの心やからだに 合わせて設計・改良する方法を学びます

技術は私たちの生活を豊かにするはずですが、技術が進歩した結果、使い方が難しい製品が増えて、「最近のスマホは難しく面倒で使いたくない」と感じる人も増えているようです。私たちの研究室では、このような問題にも取り組んでいます。

例えば、私たちは相手の人に何かお願いする際に声やジェスチャーなどを使いますが、同じ方法でコンピュータと対話できれば、難し

い使い方を覚えたりキーボードを使ったりする必要がなくなるかもしれません。

そこで、私たちが対話に使う何気ないジェスチャーをシステムの操作に使う研究をしています。また、ボタンなどの手触りから、役割や機能が「なんとなく」理解できるようにすることを目指して、手触りから人が思い描く機能のイメージを分析しています。また、携帯電話やスマートフォンなどの振動によって、周りに知られずに利用者が複雑なメッセージを受け取れるようにするための研究も行っています。

研究室では人間の感覚などの未解明な仕組みを研究を通して少しずつ解明しながら、人間とコンピュータとが自然に対話できるようになることを目指しています。

現代は高齢者を含む様々な能力のある人々のニーズに合った製品・システム・サービスを作らなければならない時代です。性能や機能の向上ばかりに目を向けるのではなく、使うヒトの気持ちにも関心を向けられる技術者を目指してほしいと思います。

SEEDS

研究テーマ 触覚やジェスチャーを使ったユーザインタフェースの開発 人間工学に基づく空港・駅・街の案内サインのデザイン

研究室で学ぶこと システムの利用者の要求やニーズに加えて、多様な能力を持つ利用者の生理的・心理的特性や人間の限界を考慮したシステム・製品・サービスなどの設計に必要な科学的知識や技術を学びます。

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)とも呼ばれている学問領域で、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す。また、システムにおける人間と他の要素との相互作用を科学的に理解するための専門分野でもあります。
—興味のある方は、日本人間工学会のWebページ<https://www.ergonomics.jp/>をご参照ください。

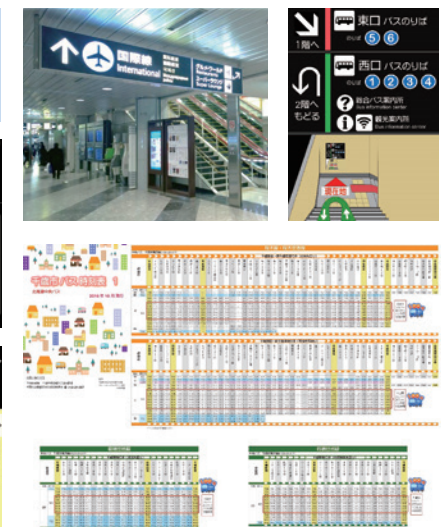
研究テーマ例: 人の特性に合ったユーザインタフェースの開発

人間の触覚を利用したコンピュータと人間とを繋ぐ触覚ユーザインタフェースを開発しています。例えば、振動パターンによって人間に複雑な情報を伝達できるマウスを開発し、高齢者を含む人々の振動に対する触覚特性に合わせて、メッセージの意味をわかりやすく・覚えやすくする振動パターンを設計する方法を研究しています。また、他大学の研究室と合同でバーチャルリアリティ(VR)の仮想空間で人間が知覚する触覚や力覚といった感覚を現実と近づけるための基礎的な研究なども行っています。



デザイン: 新千歳空港の案内サイン改善 千歳市バスガイドマップ・時刻表のデザイン JR千歳駅構内の案内板のデザイン

人間工学の観点から、新千歳空港の案内サインのわかりやすさを科学的に評価し改善案を提案しています。また、新千歳空港「ターミナルガイド」の地図のデザインや、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たりしました。人間工学の知識や技術を使うことで、街や公共施設を、様々な人々が生活しやすい環境へと科学的に改善提案できる人材を育成しています。



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、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場合にご相談頂ければデザイン及び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)を持っています。そのため、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たりするノウハウやデザイン案を提供できます。これまでにも、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

「AI」や「IoT」などを用いた 知的な情報システムを実用研究。

026 Komatsugawa
& Yamakawa
LABORATORY

小松川・山川研究室

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。

モバイルの特性を生かしたeラーニングのシステムを開発中。



勉強上手な子供の学習方法を 参考にした学習支援などが可能に

本研究室では、AI(人工知能)やIoT(モノのインターネット)^{*1}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。

AIを用いることにより、コンピュータが持つさまざまな情報を活用して、例えば勉強でドロップアウトしそうな子どもを発見し、さらに、上手に勉強している子どもの学習方法を参考にすることで問題を抱えている子どもの学習支援を行うシステムも実現可能になりつつあります。

また、IoTを活用することによって、GPSと連動したコミュニティ活性化システム(SNSとの連携)、人の行動・状況を簡単に分析することができるシステム(センサの活用)も可能で、さまざまなサービスへの応用にチャレンジして

います。

本研究室は、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。また、研究には学生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。実際に、教育システムの研究の一環として学生たちが開発した電子黒板やタブレット向けのeラーニング教材は、小・中学校や本学で活用されています。

研究室で学んだ専門性を生かして 社会で活躍する次世代の ソフトウェアエンジニアを目指そう

この研究室で学ぶ学生には、将来、社会でソフトウェアエンジニアとして活躍してほしいと願っています。そのために、自分自身で何をやりたいか企画・計画することから始め、失敗を含めて、ここで多くのことを経験してもらいます。企業のSEの方たちと一緒に取り組む作

業を通じて、社会の最先端、それに携わるプロフェッショナルの仕事の仕方を見てもらいます。そうすることで成長し、最終的にはヒューマンスキルが大切だということにも気づきます。

ゲームをしたり、ソフトウェアを使ったりしているうちに、それを自分でつくってみたいと思うことが学生にとって最初の大事なきっかけだと思います。やはり、原点はそこです。でも、それ以上の本当の喜びは、使ってくれた人に「ありがとう」と言ってもらうこと。そういうシステムをつくれることが、最終ゴールです。

