

# 情報システム工学科

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS ENGINEERING

## INDEX

- 001 石田研究室 ————— 59p  
教育学・情報工学
- 002 今井研究室 ————— 61p  
教育学・数学教育
- 003 小林研究室 ————— 63p  
サービス工学
- 004 小松川研究室 ————— 65p  
情報システム工学・情報工学・ソフトウェア工学
- 005 曾我研究室 ————— 67p  
コミュニケーション情報学・メディアデザイン学・  
教育学(情報教育)・サービスサイエンス
- 006 高野研究室 ————— 69p  
情報通信工学(統計的信号処理、情報理論、情報セキュリティ)
- 007 萩原研究室 ————— 71p  
形式手法・ソフトウェア工学・情報セキュリティ・応用論理学
- 008 深町研究室 ————— 73p  
インターネット
- 009 福田(浩)研究室 ————— 75p  
光集積回路
- 010 三澤研究室 ————— 77p  
情報通信
- 011 村井研究室 ————— 79p  
知能情報ファジィ工学・感性工学
- 012 山川研究室 ————— 81p  
情報工学・ソフトウェア工学
- 013 山林研究室 ————— 83p  
光通信・光計測



# 分析・設計・開発・実施・評価の サイクルで、授業をより良くデザイン。

001 Ishida  
LABORATORY

## 石田研究室

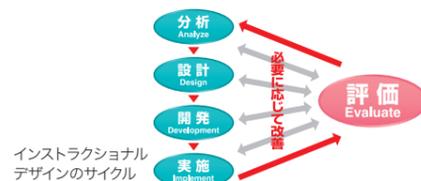
准教授・博士(理工学) 石田 雪也

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



### A PPEAL POINT アピールポイント

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



### 学習者にとって効果的な 授業のためにICTを活用

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

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

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

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

### 物事の視点を変えて 考えてみる力を鍛えよう

研究室に所属する各学生のテーマは、教育

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

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

# SEEDS

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

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

現在、取り組んでいる主な研究テーマ例として、次のようなものがあります。

### ■インストラクショナルデザイン(授業設計)

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

### ■情報工学分野、情報学基礎分野の研究・授業設計

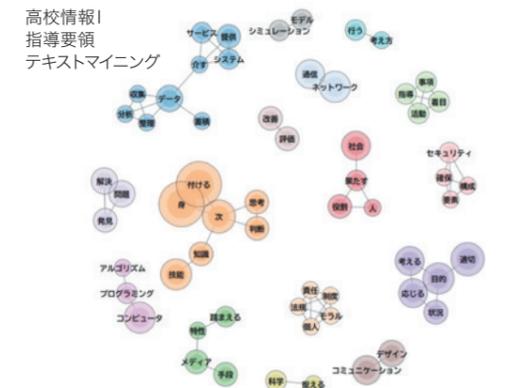
■グループワーク・分析・テキストマイニング・設計・キャリア(就職・企業調査・税金・人生設計)

### 研究テーマ例:高校「情報I」に関するテキストマイニング

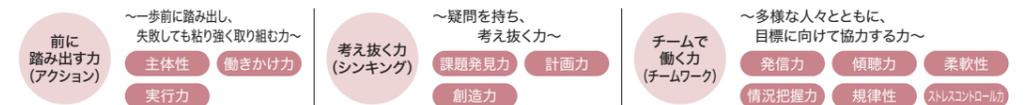
#### ■改訂前後の比較

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

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



### 研究テーマ例:社会人基礎力に関する授業と評価手法の検討



### 企業等への提案

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

### 地域に向けてできること

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

# 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。

## 002 Imai LABORATORY 今井研究室

教授・博士(理工学) 今井 順一

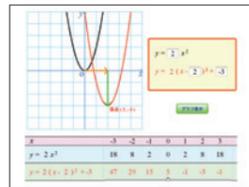
- 専門分野 教育学、数学教育
- 北海道教育大学教育学部卒業
- 北海道教育大学大学院教育学研究科学校教育専攻修士課程修了
- 千歳科学技術大学大学院光科学研究所光科学専攻博士後期課程修了



