

Laboratory Guide 2025

研究室ガイド

創造社会デザイン研究領域		2
ヒューメイン・クリエイティブ・インタラクション研究室	教授 西本 一志	3
人間の特性と能力を活かす 創造的ヒューマン・メディアの実現		
複雑ネットワーク科学研究室	教授 林 幸雄	4
災害に強く日常的にも役立つ 近未来のネットワーク設計法を探ろう		
身体知研究室	教授 藤波 努	5
心と体のあいだで知を探る		
コラボレーション技術 & 創造性研究室	教授 由井 隆也	6
人のコラボレーションと創造性を支援する ～創造性、場づくり、異文化～		
行動変容支援技術研究室	准教授 金井 秀明	7
社会的課題や人の活動を支援する〇〇〇支援システムの 研究開発を行っています		
健康都市デザイン科学研究室	准教授 クサリ ジャバッド	8
Urban Design Science for Health		
災害マネジメント研究室	准教授 郷右近 英臣	9
大量の災害情報を数理的に解析し、防災を最適化		
拡張実世界メディアデザイン研究室	准教授 佐藤 俊樹	10
Human-Computer Interaction を軸足に「わくわくする体 験」を探求しよう！		
人間中心 AI 研究室	准教授 謝 浩然	11
人間と AI が拡張し合い、超人間・超知能技術の実現		
社会リスク・防災研究室	准教授 ラム チュン	12
Strengthening Risk and Disaster Resilience: Bridging Science, Technology, and Community for a Safer Future		
トランスフォーマティブ知識経営研究領域		14
サービスデザイン人類学研究室	教授 伊藤 泰信	15
現場(フィールド)の手触りにこだわった 研究をしています		
政策のための科学研究室	教授 小泉 周	16
研究開発イノベーション・社会課題解決のために何がで きるのか、エビデンスをもとに考えます		
共創活動・産学官連携活動研究室	教授 島田 淳一	17
知識科学・MOT に基づく産学官・地域連携プロジェク トのデザイン、イノベーション創出		
サステナビリティ経営研究室	教授 白肌 邦生	18
持続可能な未来を拓くサービスリーダーの育成		
知の構造化・探求研究室	教授 西村 拓一	19
自分らしさや好奇心を生かし、人と AI と創発して新たな 知を探求します		
数理環境科学研究室	准教授 吉岡 秀和	20
環境と社会のサステナビリティに貢献する意思決定科学		
コミュニティ・ナレッジ研究室	講師 伊集院幸輝	21
知識を育む支援技術の研究		
共創インテリジェンス研究領域		24
先端 AI データ駆動知識創成研究室	教授 ダム ヒョウチ	25
先端 AI とデータの共創で、 科学的知見の切り拓きを楽しもう		
言語・コミュニケーション・制度のダイナミクス研究室	教授 橋本 敬	26
言語・コミュニケーション・社会制度を対象に知識の創造・ 共有・活用を考える		
意思決定インテリジェンス研究室	教授 ヒュンナムヤン	27
Decision Intelligence		
ラーニングイノベーション研究室	准教授 キム ウニョン	28
ソーシャルイノベーション創出のための学習プロセスを デザイン		
人間行動・文化進化論研究室	准教授 中分 遥	29
文化と技術を織りなし継承する「心」を探る		
計算認知科学研究室	准教授 日高 昇平	30
認知を理解して知的システムを創造し、 知的システムに喩えて認知を理解する。		

実験 AI 哲学研究室	准教授 水本 正晴	31
AI × 実験哲学による言語と心の探究		
コンピューティング科学研究領域		34
離散アルゴリズム研究室	教授 上原 隆平	35
折り紙、パズル、ゲームを学んで 柔らかな知力を身につけよう！		
形式手法と高信頼ソフトウェア研究室	教授 緒方 和博	36
状態機械をとおして複雑な分散システムの核心に迫る！		
生成 AI 研究室	教授 グェン ミンレ	37
Deep Learning, Natural Language Understanding, Legal Text Processing		
BITS 情報理論と応用研究室	教授 クルカスキーアラン	38
BITS: Bits of Information, Transmitted and Stored		
暗号と情報セキュリティ研究室	教授 藤崎 英一郎	39
情報通信システムの安全性を数学的に証明する		
言語推論研究室	准教授 井之上直也	40
知識を使って推論し言葉の行間を読むマシンをつくる		
アルゴリズム研究室	准教授 ショウマン グレゴリー	41
Algorithm design for the 21 st century		
計算論理科学研究室	准教授 高木 翼	42
計算機科学の理論的基盤を構築する		
計算理論研究室	准教授 廣川 直	43
プログラミング言語と自動証明		
人間・AI シナジー研究室	講師 トラングドック	44
Safe domain-savvy AI for reliable human-AI synergy		
次世代デジタル社会基盤研究領域		46
形式手法研究室	教授 青木 利晃	47
社会を支える重要システムの 安全性・信頼性を最先端の科学で実現する		
超並列処理システム研究室	教授 井口 寧	48
次世代スーパーコンピュータの基礎技術を研究します		
計算機アーキテクチャ研究室	教授 田中 清史	49
高性能コンピュータを作ろう		
IoT・スマートシステム研究室	教授 丹 康雄	50
家庭環境で人々を支援する ICTシステムの研究を推進しています		
先進ネットワークング研究室	教授 リム 勇仁	51
For Forthcoming Research on Quantum, Wireless, Sensor and Energy		
サイバーフィジカル制約プログラミング研究室	准教授 石井 大輔	52
信頼できるソフトウェアを実世界に組み込む		
ネットワークと分散システムアーキテクチャ研究室	准教授 宇多 仁	53
ICTシステム構築・運用の信頼性向上を目指して		
高信頼ソフトウェアシステム構成研究室	准教授 鈴木 正人	54
複雑なソフトウェアの仕組みやはたらきを視覚的にわか りやすく表現します		
形式手法研究室	准教授 富田 亮	55
ソフトウェアの高安全化・高信頼化を目指して		
サイバーセキュリティ研究室	准教授 ベウランズバン	56
セキュリティの研究により次世代社会の信頼性を高める		
光無線通信研究室	講師 ホ ツイウェイ	57
Advancing Wireless Communication Technologies for the Future		

人間情報学研究領域	60
ゲーム情報学研究室	61
教授 池田 心 強いゲーム AI、楽しませるゲーム AI、教えるゲーム AI	
音情報処理学研究室	62
教授 鷗木 祐史 コンピュータに耳と等価な機能をもたせる 試みをしています	
社会的信号処理・マルチモーダルインタラクション研究室	63
教授 岡田 将吾 人間の内面・コミュニケーション・行動を理解する計算 モデルによる社会的人工知能の実現	
テキスト分析学研究室	64
教授 白井 清昭 ことばを理解するコンピュータ	
知能ロボティクス研究室	65
教授 チョン ナクヨン 知覚認知情報処理に基づく知能ロボット実現を目指す	
学習情報学研究室	66
教授 長谷川 忍 「学び方の学び」を支援する学際的研究環境	
ロボット動力学・制御研究室	67
准教授 浅野 文彦 ロボットの効率的な運動制御を通して ヒトや動物の運動を深く知ろう	
移動ロボティクス研究室	68
准教授 池 勇 無人移動ロボットによる知的環境センシング技術の開拓	
視覚情報処理学研究室	69
准教授 吉高 淳夫 画像・映像処理とユーザインタフェースに関わる研究を 幅広く展開しています	
音情報処理学研究室	70
講師 木谷 俊介 「聴く」を科学してヒトの生活をより良いものに	
ナレッジグラフ研究室	71
講師 KnOWLLab: 知識を活かした次世代 AI	
ゲームと人工知能研究室	72
講師 ゲームと人工知能を活かして、 より楽しい世界をいっしょに作りましょう	
サステナブルイノベーション研究領域	74
次世代シリコン太陽電池研究室	75
教授 大平 圭介 新しいプロセス技術を駆使して シリコン系次世代太陽電池を開発しよう	
DRY & WET ソフトマテリアル研究室	76
准教授 桶 興資 自然環境と生体物質の歴史に学ぶ —高分子の世界に挑戦！—	
データ駆動型量子材料研究室	77
准教授 本郷 研太 スパコンを活用した計算科学と情報学の融合による革新的 物質設計	
次世代シリコン太陽電池研究室	78
講師 前田 健作 結晶が成長する様子を観察してメカニズムを探る	
物質化学フロンティア研究領域	80
先端ナノ医療・長寿創生研究室	81
教授 栗澤 元一 機能性バイオマテリアルで難治性疾患を治療する	
固体ナノ化学研究室	82
教授 後藤 和馬 電磁波と原子核でナノ空間を視て、制御する	
マテリアルズインフォマティクス研究室	83
教授 谷池 俊明 “探索・学習・予測”のシナジーを実践する次世代マテ リアル設計	
エネルギーナノ材料研究室	84
教授 長尾 祐樹 先端材料でエネルギー社会をリードする	
蓄電池・エネルギー材料化学研究室	85
教授 松見 紀佳 ヘテロ元素化学から未来エネルギーを考える	
生体制御高分子研究室	86
教授 松村 和明 細胞・組織の機能を制御する高分子材料を創成し、 医療に役立てる	
先進生物工学研究室	87
教授 都 英次郎 材料とバイオを使ってゲームチェンジングテクノロジー を生み出す！	
材料レオロジー研究室	88
教授 山口 政之 高分子材料の機能化、高性能化を レオロジー的な手法で行います	

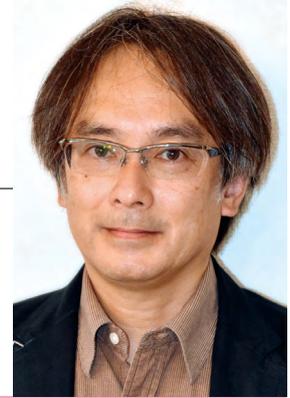
光機能無機材料化学研究室	89
准教授 上田 純平 固体電子構造と局所配位環境のデザインにより所望の光 機能を発現させる！	
ナノ高分子化学研究室	90
准教授 篠原 健一 ポリマー1分子の直視 熱ゆらぎで駆動する分子マシンの創製	
触媒・資源変換プロセス研究室	91
准教授 西村 俊 新しい固体触媒プロセスの構築による 資源・エネルギー問題の解決に挑む！	
医用材料学研究室	92
講師 西田 慶 次世代の医用材料による医療の発展	
ナノマテリアル・デバイス研究領域	94
ナノ物性顕微探索研究室	95
教授 大島 義文 電子顕微鏡とデータ科学の融合による 新奇ナノ物性の探索	
化合物半導体エレクトロニクス研究室	96
教授 鈴木 寿一 エレクトロニクスの機能的多様化を目指す化合物半導体 デバイス技術	
先端ナノ材料科学研究室	97
教授 高村由起子 表面・界面の理解に基づいたナノマテリアル開発	
ソフトロボット研究室	98
教授 ホアンヴァン 材料の柔らかさを活かした次世代ロボットの開発	
ナノ粒子工学研究室	99
教授 前之園信也 ナノ粒子工学：機能材料の創製から応用まで	
有機オプトエレクトロニクス研究室	100
教授 村田 英幸 有機半導体の基礎研究と光エレクトロニクスへの応用	
ナノワイヤ X スピンデバイス研究室	101
准教授 赤堀 誠志 半導体ナノワイヤを舞台としたスピントロニクス研究	
量子センシング・イメージング研究室	102
准教授 安 東秀 “量子スピンのダイナミクス”を計測・制御して応用へ 繋げる	
基礎物理化学・超微量ラマン分光分析研究室	103
准教授 山本 裕子 光を知り、光で分析する ～分光学への誘い～	
ナノ物性顕微探索研究室	104
講師 麻生 浩平 画像処理と電子顕微鏡を組み合わせる 原子レベルでの物質の不思議を発見する	
ナノバイオ研究室	105
講師 高橋 麻里 ナノバイオテクノロジー	
バイオ機能医工学研究領域	108
タンパク質 NMR 研究室	109
教授 大木 進野 タンパク質の「形」や「動き」をしらべて、 未知の生命現象をひもとく	
バイオナノ医工学デバイス研究室	110
教授 高村 禪 ナノとバイオを融合して医療と環境の問題を解決する	
DNA/RNA 工学研究室	111
教授 藤本 健造 分子技術を核酸医薬・光ゲノム操作へ ～DNA/RNAを光で操る～	
人工タンパク質合成研究室	112
教授 芳坂 貴弘 化学と生物の融合による新たな人工タンパク質の創製	
神経情報生理学研究室	113
准教授 筒井 秀和 次世代の細胞計測技術を創り、 ニューロン情報処理の秘密に迫る	
生体ソフトマター物理研究室	114
准教授 濱田 勉 人工細胞膜の形や動きを探る	
バイオ分子機械工学研究室	115
准教授 平塚 祐一 タンパク質分子モーターで駆動する微小機械	
分子糖鎖科学研究室	116
准教授 山口 拓実 からだの中のコミュニケーションツール・糖鎖に挑む	
プリントドバイオセンサー研究室	117
講師 廣瀬 大亮 液体から高機能性材料を創成し、 生体・環境の見える化へ	

世界をリードする先端研究



創造社会デザイン研究領域

誰もが輝く創造社会をデザイン！
科学・技術・芸術を融合・超越する
豊かな生活のための知の冒険



人間的な特性と能力を活かす 創造的ヒューマン・メディアの実現

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究を始めるために絶対必要なことはただ1つ：「自分がもっと創造的になりたい、もっと向上したい」という強い欲求のみ。持っている方が望ましい知識と能力は、プログラミング技術(言語は不問)と基礎的な統計検定の知識。ただし、いずれも入学後に十分身につけられます。

この研究で身につく能力

当研究室における研究活動を通じて身につく(つけて欲しい)能力は、主として個人やグループ、組織などにおける各種の(協調的な)創造活動を対象として、そこにおける問題を発見する能力と、その解決策を発想し実装する能力、そしてその解決策や実装したシステムやツールの有効性を実証する能力です。特に、常識的なアイデアではなく、逆転の発想のような「非常識的なアイデア」の発想力を身につけることを目指します。これらの能力を獲得することにより、研究所や企業などにおいて、指示されたことを単にこなすだけの受動的な人材ではなく、常に自ら発想し、自らテーマを立案し、その現実的解決策を自ら構築できる、高い創造性と自主性を持った能動的な研究開発者になることができます。

【就職先企業・職種】 主に ICT 系企業および Web 系企業における企画・研究開発職

研究内容

<概要>

人工知能技術やロボット技術、センサー技術などの急速な進歩と普及により、近い将来多くの仕事が機械に取って代わられることが指摘されており、すでに一部では現実のことになりつつあります。しかしそんな時代においてもまだまだ人間でなければうまくこなせない分野は、新しいモノゴトを生み出す「創造活動」と、その実行過程に必要な「社会的活動」です。当研究室では、人間の日常生活に埋め込まれた大小様々な創造行為をより高度な創造活動へと展開可能とし、人工知能の時代においても人々が活き活きと活躍できるようにすることを目標として、人間的な特性や能力を活かして創造活動を促進支援するヒューマン・メディアの研究開発を推進しています。

具体的な研究項目は、およそ以下の5項目に分類できます。

1) Creativity Mining 技術

自分がある種の創造的能力を持っていること、それ自体に気づいていない人が、世の中にはたくさんいます。そのような、人々の中に埋もれている創造的能力を発見し、発掘するための道具を創ります。

2) 創造活動のための Universal Media

自分が持つ創造的能力に気づいたとしても、その能力を自由自在に発揮することは、依然として困難です。創造性の発揮を妨げる障壁を発見し、これを軽減・除去することで、アマチュアからプロフェッショナルまで、万人が遺憾なく創造的能力を発揮できるようにするメディアを創ります。

3) インフォーマル・コミュニケーション支援メディア

インフォーマル・コミュニケーションとは、要するに「雑談」のことですが、その中で「貴重な知識やアイデア」がしばしば生み出されます。このような雑談の有益な側面を強化し、雑談を知識創造の場にするためのメディアを創ります。

4) 既存概念を超越する新世代コミュニケーションメディア
聖徳太子は同時に10人の訴えを聞き、そのすべてに的確に回答した、といわれています。常識的にこれは不可能と思われていますが、実はちょっとした支援で実現可能になります。このような、従来は不可能とされていた非常識なコミュニケーションを可能とするメディアを創ります。

5) 「妨害」による知的能力獲得の支援

便利な道具を作るためには、妨害的要素は除去されるべきものです。しかし、あえて妨害的要素を採り入れることで、多少不便かもしれないが、ユーザの知的能力を向上させることができる場合があります。このような妨害要素を採り入れた、知的能力向上のための仕掛けを創ります。

<事例>

妨害による知的能力獲得の支援に関する研究事例をひとつ紹介します。

パソコンやスマホの普及によって、文字を手書きすることがほとんどなくなり、この影響で、漢字を読めるけれど書けない人が急増しています。このような問題が生じる原因は、パソコンのかな漢字変換システムが常に正しい字形の漢字しか出力しないので、表示された文字の字形の詳細に注意を払うことがなくなったためです。そこで我々は、ときどき字形に誤りがある漢字を出力し、これを修正しないと文書が保存できないシステムを考案しました。実験の結果、このシステムを利用することによって、従来のかな漢字変換システムを用いた場合はもちろん、文字を手書きした場合よりも圧倒的に漢字をよく覚えられることが証明されました。

歳 歳

どちらの漢字が正しいか、
すぐわかりますか？

主な研究業績

1. 生田泰章, 高島健太郎, 西本一志: 文書作成過程で削除された文章断片の効率的収集手段と活用可能性に関する考察, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 12, pp. 2299-2314, 2018.
2. 西本一志, 魏建寧: 漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 4, pp. 1207-1216, 2016.
3. Oshima, C., Nishimoto, K. and Hagita, N.: A Piano Duo Support System for Parents to Lead Children to Practice Musical Performances, ACM Trans. on Multimedia Computing, Communications and Applications, Vol. 3, Issue 2, Article 9, 2007.

使用装置

防音室やグランドピアノ、多種多様な電子楽器などの音楽情報処理研究関連機器
協調活動の記録・分析環境
オフィスなどにおけるインフォーマル・コミュニケーション支援技術の実験環境

研究室の指導方針

研究テーマ設定については各学生の自主性を重んじます。自分が向上し、創造的になるためには、いったい何が必要なのかを、まさに自分自身の切実な問題として熟考・発案し、それを研究テーマとして設定することを求めます。その上で、そのアイデアを実装し、実際に使ってみることで、その有効性を評価検証することを求めます。修士1年次のゼミでは、テーマ設定のためのブレインストーミングを徹底的に行い、問題発見力と発想力を鍛えます。修士2年次のゼミでは、研究進捗報告を通じて問題解決力とまとめる力、プレゼンテーション力を鍛えます。

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/knishi/>



災害に強く日常的にも役立つ 近未来のネットワーク設計法を探ろう

研究を始めるのに必要な知識・能力

数学や物理をある程度は学んでグラフやネットワークを数理モデルとして理解できると良いです。また現実のネットワークを破壊して耐性等を測ることは出来ないで、コンピュータシミュレーションは必須となりプログラミング経験があるとより望ましいですね。

この研究で身につく能力

今世紀初頭に発見された知見「身近に存在する電力網、航空網、通信網、知人関係や企業間取引など、現実の多くのネットワークには共通性があり、しかも非常に脆弱であること」が分かるとともに、それに対する近未来に向けた解決方法を探ることから、社会イノベーションのあり方を考え学ぶことができます。ある程度の規模のシミュレーション実験を通じて、種々のネットワーク分析法、分散計算、サーバ管理などに関する能力も身につきます。

[就職先企業・職種] 情報通信系、Web データ分析、機械学習や最適化、社会イノベーション支援系、クラウドやデータセンター関連

研究内容

遺伝子や代謝系の分子生物学的なネットワーク、人工物である通信インフラや電力網などのライフライン、さらにメールの送受信や社会的な知人関係など、現実のネットワークには驚くほど共通の構造が存在するのは何故でしょう？

それは万有引力のように普遍的なネットワークの生成原理があるからです。実は「金持はより金持になる原理」に従って、自分に都合が良い相手とつながろうとする効率重視の利己原理から自然に出来てしまうのです。しかも残念ながら、そうした我々の身近にあるネットワークは効率的ではあるものの非常に脆いことも明らかとなりました。世界各地に頻発するゲリラ豪雨・豪雪や地震や洪水等において電力・通信・物流・交通などの社会インフラがいかに脆く、甚大な被害を蒙っていることか、何とかしなければならぬ大問題です。

次世代のネットワークをどのように設計構築したら良いのか？効率重視から脱却した全く新しい原理が求められています。そこで、社会的ネットワークインフラが効率性を損なわずより頑健となるデザイン方法に関して、以下の課題を中心に検討します。その際、原理的な基本メカニズムの解明や構築手順を示すアルゴリズムの開発のみならず、その社会的意義についても考えていきます。

(1) ネットワークの自己組織化

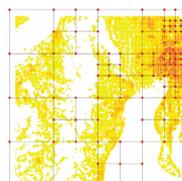
フラクタル物理やコンピュータ科学のアプローチに、生物のような自己組織化や自己修復ができて、自律した分権型組織のように強固なネットワークをどのように構築するかを探ります。

(2) 災害時における緊急通信網

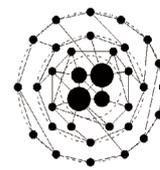
実際の地理的空間上の人口分布、避難所や物流拠点、人々の通信要求、基地局や電源の配置、災害範囲や規模などに応じた具体的な対策を考えるためのシミュレーターを開発しながら、人的・物的なリソースの制約や配分も考えます。

(3) 分散計算や自律型組織

ネットワークシミュレーションに適したマルチコア計算サーバ上の分散計算法を検討します。そうした自律分散処理の考え方を活かしたチームによる効果的な課題解決法や、ソーシャルネット分析なども対象となり得るでしょう。



人口分布等に応じたノード配置と近接結合



+ 同程度の次数を持つノードが結合した玉葱状構造による頑健性の向上

・年齢別人口や経済活動等に応じた情報流と物流の相互作用メカニズムの解明
・さまざまな被害状況の空間的影響のシミュレーション



これらをイメージしやすいよう、以下の研究室のデモも覗いてみて下さい。

<https://ds9.jaist.ac.jp/demo.html>

<https://ds9.jaist.ac.jp>

主な研究業績

1. Yukio Hayashi, "Fast convergence to an approximate solution by message-passing for complex optimizations" Nonlinear Theory and Its Applications IEICE, Vol.E15-N, No.2, pp.485-500, 2024.
2. Yukio Hayashi, and, Atsushi Tanaka, "Practical counting of substitutive paths on a planar infrastructure network", Scientific Reports 12(14673), pp.1-11, 2022.
3. Yukio Hayashi, Atsushi Tanaka, and Jun Matsukubo, "More Tolerant Reconstructed Networks by Self-Healing against Attacks in Saving Resource" Entropy, Special Issue: Critical Phenomena and Optimization in Complex Networks, Vol.23(Issue 1), No.102, pp.1-15, 2021.

使用装置

実験室に二十数台の計算サーバ(コア数 300 以上, Core-i9や Xeon 等搭載)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://ds9.jaist.ac.jp>

複雑ネットワーク科学自体を研究している学部は皆無ゆえ、配属時は誰もが同じようなスタートラインに立つと考えられますが、新しい内容を自ら積極的に習得していこうとする姿勢や意欲が強く求められます。また修士では、教科書のような正解が存在する訳ではなく、未知の課題に対して解決策を見つけ出せるよう意識して下さい。自分のミッションを意識して取り組むことは企業社会等では必須です。その為、毎週あるいは隔週にゼミにて進捗報告会を行い、研究と言えどもある程度の計画性を持って取り組むことを体験的に学びます。但し、かつての XeroxPARC のような異分野の垣根を超えた挑戦を歓迎しています。



心と体のあいだで知を探る

研究を始めるのに必要な知識・能力

長期の訓練と探究を経てひとつの技能を獲得した経験、それに伴って発達したであろう自己分析と創意工夫の能力が求められます。センサーを使ったデータ収集のためのプログラミング能力、および得られたデータを解析する技法を習得していれば有益です。

この研究で身につく能力

系統的に問題に取り組む方法。現象を観察して正確に記述する能力、その中から重要な点を見つけ出す能力、気づいた点を他の人にわかりやすく説明する能力。そこにはデータを収集して解析し、結果をわかりやすく提示することも含まれます。言葉にしにくいことに形を与えるのが我々の仕事であり、(一見)わけのわからないものに対して着実にアプローチしていく方法を学びます。

【就職先企業・職種】 電機メーカー、自動車製造業など

研究内容

私たちは経験を通して体で覚える知識に興味を持っています。特に、「技」と呼ばれるものに関心があり、その特徴と習得過程を明らかにしようとしています。技には二つの側面があります。ひとつは動作が複雑で高度であること、もう一つは知覚や判断の能力が優れているという側面があります。前者については、陶芸の菊練りやサンバのリズムに乗って踊ることなど、伝統工芸や音楽を題材に取り組んでいます。後者については、認知症高齢者の介護を題材に、他者のニーズを感じ取る能力を明らかにしようとしています。

1. 身体知

陶芸における菊練り、サンバのリズムに乗ってステップを踏む(ダンス)、サッカーのドリブル、三味線のパチさばきなどを題材として、熟練者と初心者の動作がどのように異なっているのか、モーションキャプチャ装置などを使って調査しています。研究の成果はロボットの動作に応用したり、初心者が技能に習熟する過程を支援することなどに応用できると考えています。



動作解析の様子

2. 技能習得

人間はどのような過程を経て特定の技能を習得していくのかを明らかにしようとしています。多人数を対象として長期間、追跡調査を行っていく必要があるため、題材としてはサンバのダンスを取り上げ、近隣の高校などにご協力いただきながら習得過程を調べています。研究成果は技能習得支援システムの開発に結び付くと考えています。



ダンスのレッスン中

3. 認知症高齢者の介護支援

日本は超高齢社会に突入し、20年後には人口の2割以上が65歳以上の高齢者となると予想されています。また、認知症を患う人の割合も上昇し、概算では100人のうち2人が認知症高齢者となると予想されます。この問題に取り組むため、我々は良い介護とは何か、良い介護を実現するために必要な技術は何かを研究しています。



情報機器を用いた見守り

主な研究業績

1. Yuqi Liu, Lai Kecheng, Tsutomu Fujinami, Learning Effect of Strength Training System for Beginners Using Motion Capture Device, 2022 IEEE International Workshop on Sport Technology and Research 2022年7月.
2. Kecheng LAI, Yuqi LIU, Takehiro IINO, Tsutomu FUJINAMI, Analysis on Mechanisms of Idea Generation: Evidences from fNIRS Hyperscanning, 6th International Conference on Medical and Health Informatics (ICMHI 2022).
3. Yuan Ma, Tsutomu Fujinami, A modified n-back task measuring working memory via eye-tracker 20th WPA Word Congress of Psychology 2021年3月.

使用装置

モーションキャプチャ装置
ハイスピードカメラ
人流センサー

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~fuji/index.html>

ゼミ等は授業期間中、週に1度実施し、毎回1名か2名の担当者が研究の進捗状況を報告したり、興味のある論文の内容を解説したりしています。留学生もいるので言語は日本語と英語の両方を用い、適宜、発言内容を翻訳することで全員参加出来るよう工夫しています。質問の仕方、議論の仕方を学ぶのが主たる目的です。個人指導が中心であり、必要に応じて面談しています。研究の進捗状況にもよりますが頻度は月に1回から4回程度となることが多いです。研究テーマやアプローチは個性を尊重しています。



人のコラボレーションと創造性を支援する ～創造性、場づくり、異文化～

研究を始めるのに必要な知識・能力

出身分野は理系、文系、工学系と制約しません。自らアイデアを考え、実践し、研究として挑戦する心と行動力が必要です。また、研究テーマに必要な能力を習得しようとする態度、先人の研究成果を尊重する態度も大切です。

この研究で身につく能力

人は社会的動物といわれ、個人ではなく、集団、組織で活動することで複雑な仕事・イノベーションを行うことができます。本研究室では、個人を超えた活動を支援するためのコラボレーション技術(電子会議システム、会議の方法論)を学べます。習得能力は研究テーマに依存します。システム開発を行いたい場合、システム設計・プログラミング開発能力(ネットワーク・Webプログラミング)を習得できます。また会議の方法論を検討する場合、会議技法や人間理解(観察・実験)の方法を習得できます。以上より、人間集団への理解を踏まえた情報システム・仕組み作りを検討する能力を修得でき、チームワークづくりに貢献できる人材として活躍できます。

[就職先企業・職種] 情報通信・情報処理産業、サービス産業、教育関係など

研究内容

インターネットを活用するコラボレーション技術の研究は、人間の知的活動を支援する研究(知能増幅 IA: Intelligence Amplification)から発展してきました。わたしたちのコラボレーションを賢くするために、人間集団の問題解決プロセスを支援するデジタル環境の設計・方法論を研究しています。そのため、人間理解を深める心理学・社会心理学・知識経営・技術経営・創造性研究から得られた知見を取り込みます。また、人工知能(AI)の成果を用いて人間の活動ログ・ソーシャルデータを理解し、人間支援に用いることも重要です。

研究の三本柱は3C (Creativity, Community, Culture)です。アイデア発想、人々の結びつき、異なる文化を理解・支援するコラボレーション技術が、人間中心のイノベーション基盤に貢献できると考えています。

以下に、近年の取り組みを示します。上記の主旨に合致するアイデアであれば、皆さんの柔軟・斬新なアイデアを歓迎したいと思います。

・ Creativity : 創造性支援、発想法 <知識創造>

アイデア発想法として知られるブレインストーミングや KJ 法を支援する情報システムの研究を行っています。KJ 法は創造的問題解決・デザイン思考に必要な発散的思考、収束的思考、評価という3つの思考形式をもつため注目しています。大画面共同作業環境を使用することによって、数百枚の意見データを用いた会議を従来の紙面上より効率的に行えます。近年、ゲーミフィケーションを用いてアイデア発想のモチベーションを維持する研究を行うなど、日常的な創造活動支援に注目しています。

・ Community : コミュニティ、場づくり <知識共有>

技術経営においてインフォーマルなコミュニケーションをよくとるチームほど技術開発がうまくいき、そのチームは30m 以内にいるほうが望ましいことが知られています。これはインターネットが発達した今日でも当てはまります。本研究室では、遠隔地でも良好なチームワークを維持できるテレワーク環境を目指します。分散環境における円滑なコラボレーションを支援するために、組み込み PC、センサデータ、機械学習を組み合わせ、お互いの状態を理解、空気を読むことを支援するシステムを開発中です。

・ Culture : 異文化理解・協力 <異なる知識・価値>

グローバル化が進み、異なる文化背景をもつ人々の協力は重要です。そこで、情報システムなどを用いて、異文化理解・協力を進める研究を行っています。日本人とタイ人との異文化交流とタイ人同士の同文化交流との違いを自然言語処理(発話意図分析)で明らかにしました。また Kinect センサを用いて、プレゼンテーション中の身体・音声データを解析し、第二言語を用いた場合と母国語を用いた場合の違いを明らかにしました。異文化協力は次なる課題です。

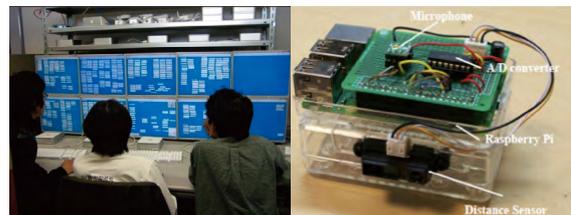


図 大画面共同作業環境や IoT センサ

主な研究業績

- Kamada, K., Watarai, R., Wang, T. Y., Takashima, K., Sumi, Y., & Yuizono, T. (2023). Exploratory Study of Perceived Social Loafing in VR Group Discussion: A Comparison Between the Poster Presentation Environment and the Typical Conference Environment. Proceedings of INTERACT2023 (pp. 115-134).
- Yu, X., Wang, T. Y., & Yuizono, T. (2023). Creativity Development through Questioning Activity in Second Language Education. In Frontiers in Education (Vol. 8, p. 1178655). Frontiers.
- Li, R., Yuizono, T., & Li, X. (2022). Affective computing of multi-type urban public spaces to analyze emotional quality using ensemble learning-based classification of multi-sensor data. Plos one, 17(6), e0269176.

使用装置

自作による新しいアイデアの具現化を歓迎!

ハードウェア装置：大画面共同作業環境(分散システム制御)、IoT 装置(Raspberry Pi など)、XR 装置(Hololens2 : 3台)、3D プリンタなど
ソフトウェア資源：電子会議システム(KJ 法支援システム)、自然言語処理資源

研究室の指導方針

本研究室では、学生が主体・創造的に問題解決できる能力を体得することを目指しています。

そのため、研究テーマは「情熱をもてること」、「楽しめること」、「重要であること」を基準として、学生と相談し、決定したいと思います。なお教員の専門に近いテーマであるほど、専門知識が提供されます。また毎週、研究の進捗を報告するゼミを行います。その場では、1 週間、研究に対して行った取り組みを報告・対話することを原則として義務付けています。

是非、学術研究を通して「自らの可能性を育てる力」、「自らの目標をやり抜く力」を習得しましょう。

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/yuizono/>



社会的課題や人の活動を支援する〇〇〇 支援システムの研究開発を行っています

研究を始めるのに必要な知識・能力

自ら、好奇心を持って、課題解決に取り組む姿勢を重視します。文系理系関係なく、「食わず嫌い」で、とりあえずやってみるという考えが大切だと思っています。できるだけ、情報工学や語学に対して、嫌いでないことを重視します。

この研究で身につく能力

研究課題ごとに修得できる専門知識についての種類は異なるが、共通して得られる能力としては、自ら、課題を見つけ、好奇心を持って、課題解決に取り組む能力が身につく。その結果、「食わず嫌い」で、とりあえずやってみるという考えで、物事に挑戦できるようになる。専門分野知識については、研究を進めながら、自ら未知の事項については学習し修得するなど、実践的な学習法を身につけることができる。これらの能力によって、修了後、社会に出て新たな課題を発掘した際、また課題に出会う際に、それらの課題により適切に対応することができるようになればと思います。

【就職先企業・職種】 情報通信、ITソリューション会社、製造業など

研究内容

私は、「人間の活動を支援するシステムの研究開発を通して、次世代のコンピューティング環境の実現を目指す」をモットーに、ソフトウェア技術手法の提案と、その実システムへの応用に関する研究を一貫して行ってきました。以下が各テーマです。

(1) 日常の様々な情報、モノ、状況への「気づき(Awareness, insight)支援

デジタル空間上の情報リソースを対象とする個人用電子図書館システムと、実空間の図書に対する図書推薦モデルに関する研究を行った。認知症対応型共同生活介護施設(グループホーム)における認知症高齢者(入居者)と介護者を対象とした。グループホームでの様々なモノに対する「気づき」支援を対象とし、屋内のモノや人の位置情報を利用した「モノ探し支援システム」や「危険回避・通知支援システム」の研究を行った。離れた相手とのコミュニケーションを行う際に、相手の状況把握がある。状況への気づき支援として、相手の状況や行動を時間と場所に基づいて、ページネットワークによって確率的に推定する。プライバシーや状況通知による負担を考慮し、推定した状況や行動に関連する効果音を用いて相手側に状況を伝達する。

(2) 「個人や集団(コミュニティ)の改善」の支援

個人や集団が持っている能力や機能を発揮・促進させるシステムの研究開発によって、個人や集団を改善行動させるという点を重視する。「個人の改善」としては、生活習慣や行動改善である「行動変容に関する研究」です。タブレット利用時の姿勢改善やAI技術と行動変容技術によるスポーツ技能獲得支援の研究を行っている。「集団の改善」としては、「近隣生活者コミュニケーション活性化およびコミュニティ形成支援に関する研究」や「食材の物々交換における信頼が交換相手の食材に対する安心感に与える影響」です。

(3) 「Diversity & Inclusion」の支援

「健常者と障がい者の協同遊びを支援する共遊玩具に関する研究：universal plaything」を進めております。視覚障がい者と健常者との共同絵画の支援の研究を行っている。

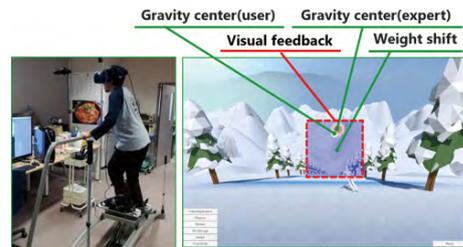


図1 スキー技能獲得支援システム



図2 視覚障がい者と健常者との共同絵画支援システム

主な研究業績

- Shigeharu Ono, Hideaki Kanai, Erwin Wu and Hideki Koike: A Real-time Distance Learning System for Alpine Skiing Using Virtual Reality, IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) 2023 (Accept), 8 pages, Nov 2023.
- Ziting GONG, Ziting GONG and Hideaki KANAI: Impact of Audience Presence on Pressure and Running Performance: The Potential of AR Presence, AHFE (2024), International Conference. AHFE Open Access, vol 159.
- Hideaki Kanai: An Information-Sharing System for Multiprofessional Collaboration in the Community-Based Integrated Healthcare System: A Case Study of Nomi City in Japan, Chapter 17th in Business innovation with new ICT in the Asia-Pacific: Case studies (Kosaka, M., Wu, J., Xing, K., Zhang, S.Y. (Eds.), Springer (ISBN 978-981-15-7657-7) (Sept- 2020).