学生たちには、それができるプロフェッショナルを目指してほしいのです。研究室には、実際にそういうふう活躍しているOB・OGがよく遊びに来るので、「ああいうふうになりたい」とリアルに感じて頑張ることができます。どうせやるなら、学んだ専門性を生かして活躍しましょう。この研究室から、その道は開けます。

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

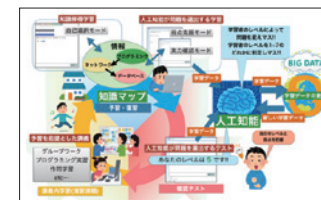


図1 一人ひとりの知識状況に応じた学習ナビゲーションシステム

学習者の知識状況を人工知能が分析し、それに基づいて教材を選出することで、一人ひとりの能力に合わせた効率の良い勉強を支援できるシステムの研究をしています。



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。

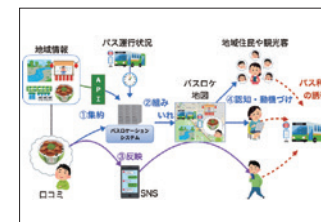


図3 公共交通支援システム

地域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。

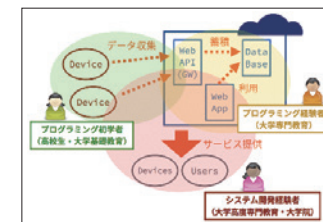


図4 IoTを利用したセンシングの応用システム

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。また、研究室で開発したバスロケーションシステムは既に千歳市内で活用されています。

*1 「IoT(Internet of Things)」 さまざまな物に小型センサを取りつけ、環境・生体データを情報システムに送信し利活用する技術。

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。

026 Komatsugawa & Yamakawa LABORATORY

小松川・山川研究室

専任講師・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



千歳市バスロケーションシステム「ち〜なび」を研究チームで開発

千歳市が提供しているバスロケーションシステム「ち〜なび」は、私たちの研究チームが開発したものです。千歳市企画部の交通政策担当の方から、市内路線バスのダイヤなどを大きく変更するタイミングに合わせて、市民サービス向上のためバスの運行状況などをスマートフォンやパソコンで確認できるシステムを作れないかという依頼をいただき、2015年から開発を進めて翌年10月に運用を開始。GPS（衛星利用測位システム）機能付きのスマホをバスに搭載して位置を把握し、地図上で見られるようにしました。

こうしたシステムはバス会社ごとに導入することはあっても、「ち〜なび」のように複数のバス会社が連携し、市内の統合的なバス管理情報としている事例は少ないと思います。現場の方たちがこれで便利にしたいという共通の思いで協力してくださったからこそ、短期間で完成にこぎつけられました。特に工夫したのは、運転手の皆さんは極力スマホを操作することなく、システムの側で自動的に状況判断できるよ

にすること。そこは、今も改善を続けています。バスが遅れてくるとしても予測がつくようになったため、それに合わせて時間を活用できるようになったなど、実際に使っている人たちの声を聞けるのがうれしいです。自分にどれぐらいのものが作れるのか、それを現場の人たちにどううまく使ってもらえるのか、といったところにチャレンジしたいという思いが、私にとって研究に取り組むポイントになっています。

さらに、千歳市の道路管理課との共同研究も始めました。道路の標識が倒れたり舗装が傷んだりなどの問題がある場合、市民から電話で報告を受けていますが、それをLINEで投稿できるようにするシステムを作っています。市民サービスにLINEを活用する取り組みはほとんど広まっていますが、私たちは報告をもらった後、行政と工事を担当する方々の連絡もすべてLINEで連携し、その状況が自動的に市側のシステムに反映されるものを目指しています。これは、要所ごとに地図を活用するので、「ち〜なび」のノウハウも活用しています。将来的には、みんなで情報を持ち寄って共有できる地図サービスのようなものを作れたらと思っています。

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い

プログラミング教育にも力を入れています。エンジニア同士で行ってき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などを行う「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、2020年度からの小学校のプログラミング教育全面開始に向けて教員の皆さんに話をさせていただいたり、デモ授業をしたりしています。

どんな教材を使えばいいか現場は困っていますし、子どもたちがコンピュータやAIなどを使っている将来の自分をイメージしやすい教育をしたいと思い、スマートスピーカーを教材に使えないか検討しています。私たちが手がけた「ち〜なび」などを、次の世代がどう面白く楽しく使いやすい作ってくれるか非常に興味があり、そのための貢献をしていきたいのです。

研究チームの学生には、本学で培った技術力を社会の問題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。

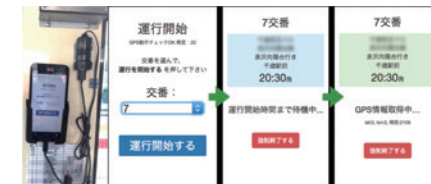
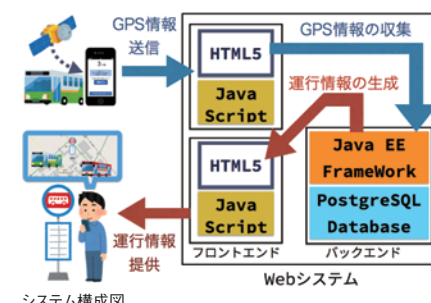
SEEDS

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。システムは試用と検証期間を経て、現在では千歳市内のバスロケーションシステム「ち〜なび」として運用され、市民サービスの一環として地域の方たちに利用されています。



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しくみであること
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かといった課題があれば、ぜひお声がけください。

