

北海学園大学工学部

研究シーズ集



第2号



北海学園大学
Hokkai-Gakuen University



北海学園大学工学部研究シーズ集では工学部 12 名の研究を掲載しております。

巻末には所属する研究者の一覧がございますので、
各専門分野やキーワードをご参照いただけます。

最新の研究成果や教員の知見を、産業界・公的機関・地域・社会の皆様還元し、
ご活用いただくことで広く社会の発展へと寄与できることを願っております。

北海学園大学工学部は 1968 年に設置され、以来、道内最大規模の私立総合大学の一翼を担っています。前身は北海短期大学土木科(1962 年開設)で、本学部は北海道開発の活発な動向に対し建学精神である「自由と不屈の開拓者精神」をもって応えるべく、土木工学科(2005 年に社会環境工学科へと改称)と建築学科の 2 学科で始まりました。その後、工学部のさらなる発展と情報化社会への貢献を期して 1987 年に電子情報工学科、2012 年に生命工学科を新設し、4 学科体制で現在に至ります。本学部のこれまでの卒業生は、短期大学土木科卒業生は 647 名、社会環境工学科は 4,622 名、建築学科は 4,952 名、電子情報工学科は 3,069 名、生命工学科は 557 名に達しています(2024 年度末)。全体としては 13,847 名と多くの卒業生を民間企業、官公庁などに送り出しています。

今日、地域個々の課題は広域的あるいは国際的課題ともなりうるため、幅広く活躍できる人材の育成が必要とされています。それゆえ本学部の工学教育は、地域の大学として北海道への貢献に主眼を置きつつも、そこに限らず広く応用性のあるものとなっています。カリキュラム編成においては、各学科とも幅広い適性の獲得のために常に新しい内容と普遍的で基本的な理論との調和を心がけており、時代の変化にも対応し得る柔軟さを目指しています。1 年次には、大学生にふさわしい識見と豊かな人間性を養うための学習を主体としながら専門分野の入門的な科目も配置し、2 年次以降には工学基礎科目から始めて高度な専門的知識と新しい技術を修得するための専門科目を配置しています。

社会環境工学科

人と環境にやさしい社会をつくるため、多様化する社会のニーズに柔軟に対応できる人材を養成

建築学科

持続可能な都市づくりを可能にする空間を創造できる人材を養成

電子情報工学科

ハードウェアとソフトウェアの両方を学び、自然環境との調和を図った新たな価値を創造する技術者を養成

生命工学科

「人間」と「生命環境」にやさしい先端テクノロジーを中心に、知識とスキルを幅広く習得した技術者を養成



大学院工学研究科は基礎的・応用的な専門知識と技術を身に付け、人間社会と地球の未来を見渡す広い視野を持ち、創造性豊かに新しい科学技術の研究開発やその具体的実現を積極的に担っていく人材を育成します。

建設工学専攻修士課程

本学社会環境工学科と建築学科を基礎とし、とくに積雪寒冷地域にふさわしい高度な実践的専門知識を修得した専門技術者を養成

電子情報生命工学専攻修士課程

高度情報社会を支える情報工学の理論または応用の面で学識ある人材、および情報工学の専門技術を産業で生かそうとする専門技術者の養成

建設工学専攻博士(後期)課程

積雪寒冷地社会の形成に必要とされる工学理論の独創的研究と高度な応用研究に従事する人材の養成

電子情報生命工学専攻博士(後期)課程

情報工学分野における先端技術の理論と応用の研究従事者の養成

INDEX

- 工学部、大学院工学研究科
について 2
- 4学科の紹介 4
- 研究者紹介 6
- 研究者一覧 30

4学科の紹介

社会環境工学科、建築学科、電子情報工学科、生命工学科では、
「工学教育」を越えて、豊かな素養や社会性、
倫理観を身に付ける「技術者教育」をおこなっています。

社会環境工学科 【社会環境工学科】

近年、日本各地で豪雨災害が頻発するなど気候変動が人々の生活に与える影響は無視しえないものになっています。こうした中で人々が安心して生活を送るためには、既存施設の適切な維持管理はもとより、これから築き上げる社会基盤に対しては気候変動の影響を考慮し、強固な社会基盤を構築していく必要があります。

また、将来の人口減少と少子高齢化を見据え、環境と共生しながら持続可能な社会を構築していくことが求められます。社会環境工学科では、生活に欠かすことのできない社会基盤に関わる土木系の学びをベースに、「社会環境コース」、「環境情報コース」の2コース体制で、多様化するニーズに柔軟に対応できる技術者を育成しています。

「土木および土木関連分野」で日本技術者教育認定機構(JABEE)の認定を受けた教育プログラムを展開しており、卒業と同時に「技術士」の第一次試験合格と同等と認められ、技術士補となる資格を有する者である「修習技術者」となります。

建築学科 【建築学科】

循環型社会への移行に伴い、生活空間のあり方が問い直されています。建築設計のみならず都市計画に関する幅広い知識や能力の重要性はますます高まり、防災・減災や環境負荷低減、ユニバーサルデザインなど様々な観点を踏まえた安全性・快適性はもとより、古い建築物の再生・活用を図る柔軟な発想力も求められます。

建築学科では、空間・環境・構造・材料の各分野の教育研究を通じ、機能と空間造形のあり方や、建物内外の快適な環境づくり、建物の品質と安全・耐久性の確保等に関する知識を身に付け、建築と地域・都市との関係や地球環境の未来に関する課題に取り組む幅広い問題意識を持って社会に貢献する人材を育成します。

卒業生は道内外の大手建設会社やハウスメーカー、設計事務所、官公庁のほか、開発企画・不動産関係、教育・研究機関などで活躍しています。特に、北海道庁や札幌市をはじめ道内各市町村の官公庁には、多くの卒業生が奉職しています。



電子情報工学科

【電子情報工学科】

情報技術革命(IT革命)により、電子情報工学の技術は幅広い分野で活用されるようになりました。その最たる例がスマートフォンです。そのほか、様々な通信、鉄道や航空機の安全運行、機械の設計・製造、病気の診断・治療など、私たちの生活に深く広く関わっています。

電子情報工学科では、電子工学(ハードウェア)と情報処理技術(ソフトウェア)の両方を基礎から応用まで幅広く学び、システムや装置全体を見渡せる目と、技術の変化に柔軟に対応できる技術者の育成を目標としています。

そこで幅広い領域を身につけるために数物系、電子系、情報系、応用系の4系列の専門科目をバランスよく配置した教育体系を備えています。加えて、実験、実習、卒業研究などの少人数教育を通して、実践的な問題解決能力と高い倫理性を備えた技術者を育成します。

卒業後には、ITエンジニア、電気系エンジニア、公務員、教員などの職種に進み各地で活躍しています。

生命工学科

【生命工学科】

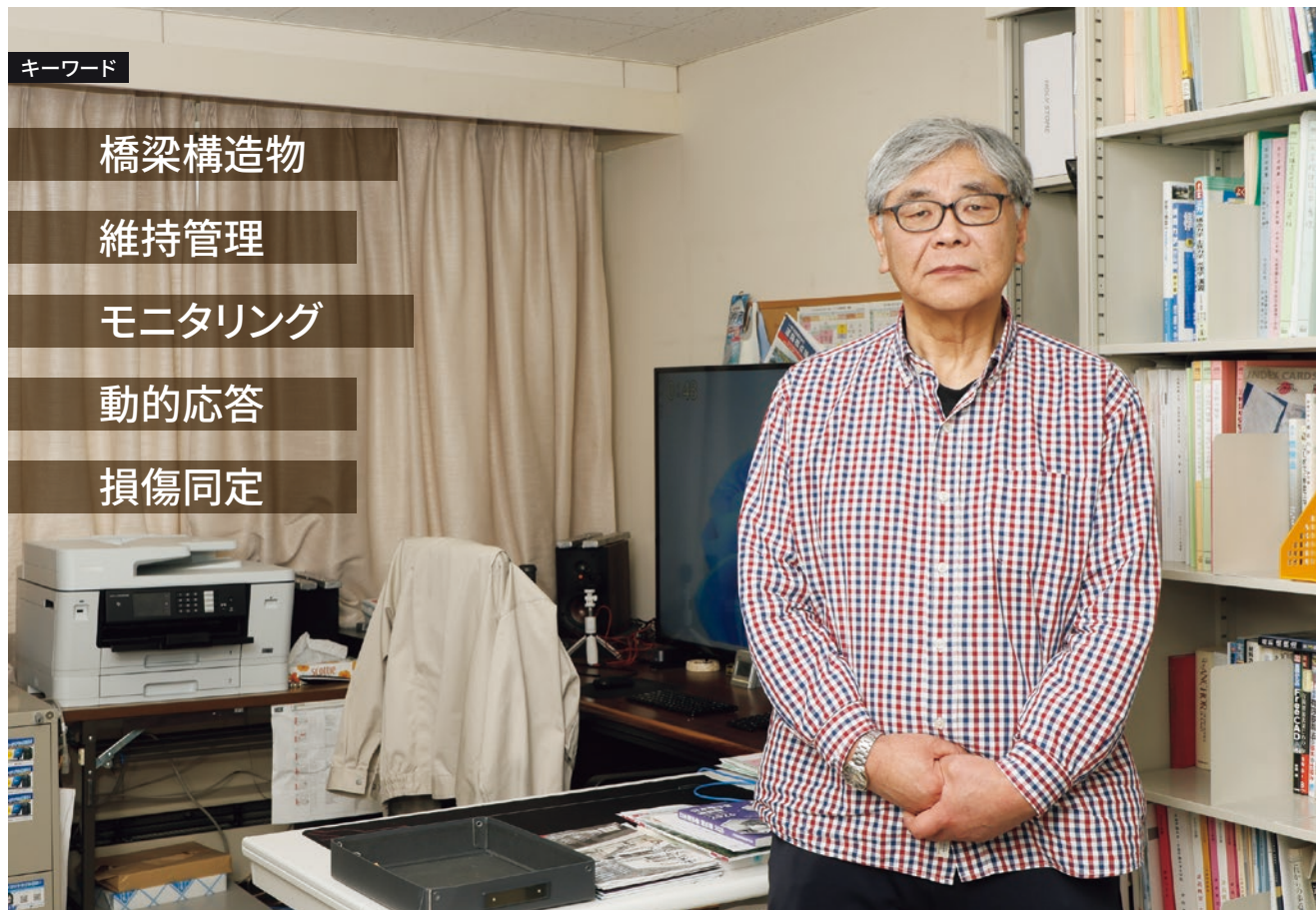
環境に配慮し持続的発展を可能にする社会の実現に向けて、新しい時代の価値観を創り出しそれを支えてゆく工学技術が求められています。生命工学科は社会が求める生命科学と情報工学の融合を理念とした学科です。グリーンテクノロジーを加速するバイオと情報技術の融合や、ゲノム情報や再生医学による新しい分子医療の開拓など、現代社会に求められる先端技術の多くは分野横断的です。

そこで生命工学科が学びの柱とするのは、理学系科目を中心とした「生命科学系」と工学系科目を中心とした「人間情報工学系」の2系統で、いずれかの系の重点的な履修だけでなく両系統をバランスよく学びます。これにより生命工学科では「人間」と「生命環境」にやさしい先端テクノロジーを中心に、環境調和型のコミュニケーション社会に必要なとされる知識とスキルを幅広く習得した「広い洞察力」と「高い倫理観」を有するライフ・サイエンス・テクノロジストを育成します。



専門分野

構造工学、橋梁工学、維持管理工学



工学部社会環境工学科

教授 **小幡 卓司**

オバタ タカシ

学 位

博士(工学) 北海道大学

所属学会

土木学会、日本鋼構造協会、関西工学研究協会

■主な著書

- ・構造工学シリーズ 歩道橋の設計ガイドライン(委員長:前田研一, 第5章担当, 執筆者31名), 土木学会, 平成22年1月
- ・構造工学シリーズ16 モニタリングによる橋梁の性能評価指針(案)(委員長:中島章典, 第1章, 第4章, 第7章, 第8章, 第9章, 附属書A2担当, 執筆者18名), 土木学会, 平成18年3月

■主な論文

- ・小幡卓司: 橋梁の損傷度・余寿命およびUCと再建設費用を考慮したBMS構築に関する研究, 土木学会論文集A, Vol.64, 2008.6, pp.488-501.
- ・小幡卓司: 圧電素子を用いた損傷同定モニタリングシステムの実験的研究, 構造工学論文集, Vol.60A, 2014.3, pp.165-174.
- ・小幡卓司, 九里将太郎, 中西宏貴, 小田輝, 新納格: 資源ス

トックを考慮した橋梁の地球温暖化環境負荷の評価方法に関する研究, 構造工学論文集, Vol.59A, 2013.3, pp.221-229.