使用装置

ヘルスケア用センサ、MR デバイス、運動実験装置(スキーシュミレーター、ランニングマシン、ロードバイク)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/kanai-lab/>

研究室では、基本的に、研究課題設定については学生からの提案を重視しています。学生が、自ら実践者として、問題に取り組むことが大切だと考えています。「自分の頭で考え、自分で行動する。そして、その結果に対して責任を持つことができる人」、そして、「目標に向かって、丁寧に粘り強く、愚直に努力を続け、やり抜くことができる人」になってもらいたいと思っています。ゼミ活動については、週一回の全体ゼミ(研究進捗、輪読や論文紹介)を行い、適宜、個人ゼミで研究について、より深い議論を行っています。



Urban Design Science for Health

研究を始めるのに必要な知識・能力

Students from different disciplines, who have an enthusiasm for conducting 'interdisciplinary science', are welcome to join this laboratory. Basic knowledge of statistics and good English written and oral communication skills are required.

この研究で身につく能力

Dr Koohsari obtained his PhD in Urban Design and another PhD in Health & Sport Sciences. With over 6400 citations, in 2021, 2022, 2023, and 2024, he was recognised in the top 2% of most influential researchers worldwide across all scientific disciplines (Stanford University & Elsevier). Students graduating from this laboratory will gain a solid understanding of scientific theories and conduct research on the emerging field of urban design science and health.

【就職先企業・職種】 Academic jobs, Consultant companies, Civil servant

研究内容

The main focus of this laboratory is to provide science-based knowledge on how urban design science can contribute to population health, particularly in the context of super-aged societies. This lab considers urban design as a science, not an art. This challenges the common perspective in the field, where architects (who dominated the urban design field) often mislabel urban design as a subset of architecture. Such mislabeling overlooks the key role of urban design in addressing issues that directly influence people's lives and well-being. Urban design is not only about aesthetics or iconic structures but also about creating environments that improve people's health. Therefore, it is necessary to establish urban design principles and practices that are well-grounded in science rather than relying on architects' creativity, which is not necessarily based on science.

This lab applies a scientific framework to understand how to redesign the built environment to support population health. Below are some examples of topics related to this lab:

- Investigating pathways through which built environment might influence health outcomes.
- Understanding the effects of built environment attributes on health.
- Developing new tools to measure built environmental exposures in health studies using geospatial techniques.

主な研究業績

Dr Koohsari has a publication record with over 125 refereed journal articles (such as in Nature Reviews Cardiology). Some of his publications is listed here:

1. Koohsari, M. J., Kaczynski, A. T., Ozbil Torun, & Oka, K. (2024). Can Urban Design be a Science for Health Studies?. *Urban Design International*.
2. Koohsari, M. J., Kaczynski, A. T., Yasunaga, A., Hanibuchi, T., Nakaya, T., McCormack, G. R., & Oka, K. (2024). Active Workplace Design: Current Gaps and Future Pathways. *British Journal of Sports Medicine*. 58(19): 1157-1158
3. Koohsari, M. J., Oka, K., Nakaya, T., Vena, J., Williamson, T., Quan, H., & McCormack, G. R. (2023). Urban design and cardio-metabolic risk factors. *Preventive Medicine*. 173: 107552.
4. Koohsari, M. J., McCormack, G. R., Nakaya, T., & Oka, K. (2020). Neighbourhood built environment and cardiovascular disease: Knowledge and future directions. *Nature Reviews Cardiology*. 17(5): 261-263.

使用装置

Statistical software, Geospatial software



Fig. Urban Design Science for Health Lab

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/koohsari/>

This laboratory supports students to be active participants in their learning process. This will be accomplished by encouraging students to take an active role in deciding upon, learning about, and leading their research ideas and interests, with considerable support and guidance.



大量の災害情報を数理的に解析し、 防災を最適化

研究を始めるのに必要な知識・能力

一番大切な能力は研究を好きになる力・楽しむ力です。研究を進めるには数学や物理、プログラミングなどの知識が必要になりますが、必要な知識は、研究を進めながら学習できるように支援をしますので、これまであまり取り組んでこなかった人でも大丈夫です。

この研究で身につく能力

研究活動を通じて、社会に潜む課題や物事の因果関係を洞察する力とその課題を解決していく力を身につけていきます。取り組む研究課題にもよりますが、データ解析やリモートセンシング・GISの処理、プログラミング、社会調査に関する技術が身につくことが期待されます。

研究内容

近年の社会では、大量の災害情報が取得できるようになるにつれて、防災上、これまでよりも高度な意思決定を行うことが可能になってきました。しかし、情報が溢れすぎていると、かえって最適な意思決定を行うことが難しくなることが予想されます。これらの大量の災害情報をもとに、発災前、発災直後、復旧・復興期において、住民や行政、その他防災上重要な意思決定をする人々が、最適な意思決定を行えるようにすることが重要です。私の研究室では、大量の災害情報を数理的に解析し、最適な意思決定に利用するための理論の構築と、その実装に取り組みます。

1. 自然現象と人間社会、被害量の関係を数理的に解明

地震や津波などの外力が人間社会に作用すると、被害が発生します。同じ外力が作用しても、人間社会の条件が変わると、結果的に生じる被害の量は変化します。ここでは、地震や津波などの自然現象と、それにさらされる人間社会、自然現象と人間社会が出会った結果として生じる被害量の関係を、数理的アプローチにより探求します(例1)。

2. ビッグデータを利用した被害の早期把握手法の開発

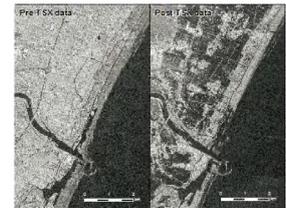
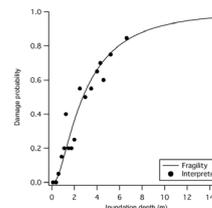
衛星画像や航空写真、ドローン画像などのリモートセンシングデータや、GPSなどの位置情報、ソーシャルメディアの情報などは、広域の被害を短時間で把握するのに有効です。また、これらの観測・モニタリングやウェブ上で得られる情報をもとに、被害の全容を早期に把握する手法を開発します(例2)。

3. データ解析で被害を最小化する防災行動の研究

上記の1や2により予測・把握した被害の情報と、リアルタイムで得られるGPSなどの位置情報、ソーシャルメディアの情報などを組み合わせた解析を行い、発災前、発災直後、復旧・復興期において、被害を最小化する防災行動が何かを探求します。

4. データ解析結果の実装に向けた研究

防災に関わる最適な意思決定を行うために、データ解析の結果、得られた情報の伝え方に関する研究を行います。各個人のおかれている状況によって、最適な意思決定に必要な情報は異なります。社会調査を通じて、適切な情報の伝え方が何かを探求していきます。



例1：津波外力(横軸)と建物被害率(縦軸)の関係式
例2：衛星データ分析により被害を把握

主な研究業績

- 郷右近英臣, 越村俊一, 松岡昌志: TerraSAR-X 画像の建物一棟ベース・解析区画ベース解析の融合による津波被災地の建物流失被害の把握, 日本地震工学会論文集 Vol.16 (2016), No.3, p.3 147-3 156
- Gokon H., S. Koshimura and M. Matsuoka, Object-based Method for Estimating Tsunami-induced Damage using TerraSAR-X Data, Journal of Disaster Research, vol.11 (2016), No.2, pp.225 - pp.235
- Gokon H., S. Koshimura, K. Imai, M. Matsuoka, Y. Namegaya and Y. Nishimura: Developing Fragility Functions for the Areas Affected by the 2009 Samoa Earthquake and Tsunami, Natural Hazards and Earth System Sciences, Vol. 14, pp. 3231-3241, 2014

使用装置

パソコン、画像解析ソフト、GISソフトなど

研究室の指導方針

研究活動を通じて、社会に潜む課題を洞察する力や論理的に物事を考える力を身につけていきます。この研究室は、大量の情報を数理的に解析し、意思決定に利用する方法を探求するところですが、それと同時に、研究活動を通じて安全・安心な社会の構築に貢献することを目指しています。そのため、「現場主義・実践主義」をモットーに、実際に被災地などの現場を調査することや、実際にツールを作ってそれが本当に役に立つのかを確認することで、研究成果が本当に社会に役に立つものなのかを考えるプロセスを重要視します。



Human-Computer Interactionを軸足に「わくわくする体験」を探求しよう！

研究を始めるのに必要な知識・能力

コンピュータやものづくりに対する深い興味と、「未来を自分の手で作っていききたい」、「人を楽しませたい」という高いモチベーション。そして楽しい研究やものづくりに没頭するための十分な時間。基本的に研究に必要な技術や知識については適宜勉強しながら身につけていくため過去の経験は問いませんが、異分野の様々な知識を持っている学生さんは大いに歓迎します。

この研究で身につく能力

Human-Computer Interaction (HCI)分野を軸足に専門的な考察を重ね、「実空間とサイバー空間をまたぐ革新的な体験」を提唱します。さらに、それらを最速で体験可能な実システムに落とし込み、速いペースで国際的な場での研究発表を行っていきます。これらの過程で、ゼロからアイデアを生み出して鋭く研ぎ澄ます能力、アイデアを具現化するソフトウェア・ハードウェアをまたぐプロトタイピング能力、研究の価値・ビジョンをわかりやすく表現し伝える能力、その他様々な能力を身につけることができるはずです。また、「研究の楽しさ」にも気づくことができるはずです。

研究内容

コンピュータの中にあるサイバー空間と我々の住む実世界との間には、まだまだ大きな壁があります。佐藤研究室では、HCI分野に軸足を置き、Computer Vision/Graphics技術をベースにコンピュータのインタフェースおよびディスプレイデバイスを拡張することでこの隔たりを解消し、「人と情報」・「人とモノ」・「人と人」との「より直接的な」対話を実現する新しい対話手法を提案する研究を行っています。

1) サーフェイス拡張技術の研究

長い間、「平面的で硬い」ディスプレイが一般的でした。文字や画像情報を提示するのに適した形状ではありませんが、立体的な形状を持つデータ(3DCGやキャラクター等)を表示する場合、「手で形状に触れられない」、「触っても硬い感触しかない」等の様々な制約が発生します。佐藤研究室では、ディスプレイの「表面(サーフェイス)」に着目し、サーフェイスに様々な「特殊能力」を持たせることで、従来のディスプレイではできなかった人と情報との「肌を介した」より直接的な対話を実現する試みを行っています(図1)。



図1. 柔軟性を持つ視触覚ディスプレイの研究例

2) 全周囲プロジェクションディスプレイの研究

目の前に「高さのある側面」を持つ立体的な形状をしたディスプレイがあった場合、ただ周囲から眺めるだけではなく、直接手に取って触りたくなるはずです。佐藤研究室では、「手に取って扱う」ことに着目した様々な形状の新しい全周囲立体形状ディスプレイの提案と、それらのディスプレイとのより自然な対話手法を考える研究を行っています(図2)。

3) プロジェクションマッピング拡張のための基盤技術の研究

立体的な構造物に複数のプロジェクタから映像を投影し、グラフィックスと実世界を高い没入感で融合させた映像コンテンツが様々な場所で体験できるようになってきました。しかし、複数プ



図2. 全周囲立体形状ディスプレイの研究例

ロジェクタの設置やそれらのキャリブレーションは容易ではなく、実現可能な環境やコンテンツも限られるという課題があります。そこで佐藤研究室では、これを解決する新しいプロカムシステムの基盤技術を提案し、インタラクティブなプロジェクション体験がどこでも実現可能になるような世界を目指しています。

4) エンタテインメント応用、連携等

佐藤研究室では、開発した新しい入出力技術を積極的に「人を楽しませる」システムに応用し、研究技術を楽しく世界に広める試みを行っています。さらに他大学(東工大・電通大・武蔵美大等)や企業と連携しながら、応用研究や研究実用化も積極的に進めています。

主な研究業績

1. Toshiki Sato, Dong-Hyun Hwang and Hideki Koike, "MlioLight : Projector-camera Based Multi-layered Image Overlay System for Multiple Flashlights Interaction", Proc. of ACM ISS2018, pp.263-271, 2018.
2. Shio Miyafuji, Toshiki Sato, Zhengqing Li and Hideki Koike, "Qoom : An Interactive Omni-directional Ball Display", Proc. of ACM UIST2017, pp. 599-609, 2017.
3. Toshiki Sato, Jefferson Pardomuan, Yasushi Matoba, and Hideki Koike, "ClaytricSurface : An Interactive Deformable Display with Dynamic Stiffness Control", IEEE Computer Graphics and Applications, Volume 34, Issue 3, pp.59-67, 2014.

使用装置

各種プロジェクタ、カメラデバイスをベースに、FabLab等を活用しながら様々なディスプレイ装置を自作します。

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://tsato-lab.jp/>

佐藤研究室では、最初の目標として初年度での学会投稿、特にSIGGRAPH Emerging TechnologiesやLaval Virtual等の著名な国際会議展示部門への挑戦を強く推奨しており、配属後の早い段階でのテーマ決定と最短での試作開始のために全力でサポートを行います。研究テーマは学生の趣味や興味をベースに教員とディスカッション(雑談)を重ねることで決定します。日頃の趣味やこだわりが、面白い研究テーマに繋がるかもしれません。是非一緒に、JAISTで楽しく充実した研究生活を送りましょう！



人間とAIが拡張し合い、超人間・超知能技術の実現

研究を始めるのに必要な知識・能力

新たな学際的研究分野を挑戦し、自らの「ゆめ」を実現する意欲が重要です。CG・HCI分野の基礎、機械学習・深層学習やインタフェース技術を自発的に習得できることが望ましいですが必須ではありません。

この研究で身につく能力

超スマート社会における高い専門知識と幅広い俯瞰的知識を有する未来価値創造人材の育成が重要な課題です。特に、学問分野を超えて学際的思考力、問題解決のための情報活用能力および俯瞰的視点でのイノベーション創出力は不可欠です。他の研究者と互いを尊重し合いつつ切磋琢磨し、専門領域から異分野の知識を蓄積し学際的思考が育ちます。サイバー空間とフィジカル空間を融合させるユーザインタフェースの開発においては、情報技術の利活用により問題解決するための実践力も身につきます。

【就職先企業・職種】 情報通信産業、研究開発職、製造業、クリエイティブ産業など

研究内容

Society 5.0*における人間とAIが拡張し合うインタフェースである「オーグメンテッド(X)インタフェース」の研究を実施しています(図1)。これまで専門家しか理解できない人工知能やロボット技術等を初心者でも簡単に扱えるヒューマンインタフェースを提案し、利用者は自身の創造力、身体能力や認知能力を拡張できることで、誰でも自分の夢を追求できる社会の実現を目指す。研究ビジョンとしては、創造社会にてインタフェース技術を通して、超人間・超情報技術の実現に、人間と機械の調和が取れる社会実装を目指しています。

※日本が提唱する未来社会のコンセプト(超スマート社会)。
具体的な研究方向は、以下の研究テーマに取り組んでいます。

(1) スケッチインタフェース：創造性溢れる社会へ

近年深層学習技術の発展による社会の改革が進んでいます。その中には、創造性をもつ人工知能技術の実現がまだ挑戦的で重要な研究トピックスとして世界から注目されています。本研究課題は、誰でも使えるインタラクティブを提案し、GANやVAE等の深層生成モデルを代表とするデータ駆動型手法を用いることでコンテンツの制作支援を目指しています。具体例としては、ユーザの対話的な飛行機の形状設計、簡単なスイッチ入力から流体の編集が可能になる技術。

(2) インタラクティブAI：人間と融合で知能増幅

本課題では、人間の能力を機械学習プロセスに取り入れ、人間と人工知能のインタラクション技術、人間参加型機械学習、ヒューマンコンピューテーションインタフェースの実現を目指しています。具体例としては、クラウドソーシングによる画像収集のアノテーションインタフェース、ヒューマンインザループの点群による3次元モデルの構築に関する技術。

(3) 人間拡張：AIと融合で人間の能力向上

人工知能を代表とするテクノロジーは、私たちの生活のあらゆる面を拡張しています。「拡張時代」は、人類史におけるすべての世代の中で、最も素晴らしい優位性と可能性を私たちに提供します。本研究課題は、情報技術やロボット技術を活用して人間自身

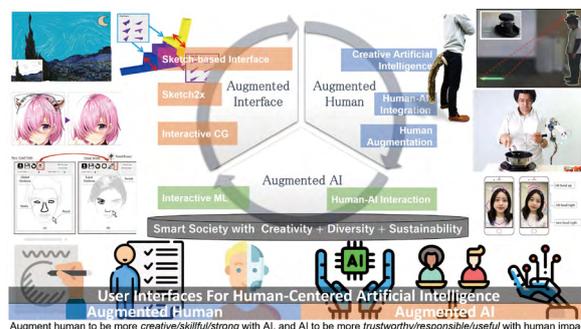


図1 オーグメンテッド(X)インタフェースの研究

の能力を回復・増幅する技術の開発を目指しています。具体例としては、動物の尻尾を模倣し人間の身体機能および感情表現力を拡張できるデバイス、収納性と伸縮性を考慮したウェアラブルロボットアームの開発。

主な研究業績

1. H. Xie, K. Arihara, S. Sato, K. Miyata. DualSmoke: Sketch-Based Smoke Illustration Design with Two-Stage Generative Model. Journal of Computational Visual Media, 2024.
2. C. Li, T. Zhang, X. Du, Y. Zhang, H.Xie. Generative AI Models for Different Steps in Architectural Design: A Literature Review. Frontiers of Architectural Research, 2024.
3. Z. Huang, H. Xie, T. Fukusato, K. Miyata. AniFaceDrawing: Anime Portrait Exploration during Your Sketching. ACM SIGGRAPH 2023.

使用装置

深層学習サーバ、3Dプリンター&スキャナー
各種センサ、プロジェクター、深度カメラ、JAIST FabLab

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~xie/>

オーグメンテッドインタフェースの研究課題に対して、学生の主体性を重視しながら、チームワークで研究開発の即戦力を鍛えることを目指しています。自らの目標を実現するために、個人型と共同研究型の研究プロジェクトを通して、学生の高い研究能力と豊かなコミュニケーション能力の向上に取り組めます。様々なプロジェクト研究に参加させることで、自らの可能性と研究ビジョンを明確にしつつ、教員と共同で解決手法を探索します。また、国内外の研究機関との共同研究や産学連携の機会を設けることで、グローバル人材として世界トップレベルの研究成果が得られるように支援していきます。

社会リスク・防災 研究室

准教授：ラム チ ユン (LAM Chi Yung)
E-mail : cylam@jaist.ac.jp
[研究分野] Risk and Disaster Management
[キーワード] Risk, Disaster, Resilience, Analysis, Simulation



Strengthening Risk and Disaster Resilience: Bridging Science, Technology, and Community for a Safer Future

研究を始めるのに必要な知識・能力

We welcome students with a strong academic background in engineering or science, as well as an interest in or experience with numerical and data analysis. Strong written and oral communication skills in English are also required.

この研究で身につく能力

Our research focuses on the analysis, management, communication, and regulation of various types of risks in nature and society. In our laboratory, students are expected to understand the theories of risk and its management processes, as well as the integrated analytical techniques for addressing complex problems related to risks and disasters.

[就職先企業・職種] Civil service, consulting firm, railway/ transportation/ engineering company

研究内容

We are conducting research on frameworks and methodologies for risk prediction and disaster resilience. Focus areas include proactive management, resource optimization, and community-driven strategies, including (but not limited to):

Multimodal Risk Analysis Framework

We are studying a multimodal framework for risk analysis and prediction, integrating data from text, images, sensor readings, and historical records. By combining AI and machine learning models, this research aims to predict and mitigate risks in real-time across domains such as social infrastructure, socioeconomic systems, cybersecurity, and healthcare. The focus is on explainability, proactive management, and scenario simulation.

Integrated Disaster Resilience Framework

We are studying a disaster resilience framework that integrates real-time data from IoT sensors, satellite imagery, and social media to predict and enhance recovery efforts. By combining predictive analytics and community-based models, the framework aims to optimize resource allocation, improve emergency response, and foster adaptive strategies for resilient infrastructure and communities facing natural disasters.

Community-Based Disaster Risk Reduction

We are exploring the role of community-based risk reduction strategies in enhancing disaster resilience. The focus is on integrating multidisciplinary knowledge, participatory decision-making, and localized resource allocation to mitigate natural hazards. Case studies of successful initiatives are being investigated to assess their scalability and effectiveness in reducing vulnerabilities and fostering sustainable recovery. Emphasis is placed on empowering local stakeholders for long-term resilience.

Adaptive Decision Strategies for Uncertainty

We are examining the integration of scenario planning and game theory in decision-making for uncertain disaster risks. The focus is on how dynamic modeling and stakeholder collaboration can improve preparedness and resource allocation under uncertainty. Case studies are analyzed to assess how these methods enhanced adaptive strategies, reduced impacts, and fostered resilience in complex disaster scenarios, such as pandemics or cascading natural hazards.

Nature-Based Disaster Prediction Methods

We are investigating the use of natural indicators, such as animal behavior, plant growth patterns, and atmospheric changes, to predict natural disasters like earthquakes, tsunamis, and hurricanes. We combine traditional ecological knowledge with modern data analytics to develop predictive models. The goal is to create early-warning systems based on nature's signals, enhancing disaster preparedness and response while preserving local knowledge.

主な研究業績

1. LAM, C.Y., et al. (2025). An information network analysis approach to assessing the processes of issuing evacuation instructions: A study of evacuation cases in Japan. *Journal of Risk Research*. DOI: 10.1080/13669877.2025.2466537.
2. LAM, C.Y., et al. (2025). Optimizing travel routes for medical services during evacuation: A network and shared mobility perspective. *Progress in Disaster Science*. DOI: 10.1016/j.pdisas.2025.100407.
3. LAM, C.Y., et al. (2024). Topological network and fuzzy AHP modeling framework for the suitability analysis of evacuation shelters: A case study in Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. DOI: 10.1016/j.ijdr.2024.104696.

使用装置

Advanced Analytical Software and Analyzers, High-Performance Computers

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://jaist.ac.jp/~cylam/lab/>

Our laboratory encourages students to conduct advanced research while fostering creative thinking throughout the process.

トランスフォーメティブ知識経営研究領域

人間がウェルビーイングを実感・追求できる
社会の推進に向けた変革志向の知識経営理論の構築
および実践的問題解決を目指す

■ 領域の概要

これまでの知識経営は、いわゆる現場の暗黙知を組織の競争的資源として機能させるべく、いかに知識を共有・活用するかに主たる焦点がありました。しかし次代の社会発展を踏まえた知識経営は、知識の創造・共有を通じていかに変化を起こし、人間のウェルビーイングに貢献できるかが鍵になるでしょう。我々は知識を、ウェルビーイングを実感・追求できる社会構築のための変革的資源として捉え、変革を促す知識および知識創造の在り方とは何か、変革力をつけるためにどう知識経営を刷新する必要があるか、を共通の問いとし、知識経営が有していた知識の創造・移転・管理の分析レンズを「知識による変革」の視点から定義し、理論構築、および変革を通じた実践的問題解決を目指します。

■ キーワード

ウェルビーイング、知識創造、組織変革、グリーンサービスイノベーション、サステナビリティ、価値デザイン、IoTデザイン、医療現場のエスノグラフィ、ビジネスエスノグラフィ、サービスインテリジェンス、人工知能、人類知性科学

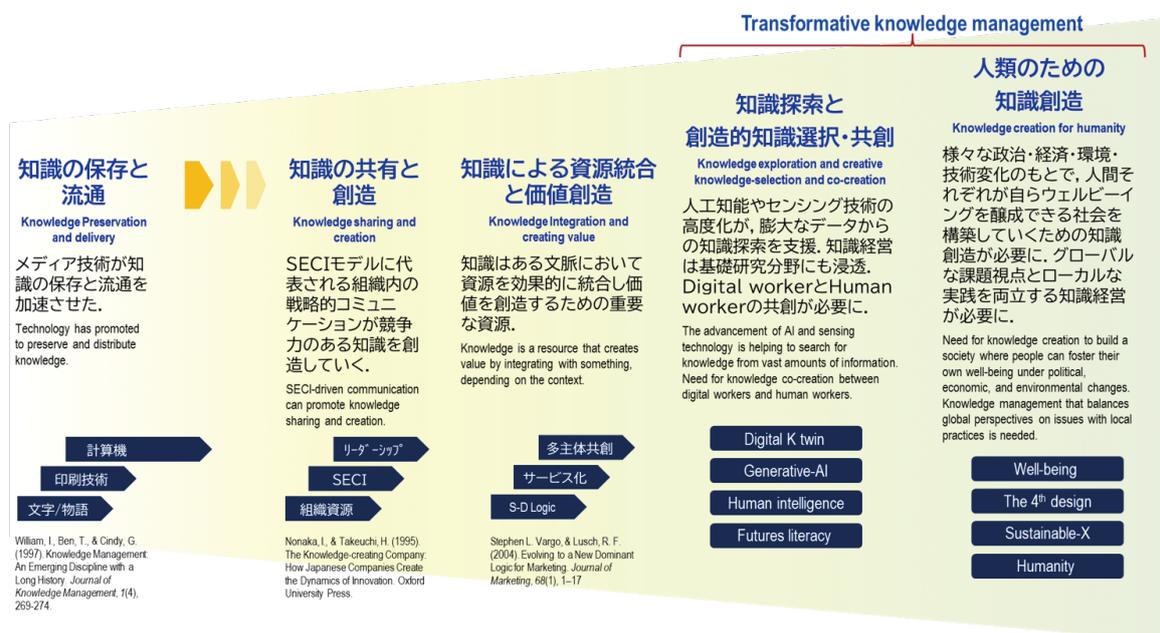
■ 教育研究の方針

デジタル化が牽引する高度技術社会に潜む課題およびそれを超克する経営手法の探究や、地球環境持続可能性や医療サービス、地域の持続可能性などの人間のウェルビーイングにかかわる諸課題の改善に貢献するサービスシステムの研究を通じて、次世代の変革志向の知識経営モデルを世界に発信していきます。この過程で、望ましい社会とは何かについて多様なステイクホルダーと共創的に知識創造し、研究課題を設定する能力を育成します。また自ら設定した課題に対し、科学技術と人間の知識を効果的に融合しながら、価値をデザインできる能力を涵養していきます。そして総合的に、チェンジエージェントとして最先端の技術を経営に生かす構想力を持ち、周りを巻き込み変革する熱意と実行力を持つ、新しい知識経営人材を育みます。

本領域で学んだ方は、新しい仕事をする人材(例えば、サーキュラービジネスをデザインする人材、起業家、人類学的視点を持った医療人材、組織のデジタル化をリードする人材など)として期待されています。

■ 就職実績

アクセンチュア(株)、(株)ADKデジタル・コミュニケーションズ、伊藤忠テクノソリューションズ(株)、SAPジャパン(株)、(株)NTTドコモ、GMOインターネット(株)、ソフトバンク(株)、大同生命保険(株)、東京都庁、トヨタ自動車(株)、(株)野村総合研究所、(株)博報堂、(株)日立製作所、(株)星野リゾート、(株)三菱総合研究所、(株)USEN-NEXT HOLDINGS 等





現場(フィールド)の手触りにこだわった研究をしています

研究を始めるのに必要な知識・能力

とくにありません。しいていえば、1つの問いに対して1つの解答しかないという、学校算数的な問題設定から離れて、必ずしも答えが1つではないような、現実社会の複雑性に目を向けようとするような構えが要求されます。

この研究で身につく能力

本研究室では、さまざまなコミュニティや組織の知を、文化人類学的視角から研究しています。物事を社会科学的に把握する能力、および方法論としてのエスノグラフィの能力を身につけることができます。エスノグラフィは、我々にとって馴染みのある事象を“異化”して把握する力をもつ方法論です(馴質異化)。我々がよく知っている会社や病院、学校や大学、研究所の実験室など、その現場にいる人々にとって当たり前すぎて、あえて言語化して問わないような「言わずもがな」「問わずもがな」の事象を“異化”しながら記述・分析するエスノグラフィは、現場の課題発見や人々の生活に潜むニーズ発掘のためのインサイトなどに繋がるとされ、ビジネス/デザインの領域でも重用されるに至っています。こうした能力を本研究室では涵養します。

【就職先企業・職種】 コンサルティング、マーケティングリサーチ、UXリサーチ、デザインリサーチ関連の企業、技術営業関連の企業、医療機関など

研究内容

エスノグラフィ(Ethnography)

エスノグラフィ(現場密着型の質的調査)は、もともとは文化人類学者が素朴な伝統社会を綿密に調査する方法論でしたが、近年では、経営学・医学・看護学・科学技術研究・デザインなどでも広く取り入れています。また、ビジネスの実務でも、例えば、組織における業務の改善・最適化のための現場観察や、消費者のインサイト(洞察)を探るマーケティング調査などに用いられつつあります。

ただし、実務界において、やや混乱がみにエスノグラフィが流通している現状があるにもかかわらず、十分に議論が整理されているとは言えません。本研究室では、文化人類学的視角およびその方法論であるエスノグラフィの特徴やその強み、それらを実務に導入する際の留意点などについて、議論を前に進めようとしています。それによって、一方で実社会に貢献し、他方で文化人類学の可能性を切り開くことを目指しています。特に近年では、医師・看護師などの医療者教育に貢献する文化人類学・エスノグラフィの可能性を探っています。

現場(フィールド)から考える

修士課程学生であっても、なるべく現場(フィールド)に飛び込んでいくエスノグラフィ研究を勧めることにしています。職業的な文化人類学者の現地調査は長期にわたります(私も博士課程の頃、ニュージランドの先住民の村などに計2年以上、住み込み調査をした経験があります)が、本学の修士課程ではそのような長期の現場調査はお勧めしません。むしろ、学部時代の専門や実務経験を活かすことのできるフィールド(現場)を選んでもらい、短時間で結果がでるように、調査を工夫するよう指導しています。

領域横断的な環境でのユニークな文化人類学

狭義の文化人類学や社会学を教える大学院は日本国内に多々あります。しかし、学部のバックグラウンドを問わないJAISTでの、領域横断的な環境でそれらを学ぶことで、他の大学院では出せないようなユニークな研究成果が出せるものと考えています。たとえば機械工学系の学部教育を受けてきた学生が、文化人類学や社

会学を私の研究室で学ぶことで、学部時代の知識も活かしつつ、精密機械工場の現場での課題抽出・課題解決を目指したエスノグラフィ研究を行う、などが一例です。そうした試みは、文化人類学だけ、社会学だけ、を学部から専攻してきた学生にはないユニークなエスノグラフィ研究を生み出す可能性を秘めています。私の研究室に所属する学生は学部レベルでは看護系・医学系・工学系・教育学系など様々なバックグラウンドを持っています。

近年、伊藤研究室では、科学研究を行う実験系ラボや、病院などの医療福祉施設を主たる対象として問題解決を志すエスノグラフィ研究、また、デザイン思考とエスノグラフィとを組み合わせた応用的な調査手法の洗練を試みる学生なども増えつつあり、そのような新しい対象・テーマに取り組んでみたいという学生を求めています。



左 伊藤泰信、2007、『先住民の知識人類学』世界思想社(第7回日本オセアニア学会賞 受賞)
右 伊藤泰信編、2009、『ラボラトリー=スタディーズをひらくために』JAIST Press.