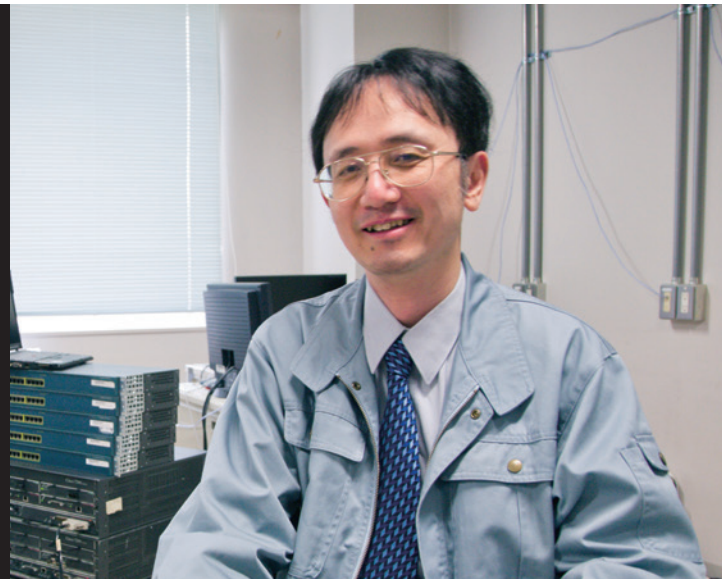
キーワードは「ネットワーク」。 そこに関連するすべてが研究対象です。

027 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科卒業
- 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



A PPEAL 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なだけどうぞ、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すから、そういう人材を育ててインフラ産業^{*1}を支えたいと思っています。私たちの担う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^{*2}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

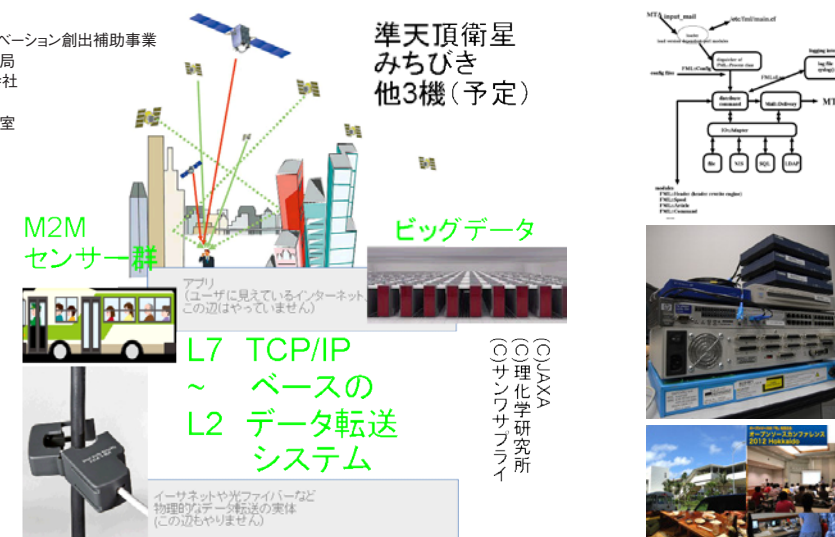
たくさんのデータを収集・分析することで、新しい知見の発見やサービス開発につなげる研究を行なっています。いわゆる、ビッグデータ、オープンデータ、M2M(センサーネットワーク)関連の分野です。たとえば、地域中小企業イノベーション創出補助事業(下イメージ図参照)では、路線バスに搭載したデバイスからデータを集め(M2M)、たくさんのPCで解析(ビッグデータ)した道路推定状況をユーザへ伝えるサービスの開発をしています。

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やブラウザの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し、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 的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。

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。

028 Misawa LABORATORY 三澤研究室

教授・博士(工学) 三澤 明

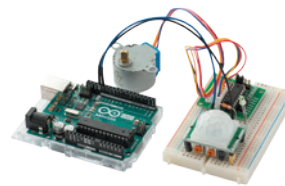
- 専門分野 通信工学、情報通信システム(IPネットワーク、光スイッチングシステム)
- 北海道大学工学部電子工学科卒業
- 北海道大学大学院情報科学研究科メディアネットワーク専攻博士後期課程修了



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^{※1}で人間が家電などを使うのではなく、M2M^{※2}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気がします。身近な例では、本学は2つの校舎を行き来する時、雪の量が徒歩が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す。

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的な造りにし、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。

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。

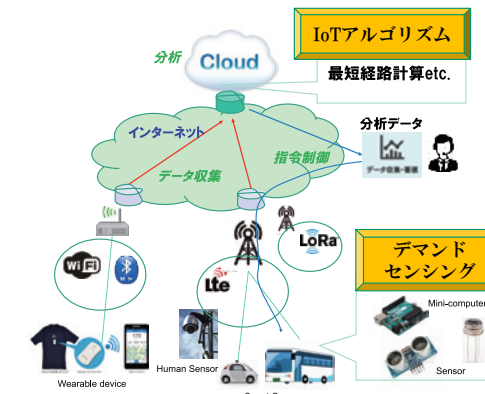
本研究室では、最先端のIoTシステムの事例から、交通情報や健康管理などの身近な生活の課題を見つけ、センシング技術と情報処理と通信技術を組み合わせて解決することを目指しています。加えて、IoTによりデータ通信量はうなぎのぼりで、それに対応できるネットワーク自体についても研究を行います。

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

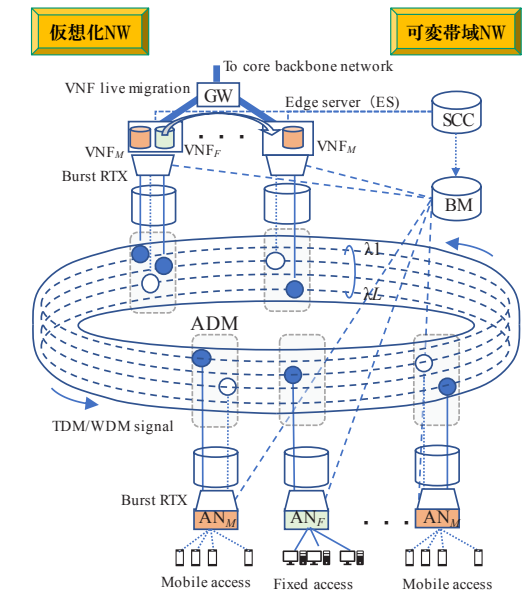
センサシステムによりニーズを把握し、そのデータをクラウドに集積し、限られたIoT機器を有効利用するための取捨選択を行うアルゴリズムを提供する。