### 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いかうというもので、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実証評価を取ります。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、ハウツーやノウハウ、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てい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、実際に教育現場に出向く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を行い、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	戻る
ちとせ いろろう	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 (Euclid)

紀元前4世紀の古代ギリシアの数学者、天文学者

メソッドで長く暮らし、後にアテナに移住

円錐の体積は、同じ高さ、同じ高さの円錐の体積の1/3になることを証明した

図にこの結果は、ユードクソス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を $V$ とすると

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

と表わ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ひます。

※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。

# 人間工学の知識をベースに、 製品、システム、サービスをデザイン。

## 003 Kobayashi LABORATORY 小林研究室

教授・博士(工学) 小林 大二

- 専門分野 サービス工学  
※人間工学に基づく人間中心設計
- 千葉工業大学工学部第一部工業経営学科卒業
- 慶應義塾大学大学院理工学研究科管理工学専攻博士課程修了



### 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。



### 地域貢献課題として 千歳市との協働プロジェクトを展開

この研究室のベースは人間工学<sup>※1</sup>。その知識を使って製品、システム、サービスをデザインすることが基本的なコンセプトです。

その中で、研究テーマは大きく二つに分かれています。まず一つが、地域貢献課題。例えば、千歳市の公共交通サービスに対してどんなニーズがあるのか、どう改善すれば利用に結びつくのかなどを、学生たちが学術的な方法で調査しています。これは、本学と千歳市が協働で行うプロジェクトの一つで、公共交通に関する基本情報の発信や充実を目的に調査・研究を進めています。

学生たちによる調査では、路線バスに対するイメージや使いにくさを感じている点などを高齢者から聞き出し、科学的に解析。最近では、世界的にも人間中心設計が重視され、ユーザーにどういったニーズがあるかを調べ、それに沿ったサービス、ものづくりをするようになってきています。これは、人間工学の基本的な考え方です。高齢化が進み、公共交通機関が必要とされているのに、利用者が増えないのは

何か理由があるはず。そこを明らかにして行政サービスに反映させるためにも、このプロジェクトには継続的に取り組んでいく予定です。

ほかに、千歳市が高齢者のボランティア活動にポイントを付与する事業のシステムづくりにも関わっています。QRコードを活用して各自の活動を記録し、管理に当たる職員の業務を軽減する仕組みを開発。さらに、それを実際に使えるか評価するため、学生が利用者や職員などにニーズや要求を聞き取って吸い上げ、反映させます。これも、人間中心設計の考えに基づいています。

私たちはユーザーが欲しいものをつくるのが目的ですから、もしタブレットやスマホを求めているなら紙で良い。そこが単なるIT化との違いで、その人にふさわしい形にして問題を解決する。人間工学が関わると、そういう取り組み方になります。

### 人間とコンピュータの インタラクションはどうあるべきか

もう一つの大きな研究テーマは、人間とコンピュータのインタラクション。人間がコンピュー

タを使う時、使いやすくするにはどうしたら良いか。健康・安心・安全を維持できるような人間とコンピュータのインタラクションはどうあるべきか。私たちは実際にシステムをつくり、人間の生体信号などを調べる実験から、有効性を科学的に説明します。そうしたデータに基づき、人間の安寧をより高められるシステムの設計を目指しています。VRも研究対象としており、仮想現実を通して人間とコンピュータがやり取りする世界が当たり前になった時に必要な設計、デザインも考えています。

ほかに、シヤムの瓶などの開栓性の研究も行っています。ふたを開けにくいのは、ほとんどの場合は滑るから。滑らずに力を最大限伝えられるようにするにはどうするかなどを考え、最終的にはどんなツールをつくれれば誰でも開けられるかを目標です。これは、製品に対する人間工学の適用です。

このように私たちは、製品、システム、サービスに人間工学を適用するためさまざまな実践的研究を行っています。今や海外では多様性が当たり前になり、日本にも浸透してきていますから、人間工学の考え方はますますニーズが高まっていくはずだ。