主な研究業績

- 伊藤泰信, 2021, 「エスノグラフィと文化人類学の視点」飯田淳子・錦織宏編『医師・医学生のための人類学・社会学——臨床症例/事例で学ぶ』ナカニシヤ出版, 17-26.
- 伊藤泰信, 2017, 「エスノグラフィを実践することの可能性——文化人類学の視角と方法論を実務に活かす」『組織科学』51(1): 30-45.
- Ito, Y., 2016, 'Ethnography' in Japanese Corporate Activities: A Meta-anthropological Observation on the Relationship between Anthropology and the Outside. H. Nakamaki et al. eds., Enterprise as an Instrument of Civilization. Springer, 55-72.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : https://www.jaist.ac.jp/profiles/info.php?profile_id=427

- 自分が慣れ親しんだ「当たり前」の発想から自由になること・抜け出すことは、なかなか容易ではありません。文化人類学の視角、エスノグラフィという方法論は自分たちの「当たり前」を解きほぐす(「リフレーミング」する)のに優れています。文化人類学的な視点や方法論を駆使できる学生の涵養を目指します。
- 伊藤研には社会人学生(東京)が多く在籍しています。社会人学生の場合、これまでの経験やプライドが研究の邪魔をすることがあります。経験が豊富であるほどアンラーニング(慣れ親しんだ価値観から離れる「学びほぐし」)に困難を伴いがちです。そのことを踏まえつつ、じっくりと取り組んでもらいたいと考えています。



研究開発イノベーション・社会課題解決のために 何ができるのか、エビデンスをもとに考えます

研究を始めるのに必要な知識・能力

将来を見据えたビジョンをもつこと、それ以外、必要な知識や能力は、あとからでもついてきます。

この研究で身につく能力

将来を見据えた自分自身のオリジナルなビジョンのもと、自分が何をを知りたいのか、何を解決したいのかを、様々な観点から掘り下げ、それを実現するためにロジックモデルを作り、どのようなエビデンスをどこから収集し、どのような分析を行えばよいのか、一緒に考えられたらと思います。その際、分野の枠をこえて、さまざまな観点でものをとらえ、考え、作り上げていくという思考方法が大切です(「越境する力(融合力)」)。さらに、さまざまなセクターをこえた協働をすすめることが大切であり(「巻き込む力(共創力)」)、そのためにも科学コミュニケーションを学ぶことがとても重要です(「コミュニケーション力」)。こうした能力は、中央官庁や地方自治体、シンクタンク、大学経営・組織マネジメントなど、政策や企画立案、研究開発マネジメントにおいて必要な能力です。また、こうした能力は、広く、医学・医療分野にも応用できると考えています。

【就職先企業・職種】 中央官庁、地方自治体、シンクタンク、大学、医療関係など

研究内容

私自身の研究教育活動は、その原点となる医学者としての専門である医学生理学の専門性の追求とともに、それを軸とした社会との関わり、政策のための科学を遂行するところにまとめられます。

医学生理学の専門性の追求については、網膜神経節細胞の機能解明(網膜における視覚情報処理機構の解明)と、網膜における「超並列視覚情報処理」の在り方に取り組んできました。

さらに、そうした専門性を軸とし、専門的な「知識」を他分野にいかにつなぐか(「科学コミュニケーション」)を検証し、多様な視点から専門的「知識」を新たな価値創出に結びつける取り組みを行っています。

それらを踏まえて、政策・行政・社会の課題に対して科学がいかに貢献できるかを考える「政策のための科学」を実施します。たとえば、特に、大学の研究力評価などにおいて新たな定量的指標を提案(「厚み」)するなどし、文科省はじめ行政やメディアとともに、大学の研究力分析等に取り組んでいます。

上記を踏まえ、本研究室においては、以下の3点を重視した研究活動を行います。

① 知識の融合と新たな学問の芽の創出

JAISTの優れた特徴である知識科学分野の研究との協働を中核にすえながら、様々な分野の「知識」を融合することにより、新たな学問の芽の創出を行います。そして、それを基盤として、新たな学問領域である「人類知性科学」の創出につなげます。

② 国・地域社会・産官学の連携により、既存の枠をこえた新たな価値創出

アカデミアの枠をこえ、産学はもとより、国・地域社会との産官連携(「政策のための科学」の実践)により、新たな価値創出(イノベーション)を促進します。

③ トランスファラブルなスキルをもった人材育成

上記の実現を通じて、トランスファラブルなスキルをもった人材育成(特に、社会人教育や社会人リカレント教育、行政に関わる博士人材育成)をすすめます。

そして、前記3点を実現するために、「知識科学」が中心となりながら、「情報科学」や「マテリアルサイエンス」など他の分野との連携をはかり、それぞれの学問領域の「知識」(Intelligence)を融合し、さらに、人類の「知性」(Wisdom)へと昇華させることが重要と考えています。

このように「知識」を融合し「知性」として昇華させ発展させることで、人々の心や精神性、価値観までも対象に含めた新たな学問として「人類知性科学」の創出を目指します。

主な研究業績

1. Neurite arborization and mosaic spacing in the mouse retina require DSCAM, Peter G. Fuerst, Amane Koizumi, Richard H. Masland, Robert W. Burgess, NATURE 451(7177) 470-U8 2008
2. Reward research outreach in Japan, Amane Koizumi, Yuko Morita, Shishin Kawamoto, NATURE 500(7460) 29-29 2013
3. Substantiality: A Construct Indicating Research Excellence to Measure University Research Performance. Masashi Shirabe, Amane Koizumi. Journal of Data and Information Science, July 25, 76-89, 2021

研究室の指導方針

一番大切なのは、自分が何をを知りたいのか、何を解決したいのか、将来を見据えたビジョンを持っていることです。そして、そのためにできることについてロジックモデルをたて、色々なステイクホルダーを巻き込んで実現していく、実行力が重要でしょう。そのために出来ることを一緒に考えたいと思います。



知識科学・MOTに基づく産学官・地域連携プロジェクトのデザイン、イノベーション創出

研究を始めるのに必要な知識・能力

入学までの自分自身の知識・経験、人間性を前提として、新たな知識獲得・自己成長に向け、前向きに取り組むことを期待します。研究を始めるにあたり、自分自身、人間関係、社会システムをよく理解することを求めます。社会・人間は複雑なものであり、丁寧に粘り強く対応し、尊敬を持つことが必要です。なお、国内の地域でのプロジェクトでの対応があるため、日本語が必要です。

この研究で身につく能力

プロジェクトマネージャー、ゲートキーパー、コーディネーターになるために必要な能力・スキルの獲得を目指します。

- ・多種多様な角度から分析した知識
- ・技術的な観点での高い知見
- ・知識、知見、人間性に立脚した調整能力、交渉力

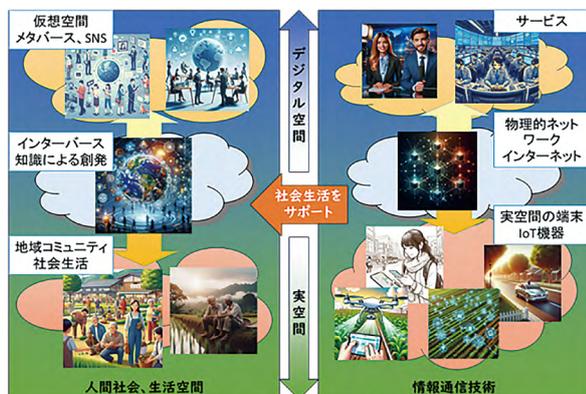
【就職先企業・職種】 情報通信関連のサービス業、製造業

研究内容

情報通信技術 (ICT) をベースとして、実空間とデジタル空間の関係性を意識し、

- ・産学官・地域連携プロジェクトに関する研究
- ・イノベーション創出に関する研究
- ・知識科学・MOT に基づく組織活動に関する研究
- ・プロジェクトデザインに関する研究
- ・人材育成手法に関する研究

を進めていきます。



社会生活と情報通信技術との関係について

これまでの産学官連携・地域プロジェクトの推進、組織運営、政策立案などの知見に基づき、政府、地方公共団体、国立研究開発法人、企業、シビックテック関連団体、NPO などとの協業により、研究開発を進めていきます。

主な研究業績

1. Node Degree based routing metric for Traffic Load Distribution in the Internet , Junichi SHIMADA, Hitomi TAMURA, Masato UCHIDA, Yuji OIE , IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, Vol.E96-D, No.2, pp.202-212, 2013
2. Inducing Scale-Free Characteristics of Dynamic Unstructured P2P Networks , Junichi Shimada, Kei Ohnishi, Hitomi Tamura and Yuji Oie , The 26th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2012) , March 2012
3. 研究開発テストベッドネットワーク JGN と ICT 研究開発 : 地域・産学官連携プロジェクトデザインとその成果報告 / JGN (Test-bed Network Environment for Research & Development) and ICT (Information and Communications Technology) Research & Development , 電子情報通信学会誌 : THE JOURNAL OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 90, (1), 63 - 79, 2007-01-25

研究室の指導方針

研究室のメンバーが、お互いを共有、共鳴、共進、共創、創発しつつ、リスペクトを持ちながら研究することを目指します。「社会に出て役に立つこと」に重点を置き、知識習得のための方法論や社会対応のための戦略など、個々のスキルの習得を目指しています。そのため、様々な関係者との調整力や交渉力を向上させ、幅広いスキルと知識を身につけるための研修を実施します。このため、様々な関係者との調整力や交渉力を高め、幅広いスキルと知識を習得することを期待します。



持続可能な未来を拓くサービスリーダー の育成

研究を始めるのに必要な知識・能力

関心のある事象に対しては、まず既存理論で説明がある程度できそうなものなのか考える癖をつけるとよい。そのためには日々の鍛錬を通じて特定の理論について習熟するか、あるいはなるべく多くの理論の引き出しを用意しておくことが必要。加えて、状況を図解できる能力があるとよい。複雑な現象でも何が主たる要素なのか自ら判断し要素間の関係性について考えていくことは研究において極めて役に立つ。これは研究室教育でも重視している。

この研究で身につく能力

社会・経済・環境に存在する様々な人類にとって重要な課題を見出し、現象の理解や状況改善のためのアプローチを考える。この過程で、現場の知を変革する知識経営および組織学習、消費や価値共創を分析視点に社会の仕組み作りを考えるサービスマーケティング、科学技術と社会の調和的関係を進める責任ある未来志向のイノベーションのあり方について学ぶ。研究室ゼミでは知識経営(とりわけ知識の共有、移転、隠蔽回避のマネジメント)、マーケティング(とりわけ消費者行動、サービスマーケティング)、技術経営(とりわけリーダーシップ、モチベーション等のミクロ組織論、新制度派の議論、ロードマッピング)について知ることになる。最も重要なのは知り得た情報を基に自ら考え・行動できるかである。学外での様々な交流をすることで、実践的な知識展開力を身につけることを目指す。

[就職先企業・職種] システムコンサルティング、インターネットサービス、製造業、行政職員、大学教員など

研究内容

我々は、ウェルビーイング(WB)、サステナビリティ、インクルーシブ社会、といった人類にとって重要な概念について考え、よりよい社会に向けた知識創造を以下の4点から研究している。そしてこれらを総合し、人々(生活者)にとって何が価値あるものなのかを考え、実践していくためのトランスフォーマティブ知識経営のフロンティアを開拓する。



幸福知
WBに
なっ
てい
くた
め
の
知
識

ウェルビーイング・マーケティングの研究

マーケティングの根は顧客ニーズの理解・洞察にあり。企業と顧客の間の対話や資源統合を通じた価値提案への応答が、その根の恵みとなり、マーケティングの実りを豊かにしていく。改めてニーズとは何かを見直し、消費者のウェルビーイング形成を可能にするマーケティングアプローチを、戦略、場やインタラクションのデザイン、主観・客観的なウェルビーイング評価、の観点から研究している。



組織知
組織の
有効性
を高め
る知
識

組織的知識共有の研究

組織内知識共有は容易にあらず。むしろメンバー同士が重要な知識を敢えて隠す「知識隠蔽」が往々にして起こり組織の有効性を下げる。加えて、企業と消費者というレベルでも、時に欺瞞的知識交換やミスコミュニケーションが意図しない結果を双方にもたらす。こうした知識共有・移転の暗黒面に目を向け、そこから転換するための方策を社会心理学および環境心理学の視点を活かし研究している。



未来知
未来を
共創
する
た
め
の
知
識

組織的未来リテラシーの研究

未来リテラシーとは「未来に備え、ありたい未来を構想する」ための基礎能力である。これまで、戦略ロードマッピングのアプローチを基盤に、産学連携を通じて未来リテラシー形成を進めてきた。弱いシグナルを如何に把握するか、未来アイデア創造はどのような間いかけであれば活性化するか、シナリオ分析やプロトタイピングは未来アイデアへの納得感を如何に高めるか、等について研究している。



共在知
声なき
主体の
存在を
認め
サービ
スシス
テムに
組み込
むた
め
の
知
識

持続可能性とサービスシステムの研究

人間は自然と共に在ることを陽に認識し、日頃から両者が価値共創していることを意識することは、持続可能なサービスシステムあるいは循環経済を考究する起点となる。我々は地球環境に影響を及ぼしうる具体的な課題の現状調査、および卓越事例の分析を通じて、コミュニティアプローチの重要性を認識してきた。そして、参加アクターを如何に選定すべきか。コミュニティ内ルール形成(或いは生成)はどのようにあるべきか、民間の活動はこのアプローチをどのように活性化するか、等を研究の問いとしている。研究を通じ、自然資源アクターと人間との応答関係の維持、アクター間の価値共創促進のインセンティブ、スケール化のためのサービス設計について有用な知見を出すことを目指している。



主な研究業績

- Bocken, N. and Shirahada, K. (2025), "Circular business models in Japan: Analysis of circular business transformation through an institutional approach", *Sustain Prod Consum.*, DOI:10.1016/j.spc.2025.01.015
- Shirahada, K. and Zhang, Y. (2021) "Counterproductive Knowledge Behavior in Volunteer Work: Perspectives from the Theory of Planned Behavior and Well-Being Theory", *J. Knowledge Management*, DOI: 10.1108/JKM-08-2021-0612
- Shirahada K, and Wilson A. (2022) "Well-being creation by senior volunteers in a service provider context", *J Serv Theory Pract.*, DOI:10.1108/JSTP-07-2022-0137

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.shirahada-lab.info/>

研究室ゼミは対面と遠隔の双方のチャネルで実施。ゼミでは定期的に研究進捗を報告し、議論を通じて自分の考えを相手に説得することや、良き意見があればそれを基に一段高いレベルに議論を深めていくことを学ぶ。自分とは異なるアプローチやテーマでも、相手の研究進捗にプラスになるような貢献ができるよう聞き手は意識し、準備することを勧める。加えて学びの場は大学にのみならず。課題を抱える現場を歩き・関係者と対話することにより観察力・洞察力を高め人間力をもって現場改善に資することを目指す。最近ではネット空間に常設の研究室を置き、アバターを通じて議論可能にしている。



自分らしさや好奇心を生かし、人とAIと 創発して新たな知を探求します

研究を始めるのに必要な知識・能力

子どものような探究心、野生、人に役立ちたいなどの熱意を期待します。些細なことでも感動できる感性、ものづくり能力、プログラミング能力、身体能力、人を笑わせる能力、共感性、文章力、構想力、鈍感力、チャレンジ力など何か強みを発見し、その強みを伸ばすよう研究を楽しみましょう。

この研究で身につく能力

熟練者の暗黙知を問い引き出す知識構造化技術、情報デザイン、学習支援技術を身につけます。熟練者は真剣に遊びながら様々な方法で知識を探求します。このための、あたりまえを疑う力、考え方が変化することを楽しむ姿勢、新しいことにチャレンジする力、生涯熱意をもてることを見つけ続ける好奇心を引き出し、研究者として必要な倫理感、独創性や共創力、研究力と論文作成力を伸ばします。

[就職先企業・職種] 製造業、サービス業、農林水産業、コンサルなど、対人で価値を提供する業種

研究内容

現代は変化が大きく将来が予測困難な時代となっています。また、AI は人類が生み出した形式知から、私たちの質問に対する回答を生成できるように進化しています。そこで、AI を活用して人の直感や野生、創発力を高め、新たな知を探求します。常識を疑い、身の回りの出来事の意味を発見・構造化することで、新たな価値を共創し感動することができるよう貢献します。この研究の過程で、自身も変化に対応できる能力を身につけます。

そのために重要となる**データ知識構造化**は、熟練者の**暗黙知**や**身体知**を体系的に引き出し、事例データなどと共に構造化します。事例データをきっかけに熟練者の暗黙知を引き出したり、テキストでは理解困難なグラウンディングと人への知識伝承を支援します。熟練者は今まで出会ったことのない事態に直面しても瞬時に最適な対処方法を編み出します。このような知の創出原理自体もメタな知識として構造化します。

本研究室では、無償のサービスも含む以下の3つのサービスを対象にします。企業や地域などの現場におもむき、熟練者の野生や本能、暗黙知をデータ知識構造化します。この知識を内蔵したAIを熟練者が活用することで、パフォーマンスを劇的に向上することを目指します。

こころのサービス

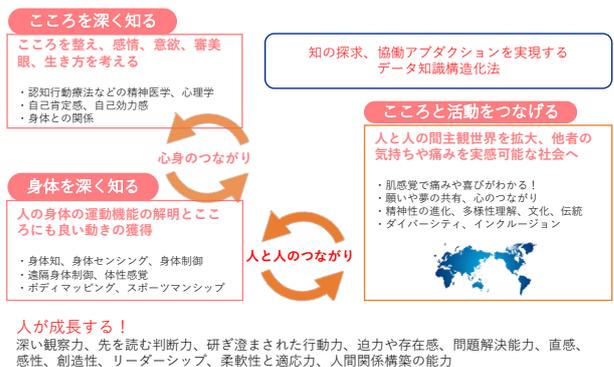
人のこころの課題を解決するよう支援するサービスです。脳科学や医学の知見を生かした心理療法、音楽療法、認知行動療法、精神ケア、認知症ケアや、働く人のストレス低減など心理面の支援者が持つ莫大な暗黙知を解き明かします。

身体動作のサービス

人の身体動作の課題を解決するよう支援するサービスです。複雑な身体の状態や動きを含む身体知をもとに健康増進や障害予防、介護予防に資するスポーツ科学と運動指導技術を研究します。

作業知のサービス

製造業、介護、地域コミュニティ支援などの作業者が作業手順をスムーズに実行し価値を提供できるように支援するサービスです。各現場の熟練者の知識を構造化し、状況に応じて分かりやすく知識提供する技術を研究します。



主な研究業績

- 身体動作の指導知識構造化方法の提案, 佐藤航, 山本葵, 熊谷小百合, 吉田康行, 伊集院幸輝, 押山千秋, 藤波努, 西村拓一, 情報処理学会論文誌ジャーナル (Web) 65(1) 113-125 2024.
- 作業手順内の行為の目的を表出し構造化する方法の提案—介護現場での目的指向知識構造化—, 伊集院幸輝, 小早川真衣子, 飯野なみ, 西村拓一, 情報処理学会論文誌, 63-1, 2022.
- 時間配置と構造配置の融合による活動プロセスの協働リフレクションの実現, 友部 博教, 中村 嘉志, 沼 晃介, 須永 剛司, 西村拓一, 知能と情報, 22-3, 2010.
- 低解像度特徴を用いた複数人物によるジェスチャの単一動画からのスポッティング認識, 西村 拓一, 向井 理朗, 野崎 俊輔, 岡隆一, 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol.J80-D-II, No.6, 1997.

使用装置

モーションキャプチャ、床反力計、視線計測、知識構造化支援システム、知識共有システム

研究室の指導方針

研究室メンバーで探索力、共創力、実践力、構想力を互いに発揮し、ともに感動しワクワクする知の探究を目指します。そのために、笑顔になる雰囲気を保ち、お互いに強みを伸ばします。研究室だけでなく、他の研究室や他大学、研究所、企業、サービスや製造現場の関係者と連携し視野を広げます。新たな技術や方法を提案し、企業や現場で改良していきます。人の指標に振り回されず、熱意を持って自分の夢をめざし、感動する研究を目指します。研究を進め、私たち自身の問う力も醸成していきます。

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/nishimurab/>



環境と社会のサステナビリティに 貢献する意思決定科学

研究を始めるのに必要な知識・能力

応用数学の知識があると研究の幅が広がるとともに質が深まるため、可能な限り身につけておくことを推奨します。また、日々の自己研鑽を絶やさないこと、一見して互いに全く異なる事象の間に存在する未知の相似性を見出せるような想像力の獲得を野心的に追及すること、を求めます。誰しも、限られた時間内に限られた物事しか学ぶことができません。そのため、「研究は時間との闘いである」という認識も求めます。

この研究で身につく能力

数理的な視点から資源や環境の持続的な管理を考究するための知識やスキル、とりわけ制御理論や最適化理論に関わるもの。また、野外における現場等の研究フィールドにおいて求められる様々な状況判断能力。

研究内容

環境と社会の持続的な共存は人類に課された課題です。とくにいま、自然環境がもたらす様々な生物資源(魚や作物)やエネルギー資源のワイズユースが切望されています。さらにはカーボンニュートラル、すなわち脱炭素社会の実現に向けて、地域から国、個人から団体に及ぶ、多様なスケールでの取り組みが求められています。

こうした大局を捉えつつ、本研究室では資源や環境管理の現場が直面する意思決定に関する様々な課題を解決するための研究に取り組んでいます。とくに、現代数理科学における諸概念を積極的に取り入れつつ常に斬新な発想を模索し、理論と応用(現場)、双方のスパイラルアップを野心的に追及しています。

以下に研究事例を示します。いずれにおいても異分野融合による学際的研究を目指しています。研究の現場としては、石川県手取川や島根県斐伊川等があります。

内水面水産資源「アユ」の資源管理

日本人にとって馴染み深い内水面水産資源であるアユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)は、1年で一生を終える独特のライフサイクルを持っています(写真1)。わが国では1990年代以降アユの漁獲量が減少し続けている一方、その資源管理の役割を担う漁業協同組合は漁業者や組合員の減少と高齢化により衰退の一途を辿っています。こうした難局を打開するためには、限られたコストの中で賢く情報を収集しつつ、その中から費用対効果が良い資源管理方針を抽出する、すなわち情報を知識化することが必要です。この研究では、アユの生態に関わる生物学的な情報の自発的収集に始まり、アユの個体や個体群の成長の数学定式化、さらには最適制御理論に基づいた資源管理スケジュールの導出に取り組んでいます。

水圏環境の数理的な理解深化

河川や湖沼といった水圏環境(写真2)には、アユに限らず数多くの生物が生息しています。こうした生物の栄枯盛衰は、水圏環境のダイナミクス(すなわち水の量と質)に左右されます。また、水力発電や農業、工業、生活のための水資源利用は、水圏環境と相互的に影響し合っています。この研究では、簡素でありながら水圏環境のダイナミクスを巧みに抽出できる数理的方法論について、必ずしも既存の数理・水文学的な枠組みに捉われずに探求しています。例えば、経済や金融、保険の分野で論じられてきた無限次元確率微分方程式系を応用することで、河川流量の物理特性を再現できることを見出しています。一見して「水」とは全く無関係なものの適用可能性を与える事例として、大変に興味深いです。

リスク・不確実性下での意思決定支援

上述した(1)、(2)の研究と関連します。資源や環境の管理において発生し得る著しく好ましくない事象であるリスク、ならびに情報の質や量の不足に起因する不確実性という、実務において必ず直面する困難と向き合う意思決定を考究しています。

この研究でも、数理的な基礎から実世界への応用をカバーすることを目指しています。例えば、前者では Orlicz 空間等の豊かな数理構造を有する関数空間を介して不確実性下でのリスク指標を理解するとともに、その数値計算アルゴリズムを開発しています。後者では、水力発電や土砂還元(写真3)、環境モニタリング等における、リスク指標の実世界での持続的な制御に取り組んでいます。



写真1：漁獲されたアユ(斐伊川)



写真2：水位・流量観測所がある手取川鶴来地点周辺



写真3：斐伊川において、土砂が枯渇する河川環境を改修するための「土砂還元」の様子

主な研究業績

1. Yoshioka H. and Yoshioka Y.: Assessing fluctuations of long-memory water environmental indicators based on the robustified dynamic Orlicz risk, *Chaos, Solitons & Fractals*, Vol. 180, 114336, March 2024. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2023.114336>
2. Yoshioka H., Tanaka T., and Aranishi F.: Limit equations of the adaptive Erlangization with their application to environmental management, *Computers & Mathematics with Applications*, Vol. 146, No. 9, September 2023, pp. 271-293. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2023.07.003>
3. Yoshioka H., Tsujimura M., Hamagami K., and Tomobe H.: Time-averaged stochastic control based on a singular local Lévy model for environmental project planning under habit formation, *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, Vol. 46, No. 9, June 2023, pp. 10572-10601. <https://doi.org/10.1002/mma.9140>

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.facebook.com/profile.php?id=100057653101504>

研究テーマは学生の自主性を尊重しつつ、教員との相談により決定したいと考えています。河川・湖沼・ダム貯水池・農地などの研究フィールドにおいて取得されたデータに基づく数理解析や数値計算等、様々な研究テーマが想定されます。フィールドでのデータ取得は常に一期一会であり、限られたデータから現象の背後に潜む数理構造を見出す必要に迫られる場面が多い。そのために、データから実現象を見出す力を養います。



知識を育む支援技術の研究

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究室ゼミを通じて、知識工学や認知科学、社会実装に必要な情報デザインについて学んでいくため、論文内容を論理的に理解し説明できる能力が必要です。また、研究分野を横断する交流を推奨するため、様々なものに興味を持てる方が望ましいです。

この研究で身につく能力

知識工学や認知科学、情報デザインといった分野に関する基本的な理論体系と実践経験
それらの学習を通じた論理的思考能力
実社会との共同研究を通じた社会課題発見のための洞察力とコミュニケーション能力

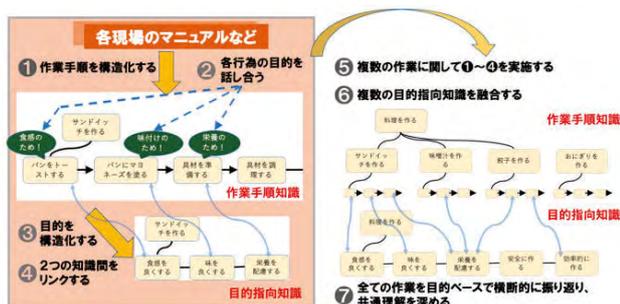
[就職先企業・職種] 製造業・サービス業などにおける DX 関連業務

研究内容

IT や AI 技術の発展、社会的情勢の劇的な変化が起こる今、企業や組織の中では新たな知識の創造や活用が求められています。本研究室では、組織や集団の中で知識を蓄積し、活用され続けるような知識を構築するための支援技術について研究を行っています。具体的には、様々な現場と共同して、新たな知識構造化手法・知識伝承手法の提案や、社会実装に取り組んでいきます。具体的には、主に2つの研究テーマに注力しています。

(1) 熟練者の知識構造化手法の提案

熟練者の知は、彼/彼女らの培ってきた経験や思考に基づいて、暗黙的に構成されているケースがほとんどです。そのため、熟練者の知の一部を適切に形式化していくことが、その組織や集団のためには重要になります。本研究テーマでは、現場の観察や熟練者へのインタビューを通じて、現場で本当に活用される知識の在り方を探求し、適切な形で構造化を目指します。



(2) 知識伝承活動の社会実装

知識は、現場の中で活用され、継承され、新たに創造されていくことが重要です。本研究テーマでは、情報デザインや社会科学の研究者と連携し、新たな知識伝承活動とそれを支える技術やシステムについて探求します。

本研究室では、これらのテーマについて、製造業現場・介護現場・コンサルティング会社との共同研究を行っているため、実践的な社会実装を目指した研究を取り組むこととなります。また、上記の研究テーマに関連する基礎技術や知見の発見に関する研究も並行して行っています。例えば、知識伝承活動で行われるワークショップにおけるファンリテーション技能や対話戦略の構造化・システム化などを探求することで、学術的な観点から社会を支える研究を目指します。

主な研究業績

1. 作業手順内の行為の目的を表出し構造化する方法の提案 一介護現場での目的指向知識構造化一, 伊集院幸輝他, 情報処理学会論文誌, 63(1):pp.104-115, 2022
2. “Human-Centric Digital Twin Focused on “Gen-Ba” Knowledge: Conceptual Model and Examples by Smart Voice Messaging System.”, Naoshi Uchihira, Takuichi Nishimura, Koki Ijuin, PICMET, 2023
3. “Difference in eye gaze for floor apportionment in native-and second-language conversations.”, Koki Ijuin, et al., Journal of Nonverbal Behavior 42(1): pp. 113-128, 2018

使用装置

視線追跡装置、モーションキャプチャ、知識構造化支援システム

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://sites.google.com/view/com-know/>

知識工学や認知科学、情報デザインといった研究分野の観点から現場で役立つ知識を、現場観察・事例研究・知識構造化・実験室実験・現場実験を通じて研究を進めます。ゼミは週2回のペースで開催し、研究進捗の報告などを持ち回りで行います。加えて、先行研究や重要文献の読み合わせを行う輪講を他研究室と合同で実施していく予定です。年に1,2回、他大学の研究室との合同研究会でのポスター発表練習を予定しています。様々な研究分野を学び、様々な研究者や企業人との交流を行う機会を作っていくため、幅広く好奇心を持ち探究を進められるような研究室を学生の皆さんと作っていくことを目指します。

共創イノベーション研究領域

テクノロジーと人間の共創的な知識創造の研究を通じて、高度知識社会を持続的に発展・進展させる新たな知性を探求する

■ 領域の概要

最先端の科学技術は人間の知的・身体的・心的な活動空間を拡張し、知識創造力を飛躍させます。一方、責任ある決断を行う総合的判断、弱いシグナルを捉える直感力、新たな問題を提起し仮説を作りながら知識を生み出す創造的な試行錯誤、他者と深くコミュニケーションし共創する力など、知的活動を解明し、活用するにはさらなる研究と実践の発展が求められます。知識創造が人間活動の中心、組織の競争力の源泉となる高度知識社会において、持続的に価値を生み出し発展させるには科学技術と人間の共創的な活動が重要です。私たちはこれら、最先端科学技術と人間の知性・創造性を融合して新たな知識を創造するプロセスを「共創インテリジェンス」と呼び、高度知識社会に必要な人間にとっての新たな知性を探究することを通じて、知性と創造性の本質を解明し、最先端科学技術を研究開発していくと同時に知性と科学技術のあり方を広く社会に提案していきます。

■ キーワード

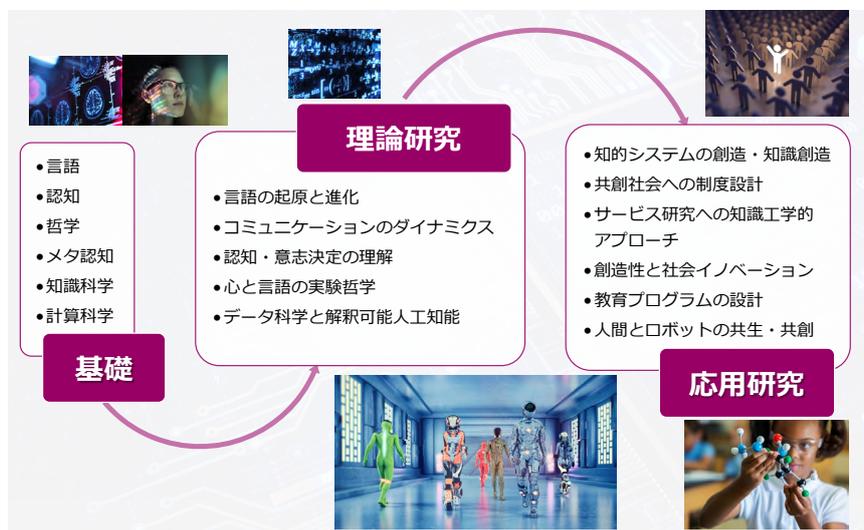
知識科学、知識創造、認知科学、データ科学、人工知能、言語・コミュニケーション、言語の哲学、意思決定論、メタ認知、教育工学、複雑系、創発・進化・制度、機械学習、計算科学、社会言語学、言語政策、創造プロセス、アイデア創出、経験学習、協調学習、学習プロセスデザイン

■ 教育研究の方針

私達の研究領域では、知能の本質や知識創造とその社会実践の研究を推進する教員が結集し、言語、認知、知識、哲学などの基礎を踏まえ、知能や知識創造の理論レベルからそれを社会に応用するレベルまで、高度知識社会での活動に必要な新たな知性を探究するための総合的・学際的な教育研究を実施します。理論レベルでは、認知の計算理論、意志決定理論、心と言語の哲学、機械学習、データ科学、複雑系科学などを修得します。応用研究は、たとえば、知的システムの創造、知識共創社会の制度や教育プログラムの設計、サービス知識、創造性と社会イノベーション、解釈可能・共生可能な人工知能など多岐に渡ります。このような教育研究を通じて、横断的で多様な視座からしなやかな知識共創能力を深め、これからの最先端技術を活用して知識社会を切り拓くリーダーを養成します。

■ 就職実績

NECソリューションイノベータ(株)、(株)NTTデータ数理システム、キリンビジネスシステム(株)、慶應義塾大学病院、コンテンツワークス(株)、サントリーホールディングス(株)、シャープ(株)、(株)セントラル情報センター、ソフトバンク(株)、ソフテュージング(株)、大日本印刷(株)、TOPPAN(株)、トヨタ自動車(株)、能任絹(株)、日立オムロンターミナルソリューションズ(株)、(株)日立システムズパワーサービス、富士通(株)、三菱電機(株)、(株)メイテック 等



「共創インテリジェンス」の研究



先端AIとデータの共創で、科学的知見の切り拓きを楽しもう

研究を始めるのに必要な知識・能力

統計学・線形代数学・プログラミングの基礎知識。実際の現象を観察し、そこから原理解明、逆問題を探究することを楽しめる意欲。

この研究で身につく能力

研究室での研究活動は、AIや機械学習を用いた科学的発見に取り組むことで、以下のような能力を養うことを目指しています。まず、現実の課題を正確に把握し、それをデータ解析問題として整理・設計できる力を身につけます。そして、現場の実感や素朴なアイデアを出発点に、統計学や機械学習、逆問題解析などの基礎理論を使いこなし、アルゴリズムを開発・評価する実践力を培います。研究活動では、AIを活用した仮説生成や複雑データからの知見抽出など、AI共創的なアプローチを通じて新たな科学的知見を得る経験を積み重ねます。また、プレゼンテーションやディスカッションを重ねることで、批判的思考力を高めると同時に、日本語と英語両方の文献を読みこなすリテラシーを身につけます。最終的には、学際的なテーマにも柔軟に対応し、AIを効果的に取り入れながら問題解決へと導く総合的なスキルを習得し、幅広い分野でブレークスルーを加速できる人材として成長することを目指します。

【就職先企業・職種】 データサイエンス、情報通信・情報処理産業、技術コンサルタント会社など

研究内容

本研究室では、最先端のAI技術が科学的発見をどのように加速・高度化できるかを探究・技術開発しています。機械学習、深層学習、統計的推論、エビデンス理論、最適手法などを組み合わせることで、複雑なデータから隠れた知見を抽出し、新たな仮説を生み出し、科学的推論をより洗練させることを目指しています。研究は以下の3つのテーマを柱としています。

① AI駆動の科学的発見

計算機モデルや統計手法を活用し、複雑なシステムや大規模データのパターンを解析して、革新的な解決策や理論を提案します。

② AI共創

人間の経験・専門知識とAIの分析力を掛け合わせることで、効果的な研究課題の設定や実験デザイン、成果の深い解釈を可能にします。

③ 逆問題の解決

観測データから見えない因果関係や根本的なメカニズムを推定するアプローチを探求し、多様な科学技術分野における意思決定や設計プロセスを支援します。

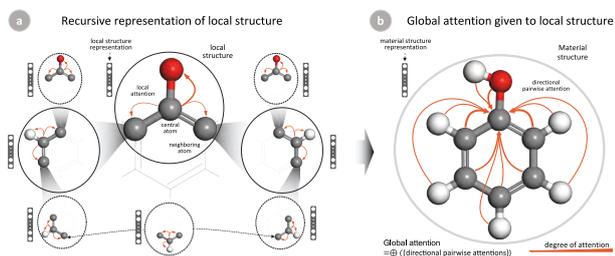


図1：材料に関する知識を発見するための注意機構

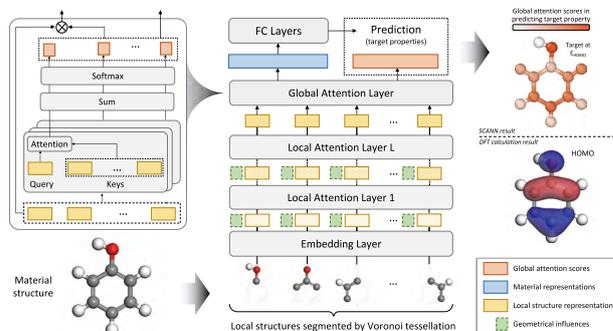


図2：物質の構造物性研究の説明可能な深層学習モデル

主な研究業績

1. M. Q. Ha and H. C. Dam et al., "Evidence-based recommender system for high-entropy alloys", *Nature Computational Science*, 1, 470-478 (2021).
2. T. S. Vu and H. C. Dam et al., "Towards understanding structure-property relations in materials with interpretable deep learning", *npj Computational Materials*, 9, 215 (2023).
3. T. Isogai and H. C. Dam, "Building classification trees on Japanese stock groups partitioned by network clustering", *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*, 137, 10 (2017).