■主な受賞歴

- ・日本学術振興会 科学研究費第一次審査員表彰(2014)

■主な外部資金

- ・科学研究費 基盤研究(C)、日本学術振興会「社会基盤施設整備における地球環境負荷の影響評価」(2009.6~2011.3)
- ・科学研究費 基盤研究(C)、日本学術振興会「構造物のヘルスマニタリングにおけるデータのクラウド化による集中管理に関する研究」(2014.4~2018.3)

■主な公的社会活動 土木学会構造工学委員会構造工学論文集編集小委員会 第4部門(構造力学・振動・風工学)主査(2022~2024)、土木学会鋼構造委員会鋼構造物のサステナビリ

研究概要

効率的かつ効果的なインフラメンテナンスと点検を

新たなモニタリング手法の導入が必要

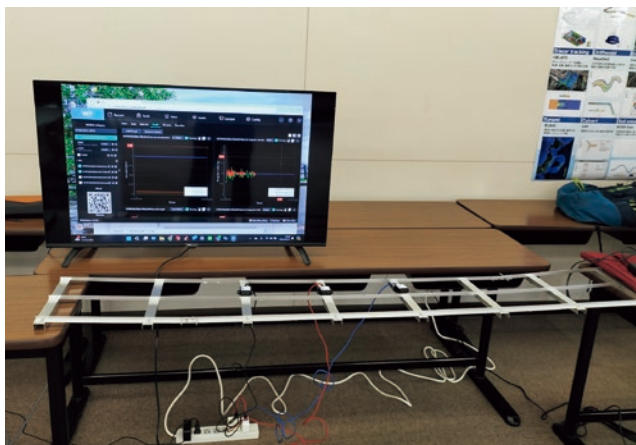
橋梁などの道路構造物の維持管理、点検などを効率的に進める研究に長年取り組んでいます。2012年に山梨県の中央自動車道で発生した笹子トンネル天井板落下事故をきっかけにして、インフラメンテナンスの重要性がクローズアップされました。それが道路構造物の5年に1度の点検へとつながりました。

橋梁点検の法制化以降、北海道などでは熱心に点検を実施し、現在は4巡目を迎えています。予算不足により明らかに修繕が必要な橋でも補修を国の補助金が出るまで放置するケースも多くあるのが実情です。現場では本来付けるべき補修が必要な「判定3」を避ける傾向があるため、実態より良く見せている面もあると聞いています。

予算ベースでの対応を続けるのではなく、判定3が出た場合にはすぐに国からの支援を行うなどの仕組みを導入すれば、放置による劣化を防ぎ、現在の「100年」耐用想定を超えて長期間保全できる可能性が高まると考えています。

一方で、地方自治体では技術系職員の採用が非常に困難であり、土木構造物の維持管理には専門教育を受けた人材が不可欠であるため、ぎりぎりの人員で対応しているのが現状です。しかし、新しい技術や難しい手法を導入することはさらに自治体の負担を増やし技術職員採用難の中で一層困難になると考えられます。国は、明確なインセンティブや制度的な変革、例えば新しい判定手法に対する補助金や評価基準の変更を行い、新たなモニタリング手法の導入や正直な運用を図るべき、と思っています。

授業では橋梁点検の重要性や実務上の判断などを学生に教え、実際には簡単に正直ベースの判定ができない現実も説明しています。そして最終的な補修・処分の決定権は役所にあるが、近年は技術系の職員が減っており、実務的判断や詳細な技術検討を民間の技術者が担わざるを得ない状況になっているため、役所やコンサル企業に就職する学生には「最終的に君たちがその責任を負う」という認識を強く持ってもらうようにしています。



たわみ角測定実験

「たわみ角」を計測する手法を研究

構造物のモニタリングは、従来は主として加速度を用いていましたが、加速度計測は外来ノイズが多く、構造特性を正確に捉えにくい。近年はたわみ角(角度)を計測する手法の研究を進めています。たわみが増えると支承付近などで角度変化が大きくなるため、たわみそのものを直接計測できれば理想的ですが、たわみを測るには固定点やターゲットが必要であり、ターゲットのずれで測定不能になる問題があります。

構造物の劣化は一般に剛性Kの低下として表れ、それに伴いたわみXが増加するため、たわみ角の変化を追うことで損傷検出が可能となるという理論的根拠は運動方程式から説明できます。現状では高精度な角度計測機器が十分に普及しておらず、室内実験段階での検証が中心ですが、将来的に機器性能が向上すれば実フィールドへの適用が期待できます。

加速度計は広く使われている一方で、測定時に電流供給が必要なことや外部の電荷や環境振動など多様な雑音源があり、ノイズ除去や高度な信号処理が不可欠で手間がかかります。加速度ベースの手法は長大橋などで使われてはいるものの、加速度だけでは損傷検出の確度が十分でないと考えています。逆にたわみ角計測に基づくアプローチは、損傷前後で角度が大きく変化するという単純明快なメンテナンス指標を提供できます。例えば部材が部分的に損傷すれば同じ荷重でより大きく傾くという現象を直接とらえられる点で有利です。現在は精度の高い計測機が未整備なため研究を進めている段階ですが、今後の機器改良に伴いたわみ角による損傷探索の実用化を目指しています。



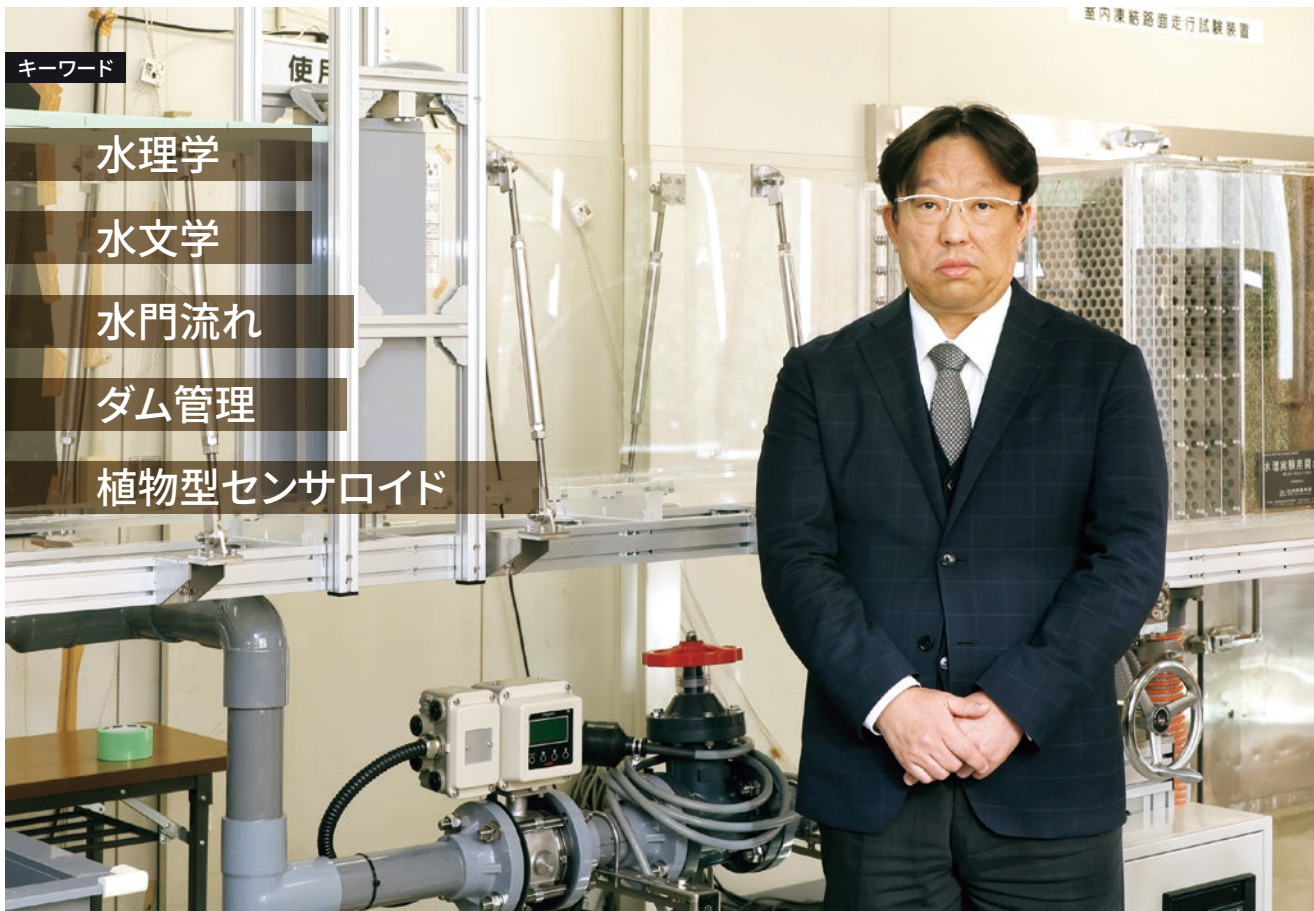
RC 構造の打音検査



橋梁点検車の活用

専門分野

水工学



キーワード

水理学

水文学

水門流れ

ダム管理

植物型センサーロイド

工学部社会環境工学科

教授 **鈴木 洋之**

スズキ ヒロユキ

学 位

博士(工学) 北海道大学

所属学会

土木学会、水文・水資源学会など

■主な論文

- Response of *Arabidopsis thaliana* to Flooding with Physical Flow, Momoko Kaji, Kazuma Katano, Taufika Islam Anee, Hiroshi Nitta, Ryotaro Yamaji, Rio Shimizu, Shunsuke Shigaki, Hiroyuki Suzuki, Nobuhiro Suzuki, *Plants* 13(24) 3508-3508, 2024年12月16日
- 「2つのゲートで構成された水門からの放流量推定法」福田廉, 鈴木洋之, 令和7年度土木学会北海道支部論文報告集, B-5-08, 2026年1月
- 「小容量ダム貯水池における洪水流入に起因した放流量推定に影響を及ぼす接近流速の発生過程」鈴木洋之, 梶田広大, 向井菜緒, 池田大介, 土木学会論文集 B1(水工学) 74(3)70-82, 2018年10月

■主な外部資金

- 「植物分子生物学と水理学の融合による河川流計測のための植物型センサーロイドの開発」日本学術振興会 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)(代表)

■主な公的社会活動

北海道河川審議会委員、国土交通省北陸地方整備局常願寺川水系流域委員会、国土交通省北陸地方整備局リバーカウンセラー(庄川、神通川、常願寺川、黒部川)、国土交通省北陸地方整備局黒部川流域委員会、同局神通川水系流域委員会、同局庄川水系流域委員会、同局小矢部川水系流域委員会、同局梯川水系流域委員会、国土交通省北陸地方整備局北陸河川堤防調査委員会、北海道開発局水文観測検討会委員、北海道開発局十勝川流域委員会委員

ダムや水門における新たな流量推定手法の構築と植物のストレス応答による洪水計測に挑戦

ダムの流入量と放流量を正確に把握

ダムの管理・運用について20年以上研究しています。大雨で洪水が起きるとダム操作技術者は下流への放流量を決める必要があります。この時に誤った判断をすると下流部の氾濫によって人命が失われる恐れもあります。このため、技術者には大変な緊張が強いられます。ダム操作に関わる技術者が拠り所にするのはダムの流入量と放流量の推定値です。

規模の小さいダムでは洪水時にダム操作者が意図せずに過大放流を行っている事例を見出しました。一般的にダム貯水池は洪水時も静水状態にあることを想定して放流量を計算します。しかし、小規模貯水池では洪水時に静水状態を保つことができず、流れが発生します。この過大放流は実際には流れがある貯水池で静水状態を想定した計算式を用いているために生じることを示しました。また、この問題が発生する条件を実験とシミュレーションによって明らかにしています。このような流れを無視できない貯水池で実際に放流量を計算するにはどうするかが、次の課題になっています。

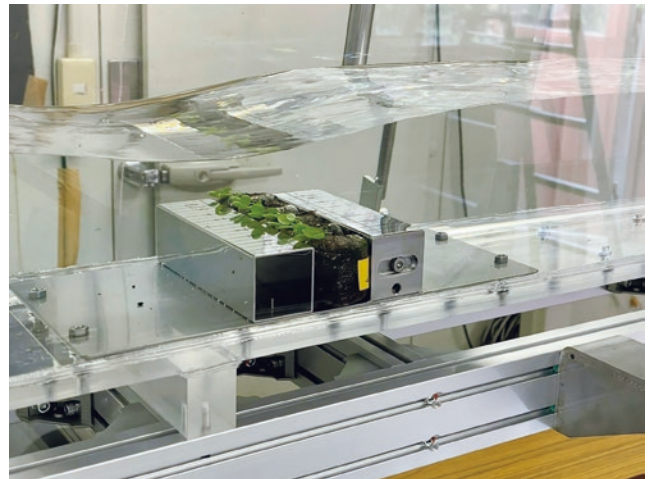
水門からの複雑な流れの特性解明と放流量の推定精度向上の挑戦

河川を横断して設けられた複数の水門を操作して水位や流量を制御する構造物を可動堰と言います。可動堰でも放流量の計算値に大きな誤差が生じることを現地調査から見出しました。水門からの流れの形態は水門下流の水位で大きく変化します。下流水位が低いときは吹き出すような高速流(自由流出)が形成されます。また、下流水位が上がって水門の流出口が水没すると、温泉にあるジャグジーのように深い位置にある穴から噴き出すような流れ(もぐり流出)が生じます。さらに、可動堰では水門毎に生じる流れの形態が異なり、かつこれらが互いに干渉する複雑な流れが生じます。これまでにこの複雑な流れを表す新しいモデルを構築し、新しい水門からの放流量計算式を作っています。また、水門模型を用いた実験で流量の違いによる水面形や流れの構造を調べると共にシミュレーションによって流れの詳細な構造の把握を進めてきました。現在は水門の数が増えても適用できるように手法の一般化を進めています。

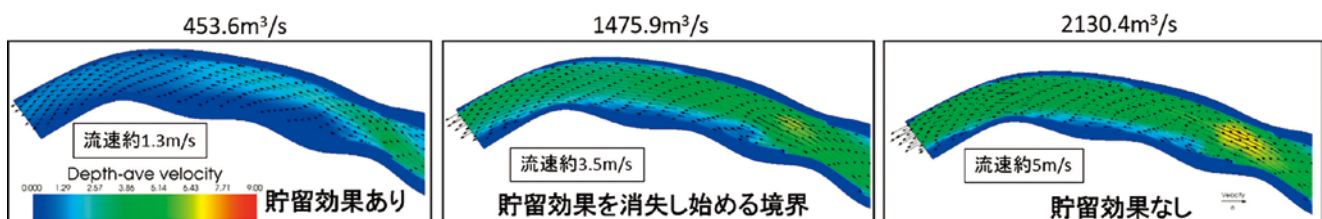
植物のストレス応答で過去の洪水履歴を推定

河川の流量は、橋の上から川に投げ入れた浮子の移動した距離と移動に要した時間を計って求めた流速に川の断面積を乗じて算出します。この流量観測は多大な労力を要することから、都道府県の管理する二級河川ではほとんど行われません。