※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

# 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・提案や、人間工学的手法による評価及び改善、開発したシステムのユーザインタフェースの評価および改善提案なども行ってきました。利用者にとって見やすい、理解しやすい、使いやすい、といった多様な利用者の立場に立ったシステム、製品及びサービスのデザイン(設計)を図ることで、企業が提供する「もの」やサービスの価値を高めたい場合にご相談いただければデザイン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。

# XR、AI、IoTなどを活用し 社会実装を目指してシステムを開発。

004

Komatsugawa  
LABORATORY

## 小松川研究室

教授・博士(理学) 小松川 浩

- 専門分野 知識工学(知能アルゴリズム)、分散処理、ICT教育システム
- 慶應義塾大学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、これと連携するJavaベースの実システムの開発と実証実験を通じたサービス実現を目指します。

プレゼンテーション動画をAIがさまざまな観点から自動評価。



### 英語のプレゼンテーションの 自動評価、学習支援を可能に

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

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

XRを活用して実際に手を動かしながら仮想的に体験できるようにしています。

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

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

### 進化する“道具”を実用化し 新たなサービスをつくり出そう

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

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

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

# SEEDS

## 研究テーマ AI・IoT等を活用した 知的な情報システムの実用研究

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

### ■研究で開発しているシステム一覧表

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

### 本研究室の研究一覧

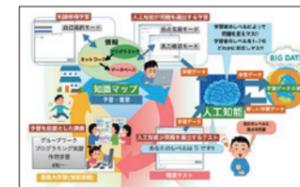


図1 一人ひとりの知識状況に応じた学習ナビゲーションシステム

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。

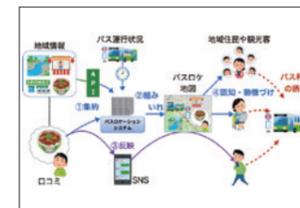


図3 公共交通支援システム

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。

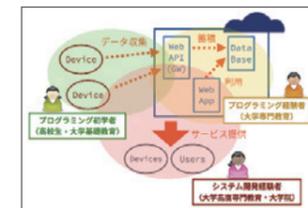


図4 IoTを利用したセンシングの応用システム

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。



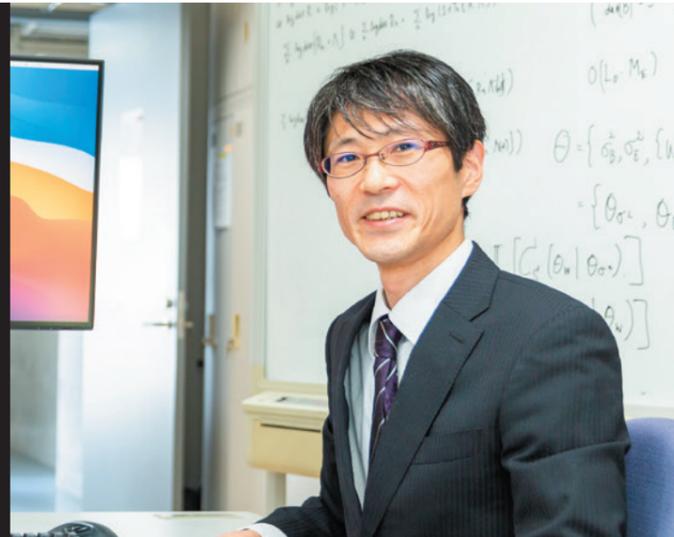
# Society 5.0で求められる IoTインフラのセキュリティ向上へ。

006 Takano LABORATORY

## 高野研究室

准教授・博士(情報科学) 高野 泰洋

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

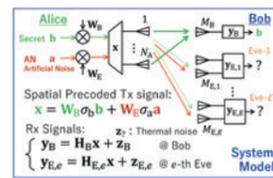


### APPEAL POINT

アピールポイント

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

情報理論に基づき、重み行列 (WB, WE) の最適解を求める。



### 情報理論的安全性に着目し IoTインフラの安全性を向上

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

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

れてきました。IoT機器向けの軽量暗号も研究が進められていますが、H/Wリソース制約のため、当該手法は従来に比べ安全性を損なう懸念があります。また、IoTシステムにおけるBlockchainの活用が期待されていますが、トラフィック容量の限られたIoTリンク間で逐次累積される分散台帳を共有することは困難です。このような問題に対し、本研究室では情報理論に基づき、通信路の特徴と従来の暗号化を組み合わせ、要求された安全性を柔軟に達成するクロスレイヤ・セキュリティを検討し、IoTインフラの安全性向上を目指しています。

### 「無線マイニング」から 実用システムへの応用を

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