使用装置

高性能コンピューティングクラスター：マルチコアCPUとGPUを搭載した複数のハイエンドサーバ。大規模並列計算、シミュレーション、深層学習に対応

研究室の指導方針

本研究室では、現実の課題に積極的に取り組み、基礎理論を的確に理解・応用できる学生の育成を目指しています。データ駆動型のAI研究においては、まず現場を理解し関係者への共感を大切に、観測された課題をデータ解析へと落とし込み、必要なアルゴリズムを開発・評価する流れを重視しています。週に2回ほど開催する学生主体の学習ゼミや英語学習会では、日本語と英語の教材を用いながら、理論と実践を結びつける力を養い、多様な分野におけるデータ駆動型の問題解決に備える指導を行っています。

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~dam>



言語・コミュニケーション・社会制度を 対象に知識の創造・共有・活用を考える

研究を始めるのに必要な知識・能力

新しい研究には新しい知識を得ていけば良く、特に必要な事前知識はありません。プログラミング、データ分析、数学、読書、現場での活動、モノ作りなど、なにか得意とすることがあると、それを活かした研究ができるでしょう。論理的にしっかり考えを深めようとする態度が大切です。

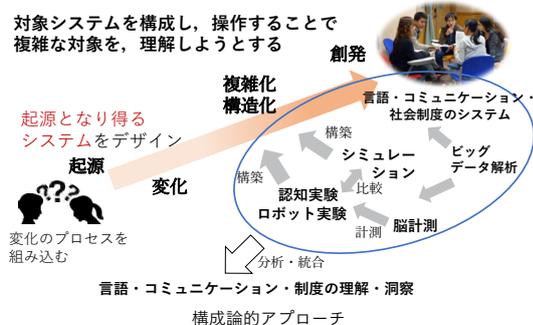
この研究で身につく能力

研究課題を設定し、具体的なデータを取得・分析し、それを考察して自分の主張を作りあげ、他人に分かるように伝えるという研究活動を通して、問題を見出して分析する能力と論理的に考える力が強化されます。研究で用いる方法に応じて、プログラミング、データ分析、実験計画、社会調査、コミュニティ活動などのスキルが得られます。そして、異なるテーマ・方法論の研究を行うメンバーと一緒に議論し切磋琢磨することで、幅広い視点や知識を得て研究を深めるとともに、メンバーの成長が促されるでしょう。しっかり構成された修士論文を書くまで研究に取り組むことで、具体と抽象を行き来し、自分の考えを人にきちんと伝える能力が身につきます。これらの能力は、取り組むべき問題を見極め、既存の知識を活用しつつ解決策を新たに作り、人と協働していく上で、社会に出てからもとても役立ちます。

【就職先企業・職種】 情報通信、ゲーム、コンサルタント、金融、教育等の業種、エンジニア、研究者、技術営業、企画等の職種

研究内容

言語、コミュニケーション、社会制度を対象に、ダイナミクス・相互作用・創発を重視する複雑系の観点から、知識の創造・共有・活用を探究する知識科学の研究をしています。言語・コミュニケーションという人間の本质をよく理解し、その上で幸せで豊かな社会を作ることに貢献したいと考えています。これらの研究は、取り組む対象とその理解の仕方に応じて、シミュレーション、数理モデル、認知実験、ロボット実験、脳波計測、社会調査などの方法を用いて進めます。特に、創発するシステムを作って動かすことを通じて複雑な対象についての理解を深め洞察を得る、構成論的アプローチを用いることがわたし達の研究の特徴です。



1) 言語の起源と進化

言語は、知識の表現や伝達そして思考に用いられ、創造性を飛躍させるとも大切な能力です。この能力を人間はどのように得たのか、そして言語はなぜ今ようになったのか。このような根源的な問いを考えることで、言語と人間の本质が見えてくると考え、言語能力や言語知識に関連する生物進化、文化進化、創造性などについて探究しています。

2) コミュニケーションのダイナミクス

人間は、様々な手段により意図を共有するコミュニケーションを行います。また、コミュニケーションを通じてなにかを共に創り出す(共創する)こともできます。感情や情報だけではなく互いに

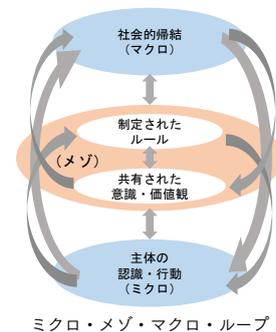
意図を共有し、そして、共創へ導くようなコミュニケーションを、人々はどのように実現しているかを、様々な方法で探求しています。たとえば、シミュレーションや認知実験に加え、他大学と協力して2人の脳波を同時に測定して分析する研究も進めています。



二者同時脳波計測(予備実験)の様子

3) 社会制度の変化とデザイン

人々が共有している思考や行動の型である社会制度は、社会を成り立たせる大事なものです。制度の形成や変化を理解し、どのような制度を作れば人々がより幸せに暮らせる社会になるのかを探究しています。人々の意識や行動とその社会的帰結の間を制度が媒介すると見る「ミクロ・メゾ・マクロループ」の視点を重視して研究に取り組んでいます。



主な研究業績

1. Hashimoto, T. (2020) The emergent constructive approach to evolving linguistics: Considering hierarchy and intention sharing in linguistic communication, *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 29, 675-696.
2. Toya, G. and Hashimoto, T. (2018) Recursive combination has adaptability in diversifiability of production and material culture. *Frontiers in Psychology*, 9, Article 1512, 1-17.
3. Hashimoto, T. and Nishibe, M. (2017) Theoretical model of institutional ecosystems and its economic implications, *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 14(1), 1-27.

使用装置

計算サーバ、ヒト型ロボット NAO、簡易型脳波計、装着型モーションキャプチャ、高速リフレッシュレート・応答速度の視覚刺激提示装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://sites.google.com/view/hashimotolab/>

本研究室では、研究を通じて成長しようという気持ちで大切にし、学生自身の興味にもとづき学生と教員と一緒にわくわくして取り組める研究テーマを設定します。毎週のゼミでは、論文紹介と研究進捗報告をそれぞれ1名が担当し、メンバー全員で議論をします。異なる対象や方法の研究をみんなでしっかり議論することで、多様なものの見方、掘り下げたり俯瞰的に見たりする思考力、異なる研究や視点・意見を自分の研究に展開する力を鍛えます。また、学生と教員の個別ミーティングを適宜持つことで、研究や就活などの相談をじっくり行います。修士学生は少なくとも1回は学会発表を行うようにしています。



Decision Intelligence

研究を始めるのに必要な知識・能力

Our lab gladly welcomes highly motivated students who have acquired a solid background and skills through their undergraduate/graduate program, and who have a willingness to study actively and cooperatively.

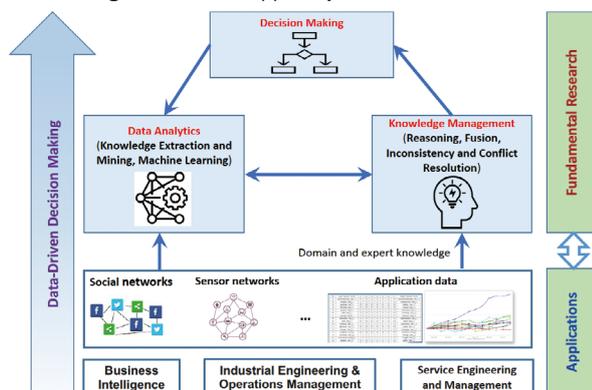
この研究で身につく能力

Students are expected to develop valuable knowledge and problem-solving skills that can be applied in the areas of practical applications of data science and decision analysis. These problem-solving skills include the ability of 1) identifying and formulating decision problems; 2) acquiring and modelling knowledge for solving them; and 3) generating, evaluating, validating and implementing solutions to these problems.

【就職先企業・職種】 Academic jobs in universities, IT industry, Consulting and marketing companies, etc.

研究内容

With the research vision that Data Science paired with (data-driven) Knowledge Management will provide the core of Intelligent Decision-Support Systems, the strategic mission of our laboratory is to develop both fundamental research and applied research relating to the creation, integration, reasoning and use of knowledge from data in intelligent decision support systems.



In particular, our current research interests lie in data analytics and machine learning (ML), AI reasoning, uncertainty management, operations research and decision making. The synergy of these research areas will allow us to provide adaptivity at all levels of intelligent decision support systems in today's era of big data, from acquiring, fusing and reasoning to using knowledge for supporting decision-making.

As graphically illustrated in the figure, we explore fundamental topics in these research areas combined with practical applications in fields ranging from e-commerce and marketing intelligence to finance, industrial and business management. Such an approach essentially helps to guide theoretical research, ensuring that it is relevant and significant, while providing novel and advanced solutions to practical problems and research questions. Some specific topics are as follows:

- **Multi-source learning and knowledge fusion:** This research is concerned with the development of a novel methodology for learning, reasoning and fusion of knowledge discovered from multiple sources of data in a distributed environment for decision support in intelligent systems. We particularly focus on a new integrated approach that combines advanced ML techniques with evidential reasoning based on Dempster-Shafer theory of evidence for the development of multi-source learning frameworks capable of appropriately handling uncertainty and conflict/inconsistency.
- **Interpretable ML:** Inspired by the generality of Argumentation in AI reasoning and its dialectical nature as how people convince each other to draw conclusions by exchange of arguments, our research aims to establish an argumentation-based approach for developing a novel dialectical framework for explanations and evolution of learning systems, articulated along the following research challenges: 1) Explainable by interrogation: how to generate the most faithful explanation of a given (black-box) learning model; 2) Explainable by design: how to design inherently interpretable models without the cost of sacrificing accuracy for interpretability; 3) Evolution of learning systems: how black-box models with their explanations and inherently interpretable models collaborate and push each other to evolve their capabilities for both accuracy and interpretability.

主な研究業績

1. D.-V. Vo, J. Karnjana, V.-N. Huynh. An integrated framework of learning and evidential reasoning for user profiling using short texts, *Information Fusion* **70** (2021), 27-42.
2. D.-H. Nguyen, V.-N. Huynh. Revealed preference in argumentation: Algorithms and applications. *Intern. J. of Approximate Reasoning* **131** (2021), 214-251.
3. T. Nguyen-Mau, V.-N. Huynh. An LSH-based k -representatives clustering method for large categorical data. *Neurocomputing* **463** (2021), 29-44.
4. V.-D. Nguyen, V.-N. Huynh, S. Sriboonchitta. Integrating community context information into a reliably weighted collaborative filtering system using soft ratings. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems* **50** (2020), 1318-1330.

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~huynh/>

The guiding principle of research in the laboratory is that a well-developed decision support system must be based on a sound theoretical foundation. Our education and research strategy is therefore trying to balance the advancement of theoretical research and its applicability in practice. Students will be exposed to relevant practical problems during development and improvement of their systems thinking and modelling competencies, which in turn helping them get insights into problems, inspired and guided theoretical research (making it relevant, innovative, effective and significant) in knowledge modelling and decision making. This strategy is done through regularly-held lab meetings and activities.



ソーシャルイノベーション創出のための 学習プロセスをデザイン

研究を始めるのに必要な知識・能力

学際的接近が必要な研究なので、既存の専攻分野に制限はないです。私たちの研究分野は、イノベーション科学、教育心理学、デザイン科学、経営学、ソーシャルイノベーションのための科学技術などです。ただし、自分の認知過程に対して深く省察して、自らの思考力で新しいアイデアを創出することを楽しむのが重要です。

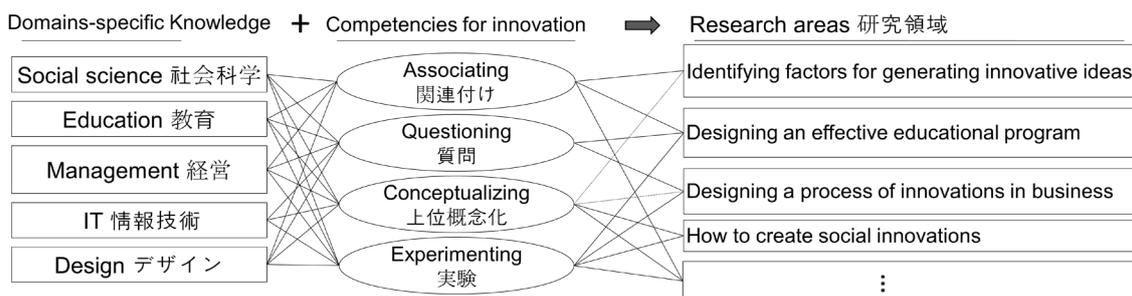
この研究で身につく能力

社会のトレンドと技術は、いつも変化するので、学校で学んだ知識が、卒業後数年が経過すると、古いものになってしまい使用できなくなるかもしれません。しかし、キム研究室の主な研究分野は、大学院での学位を取るための研究を越えて、卒業後社会に進出してどのようなマインドセットとどのような能力を持って生きて行かなければならないかについての根源的な質問に答えることができる研究者になれる魅力的な研究分野と考えます。

【就職先企業・職種】 情報デザイン系企業、研究開発職、クリエイティブ産業、教育系など

研究内容

学生の知的好奇心を科学的な研究にするうえ、イノベーションを促進することに関する話題のほぼ全てを研究します。



例え：

- Creativity and innovation: Flow, disruptive innovation, creative cognitive process, designing a tool for creativity, evaluation in new ideas, etc.
- Learning experiences 学習の過程と経験：Technology-aid learning, learning process, STEAM learning, content design, active learning, innovations in learning, motivation and teaching method, etc.
- Social innovations: regional innovation, utilizing technologies for minorities, creating a business ideas, etc.
- Way of working 働き方：knowledge management, group creativity, organizational learning, team-building, interactive flow, generation gap, etc.
- Economic life 経済的生活：Fintech, Consumer's behaviors in mobile service, etc.

主な研究業績

1. Luong, T.-T., Huynh, V.-N., & Kim, E. (2023). A Hybrid Use of Soft Systems Methodology for Developing a Framework of Evidence-Based Teaching for Hospitality and Tourism Instructors in Vietnam. *Systemic Practice and Action Research*, 36(2), 241-274.
2. Wang, M., Kim, E., & Du, B. (2022). Promoting emotional durability and sustainable fashion consumption through art derivatives design methods. *The Design Journal*, 25(5), 789-806.
3. Kim, E. (2025). Developing a Pedagogical Approach to Enhance Learning Experiences for Fostering Soft Skills, Late Breaking Papers. *HCI 2024. Lecture Notes in Computer Science*, vol 15378. Springer, Cham.

使用装置

Smart glass, Wearable Focus Sensor, Collaborative table screen, GPS tracker, workshop tools, etc.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/kim/wordpress>

大学院生として本人が自律的に研究テーマを選択して責任感を持って研究を進めることをお勧めしています。毎週定期的にラボゼミをして研究の進捗状況について相談しています。(日本語・英語の両方を使用可能、博士課程の場合は、英語推奨)



文化と技術を織りなし継承する「心」を探る

研究を始めるのに必要な知識・能力

慣習に捉われずに必要なことを効率よく進める力、基礎を疎かにせず学び続ける力、他者からの助言を真摯に受けとめる力を重視します。プログラミング・統計・心理学実験法に関する基礎知識があれば望ましいですが、入学後に習得することができます。

この研究で身につく能力

社会や文化は複雑であり、言葉(自然言語)で表現すると問題が曖昧となることがあります。私たちの研究室では、社会的現象をモデル思考によって捨象・分解・整理し、理論的に再構築する力を培います。研究手法として、心理学実験、計算機シミュレーション、データ分析、計量テキスト分析、フィールド研究などを学び実践します。「神は細部に宿る」という言葉が指すように、核となる先行研究は、実験からデータ分析まで細部に踏み入って検証します。一方、分野を横断し、広範囲の文献を読み解くことで、知識を体系化する力を身につけます。

【就職先企業・職種】 情報技術、教育、経営、研究等の業種

研究内容

研究室の主なテーマ

心理学(主に社会心理学・実験心理学)や文化情報学の手法を中心に、実験室実験・社会調査・計量テキスト分析・計算機シミュレーション・フィールド実験などを通じて、文化と人間社会の関係を実証的に明らかにすることを目的としています。

文化進化論のアプローチに従い、「文化を社会的に伝達される情報／知識体系」と定義し、以下の3つのテーマを中核的関心とし実証的な観点から研究しています(これら3つは広義なカテゴリーであり、厳密なカテゴリーとしての定義は目的としていません)。

- ① 物語(e.g., 昔話、流言、民間伝承、フェイクニュース)
- ② 技術(e.g., 石器、ロボット、人工知能、技術投資)
- ③ 信念体系(e.g., 俗信、宗教、儀礼、道徳規範)

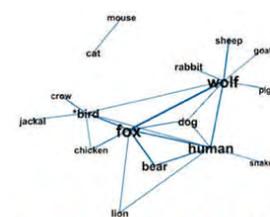
(※ 心理学を専門としていますが、個人の精神的健康や職場のモチベーションといったテーマは専門外となるため、研究指導は難しいです。ただし、数理モデル[e.g., ゲーム理論, 社会的選択理論]などの理論的な形式で表現できる場合は、テーマとして選択可能となります。また、上記の物語・技術・信念体系と組み合わせた内容であると、私の専門と関連してきます。事前に相談いただくと提案できることも多いので、相談いただくと嬉しく思います。)

現代的な問題に関して

信念体系と科学技術の関連として、人工知能がもたらす恩恵と倫理的問題について関心があります。また、科学技術を伝達・探索される文化情報の一形態とするメタ的な研究(適応度地形における探索課題)を推進しています。物語や信念体系の応用研究として、デマやフェイクニュースを含む、社会やメディア空間における、意図せざる情報の拡散や操作といった認知情報戦略に関心があります。

また、生態学(e.g., 群集生態学・数理生態学・行動生態学)の理論や分析手法(e.g., 生物多様性指標, 個体群動態, 最適採餌理論)を文化に適用する研究に関心があり、生態学の研究者と共同研究を実施しています。動植物のみならず、人間の文化的行動を含んだ生物文化多様性を研究し持続可能な社会の実現に貢献したいと考えています。

上記以外でも企業文化や地域文化、多数決といった社会制度、武術・服飾・舞踏・意匠・サブカルチャーといった文化の変遷も興味の対象となっています。データ科学や人工知能を様々な人文科学・社会科学の研究に応用することに関心があります。



民話に登場する動物の共起分析
(Nakawake & Sato, 2019)



技術の文化伝達実験
(Nakawake & Kobayashi, 2022)

主な研究業績

1. Nakawake, Y., & Sato, K. (2019). Systematic quantitative analyses reveal the folk-zoological knowledge embedded in folktales. *Palgrave Communications*, 5(1), 1-10.
2. Nakawake, Y., & Kobayashi, Y. (2022). Negative observational learning might play a limited role in the cultural evolution of technology. *Scientific Reports*, 12(1), 970.
3. Nakadai, R., Nakawake, Y. & Shibasaki, S. (2023). AI language tools risk scientific diversity and innovation. *Nature Human Behaviour* 7, 1804-1805.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://sites.google.com/view/nakawakelab/>

毎週ゼミで研究相談に加え、各自の進捗状況について簡単に報告します。ゼミでは、他のメンバーの発表を聞き、議論することによって、様々な研究内容について考えていただきます。博士後期への進学を検討する方は、前期課程で査読付きの論文1本の完成を目指します。私としては、学術研究として価値が高いテーマを選んでいただきたいと思っています。しかし、キャリアアップを目的とする方は、目的や問題意識に特化したテーマを選択しスキルを獲得するのが良いと思います。統計・プログラミング・心理学実験等のスキルを必要に応じて学んでいただきます(苦手な方は事前に相談してくださいね)。論文の指導・添削に関しては、その場(オンラインも含む)で、一緒に論文をチェックしながら直していく方法が好きなので、このスタイルが多くなることかと思えます。私や研究室に対して、不満や悩みがあった時は、早い段階で共有していただけるととても嬉しく思います。



認知を理解して知的システムを創造し、 知的システムに喩えて認知を理解する。

研究を始めるのに必要な知識・能力

本研究室で最も重視するのは、人の認知を探索する好奇心と、わからないことにまずは自らの力で取り組んでみる自立心です。加えて、線形代数などの基礎的な数学の素養や、プログラミングのスキル、あるいは認知・心理実験の経験、英語で論文を読む能力などがあると研究にスムーズに着手できます。

この研究で身につく能力

本研究室では、人の認知過程を調べるために、理論的あるいは実験的研究を行います。こうした認知過程の多くは、直接的に計測できるものではなく、理論・仮説・モデルを立てることを通じて、実験的に検討されます。従って、理論的研究に取り組む場合は、理論やモデリングだけではなく、実証的研究へとつなげるノウハウを、また実験的研究に取り組む場合でも、経験的な知見だけでなく、実験計画を組むための論理的な思考力を身につけられます。理論・実験の両面の思考力を身につけることで、一般企業に就職する場合にも、分野や業種を超えたコミュニケーションをするための素養が身につきます。

【就職先企業・職種】 ソフトウェア開発、情報通信・情報処理産業、研究開発、大学教員

研究内容

意味認知の理解に向けて

研究を含むあらゆる創造的な活動には、人の認知が関わっています。認知とは、心の働き・機能のことで、人類の発展の基礎には、個々人の「ものごとを理解し、創造する」認知が欠かせません。当研究室では、人がどのように意味を理解しているのか、その基礎的な認知過程を解明することを目的として研究を行っています。こうした研究は認知科学、人工知能、神経科学などの各分野をまたがって、理論的あるいは実験的に行っています。

認知の理解と知的システム構築

認知科学では、認知過程を情報処理システムとみなし、特定の機能を満たす情報処理の性質や、その具体的な計算手続きであるアルゴリズムを調べます。つまり、認知を理解する道具として、知的な情報処理システムを「創ってみる」という手段をとります。このプロセスでは、

- (a) 人の認知を学び、理解することで、未だ人工システムでは実現していない機能を創造する、
 - (b) すでに実現されている人工システムをモデルとすることで、それと機能的に同等な認知過程を理解する、
- という二つの研究の方向性が相補的な関係にあります。

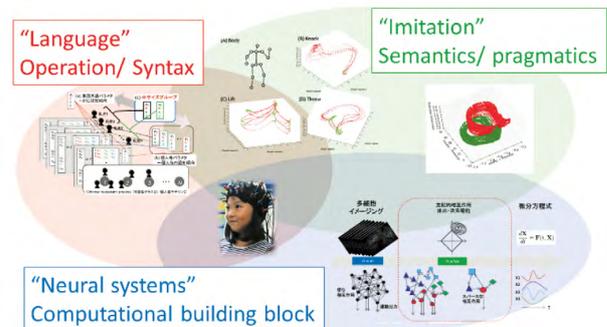
三つの研究の柱

本研究室では以下の三つの研究を柱としています(右図)。

- (1) 言語発達・語彙学習
- (2) 身体運動(行為)の認識・模倣
- (3) 情報処理の物理的基盤としての脳・神経系

【言語発達・語彙学習】 人の固有の言語的な認知機能の解明に向けて、機械学習や統計的モデルの構築および、実験的な検討を行っています。

【情報処理の物理的基盤】 脳機能を調べることで、情報処理システムを考える上での制約条件が得られます。脳機能計測データや神経活動の分析技法の開発や理論構築をしています。



【身体運動(行為)の認識・模倣】

人の模倣学習は、他者から様々な行為やスキルを学び、またそれを通じて意図を推定するための基礎となると考えられています。その基礎的なメカニズムの理解に向けて、人の身体運動の実験・計測・解析や、分析手法・理論の開発などを行っています。

主な研究業績

1. Torii, T. & Hidaka, S. (2021). Completion of the infeasible actions of others: Goal inference by dynamical invariant. *Neural Computation*, 33 (11): 2996–3026.
2. Hidaka, S. & Torii, T. (2021). Designing bivariate auto-regressive timeseries with controlled Granger causality. *Entropy*, 23(6), 742.
3. 日高昇平 & 高橋康介 (2021). なぜネッカーキューブはあの立体にみえるのか. *認知科学*, 28(1), 25–38.

使用装置

モーションキャプチャ装置 (VICON)
視線計測装置 (Tobii eye tracker)
近赤外光脳機能計測装置 (fNIRS; 光トポグラフィー)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ks/labs/shhidaka/>

学生の主体性を重視するため、各自が興味を持てる研究テーマや、自立的に研究に取り組むことができるテーマを設定します。研究室内の活動では、ゼミでの発表や議論を通じて研究を進展させ、基礎的な論理的思考を身につけます。ゼミ以外にも、各自の研究に直接には関わらない内容であっても、インフォーマルな議論を推奨します。積極的な研究への取り組みを推奨するため、一定の水準を超えた研究成果については、論文誌や国際会議での発表を目指して支援します。



AI×実験哲学による言語と心の探究

研究を始めるのに必要な知識・能力

最も必要な資質はただ考えることが好きなこと、また、自分の専門に限らず言語、数、宇宙、意識、自由、幸せなど広く興味を持ち、探究してみたいと思っていること、ある程度の英語力も求められます。

この研究で身につく能力

自分の本当に興味のある問題をアカデミックな仕方でも探究する能力、研究する上で必須となる概念的な分析能力および思考を論理的に整理し自分の議論を組み立て、説得的に展開する力、データ収集と分析の能力。

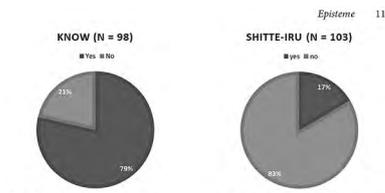
【就職先企業・職種】 雇用支援コンサルティング、伝統産業、人材派遣会社、メーカー

研究内容

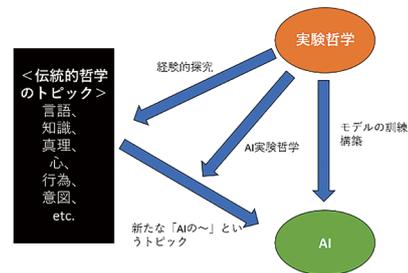
本研究室は分析哲学の中でも実験的・経験的アプローチから哲学的問題を探究する「実験哲学」に基づき、言語、心、認識、倫理、あるいはそれらとAIとの関連を研究しています。本当に哲学的な探究が好きであればどのようなテーマでも構いませんが、私の研究との関係で以下のような問題に関心があればなおよいでしょう。

1. AIと規則、意味、言語、計算、心：ウィトゲンシュタインは「規則に従うこと」の考察を通し言語と意味について多くのことを明らかにしましたが、それは彼の数学の基礎の探究とも結びついていました。彼は講義の中でチューリングとの直接の対決を通し、「チャーチ・チューリングのテーゼ」の意味を問いましたが、それはまたチューリングの後の「チューリング・テスト」の考えと密接に結びついていました。近年、LLMの登場などにより再びAIへの関心が高まってきましたが、「機械は考えることができるか」の問いの本質は変わっていません。考えているように単に「見える」だけと「本当に」考えていることの違いとは、そこで重要となる「志向性」とは、あるいは「意味」とは、そしてそれらにとって本質的な規範性とは何なのか、こうした問題の本質を考えてみたい方は歓迎します。

2. 実験哲学：21世紀より、哲学者は続々と実験を行うようになり、これまで哲学者の頭の中で行われてきた哲学が、経験的データにより審判を受けることになった。結果として道徳的ジレンマ、自由意志、人格の同一性、など様々な伝統的トピックが実験哲学により科学的な探究へと置き換えられようとしています。また、「ノーブ効果」のように新たな哲学トピックも実験哲学から生まれています。特に興味深いのは、哲学的に重要な基礎的概念の文化差・言語差です。例えば英語の'know'の翻訳は「知っている」の他に「分かっている」がありますが、実験哲学によりこれらの使用および意味に大きな違いがあることが明らかになっています。その他にも'know how'や真理述語（「真だ」「本当だ」）、意図（「わざと」）、など我々が普段使っている言語の背後にある概念は、調べてみると意外な特性を持っていることが続々と明らかになっています。そしてこうした概念の他の文化や言語との比較研究は、まだまだ始まったばかりで大きな可能性を秘めています。



(Know how の帰属の違い (Mizumoto (2024) より))



3. AIの哲学：近年の急速なAIの発展は、哲学も変えようとしています。実験哲学が哲学の伝統的トピックを経験的探究に変えたように、認識論、心の哲学、言語の哲学といった伝統的トピックをAIの観点から捉え直す動きが始まっています。またこれは、AI技術による社会の変化を概念のレベルで捉えることに繋がります。人類の歴史の中でも「心」「知識」「言語」などの基礎的概念が大きく変化する瞬間を我々は目撃しようとしています。これを捉えるのは実験哲学以外にありません。さらに哲学は、(人間でも解決できない)AIでも解決できない問題を日々生み出し続けており、将来AGI(一般人工知能)の重要な(最後の?)ベンチマークを提供すると考えられており、AI研究者や開発企業が最後のフロンティアとして真剣に哲学に取り組み始める時代がもう来ています。伝統的哲学も、AIの時代にますます価値が高まっていくでしょう。

以上の基本的な問題関心から、近年、本研究室の学生は、例えば

- ・自動運転車の安全設定の選択と事故の責任
- ・医療現場におけるAIの導入と責任の問題
- ・AIのセキュリティ事故に対する原因と責任の帰属

などに実験哲学的アプローチで取り組んでいます。

主な研究業績

1. 水本正晴『チューリング vs. ウィトゲンシュタイン：計算、AI、ロボットの哲学』勁草書房(2012)
2. Mizumoto, M., Stephen Stich and Eric McCready (eds.) (2018) *Epistemology for the Rest of the World*. Oxford University Press.
3. Mizumoto, M., Shane Ryan and Chienkuo Mi (2025), "The Credit View and AI Testimony: A Cross-Cultural Epistemological Study of Human and AI Testimony" *Artificial Intelligence and the Future of Human Relations: Eastern and Western Perspectives*, Springer

使用装置

オンラインアンケート調査サービス、統計分析ソフト、LLM

研究室の指導方針

毎週1回ゼミを行います。何が自分にとっての本当に興味ある問題なのか、そしてそれをどう研究していけばいいのかから出発し、それが決まった後はその進捗を公表してもらいます。方法論は、適切であれば経験的手法でも構いません。いつの間にかとても哲学とは言えない研究になったとしても、むしろ歓迎します。あくまで言われるのではなく、自ら研究の方法についても調べ、進め方についても自分で管理できるようになりましょう。具体的な助けであれば、いつでも力になります。この研究室をステップとして世界に羽ばたいていく手助けができればと考えています。

コンピューティング科学研究領域

計算を科学し、計算できることの限界を知り、
膨大なデータから正しい結論を導く方法を
明らかにする

■ 領域の概要

世の中には解かなければならない課題が山積していますが、コンピュータを使えば、どんな問題でもたちどころに解決できるというわけではありません。たとえパソコンを使っても、原理的に解けない問題もあれば、宇宙の寿命よりも長い時間をかけないと解けない問題もあります。バグのないプログラムを正しく作成して、膨大なデータから意味のあるデータだけを取り出して、本当に必要とする答えを妥当な時間で手に入れるには、どうしたらよいのでしょうか。こうした計算の安全性や正当性、妥当性はどのように保証したらよいのでしょうか。

本研究領域は、情報科学の観点から、コンピュータサイエンス、数学、人工知能、データサイエンスおよびその他関連分野を基礎理論から応用に到るまで、横断的に研究・教育する学際的な研究領域であり、コンピューティング分野や人工知能の進化を推進することを目指しています。

■ キーワード

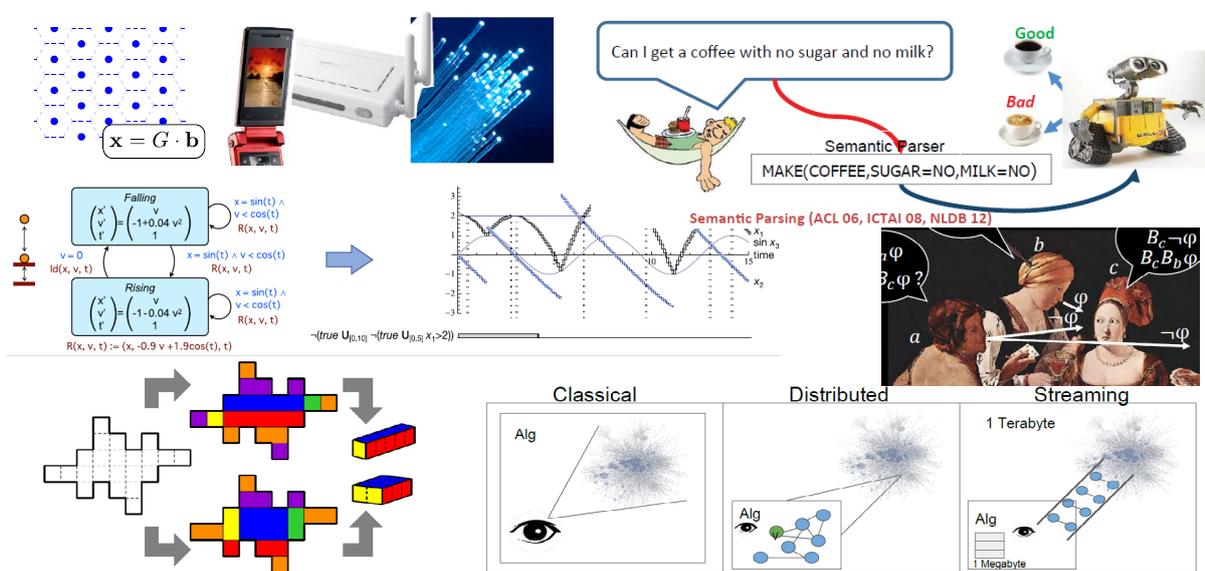
情報科学、暗号と情報セキュリティ、数理論理学、人工知能、定理自動証明、形式手法、理論計算機科学、データサイエンス、分散システム、アルゴリズム、情報理論

■ 教育研究の方針

本研究領域は、情報科学の根幹をなす基礎理論や基盤技術を修得し、その上で専門分野における要素技術の修得と、近接分野への幅広い好奇心を育み、将来、大きく変容する社会においても常に自ら新しいことを学び続けることのできる高度な科学者・技術者の育成を目指しています。さらに専門知識の修得のみに留まらず、研究の長期的あるいは短期的なプランニング、多様な背景をもつ相手との生産的なディスカッション、テクニカルライティング、効果的なプレゼンテーションに至る一連の方法論を身に着けた、社会のリーダーの育成を目指します。

■ 就職実績

(株)アイ・オー・データ機器、iCAD(株)、(株)インターネットイニシアティブ、Indeed Japan(株)、(株)NTTドコモ、(株)FFRIセキュリティ、小野谷機工(株)、オムロンエクスパートリンク(株)、京セラドキュメントソリューションズ(株)、KDDI(株)、サイオステクノロジー(株)、セイコーエプソン(株)、SBテクノロジー(株)、凸版印刷(株)、日本電機(株)、日本電信電話(株)、パナソニック(株)アプライアンス社、パナソニックソリューションテクノロジー(株)、(株)PFU、(株)日立製作所、(株)富士通北陸システムズ、富士テクノロジー(株)、ベトナム国家大学ハノイ校(ベトナム)、マツダ(株)、楽天グループ(株)、楽天モバイル(株)、リコージャパン(株)、ルネサスエレクトロニクス(株)等