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。

※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。

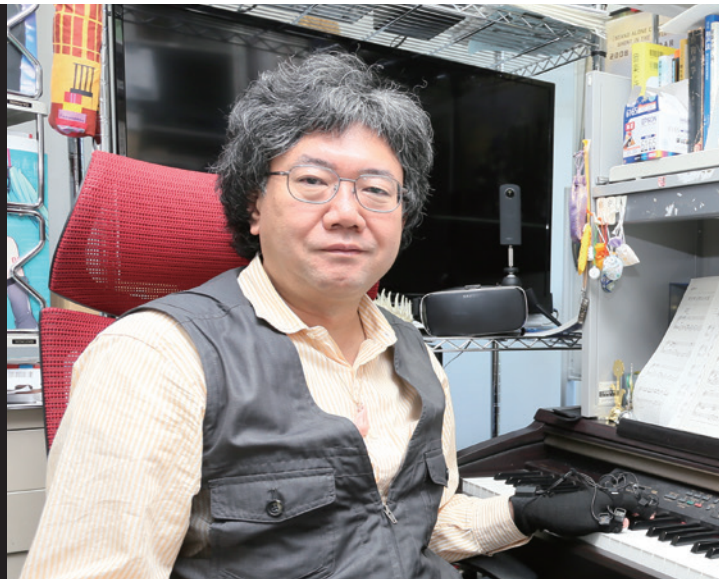
バーチャルリアリティの技術などを使い 自分の好きなことを研究に結び付けよう。

029 Murai LABORATORY

村井研究室

教授・博士(工学) 村井 哲也

- 専門分野 知能情報ファジィ工学、感性工学、粒度ベース計算・ラフ理論
- 北海道大学理学部数学科卒業
- 北海道大学大学院工学研究科情報工学専攻修士課程修了



A PPEAL POINT アピールポイント

2016年に着任以来、本研究室では若い学生たちと、既存のVR技術に乗るのではなく、UNITYというVR対応のゲームエンジンを使って、一からシステムを作り上げることを目標に取り組んでいます。

研究には、スマートフォンを組み合わせる仮想現実のヘッドセットなどを活用。



メインのテーマは 人が溶け込むAI環境デザイン

この研究室では、「感性と粒度感覚を生かした人が溶け込むAI^{※1}環境デザイン」をメインの研究テーマとしています。ほかにもテーマを考えていますが、新しい研究室ですから、学生の皆さんの希望に基づいて取り組んでいきたいと思っています。

テーマであるAI環境デザインでも、特に枕詞に「人が溶け込む」と付けています。これは、もともとアニメなどの中では見られることですが、現在はバーチャルリアリティ(VR)の技術がかなり一般化してきたので、それを使っていることができるのではないかと考えています。スマートフォンと組み合わせて使うバーチャルリアリティのヘッドセットも安価なものが出てきましたので、学生みんなが使えるぐらい用意できます。これで私がやりたいことはいろいろありますが、それを最初から言うことはせず、学生が何をやりたいかを優先したいと考えています。私自身、ずっと好きなことを勉強してきましたから、楽しい人生を過ごしてきた

といえます。ですから、学生の皆さんもできるだけ自分の好きなこと、面白いと思うことを研究に結び付けられるように心から願っています。

例えば、バーチャルリアリティに興味があるなら、プログラミングをすることも、スマートフォンなどでの活用を考えることも、ゲーム系の開発に取り組むこともできます。オーグメンティドリアリティ^{※2}と呼ばれる現実の空間の映像にプラスアルファする技術なども考えています。ほかにも、興味を持ってもらう入り口として、モバイル型ロボット電話、低コストの全身モーションキャプチャシステムなどを用意。私もこうしたものにもともと興味がありますし、アニメやマンガ、映画などのサブカルチャー的なものからも発想をもらって研究に取り組んできました。この研究室の空間を使って、学生自身が趣味や好きなこと、したいことを研究してほしいと思っています。

研究を通して、根底にある 数学が持つ威力の認識を

私の専門分野は、歴史的には数学が始まり

です。この研究室で扱うものはすべて、結局は裏側で数学が動いているといえます。最初から数学と聞いてしまうと、残念ながらちょっと苦手という人が多いので、学生の皆さんにはバーチャルリアリティでも、スマートフォンでも、グラフィクスでもいいので、そういうものを通して、最終的には実は数学はすごいということを認識して卒業してもらえれば、うれしいです。そのプロセスとして、数学の威力のようなものを学生の皆さんに少しずつ浸透させていきたいんです。

人間が無意識に使っている概念にも、数学の理論が根底にありますし、とんでもないところに数学の考え方と同じ構造が見つかったりもします。日常の中に数学がひそんでいるということ、教えるというよりも、研究室で指導する中で学生自身で何となく上手に気づいていってもらえるような教育プログラムをつくるのが、ここでの私の仕事かなと思っています。

※1「AI(Artificial Intelligence)」人工知能。人間が知能を使っていることを、機械にさせようという立場で研究が行われています。
※2「オーグメンティドリアリティ」コンピュータがつくり出す拡張現実。ARとも呼ばれます。

SEEDS

研究テーマ 感性と粒度感覚を生かした 人が溶け込むAI環境デザイン

2016年4月に着任し、本年より卒論生を迎えて研究室の本格的活動を開始しました。2016年はVR元年と言われ、VR技術が急速に普及した結果、6年前からじっくり温めてきた研究構想「人が溶け込むAI環境デザイン」の実現が見えてきたので、とてもワクワクしながら教育・研究を進めています。かつてSF系のマンガ・映画でしか考えられなかったような世界の中にAIキャラクタを配した、とにかく面白い仮想環境づくりを目指します。本研究室の他に見られないポイントは「感性」および「情報の粒度」という概念を生かすことです。研究室学生の皆さんには研究を存分に楽しむ中で、数学を含む科学の普遍力を実感し、本学の目標である「自ら成長する教養人」を目指してもらえれば、うれしい限りです。