そこで考えたのが植物を洪水のセンサーにできないかというものです。植物には受けた物理的外力に応じて多様な生理学的・分子生物学的変化(ストレス応答という)が生じます。高水敷(河川敷)や砂州(中州)に生息する植生は洪水に晒されていますので、植生のストレス応答を調べることで、この植物が過去に受けた洪水の水理量を把握できないかと考えました。流れによるストレス応答を調べた研究は世界初だと思います。この研究では実験水路で様々な流れに暴露したシロイヌナズナに生じるストレス応答を調べています。これまでに流速の増大に伴って葉径の成長が抑制される現象が確認されました。この葉径の成長量をモデル化することで、葉のサイズから流速を推定できる可能性を示しました。さらに、葉の成長の抑制がオーキシンと呼ばれる葉の育成に作用するホルモンを制御する遺伝子を通じて生じることが分かってきました。このように植物の見た目から遺伝子レベルまでの情報を使って植物を洪水計測に使うセンサーとして活用するための基礎研究を行っています。



植物サンプルへの流れ負荷実験の様子



流量規模の違いによる貯水池流動の違いのシミュレーション

専門分野

コンクリート工学、構造工学



キーワード

コンクリート

性能評価

接合部

構造解析

維持管理

工学部社会環境工学科

教授 **高橋 良輔**

タカハシ リョウスケ

学位

博士(工学) 北海道大学

所属学会

土木学会、日本コンクリート工学会、プレストレストコンクリート工学会

■主な論文

- ・高橋良輔：せん断補強筋が腐食したRCはりのせん断耐力評価に関する一考察，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，第19巻，pp.325-330，2019.10
- ・吉松秀和，水戸健介，高橋良輔，徳重英信：鉄筋端部にナットを設置した機械式定着の定着特性に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.45，No.2，pp.709-714，2023
- ・坂口淳一，高橋良輔，平陽兵：曲げひび割れ幅算出のためのひび割れ間隔の取扱いに関する一検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.46，No.2，pp.37-42，2024
- ・高橋良輔，島弘，松岡智，水上繁樹：ハンチ筋を接合に用いるPCa-CFT複合カルバートの耐荷・変形挙動，コンクリート工学年次論文集，Vol.47，No.2，pp.427-432，2025

■主な受賞歴

- ・3rd ACF Symposium Best Paper Award, Asia Concrete Federation, "Influence of non-uniform corrosion in beam cross section on flexural behavior of RC beam", Ryosuke Takahashi, 2019
- ・令和元年度 土木学会吉田賞(論文部門)、「凍結作用によるRCはりの損傷と損傷後の静的破壊挙動の解析的評価：金澤健、佐藤靖彦、高橋良輔」、土木学会、令和2年5月
- ・令和3年度 土木学会論文賞、「ハーフプレキャストRC構造の接合面における接合鉄筋のせん断力-ずれ変位関係：高橋良輔、島弘、松岡智、土屋智史」、土木学会、令和4年5月

■主な公的社会活動

国土交通省東北地方整備局能代河川国道事務所 国道7号白沢こ線橋技術検討委員会 委員(令和元年6月～令和2年3月)ほか

コンクリート構造物の破壊挙動を解析し、安全で合理的な構造物とする性能評価手法を開発

複合コンクリート構造物の性能を予測

鉄筋や鋼板、炭素繊維強化樹脂などの補強材とコンクリートを組み合わせた複合コンクリート構造物が研究分野です。橋梁などの土木構造物が、破壊に至るまでの変形などの挙動をコンピュータシミュレーションで再現しています。

構造物に、地震などの力がどの程度加わると、どこまで変形するのか、どの部分が壊れやすいのか、最後に崩壊するのはいつかなどをFEM(有限要素法)という解析手法で予測します。

FEM解析では、構造物を構成する個々の材料や接合面などの部位が力を受けたときの挙動から構造物全体の予測をします。データの無い材料や部位があれば、実験を行ってモデルを作り、それを組み込んで、全体を再現していきます。複合構造は、異なる材料を組合せているので、材料同士の接触面があったり形が複雑な構造が多く、より多くの場合に対応するために、モデルを開発する必要があります。

新設の構造物だけではなく、鉄筋がさびるなどの材料劣化や地震による損傷が見られる既設構造物の挙動もシミュレーションできます。建設直後と比較して、どのくらい性能が低下したのかを具体的な数字で表すことができます。コンクリートの表面に多くのひび割れが発生し、すぐに架け換えようとしていた橋でも、鉄筋のさびりやひび割れの深さなど詳しく調べて解析すると、防水工事などを適切に施せば、あと25年程度は使用できることが分かった例もあります。コンピュータシミュレーションが普及すれば、見た目だけでなく、性能面から架け換えるの必要性を判断できるようになります。

ただ、手間と時間がかかり技術も要するシミュレーションは、公共事業の現場では、特殊な新設構造物の設計の際や、激しい劣化をした構造物の対策工法を検討する機会に行われる程度で、解析事例がなかなか増えないことが課題です。

市町村が管理する橋梁などでは診断をする人材や予算不足で補修工事ができていない所が多くあります。また、補修や構造物の更新にあたっては、その必要性を根拠をもって住民へ説明するなど、説明責任を果たすことが必要と思います。このままで大丈夫なのか、また、必要な補修が全て行えない場合にどこを優先的に補修すべきかなどの判断を迫られた際に、コンピュータシミュレーションを使えるように、実用的なシミュレーションの利用方法の提案や、より広範囲なシミュレーションを可能とする材料・部位モデルの開発を行いたいと考えています。

プレキャストコンクリート構造物の性能を評価

建設工事に携わる労働力が減少する中、あらかじめ工場で製造した柱や梁などのコンクリート部材である、プレキャストコンクリートを使った構造物が増えています。ここ数年、企業との共同研究で箱型カルバートの壁部分をプレキャストコンクリートで作製し、現場では壁の上に角形の鋼管を載せて天井を造る工法の開発に取り組んできました。従来のカルバートは、

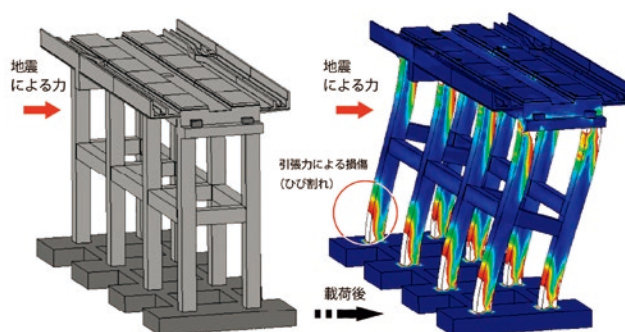
天井部分もコンクリートでしたが、鋼管は軽量なので架設作業が簡単で工期も短くなります。プレキャストコンクリートなど、バラバラの部品を現地で接合して組み立てる構造物は、接合部分が弱点になります。そこで設計では、接合部分が先に壊れないように設定されています。開発した箱型カルバートも、設計上、接合部分は壊れないように設定していますが実際に壊れないのか、また設計で壊れる荷重を制御できるのか、などを確認するために実験と計算を行い、完成形にたどり着きました。

一般的なプレキャストコンクリート構造物などの接合部分は、設計上、十分な強度が確保されているとはいえ、実際にどれくらいの力が加わると変形し、どのように壊れるのかは詳しく調べられていません。そのため接合部分の強度が過剰であったり、接合部分がどのように破壊するかが把握できていなかったりすることもあります。

当研究室では、鉄筋で接合するプレキャスト接合部に関して、そのふるまいをモデル化する研究を続けています。実際は、このような接合部では、コンクリート同士の接合もありますが、現在は鉄筋だけのモデルしかできていないので、今後は鉄筋にコンクリートの接合を組み合わせた接合部分のふるまいを解明し、モデル化していく予定です。この研究によって、より合理的な構造が設計できる可能性があります。

1970年代ごろに造られたコンクリート橋の耐用年数は50年と言われていました。現代の橋は100年間利用できるような設計され、出来るだけ長く建設時の状態を保つように維持管理されています。人口減少や過疎化が進む中で100年の耐用年数が不要な新設橋や、現在適用されている維持管理レベルが不要な橋も出てくると思います。そのような場合には、寿命予測によって残余寿命の把握や適切な耐用年数を持つ構造物を設計することももちろんですが、プレキャスト構造や複合構造を利用して部分的に部材を交換したり付け足したりできる構造、撤去しやすい構造も今後は検討していく必要があると考えています。

プレキャストコンクリート構造や複合コンクリート構造など、複雑な形状や挙動を持つコンクリート構造物の、誕生から役目を終えて撤去されるまでをコンピュータで再現できることで、設計や維持管理を通じて、よりよい構造物の構築に貢献できればと思っています。



地震力を受けた鉄道高架橋の破壊シミュレーション

専門分野

建物調査診断、コンクリート工学

キーワード

建物劣化診断

中性化

鉄筋腐食

外壁の剥落

非破壊検査



工学部建築学科

教授 **足立 裕介**
アダチ ユウスケ

学位

博士(工学) 北海道大学

所属学会

日本建築学会、日本コンクリート工学会、土木学会

■主な著書

- ・「寒中コンクリート施工指針・同解説」, 日本建築学会, 2024年【共著】
- ・「コンクリート診断技術'25 [基礎編], [応用編]」, 公益社団法人日本コンクリート工学会, 2025年【基礎編2章、応用編5章編集分担】
- ・「強制乾燥および質量・長さ変化率関係を用いたコンクリートの乾燥収縮率推定方法の提案」, 北海道大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻, 2007年【単著】

■主な論文

- ・「Investigation of the Deterioration of Medium-Rise-Wall Type Reinforced Concrete Buildings with External Insulation in Snowy Cold Districts」共著, Buildings, vol. 12, no. 12, Art. no. 12, 12月2022,

doi:10.3390/buildings12122048.

- ・「強制乾燥による長期材齢コンクリートの乾燥収縮率の評価方法の検討」共著, コンクリート工学年次論文集第28巻第1号, 503-508頁, 2006年
- ・「質量変化率-乾燥収縮率関係を利用したコンクリートの乾燥収縮率推定方法の提案」共著, 日本建築学会技術報告集第24号, 5-10頁, 2006年

■主な公的社会的活動

- ・日本建築学会北海道支部 材料施工専門委員会 委員(2013.4~)
- ・日本コンクリート工学会 コンクリート診断士講習委員会(2018.4~)
- ・北海道建築技術協会 建築診断研究会運営委員会 委員(2016.12~)
- ・北海道建設部建築局総合評価検討会委員(2023.4~)
- ・北海道生コンクリート品質管理監査会議委員(2024.12~)

RC 造建築物の効率的な維持管理と CO₂ を低減したプレキャストコンクリートの開発

簡易的な BIM による改修データの蓄積

鉄筋コンクリート(RC)造の建築物は、耐久性を確保すれば理論上は長期間の供用が可能です。かつては多くの建築物が、施工精度の問題や経済的な要因により、未改修または1回改修した程度で解体されました。しかし、近年は建築物をできるだけ長く使うことが重視され、何度も改修して長期間供用していきようになりました。このような状況では、過去の改修データを活用して、次の改修をいかに効率的に行うかが重要になります。

例えばマンションの大規模修繕は、一般的に約13年周期で実施されます。しかし、施工業者の変更や管理組合役員の交代などにより、改修履歴が適切に引き継がれないケースが少なくありません。また、竣工図書が保管されていてもデジタル化されていなければ、次の計画に有効活用するのは困難です。

過去の修繕方法を把握することも重要です。例えば、修繕前のタイル張り外壁劣化調査では、一般的にハンマーによる打診を実施しますが、過去の修繕工事でタイル張り浮き部に接着剤充填補修をしていると、健全な状態とは異なる音が出て、再度修繕が必要と判定されます。その場合、きちんと接着されているタイルを剥がしてしまうといった無駄が発生してしまう可能性があります。

こうした課題を解決するためには、建物の3次元モデルに部材の属性情報を付加して統合管理するBIM(ビルディング・インフォメーション・モデリング)を活用して、改修データを蓄積していくことが有効です。しかし、既存建物のBIMを一から作成しようとすると、非常にコストが掛かり現実的ではありません。

そこで、全国の都市の3次元デジタルデータを整備する国土交通省のプロジェクト「PLATEAU(プラトー)」のデータを活用して、簡易的なBIMを構築し、改修データを付加していくことに取り組んでいます。この手法では、年代別の履歴や写真、タイル一枚単位の詳細情報を登録可能です。

さまざまな改修に関わるデータをBIMに一元化することで、設計や施工の担当者は写真や数値的なデータなどを必要に応じて取り出して、状況を的確に把握できるようになります。また、視覚的な3Dデータは、専門知識のない管理組合や住民の方々にとっても理解しやすく、合意形成の円滑化に寄与できるのではないかと期待しています。

フライアッシュでセメント使用量を削減

地球環境問題に貢献しようと、数年前か

ら取り組んでいるのが、二酸化炭素(CO₂)の削減と耐久性を両立させたプレキャストコンクリート製品の開発です。

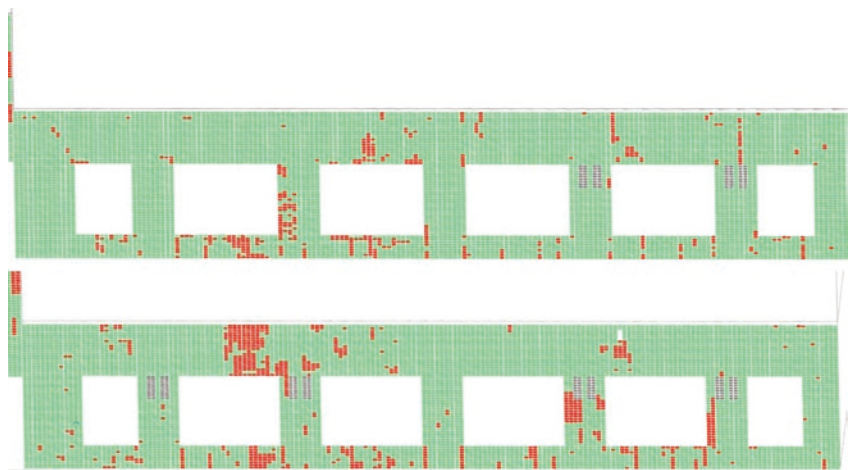
コンクリートの主原料であるセメントは、製造する過程でCO₂を大量に排出します。また、鉄筋も鉄鉱石から鉄を作る過程でCO₂を大量に排出しています。これらがRC造建築物のCO₂排出量削減を図る上で大きな課題となっています。