基礎理論から応用までを幅広く網羅



折り紙、パズル、ゲームを学んで 柔らかな知力を身につけよう！

研究を始めるのに必要な知識・能力

数学に関しては、基礎的な離散数学やグラフ理論が必要となる。授業科目の「アルゴリズムとデータ構造」程度の知識は必須となる。パズルやパズル的なもの、折り紙やアルゴリズムに興味があり、何かをずっと考え続けることが好きなこと。

この研究で身につく能力

研究活動は、まず研究対象となる問題を把握すること、把握した問題を解決すること、結果を発表することという三つの段階からなる。修士研究においては、自分で独自の問題をゼロから見つけてくることは簡単ではない。そこで、グラフアルゴリズムなどの基礎分野の学習を通して、現在解かれていない問題や解くべきテーマを見つけることを目指す。この際に、日本語だけでなく、英語の文献を読む能力を身につける。問題解決に関しては、基礎理論をきっちり身につけて、それを使いこなして解決する能力の獲得を目指す。また研究活動においては、十分なプレゼンテーション能力を身につけることも重要である。一連の研究活動を通じて、知的な基礎体力が身につく、長期的な問題解決能力が向上する。

[就職先企業・職種] 情報通信・情報処理産業、技術コンサルタント会社など

研究内容

折り紙やパズルといった、一見、情報科学とは関係がなさそうなテーマの中にも、実はコンピュータサイエンスが隠れている。例えば「折り」を基本的な演算であると考え、[折り紙を折る]という行為は、コンピュータでいうところのアルゴリズムに対応する。つまり同じ折り紙でも、効率のよい手順を考えたり、ある種の問題の困難性を数学的に示せることもある。こうした「問題の抽象化」は、実はあらゆる分野に応用がある。そして抽象化した問題の「解法を理論的に考える」ことこそ、まさに理論計算機科学の醍醐味なのだ。

時には、ある問題が「どうしても難しく」ということが理論的に示されてしまう場合もある。難しいからといってあきらめられればよいが、そうも言っていない。こうした「計算が困難な問題」に対して、何らかの妥当性をもつ解を、現実的な時間で与えることが上原研究室のメインテーマの一つである。

その一方で、ある問題に対して、有効な解決方法が見つかることもある。そこにはそれまで誰も知らなかった解法があるはずで、その解法の記述こそが「アルゴリズム」である。良いアルゴリズムには、単なる思い付き以上の理論的な保証がある。こうした効率のよいアルゴリズムの理論保証も、上原研究室のメインテーマの一つである。

もう少し具体的に上原研究室の研究テーマを詳しく説明しよう。以下の三つのテーマが最近の中心的研究テーマである。

①計算折り紙

計算折り紙は計算幾何学の中でも新しいテーマであり、特に折りのアルゴリズムや計算量については、日本では本研究室が最先端である。例えば単純なジャバラ折りを例として取り上げてみよう。端から順に折り目をつけていけば、簡単に折り目をつけることができる。しかし、紙を重ねて一度に折れば、もっと早く折り目をつけることができるのではなからうか。こうした折りを定式化して、効率のよい折り手順を考えることこそ、アルゴリズムの開発に他ならない。そして実際、非常に高速にジャバラを折るアルゴリズムが存在する。こうした効率を理論的に評価して、アルゴリズムのよさを示すことができる。

また一方で、紙の重なりが多くなると、誤差が出たり、折りにくくなったりしてしまう。こうした紙の厚みを評価基準にすれば、まったく別の評価基準に基づいたアルゴリズムの問題を考えることができる。こうした問題のモデル化や理論的な解析が計算折り紙の重要なトピックである。

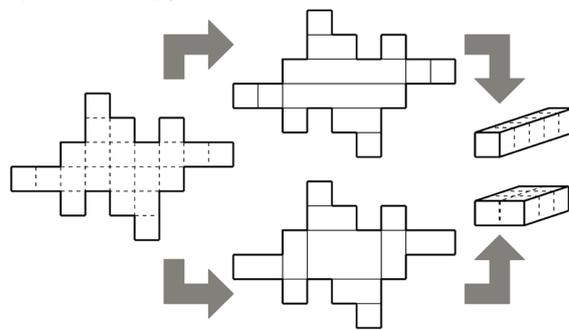
②ゲームやパズルの計算量

パズルやゲームの理論的な困難さや、具体的な解法のアルゴリズムの効率の研究も、理論計算機科学の世界では昔から活発に行われている。それはパズルやゲームが、ある種の計算メカニズムとみなせるからだ。ある種のゲームやパズルは、計算の本質を抽出し、アルゴリズムや計算量の研究対象として非常に有用である。

③グラフアルゴリズム

世の中の「つながり」は、抽象的なグラフ構造で表現することができる。こうした抽象化モデル上でのアルゴリズムの研究や開発は、現実的なアルゴリズムにもつながり、その一方で、グラフ上での困難性の証明は、その問題の本質的な難しさを浮き彫りにしてくれる。

以上の他にも、理論計算機科学や離散数学に関する研究テーマを全般に手がけており、そうした研究テーマをやりたい学生は、幅広く受け入れている。



2つの異なる箱が折れる展開図の例

主な研究業績

- Takehiro Ito, Jun Kawahara, Shin-ichi Minato, Yota Otachi, Akira Suzuki, Ryuhei Uehara, Takeaki Uno, Katsuhisa Yamanaka, Ryo Yoshinaka, and Toshiki Saitoh. Sorting Balls and Water: Equivalence and Computational Complexity, Theoretical Computer Science, Vol. 978, 114158(15 pages), August, 2023. DOI:10.1016/j.tcs.2023.114158
- Ryuhei Uehara. Computational Complexity of Puzzles and Related Topics, Interdisciplinary Information Sciences, Vol. 29, No. 2, pp. 119-140, December, 2023. DOI:10.4036/iis.2022.R.06
- Erik D. Demaine, Martin L. Demaine, and Ryuhei Uehara. Developing a tetramonohedron with minimum cut length, Computational Geometry: Theory and Applications, Vol. 108, 101903(11 pages), 2022. DOI:10.1016/j.comgeo.2022.101903

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~uehara/>

本研究室では、基礎理論の研究活動を正しく理解し、それを実践できる学生を育成することを目指している。コンピュータサイエンスにおける基礎理論の研究活動は、1)具体的な問題を抽象化するモデル化、2)問題解決のためのアルゴリズムの開発、3)開発したアルゴリズムの理論的評価という三つの柱を持つ。この三つを実践する力のある学生を育成することが本研究室の目指すゴールである。また、研究成果は必ず外部で発表することを常としている。成果のプレゼンテーションも研究活動のまとめとして重要であると考えている。学生が中心となる学習目的のゼミを週に1回程度行い、その際は日本語または英語の書籍や論文を教材にする。



状態機械をとおして 複雑な分散システムの核心に迫る！

研究を始めるのに必要な知識・能力

初歩的な論理学や集合論などについて知っていたり、プログラミング(特にスレッドを用いた並行プログラムの作成)の経験もあったりしたほうが良いですが、配属後に学修を開始したとしても研究を始めるのに支障はないです。もっとも大切なことは研究テーマへの高い関心と学修・研究意欲の継続です。

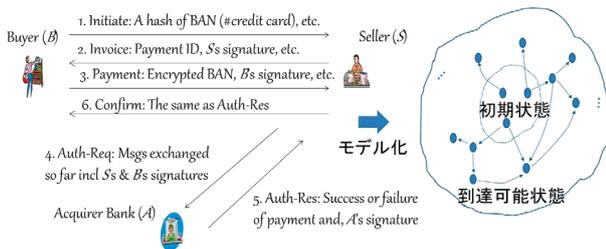
この研究で身につく能力

主に抽象化能力と論理的思考力を身につけることができます。抽象化能力と論理的思考力を身につけると、複雑な事象を平易なことばで筋道を立てて簡潔に説明できるようになります。

【就職先企業・職種】 情報・通信業、電機機器など

研究内容

状態機械は、初期状態を含む状態の集合と状態間の2項関係から構成されます。状態間の2項関係を状態遷移と呼びます。このため、状態機械は状態遷移機械とも呼ばれます。通信プロトコル、電子商取引プロトコル、相互排除プロトコル、スナップショットプロトコル、意思決定プロトコルなどの分散システムは、状態機械として記述することができます。



ノードやネットワークの局所状態から構成される大域状態を状態とし、メッセージの送受信などのノードやネットワークの局所状態の変化を状態遷移とすることで、分散システムを状態機械として記述できます。そうすると、分散システムの満たすべき要件は状態機械の不変性等の性質として表現でき、分散システムが要件を満たすことの確認は、状態機械が性質を満たすことを検証することで行うことができます。本研究室では、分散システムの状態機械による記述方法、満たすべき要件の性質としての表現方法、それに状態機械が性質を満たすことの検証方法についての研究を行っています。

1. 機械学習を用いた補題発見に関する研究：通信信頼性、支払合意性、相互排除性などの分散システムの満たすべき要件は状態機械の不変性と呼ばれる性質で表すことができます。不変性とはすべての到達可能状態で真になる状態述語のことです。不変性の証明は、状態の到達可能性を決定できる状態述語 isReachable を構成できれば十分です。つまり、isReachable を構成できさえすれば状態機械、ひいては分散システムの核心に迫ることができることになります。しかし、isReachable を構成できるアルゴリズムは存在しないことがわかっています。そこで、機械学習を用いて isReachable を構成を試みています。機械学習は学習用データに基づく訓練の後、これらのデータのみならず新規のデータに対しても正しい判断を下せるようにするための技術です。本研究では、状態機械から生成できる到達可能状態

を学習用データとして用い、あらゆる状態に対し到達可能であるかどうかの判断を下せるようになること、すなわち、isReachable の構成を試みます。

2. 分散システムを計算の対象とする分散アルゴリズムのモデル検査に関する研究：分散スナップショットアルゴリズム等の分散システムを計算の対象とする分散アルゴリズムの満たすべき性質の素直な記述には実行系列(ある条件を満たす状態の列)を通常値として扱える必要があります。しかし、Spin 等の既存のモデル検査器では実行系列を通常値として扱えません。このため、そのような分散アルゴリズムの満たすべき性質を素直に記述できません。そこで、分散アルゴリズムならびに性質を素直に記述できるとともに効率良くモデル検査できることを目指し、実行経路を通常値として扱えるモデル検査法を考案し、それに基づくモデル検査器を設計・実装し、分散スナップショットアルゴリズム等の事例に適用することでそれらの有効性を確認することを行っています。

主な研究業績

- Kazuhiro Ogata and Kokichi Futatsugi: Modeling and verification of real-time systems based on equations, Science of Computer Programming, 66(2): 162-180, Elsevier, 2007.
- Kazuhiro Ogata and Kokichi Futatsugi: Proof Score Approach to Analysis of Electronic Commerce Protocols, International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, 20(2): 253-287, World Scientific, 2010.
- Kazuhiro Ogata, Kokichi Futatsugi: Compositionally Writing Proof Scores of Invariants in the OTS/CafeOBJ Method, The Journal of Universal Computer Science (J. UCS), 19(6): 771-804, J.UCS consortium, 2013.

使用装置

代数仕様言語 CafeOBJ (本学で開発された数少ない日本初の計算機言語のひとつ)
代数仕様言語 Maude (CafeOBJ の姉妹言語)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~ogata/lab/>

将来研究者として新しいことを創造・発見したい方も、技術者として我々の社会を一変するような技術・商品を開発したい方も基礎科目の学修は不可欠です。このため修士課程の学生には課題研究の選択ならびにより多くの関連科目の履修を勧めます。そこで修士課程1年のときは講義に集中して頂くことになります。課題研究の決定は基本的に学生の自主性を尊重しますが、相談にはのりますし、候補をいくつか提案することもあります。博士課程の学生はひとりの独立した研究者として対応します。



Deep Learning, Natural Language Understanding, Legal Text Processing

研究を始めるのに必要な知識・能力

Mathematic, Programing (C++, Java, Python), Statistical models, Background on Artificial intelligence (Search algorithms, machine learning models). Background on Natural Language Processing is a plus point.

この研究で身につく能力

We expect that students will obtain the following qualities through research activities in the lab. Skills in finding problems and reading papers. Have knowledge background on machine learning (deep learning) and natural language processing. With Ph.D students, we expect that after graduation they will become independent researcher and they can know how to write a scientific journal and how to present they works in an international conference. With master student, we expect that they will have skills in working with the problems of how to exploit machine learning models on semi-structure data (big data). They can also know how to formulate a problem using machine learning models. They will obtain fundamental knowledge on machine learning and knowledge representation.

[就職先企業・職種] communication industry, software industry, service industry

研究内容

Research Overview

Structure representations and machine learning models play a key important role for Artificial intelligence (AI). Our research will focus on how tactical structural representation and machine learning are used for formulating problems in AI ranging from text summarization, natural language understanding, legal engineering, and machine [1][2][3].

Machine Learning

Fundamental problems in machine learning are focused on our research directions. We particularly study on structured prediction modes, which are used to recognize structure representation such as sequence, tree, and graph. On the other hand, designing feature spaces for machine learning is difficult and requiring much human effort. To deal with this, we are concerned on how feature representation is automatically learnt from data. Regarding to this problem, Deep learning would probably be suitable for our goal. We also study on reinforcement learning which can learn by interacting with environments.

Natural Language Understanding

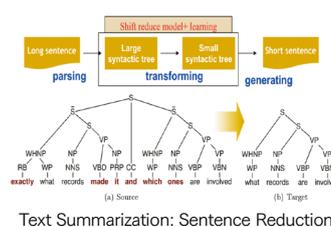
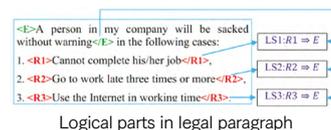
One of the ultimate goals in AI is to enable computers to converse with humans through human languages. To achieve the goal, we especially pay attention on semantic computation. This research is used to support computers to understanding natural language. Our initial work showed how synchronous grammars could be combined with structured learning models to transform a natural language sentence to a logical form representation [1]. On the other hand, we want to investigate how natural language generation (NLG) can help computers for producing a human understandable language sentence from its meaning representation. One research topic we pursue is to know how probabilistic models can be applied for generating natural language sentences from their underlying semantic in the form of typed lambda calculus.

For legal engineering, our mission is to support people for reading legal documents. The first task aims at recognizing logical parts of law sentences in a paragraph, and then grouping related logical parts into some logical structures of formulas, which describe logical relations between logical parts.

Machine Reading: One of the direction in our lab is to study the fundamental problems on how we can extract useful information from texts

and how to build knowledge from texts. First, we are interested in text summarization which is used to extract gist information from text documents.

We also focus on studying Machine Reading, which automatically extracts knowledge from a large number of documents by reading texts. Communication between human and machine in reading text is also interested in our study. A Question Answering system like IBM-Watson is our expected outcome.



主な研究業績

1. Do, Dinh-Truong; Nguyen, Minh-Phuong; Nguyen, Le-Minh, **Enhancing zero-shot multilingual semantic parsing: A framework leveraging large language models for data augmentation and advanced prompting techniques**, In: Neurocomputing, vol. 618, pp. 129108, 2025
2. Khang Nguyen Le, Ryo Sato, Dai Nakashima, Takeshi Suzuki, Minh Le Nguyen, **OptiPrune: Effective Pruning Approach for Every Target Sparsity** Proceedings of the 31st International Conference on Computational Linguistics 2025
3. NK Le, DH Nguyen, LM Nguyen, **ANSPRE: Improving Question-Answering in Large Language Models with Answer-Prefix Generation**- In Proceedings of ECAI 2024, 2024

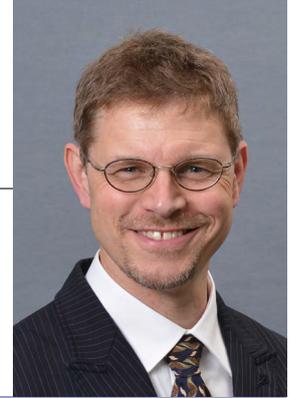
使用装置

Mac Server 64G
Windows Server 64GRAM

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/nguyen-lab/home/>

The primary goal for teaching students is that we should teach students how they can develop an ability of self-learning. For supervising graduated students, we think one of the most important things is how to find problems for studying. To support students, we would like to discuss with students as much as possible to help them in choosing the research topic and discovering problems. Reading skill is so important for students in order to enrich their knowledge, and it would be helpful for students in choosing the topics and finding out problems. For this reason, our lab organize seminar courses covering state-of-the-art results. We think reading and discussing on state-of-the-art works, would be useful for improving not only student's knowledge but also the student's skills in writing papers. We also organize seminar courses covering the background knowledge both in machine learning and linguistic aspects.



BITS: Bits of Information, Transmitted and Stored

研究を始めるのに必要な知識・能力

We welcome students with motivation and ability in three areas. (1) An interest in truly improving real-world systems through the practical application of mathematics, particularly linear algebra and probability (2) Computer programming skills, such as C/C++, Java, or Matlab. (3) Passion to use English as a technical language.

この研究で身につく能力

Graduating students will have knowledge of fundamental methods for understanding and designing state-of-the-art communication and data storage systems. These systems are implemented as algorithms, and so students will gain understanding of mathematical techniques underlying these algorithms. Students will be able to read a paper, understand the contents, implement the algorithm in a program, and evaluate by computer simulations. Most students study and gain deep knowledge of error-correcting codes for reliable communications.

【就職先企業・職種】 communications, data storage

研究内容

Information, Transmitted and Stored

Information transmission is sending data from one point to another point, for example, from the mobile phone in your hand, to a base station on the top of a building. Information storage is the sending of data from one point in time, to another point in time, for example files saved to your hard drive or SSD today can be recovered next week. Noise in the environment and unreliable storage media can corrupt signals and cause errors in data.

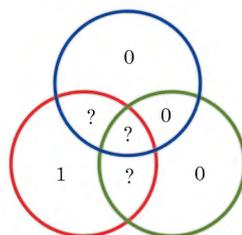
Information Theory and Coding Theory

The BITS Lab studies information theory and coding theory, to provide reliable communications and reliable storage of information. Information theory deals with the fundamental limits of reliable information transmission and compression. Remarkably, information can be transmitted reliably over a communications channel, even if the channel is unreliable. A central result states that the information rate R of transmission can be no greater than the channel capacity:

$$R \leq \frac{1}{2} \log(1 + \text{SNR})$$

for a channel with signal-to-noise ratio SNR.

Coding theory deals with error-correcting codes, a concrete method to correct some errors, and even achieve the channel capacity. One such code can be represented using three circles, as shown in the figure. The number of 1's inside each circle must be even. The code consists of seven bits, each either a 0 or a 1. But some bits have been erased to an unknown "?". Can you recover the original bits?



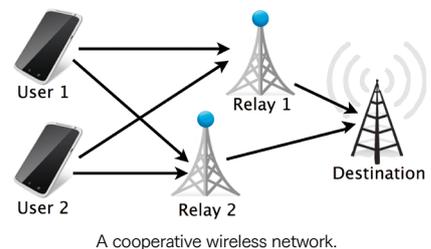
Codes for Data Storage

Data storage is at the core of the information technology revolution, from the smartphones in our hands to data centers in the cloud. Flash memory, hard disk drives and distributed storage networks combine to provide ubiquitous access to data. But these exciting new systems pose new problems of storage density, reliability and efficiency. Coding theory provides an answer.

Cooperative Wireless Communications

With the arrival of the smartphone, the demand for wireless network communications has exploded. But new electromagnetic spectrum is scarce. To increase future data rates, cooperative wireless communications is the new way forward. In cooperative wireless communications, users, relays and base stations work together to increase data rates, as shown in the figure.

Lattices are codes which use the same real-number algebra for both the code and the channel, where electromagnetic signals are superimposed. Lattice codes correct errors introduced by channel noise, satisfy transmission power constraints, and possess properties needed for network coding. We are developing lattice coding theory to enable next-generation cooperative wireless communications.



主な研究業績

1. L. Liu, S. Huang, and B. M. Kurkoski, "Memory AMP," IEEE Transactions on Information Theory, pp. 8015-8039, 2022.
2. M. N. Hasan, B. M. Kurkoski, A. Sakzad, and E. Viterbo, "Steepest gradient-based orthogonal precoder for integer-forcing MIMO," IEEE Transactions on Wireless Communications, 2020.
3. T. Matsumine, B. M. Kurkoski, and H. Ochiai, "Construction D lattice decoding and its application to BCH code lattices," in 2018 IEEE Global Communications Conference, December 2018.

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/bits/>

Our lab is a dynamic and interactive environment. Students are primarily advised in one-on-one meetings between the advisor and student. More senior students are encouraged to participate in the advising of newer students. Conversely, even Masters students are given research projects that can lead to presentations at international conferences and publications in English-language journals.



情報通信システムの安全性を数学的に証明する

研究を始めるのに必要な知識・能力

暗号理論、攻撃法の多くは、線形代数および代数学の知識を背景に作られています。またアルゴリズムや攻撃法の効率性は計算量理論、情報理論の言葉を借りて記述されます。研究を始めるにあたって線形代数とごく初歩の整数論の知識があることが望ましいです。ただし最も必要とされるのはやる気と継続的努力であり、この二つがあれば必要な知識は研究を進める上で自然と勉強して身につけていくものと考えています。

この研究で身につく能力

暗号アルゴリズムの設計法や暗号解読の技術及び暗号プロトコルの安全性を証明する理論を勉強できます。これらの知識は、情報通信システムのセキュリティを俯瞰し、脆弱性、プロトコルの欠陥などに対して、対処療法ではない本質的な解決策を導くことに役立ちます。やる気があり、将来情報セキュリティ関係の職種につきたい人、暗号研究者になりたい人を歓迎します。

[就職先企業・職種] 企業研究所、情報通信及び電気メーカー、ITベンチャー起業など

研究内容

【暗号理論の研究】

暗号研究とは、「敵」が存在するなかで目的のコミュニケーションをプライバシーや秘匿情報を守りながら実現するにはどうしたら良いかを探求する学問です。暗号研究が扱うテーマは単純な秘匿や認証を超えて非常に多岐に渡っています。そのコミュニケーションを「理論的に安全性を証明できる」やり方で設計するための理論を暗号理論といいます。

例えば、暗号アルゴリズムの代表に公開鍵暗号というものがあります。公開鍵暗号とは、暗号化鍵と復号鍵が異なる秘匿通信のシステムであり、暗号化鍵(公開鍵)を公開し、復号鍵(秘密鍵)を秘密にしておくことでそれまで何の面識も無い(秘密情報を共有していない)不特定の相手と秘匿通信を行うことが可能となります。公開鍵暗号は現代暗号理論誕生のきっかけとなった画期的概念であり、これまで多くの設計技法が開発されてきました。指導教員が過去に設計した、「弱い安全性しか満たさない任意の公開鍵暗号を非常に強い安全性を持つ公開鍵暗号に変換する」技法 [3] は、その効率性と汎用性により、公開鍵暗号設計の今もスタンダードになっています。これは暗号理論研究の一例です。

極めて強い安全性のクラスの一例として汎用結合安全性というクラスがあります。これは暗号プロトコルを組み合わせたときの安全性を保証する理論です。ネットワーク上で、コンピュータが複数の外部コンピュータと交信しながら複数のプロトコルを同時に実行することは通常に起こっていることです。しかし、単独では安全な暗号プロトコルでも、組み合わせると一般に安全性は保証されません。複数のプロトコルを組み合わせても安全性を保証するのが汎用結合性です。汎用結合性安全な暗号プロトコル同士は、どのように組み合わせても安全性が保証されます。しかし、このような強い安全性を満たし、かつ効率の良い暗号アルゴリズムを設計するのは困難が伴います。これらプロトコルの効率を上げ実用的にする研究 [1] も暗号理論の研究です。

その他、指導教員の研究としてはサイドチャネル攻撃を理論的に防ぐ暗号の設計、ゼロ知識証明、実際の暗号通貨にも利用された追跡可能かつ匿名性をもつデジタル署名の研究等様々なものがあります。

【耐量子計算機安全な暗号の研究】

大容量スケールの量子計算機が将来実現すると、素因数分解や離散対数問題の解読困難性に安全性の根拠をおく従来の暗号部品やプロトコルは安全でなくなります。最近、NIST (米国国立標準局)は量子計算機に強い暗号への代替え機運を高めようという動きを強めています。

本研究室では量子計算機に強い次世代の暗号として格子暗号に注目しそのより良い方式を考えると共に、その安全性の根拠となる格子問題をJAISTのスパコンを使い解読実験を行うことで、次世代暗号のパラメータ決定に寄与しようとしています。本研究室はドイツのダルムシュタット大学が提供している Lattice Challenge で定期的に記録を更新しています。

【マルチパーティ秘密計算】

秘密計算とは、複数の参加者が自身の秘密を漏らさず、しかしその秘密から計算される結果 (各参加者の秘密の平均値など)のみを協力して計算する暗号プロトコルです。様々な秘密計算の効率的な実装を目指します。

【ネットワークプロトコルの安全性研究】

TLS/SSL、SSH など既存のプロトコルを暗号理論の観点から、または攻撃アルゴリズムを用いて安全性を解析します。セキュリティの理論的基盤が脆弱もしくは不明な情報システム・サービスに対して、どこまでの安全性が担保されるのかを探ります。

主な研究業績

1. E.Fujisaki, "All-but-many encryption", Journal of Cryptology, Vol 31, Issue1, pp 226-275, January 2018.
2. E.Fujisaki and K.Xagawa, "Public-Key Cryptosystems Resilient to Continuous Tampering and Leakage of Arbitrary Functions", In ASIACRYPT 2016 (1), pp.908-936.
3. E.Fujisaki and T.Okamoto, "Secure integration of asymmetric and symmetric encryption schemes", Journal of Cryptology, Vol 26, Issue1, pp 80-101, January 2013

使用装置

JAIST のスパコンを暗号攻撃実験で使用。

研究室の指導方針

本研究室は、将来の優秀な暗号や情報セキュリティの研究者、開発者を育成することを目標にしています。学生はまず暗号理論の基礎を指導教官の指導のもと勉強します。その上で最新の研究文献を英語でしっかり読むこと、どのように課題を抽出し、それを解決するかという研究の基本を学びます。最後にアイデアを論文としてアウトプットし、どのようにプレゼンするかを経験することで研究者としての基本サイクルを学びます。オーソドックスですがこれをしっかりこなすことが実力向上の近道です。本研究室では研究が加速するように多くの優秀な外部研究者との接触の機会が持てるよう取り計らいます。そこで自分のアイデアを話しフィードバックを得られたときに、このコミュニティのネットワークにあなたが組み込まれたということです。

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~fujisaki/>



知識を使って推論し 言葉の行間を読むマシンをつくる

研究を始めるのに必要な知識・能力

言葉を理解できるコンピュータを作りたいという熱い気持ちをもっていただくことが必須条件です。線形代数、確率統計、アルゴリズム、プログラミング、英語での文献調査、文章執筆スキルがあると望ましいですが、入学後でも学べます。

この研究で身につく能力

日々の研究室活動では、言葉を計算機処理するために、世界で誰も試したことがない新しいアイデアを仲間とともに磨き、これを計算機上へ実装し、そのアイデアの有効性を検証していきます。面白い発見があれば、積極的に国内・国際学会に投稿し、外部の研究者とやり取りしながら、アイデアをさらに磨いていきます。こうした活動を通して、自然言語処理と周辺分野の専門知識はもちろんのこと、どこでも役立つ一生モノのスキルが身につきます。メタ思考力(常にナゼを問う意識)、仮説を立て、それを検証・整理し議論を組み立てる力、文献調査力、プログラミング力、データ分析力、といったものがその一例です。アイデアを磨く過程で、自分の考えを他者に分かりやすくプレゼンするためのコツ、チームワーク、文章執筆力も育っていきます。

【就職先企業・職種】 研究開発職、情報通信業

研究内容

人々が日常生活で用いる言葉を計算機で処理する方法論を研究しています(自然言語処理)。特に、推論能力、すなわち明示的に書かれていない内容を既存の知識から推測し行間を読む力を計算機に与える方法を研究しています。以下に、研究テーマの例を挙げます。

1. 自己認知ができる言語処理モデル

大規模言語モデル(LLM)に、訓練データから答えられない質問を投げかけたとき、LLMは自身の知識不足を認知できるでしょうか？我々は、LLMに自己認知機構を組み込むことでLLMの高度化を図る研究を進めています。業績1では、LLMが無知を自覚した場合に熟考回路を発動させ、より高精度な質問応答の実現に成功しました。

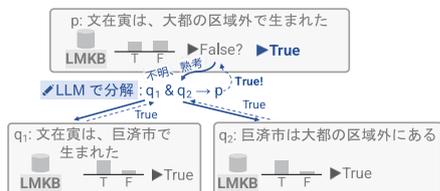


図1 自ら無知を自覚し熟考する質問応答モデル [1]

2. 画像に対する高度な推論ができる言語処理モデル

画像と言語を統合的に扱うことができるLLM(VLLM)は、画像に関する複雑な質問に解答できるでしょうか？我々は、VLLMに高度な推論能力を与える研究を進めています。業績2では、複数の画像間での共通パターンを特定することを課題とするデータセットを開発し、最先端のVLLMの性能を評価し、現状の課題を明らかにしました。

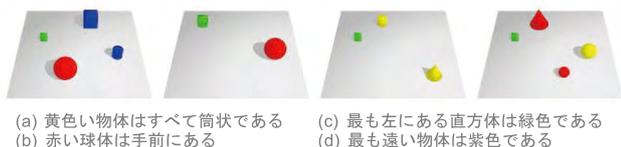


図2 画像に対する帰納推論問題のデータセット [2]

3. 文脈内学習の研究

LLMは、入力プロンプトを通じて新たなタスクを学ぶ、いわゆる文脈内学習の能力があることが知られていますが、これは具体的にどのようなメカニズムで実現されているのでしょうか？これまでの研究では、LLMが入出力の形式を文脈内学習する際の振る舞いを多角的に検証しました。

4. 論述文の妥当性の検証と説明

ディベートや小論文などの論理的なテキストにおける論理的構造を解析し、その論理の妥当性を分析するとともに、学習者に対してその弱点や改善策を提案できる計算モデルの研究に取り組んでいます。業績3では、このようなモデルの性能を評価するためのデータセットを構築しました。

上記テーマのほか、行動計画の推論等、様々な研究分野において「推論」を徹底的に研究します。本研究室は、2022年度から始まった生まれたての研究室。ぜひ一緒に研究室を創り上げていきましょう！博士後期課程に進学し、推論を深く追求したい人も大歓迎です。

主な研究業績

- 井之上ら. 自己認知は LM as KB の信頼性を高めるか. 言語処理学会第30回年次大会論文集, 4 pages, 2024.
- Shi et al. Find-the-Common: Benchmarking Inductive Reasoning Ability on Vision-Language Models. 言語処理学会第30回年次大会論文集, 4 pages, 2024.
- Robbani et al. Templates for Fallacious Arguments Towards Deeper Logical Error Comprehension. 言語処理学会第30回年次大会論文集, 4 pages, 2024.

使用装置

超並列計算機 (CPU/GPU クラスタマシン)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://rebelsnlu.super.site/>

本人の自主性を重んじ、自らの潜在能力を引き出せるように指導します。本人が楽しいと思える研究プロジェクトを計画立案できるよう、かつその目標に向かって自分の手で研究を進められるよう、基礎勉強会や各種週次ミーティングにより最大限支援します。国内外の学会発表や共同研究も積極的に奨励し、研究室を越えた繋がりを作ります。研究室内のコミュニケーションは基本的に英語で実施し、“現場ですぐに使える”英語を身につけてもらい、国際的に活躍できる人材を育てます。



Algorithm design for the 21st century

研究を始めるのに必要な知識・能力

I'm looking for highly motivated students with an interest in math and puzzle solving. You should have completed a basic algorithms and data structure course, and should have some familiarity with graphs.

この研究で身につく能力

You will learn how to find, define and solve algorithmic problems. To achieve this, you will learn the basics of graph theory and algorithm design. You will learn how to read and understand the scientific literature. You will learn how to tackle a hard algorithmic problem from start to finish. And finally, you will learn how to communicate your results effectively.

【就職先企業・職種】 Academia, IT industry

研究内容

Many real-world challenges, from analyzing huge social networks to efficient communication in distributed networks, can be expressed in the language of graph theory. Starting from the 70s and up until today, the field of graph algorithm design has proven itself as an invaluable tool in tackling many fundamental, real world algorithmic challenges. To achieve this, many "classical" graph algorithms were introduced.

With the recent emergence of Blockchain, autonomous cars and big data, there has been a shift in how algorithms are designed. In the "classical" model the data was small enough to be held in memory, there was a single processor and the data could be freely accessed throughout the computation. But this does not capture the challenges of big data and distributed computing, where data is too big to fit into memory, or is distributed among a huge network of servers. This requires us to design new graph algorithmic tools to handle these new and exciting challenges.

Below are two examples of such algorithmic models.

Streaming model:

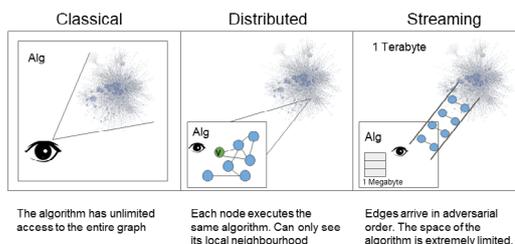
In the streaming model we wish to perform some computation over data which is too large to store in memory. For example, imagine our input is Facebook's social graph, where nodes are users and edges are friend relations. While the nodes can easily fit into RAM, the edges might require several terabytes of memory. To overcome this, we process the edges in a stream. That is, the algorithm sees all edges in the graph one by one, but has limited memory. The algorithm performs some computation while edges arrive and finally outputs the results of the computation. The memory restriction is quite challenging and requires new algorithmic tools and techniques.

Distributed model:

In the distributed model we have some network of independent processors that wish to achieve some common goal in a decentral-

ized manner. This model captures problems such as packet routing over the internet, achieving consensus in a blockchain network or a fleet of autonomous vehicles trying to optimize congestion. Here the main bottleneck is the communication between processors in the network. The crux here is that computation happens simultaneously throughout the network, which gives rise to new problems, such as symmetry breaking. The goal here is to design communication efficient algorithms for the task at hand.

The above are just two examples, while many more fascinating models exist (online algorithms, property testing, dynamic data structures). Our goal is to explore these new models of computation and try to accurately represent the algorithmic challenges of the 21st century. We aim to define new models, and design efficient algorithms for fundamental problems.



主な研究業績

1. Reuven Bar-Yehuda, Keren Censor-Hillel, Gregory Schwartzman: A Distributed $(2 + \epsilon)$ -Approximation for Vertex Cover in $O(\log \Delta / \epsilon \log \log \Delta)$ Rounds. PODC 2016
2. Ami Paz, Gregory Schwartzman: A $(2 + \epsilon)$ -Approximation for Maximum Weight Matching in the Semi-Streaming Model. SODA 2017
3. Keren Censor-Hillel, Eldar Fischer, Gregory Schwartzman, Yadu Vasudev: Fast Distributed Algorithms for Testing Graph Properties. DISC 2016

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://sites.google.com/view/gregoryschwartzman/>

I believe students should pursue topics and problems which they find most interesting. I will do my best to accommodate the above, offering guidance in my field of expertise and connecting students to other leading researchers in their respective field.