VR対応ゲームエンジン「Unity」で学生たちが制作したシステムの例

Unityを用いた支笏湖の制作

背景と目的 ●3D空間の作成について理解を深めたい →ゲームエンジンであるUnityを利用 ●平面的な魅力を伝えたい →支笏湖周辺をモデルとした世界の創造	制作物の概要 ●支笏湖がモデルの世界 ●探索できるコースが存在 ●FPS視点で歩き回ることが可能	
--	--	--

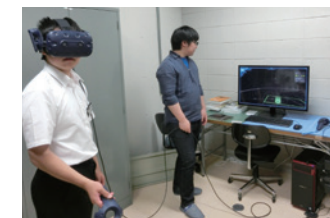


科技大周辺探索シミュレーター

1.目的 オープンキャンパスに来た人等、科技大を知らない人に科技大の敷地を知ってもらう。	2.概要 ・プレイヤーを操作して、科技大の周辺を散策できる。
--	--



人が溶け込む近未来AI環境をVR、ARなどを使ってデザインすることを目指し研究を展開



大学訪問学習で研究室を訪れた中学生にヘッドマウントディスプレイによるVR体験を実施



VR、ARなどにヘッドセットとコントローラを使用。システムは一から作り上げることが特徴



センサを装着して動きを測定し、デジタル化するモーションキャプチャシステムも活用

企業等への提案

ソフトウェア企業のような高度なシステム開発は難しいです。VRの既製品ではうまく対応できない内容について、気軽なレベルでの相談に応じます。まずはどんなことができるのか、できないのか、が出発点です。

地域に向けてできること

地域に何が必要とされているのか、について、千歳や道央に居住する学生たちの感性で、ソフトウェア企業目線ではなく、地元目線でVR活用に取り組むことができると考えています。

社会と地球のために、「光通信」と「光計測」の実用化につながる技術を開発。

030 Yamabayashi LABORATORY 山林研究室

教授・博士(工学) 山林 由明

- 専門分野 光伝送光学、レーザ計測
- 北海道大学工学部応用物理学卒業
- 北海道大学大学院工学研究科学位(博士)取得



既存の光ファイバを有効活用して超高速伝送を可能に

「光通信」と「光計測」の2つの分野が研究テーマです。例えば「光通信」の分野では、マルチモードファイバ^{※1}を用いた超高速伝送の研究に取り組んでいます。ビル内にある既存のマルチモードファイバを利用して、ファイバへの光の入れ方を工夫することにより、大容量のデータの送受信が可能な超高速伝送を実現することが狙いです。屋外などの基幹通信網には、長距離・超高速伝送に向いているシングルモードファイバが使われていますが、ビルなどの構内では、安価で接続しやすいことから、マルチモードファイバが敷設されていることが多いです。しかしマルチモードファイバでは、伝搬速度の異なるモードが同時に伝搬するとパルスがばらけて、受信側で他のパルスといまじってしまうことが起こります。こうなると超高速のパルスを劣化なく通すことはできません。ところが最近では構内でも

大容量のデータのやりとりが増えており、超高速伝送が可能なファイバが求められています。すでにビルなどの中に敷設されているファイバを敷設替えるのは大変なことですが、既存のマルチモードファイバを有効利用できれば社会的メリットはかなり大きいといえます。最近では、学内の2つのビルをつないでいる900mのマルチモードファイバを使ってデータを取得しつつあり、実用レベルに達しつつあります。

ほかにも、盗聴などを防ぐために室内での無線LANを可視光で実現するなどの新たな技術開発を進めています。いずれの研究も論文を提出して終わりにするのではなく、実用化レベルまで持っていくことを目標にしています。

大胆な発想と細心の考究で新フィールドを開拓

もう一方の「光計測」の分野では、光パルスを使って水面までの高さの計測に取り組んでいます。実験では、6cm程度から20m程度ま

での高さは測定可能であること、2カ所の水面距離を同時に計測できること、水面が揺れていても計測可能であること、パルスを細くすればミリメートル級の精度で計測できることなどが明らかになっています。

また、光ファイバの突き合わせ接続部分を利用した歪センサについても研究を始めました。一般的には、電気抵抗の微小な変化を測定する「箔センサ」が使われていますが、光を使うことで、低雑音で速い変化にも追従できる、さらには歪の方向も計測可能な歪センサが実現できると考えています。

いろいろなことをやっているわけですが、どの研究も「面白い」そして「人がやっていない」ことをやるのをモットーにしています。その結果、社会と地球のために役立つようなことに結びつけたいと考えています。その取り組みにぜひ多くの方が参加してほしいと思っています。研究には、大胆な発想と細心の考究が必要です。この二つを同時に行うのは難しいですが、新たな境地を開拓するために、ともに努力しましょう。

※1 「マルチモードファイバ」 光を通すコアの部分が太く複数の伝搬モードが混在する光ファイバ。モードの伝搬速度が異なることから、パルスが拡がりやすい。シングルモードファイバではコアが細く一つのモードしか伝搬できないため、モードの伝搬速度差によるパルス拡がりは起こらず、高速通信が可能。

SEEDS

研究テーマ

マルチモードファイバ超高速伝送、可視光無線LAN、光センシング(距離、動的歪み)など

「光通信」はこの30年ほどの間に急速に発展、普及した技術です。現在では主要都市間の基幹回線のみならず、家庭やオフィスにまで光ファイバでブロードバンド信号がやりとりできる時代になりました。ただ、オフィスやデータセンターのビル内に配線されている多モードファイバを超高速(10Gbps以上)で使うことには課題もあります。また、照明光と兼用する形で可視光で無線LANを構築すれば、カーテン一枚で他人に盗聴される心配もほぼ無くなります。