この課題を解決するため、可能な限りセメントを使わない材料を開発しようと、セメントの代わりに石炭火力発電所から排出される副産物であるフライアッシュを使用したコンクリートの研究を進めてきました。

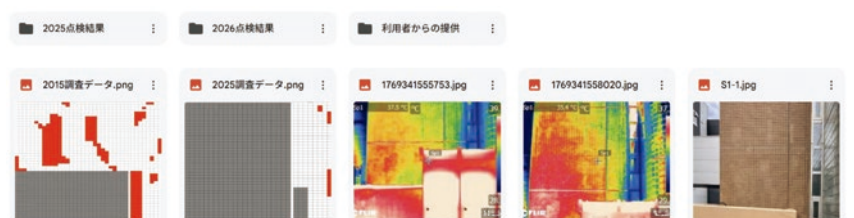
フライアッシュセメントでは一般的に30%未満の混合量となりますが、本研究では50%以上混合して、必要性能を確保して、CO₂排出量を削減しようとしています。セメント使用量を50%減らせば、CO₂削減効果もおおむね50%となります。

フライアッシュを使用したコンクリートは中性化進行が早くなることが知られており、RC造の耐久性確保には不利となりますが、鉄筋を腐食させない工夫を施したRC製品を作ろうと、札幌のプレキャストコンクリートメーカーと共同で研究を進めています。

フライアッシュを使用したコンクリートは、セメントのように短時間で強度は出せないのですが、長期的には同程度の強度になります。それを工場で大量生産できるよう、できるだけ早く型枠から取り出せる硬化速度と強度を確保するための温度管理などを検討しています。これらの課題を解決して2026年度末までには製品化したいと考えています。



BIM 上での調査結果の比較(上：2015年の補修タイル，下：2025年の浮きタイル)



クラウド上で同位置の様々な情報を一元管理

専門分野

都市・住環境計画

キーワード

中間領域

都市計画

地域デザイン

住まい方

まちづくり



工学部建築学科

教授 **岡本 浩一**

オカモト コウイチ

学 位

博士(工学) 北海道大学

所属学会

日本建築学会、日本マンション学会、都市環境デザイン会議

■主な著書

- ・「2018年北海道胆振東部地震災害調査報告」共著, 担当: 第7章7-1, 日本建築学会, 2024年3月

■主な論文

- ・「戸建住宅地における家庭ごみ集積所の実態と利用者の評価—美しく住みよい戸建住宅地を実現するための基礎研究—」単著, 日本建築学会計画系論文集, 81巻722号, pp1019-1028, 日本建築学会, 2016年4月

■主な外部資金

- ・上川町空家等活用研究業務、上川町、委託研究、2020年度
- ・上川町住環境整備事業(後期)リノベーション実施研究業務上川町、委託研究、2019年度

- ・上川町住環境整備事業リノベーション実施研究業務、上川町、委託研究、2018年度
- ・美しい都市景観形成に配慮する家庭ゴミ集積所の在り方—QOL向上に資する基礎研究—、科研費若手(B)、2013~2015年度

■主な公的社会的活動

(一社)北海道まちづくり協議会(会長)、(一社)北海道空き家活用ネットワーク(理事)、恵み野商店街夏祭り企画実施協力(2013~2019年度、2023年度~)、空き家リノベーション活動(上川町: 2017~2018年度、沼田町: 2017年度~)、都市計画審議会(委員 | 北海道、岩見沢市: 継続中、札幌市、石狩市: 任期満了)、都市景観審議会(会長 | 倶知安町: 継続中、委員 | 札幌市: 任期満了)、洞爺湖町都市計画マスタープラン策定委員会(委員 | 2023~2024年度)、札幌市まちづくり戦略ビジョン審議会(委員 | 2021~2022年度)

研究概要

街並みと景観の調和、賑わいを生む場としての建築のあり方を研究

人のつながりや交流を含めて「風景」に

私的領域でありながら多くの人々の視界に入る空間を中間領域と呼びます。公的な性格を帯びる中間領域において、道路に面する建築敷地や街並みに配慮した建築の外観などは、景観のあり方を担う大切な要素であり、一定の作法や配慮がなければ混沌となります。

私権と公共性とのほどよいバランスについて、あり方や仕組み、持続可能性に注目した研究に取り組んでいます。札幌市の景観審議会の委員を2024年度まで務めていました。審議会に設置されている景観アドバイス部会では、札幌駅周辺や大通などで進む大規模再開発や高層マンションなどに対して、都市景観的な配慮に関するアドバイスをしてきました。

新しい建築ができる際、街並みや景観との調和を考えるなかで重視するのは、人々の交流、賑わい、日常です。建築が人々の日常をしっかりと受け止めてくれるからこそまちの魅力が高まります。そもそも建築は人がいてこそ生きてくるものです。建築の形態、内外装のデザインはもちろんのこと、そこで育まれる人のつながりや交流のまごごとが景観であり、大切に育むべきものだと考えています。

都市は進化し変化していきます。景観も含めてこれだ、という正解はないと思いますが、常に調和しながら変化していくことが求められます。大きくガラッと変えるのはハレーションも大きいでしょうし、まちとして将来に渡って本当に必要なのかという都市計画的な議論もあると思います。

札幌市などで数多く建てられている高層マンションは、まちなか周辺に人が住まうという方向性において大切だと思いま

す。働きに来るだけでなく、歩いて暮らせる利便性をみんなで享受するという視点はもとより、地球環境負荷低減にもつながります。ただし高層マンションでは、建築と居住者の2つの老いという懸念が特に大きくなるのも明白です。

現在、札幌の都心部には高さ規制がなく容積率主体の制限なので、すらすらと高層化した建築も可能です。市民が誇れる都心景観を実現するためには、建築の高さに景観的調和の観点を含ませた一定のルールが必要です。景観的調和、2つの老いといった課題を先送りせず将来を見据えて、建築だけではなく“まちをデザインする意識”が求められています。

学生の貴重な学び場となる空き家リノベーション

まちづくりの取組としては、商店街の夏祭りや学生らが商店街の方々と協働して立てた企画を実施したり、学生自らのデザインを自分たちで施工する空き家のリノベーションで建築と向き合ったり、活きたまちづくり活動に触れる機会も大切にしています。

空き家リノベーションは、沼田町で学生とともに長年にわたり取り組んできました。実際の建築を対象に学生たちがリノベーションを計画提案し、自らの手で再生させる活動は、学びと実践とを符合させる場として最良の機会です。リノベーションした住宅に、移住体験し、まちを楽しむ人がいる、そういった場面をサポートする空間を実現したのが私たちだ、建築を通じてまちづくりをした、という実感を持ってくれるなど、活動を通じて学生が得たことは数多くあると思います。

来年度以降もほかのまちでリノベーションの計画があります。民間の方から学生にリノベーションして欲しい、という提案も出ています。関心が多様化する学生は参加を望む活動も様々で、人数の確保に少し課題はありますが、実現すれば新しい取組になるため、ぜひ具体化できたらと思っています。



まちのリビング(4 プラ)



関わった景観アドバイス事例
(cocono ススキノ)



関わった大通 Tゾーン駅前通地区まちづくり協議事例(4 プラ)



和室リノベーション前



和室リノベーション後



沼田町横山町長と完成記念撮影

専門分野

建築外皮、ファサードエンジニアリング

キーワード

Building Envelope Design

Façade Engineering

Regenerative Design

Glazing Design



工学部建築学科

教授 **三澤 温**
ミサワ ユタカ

学 位

博士(工学) 神奈川大学

所属学会

一般社団法人 日本建築学会

■主な著書

- 『Arup Japan 建築のトータル・ソリューションをめざして』(分担執筆)2009年4月,誠文堂新光社
- 『レジリエンスに着目した構造設計の考え方』(分担執筆)2025年3月,日本建築学会

■主な論文

- Simulation Study on Energy Conservation Performance for Integrated External Louver Facades
- Diagonally arranged louvers in integrated façade systems - effects on the interior lighting environment
- Fire Experiment on Diagonally Arranged External Louver for Integrated Facade System
- 統合ファサードにおける室内温熱環境に関する研究

■主な協働設計(ファサードエンジニアとして協働)

- JR 横浜タワー・JR 横浜、渋谷スクランブルスクエア、新発田市庁舎、JR 新宿ミライナタワー、新千歳空港国際線ターミナルビル、JR 神田万世橋ビル、グランフロント大阪 B 棟、PRADA 銀座、PRADA 神戸、関東マツダ本社ビル、なんば高島屋 TE 館、遼寧電視台本社、シンガポール南洋工科大学、POSCO タワーなど

■主な外部資金

- 分光測色計によるガラス分光色データの収集と外装色設計仕様の決定方法の検討

■主な公的社会活動

日本建築学会北海道支部常議員 常任幹事、Journal of Glass Structures & Engineering, Editorial Board、日本建築学会北海道建築作品発表会委員、日本建築学会統合建築 WG 幹事

研究概要

複合的・横断的能力を持つ専門家
「ファサードエンジニア」

多岐に渡る業務領域を担う

大学に在職する前は、ガラス建築技術者として日本板硝子、その後、エンジニアリング・コンサルティング事務所の Arup に在職し、日本におけるファサード事業の立ち上げを行いました。当時は国内になかった「ファサードエンジニアリング」という職能を3名で事業化し、外装の強度やシステムの検討だけでなく、環境性能や詳細な技術的知見を統合して外皮性能を検証する専門領域を確立していきました。その後、世界最大級の再保険会社 Swiss Re に転職して、自然災害に対する建物の脆弱性評価を行い、エンジニアリングサーベイを通じて保険引受けのための技術レポートを提供する役割を担いました。

ファサードエンジニアリングは関係者が非常に多く、設計者や施工者だけではなく、サッシ・シール・ガラス・塗料などのメーカーと連携し、耐久性、耐候性、安全性、構法、環境性能等を検討する職種です。意匠、構造、設備等と連携し分野横断的な業務を担います。Arup のように独立した立場で、中立的な視点から設計・調達・管理・比較検討を行ってきたことも私の強みのひとつです。

大学では、設計案件単体で取り組むには難しい検証や、実務を意識した研究と教育を進め、大学教育におけるファサード領域の体系化や学生に複合的思考と実務意識をもつことの大切さを伝えています。卒業研究では、アウトプットを意識しながら環境性能や建て方・製作方法を統合的に考えること、広く関係者と協議して複合的要素を同時に扱うことに学生とともに取り組んでいます。

学生が社会で活躍するためには、個別分野の深掘りだけでなく複数領域を横断して判断できる力が必要です。ファサードエンジニアリングには、材料選定、耐久性等の性能検討、調達スキーム、品質管理、コストコントロール、構法や施工法、納まり、環境負荷、公平中立な技術の供与までも含まれます。こうした複合的・横断的能力を持つ公正中立な技術者が発注者や設計者、施工者にとって不可欠であると伝えています。

学生には、卒業研究は「紙面にまとめて終わり」ではなく、実際に自らの提案をかたちとして示すことを求めています。そこには、紙面にまとめることでは見えないものがあります。材料を実際に手に取って確認すること、製作手順や構法なども含まれます。自らの提案を示すことには、かたちのほかに出版や外部発信も含まれます。また、学生はファサードエンジニアリングを大学で初めて知ることが多く、多岐に渡る業務領域を担うファサードエンジニアリングの役割について、入社後にその意義を実感することがあるとも卒業生から聞いています。

「アートの森」などでフィールドワークを展開

建築は多様な関係者と要素が絡むため「巻き込み力」が不可欠です。具体的な取り組みとして、栃木県喜連川で共立女子大学と東京電機大学と協働する5カ年プロジェクト、学生がつくる「アートの森」を進めています。

「アートの森」は学生自身の提案を、アートの森という「森のリビング」に実装し、子どもたちの学びの森をつくる実践教育です。学生が企画・設計・実装までを行い、4月から議論し9月に集中して現地に実装します。学生はマスタープランの作成から敷地の3D計測、設計・解析・製作検討、材料発注、加工、仮組み、施工まで幅広い工程を経験し、限られた期間内で成果を披露します。本来、環境やサステナビリティの課題は、このような短期間では解決しないものですが、それを1年ごとに仕上げ披露することの難しさを学びます。札幌からの運送方法や現地組立の時間的制約を考えるだけでもつくるものがかわります。協賛企業を巻き込みながら仮組みや検証を行い、アートの森に多様な作品を生んできました。

また、一般社団法人森を耕すなどと連携して、栗山町の木材活用も検討しています。学生は、どこの木々が丸太として搬出され加工されて自分の手元に届くのかを自らの目で確認します。森と木材に関わる方々の顔を知らない学生が多い中、目で見えてプロセスを体験することで、学生が自らの立ち位置を認識し課題を見つけることを期待しています。