計算機科学の理論的基盤を構築する

研究を始めるのに必要な知識・能力

単に計算機を道具として使用するだけでなく、計算機の仕組みを理解したい(考案したい)という動機があるとよいでしょう。そのような動機さえあれば配属前に必要な知識はなく、配属後に学修を開始しても遅くはありません。

この研究で身につく能力

当研究室では、確かな論理的 / 数学的思考力に基づいて社会の問題を解決する能力を身につけます。このような能力は修了後にどのような職種に就いても必要になる汎用的かつ応用性の高い能力です。特に、ある一定水準を超える技術者には高度な専門知識が求められます。当研究室での研究活動によって、単にプログラミングや仕様記述が行えるだけでなく、その動作原理や機能を数学的に厳密に理解できるようになります。

[就職先企業・職種] 情報通信・情報処理産業、大学や企業の研究職など

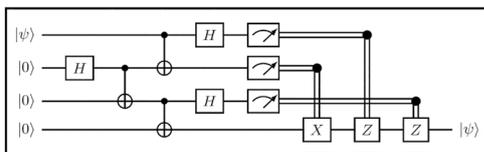
研究内容

当研究室が取り組んでいる研究分野は理論計算機科学です。現在の高度 IT 社会においては、誰もがスマートフォンやパソコンといった広義の「計算機」を活用して豊かな生活を送っています。当研究室では、「計算機」を単なる道具として使うことに留まらず、その仕組みを理論的に再定式化したり、新たに考案する研究を行っています。

具体的には、数理論理学という数学の一分野を応用して、プログラミングの機能、あるいはソフトウェアや通信プロトコルの仕様などを科学的に探究しています。さらに、その成果によってアルゴリズムやプログラムの正しさを数学的に担保する形式検証という技術を発展させることで、高信頼ソフトウェアの実現を目指しています。当研究室では、数理論理学を用いて、特に量子計算(量子プロトコル・量子プログラム)の正しさを厳密に証明する研究に取り組んでいます。

量子計算は古典計算とは根本的に異なる原理に基づく計算であり、テストによるデバッグが困難です。その理由として、(1)途中状態の確認行為がその状態を変化させる(観測による状態崩壊)、(2)同じ測定でも異なる測定値が確率的に得られる(観測の非決定性)、(3)同じ状態を複製できない(no-cloning 定理)といった量子力学に由来する現象が影響しています。このような理由で従来の直観が働きにくい量子計算の信頼性を高めるためには、量子計算の設計が正しいことの数学的証明(形式検証)が重要になります。一方で、古典計算に目を向けると、古典計算の形式検証には長い歴史があります。その結果、多ソート等式論理や様相論理(動的論理や時相論理)などの数理論理がその目的のために有効であるということが分かってきました。そこで、当研究室ではこれらの数理論理を改良もしくは拡張することで量子計算の形式検証を実践しています。

量子計算 (量子回路)



代数的仕様

```
red in SECRET-SHARING : initQState :=
[
  H(1) ; CX(1, 2) ; CX(0, 1) ; H(0) ; CX(2, 3) ; H(2) ;
  if P(1, |0>) then skip else X(3) fi ;
  if P(0, |0>) then skip else Z(3) fi ;
  if P(2, |0>) then skip else Z(3) fi
] P(3, qubitAt(initQState, 0)) .
```

【多ソート等式論理に基づく量子計算の形式検証】

形式検証を行うためには、まずはシステムやプログラムの仕様を数学的に厳密に記述する必要があります。特に、等式で表現される厳密な仕様(代数的仕様)の理論的基礎を与えるのが多ソート等式論理であり、その仕様に基づく等式推論によって形式検証が実行されます。この手法は古典計算の形式検証において大きな成功を収めました。

そこで、この手法に倣い、多ソート等式論理に基づいて量子計算の代数的仕様を与えることは自然な発想です。本研究では、さらに進んで量子計算の代数的仕様をプログラミングによって古典計算機に読み込ませることで自動的な形式検証を行うことに成功しました。

【動的量子論理に基づく量子計算の形式検証】

古典形式検証を出発点とするのではなく、量子計算の論理とは何かという疑問を出発点とするのも興味深い方向性です。コンピュータの父とよばれるジョン・フォン・ノイマンらは1936年に量子力学の論理として量子論理を創始しました。量子計算の誕生はその半世紀後なので、当然この時点では量子論理と量子計算は無関係です。では、量子計算の観点を取り入れることで量子論理を現代的な論理に生まれ変わらせるにはどうすればよいのでしょうか。

それに対する一つの回答が、ホーア論理を拡張した動的論理と量子論理を組み合わせた動的量子論理です。本研究では動的量子論理の代数を考えることで、それに基づいて様々な量子プログラムの形式検証をホーア論理と同様の方法で行うことに成功しました。動的量子論理は単に数学的構造としてみても興味深く、その性質の探究は量子計算の理解にも役立つとします。

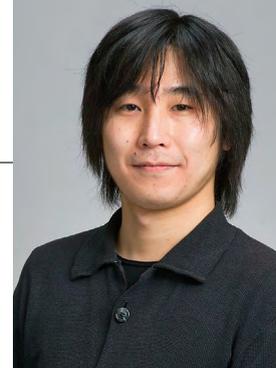
主な研究業績

1. Tsubasa Takagi, Semantic Analysis of a Linear Temporal Extension of Quantum Logic and Its Dynamic Aspect. ACM Transactions on Computational Logic, 24(3): 1-21, ACM, 2023.
2. Tsubasa Takagi, Canh Minh Do, Kazuhiro Ogata, Automated Quantum Program Verification in Dynamic Quantum Logic. In Proceedings of DaLi: Dynamic Logic – New Trends and Applications, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), 14401: 68-84, 2024.
3. Tsubasa Takagi, An Algebra of Quantum Programs with the Kleene Star Operator. In Proceedings of International Workshop on Formal Analysis and Verification of Post-Quantum Cryptographic Protocols, CEUR Workshop Proceedings, 3280: 2-15, 2022.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/takagi/>

理論系のバックグラウンドをもたない学生には、まずは基本的な数学の知識(初歩的な集合論、論理学、代数学)を定義・定理・証明という流れのもとで着実に身につけることを推奨します。その段階が完了すれば、各学生が自身の興味関心や問題意識に基づいて自由に問題設定・解決を行えるように、一対一もしくは研究室全体のミーティングで指導を行います。就職活動や帰省等で忙しい時期に研究活動を強制することは一切ありません。必要があれば、基礎知識を学ぶ勉強会や研究室合宿を開催します(参加自由)。



プログラミング言語と自動証明

研究を始めるのに必要な知識・能力

集合の基本的な知識、またはプログラミング能力のどちらか一方が必要です。前者に関しては授業科目のI120(基礎論理数学)で必要な知識を修得することができます。プログラミング言語やパズルの自動的解法などに興味があると楽しく研究できると思います。

この研究で身につく能力

当研究室では数学とプログラミングの両方ができる人材の育成を目指しています。研究者を目指す人はもちろん、企業の研究・開発職に行く人もJISやISOといった数学的に記述された文献を読みこなす力が求められています。数式を読み書きする能力、プログラムを数理的に理解し、説明できる能力を研究テーマを通して涵養します。

[就職先企業・職種] 情報通信関連の研究機関、システムエンジニアなど。

研究内容

強力なプログラミング言語機能やプログラムの自動検証技術の実現は、情報社会の発展とその安全を支えるために不可欠です。本研究室では項書換えと呼ばれる等式に基づく計算モデルの研究を行っています。項書換えは関数型プログラミング言語や定理自動証明、Mathematicaのような数式処理システムの基盤理論であり、計算の原理や性質を解明することで、プログラム合成や解析、等式の自動証明や解の自動導出を目指しています。

最近の研究テーマをいくつか紹介します。

1. 自動証明

数学的な定理を自動的に証明することは人工知能分野の夢といっても過言ではありません。私たちのグループでは特に等式の自動証明について研究を行っています。物理学の運動方程式や制御工学の状態方程式などをはじめ、多くの分野で等式によるモデル化が用いられています。情報科学も例外ではなく、例えば関数型言語ではプログラムを等式の集まりで構成します。ひとつたび等式系で表せば、等式から導出される式や方程式の解を調べることで、対象を分析することが可能になります。

■ 等式の証明

等式証明の基本は式変形です。式変形を繰り返し両辺が等号で結ばれれば、等号の成立を結論できますが、賢く行わないと変形が延々と続いてしまい証明が終わりません。自動化するには式変形を「賢く」行う必要があります。また証明に有益な補題をどう発見するのも重要になります。他にも等号の不成立をどう検知するか、反例はどう生成するのかなど、様々な研究課題があり、取っ掛かりやすいテーマだと思えます。

■ 方程式を解く

実数の連立方程式はガウスの消去法により一般解を自動的に求めることができますが、情報科学分野では項や文字列を対象にした方程式を解きたいことが多々あります。例えば文字列に関する方程式 $ax = yb$ は $(x,y) = (b,a)$, (aab,aaa) などの解を無数に持ちますが、 (zb, az) という一般解があります。解を持つ条件や効率的に一般解を導出する系統的な手法を模索しています。

2. 計算理論

■ 停止性検証

ソフトウェアが応答しなくなったり、突然リソースを使い果たしダウンすることがあります。多くの場合、それらはプログラムが意図せぬ非停止状態に陥ったことに起因します。停止性を自動検証する技術は今世紀に入り飛躍的な発展を遂げました。現在、コンパイラや定理証明システムに組み込めるような軽量かつ実装が容易な停止性検証手法を目標に研究を進めています。

■ 計算量解析

停止性からさらに一歩踏み込み、プログラムがどれくらいの速さで動作するか、つまり時間的計算量がどれくらいかを自動的に解析する研究にも挑戦しています。たとえばクイックソートのプログラムを入力に与えると、その時間的計算量である $O(n^2)$ と出力できるような解析技法とツールを目指しています。



主な研究業績

1. Teppei Saito and Nao Hirokawa: Weighted Path Orders are Semantical Path Orders. Proceedings of the 14th International Symposium on Frontiers of Combining Systems, LNAI, pp. 63-80, 2023. Best paper award.
2. Dominik Klein and Nao Hirokawa: Maximal Completion. Proceedings of the 22nd International Conference on Rewriting Techniques and Applications, LIPIcs 10, pp. 71-80, 2011.
3. Kiraku Shintani and Nao Hirokawa: Compositional Confluence Criteria. Proceedings of the 7th International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction, LIPIcs 228, pp. 28:1-28:19, 2022.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~hirokawa/>

この研究分野で必要とする知識は極めて少なく、新た々に研究を始める人にとって参入しやすい分野です。広範な知識は不要ですが、用いる数学的概念の正確な理解は非常に重要です。研究室のセミナーと輪講により、その知識と数式の読み書きのスキルを修得します。また検証ツールや定理自動証明ツールには国際コンペティションがあり、それらの大会参加を推進しています。



Safe domain-savvy AI for reliable human-AI synergy

研究を始めるのに必要な知識・能力

Mathematics (statistics is a bonus), Programing (Python, R, C++), Machine learning (deep learning, optimization). Having experience with Natural Language Processing and Generative AI is a plus point.

この研究で身につく能力

Through studying, for instance, generative AI, and idea of blending knowledge in human-understandable form and machine-understandable form to achieve consistent and creative results, students shall obtain knowledge of currently developed methods/technologies and understanding of the methodological evolution of communication with Generative AI systems and be able to utilize available methods/technologies for solving problems and think about new problems and new methods.

【就職先企業・職種】 AI academia & industry

研究内容

We study topics revolving around generative AI, NLP, and domain-specific applications in, for example, the legal domain, biology, and sociology.

Efficient NLP, Generative AI in specialized domains

Specialized domains require technical understanding often deviated from common understanding, so models trained on common data need adjustment to align with the value required for the given domain, e.g. understanding legal norms in the legal domain, and understanding social norms in social media data. However, for example, re-training is considered costly and environment unfriendly.

For that, it is valuable to make efficient systems from fundamental models for specialized domains. Prompt engineering and retrieval-augmented generation are potential approaches.

Pervasive AI: Understanding complex AI-involved communication networks

Humans and AI are never this close. However, the behaviors of AI agents in communications among themselves and with humans are very complex, and if not well-understood, can cause catastrophic disasters.

Therefore, the ability to analyze the behaviors and predict the behavioral changes can help regulate AI agent network and its operations to ensure its reliability.

Safeguarding AI:

AI is now dominant in daily life though, inability to control its behaviors may lead to severe consequences. Safeguards are being engineered to protect against AI misuses but also are being broken by adversaries. Besides, improving the safety of AI can increase the confidence of utilizing AI in critical domains, e.g. law and healthcare.

It is needed to study more robust methods for safeguarding AI systems from misuses, moving from engineering safeguards with, for instance, dictionary-based methods, to more generalized methods, for example, analyzing semantic space of generative models.

主な研究業績

1. Tran, V., Le Nguyen, M., Tojo, S., & Satoh, K. (2020). Encoded summarization: summarizing documents into continuous vector space for legal case retrieval. *Artificial Intelligence and Law*, 28, 441-467.
2. Tran, V., Tran, V. H., Nguyen, P., Nguyen, C., Satoh, K., Matsumoto, Y., & Nguyen, M. (2021, April). CovRelex: A COVID-19 retrieval system with relation extraction. In *Proceedings of the 16th conference of the european chapter of the association for computational linguistics: system demonstrations* (pp. 24-31).
3. Tran, V., & Matsui, T. (2023). COVID-19 case prediction using emotion trends via Twitter emoji analysis: A case study in Japan. *Frontiers in Public Health*, 11, 1079315.

研究室の指導方針

In group study/research, students will learn to express/defend their own ideas, find themselves what relevant literatures are needed and build a solid background, have a sense of contributing to a great goal, and with

- Confidence to conduct independent, new, and challenging research,
- Resilience when tackling challenging problems,
- Activeness to collaborate with others (research projects, shared tasks, competitions).

次世代デジタル社会基盤研究領域

未来の社会を実現し、人類の発展を支える
次世代情報システムの研究を推進

■ 領域の概要

すべての科学技術の発展の裏には、計算機システムとネットワーク、すなわちICT(Information and Communications Technology：情報通信技術)の大幅な進歩があります。また、ICT投資が企業業績と密接な関係があることも判明し、我が国の成長戦略の中心に位置づけられるようになってきました。こうした動きは、今後のIoT(Internet of Things)化により、日常生活の基盤が「スマート社会基盤」となりICTシステムへの依存度を増すにつれ、ますます進むものと思われます。本領域では、ICTシステムの根幹となる基盤技術の教育研究を推進しており、人材育成や学術的な成果はもとより、産業界への貢献、標準化活動、政府の政策決定に至るまで幅広く社会に貢献しています。

■ キーワード

スマートシティ、サイバーセキュリティ、IoT、インターネット、情報システム、組込みシステム、ソフトウェアエンジニアリング、形式手法、次世代ワイヤレス・センサー通信、超LSI設計法、AIプラットフォーム

■ 教育研究の方針

私達の研究領域は計算機のハードウェアやソフトウェア、ネットワークおよびセキュリティといった情報工学の根幹となる分野を対象に教育研究を行っており、流行に左右されることのない確かな理論と技術、方法論を身につけた学生を育成しています。本領域の研究では幅広い知識が必要とされますが、いずれも時代を超えてその必要性が認められてきた理論や技術であり、今後の新たなICTシステムを開発していく上でも必要なものといえます。また、Project Based Learning等、演習にも力を入れており、実践力の育成も図っています。

■ 就職実績

アイシン・エイ・ダブリュ工業(株)、(株)インターネットイニシアティブ、NECプラットフォームズ(株)、NTTコミュニケーションズ(株)、キオクシア(株)、KDDI(株)、(株)サイバーエージェント、シャープ(株)、(株)ソシオネクスト、東京電力ホールディングス(株)、(株)東芝、東芝エネルギーシステムズ(株)、TOPPAN(株)、日本電気(株)、任天堂(株)、ネットワンシステムズ(株)、パナソニック(株)、(株)PFU、(株)日立製作所、富士通(株)、マイクロンメモリジャパン(株)、三菱電機(株)、(株)三菱UFJ銀行、ヤマハ発動機(株)、LINEヤフー(株)、ルネサスエレクトロニクス(株)等



集積回路と組込み計算機、ネットワーク、サーバー、スマートハウス実験環境



社会を支える重要システムの 安全性・信頼性を最先端の科学で実現する

研究を始めるのに必要な知識・能力

「ソフトウェア＝プログラム」ではないので注意すること。プログラミング能力よりは、論理的思考能力、抽象化能力が重要です。たとえば、物事を三段論法的に考えたり、複雑な問題をシンプルな枠組みで説明する能力などです。

この研究で身につく能力

現在の社会において使われているシステムや開発されているシステムを対象に、その問題を識別、問題の根本的な原因を明らかにし、理にかなった科学的な解決策を提案できるようになります。日々のニュースや新聞で見聞きするように、現在の産業界では、安全性・信頼性に関する、とても大きな問題を抱えています。この問題を解決するためには、机上だけの科学技術では不十分であり、実際に実践できる科学技術が必要です。企業に入ってしまうと目の前の製品開発で手一杯になりますが、その前に、現実的なシステムの問題を科学的に解決できる上記のような能力を身につけることはとても重要です。そして、これにより、社会において安全、安心を科学技術で支える人材になることが期待されます。

【就職先企業・職種】 製造業、情報通信業、IT コンサルティング会社

研究内容

【正しいソフトウェアの実現へ】

我々が日常生活をしている今日の社会には、様々な所にソフトウェアが使われています。ソフトウェアはパソコンで動作させる物だけでなく、携帯電話、電化製品、自動車、飛行機などにも組み込まれており、身の回りの製品、日々の生活に深く関わっています。そのため、ソフトウェアの誤りは日常生活や経済活動を混乱させ、莫大な時間的、金銭的損失を引き起こす可能性があり、実際、そのような事例が報告されてきています。なぜ、誤りを含むソフトウェアが市場に出回っているのか不思議に思う人もいるかもしれません。誤りのない正しいソフトウェアを実現することは現代の科学をもって達成できておらず、現状では、製品に誤りが含まれてしまうことは不可避なのです。そこで、誤りのない、正しいソフトウェアを開発する方法を確立することは、挑戦的な研究であり、今後の社会の発展、および、安心した生活を送るためにとても重要です。

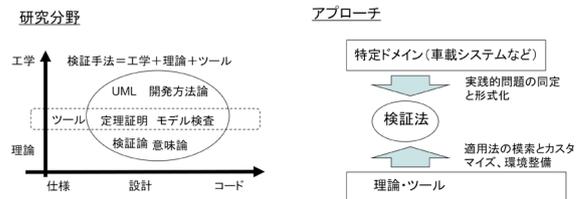
【形式手法・形式検証】

正しいソフトウェアを実現する研究は計算機科学の歴史において、比較的長く行われています。代表的なものとして形式手法(Formal Methods)、形式検証(Formal Verification)があります。形式手法・形式検証では、数学を基礎とした言語やツールを用いて、対象となるソフトウェアを記述し、検証を行います。これにより、なんとなくソフトウェアを開発するのではなく、数学に基づいた解析や正しさの保証を行うことができます。このような手法を用いて、ソフトウェア自身を科学することも重要です。ソフトウェアがこれからの社会や世界の構成要素であり続けるのであれば、他の自然科学の学問分野と同様、その本質や原理を明らかにして、事実を積み上げ、共有し、発展させる必要があります。そこで、本研究室では、形式手法・形式検証を用いて正しいソフトウェアを開発する手法、および、ソフトウェア開発の原理に関する研究を行っています。

【産業応用への挑戦】

現在の社会においてソフトウェアは重要な構成要素です。本研究室の研究対象は、「社会におけるソフトウェア」です。そのため、企業との共同研究を積極的に行っています。これまでに、主に、自動車(車載システム)を対象として、共同研究を行ってきました。現代の自動車は、多くの部分が電子制御されており、ECU(Electronic Control Unit)と呼ばれるコンピュータが多く使用され、ネットワークで接続されて協調動作しています。ハイエンドの自動車では、100個を超えるECUが使われており、非常に複雑なシステムになっています。一方で、自動車は我々の身近にある危険な乗り物であり、毎年、多くの人命が交通事故などで失

われています。そこで、ソフトウェアを用いて正しく制御することはもちろん、高度な安全性の実現への挑戦がなされています。自動車において、ソフトウェアの役割は、非常に重要なものとなっているのです。我々は、車載システムメーカーや研究所と共同研究を行い、実製品の検証に成功している世界的にも数少ない研究室の1つです。さらに、近年、自動運転の実現にAIが使用され、画像、動画などの情報を入力として、認知、判断、操作を行うようになりました。このような複雑な入力、および、AIによる不確実性を伴う判断結果をどのように取り扱うかが大きな課題になっています。車載システムに限らず、ソフトウェアの応用先は多様化しています。DX、ブロックチェーン、スマートシティといったキーワードが注目されていますが、ソフトウェアは、それらを実現する重要な基盤となります。我々は、今後も、様々な分野で、社会を支える重要システムの安全性・信頼性を最先端の科学で実現し、安全・安心な社会を目指して研究を行っていきます。



主な研究業績

1. Toshiaki Aoki, Daisuke Kawakami, Nobuo Chida, Takashi Tomita: Dataset Fault Tree Analysis for Systematic Evaluation of Machine Learning Systems, 25th IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing, pp.100-109, 2020.
2. Toshiaki Aoki, Makoto Satoh, Mitsuhiro Tani, Kenro Yatake, Tomoji Kishi: Combined Model Checking and Testing Create Confidence - A Case on Commercial Automotive Operating System, Chapter 5, pp.109-132, Cyber-Physical System Design from an Architecture Analysis Viewpoint: Springer, 2017.
3. Toshiaki Aoki, Kriangkrai Traichaiyaporn, Yuki Chiba, Masahiro Matsubara, Masataka Nishi and Fumio Narisawa: Modeling Safety Requirements of ISO 26262 using Goal Trees and Patterns, International Workshop on Formal Techniques for Safety-Critical Systems, Springer, pp.206-221, 2015.

研究室の指導方針

本研究室では、1) 問題の本質を学生自身で理解する、2) 科学的に問題を解決する、ように指導を行います。研究を学生自身で遂行するためには、まず、研究対象を学生自身の問題として捉えることが必要です。研究の初期には、具体的な事例を題材として、頻りに議論を行います。次に、科学的な問題の解決のためには、じっくりと問題を学生自身で検討することが必要です。研究の中期～後期では、ある程度期間の間隔がある定期的なゼミで検討結果を報告、議論します。これらの一連の研究活動を行えば、社会における問題を科学的に解決できる人材を輩出できると考えています。

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/aoki-lab/>

超並列処理システム
研究室

教授：井口 寧

(INOUCHI Yasushi)
E-mail : inoguchi@jaist.ac.jp

[研究分野] 超並列システム

[キーワード] 超並列アーキテクチャ、超並列処理、リコンフィギュラブルシステム、スーパーコンピュータ、AI プロセッサ

次世代スーパーコンピュータの基礎技術を
研究します

研究を始めるのに必要な知識・能力

C言語、Python、HDLなど、どれか一つ得意なプログラミング言語があると望ましい。しかしながら、必須と言えるスキルは特にありません。新しいプログラミング言語や技術にチャレンジしても良いですし、自分の得意分野を踏まえて研究テーマを選んでも構いません。およそ半数くらいの学生さんは配属時にC言語やHDLなどのプログラミングができますが、そうでない学生さんも配属後に勉強し書けるようになっていきます。

この研究で身につく能力

設定する研究テーマにより、次の複数のスキルのうち一つ以上の能力が身につくと期待しています。

- 1)超並列システムの設計法 相互結合網やルーティングなど、次世代超高性能システムに必須な基礎知識
- 2)超並列システムの利用法 MPI や OpenMP など超並列システムを効率良く利用するための利用技術
- 3)GPGPU コンピューティングの基礎技術 GPGPU の利用法や高効率化手法など
- 4)CNN 回路や AI プロセッサなど、各種特定目的専用アーキテクチャの設計法
- 5)論理回路設計法 FPGA や ASIC などの回路設計スキルやその流れなどを習得します。

【就職先企業・職種】 総合 IT メーカー本社、大手半導体関連企業、IT 系商社など

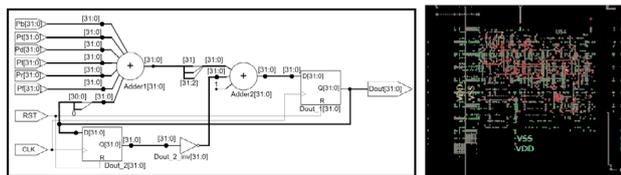
研究内容

我々の研究室では、主に超並列を中心に研究を行っています。超並列とは、多数のプロセッシング要素を高速な相互結合網で結合し、大幅な処理の高速化を目指すシステムです。超並列研究にはさまざまな階層があり、LSI チップ内の演算器レベルの並列化、マイクロプロセッサ (CPU) を多数結合する超並列システム、広域に分散したサーバ等をソフトウェア的に巨大な仮想計算機として提供する Cloud などが含まれ、これら超並列システムの構築手法や利用技術について幅広く研究を行っています。

近年では AI や数値計算など特定アプリケーションに特化した専用ハードウェアを構築する DSA(Domain Specific Architecture) が盛んに研究されています。本研究室でも AI 専用プロセッサの設計法など様々なアプリケーションに有用なアーキテクチャや並列アルゴリズムを解明しています。

現在推進中のプロジェクト

- 1)「ギガ帯域インターネットにおける電子指紋の超高速・高精度検出と超高速検索」
本研究では、インターネットに流通する mp3 などの音楽ファイルをギガ帯域でリアルタイムに検出し、楽曲を特定・ライセンスするために必要なハードウェア・サポートによる超高速電子指紋検出技術およびその関連技術について研究する。
- 2)「超大規模連立一次方程式の GPGPU による高速解法」
非常に高い計算能力を持つとして近年注目されている汎用グラフィックスプロセッサ (GPGPU) を用いて、連立一次方程式の高速解法に取り組む。GPGPU はメモリ量が限られており、大規模な連立一次方程式に GPGPU を用いることができなかった。本研究では疎行列を効率良く圧縮することにより、AI 学習などにも多用される GPGPU による連立一次方程式の求解アクセラレーションの適用範囲の拡大を目指す。
- 3)「高精細音空間コンテンツのための主観的最適化音空間ディスプレイの研究開発」
専用 ASIC によるアクセラレーションによるリアルタイム音響シミュレーションの可能性を探る。加減シフト演算のみの簡素な演算で音響をシミュレート



作成した専用 ASIC の演算要素回路とチップレイアウト

できる DHM 法を各格子点で計算する専用 ASIC を構築し、シミュレーションブロックとして結合することで任意の音空間シミュレーションを行う。

配属希望者へのメッセージ

大学は知的レジャーランドです。おもしろい機械や装置、新しい知識、それを語り合う仲間があります。当研究室に配属された皆様には、大いに学び、人間として成長されることを願っています。

当研究室は出身学部は問いません。化学や物理、また経済系など、非情報系の学部出身から当研究室に来る皆さんも多くいます。これらの方は、研究室配属後に関連する講義を取るなど、必要な知識を身につけて修了しています。

当研究室では、次のような次世代計算機システムを研究したい方を歓迎します。

- ・ CNN チップなど、専用計算機に興味のある方
- ・ 物理や音響などのシミュレーション

研究テーマの選び方は、研究室で行っているプロジェクトに参加する方法、自分自身でテーマを選ぶ方法、どちらでも構いません。研究室で実施しているプロジェクトであれば、機材や予算、先輩の成果などを利用することができます。学部での勉強など、自分のバックグラウンドを活かして自分自身で研究テーマを設定することも可能です。

主な研究業績

1. Faiz Al Faisal, M. M. Hafizur Rahman and Yasushi Inoguchi, "An Extensive Power and Performance Analysis for High Dimensional Mesh and Torus Interconnection Networks", International Journal of Distributed Systems and Technologies (IJ DST), Vol. 14, No. 1, 19 pages online, Jan., 2023
2. 河村 知記, 米田 一徳, 岩村 尚, 渡邊 正宏, 井口 寧, "オンサイトでの高精度数値シミュレーション実施のための GPU 向き疎行列圧縮スキーム", 情報処: 数理モデル化と応用, Vol. 13, No. 2, pp.93-106, Aug., 2020
3. Tan Yiyu, Yasushi Inoguchi, Makoto Otani, Yukio Iwaya and Takao Tsuchiya, "A Real-Time Sound Field Rendering Processor", Applied Sciences, MDPI, Vol. 8, No. 1, 17 pages online, Jan., 2018

使用装置

Xilinx ALVEO U200, Intel Arria10 GX 等、各種 FPGA 搭載システム
nVidia H100, A100, V100等 GPGPU クラスタ
論理回路設計 CAD、回路シミュレータ等
超並列システム DELL PowerEdge R6525 クラスタ (36,352core)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <http://ino-www.jaist.ac.jp>

「プロフェッショナル」として通用する人材育成

自ら目標を設定し、解決のための道筋を構築し、提案し遂行し、一つの目標を完成させる力を身につけていただきたいと思います。今はスーパーコンピュータはもとより、PC やスマホでもマルチコア時代です。当研究室で身につけた並列処理技術や思考法を存分に活かし、社会に出たあと、様々な分野で新しいシステムの設計や開発、アプリケーションの開発などで主導的に活躍できる人材を育成することを目指します。



高性能コンピュータを作ろう

研究を始めるのに必要な知識・能力

「デジタル論理と計算機構成」、「計算機アーキテクチャ特論」、および「オペレーティングシステム特論」の知識を基に研究を行います。コンピュータの動作原理の理解と高性能化・低消費電力化に対する意欲が要求されます。また、ほとんどの研究でプログラミングが必要となります。

この研究で身につく能力

大学院での修士・博士研究を遂行することにより、調査、問題発見、立案と計画書作成、実装、評価、論文(報告書)作成、プレゼンテーションといった、将来の仕事において様々な場面で必要とされる能力を凝縮した形でトレーニングすることができます。特にこの研究室では、計算機ハードウェアの論理設計を経験することにより、オブジェクト群の並行動作(システム全体)をイメージする力と、それを実現するためのオブジェクト設計(個々の問題解決)能力が養われます。

【就職先企業・職種】 情報通信・情報処理産業

研究内容

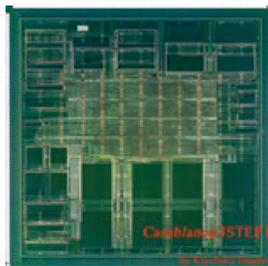
我々の生活環境において、携帯電話、家電製品、ネットワーク機器、自動車など、いたるところにコンピュータが組み込まれており、これらのほとんどでリアルタイム性が要求されています。従来のリアルタイム組み込みシステムは機器の急速な普及と高機能化・グローバル通信化にともないIoT (Internet of Things)やCPS (Cyber-Physical Systems)といったパラダイムへ発展しつつあります。本研究室ではハードウェアと基本ソフトウェアの両面から効率の良いリアルタイム処理を実現する方式を研究します。実際にシステムを設計・実装することによる実証的な研究を目標とします。

■リアルタイム組み込みシステムの実現

あらゆる組み込みシステムにおいて共通して使用されるコンポーネントである制御用プロセッサ、メモリ制御、および基本ソフトウェアであるリアルタイムオペレーティングシステムの研究開発を行っています。

組み込み用リアルタイムRISCプロセッサ

組み込みシステムに使用されるプロセッサは低コスト、低消費電力であることが要求されますが、加えて制御・通信機器などでは高速な応答性能が重要となります。我々は従来のRISC型プロセッサアーキテクチャを拡張し、マルチコンテキストアーキテクチャと低コスト・高効率キャッシュメモリによる高速割込み応答機構を実現する組み込みRISCコアを研究し、独自設計のLSIを開発しています。



リアルタイムオペレーティングシステム

リアルタイムシステムでは時間制約を満たすことに加え、重要なタスクの応答性が重視されます。リアルタイムタスクの応答性向上のためには、オペレーティングシステムが行うタスクスケジューリング方式の選択が重要です。本研究室ではITRON等の従来の組み込みOSが提供するシステム開発のためのインタフェースを保ちつつ、更にタスク実行時に動的に変化する各種時間属性を考慮して、可能な限りリアルタイム性を向上させる適応型スケジューリング法を提案・評価し、本スケジューリング方式を実現するリアルタイム組み込みOSを研究開発しています。

■暗号処理アクセラレータ

今日のICT環境において暗号技術は必須となっています。特に組み込み/IoT機器では省資源で効率の良い暗号処理を提供することが求められています。本研究室では楕円曲線暗号をFPGAで実装することにより、組み込み機器に適した暗号システムを提供します。特徴としては、データフローに基づく並列性の抽出による高速性、およびサイドチャネル攻撃に耐性を持つことが挙げられます。

■その他の研究

本研究室ではその他、機械学習ハードウェア、ハードウェア・基本ソフトウェア(OS)に対するコンフィギュレーションによるアプリケーションへの適応化手法、FPGA上でのマルチコア・ソフトプロセッサアーキテクチャ、低消費電力アーキテクチャ、RISC-Vプロセッサなどの研究を実装を含めて行っています。

主な研究業績

- Y.Chen, K.Tanaka, "Better Scalability: Improvement of Block-based CNN Accelerator for FPGAs," IEEE Access, Vol.12, pp.187587-187603, 2024.
- N.Yokoyama, K.Tanaka, "Container Auto-scaling System Using Sliding-Window Regression with Fuzzy Entropy," Journal of Information Processing, Vol.32 pp.916-928, 2024. (Recommended Paper)
- T.Suzuki, K.Tanaka, "Real-time Scheduling Algorithm with Execution Right Delegation for Multiprocessor," Journal of Information Processing, Vol.31, pp.67-77, 2023.