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

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

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

# SEEDS

## 研究テーマ 情報理論的安全性を活用したセキュアな伝送法

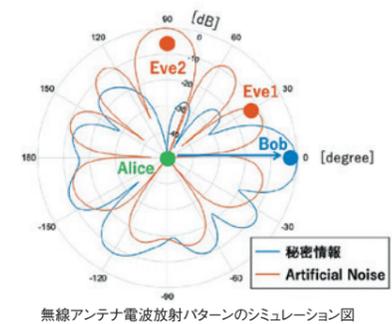
本研究室は、「情報理論的安全性に着目したIoT通信システム」をはじめ、「無線マイニングと応用システム」「大規模MIMO信号処理アルゴリズムの検討」を主なテーマとして研究に取り組んでいます。

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

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

### セキュア伝送の概要

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



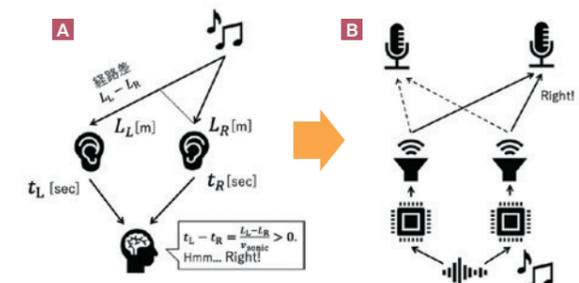
### 空間信号処理の原理

[A図]

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

[B図]

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



電波を音に置き換えたイメージ図

### 企業等への提案

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

### 地域に向けてできること

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

# 数学を使って、誤りのない 安全安心なシステムを目指しています。

007 Hagihara  
LABORATORY

## 萩原研究室

准教授・博士(工学) 萩原 茂樹

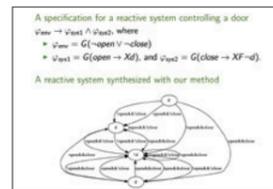
- 専門分野 形式手法、ソフトウェア検証・合成
- 東京工業大学工学部情報工学科卒業
- 東京工業大学大学院情報理工学専攻計算工学専攻博士後期課程修了



### APPEAL POINT アピールポイント

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

時間論理で記述した仕様からシステムを自動合成しています。



### 計算とは？ソフトウェアとは？ 本質を捉えることで明らかに

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

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

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

### “共同研究者”として 学生たちと一緒に研究を

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

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

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

# SEEDS

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

誤りのないソフトウェアや攻撃に対して安全なプロトコルを、自動的に構成する手法を研究しています。その際、論理や代数を道具に用いる数学的なアプローチをとることにより、厳密な安全性を保証します。数学を使うことで、情報システムをはじめ生体システム、ビジネスプロセスなど、世の中にある複雑なシステムの理解・解析にもつながられます。

### 世の中にある複雑なシステム



ソフトウェア



ビジネス



ネットワーク

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

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

### 企業等への提案

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

### 地域に向けてできること

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

# キーワードは「ネットワーク」。 そこに関連するすべてが研究対象です。

008 Fukamachi LABORATORY

## 深町研究室

専任講師・博士(理学) 深町 賢一

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



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

業との違いです。

目指すところはインターネットの発展に寄与することです。私の開発したフリーソフトウェア<sup>※2</sup>もそうですが、自分たちで作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作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。