「アートの森」で学生が制作した作品



栗山町の木材活用を検討している

専門分野

物理学、応用物理学

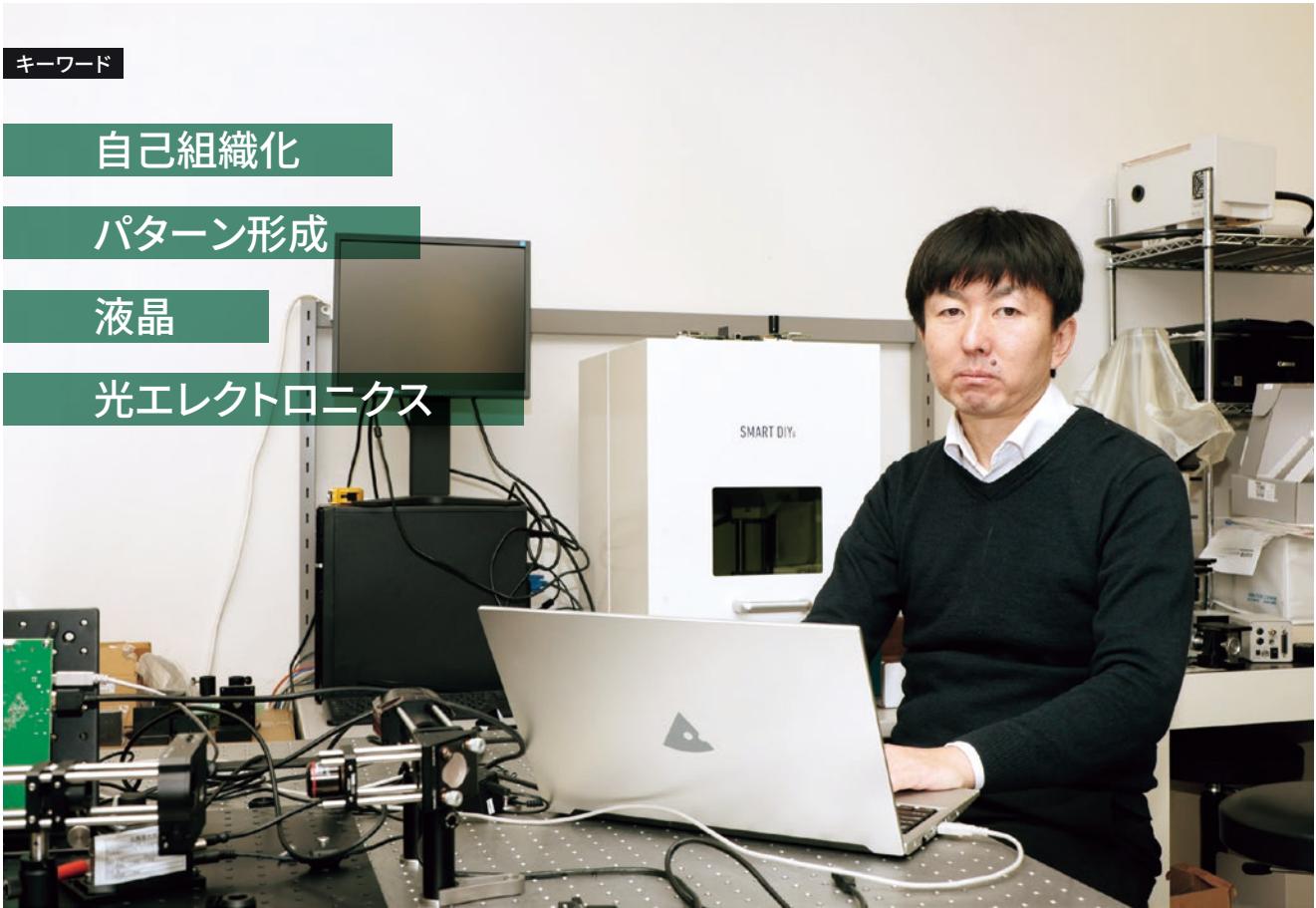
キーワード

自己組織化

パターン形成

液晶

光エレクトロニクス



工学部電子情報工学科

教授 **佐々木 裕司**

ササキ ユウジ

学位

博士(理学) 東京工業大学

所属学会

日本物理学会、応用物理学会、日本液晶学会

■主な論文

- “Reconfigurable spatially-periodic umbilical defects in nematic liquid crystals enabled by self-organization”, Y. Sasaki et al., J. Phys. D: Appl. Phys., 56, 45001, (2023)
- “Polymer-stabilized micropixelated liquid crystals with tunable optical properties fabricated by double templating”, Y. Sasaki et al., Adv. Mater., 29, 1703054 (2017)
- “Large-scale self-organization of reconfigurable topological defect networks in nematic liquid crystals”, Y. Sasaki et al., Nat. Commun., 7, 13238 (2016)

■主な受賞歴

- 2022年：日本物理学会 第16回若手奨励賞(領域12)
- 2015年：日本液晶学会 奨励賞(a分野)

■主な外部資金

- 科学研究費補助金 基盤研究(C)(一般)、2024~2026年度、「高いイオン導電性を有する液晶が示すフレデリクス転移の数値的・実験的研究」
- 科学研究費補助金 基盤研究(C)(一般)、2021~2023年度、「電気インピーダンス法による液晶トポロジカル欠陥のパターン形成メカニズムの解明」
- 科学研究費補助金 基盤研究(B)(一般)、2018~2020年度、「イオンの局在化による新たな分子自己組織化メカニズムの確立と光機能性ゲルへの応用」

■主な公的社会的活動

- 日本物理学会 領域12運営委員(令和元年10月~令和2年9月)

研究概要

やわらかな電子材料の秩序制御と光学応用

様々な学問の境界領域

私たちの身の回りには高分子、液晶、コロイドなどのやわらかい材料が数多く存在しています。例えば高分子はプラスチックなどの化学的に合成されたものだけでなく、食品などの天然のものまで多岐に渡ります。液晶はディスプレイを代表としてデバイスで使われています。コロイドは化粧品などで欠かすことができません。ここで挙げた例以外にも実に様々な用途で日常生活に応用されています。私たちの体内に含まれているタンパク質やDNAなどもやわらかい材料の代表例と言えます。上記のようなやわらかな物質群はしばしばソフトマターと呼ばれ、金属などの硬い物質とは異なる機能をもっています。ソフトマターは基本的に分子や粒子で構成されており、複合的な構造をもっていることが多いです。やわらかい性質という曖昧ですが、輪ゴムを引っ張ると大きく変形するように、外部から刺激(温度・電気・力など)を与えると状態が容易に変化することが特徴として挙げられます。そして、その変化はしばしば非線形、非平衡な現象を伴うため、基礎学問を研究する上でも重要な題材となっています。

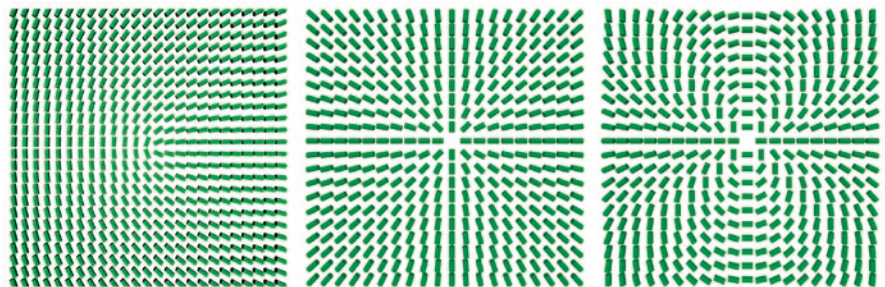
光エレクトロニクス材料のための構造・秩序制御

私たちは主に液晶やコロイドを研究対象としています。液晶とは液体と結晶の中間の性質を指す言葉です。ディスプレイなどで使われている一般的な液晶材料は棒状の細長い分子から構成され、それらがほとんど同じ向きに整列した集合体です。分子の長軸方向と短軸方向では誘電率や屈折率などの物理的な性質が異なります。これは異方性と呼ばれます。液晶ディスプレイでは分子の向きを誘電率の異方性を使って電気的に変化させ、その結果として生じる光の通過のしやすさを画面として表示しています。

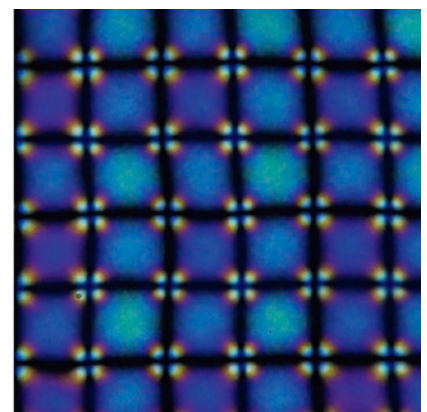
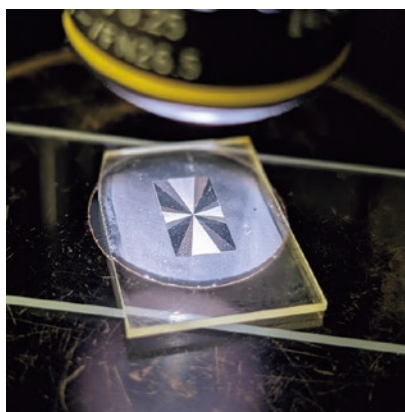
ディスプレイに使われていることから想像できるように、液晶材料と光(特に偏光)にはとても密接な関係があります。実際にディスプレイ素子以外にも光学フィルムなどの応用がたくさん行われています。これまでは分子を均一に並べて利用する用途が主でしたが、近年では狭い空間に分子を複雑に並べる技術が要求されています。これによって光波を分割したり、光波に特殊な性質を付与したりすることが可能となります。例えば原点に対して分子の向きが回転しながら変化するようなトポジカルな構造は、レーザー光にとって重要な光学素子となることが知

られています。さらに、トポジカルな構造は偏光板を使って目視で観察できるため、学術的な観点からも研究が行われています。私たちもまた液晶分子の空間制御に関して研究を行っています。一つ目に取り組んでいるのは、偏光を使って液晶分子を微細な領域に並べる方法です。例えばMEMSデバイス的一种であるデジタルミラーデバイスと組み合わせることで様々なデザインされた光学フィルムを作成します。同様の状況を硬い材料で行おうとすると大掛かりな設備とかなりのコストが必要となるので、ソフトマターを使うことには大きな意義があります。

前述の光で作る方法はトップダウン型の方法ですが、それとは逆のアプローチについても研究を行っています。微細加工にも分子を並べる精度には限界があります。その問題を解決するために、物質本来の自発的な性質を活かすことを目指した研究をしています。例えば図のような規則的な模様は微細加工をせずに分子が自発的に周期的な構造を作り出しています。生物をはじめとする自然界に見られる自発的構造には、独自の機能が備わっていることが多々あります。そのような構造を活用することができれば、分子レベルの精度で機能的な材料となる可能性があります。私たちは実験的な研究と並行して有限要素計算を用いた数値シミュレーションを活用することで、そのような現象の物理的な解明に取り組んでいます。得られた構造の光学特性についても調べることで、独自の機能をもった光学材料の開発を進めていきます。



液晶分子がつくるトポジカルな配向構造の例。細長い棒は分子の向きを表しています



偏光を用いて液晶材料を配向させた素子(左)と自発的な液晶材料のパターン形成(右)

専門分野

ソフトウェア工学



工学部電子情報工学科

准教授 **佐藤 晴彦**
サトウ ハルヒコ

学位

博士(情報科学) 北海道大学

所属学会

情報処理学会、電子情報通信学会、日本ソフトウェア科学会

■主な論文

- Haruhiko Sato and Natsuo Ishii, “Discovering conditional properties of recursive functions in a proof assistant”, Joint 11th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 21st International Symposium on Advanced Intelligent Systems, 2020
- Haruhiko Sato and Sarah Winkler, “Encoding Dependency Pair Techniques and Control Strategies for Maximal Completion”, 25th International Conference on Automated Deduction, 2015
- Haruhiko Sato and Masahito Kurihara, “Multi-Context Rewriting Induction with Termination Checkers”, IEICE Transactions on Information and Systems, 2010

■主な受賞歴

- 平成 22 年度 電子情報通信学会論文賞

■主な外部資金

- 科学研究費補助金(若手研究(B))帰納的定理証明の自動化に向けた補題生成と推論戦略の改良(研究代表者)、(2016-2017 年度)

■主な公的社会活動

- 電子情報通信学会英文論文誌(D)編集委員(2016-2019 年度)、電子情報通信学会 北海道支部運営委員(2019-2020 年度)

ソフトウェアの形式的検証と定理自動証明技術

形式的検証によるソフトウェアの品質保証

私たちが日々使うソフトウェアには「正しく動くこと」が当然のように要求されます。ソフトウェアが正しく動くことは、当たり前のことと思われるかもしれませんが、多くのソフトウェアが不具合を抱えたまま世の中に流通しています。実際にWindowsのようなOSから身近なスマートフォンのアプリに至るまで、動作の停止や情報の漏洩・流出など何らかの不具合が発生しています。

現代社会ではソフトウェアがあらゆる分野を支えているため、不具合は経済的、社会的に大きな損失をもたらし、私たちの生活にも大きな影響を及ぼします。このため、開発段階で十分時間をかけて動作を確認し、品質を保証する「検証」の工程が極めて重要です。

検証の最も基本的な手法はプログラムを実際に動かし、特定の入力や操作に対して期待される結果が得られるかを確認することです。これは「テスト」(動作試験)と呼ばれます。開発においては通常ソフトウェアを構成する小さな部品ごとにこのテストを行い、次にそれらを組み合わせたより大きな単位に対しても同様に行う、といった段階的なテストを繰り返します。しかし、複雑なソフトウェアでは、内部の状態や動作経路の数が部品を組み合わせるごとに爆発的に増えていくため、現実的な時間内のテストで確認できるのはそれらのごく一部となってしまいます。このため、複雑なソフトウェアに対してはごく稀に生じるような不具合や問題点を見逃してしまう可能性があります。