使用装置

Linux サーバ群およびストレージ
FPGA 開発環境・各種 FPGA 評価ボード
各種設計 CAD/ 検証ツール
各種計測器(オシロスコープ、ロジックアナライザ、等)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/tanaka-lab/>

本研究室では、週一回の研究室ゼミ、および毎日の個別ミーティングにより研究を進めます。研究室ゼミでは、参加メンバー共通の課題を扱い、文献を読み解く力と自身の言葉で説明できる力を養います。個別ミーティングでは短期的目標を設定し、それを達成するための方法に関する議論、および達成度に関する報告を行います。教員は方向性の設定、修正についてアドバイスをしますが、個々の問題に対する解決法は学生が自ら考えることを重視します。



家庭環境で人々を支援する ICTシステムの研究を推進しています

研究を始めるのに必要な知識・能力

プログラミングやハードウェアの試作など、アイデアを形にできるための力が必要とされます。オペレーティングシステムや計算機アーキテクチャ、ネットワークプロトコルスタックなどに関する知識も役に立ちます。

この研究で身につく能力

世の中の諸課題に対し、原理に立ち返って状況を分析・考察し、様々な技術を様々なアプローチで駆使して解決しようとする姿勢を身につけます。また、必要な情報や技術をどのように取得するのか、自らのアイデアをどのように形にして評価するのか、成果をどのように他人に伝えるのか、どのように世の中に広めていくのかについても学びます。

具体的には、計算機システムおよび計算機ネットワークに関する知識を基礎として身につけるとともに、課題に対して実装評価、シミュレーション、理論解析など、様々な解決手段を用いた対処方法を実践して身につけます。また、学会発表はもとより、国内外における標準化活動により、開発した技術を世の中に広める手段についても学びます。企業との共同研究の機会も多く、こうした経験から、実社会における研究開発の進め方についても学習できます。

【就職先企業・職種】 情報通信業、製造業(情報通信機器)、製造業(家電機器)

研究内容

パソコンの普及やブロードバンド接続の実現により、家の中までネットワークが入って来つつあります。しかし、これらの多くはオフィス用や研究用の技術の転用であり、一般の人にとってはむしろ、ネットワーク化、IT化されたばかりに今まで使ってきた日用品や家電製品が使いにくくなってしまいう可能性すらあります。我々は、家庭内の既存機器・設備の利用。ユーザーが持っている機器に対する概念の尊重、相互接続性の重視、といった観点から、従来とは異なったホームネットワーク、情報家電に関する研究を展開しています。

プロジェクトの例

■ JAIST Video LAN

疑問：ビデオカメラがデジタルになったのなら、そのままデジタルのネットワークに接続できないの？

解決：IEEE1394とATMの接続装置(家庭用はムリでも大学内ではつかえる価格のシステム)をつくろう。

成果：企業との共同研究により、開発した接続装置を商品化。大学等で広く使われるに至る。プロトコルは標準化団体に提出も、議論が盛り上がり標準化ならず、Japan Gigabit Networkにおける産業貢献賞を受賞。

■ 異種ビデオネットワーク相互接続アーキテクチャ

疑問：映像と音声を流すという目的は同じなのにコンピュータ、放送、通信など、なぜ互いにつながらないの？

解決：一番重要な基本的な部分を絞り込み、とにかく相互接続できるアーキテクチャをつくろう。

成果：通信・放送機構の産学連携プロジェクトに採択。VODサーバーからの映像を家庭用のDVデッキで視聴できたり、DV/ATMをDV/IPで受信できるシステムを開発。銀座ソニービルのロビーマルチスクリーンを全面借り切って商用のイベントを石川県から中継する実証実験も実施。

■ レガシーデバイスによるホームネットワーク

疑問：ネットワーク化された家電による便利な生活をするためには家中の家電を全部買い換えないといけないの？

解決：十年前に買ったラジカセとテレビもネットワーク化できるシステムをつくろう。

成果：電灯線、アンテナ線といった既存の通信路の活用と無線を利用したネットワークを構成し、赤外線制御と各電器製品の有限状態機械モデル化技術により、古い機械でもネットワークで連携動作できるシステムを開発。現在、企業と実用化に向けて検討中。

学外組織との連携

丹教授は学会におけるユビキタスや情報家電関係の研究会(情報処理学会情報家電コンピューティング研究グループ、ユビキタスコンピューティングシステム研究会、モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会、電子情報通信学会新世代ネットワークミドルウェアと分散コンピューティング時限研究会、実空間指向ユビキタスネットワーク時限研究会)の運営委員をつとめるとともに、産業界を対象としたフォーラム(スマートIoT推進フォーラム 技術・標準化分科会、宅内直流給電アライアンス)などのリーダーを行なっています。

また、情報通信技術委員会、総務省情報通信審議会などの標準化組織で標準規格の制定や技術の解説書編纂などを行っており、産業界との深いつながりを有しています。



IEEE1394-ATM 接続装置 SONY TL-100として商品化

主な研究業績

1. クラウド型ホームネットワークシステム諸技術の開発とその国際標準化(ITU-T J.190, Y.2070など)
2. スマートハウスシミュレータおよびスマートコミュニティシミュレータの開発とそのオープンソース化
3. 家電を端末とするオーディオ・ビジュアルネットワーク接続装置の開発と商品化

使用装置

木造二階建て実験住宅 1棟
プレハブ実験住宅 2棟
ECHONET Lite 開発環境
大規模シミュレーション用クラスシステム
ネットワークアナライザ、ネットワーク装置、等

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/tan-lab/>

本研究室では、指導的なエンジニアの育成を目標に実際にアイデアを実現することを重視した研究を行っています。基本ソフトウェアやネットワークプロトコルなど、基礎となる知識は輪講などの座学を行います。研究内容に関しては企業との共同研究や産業界のフォーラム活動などを通じて現実の課題を理解し、それを解決してゆくことを通じてエンジニアとしての素養を磨きます。白紙に絵を描くように、物事の全体像を捉え、アーキテクチャから詳細、実装と見直しをつけることのできる能力の涵養を目指しています。



For Forthcoming Research on Quantum, Wireless, Sensor and Energy

研究を始めるのに必要な知識・能力

The basic knowledge of English, Mathematics, and Communication Systems and Networks is required. The skills of interpersonal communication, programming, oral presentation, information gathering and interpretation, and caricature drawing are also required.

この研究で身につく能力

Students will be able to explain their research work clearly and systematically in the fields of wireless communication and networks. Students also will gain much confidence in their own research work with new, innovative and fruitful ideas of both future wireless and sensor domains. In addition, students will be able to express their firm opinions and perform logical discussions among diverse students, scholars, scientists and researchers in wide range of disciplines.

【就職先企業・職種】 情報通信・IT 産業・技術コンサルタント会社など

研究内容

The wireless world never stops growing. This results many people are connected wirelessly with mobile devices that allows them to keep up with the up-to-date information. The next largest breakthrough will be the sensory swarm, which enables more pervasive wireless networking and the vast deployment of sensors and actuators. The sensory swarm gives rise to the emergence of cyber-physical systems concept, which comprises the information-gathering network that would feed the massive information technology core with mountains of raw data to be processed and spun back out to us on our portable computing devices and laptops in a timely manner. These wirelessly sensors and actuators will be quite complex, requiring self-contained radio frequency, digital circuitry, clocks, and processing engines. Thus, it inspires architectures that will afford an order-of-magnitude improvement in efficiency and resource management. Our disciplinary research focuses on cyber-physical systems, sensor network system, wireless communications and quantum networks.

1. Cyber-Physical Systems (CPS)

CPS contributes to safety, efficiency, comfort and human health, and help solving key challenges of our society, such as the ageing population, limited resources, mobility, or the shift towards renewable energies. One example of CPS applications is a smart home automation for comfort control. In smart homes, appliances, devices, sensors, and actuators are expected to assist people live on their own comfortable, relax, restful, and pleasant.

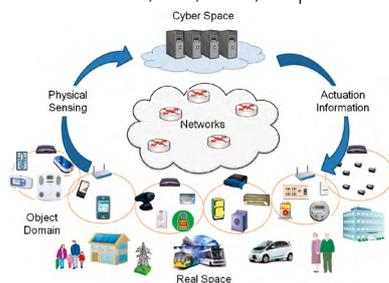


Figure 1: CPS integrates cyber world and real world

2. Wireless Network Coding (WNC)

WNC refers to a technique where a wireless device is allowed to generate out-

put data by mixing its received data. The unique characteristics of wireless medium renders WNC particularly advantageous, e.g., this technique can be used to achieve the minimum energy-per-bit for multicasting in a multihop wireless networks. In recent, this technique has been developed into a data link layer. The WNC engine in the data link layer can opportunistically mix the outgoing packets to reduce the transmissions in the air.

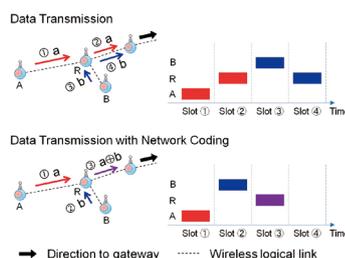


Figure 2: Data transmission using WNC technique

主な研究業績

1. J. Chi, X. Zhou, F. Xiao, Y. Lim and T. Qiu, "Task offloading via prioritized experience-based double dueling DQN in edge-assisted IIoT," IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 23, no. 12, pp. 14575-14591, Dec. 2024, DOI: 10.1109/TMC.2024.34525023.
2. Z. Cui, Y. Lim, and Y. Tan, "Factor graph-based deep reinforcement learning for path selection scheme in full-duplex wireless multihop networks," Ad Hoc Networks, Elsevier, vol. 161, Aug. 2024, DOI: 10.1016/j.adhoc.2024.103542
3. Y. Lim, Y. Lishuai, and Z. Zhong, "Quantum error corrected fidelity routing design for long-distance quantum networks," in Proc. of the 11th International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), 2024, pp. 1149-1153, DOI: 10.1109/ICNC59896.2024.10556066

使用装置

学内のスーパーコンピュータ (Cray XC40)
学内のシミュレータテストベッド むるぶし

研究室の指導方針

Our vision is to become an exemplary laboratory of top-class renowned research group for both students and scholars through the pursuit of excellence in mentoring, innovation and research. Our mission is to apply and advance knowledge strategically and innovatively to explore the research domains, quantum networks, wireless communication and smart sensor environmental, which have enormous potential to change the way people and things communicate.

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/lim-lab/>



信頼できるソフトウェアを 実世界に組み込む

研究を始めるのに必要な知識・能力

数学の基礎知識、プログラミング能力、英語力を有しているのが望ましいですが、専門的な知識・能力は配属後に学び始めても問題ありません。目標達成に向けて努力を惜しまない学生を歓迎します。

この研究で身につく能力

安全性が求められるサイバーフィジカルシステム(以下「CPS」)について、モデル化・設計・実装・検証を行うための理論と技術を学修します。CPS中のソフトウェア品質保証を目的に、独自手法の提案、ツールの実装、実験に取り組みます。これにより、CPSとソフトウェア関連の幅広い職業で役立つ基礎的な能力を習得することができます。また、サーベイ、問題の定式化、実験、対外発表など、研究者が行う主要な作業をひと通り体験し、それらに必要な基本能力の習得を目指します。

【就職先企業・職種】 ソフトウェア産業、製造業、スタートアップ企業

研究内容

自律走行する車、発電所、医療機器など、実世界の多くのシステムは、サイバー(情報)部品とフィジカル(物理)部品がセンサーとアクチュエーターを介して相互作用するCPSとみなせます。本研究室では、安全で高信頼なCPSの構築を目指し、「制約」の概念を用いた方法論や技術の研究に取り組んでいます。制約とは、特定の領域における関係を記述するもので、たとえば、命題変数をもつ論理式、実数変数をもつ連立方程式、車の状態変数をもつ交通ルールなどが挙げられます。これらの問題を宣言的かつ論理的に記述したり、効率的に解いたり、わかりやすく説明したりすることを目指しています。

【研究事例1】CPSのモデリング・シミュレーション・検証

【モデリング】CPSを簡潔・直感的に記述するための言語(例：ハイブリッドオートマトン、時相論理式、Simulink図)について、記述実験をしたり、意味論や相互の関係を調べたりしてきました。

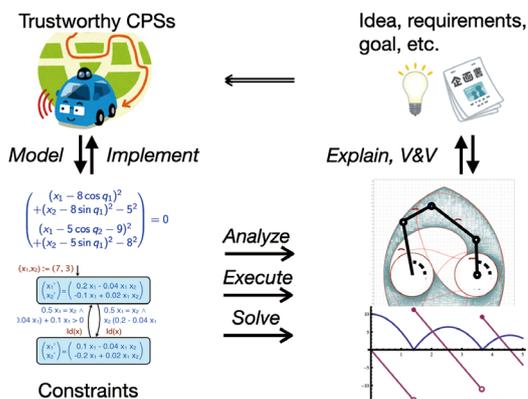
【シミュレーション】CPS開発では、モデルの振る舞いの数値シミュレーションが有用ですが、数値誤差やその他の原因による不具合が問題となります。精度保証計算や記号計算による高信頼化に取り組んでいます。

【検証】CPSモデルや実装の網羅的なテスト・検証手法について研究しています。制約ソルバーによる安全性の検証(業績1)、モデル分割による検証の効率化(業績2)、テストケース自動生成などに取り組んでいます。

【応用】上記技術を自動運転プラットフォームAutowareに応用するプロジェクトに参画しています。

【研究事例2】数値制約プログラミング

実数領域の制約について、充足解や最適解を求める制約ソルバーの開発に取り組んできました。提案ソルバーは区間解析に基づくのが特徴で、結果について数値的な精度保証をしたり、不確定値を含んだまま求解したりすることが可能です。また、CPSモデル検査のために、数値変数をもつ述語論理式を精密に扱うSMTソルバーを開発しています(業績3)。



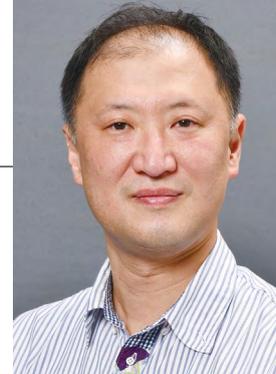
主な研究業績

1. D. Ishii, 他. SMT-Based Model Checking of Industrial Simulink, International Conference on Formal Engineering Methods (ICFEM), LNCS 13478, pp. 156-172, 2022.
2. D. Ishii. A Hypergraph-based Formalization of Hierarchical Reactive Modules and a Compositional Verification Method, International Symposium on Model Checking Software (SPIN), LNCS 14624, pp. 67-84, 2024.
3. D. Ishii, T. Tomita, T. Aoki. Approximate Translation from Floating-Point to Real-Interval Arithmetic, NASA Formal Methods, LNCS 13260, pp. 733-751, 2022.

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.dsksh.com/>

研究室全体または少人数でのミーティングを定期的に行い、関連分野(例：プログラミング、ソフトウェア工学、形式手法、制御工学、機械学習)の基本事項を学んだり、最新の研究動向を調査したり、各メンバーの進捗報告を行ったりします。各学生の研究テーマについては、既存のテーマに沿って設定することも、関連分野と一定の関連をもつ自由なテーマを設定することも可能です。



ICTシステム構築・運用の信頼性向上を目指して

研究を始めるのに必要な知識・能力

日々進化を続けているこの分野において、新たな技術・サービスに触れ、現状のシステムに満足せず課題を意識する姿勢が重要です。ネットワークサービスの仕組みや、構築・運用に係わる技術の基礎的な知識を持っていることは研究活動の遂行上役立ちます。

この研究で身につく能力

実社会のサービスや使われている技術を発端に、自ら課題発見と解決手段の模索・議論、PoC構築などによる具現化を行うといった訓練を通じて、ICTシステムの「本質」を洞察・理解した上でシステム設計・構築・運用が行える力を身につけます。最新の情報通信技術に触れそれらの活用・運用技術を身につけるに留まらず、継続的に新しい知識・技術を取り込み身につけられる力を養います。

【就職先企業・職種】 情報通信業(キャリア、ISP)、製造業、コンサルティング業

研究内容

ICTシステムは社会の基盤となり、私たちの社会生活に大きな役割を果たしています。新たなサービスも次々と登場し、日々進化を続けています。一方で、サービス障害は大きな悪影響を及ぼすようになりました。

私たちの社会生活において、安定的なICTサービスの継続、信頼性の向上は極めて重要な課題です。これは、インフラを担う大規模なICTシステムに限ったものではなく、企業や組織の社内システム等であっても同様です。サービス障害は各社・各組織の業務継続に大きな影響を及ぼします。

当研究室では、情報セキュリティを含むICTインフラの課題や実社会における喫緊の要請に対し、研究動向・技術動向や製品化動向までを踏まえた実世界志向の取り組みを実践しています。

インターネットアーキテクチャ

インターネットをより便利に快適に使えるようにするため、経路制御技術を中心に研究を行っています。特に、データセンタネットワークなど局所ネットワークの高機能化・効率化にも取り組んでいます。

ICTシステム運用技術

現在のICTシステムは数多のシステムやモジュールが組み合わされ、多くの依存関係があります。個々のシステム・モジュールに対する取り組みに加えて、系全体の設計や運用まで踏まえた取り組みが必要です。

JAISTキャンパスにおけるシステム運用や、企業等との共同研究、フィールドワークを通じて、ICTシステムの運用信頼性の向上に取り組んでいます。

サイバーセキュリティ

ネットワークの利用において、安心・安全の確保は避けて通れません。ネットワークセキュリティはネットワーク技術全体に横断的に影響する重要な課題です。

インターネットアーキテクチャやICTシステム運用技術の研究においても、セキュリティへの影響や要求を取り込むとともに、組織のセキュリティ確保についても研究しています。

主な研究業績

1. In-Network Computing から見るデータセンタネットワークの研究動向と課題：真壁 徹，宇多 仁．信学技報，vol.120，no.125，pp.13-18，2020年8月．
2. Challenges of Deploying PKI based Client Digital Certification: Satoshi UDA and Mikifumi SHIKIDA. Proceedings of the 2016 ACM on SIGUCCS Annual Conference, pp.55-60, the Association for Computing Machinery. 2016.
3. MPLS 研究開発プラットフォーム AYAME の設計・実装と拡張：宇多 仁，小柏 伸夫，宇夫 陽次朗，篠田 陽一．電子情報通信学会論文誌，Vol.J87-D-I，No.5，pp.536-543，電子情報通信学会．2004年5月．

研究室の指導方針

修了後に情報通信の分野において継続的に技術者として活躍できることを目指し、目先の技術だけでなく、新しい知識・技術を取り込み「身につけられる力」を養うことを目指します。研究課題の発見、解決手段の探求、議論など、学生自らの主体的な取り組みを求めます。課題解決においては机上での議論だけではなく、実装等により提案を具現化することも重視します。

教員は、定期的なゼミ等を通じた助言などで取り組みをサポートします。また、研究内容によっては、他大学や共同研究組織等との共同研究や意見交換など、実践的な活動も行います。



複雑なソフトウェアの仕組みやはたらきを視覚的にわかりやすく表現します

研究を始めるのに必要な知識・能力

C/C++/Java などどれか1つのプログラム言語によるプログラミング(授業科目「プログラミング基礎」相当)

この研究で身につく能力

最初に WEB 技術を用いた最新のソフトウェア開発方法論(やりかた)を体験し、問題点を自分で発見してもらいます。次にアスペクト指向やアーキテクチャ指向などのソフトウェア工学の最先端の技術に基づく開発を体験します。これらを通じソフトウェアやその開発方法自体を客観的に評価する、すなわち与えられた要求を単に満たすだけでなく、「より速く」「より正確で」「より変更しやすい」「よりわかりやすい」性質をもったソフトウェアを作成するにはどうしたらよいかを考える能力を習得します。これらの研究を通じ、現在の産業界において即戦力となりうる知識と経験のみでなく、その根底にある理論を理解する能力、および5年後、10年後に要素技術が変化したとしてもそれらを理解/応用し時代に適応する能力を身につけることができます。

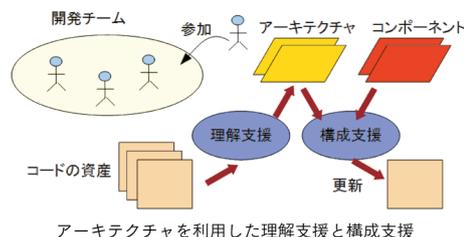
[就職先企業・職種] 情報通信企業、ネットワーク管理運営企業、組み込みシステム企画/開発企業など

研究内容

当研究室では大きく「ソフトウェアの理解」と「ソフトウェアの(再)構成」の2つのテーマについて開発者を支援する環境やツールの研究を行っています。

- (1) 理解支援とは現在あるソフトウェアの仕組みと働きを理解し、新しい機能の追加や新しい環境上で実行させるために修正が必要となる箇所や内容を開発者に示唆する活動です。最近では WEB 技術の発達とスマートフォンなどの小型端末の性能向上によりスタンドアロンで動作していたシステムをネットワーク上で動作させる要求が高まっています。また自動車などに代表される組み込みシステムでは機能の多様化と高度化によりそのソフトウェアの規模はここ5年間で約1万行から約100万行まで急激に増加しています。膨大な量の情報から開発者が必要とする情報を的確に抽出するにはフィルタリングの技術が重要です。従来のフィルタリングでは変数/関数名などの文字情報に基づくものがほとんどであり、抽出結果に不要な情報が多いなどの問題点がありました。これに対し変数と関数には引数や戻り値、関数同士では呼出し元/呼出し先といった「プログラムの構造」に対応したフィルタリングを行うことで精度を高める研究を中心に行っております。またプログラムの意味を変えずに構造をわかりやすくすること(リファクタリング)によって、複雑になりすぎたプログラムを改善し次の変更に備えることができます。改善可能な構造の発見支援も重要な研究課題です。
- (2) 構成支援とは新しくソフトウェアを作成する際に必要となる作業として「ソフトウェアの部品」と「組み合わせ方」を開発者に示唆する活動です。最近では何も無いところから数万行のソフトウェアを開発することは現実的ではなく、基本的な機能を実現したソフトウェア部品(コンポーネント)を利用するのが一般的です。コンポーネントはその機能により数十行から数千行まで多種多様ですが、いずれも使い方(インターフェース)が決められており、正しく組み合わせないと動作しない点では共通です。従来のプログラム言語では組み合わせの方法が限定されており、例えば関数の引数と戻り値のデータ型が一致していれば問題なく動作していました。しかし最近の言語で記述されたものはデータの型以外に

も様々な情報を含んでおり、それらの整合性の検査を手で行うのは現実的ではありません。さらに日々刻々と変化するネットワーク環境においてコンポーネントを動作させるためには、接続のための情報も更新していかなければなりません。これらの実現にはアスペクトという技術が注目されています。アスペクトとは複数の構成要素の間で連動して追加や更新が必要となる情報を管理するための仕組みであり、従来技術で開発された部品からアスペクトを抽出し部品を使いやすくする研究なども行っております。



主な研究業績

1. 鈴木正人：「PBL形式による組み込みシステム教育事例ープロセス適応による品質特性の実現ー」ソフトウェア技術者協会/情報処理学会 SEA ソフトウェアシンポジウム2013
2. 海津 智宏、磯部 祥尚、鈴木 正人：SDVerifier: プロセス代数 CSP を用いたシーケンス図検証ツール、コンピュータソフトウェア、2015年第2号、日本ソフトウェア科学会
3. Lin Wang, Tomoyuki Aotani, Masato Suzuki: Improving the quality of AspectJ application translating name-based pointcuts to analysis-based pointcuts, Proceeding of 14th International Conference on Quality Software (QSIC2014), IEEE

使用装置

エレベータ動作模型(電子ブロック機器製造製)
組み込みシステム開発実習装置(レゴマインドストーム EV3, Arduino)

研究室の指導方針

私達の使命は「ソフトウェア工学を適用して産業界に有用な知見を提供可能な学生を輩出する」ことです。ソフトウェアおよびその開発保守は高度な知的活動であり、常に変化・改善を求められています。新しいものを創り出す楽しさを理解したうえで、理論と実践のバランスを意識しながら研究活動を進めていきます。「作って動けば終わり」ではなく、「なぜそうなるのか」「もっとよい方法はないか」「これを作る/使うことで私達の生活はどう変わるのか」といったソフトウェアに対する客観的で幅広い視点を習得することを指導方針としています。

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~suzuki/>



ソフトウェアの高安全化・高信頼化を目指して

研究を始めるのに必要な知識・能力

基本的な数学知識、情報リテラシ、ITスキル及び論理的な思考能力を持っていることが必要です。また、研究テーマによっては、プログラミングスキルや計算理論、数理理論、確率・統計等の基礎知識を持っていることが望ましいです。

この研究で身につく能力

ソフトウェア/システムを分析・開発するための数学的な理論及び技術と、問題の本質を認識・整理するための抽象的・構造的な思考能力を身に付けることができます。また、そうした理論及び技術を組み合わせ(または必要に応じて拡張し)、問題を合理的に解決する手法を提案できるようになります。

研究内容

[形式手法]

形式手法とは、数学を基盤とした言語・技術・ツールを用いてソフトウェア/ハードウェアの仕様記述・開発・検証を行う手法群です。

数学を基盤としていることから安全性・信頼性を厳密に保証することができ、自動車・航空機・宇宙機の制御ユニットやOS、航空・鉄道管制系、CPU、暗号・通信プロトコル、医療機器などの高安全・高信頼が求められるシステムの開発・検証にしばしば適用されています。しかし、基盤技術に理論的限界(計算不能性や計算困難性)があるため、実践応用のためには抽象化・近似・緩和等の技法の利用することや複数技術の組み合わせることなど、様々な工夫が必要です。

我々は形式手法の適用範囲を広げるための基礎技術開発や実製品の開発・検証への応用、他分野への応用の研究を行っています。

[基礎技術の開発]

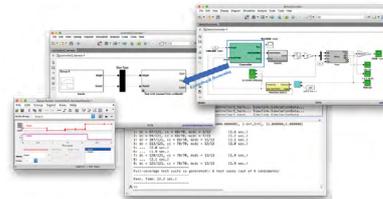
より広範に形式手法を適用できるように、システムの仕様記述・開発・検証の基礎技術/アルゴリズムの提案・拡張等を行っています。

- ・仕様記述言語
 - 数理理論：命題 / 述語論理、(確率 / 利得)時相論理[3]
 - 形式言語： ω - 正規言語、領域特化言語[2]
- ・検証技術 / 生成技術
 - プログラム検証：プログラムが仕様を満たすか検証[2]
 - モデル検査：システム / プログラムを抽象化したモデルが仕様を満たすかを検査
- * 確率的 / 統計的モデル検査
 - 仕様検証：仕様に不備がないか検証
 - * 充足可能性(無矛盾性)判定
 - * 実現可能性判定 / 最適合成[3]
 - テスト自動生成：システムの機能 / 構造を動的検査するためのテストケース1式を自動生成[1]

[実製品の開発・検証への応用]

企業との共同研究を通して、形式手法の理論と実応用の間のギャップを埋める技法・手法を開発し、産業界に展開可能な実践的な形式手法の確立を目指します。

- ・次世代車載基盤システムのための形式手法と検証ツールの創出 (CREST プロジェクト)
- ・Simulink モデルのカバレッジテスト自動生成技術の開発[1]
- ・組込みソフトウェアのコーディング標準 / ハードウェアマニユアルへの準拠性検査技術の開発[2]
- ・デジタルトランスフォーメーション (DX) への応用



製品化されたテスト自動生成ツールのプロトタイプ[1]

主な研究業績

1. Takashi Tomita, Daisuke Ishii, Toru Murakami, Shigeki Takeuchi, Toshiaki Aoki: *Template-Based Monte-Carlo Test-Suite Generation for Large and Complex Simulink Models*, IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E103-A, No. 02, pp. 451-461, 2020.
2. Thuy Nguyen, Takashi Tomita, Junpei Endo, Toshiaki Aoki: *Integrating pattern matching and abstract interpretation for verifying cautions of microcontrollers*, Software Testing Verification and Reliability, Vol. 31, Issue 8, e1788, 2021.
3. Takashi Tomita, Atsushi Ueno, Masaya Shimakawa, Shigeki Hagi-hara, Naoki Yonezaki: *Safraless LTL Synthesis Considering Maximal Realizability*, Acta Informatica, Vol. 54, Issue 7, pp. 655-692, 2017.

使用装置

検証ツール(モデル検査器, SAT / SMT ソルバ等)
モデル化ツール(MATLAB / Simulink, UML 等)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~tomita/index-jp.html>

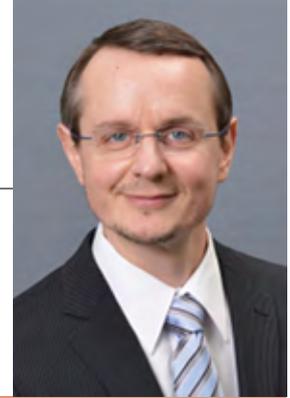
論理的/抽象的/構造的な思考・議論を実践できるように指導します。そのような思考・議論を重ねることで、問題の本質を認識・整理したり合理的な解決法を検討したりできるようになるはずですが、(必要であれば大雑把な提案はしますが)研究の具体的な目標・計画・課題・アプローチ・解決法の検討や問題解決のための知識・技術の修得については、学生本人に1研究者として主体的・継続的に行ってもらいます。検討や学修の方向については定期的に実施するゼミ等での議論を通して助言します。

サイバーセキュリティ
研究室

准教授：ベウラン ラズバン

(BEURAN Razvan)
E-mail : razvan@jaist.ac.jp

[研究分野] サイバーセキュリティ、IoT/CPSセキュリティ

[キーワード] ネットワークセキュリティ、AI、トラストワージネス、セ
キュリティ演習、サイバーレンジセキュリティの研究により次世代社会の
信頼性を高める

研究を始めるのに必要な知識・能力

We welcome students with interests and abilities related to cybersecurity and network security, as well as good programming skills. Independent thinking and a strong motivation to learn and develop oneself are a must.

この研究で身につく能力

Students who graduate from our lab will possess deep knowledge regarding cybersecurity and IoT/CPS security. They will be able to develop cybersecurity-related software, and perform various kinds of network experiments and assessments. The students will also gain hands-on network security experience and will be capable to deal with cybersecurity issues in the real world. Their English paper reading and writing, as well as presentation skills will also improve significantly.

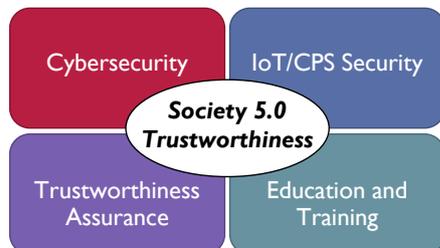
【就職先企業・職種】 サイバーセキュリティ業、組み込みシステム製造業、情報通信業

研究内容

Overview

According to the vision put forward by the Japanese government regarding the future digital society, also known as Society 5.0, the cyber and physical spaces will be tightly integrated to build a human-centered society. Given that the Internet of Things (IoT) and Cyber Physical Systems (CPS) have already started to become an integral part of our daily life, new challenges and issues regarding their use arise.

These complex conditions place strong requirements regarding the trustworthiness of Society 5.0, and to address these issues our lab focuses on the following key research question: *How to ensure that the future Society 5.0 is a safe and secure environment?*



Research directions for ensuring the trustworthiness of Society 5.0

To answer this research question, our laboratory pursues four main research directions, as described next.

Cybersecurity

The increase of cybersecurity threats in our society makes it necessary to create robust systems that support a wide range of cybersecurity-related activities. For this purpose, we leverage many modern techniques, such as artificial intelligence and machine learning. Examples related to this research direction include: (i) Reinforcement learning agent training methodologies (e.g., for automated cyber defense); (ii) Cybersecurity-related information processing techniques (e.g., for attack path extraction from cyber threat intelligence reports).

IoT/CPS Security

IoT/CPS systems have specific characteristics, such as computation resource constraints and a complex System of Systems (SoS) nature. In order to address these issues, IoT/CPS security approaches require the use of suitable techniques, as highlighted in the following examples: (i) IoT network intrusion detection based on federated learning techniques; (ii) Smart building control system emulation platform for security testing.

Trustworthiness Assurance

Society 5.0 challenges must be thoroughly considered from the perspective of the five components of trustworthiness: safety, security, privacy, reliability and resilience. Related activities include: (i) Develop a trustworthiness assurance framework to provide guarantees for all the five trustworthiness components; (ii) Conduct a case study on smart building control systems.

Security Education and Training

The human factor is an important component of modern cybersecurity, and we conduct research in the areas of technical security training and security awareness training. Examples for this research direction are: (i) Development of the integrated cybersecurity training framework CyTrONE and the corresponding training content; (ii) Conducting hands-on training activities.

主な研究業績

1. H. P. T. Nguyen, K. Hasegawa, K. Fukushima, R Beuran, "PenGym: Realistic training environment for reinforcement learning pen-testing agents," Elsevier Computers & Security, vol. 148, January 2025, 104140.
2. K. Mai, J. Lee, R Beuran, R. Hotchi, S. E. Ooi, T. Kuroda, Y. Tan, "RAF-AG: Report analysis framework for attack path generation," Elsevier Computers & Security, vol. 148, January 2025, 104125.
3. R. Beuran, J. Wang, M. Zhao, Y. Tan, "IoT Security Training for System Developers: Methodology and Tools," Elsevier Internet of Things, vol. 24, December 2023, 100931.

使用装置

HPC System "KAGAYAKI"
<https://www.jaist.ac.jp/iscenter/mpc/kagayaki/>

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/beuran-lab/>

We provide a dynamic research environment in which students can broaden their knowledge, learn new skills, and develop new abilities. We lay a strong emphasis on putting theoretical knowledge into practice through applied research, and on hands-on experience with various aspects of cybersecurity and network security. Since the development of communication skills is also extremely important, students are highly encouraged and supported to present and publish their research work.



Advancing Wireless Communication Technologies for the Future

研究を始めるのに必要な知識・能力

We are seeking motivated students to join our research team in the field of wireless and/or optical communications. Our lab involves a diverse range of research topics, both theoretical and practical. If you have a background in any of the following areas, we encourage you to reach out: Mathematics, Communication Theory, Simulations, Electronics, Optoelectronics, and Optics.

この研究で身につく能力

You will learn advanced transmission techniques used in modern wireless communication systems. You will learn how to build an optical wireless communication testbed using commercially available devices, or components built on your own. Then, you will be able to test your original idea using the constructed testbed. Additionally, through internal collaboration, you will have the opportunity to engage in interdisciplinary research that combines materials science and information science.

【就職先企業・職種】 Engineers in the electronics and telecommunications industries, as well as researchers in universities and national institutes.

研究内容

•Multidimensional Signal Multiplexing

Optical wireless communication (OWC) offers flexibility in employing various multiplexing techniques, such as multiple-input multiple-output (MIMO), wavelength division multiplexing (WDM), and polarization division multiplexing (PDM). This research will explore the combination of these multiplexing techniques to significantly enhance data transmission rates.

•Fluorescent Antennas/Concentrators

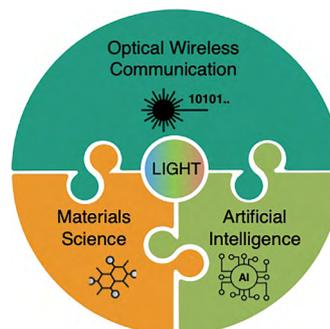
Conventional optical receivers using lenses for light concentration have a limited field of view (FOV), requiring precise alignment between the transmitter and receiver. This bottleneck can be addressed by using fluorescent concentrators or antennas. This research will focus on the development and testing of fluorescent concentrators for high-speed optical wireless communication.

•Artificial Intelligence-Aided Optical Wireless

This research explores the application of neural network algorithms for signal processing in optical wireless communication systems. The focus is on signal equalization and demodulation to enhance the reliability of different transmission systems.



Our recent OWC transmission testbed utilizes fluorescent fiber concentrations at the receiver.



Our recent research focuses on, but is not limited to, interdisciplinary research involving materials science and the application of AI techniques in optical wireless communications.

主な研究業績

1. **C. He**, S. Collins, and H. Murata, "Fluorescent antenna based on Förster resonance energy transfer (FRET) for optical wireless communications," *Optics Express*, vol. 32, no. 10, pp. 17152-17164, 2024.
2. **C. He**, S. Collins, and H. Murata, "Capillary-based fluorescent antenna for visible light communications," *Optics Express*, vol. 31, no. 11, pp. 17716-17730, 2023.
3. **C. He** and S. Collins, "A Two-Stage Fluorescent Antenna For Visible Light Communication Uplinks," *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 35, no. 21, pp. 1190 - 1193, 2023.