※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。

# 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。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。

# 情報工学の観点から次世代通信技術を支える光集積回路の研究に挑戦します。

009 Fukuda LABORATORY

## 福田(浩)研究室

教授・博士(工学) 福田 浩

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



### A PPEAL POINT アピールポイント

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

マイコンとプログラム、専用ハードウェアが研究室の得意分野。



### スマホの大量データ化に 光集積回路は必要不可欠

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

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

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

光ファイバです。世界中くまなく光ファイバで網羅されていて、総延長は地球30周分とされています。例えば札幌に住んでいる人がスマホを使ってGoogleで検索をすると、サンフランシスコにあるデータセンターと通信が行き来するため、通信路の99.9%は光ファイバで、残りが無線通信になります。スマホを使ってもなかなか見えてこないため想像が付きませんが、ほとんどが光通信、光デバイスで成り立っているわけです。我々が光集積回路の研究をしているのは、ますます増えていくであろうスマホの大量のデータをこなしていくには、光通信、光集積回路が必要不可欠だからなのです。

### 光回路の設計や測定の 技術分野で情報工学を活用

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

路への期待はどんどん高まると考えられます。ただ、この先、光回路がそうした道をたどるには、小型化が求められます。光デバイスは電子デバイスよりも1,000倍くらい大きいのですが、電子デバイスはこれ以上は小さくならない段階なのに対して、光回路はまだまだ小さく余地があります。光回路が大きいのは、光は急に曲がれないという特性が理由でしたが、もっとコンパクトにきつく光を閉じ込めるテクニックを使うと、狭い回路で小回りがきいて信号が速く進む。それが、シリコンを材料にした光回路で、これまでの石英(ガラス)に比べて100分の1以下、面積では10,000分の1以下に小型化できます。さらに、シリコンは電子回路の材料でもあるため、同じ工場の装置や技術を活用して量産しやすいというメリットもあります。このように有望なマーケットで、本研究室は光回路の設計や測定の技術分野で情報工学の活躍を見込めるとしています。特に、マイコンを使ったものや専用のハードウェアを使ったものが本研究室の得意分野。そうしたものを必要としている企業と協働し、いろいろな新しいことができる可能性があると考えています。

# SEEDS

## 研究テーマ 光集積回路の設計・測定手法に関する研究

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

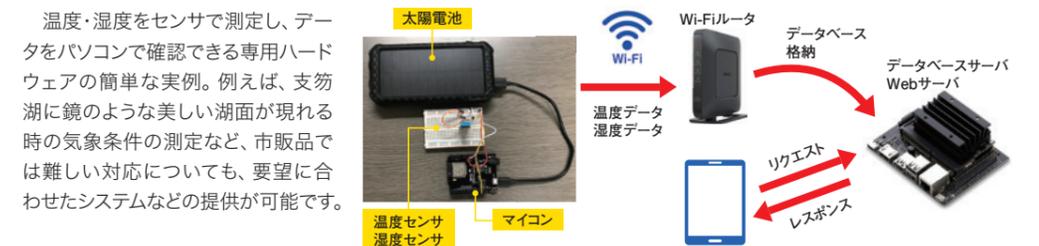
本研究室が扱う研究テーマの中で、企業とコラボレーションできる可能性を考えると、我々はハードウェアとソフトウェアの両方を駆使して取り組むことができる点を特徴としています。例えば、設計向けあるいは測定向けの専用ハードウェアを作ったりもしていますし、今までのものとソフトウェアを組み合わせて問題を解いていこうという営みもあります。

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

### 光集積回路の高度化に向けての取り組み



### 温度・湿度測定用専用ハードウェアの実例



### 企業等への提案

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

### 地域に向けてできること

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

# 使われるIoTネットワークとは何かを考え、問題の社会的・技術的解決を。

010

Misawa  
LABORATORY

## 三澤研究室

教授・博士(工学) 三澤 明

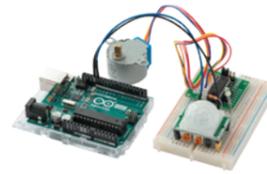
- 専門分野 通信工学、情報通信システム(IPネットワーク、光スイッチングシステム)
- 北海道大学工学部電子工学卒業
- 北海道大学大学院情報科学研究科メディアネットワーク専攻博士後期課程修了