光ファイバ内のパルスを空間に出して、その遠隔からの反射パルスの遅れから反射点までの距離を計測することもできます。光ファイバのモードを使えば動的な歪みも検出できそうです。このような研究でより、省資源で安心安全な社会の実現に貢献していきます。

光通信

- マルチモードファイバを用いた超高速伝送
ビル内既存MMFの有効利用
SMF-Luc(1.2k)-Sum(1.2k)-SMF
最低次モード励振で10Gシリアル-km伝送
- ソリトン等化回路
非線形光効果を用いた全光等化回路
- 可視光無線LAN
セキュリティに優れた双方向室内通信
照明兼用
- 2モードファイバを用いた歪み計測

光計測

- 機上搭載型光近接高度計→防災センサNW
水上機の着水時安全確保のための水面精密検出
- 水上機フロート衝撃試験
耐空試験合格に向けた動的歪み試験
着水時の衝撃に対して
測定点数>3点
最大変位<1.5 mm
分解能<10 μm
サンプリング周波数>100 KHz

地球のため、人のため
大胆な発想と細心の考究で
光通信/光計測に
新たな境地を開拓する

山林研究室 研究概要

地域連携・産学連携

豊かな自然環境と人の顔が見える街を生かした
「SNCちとせ」構想の実現・展開に取り組んでいます。

SNCちとせとは

「SNCちとせ」(Smart Nature City ちとせ)とは、千歳市の「豊かな自然がもたらす生態系サービス(供給・調整・文化・生息生育地)を生かした持続可能なまちづくり」に向けて、さまざまなステークホルダーと連携し、ものづくり、観光、資源・エネルギー開発、環境保全、福祉・医療、インフラ整備、教育、コミュニティなど千歳市が抱える課題を抽出。それらを、公立千歳科学技術大学が持つICTなどの科学技術の活用で解決を図ることによって、2030年までの国際目標であるSDGs(持続可能な開発目標)のように自然環境との共生を可能にする持続可能な循環型地域としての「スマートネイチャーシティちとせ」構想を実現・展開し、環境、経済、社会の統合的向上による自律的好循環を目指した地域創生へと繋げていきます。



ちとせが抱える課題



環境保全・産業における課題
使い捨てプラスチック容器は分解されずにマイクロプラスチックとして河川や海を汚染しています。千歳市が誇る水資源の支笏湖や千歳川などをモニタリングする必要があります。



教育における課題
情報通信技術(ICT)が普及する中、急激な「教育の情報化」による変化に即応し、最先端の教育環境・教育内容を整備するには、教育現場と子どもたちの多面的なサポートが必要です。



観光における課題①
国内有数の利用客数を誇る新千歳空港があるものの、利用客は飛行機を降りると千歳市を素通りして移動してしまいます。千歳市に足を止めてもらう施策が必要です。



観光における課題②
千歳市をユニバーサルで持続可能な街にするため、国籍や年齢などに関わらず多様な利用者が空港や駅などの公共施設・設備をストレスなく利用できることが大切です。

SNCプロジェクトによる 公立千歳科学技術大学のアプローチ



環境保全・産業

～マイクロプラスチックによる環境汚染から水資源を守る～

マイクロプラスチック汚染の観察

世界の河川、湖、海には、現在1億トンもの不法投棄されたプラスチックが浮遊していると推定されています。これらは小さく分解されてマイクロプラスチックやナノプラスチックとなり、生態系に脅威をもたらします。公立千歳科学技術大学では、電子顕微鏡などを用いてこれらの観察を行っています。



いつまでも美しい水のある街へ

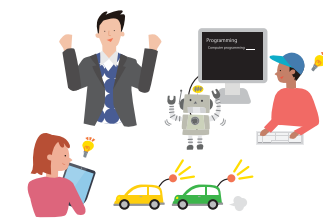


教育

～先進的なICT活用教育とプログラミング教育～

ICT活用教育と子ども向けプログラミング教育

公立千歳科学技術大学の研究成果を用いて小中高生向けのeラーニングとその利用環境をより発展させ、教育現場でのICT活用教育の実践を始めています。千歳市や近隣地域の子どもの向けプログラミング教室も開催しており、これらの活動に本学教員のほか学生も参加することで地域との交流や情報系の専門教育にも繋がっています。



子ども達が先進的教育を受けられる街へ

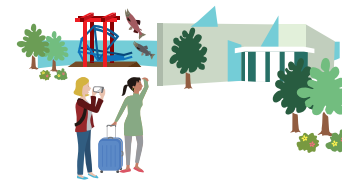


観光

～サービス科学で観光客の増加をはかる～

ちとせデジタルブック

公立千歳科学技術大学ではVRなどを搭載したデジタルブックを提供し、千歳市内のイベントや観光施設などにおける参加者、リピーターの増加を目指しています。サービス科学を用いてそれぞれのサービスを分析し、デジタルブックに反映することで、感情的満足度を高めてリピーター増加に繋がるよう検討しています。



通り過ぎられる街から目的地となる街へ

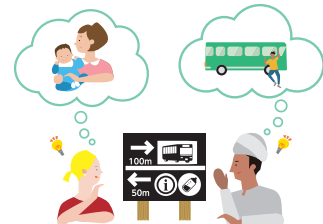


観光

～人間工学に基づく公共施設のデザイン～

案内誘導サインの改善

人間工学的観点および人間中心設計の概念に基づき、JR千歳駅の案内板をデザインしました。シナリオ法によるシミュレーション実験の結果から課題を明確にして試作・実験の評価・改善を繰り返し、現在はプロジェクトにより完成した案内板がバス乗り場の案内に使われています。新千歳空港でも同様のプロジェクトを行っています。