そこで必要となるのが私の研究テーマであるソフトウェアの「形式的検証」です。どんなに複雑なソフトウェアであってもそれらはコンピュータが実行できる基本的な命令を大量に繋ぎ合わせたものと考えられ、個々の基本的な命令の意味や働きは数学・論理の言葉で厳密に定義できるものです。したがってソフトウェアを構成する一連の命令全体を数学的に解析することで、テストでは確認できない「期待される〇〇が必ず行われる」「異常な△△が起こる可能性がある」といったより一般的な性質を実際に実行することなく、数学的に証明することを目指すのが形式的検証です。

形式的検証は理論的には非常に強力ですが、現時点ではまだ広く普及しているとは言えません。その主な理由は、数学的な証明そのものが難しく時間とコストを要する点にあります。加えて、テストを行う際に用意する「期待される動作の例」は具体的であるのに対し、形式的検証ではソフトウェアが満たすべき性質を数学的な言葉を用いて一般的に表現する必要があり、この表現の難しさも導入の障壁になっています。これらの問題を解決し、形式的検証をより手軽で使いやすいものとすることを目指し、私の研究では検証対象である性質を表す数学的な命題(定理)の証明を人間に代わって自動的に行う「定理自動証明」と、その検証の対象とする性質そのものについても自動的

に発見する「定理自動発見」の二つを主なテーマとして取り組んでいます。

帰納的定理の証明と性質発見の自動化

形式的検証において特に難しいのが、反復処理と呼ばれる「同じ処理を繰り返す」処理が満たす性質の自動証明です。このような処理は実際に何回行われるかが事前には分からないため、「任意の回数に対してある性質が成り立つ」ことを示すために数学的帰納法の考え方が必要になります。このような考え方が証明に必要な定理は帰納的定理と呼ばれます。しかし、帰納的定理の証明においては多くの場合に適切な補題(補助的な定理)の発見が必要であり、自動証明が困難であることが知られています。この問題に対する私の研究成果として、証明における帰納法の枠組みを幅広く探索することで補題を必要としない証明を構成するための手法や、証明の失敗結果に基づき適切な補題を生成する手法について提案しています。

また、ソフトウェアが満たす性質を自動的に発見することは、帰納的定理の証明に役立つ補題の自動生成という目的を超えて、形式的検証の最初のステップである「証明すべき性質を開発者が数学的に正確に表現する」ことを自動化して解決するアプローチとしても重要です。私の研究では既存の定理証明支援システムを基盤として利用し、その上でソフトウェアを実際に動作させて得られる大量の結果からそれらが満たす性質を推測し、自動証明を試みることで実際に成り立つ性質を列挙するシステムを開発しています。

私たちが便利で快適な暮らしを送ることができるのは、製造、交通、通信、金融などあらゆる分野で様々なソフトウェアが活躍しているからです。しかし、ソフトウェアに不備があると社会はたちまち不便を強いられます。「定理自動証明・自動発見技術」の発展により形式的検証が短時間・低コストで可能となり、高度なソフトウェアを基盤としたより安心・安全な社会の実現につながる事が期待できます。

```

lemma "sqrt 2 ∉ Q"
proof
  assume "sqrt 2 ∈ Q"
  then obtain m n :: nat
    where n: "n ≠ 0" and "sqrt 2 = real m / real n"
    and gcd: "gcd m n = 1"
    by (metis Rats_abs_nat_div_natE coprime_iff_gcd_eq_1)
  then have "real (n^2) = (sqrt 2)^2 * real (n^2)"
    by (simp add: power_divide)
  also have "... = real (2 * n^2)" by simp
  finally have m2: "n^2 = 2 * n^2" by arith
  find_theorems "even (⋀ ^)"
  then have m2: "even n" by (metis dvd_triv_left even_power)
  then obtain p :: nat where m2p: "n = 2 * p" ..
  with m2 have "n^2 = 2 * p^2" by simp
  then have n2: "even n" by (metis dvd_triv_left even_power)
  from m2 n2 have "even n ∧ even n" by (rule conjI)
  with gcd show False by fastforce
qed

find_theorems
  "even (⋀ ^)"
found 1 theorem(s):
  • Parity.semiring_parity_class.even_power:
    even (7a ^ 7n) = (even 7a ∧ 0 < 7n)
  
```

定理証明支援システム (Isabelle) を用いた証明の例

専門分野

電子情報工学(音声情報処理)



キーワード

音声情報処理

音響計測

信号処理

数値シミュレーション

工学部電子情報工学科

教授 **元木 邦俊**

モトキ クニトシ

学 位

工学博士 北海道大学

所属学会

日本音響学会、電子情報通信学会、日本音声学会、日本音声言語医学会、IEEE(アメリカ電気電子技術者協会)、ASA(アメリカ音響学会)

■主な著書

- ・日本音響学会編, 鍋木時彦, 正木信夫, 元木邦俊, 松崎博季, 北村達也: 音響テクノロジーシリーズ 14/ 音声生成の計算モデルと可視化, コロナ社, ISBN: 978-4-339-01114-2(2010).

■主な論文

- ・母音 /i/ における横舌筋作用の有限要素法を用いた検討, 音声言語医学(2020).
- ・Circuit Theory Based on New Concepts and Its Application to Quantum Theory 24. Application of Multiwire Transmission-Line Theory to the Analysis of Acoustic Characteristics of Vocal Tracts, Journal of Signal Processing(2021).
- ・インタラクティブ音声合成システム“Voice Pad”を利用した言語聴覚士のための音響教育の可能性, 日本音響学会誌(2022).

- ・FDTD法による頭部伝達関数の音響シミュレーションにおける空間解像度に関する一考察, 電子情報通信学会技術研究報告(2023).
- ・口唇を簡素化した幾何学的形状モデルによる放射伝達特性の計算について, 電子情報通信学会技術研究報告(2025).

■主な公的社会的活動

2026年度担当

- ・IEEE Sapporo Section 理事(アメリカ電気電子技術者協会)
- ・北海道デジタル人材育成推進協議会(経済産業省北海道経済産業局)
- ・北海道半導体人材育成等推進協議会(経済産業省北海道経済産業局)

研究概要

音声生成過程の特徴抽出とそのモデル化

MRI など使い口の中の細かい形の変化も計測

高度な音声処理には、声帯振動などの音源発生から音声放射に至るまで詳細な音響特徴に関する知見が必要となります。大学の卒業研究で取り組んで以来、40年ほどこの研究を続けています。最近ではMRIなどの高度な機器が使えるので、口の中の細かい形の変化も計測できるようになってきました。

3次元的に正確な形のデータがあれば、それを使って声帯から唇までの声の通り道(声道といいます)の音の伝搬をコンピューターでシミュレーションすることができます。歯の形や柔らかい頬の影響を調べることもできます。データから声道の模型を作ることで直接ヒトではできないような実験も可能です。

音響学会に属し、定期的に発表をしています。かつてはあまり参加者が少なく、音声の生成というセッションがなくなりかけるぐらいだったのですが、ここ10年ぐらいは発表が盛況で、聴講する人もすごく増えてきています。AIを使って、カーナビの音声案内、スマホのメール読み上げ、歌声合成、スマートスピーカーなど、身近なところで音声を利用した機器やサービスが増えてきことが多くの人の関心を呼んでいることが要因では、と思っています。

音声という学問分野は歴史が長く、以前からさまざまなモデルが考えられてきました。管を使った簡単な1次元モデルがあり、これを使っても「アイウエオ」のような音が出ます。でも、実際は人間の口の中は複雑な構造で、幅があったり曲がっていたり、あるいは分岐がたくさんあるなど、さまざまです。これらがどのように音に影響してくるのかは、シミュレーションや実験などで少しずつ分かってきています。どの分野でも同様ですが、調べるほど分からないことが増えてきて、「あ、そんな現象があるんだ」ということが見つかったりする。そのような現象が実際に自分の口の中で起こっているということは非常に面白いです。

右図はモードマッチングという手法を用いてMRIデータから得られた声道を解析した例です。周波数を指定すると、電気的等価回路に基づいて声道内部の3次元音圧場を可視化することができます。この例では横方向(図では上下方向)にも共鳴が生じていることがわかります。

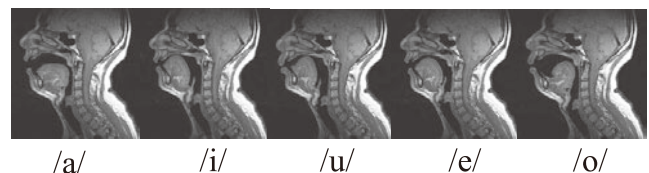
デジタル技術の進化で研究が加速

近年のデジタル技術の進化により、実験や研究スタイルが大きく変わりました。以前は実験をメインに音響測定で調べるという手法でしたが、最近はコンピューターを使ったシミュレーションが多くなっています。そして、AIが出てきてからは、合成音声も人の声とほとんど変わらない、区別できないぐらいのものでできています。認識に関しても、人がやるよりもむしろAIが行った方が認識率は高くなるという現実もあり、これらの研究を地道にやっていた人はAIに取って代わられているというのが現状です。

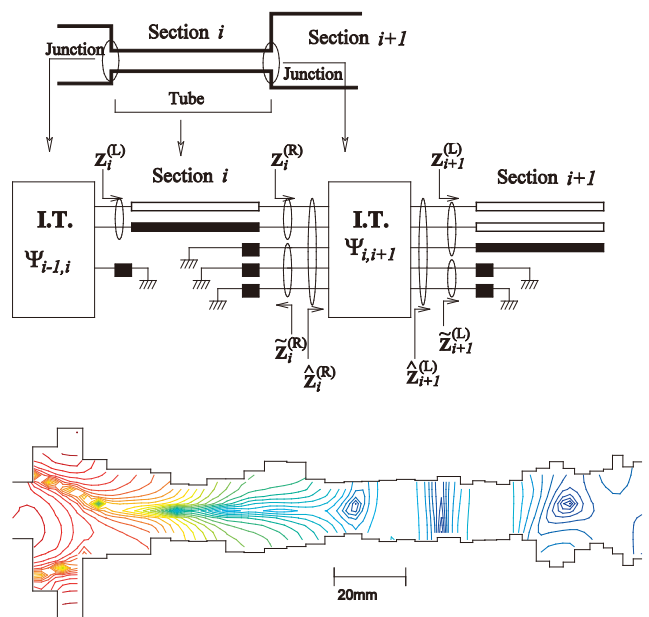
しかし、音声生成に関しては、人間の中で何が起きているか

をきちんと調べ、それを表現するモデルを作るということなので、これはAIが得意としない分野です。研究成果と、AIの膨大なデータを使って実験を進めることで、例えば実際の音声だけから人間の口の中の3次元的な形まで推定できるようになれば、AIの活用も広がるのでは、と思っています。また、スマホの音声認識機能は広く使われていますが、この技術に、音声が出てくる仕組みに関する研究をうまく使うと、もう少し面白いことができる可能性があるのでは、とも考えています。

また、医療面では、講義で電気式人工喉頭というものを扱っています。事故や病気で声帯を取ってしまうと声が出せなくなるため、外側から音源を入れて音声を発する装置です。そうした福祉機器の開発にも、音声生成の研究が役に立つ可能性はあると思います。一方で、その人の個人的な特徴までということになると、口の中の細かい形の影響まですべてシミュレーションする必要があり、現状はかなり時間がかかります。ただ、コンピューターの性能もどんどん上がっているため、瞬時にシミュレーションができるようになれば、リアルタイムで普通の会話をすることが可能となります。喋るということは人間のコミュニケーションの基本です。研究成果をコンピューターとAIを活用することで、広く社会に貢献できるようになれば、と考えています。



MRIの声道画像



電気的等価回路モデルによる3次元音場の可視化

専門分野 **テフロクロノロジー(火山灰編年学)、第四紀学**



キーワード

テフロクロノロジー

火山

海洋

第四紀

化学分析

工学部生命工学科

教授 **青木 かおり**

アオキ カオリ

学 位

博士(地球環境科学) 北海道大学

所属学会

日本第四紀学会、日本地球惑星科学連合、東京地学協会

■主な著書

・(分担執筆)コラム 海底堆積物からみる火山噴火。鈴木毅彦・市古太郎編『伊豆諸島の自然と災害』古今書院。83-88。2023。

■主な論文

- ・Aoki, K. 2008. Revised age and distribution of ca. 87 ka Aso-4 tephra based on new evidence from the northwest Pacific Ocean. *Quaternary International* 178: 100-118. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2007.02.005>
- ・Aoki, K. 2020. Major-element composition of volcanic glass shards in late Quaternary tephtras provided from the Asama volcano in An-naka and Tomioka area, Gunma prefecture, central Japan. *Geographical Reports of Tokyo Metropolitan University* 55: 1-11.