### A PPEAL POINT アピールポイント

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

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



### 北海道の地域性からの課題など アプローチは身近なところから

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

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

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

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

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

### 社会、人間との関わりが不可欠だから コミュニケーションを重視

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

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

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

理系なので論理的に考えられれば、あるいは新しい技術やシステムサービスにいつも好奇心を持っていればキャッチアップできると思うので、研究室自体を社会に出た時のためのオフィスの造りにし、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

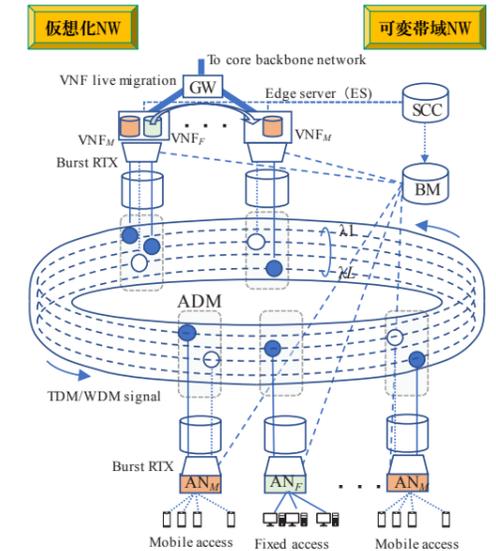
センサシステムによりニーズを把握し、そのデータをクラウドに集積し、限られたIoT機器を有効利用するための取捨選択を行うアルゴリズムを提供する。

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。

## 011 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<sup>※1</sup>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、それを使っているなど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る仮想現実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<sup>※2</sup>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、経歴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。最初から数学というとなると、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を、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することを、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、2017年度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、10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
- 千歳市の魅力を伝えたい  
→支笏湖周辺をモデルとした世界の制作

##### 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、科大を知らない人に科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。

# 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。

## 012

Yamakawa  
LABORATORY

# 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

### 地域や教育分野の課題解決を図る情報システムの開発に取り組む

千歳市が2022年3月まで提供していた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。千歳市企画部から、市民サービス向上のためバス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いたのがきっかけで、2015年から開発を進め翌年10月に運用を開始。GPS（衛星利用測位システム）でバス位置を把握し、Web地図上で見えるようにしました。

こうしたシステムはバス事業者ごとに導入することが一般的なのですが、「ち〜なび」のように複数のバス会社のデータを連携させ、市内の統合的なバス管理情報とした事例は少ないと思います。千歳市やバス会社の方々へ何度もヒアリングさせていただき、良いサービスを作りたいという共通の思いで協力していただいたからこそ、短時間で完成にこぎつけられました。特に工夫したのは、運転士の皆さんがスマホを操作しなくても、システムの側で自動的に運行状況を判断できるようにすることや、市民の皆さんに一台一台のバスのルートと遅れを

### 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

わかりやすく提示することでした。バスが遅れてくるとしても予想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か、それを利用者にとって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、私や研究チームにとっての取り組むポイントになっています。

教育分野の課題解決では、学生がレポートに記述してしまう「話しことば」を検出し指摘できるシステムの開発を始めています。専門家の知識をデータベース化し、学生のレポートの中の話しことばを自動的に指摘し学べるようにするシステムです。本学の学生だけでなく、日本中の大学生に広く使ってもらえるものを目指しています。

システムの研究開発では、継続的な改善や発展的開発も視野にいたれたシステム内部設計の工夫も必要です。この部分はステークホルダーと協調しながら設計・開発を一体化して進める「Heart of Agile」の考え方を研究チームで意識し実現できるようにしています。研究チームの学生には、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。システムは千歳市公式のバスロケーションシステム「ち〜なび」として約5年運用され、市民を中心にのべ125,000人に利用されました。

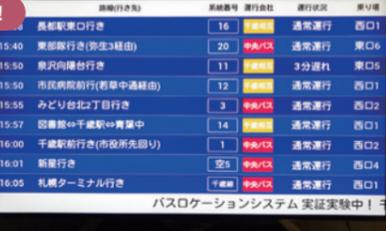
スマホで!