適切なサインでストレスフリーな街へ

高大連携教育

高校の3年間で大学の4年間につなぎ、
進路の選択・決定に役立つ取り組みに力を入れています。

公立千歳科学技術大学では、10年以上前から「高大接続教育」に力を入れています。高大接続教育とは、高等学校と大学が密接に連携し、高校生が主体的・能動的に学べる場を提供する取り組みです。大学進学を目指す高校生にとっては、大学レベルの授業を体験し、キャンパスで先輩や教員と知り合うチャンスでもあります。志望校や学部学科を選ぶ基準になるだけでなく、入学後の自分の姿をイメージする重要な機会ともなります。公立大学として新たなスタートを切った本学は、高校生の興味や関心を広げ、学ぶ意欲を育むことを目指して、高大接続教育のより一層の充実を図っていきます。高大接続教育の中核を成す「eラーニング」には、本学が独自に開発した約80,000講座のコンテンツがあり、連携・協定協力校の生徒は自由に利用することができます。また、毎年8月に本学で実験や実習を体験する「高大連携プロジェクト」を開催して多くの高校生に参加いただいているほか、「科目等履修生制度」などの取り組みも提供し、進路選択の一助として活用いただいています。



■連携・協定協力校

北海道札幌稲雲高等学校
北海道小樽桜陽高等学校
市立札幌藻岩高等学校
市立札幌旭丘高等学校
北海道鹿追高等学校
市立札幌新川高等学校
北海道札幌厚別高等学校
北海道南茅部高等学校
北海道科学大学高等学校
旭川実業高等学校
北海道札幌丘珠高等学校
北海道常呂高等学校
北海道千歳北陽高等学校
北海道標津高等学校

北海道蘭越高等学校
北海道札幌高等学校
北海道富良野高等学校
北海道士別翔雲高等学校
市立札幌開成中等教育学校
市立札幌清田高等学校
市立札幌平岸高等学校
市立札幌啓北商業高等学校
市立札幌大通高等学校
札幌日本大学高等学校
北海道清里高等学校
北海道礼文高等学校
北海道函館西高等学校
北海道雄武高等学校

北海道千歳高等学校定時制課程
北海道阿寒高等学校
海星学院高等学校
北海道上ノ国高等学校
北海道美瑛高等学校
北海道白糠高等学校
北海道津別高等学校
北海道壮瞥高等学校
函館大学付属有斗高等学校
札幌創成高等学校
北海道留辺蘂高等学校
北海道苫小牧総合経済高等学校
北海学園札幌高等学校
北海道追分高等学校

北海道鷹栖高等学校
北海道富川高等学校
北海道東川高等学校
北海道紋別高等学校
北海道長万部高等学校
北海道檜山北高等学校
北海道札幌西陵高等学校
北海道江別高等学校定時制課程
※平成22年6月30日
札幌市立高等学校(8校)
高大連携包括協定締結
計50校

科目等履修生制度

対象 高校3年生

定員 20名 ※受講料無料

■受験勉強にも役立つ独自のeラーニング

eラーニングは自分のペースで学習を進めることができ、分からないところは何度も繰り返して学べるため、学力の向上に繋がります。

■文系高校では学べない科目も履修可能

理工学分野の基礎となる知識を、初歩から学べる科目を用意。高校で文系を選択している学生にも分かりやすい内容なので安心です。

■学びが評価されると入学後の単位に認定

指定期間中に、選択した科目をeラーニングとスクーリングで学習。課題や試験に合格すると、本学に入学してから単位認定されます。

開講科目

英語1B

英語2B

エレクトロニクス入門

化学入門

インフォマティクス基礎

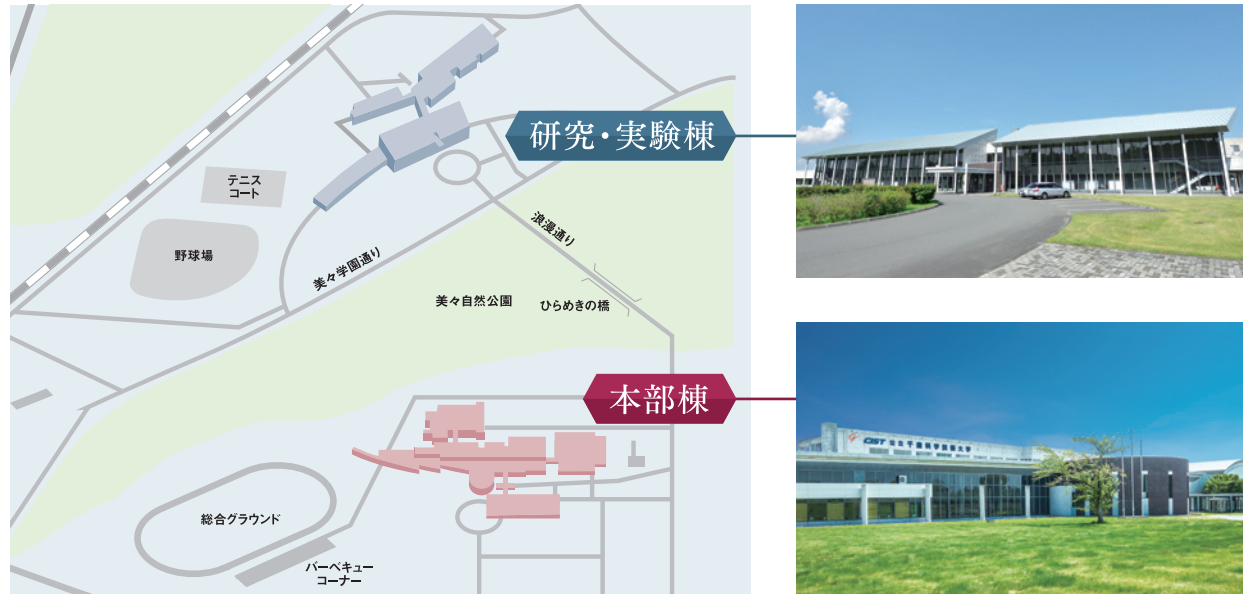
心理学入門

本学のeラーニングシステム

インターネット環境があれば、いつでもどこでも学習できます。本学のコンテンツでは高校の数学と理科、英語がほぼ網羅されており、心理学や情報学などの教材も充実しています。教材の開発にあたっては、中学校や高校の教員の方々に協力をお願いし、そこで得た長年のノウハウをコンピュータで再現することを重視して質の高い教材づくりを目指しています。