・高橋尚志・青木かおり・村田昌則・小林淳・鈴木毅彦 2022. 伊豆諸島北部、利島における更新世末期の流紋岩質テフラの層序. *第四紀研究* 61: 84-107. <https://doi.org/10.4116/jaqua.61.2104>

■主な受賞歴

・日本第四紀学会 2010 年度論文賞受賞；青木かおり他(2008)第四紀研究、47、391-407。

■主な外部資金

・日本学術振興会 科学研究費助成事業 挑戦的研究(萌芽)2024 年 6 月-2027 年 3 月、青木かおり、平峰玲緒奈「3 世紀に軽石筏は出現したか？」

■主な公的社会的活動

日本第四紀学会 2017-2027 年度 評議員(2 年任期、5 期歴任)、日本第四紀学会 2021-2027 年度 第四紀研究編集委員(2 年任期、3 期歴任)

研究概要

火山灰層を基準に環境の変遷を調査し、海を漂流する軽石の起源を探索

火山灰層が時間の目盛りに

専門は火山灰編年学(テフロクロロジー)で、大規模噴火による火山灰は、短時間で広範囲に堆積することから、火山灰を対比することで地層の時間軸を設定するための「目盛り」を構築する研究に取り組んでいます。身近なものとしては、自然災害のハザードマップ作成などにも役立っています。

東京都立大学の火山災害研究センターに所属していた時は、伊豆諸島の火山が過去にどのような形式の噴火をしたのか、その周期などの噴火史を整理していました。離島で噴火が起こると、避難場所が限られる上に、港湾内が軽石で埋め尽くされた場合は、船での避難が困難になることも起こり得るので、島外への避難のタイミングや方法を検討する上で、噴火史をまとめておくことは重要です。

北海道でも1929年に駒ヶ岳が噴火して大量の軽石が海面を覆い、コンブ漁などの水産業に大きな影響がありました。火山灰は、0.5 mm 積もただけで電車が運休になるなど生活面に大きな影響が出るので、火山灰がどの範囲に降り積もるかを把握することも大事です。

火山灰層が地層からみつかり、火山ガラスなどの化学組成を分析することによって、どこの火山が起源で、いつの噴火に対応するかを推定することができます。噴火の前後の地層に保存されているプランクトンや植物の遺骸からは、その時代における気候や海水温などの環境を知ることができます。私は、258 万年前から現代までの第四紀に起こった古環境の変遷を地質学の観点から調べており、その目盛りとして火山灰層を使用しています。

世界に目を向けると、カムチャツカ半島(ロシア)やアラスカ半島(アメリカ)で起きた噴火の火山灰がグリーンランド(デンマーク)まで到達しているケースがあります。グリーンランドでは大陸氷河の間に火山灰が挟まっているので、火山噴火の高精度な年代と地球規模の気候変動の編年を構築する上で、重要な研究対象となっています。

古文書が残っている時代の噴火の年代はかなり精度良く知ることができますし、それ以前の火山灰層は放射性元素を用いた年代測定をします。また、環境変化の少ない海底の堆積物に記録された古環境の変動史からも、精度の高い年代に関する情報を得られます。こうした作業を重ねて特定した時間指標層が歴史年表の目盛りとなることで、グリーンランドと大西洋、北米大陸などと、離れた場所であっても、同時期の古環境を復元して比較できます。

「浮石」の語源をひもとく

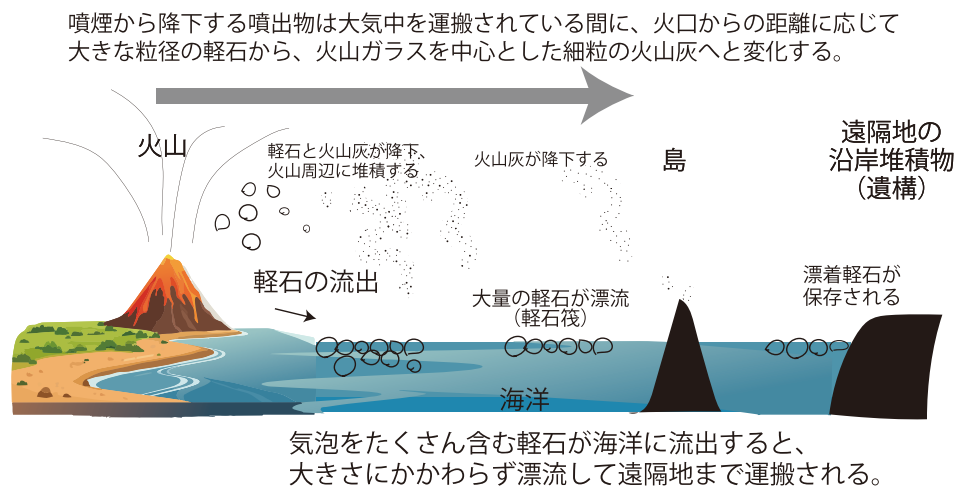
2021年8月に発生した福岡ノ場の海底噴火では、噴出した大量の軽石が海流に乗って沖縄に押し寄せましたが、タイの海岸にも軽石が漂着していました。このように海を漂流してきた軽石も、火山灰と同様に時間指標として使えないか、研究を始めています。

「浮石」という言葉は、「軽石」と同じ物を表し、浮石は漢語で、軽石は和語です。もともと軽石という日本語があるのに、明治～昭和の頃まで地質学では浮石という言葉が使われていたことが長年疑問で、時間に余裕のあった新型コロナ禍に、古文書のデータベースで調べてみました。浮石という言葉は、江戸時代に盛んに研究された本草学(漢方薬の原料や効能などを研究する学問)の中で登場しており、明から伝わった『本草綱目』という本草書の中で、鉱物の名前として浮石が、硫黄や石灰岩などと共に登場しています。

中国の本草学では、浮石は波の泡立ちと砂が混ざり合って作られると解釈しており、日本でもその説が取り入れられていましたが、小野蘭山は1803年に出版した『本草綱目啓蒙』の中で、浮石が火山に由来するものだと記述しています。

平安時代の10世紀に編纂され、最初の漢和辞典と言われる『倭名類聚抄』には、浮石は軽石のことだと解説されていることから、遅くともこの頃には漢語としての浮石が伝来していたことがうかがい知れます。そこから浮石の出典をたどると、中国の文人・左思が3世紀後半に著した『呉都賦』に、「浮石は筏のごとし」という記述があることが分かりました。その頃にも火山噴火で噴出した軽石が、当時の呉(中国南部やベトナム)の海岸に漂着していた可能性があるかと、私は考えています。

我々が現在調査を開始したベトナム北部の海岸からは、軽石が見つまっているものの、地元への関心は薄いようです。今後は3世紀に浮石の語源となった軽石は存在するのか、どこから流れ着いたものか、ということ調査しようと準備を進めています。



流出した軽石と大気中を降下する火山灰の運搬過程の違い

専門分野

情報数理、データマイニング、環境・エネルギーシステム、都市・地域・交通システム

キーワード

データマイニング

統計解析

環境・経済・エネルギー

幸福度

居留意欲度



工学部生命工学科

教授 **鈴木 聡士**

スズキ ソウシ

学位

博士(工学) 北海学園大学

所属学会

日本地域学会、環太平洋地域学会機構(PRSCO)、世界地域学会(RSAI)、日本オペレーションズ・リサーチ学会、土木学会、日本都市計画学会、北海道都市地域学会

■主な著書

- Soushi Suzuki, Peter Nijkamp (2017) Regional Performance Measurement and Improvement: New Developments and Applications of Data Envelopment Analysis, New Frontiers in Regional Science: Asian Perspectives 9, Springer Science + Business Media Singapore

■主な論文

- Soushi Suzuki, Peter Nijkamp: An evaluation of energy-environment-economic efficiency for EU, APEC and ASEAN countries: Design of a Target-Oriented DFM model with fixed factors in Data Envelopment Analysis, Energy Policy, Volume 88, pp.100-112, January 2016
- Suzuki, S., Nijkamp, P. High urban population density as a facili-

tator of energy-environment-economy performance-development of an autoconfiguration target model in data envelopment analysis. Asia-Pac J Reg Sci 5, 261-287 (2021). <https://doi.org/10.1007/s41685-020-00161-9>

■主な受賞歴

- 2022年10月 日本地域学会 学会賞(著作賞:第58号) 受賞

■主な外部資金

- 科学研究費補助金 2004年-2006年:計画立案局面における階層分析法の応用可能性と効果の検証

■主な公的社会活動

- 北海道都市計画審議会・会長
- 千歳市路線バス補助金審議会・委員長
- 北広島市総合計画推進委員会・委員長

研究概要

データマイニングを活用した人間の意識・行動分析とまちづくりへの提言

データからまちの課題を読み解く

人間を対象に、情報科学の色々なデータ分析手法を活用して、様々な課題解決を図る提案を行う研究を行っています。特に、人はどんな要因に「幸せを感じるのか」、どのような場所に「住みたい」と思うのか、ということに関心を持って調査・研究を行っています。

北海道の多くの市町村は、人口減少が急速に進み、どんどん都市部へ人口が流出しています。地域住民が「これからも住みたい」と思う際に、関係する重要な要因が分かれば、人口流出を緩和する政策も立案できると考えています。膨大なデータを、情報科学の様々な手法で分析し、「住みたい」と思うことに関わりが強い要因を発見しようと取り組んでいます。

本学と包括連携協定を結ぶ北広島市とは、北海道パークFビレッジの開業によって、市民のまちに対する誇りや、住みたいという想いが、どれぐらい変化するのかといったことを共同研究しています。行政がデータを収集し、私どもが分析して結果をフィードバックするという取り組みは、岩見沢市、白老町とも協働しています。

例えば北広島市住民の「このまちに住みたい」という想いに対して、どのような要因の関係度が強いのかを、相関分析で定量的に明らかにしました(図参照)。

その結果、「住みたい」という想いと強い関係がある要因は、意外にも「便利さ」や「快適さ」などを構成する要因群よりも、はるかに「まちへの愛着度」や「幸福度」の方が、重

要であることが明らかになりました。

今までのまちづくりは、住民にどうやって便利で快適なまちの環境を提供するのかに焦点が絞られていました。しかし、「ここに住みたい」と思ってもらうためには、そのような物理的環境の提供のみではなく、「まちへの想い」を醸成するような方策がとても重要で効果的である、ということが定量的に明らかになりました。Fビレッジの開業は、正にこの「まちへの愛着」を大きく向上させたと考えられます。

今後は、様々なICTデバイスなども活用してデータを収集しながら、情報科学の手法を活用して、どのような要因が「人間の幸福度」に関係しているのかを明らかにして、人が幸せに生活できる環境の在り方などを研究していきたいと考えています。

データマイニングで新たな価値を発見する

情報科学分野におけるデータマイニングとは、山のように蓄積した膨大なデータの中から価値あるデータを掘り出す手法です。

人間の日々の営みの中で得られるデータは多種多様であり、データマイニングによっていろいろなデータを抽出したり、分類したりしながら、今まで気付かなかった人間の行動パターンや考え方、意識の傾向などを分析・発見し、客観的な数字として証拠を示して、新たな価値として実社会にフィードバックすることができます。

私どもの研究室で、ボーカロイドの初音ミクが好きな学生が、「雪ミク」を目標にさっぽろ雪まつりを訪れた属性と、それ以外の属性との意識特性を比較し、札幌市に対するブランド価値や居留意欲、地域への貢献意欲に関する違いを、統計学的に明確に示す興味深い発見をしました。

そのほかにも、ドライビングシミュレーションゲームを活用して、運転中に危険なスマホの操作がメッセージアプリの送受信であることを、定量的に明らかにしました。また、脳波計測・分析により、エナジードリンクが長距離運転時でも集中力を維持し、眠気防止に本当に効果があることを統計的・定量的に実証するなど、身体的な特性なども、データマイニングのアプローチで解明しています。

さらには、本学経営学部の佐藤大輔教授のゼミと私どもの研究室とのコラボレーションで、北広島市内で明治時代から生産し、北海道米のルーツとなっている北海道遺産の「赤毛米」を活用して、経営学部が商品の企画、私どもがマーケティング分析を行う文理融合の取り組みにより、学生と共に、PBL(課題解決型学習)による「赤毛米せんべい」の開発を行いました。

民間企業のマーケティング部門だけでなく、行政などでも、データサイエンスの素養を持った人材であるデータサイエンティストは、これから社会でさらに必要とされてくると思います。教え子も、道内自治体において、この能力を活かして活躍しています。教育・研究活動を通じて、これからも多くのデータサイエンティストを社会に輩出し、地域社会の発展に貢献していきたいと考えています。

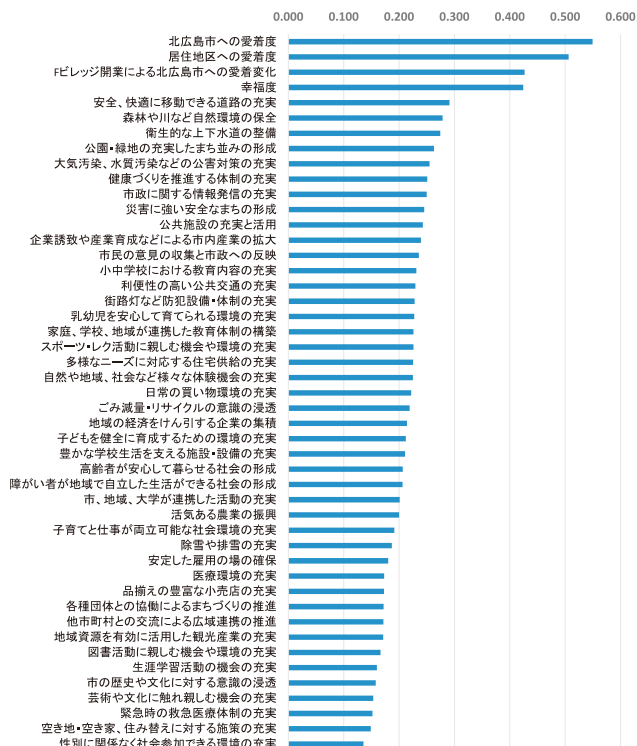


図 「住みたい」と5%有意で相関のあった47要因の相関係数一覧(北広島市)

専門分野

生化学

キーワード

生化学

タンパク質

酵素

ケミカルバイオロジー

構造生物学



工学部生命工学科

教授 友池 史明

トモイケ フミアキ

学位

博士(理学) 大阪大学

所属学会

日本生化学会、日本分子生物学会、日本薬学会、日本化学会

■主な著書

- 『タンパク質の構造解析手法と In silico スクリーニングへの応用事例』(共著), 技術情報協会, 2023 年

■主な論文

- Chemical autoligation with phosphorothioate- and sulfonamide-terminated DNA via intramolecular cross-activation Hayato Yokoe, Kengo Kokubo, Kazuki Yamaoka, Ryota Oikawa, Fumiaki Tomoike, Naoko Abe, Yasuaki Kimura, Hiroshi Abe Communications Chemistry 8(1) 2025 年 8 月 6 日
- Distance-based global analysis of consistent cis-bonds in protein backbones Tetsuji Okada, Fumiaki Tomoike Heliyon 9(8) e18598-e18598 2023 年 8 月