自宅で!

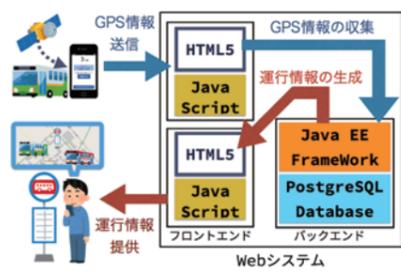


外出先で!





### 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



システム構成図



バス端末(スマートフォン)からのGPS送信の半自動化の画面例

課題1

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

解決を  
狙った手法

フロントエンドのWeb地図に  
バス運行情報を表示

課題2

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

解決を  
狙った手法

バックエンドにバス事業者の交番データと  
停留所位置を登録

課題3

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

解決を  
狙った手法

スマートフォンを用いた  
バスGPS送信の半自動化と安価な導入

### 企業等への提案

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

### 地域に向けてできること

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

# 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。

## 013 Yamabayashi LABORATORY 山林研究室

教授・博士(工学) 山林 由明

- 専門分野 光伝送工学、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<sup>※1</sup>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で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いっせいに伝搬するとパルスがばらけて、受信側で他のパルスと混ざ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、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行くことを目標としています。

### 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、パルスの時間幅を狭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人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2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。

# 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。

※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1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。



学生数	
学部	1,103名 (男910/女193)
研究科	76名 (男67/女9)
博士前期	69名 (男60/女9)
博士後期	7名 (男7/女0)
合計	1,179名 (男977/女202)
※2023年5月1日現在	
校地面積	274,231㎡
校舎面積	23,986㎡

CAMPUS AREA MAP

# 美しく豊かな自然と 高度な教育・研究施設が 隣り合う充実のキャンパス

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

飛行機が見える  
絶好スポット

# 施設紹介

様々な施設・設備を揃え、  
研究に没頭できる環境を整備しています。

## 本部棟 エリア



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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

## 研究・実験棟 エリア



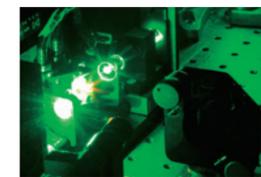
研究・実験棟エリアは3つの施設で構成されています。入学直後から実験系科目で利用する「実験棟」、卒業研究のための「研究棟」、より高度な研究に対応する「大学院棟」があります。それぞれ多彩な機器類が揃えられ、活発な研究活動が展開されています。



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



**研究室 1~3階**  
教員の研究活動や学生の卒業研究の拠点です。研究内容によって設備などが異なり、雰囲気も個性豊かです。



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



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



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



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



**共同利用実験室[結晶生成装置]**  
集光して無機化合物を溶かした後、固化させることで単結晶を作製します。金属間化合物やセラミックスを作製できます。



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



**学生実験室 [物理・電子・システム系]**  
光デバイスを用いたシステムづくりや、回路、制御の実験を行います。



## ACCESS

- JRでのアクセス  
札幌駅 → 南千歳駅 / 約33分  
苫小牧駅 → 南千歳駅 / 約19分
- 車でのアクセス  
JR南千歳駅 → 大学 / 約5分  
新千歳空港 → 大学 / 約7分  
JR千歳駅 → 大学 / 約15分

大学まで無料シャトルバス運行  
JR千歳駅から約21分  
JR南千歳駅から約9分



公立大学法人  
**公立千歳科学技術大学**

〒066-8655 北海道千歳市美々758番地65

TEL 0123-27-6044 (直通)  
ホームページ <https://www.chitose.ac.jp>