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。



講義棟 [本部棟]



大講義室
本学最大の円形教室。
サイエンスの国際会議も
ここで開催されます。



図書館
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。映画などの
視聴ができるAVコーナーも
人気です。

10周年記念棟 [本部棟]



ラーニングルーム
開放された空間の48席すべてに最新のPCを完備。
eラーニング教材をいつでも自由に利用できます。

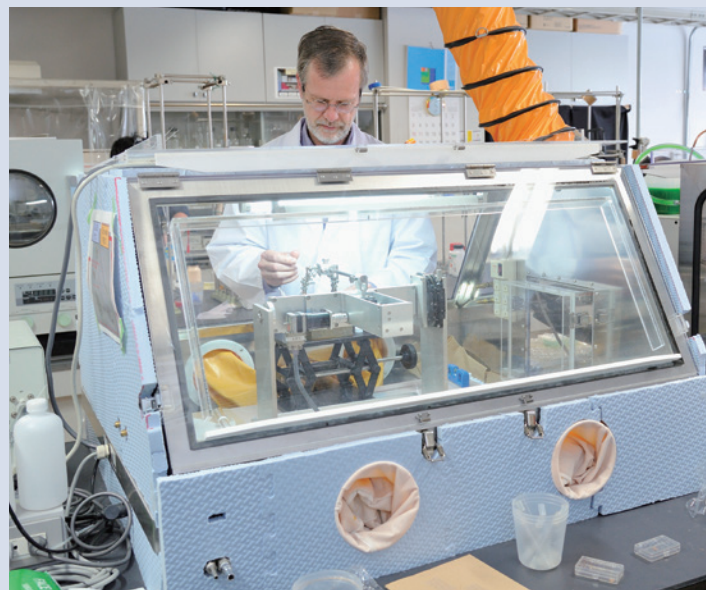


プロジェクトルーム
情報系に興味を持つ学生によるメディア・コン
텐츠制作などのプロジェクト活動時の専用ルーム
として活用されています。



コンピュータ室
コンピュータ実習の講義はもちろん、講義の時間外
は自由に利用できます。2室合わせて192台の最新
PCを設置。遠隔による同時講義も可能です。

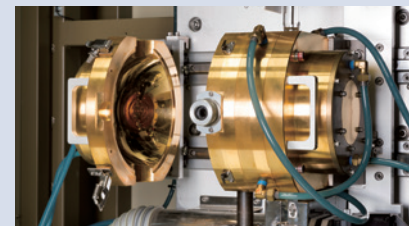
研究・実験棟



研究室【1~3階】
教員の研究活動、学生の卒業研究のベース。研究の内容によって設備などが異なり、それぞれの
特色が豊かに感じられます。



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で走査し、発生する
2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。



顕微鏡室【結晶生成装置】
集光して無機化合物を溶かし、固化させることにより単結
晶を作製。金属間化合物及びセラミックスを作製できます。



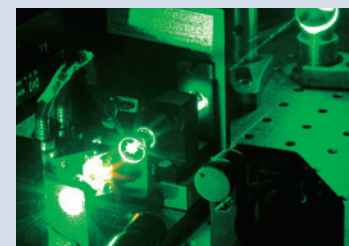
学生実験室【化学系】
物質の作製や分析、材料の合成などの実験を
行います。



学生実験室【物理・電子・システム系】
光デバイス、回路、制御などの実験を行います。



クリーンルーム
企業関係者が驚くほど高度な研究が可能。防塵
服に身を固め、企業との共同研究のほか、卒業
研究でも利用されています。



共同利用物性実験室【レーザ】
レーザ装置は卒業研究で自由に使用できるほか、
産官学連携のプロジェクトにも使用されています。

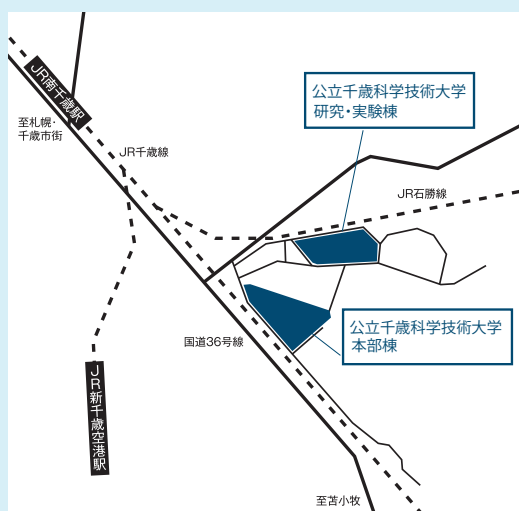


スタジオ メディア・ラボ
プロ用機材を扱える映像コンテンツの工房。次世
代の情報システム・メディア研究の拠点として、
活用されています。



大学院棟実験室
走査型電子顕微鏡と最先端のナノスーツ法を
併用することで、生きたまま生物の微細な表面
構造の解析を、高倍率で行うことができます。

ACCESS



飛行機

青森(青森空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約50分
岩手(いわて花巻空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間
秋田(秋田空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間5分
宮城(仙台空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間15分
東京(羽田空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間30分
名古屋(中部空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間45分
大阪(伊丹・関西空港)	▶▶▶▶▶	新千歳空港	……………	約1時間50分

電車

JR札幌駅	▶▶▶▶▶	JR南千歳駅	……………	約33分
-------	-------	--------	-------	------

車

JR南千歳駅	▶▶▶▶▶	公立千歳科学技術大学	…	約5分
新千歳空港	▶▶▶▶▶	公立千歳科学技術大学	…	約7分



お問い合わせ **教育連携・研究支援課**

〒066-8655 北海道千歳市美々758番地65

TEL.0123-27-6044 [直通]

URL <https://www.chitose.ac.jp/>