■主な受賞歴

- 2014 年 10 月 日本生化学会 第 87 回 日本生化学会大会 若手優秀発表賞
- 2012 年 12 月 日本生化学会 第 85 回 日本生化学会大会 鈴木絃一メモリアル賞

■主な外部資金

- 「BST1 による塩基交換反応は炎症性腸疾患を制御するのか」日本学術振興会: 基盤研究(B) 研究期間: 2025 年 4 月-2028 年 3 月 代表者: 夜久圭介
- 「AI 支援によるタンパク質工学を利用した人工液液相分離系の創出」2025 年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 クロスオーバー共同研究 研究期間: 2024 年 4 月-2025 年 3 月 代表者: 友池史明

生化学による有用な物質の生成や情報科学との融合によるタンパク質の解析

生化学で安全に有用な物質を生成

タンパク質を中心とした生化学を幅広く研究しています。タンパク質は、アミノ酸の配列によって構造と機能が異なります。ある構造のタンパク質が体内でどのように働いているのか、その仕組みを解き明かす基礎的な研究とともに、細胞内で行われる物質の合成・分解などの生化学反応の応用研究に、AI（人工知能）などの情報科学やマイクロ加工技術などの異分野の技術を利用しながら取り組んでいます。

新型コロナウイルス感染症の予防接種にも利用されたRNAワクチンなどの核酸医薬品は、効果を上げるために非天然の化合物を導入しています。この製造では、生産効率がまだ十分ではなく、不純物を除くために精製が必要になります。その際に有機溶媒などを排出するので環境負荷が大きいといった課題があります。このような製造過程に、酵素反応を利用することでサステナブルに合成できるのではと考えています。

酵素反応の可能性については、ワインなどのアルコールをイメージすると良いかもしれません。醸造では酵母がグルコースを分解することでワインなどのアルコールを作っていますが、人工的に同じものをつくるとなれば、大量のエネルギーと様々な副産物を大量に排出することになります。自然界で活躍している酵素反応を利用することで安全で安価に有用な物質を作り出すことを目指しています。

また、自然界に存在しない酵素反応を創り出すために、AIを活用して酵素の立体構造をデザインし、さらに実際に作って、その機能を検証しています(図1)。

また、タンパク質を用いた有用物質の合成だけでなく、病気に関わるタンパク質の解析も行っています。ここでも、情報科学との融合は不可欠です。例えば、現在、東北大学と共同で研究を進めているアルツハイマー病の原因の一つであるタウタンパク質は、生成後にリン酸化という修飾を受けることで、病気を引き起こす塊を形成することが知られています。では、どのような修飾の組み合わせでこの現象が起こるのかを調べようとすると、私たちが注目している修飾だけに限っても、その組み合わせは天文学的な数になります。そこで、AIを活用して、修飾を受けたときにどのような変化が起こるかを予測することで、実験可能な数の候補まで絞り込むことができます。

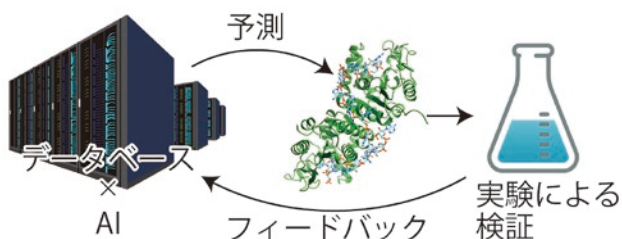


図1 データベースとAIを活用した予測と検証

データベースに登録された情報とAIを用いて酵素の構造を予測し、実験によって検証する。

また、富山大学の研究室とは、過剰な免疫応答で生じる炎症を予防する医薬品の開発に向け、当研究室が炎症の原因となるタンパク質の立体構造の解析を行っています。

生化学と異分野が融合した技術を開発

情報科学に限らず、さまざまな異分野の技術や手法を生化学研究に取り入れることで、新たな研究手法の開発や研究成果の社会実装にも取り組んでいます。こうした異分野融合の一例として、タンパク質結晶をゲルで保護する手法の開発が挙げられます。

タンパク質の構造を解析する際には、タンパク質を結晶化し、高輝度X線を照射して回折像を取得する必要があります。そのため、兵庫県にある大型放射光施設「SPring-8(スプリングエイト)」のような遠方の研究施設まで結晶を運ぶこともありますが、タンパク質の結晶は非常にもろく、輸送中の衝撃によって損傷することがあります。そこで私たちは、結晶の破損を防ぐため、ハイドロゲルでタンパク質結晶を包む手法を開発しました。従来も、ハイドロゲル中で結晶化させる試みはありましたが、ゲル中ではタンパク質の結晶化が困難になるという問題がありました。そのため、ハイドロゲル中で結晶化させるのではなく、結晶化した後にゲルで包む手法を開発しました。この手法については既に特許を取得しており、現在はその応用範囲を広げるとともに、結晶構造解析を促進する他の手法の開発も進めています(図2)。

このほか、スマートフォンのカメラで、いつでも、どこでもウイルス検査ができるPOCT(Point of Care Testing: 臨床現場即時検査)手法の開発にも取り組んでいます。従来の測定では小型の高感度カメラ、分析用のソフトウェアを動かすCPU(中央演算処理装置)、画像を映すモニターなどが測定用に必要でした。これらをスマホに置き換えることができれば、生化学の検査デバイスの大幅なローコスト化が実現します。

具体的には、生化学反応をスマホのカメラで撮影するために外付けするデバイスを3Dプリンターで制作し、画像データを解析するアプリを開発中です。

完成すれば、スマホでウイルスのDNAを検出できるようになり、誰でも手軽に検査ができる可能性があります。

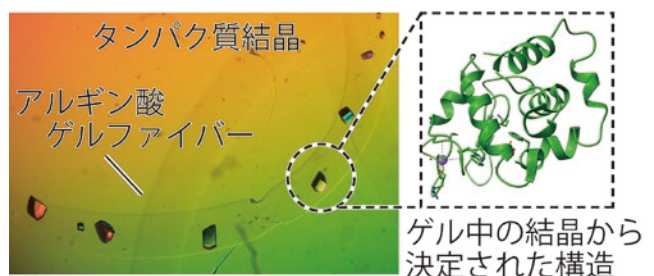


図2 タンパク質結晶の保護

アルギン酸ゲルファイバーに包まれたタンパク質結晶と、ゲルに包まれた結晶を用いて決定されたタンパク質の構造。

社会環境工学科

安藤 直哉 教授

環境工学

水処理技術、膜ろ過、活性炭吸着、紫外線-光触媒、凝集沈殿

小形 秀雄 講師

数学教育、科学教育

授業方法、カリキュラム・マネジメント、シティズンシップ教育

小幡 卓司 教授

⇒ 6・7 頁

橋梁工学、構造工学、維持管理工学

ヘルスマニタリング、BMS、構造同定、橋梁点検

金澤 健 准教授

コンクリート工学、構造工学

鉄筋コンクリート、既設道路橋、維持管理、凍害、極限解析

佐藤 直人 准教授

土壌物理学

灌漑排水、宇宙農業、温室効果ガス、リモートセンシング

佐野 貴志 講師

数学

数学、幾何学

鈴木 洋之 教授

⇒ 8・9 頁

水理学、水文学

ダム管理、水門流出の流れ、水資源、流出過程、植物型センサーロイド

高橋 良輔 教授

⇒ 10・11 頁

コンクリート構造工学

RC 構造、PC 構造、複合構造、新設・既設建造物の性能評価、有限要素解析、接合部

所 哲也 准教授

地盤工学

凍結融解、凍上、凍土

日野 智 教授

土木計画学

公共交通計画、都市・地域計画、安全・安心なまちづくり、意識調査分析

山田 俊郎 教授

衛生工学、水環境工学

水環境、水質、飲料水安全、流域物質動態、ノンポイントソース、富栄養化対策

楊 安娜 教授

中国語学

現代中国語文法、認知文法、中国語教育法

建築学科

足立 裕介 教授

⇒ 12・13 頁

建物調査診断、コンクリート工学

建物調査、非破壊検査、乾燥収縮、ひび割れ、耐久性

石橋 達勇 教授

建築計画学

病院建築、物品供給部門、地域の医療機能の分化・連携、物品管理の外部化、滅菌材料部

植松 武是 教授

建築構造・建築構法・木質構造

木質エンジニアードウッド、CLT (Cross Laminated Timber)、耐震断熱改修技術、免振技術、環境振動

岡本 浩一 教授

⇒ 14・15 頁

都市・住環境計画

中間領域、都市計画、地域デザイン、住まい方、まちづくり

カストロ ホワンホセ 教授

建築構造、防災工学

耐震性能、耐風性能、建物の振動特性、歴史的な建築物構造的

熊坂 亮 教授

ドイツ語学

スイスのドイツ語、スイスの言語政策

小柳 秀光 教授

建築・都市環境工学

都市エネルギーインフラ、エネルギーシミュレーション、BEMS・AEMS、AI 制御、地理情報システム (GIS)

清水 信宏 准教授

建築都市史

建築史、都市形成史、ローカル、デザイン、ドキュメンテーション、アフリカ

原井 憲二 教授

絵画、現代美術

インスタレーション、美術表現

三澤 温 教授

⇒ 16・17 頁

ビルディングエンベロップ、ファサードエンジニアリング

建築外皮・外装、再生と循環、ガラス構法、パッシブデザイン

森越 文明 教授

量子基礎論、量子情報理論

量子論、量子情報

山本 隆範 教授

解析学における作用素論

ハーディ空間、射影作用素、シフト作用素、テープリッツ作用素、特異積分作用素

米田 浩志 教授

建築設計

デザイン、設計、表現、創造、風土

電子情報工学科

内田 ゆず 教授

自然言語処理、人工知能

コーパス分析、テキストマイニング、オノマトペ

大西 真一 教授

情報科学

多変量データ解析、ファジィ理論、オペレーションズリサーチ、意思決定、脳科学

小野 智香子 教授

言語学、イテリメン語研究

危機言語、フィールド言語学、形態論、ロシア先住少数民族、北方諸言語

菊地 慶仁 教授

生産工学

CAD/CAM、Product Model、Engineering Data Base、IoT

佐々木 裕司 教授

→ 18・19 頁

光工学、応用物理学

自己組織化、パターン形成、光エレクトロニクス、液晶

笹森 崇行 教授

アンテナ工学、高周波工学、無線工学、通信工学

アンテナ、高周波計測、数値電磁界解析

佐藤 晴彦 准教授

→ 20・21 頁

情報工学(ソフトウェア工学)

定理自動証明、形式的検証、項書換え系、関数型プログラミング

菅原 滋晴 准教授

物性物理学

磁気抵抗効果、低次元電気伝導体、Bi、半金属、ディラック

陶山 大輔 准教授

数学(代数学)

超平面配置

高氏 秀則 教授

知能ロボティクス、画像計測

ロボットビジョン、知覚情報処理、画像計測、3次元形状認識、視覚情報提示

平田 洋子 教授

英語教育

英語教授法、オンラインリソース

藤原 英樹 教授

光工学、光物理学、顕微分光

光局在、レーザー、レーザー加工、微小共振器構造、分光計測

船川 大樹 准教授

数学(関数解析学)

場の量子論、量子ウォーク、基底状態、局在化、スペクトル解析

前田 秀基 教授

物理学(重力理論)

一般相対論、ブラックホール、量子重力、宇宙論

元木 邦俊 教授

→ 22・23 頁

音声工学、音響工学

音声生成モデル、音響計測、数値シミュレーション

生命工学科

青木 かおり 教授

→ 24・25 頁

テフロクロノロジー、第四紀学

テフラ、層序、編年、第四紀、古環境解析

越前谷 博 教授

情報学(自然言語処理)

機械翻訳、自動評価、ニューラルネットワーク

喜田 拓也 教授

情報科学

データ圧縮、大規模データ、情報検索、アルゴリズム

久保 勲二 教授

材料有機化学、構造有機化学、光化学、油化学

トロポノイド、液晶、ゲル、分子認識、X線構造解析

鈴木 聡士 教授

→ 26・27 頁

情報数理、環境・エネルギーシステム、

都市・地域・交通システム

Data Envelopment Analysis、Energy-Environment-Economy Performance、City Performance

高橋 考太 教授

分子遺伝学

染色体、ミトコンドリア、分裂酵母

但木 謙一 教授

天文学

銀河、観測

友池 史明 教授

→ 28・29 頁

生化学、分子生物学

タンパク質、DNA、ケミカルバイオロジー、バイオインフォマティクス

新沼 協 准教授

植物生理学

植物、環境、遺伝子、外来植物、概日時計

早矢仕 有子 教授

保全生物学(鳥類)

絶滅危惧種、保全、生態、シマフクロウ、遠隔監視

平田 恵啓 准教授

計測工学

音響心理、運動機能、計測システム

水谷 武臣 教授

細胞生物学、生物物理学

iPS細胞、がん細胞、3次元組織形成、細胞の力学、細胞運動



北海学園大学工学部

山鼻キャンパス

〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目1-1
 TEL.011-841-1161(代表) FAX.011-551-2951
<https://www.hgu.jp/>

お問い合わせ先

北海学園大学工学部事務室

交通アクセス

札幌駅から バス 約25分

札幌駅前バスターミナルで、じょうてつバス定山溪線 [7] (豊平峡温泉線 [7])・定山溪線 [8] (豊平峡温泉線 [8])、藻岩線 [南55]、真駒内線 [南54] のいずれかに乗車し、「北海学園大工学部前」下車。

札幌駅北口で、じょうてつバス真駒内線 [南64] に乗車し、「北海学園大工学部前」下車。

地下鉄東西線「西11丁目」駅から バス 約15分

「西11丁目駅前」で、じょうてつバス真駒内線 [南4]、[南54]、[南64] (真駒内本町、真駒内駅行き) のいずれかに乗車し、「北海学園大工学部前」下車。