使用装置

Arbitrary waveform generators, Digital oscilloscopes, High-bandwidth photodetectors, Silicon photomultipliers (SiPMs)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://sites.google.com/view/cuiweihe/home>

I encourage students to engage in interdisciplinary research and work on projects from which they can gain practical knowledge or skills that will benefit their future careers. One-on-one discussions will be organized weekly. I will also highly encourage and support students to attend international conferences or publish papers in English journals.

人間情報学研究領域

人間の情報処理機構を解明し、より高度な
情報処理システムへと応用する

■ 領域の概要

私達の研究領域の目標は、人が外界やモノから感じ取るマルチモーダルな知覚情報をどのように情報処理し、伝達しているのかを、情報科学を中心として分野横断的アプローチから解明し、高次情報処理分野やロボティクス分野に展開することにあります。そのため、本研究領域では、人と人ならびに人と機械のコミュニケーションの理解を通じて、人の感覚知覚メカニズムの解明、多感覚モダリティと人間行動理解、言語・非言語情報の認識・理解、人間の思考プロセスとそのモデル化といった人間中心の研究に取り組みます。さらに、機械工学・制御工学に基づくロボット技術や、知覚・知能情報処理に基づく五感センシング技術、人・環境と適応的に相互作用をする知的エージェントとしてのロボット工学といった工学実装を中心とした研究に取り組みます。これらの多様な研究課題は、人と機械の調和のとれた人間中心社会(Society 5.0)形成に貢献します。

■ キーワード

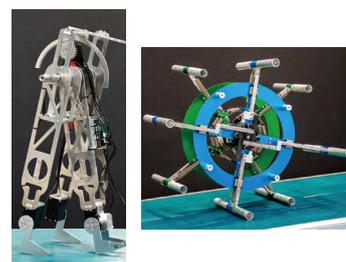
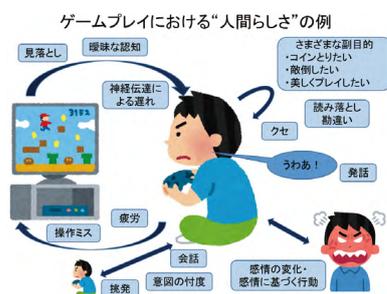
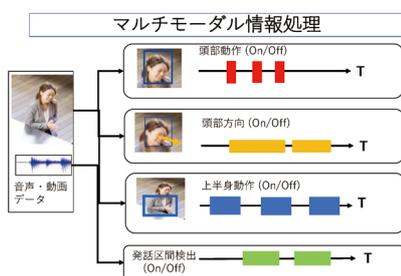
知覚・知能情報処理、社会的信号処理、マルチモダリティ、コミュニケーション、教育・学習工学、ゲーム情報学、自然言語処理、音声情報処理、画像・映像情報処理、ヒューマンインタフェース、知能ロボティクス

■ 教育研究の方針

私達の研究領域では、知覚・知能情報処理に基づく五感センシング技術、多感覚モダリティと人間行動理解、言語・非言語情報の認識・理解、人間の思考プロセスとそのモデル化といった人間中心の研究に取り組みます。また、これらに係わるセンシング技術やマルチエージェントロボット工学や教育工学といった工学実装を中心とした研究にも取り組みます。そのため、情報科学の基礎理論や基礎技術を中心に、信号処理、機械学習、人工知能、自然言語処理、ゲーム情報学といった重要な要素技術のほか、分野横断的な技術、専門知識を修得するための教育を行い、さらに研究を通して問題発見能力、モデル化、実装、評価、プレゼンテーション、コミュニケーションといった、高度な科学者・技術者に必要な能力を養います。

■ 就職実績

アクセンチュア(株)、EIZO(株)、(株)カプコン、KDDI(株)、(株)コナミデジタルエンタテインメント、澁谷工業(株)、シャープ(株)、(株)ジャストシステム、スズキ(株)、(株)SUBARU、セイコーエプソン(株)、(株)セガ、セコム(株)、セコム(株)IS研究所、総合警備保障(株)、ソフトバンク(株)、(株)タイムインターメディア、(株)東芝、東芝テック(株)、日産自動車(株)、日本電気(株)、日本電信電話(株)、(株)日立製作所、富士通(株)、(株)ブリヂストン、(株)ベネッセコーポレーション、本田技研工業(株)、三菱自動車工業(株)、三菱電機(株)、矢崎総業(株)、ヤマハ発動機(株)、楽天(株)、YKK(株)等





強いゲームAI、楽しませるゲームAI、教えるゲームAI

研究を始めるのに必要な知識・能力

集合、関数、確率といった数学的概念の基礎。何らかのボードゲーム・テレビゲームが好きで、かつ、不満を感じることができること。できれば、ある程度のプログラミング技術・経験。できれば、英語の技術文章が読めること。

この研究で身につく能力

研究には大きく分けて3層の能力、(1)ゲーム情報学の専門知識 (2)人工知能やプログラミングなどの情報技術 (3)知的労働者としての一般的な能力が必要で、それらを身につけることを目指します。(2)では、対象や将来設計に合わせ最適化・機械学習・木探索などの技術を学ぶとともに、“人に読まれる”“長期的に保守する”ことを意識したプログラミングの能力を身につけます。(3)では、対象を深く考察し問題を発見する能力、それに対し多角的な接近を検討し試験する能力、結果を客観的に比較判断し研究サイクルを回す能力、相手に合わせて図や例や式を用いて分かりやすく手法や結果を説明する能力、必要に応じて文脈を踏まえた報告・連絡・相談をする能力、長期的な目標を分解して短期中期のスケジュールを立てる能力などを身につけることを目指します。

[就職先企業・職種] 一般的なIT企業へのSEやデータアナリストとしての就職が多いですが、近年はゲーム会社への就職も多いです。

研究内容

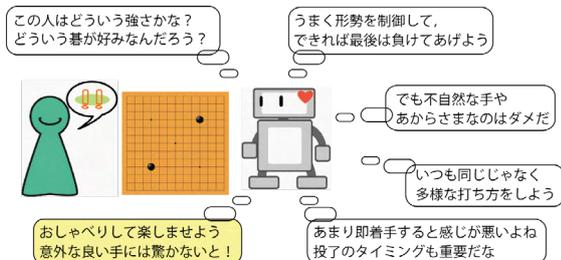
概要

将棋書画が知識人の嗜みとされた古来より、ゲームは人類の大切な文化です。コンピュータの登場によりテレビゲームがその仲間に加わり、また従来のボードゲームでもコンピュータプログラム(AI)が人間の相手をしてくれるようになりました。将棋やチェス、最近では囲碁でもコンピュータはプロレベルの強さを持ちますが、麻雀など、もっと複雑なゲームではまだ十分な強さには至っていません。また、単に強いだけでは人間を満足させられないことも分かっています。我々は、木探索・最適化・機械学習・シミュレーションなどの人工知能技術を用いてこれらの課題を解決し、人とゲームとコンピュータの良い関係を実現します。

楽しませる・教えるゲームAI

人間の相手となるようなゲームAIには、実にさまざまな能力が要求されます。弱すぎず強すぎず人間プレイヤーの力量や好みに合わせて強さを“悟られずに”調整できること、挙動が自然であること、いつも同じことばかりせず多様で時には思いもつかないことをしてくること。あるいは人間とゲームAIがチームを組むような場合には、人間がどのようなゴールを目指して行動しているのかを汲み取り、それに合わせてあげることも必要になります。さらには人間を指導するようなゲームAIも目標の1つです。

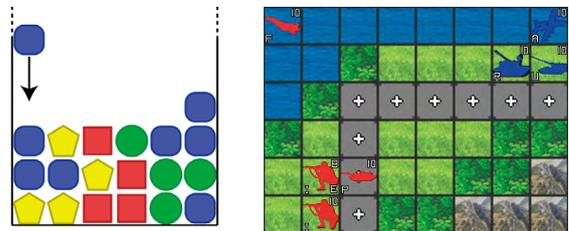
ゲーム情報学の分野はこれまで強さを求めた研究が主流で、楽しませる・教えるといった研究は始まったばかりです。現在池田研究室では、接待碁プロジェクト(下図)を中心に、そのベースとなる囲碁プログラムNomitanの開発、ロールプレイングゲームにおける意図を汲み取る仲間AI、パズルゲームのやりがいのある問題作成、本物よりも乱数らしく見える疑似乱数、感情を感じられるアクションゲームのキャラクタの演出、状況に応じて戦略を変える麻雀AIなど、メンバーごとの好きなゲームや問題意識に合わせてさまざまな内容を研究しています。



研究用ゲームAI開発環境

ゲームAIを学問として研究する場合、研究者ごとに独自のゲームに取り組んでいたのでは比較や再現が困難です。市販のゲームをそのまま使うことは問題が多く、またルールが複雑な場合が多いことから、研究用に統一したルールを定めて開発環境を公開することが有益です。いくつかのゲームではそのような開発環境がすでにあり、国際会議等で競技会が行われるなど活用されていますが、主に日本での有名なゲームの場合は十分なものがありませんでした。

そこで我々は、落下型アクションパズル(下図左)、ターン制ストラテジー(下図右)について研究用にルールを策定し、開発環境を公開し、自分達で強いプログラムを作るほか、他大学等でも利用してもらっています。今後もこれらの改善・普及を行うとともに、別のタイプのゲームについても検討していく予定です。



主な研究業績

1. Tatsuyoshi Ogawa et.al, More Human-Like Gameplay by Blending Policies from Supervised and Reinforcement Learning (教師あり学習と強化学習による政策をブレンドしたより人間らしい着手選択), IEEE Transactions on Games, 2024
2. Sang-Gyu Nam et.al, Using Reinforcement Learning to Generate Levels of Super Mario Bros. With Quality and Diversity (強化学習による高品質で多様なスーパーマリオのステージ生成), IEEE Transactions on Games, 2024
3. Chu-Hsuan Hsueh et.al, Improvement of Move Naturalness for Playing Good-Quality Games with Middle-Level Players (中級者に役立つ試合を提供するための着手の自然さの改善), Applied Intelligence, 2024

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/ikeda-lab/>

国内学会での発表ができるレベルを修了の目安とし、学生ごとの“ゲームへの愛情と不満”をもとにした研究を意欲的に行ってもらいます。一方で、情報系企業の知的労働者として活躍できるように、チームの一員としての活動の仕方(チームプログラミング、報告・連絡・相談、プレゼンなど)を身につけることを重視しています。随時の指導とは別に、週1回のゼミ(発表は2~3週に1回)、平日昼の顔合わせミーティング、メールでの週末の定期報告などを行っています。



コンピュータに耳と等価な機能をもたせる 試みをしています

研究を始めるのに必要な知識・能力

聴覚心理学・生理学、情報科学の知識やプログラミング技術、プレゼン能力を必要とします。これらは研究室独自のゼミを通じて皆で知識をつけ能力を伸ばしていきます。一番求められることは、音の研究が大好きで、やりたい研究をやり通す強い気持ちをもっていただくことです。

この研究で身につく能力

チャレンジングな研究課題に取り組むため、研究に関する専門性が非常に高くなります。また、研究課題に関係なく、共に研究活動を深めていくことで、論理的思考や豊かな発想をもつ能力が向上し、プレゼン能力・技術論文等の執筆能力が磨かれます。博士前期課程(修士)の学生は、与えられた問題を自力で解決する術を身につけるため、研究課題が変わっても広く対応することができます。博士後期課程の学生は、研究に関する高い専門性を有するとともに、広い視点から研究課題を洞察する力を持ち、自ら研究課題を発見してそれを解く能力を身につけることができます。基礎研究だけでなく、産学官連携を通じて応用研究まで視野にいられているため、将来はアカデミアの道に進むだけでなく、企業の研究・開発者としての道に進むこともできます。

【就職先企業・職種】 情報通信技術、音響機器、自動車関連企業など・システム開発研究職、研究職

研究内容

私達人間は、雑音や残響がある実環境において、いともたやすく狙った音を聴きとることができます。また、注意を誘導することにより、このような優れた能力をさらに発揮することができます。しかし、同じことを計算機上で実現することは非常に難しい問題です。もし計算機上に聴覚と機能的に等価な信号処理システムを構築することができれば、音声認識のための前処理や補聴システムといった様々な音信号処理に応用することができます。鵜木研究室では、聴覚の優れた能力に着目し、聴覚的な音信号処理の実現を目指しています。

* 聴覚特性に基づいた信号分析

聴覚の主な機能は、音信号を周波数分析すること(能動的な周波数選択性)です。この分析は、非線形処理であることが知られています。本研究室では、聴覚心理物理実験から聴覚の優れた周波数選択性の機能を解明し、その実験結果に基づいて、聴覚による信号分析と機能的に等価な聴覚フィルタバンクの構築を試みています。さらに、注意を考慮した周波数選択性の機能解明にも取り組んでいます。

* 聴覚特性を考慮した音信号処理

聴覚フィルタバンクを利用した音声信号処理の応用として、選択的音分離法(狙った音を聴きとる「聞き耳」モデル)や雑音残響除去法、変調伝達関数に基づいた残響音声回復法、骨導音声の明瞭度回復の研究を行っています。ここでは、非線形フィルタバンクとその後段の信号処理を確立することで、カクテルパーティ効果のモデル化にも応用することができます。

最近では、図1に示すように、AI 音声合成技術の悪用を防ぐために、入力した音声にディープフェイク音声であるかを自動的に識別する仕組みの研究に取り組んでいます。ここでは、聴覚的スペクトルの特徴などを包括的に調査し、機械学習ベースで合成されたなりすまし音声の検出がどの程度で可能か検討しています、これまでの検討から、音声の基本周波数成分の振幅と周波数の時間変動の特徴であるシマーとジッター、ならびに音色指標に関する音

響特徴がフェイク音声の検出で利用すべき最適なものであることがわかってきました。

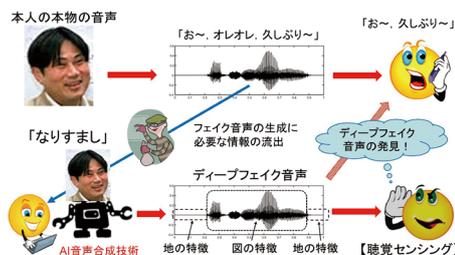


図1. ディープフェイク音声の検出課題

主な研究業績

1. Anuwat Chaiwongyen, Suradej Duangpummet, Jessada Karnjana, Waree Kongprawechnon, and Masashi Unoki, "Potential of Speech-pathological Features for Deepfake Speech Detection," IEEE Access, vol. 12, pp. 121958 – 121970, Aug. 2024. DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3447582.
2. Takuto Isoyama, Shunsuke Kidani, Masashi Unoki, "Computational models of sound-quality metrics using method for calculating loudness with gammatone/gammachirp auditory filter-bank," Applied Acoustics, Volume 218, 109914, March 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2024.109914
3. Candy Mawalim, Benita Angela Titalim, Shogo Okada, Masashi Unoki, "A Non-Intrusive Speech Intelligibility Prediction Using Auditory Periphery Model under Hearing Loss Perception," Applied Acoustics, vol. 214, 109663, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109663

使用装置

聴覚心理物理実験装置
防音室・簡易防音室・簡易無響室
機械学習向け高速計算サーバー
室内音響測定装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~unoki/>

鵜木研究室では、 π 型(二つの研究課題を柱とした)研究アプローチをとっています。一つは、聴覚機能解明に関する「聴覚科学」、もう一つは、音信号処理に関する「情報科学」の研究です。二つをあわせて「聴覚的信号処理」の研究に取り組んでいます。この研究課題に取り組むために、主に輪講・ゼミを活用して、聴覚心理学、聴覚生理学、情報科学の分野を土台として、広く聴覚・音声・音響信号処理の知識を深めていきます。研究は一人でやる人が多いですが、私とはマンツーマンで、研究室メンバーとはともに切磋琢磨して、楽しい研究の時間を共有していきます。



人間の内面・コミュニケーション・行動を理解する 計算モデルによる社会的人工知能の実現

研究を始めるのに必要な知識・能力

画像/音声情報処理、時系列データ解析、線形代数、確率・統計、機械学習、プログラミングの知識・経験のいずれかを有していることが望ましいです。ただし研究室に入った後でも、研究テーマごとに必要な基礎知識の勉強を行うので心配りません。一番重要なのは機械学習・データマイニングを駆使して人間の行動、内面状態、対人コミュニケーションをモデル化することに興味があり、地道に研究目標に向かって研究を進めようとする「やる気・持続力」が重要となります。

この研究で身につく能力

機械学習、データマイニング、信号処理を、人間行動・内面状態・コミュニケーションの理解・実現に応用するという立場で研究を行います。例えば、どのようなコミュニケーションの側面を捉えることで新しい応用先が見つかるか、その側面を捉えるためにはどのようなセンサを利用してデータを取るか、といった問題設定とデータ収集から研究がスタートすることが多いです。このため問題設定の立案、データ収集、信号処理・機械学習・データマイニング、アウトプットの分析・可視化といったデータサイエンティストに必要な一連の素養を身につけることができます。機械学習に基づく人工知能システムは多様な応用先を有しており、社会で扱われる問題も広範囲かつ複雑になっています。上記の複雑な問題に人工知能技術を適用し、問題を解決するための方法論を習得させることを目指します。

研究内容

機械学習、データマイニング、パターン認識、信号処理の技術を駆使し人間の行動、人間同士のコミュニケーション・インタラクションから観測される言語・非言語情報から態度・状況・グループコミュニケーションの質・コミュニケーションスキル、感情、人の関係性といった高次の抽象的概念をモデル化する技術と、インタラクティブシステム、会話エージェントへの応用に関する研究を行っています。これらの研究は社会的信号処理(Social Signal Processing)と呼ばれており、人間と共感し、適応する社会的人工知能の実現に欠かせません。

[1: マルチモーダルインタラクション]

各種センサで観測した、会話参加者の発話内容(言語)・韻律・視線・姿勢・ジェスチャ・心拍や皮膚電位などの生体信号を処理・解析するマルチモーダルセンシング技術と、マルチモーダルな特徴量を扱う機械学習技術に基づき、抽出・統合・階層化することで、①対話中の非言語行動の理解、②会話者の感情、態度、発話意欲といった会話参加者の高次状態・意図の推定、③コミュニケーションスキル、説明するスキル、面接スキル、プレゼンスキルの推定、④2者の関係性、グループディスカッションの質の推定に関する研究を行っています。

[2: ユビキタスセンサを用いた人間行動理解]

自動車運転行動解析: 様々な道路の運転中に観測されるアクセル・ブレーキ・操舵角の時系列データから、運転者個人の性格・運転スタイル・認知状態等を予測するモデルを研究開発し、個人適合型運転支援システムの実現を目指しています。

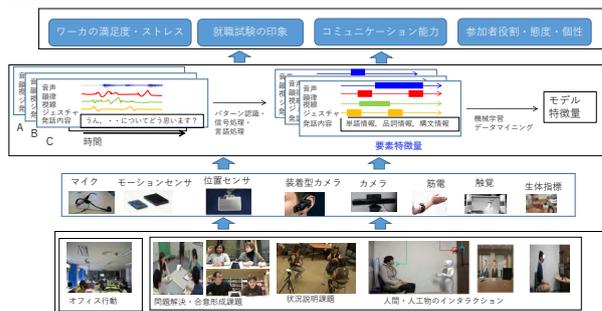
高齢者の認知状態のモニタリング: 認知症の早期発見に向けて、認知機能をできる限り負荷をかけずにモニタリングするために、i-beacon、ベッドセンサ等を利用して、移動・睡眠データに基づき認知機能の低下傾向を予測する技術を研究しています。

[3: マルチモーダル・時系列データのための機械学習]

1、2: の技術の根幹はマルチモーダルデータ・時系列データの機械学習・データマイニングの手法により支えられています。深層学習における時間構造の異なる異種のモダリティデータの統合方法、少量のラベル付き教師データを用いて学習する方法(半教師付き学習、転移学習)、曖昧なラベルデータを用いて学習する方法(弱

教師付き学習)、系列データから多様な特徴量を抽出するデータマイニングの手法等の研究を行っています。

社会的信号処理技術に基づくコミュニケーション理解・応用



主な研究業績

- Shogo Okada et al, Modeling Dyadic and Group Impressions with Intermodal and Interperson Features. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM) 15(1s): 13:1-13:30 (2019)
- Shun Katada, Shogo Okada and Kazunori Komatani, Effects of Physiological Signals in Different Types of Multimodal Sentiment Estimation, IEEE Transactions on Affective Computing, vol. 14, no. 3, pp. 2443-2457, 1 (2023)
- Fuminori Nagasawa, Shogo Okada, et al, Adaptive Interview Strategy Based on Interviewee's Speaking Willingness Recognition for Interview Robots, IEEE Transactions on Affective Computing, Early Access (2023)

使用装置

ビデオカメラ、ウェアラブルカメラ、マイクロフォンアレイ、Kinect、携帯型筋電センサ、加速度・ジャイロセンサ、VRゴーグル、ヒューマノイドロボット

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~okada-s/>

2017年度に発足した研究室です。研究の基盤となる機械学習・データマイニング・パターン認識の勉強と同時に、研究室でターゲットとしている研究分野の最新の成果とのつながりを明確にしながら、勉強と研究を進めていきます。これにより、世界の研究水準を知ると同時に、その水準での研究に挑戦することを目指します。



ことばを理解するコンピュータ

研究を始めるのに必要な知識・能力

言語に関する関心、自然言語処理に関する研究を究めようとする向学心、アルゴリズム・オートマトンに関する基礎知識。

この研究で身につく能力

当研究室では自然言語処理を主な研究テーマとしています。まず、自然言語処理に関連する過去の研究を調査し、未解決の問題を発見し、それを整理して研究テーマとして設定する能力を養います。指導教員からの助言をもとに進めることとなりますが、特に博士後期課程の学生は問題を主体的に発見することに取り組めます。次に、研究テーマの課題の解決方法を探究する能力を養います。重要な問題は何かを見極め、それらの問題解決に必要な言語処理技術や方法を発見します。最後に、得られた成果を論文としてまとめる能力やプレゼンテーション能力を養います。学位論文の執筆や学内・学外での研究発表を通じてその能力を磨きます。

【就職先企業・職種】IT産業、情報システム開発

研究内容

自然言語処理とは、我々が日常使っていることばをコンピュータに理解させ、それを加工したり新しいサービスを提供する技術です。自然言語処理は我々の生活をより豊かにする大きな可能性を秘めています。一方でコンピュータに言語を理解させることは大変難しいことでもあります。我々の研究室ではこの困難な課題に積極的にチャレンジしています。

当研究室における主な研究テーマは以下の通りです。

(1)大量のテキストに基づく自然言語解析

自然言語解析とは文の意味をコンピュータに理解させる処理を指します。文の意味を正しく理解するためには多くの知識や規則が必要です。一方、言語で使われる表現は実に多様であり、様々な文を正しく解析できる知識や規則を網羅的に用意することは困難です。当研究室では、大量のテキストから得られる統計的知識を利用することで様々な文を正確に解析する技術を研究しています。

(2)ウェブアクセス支援

ウェブアクセス支援とは人間によるウェブ検索をサポートする技術です。例えば、ウェブ上の情報は常に正しいわけではないため、ユーザが正しい情報か否かを判断することを助ける技術の開発に取り組んでいます。具体的には、ウェブページを書いた人や組織のことを「発信者」と呼び、発信者をウェブページから自動的に取得し、検索結果としてユーザに提示します。病気について調べたいとき、医者を書いたページや病院のページに掲載されている情報は信頼性が高いと言えます。ウェブページの発信者の情報を提示することにより、ユーザは「このページは医者を書いているから正しいだろう」といった推測をすることができ、容易に正しい情報を得ることができるようになります。

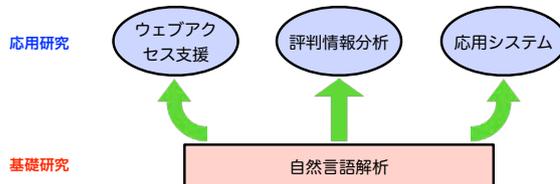
(3)評判情報分析

近年、多くの人々がウェブ上のブログやソーシャルメディアに製品やサービスの評判を書き込んでいます。このような他者による評判は、製品の購入やサービスの提供を検討している人にとって有益です。評判情報分析は、ユーザによるレビューを解析し、それが肯定的な意見か否定的な意見かを自動的に判定し、またその解析結果を集約して、製品やサービスに関する世間の評判を明らかにする技術です。

さらに、レビュー全体ではなく製品の属性に対する意見の肯定・否定を判定することにも取り組んでいます。属性とは、例えば評価対象がスマホのときには「デザイン」「操作性」「バッテリー」といった製品の特徴を指します。属性それぞれに対するユーザの意見を分析することで、製品の評判をより精緻に分析することができます。

(4)自然言語処理応用システム

自然言語処理の技術を用いた様々な応用システムに関する研究に取り組んでいます。例えば、コンピュータとおしゃべり(雑談)を楽しむことのできるチャットシステムを開発しています。また、ある言語を別の言語に翻訳する自動翻訳にも取り組んでいます。特に、方言から標準語への翻訳、手話からテキストへの翻訳など、パラレルコーパス(翻訳例を集めたデータ)の量が少ないときでも正確な翻訳モデルを機械学習する研究に注力しています。



主な研究業績

1. Kiyooki Shirai, Yuta Murakoshi, Natthawut Kertkeidkachorn. Generation of Diverse Responses to Reviews of Accommodations Considering Complaints about Multiple Aspects. The 38th Pacific Asia Conference on Language, Information and Computation (PACLIC 38), 2024.
2. Aye Aye Mar, Kiyooki Shirai, Natthawut Kertkeidkachorn. Weakly Supervised Learning Approach for Implicit Aspect Extraction. Information 14(11), 612, 2023.
3. Daichi Haraguchi, Kiyooki Shirai, Naoya Inoue, Natthawut Kertkeidkachorn. Discovering Highly Influential Shortcut Reasoning: An Automated Template-Free Approach. Findings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, pp.6401-6407, 2023.

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/nlp/lab/index.php?Top>

本研究室では、自然言語処理を研究テーマとしていますが、他のテーマにも応用できる一般的な問題発見能力、問題解決能力、プレゼンテーション能力を高めることを目指しています。これらの能力を高めるため、輪講(過去の文献の内容を発表して情報を交換する会)、ゼミ(自身の研究を発表してその内容を議論する会)を実施しています。また、指導教員と学生の研究打ち合わせを適宜行い、助言を与えつつ、研究課題を解決する手法を自力で発見することを促します。



知覚認知情報処理に基づく 知能ロボット実現を目指す

研究を始めるのに必要な知識・能力

力学、線形代数、微積分、電気電子工学、プログラミング、CADなどの基礎知識があることが望ましいが、ロボットに興味があり、目的意識を持っていれば学部・専攻科は問わない。

この研究で身につく能力

与えられた入力に対するロボットの動きを計算する能力。動力学シミュレーションソフトウェアを用いて計算機上で多種多様なロボットをモデリングし、その動きの高度な解析を行う能力。様々な環境条件における複雑な相互作用を伴うロボットの軌道を可視化する能力。ロボットの望ましい振る舞いを設計する能力および、意図通りに動かすために最新の制御理論を適用する能力。PCやマイクロプロセッサから実機のロボットを制御する能力。ネットワークを介してロボットやデバイスを制御する能力。ロボットの群れの行動を協調的に動作させるために、自律分散制御する能力。ロボットをより賢くするための人工知能・計算機科学の理論を実装する能力。知覚と身体運動を繋ぐ情報処理過程を解明するための総合的な研究能力。

【就職先企業・職種】 自動車関連、ソフトウェア及びハードウェア設計・開発関連、大学教員

研究内容

1)人間型ロボット：人間の日常生活において、人間と協調して複雑な作業を行うことが可能な、高い安定性と信頼性を有する人間型ロボットの実現を目指す。最新の生物と脳研究の成果を踏まえ、より人間に近い仕組みを持つ運動機構と神経制御手法を追求する。人間との相互作用においては、ロボットの個性化を実現するために、認知発達プロセスに必要な機能を標準化するソフトウェアフレームワークの開発に取り組む。

2)ヒューマンロボットインタラクション：人とロボットの間にお互いを理解するために必要なインタラクションチャンネルを開き、相互が情報を共有して協力し合うシステムを構築する。高齢者および障害者の歩行を支援する歩行支援機、人間とロボットの相互作用に基づくインテリジェントパワーアシスト台車などを開発している。

3)ネットワークロボット：家庭やオフィスのような非整備環境下で効率的に人間共存型ロボットを運用するために、データキャリアを用いて情報処理機能を環境湯に分担させる情報インフラを構築する。個々の物体毎に操作知識を分散蓄積し、作業実行時に統合利用することで物体に対する高度なハンドリングを可能とする知識分散型制御手法を開発する。環境情報獲得のための受信信号の方向検知機能を有するRFIDシステムの開発及び応用を行う。

4)車輪型移動ロボット・飛行ロボット：車輪型・飛行型自律移動ロボットによる未知環境探索のための環境地図作成及び自己位置同定に関する研究を行う。効率的な環境認識のために、単一モータによる小型軽量3次元測距センサポジションユニットの開発する。群ロボットにおいては、ロボット間の局所的な相互関係によって現れる創発的な振る舞いを研究し、環境に適応した編隊移動制御などを行う。

5)自律学習視覚システム：両眼奥行知覚発達の神経モデルを提案し、ロボット上に自律学習自己キャリブレーション両眼システムを実装する。効率的な符号化手法の有効性を検証すると共に、両眼奥行知覚発達の工学的モデリングとヒューマノイドロボットへの適用を行い、神経生理学並びに生物学的解明を行う。



自律型無人飛行ロボット



車輪型移動ロボットと人型ロボット



高齢者向け歩行支援ロボット

主な研究業績

1. N. Y. Chong (Ed.), Networking Humans, Robots, and Environments, Bentham Science Publishers, eISBN: 978-1-60805-731-3, September 2013
2. N. Y. Chong and Fulvio Mastrogiovanni (Eds.), Handbook of Research on Ambient Intelligence and Smart Environments: Trends and Perspectives, IGI Global, ISBN 978-1-61692-857-5, 2011
3. W. Yang, N. Y. Chong, and B. J. You, Biologically Inspired Robotic Systems Control: Multi-DOF Robotic Arm Control, VDM Verlag, ISBN 978-3-639-23071-0, 2010

使用装置

- 小型人間型ロボット
- 車輪型移動ロボット
- 無人飛行ロボット
- 歩行支援ロボット
- 計測機器および工作機械

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/robot/>

ロボット技術の高度化とその実用化に向けた課題を中心に学生自らテーマを探り、研究を進めていきます。他者とのコミュニケーションや研究チーム毎のコラボレーションを通じて生まれる多角的で柔軟な視点と独創的な発想を養います。研究室の開発用のソフトウェアとハードウェアプラットフォームを存分に活用して、学生が新しいアイデアやコンセプトの実現を試みることを楽しむよう、研究活動をサポートします。2週間1回程度のゼミや進捗報告、研究チーム毎の勉強会や打ち合わせを行います。コアタイムがなく、なるべく自由な雰囲気の中で学生一人一人が主体的に研究活動を行います。



「学び方の学び」を支援する 学際的研究環境

研究を始めるのに必要な知識・能力

学習や教育などといった人間の知的情報処理に対する興味・関心を持っていることを期待しています。教育学、人工知能、ソフトウェア工学、映像音声工学のいずれかの分野について基礎的知識を持っていると、スムーズに研究をスタートすることができます。

この研究で身につく能力

研究活動を通じて、研究課題の設定・研究対象のモデル化・関連研究の調査・支援システムの設計/開発/評価等の基本的な進め方を身につけることができます。研究分野の動向や新しい情報技術を自分の視点から捉え直し、発想したアイデアを実現するだけでなく、研究活動を自分のキャリアや興味・関心に関連付けることで、就職までのプランを設計し、普段の活動を定期的に振り返り、自分自身の活動スタイルを再構築できるようになることを推奨しています。さらに、研究成果をわかりやすく論文やプレゼンテーションにまとめて発表するとともに、積極的に他者とのコミュニケーションを取り、多様性を肯定した上で改善・発展の方法を考えることを通じて、主体性・協調性・建設性の向上が期待できます。

【就職先企業・職種】 情報通信産業、教育産業、学校教員など

研究内容

世界中の学習者が良質な学習資源に自由にアクセスできる環境が整いつつある現在、従来の教育・学習環境における時間的・空間的な制約を軽減し、学びたい人が学びたいことをいつでもどこからでも学ぶことができる、「開かれた学び」をどのように支援するかが当該分野の中心的トピックになっています。こうした学習支援研究においては、従来の「知識」そのものを学ぶことを支援することだけでなく、必要に応じて知識を獲得するための「知識の学び方」そのものを学ぶことを支援することが重要になります。我々の研究室では、以下に挙げるような具体的な研究テーマに取り組みながら、学習工学を中心に、ソフトウェア工学、映像・音声工学、人工知能的アプローチを組み合わせた、「学び方の学び」を支援する体系的な方法論を確立することを目指しています。また、今後本格的に普及が始まる「教育・学習のICT化」に対応するために、数年以内に運用可能な実践的な研究テーマを設定し、地理的・時間的に分散した環境におけるインタラクションを通じた教育デザインや運用支援に関する研究にも取り組んでいます。

■ 主体的 WBL 学習支援環境の開発

我々がWebブラウザを利用してインターネット上で学習を行うWeb-based Learning (WBL)は、学習者が主体的に知識構造を作り上げることで、高い学習効果を期待することができます。本研究では、こうした主体的WBLにおける「メタ認知活動」に注目した支援機能の開発を行っています。「メタ認知活動」とは、学習者自身が学習活動のプロセスや知識量、特性などをメタ(高次)の次元から認識して、自分自身の学習活動を修正していく活動を意味しています。こうした活動を支援することにより、学習者自身がメタ認知活動を意識し、その能力を向上させていける環境を提供することを目指しています。

■ 研究活動支援環境の開発

我々が日々大学で行っている研究活動は、複数の研究者や学生で構成される研究グループの元で膨大なコンテンツを生成・利用しながら進められています。本研究では、研究者および学生のチームからなる研究活動をモデル化し、研究活動を様々な側面から支援する機能を開発するとともに、研究室の活動を一種のコミュニティオブプラクティス(実践コミュニティ)として捉え、新たに研究コミュニティに配属される研究初学者に対し、従来暗黙的に継

承されてきたインフォーマルな経験情報を一種の研究活動スキルとして再構成して学習する過程を支援する環境を開発しています。

■ 遠隔教育・学習環境の設計支援

遠隔教育・学習を実現するために構築されるシステムは、講義の目的や形態、特性などといった教育工学的な制約条件と、システムで利用される通信技術や映像音声技術といった情報工学的な技術要素からなる、複合的な要求要件の下で設計されています。本研究では、効果的な遠隔教育・学習システムの設計を支援するための方法論として、遠隔拠点間で発生するコミュニケーションパターンに着目し、過去の実践事例を再利用可能な形で体系化することで、システム設計を支援する技術の開発を行っています。



主な研究業績

1. X. Zheng, S. Hasegawa, W. Gu, and K. Ota: Addressing Class Imbalances in Video Time-Series Data for Estimation of Learner Engagement: "Over Sampling with Skipped Moving Average," Educ. Sci. 2024, 14(6), 556.
2. K. Takahashi, W. Gu, K. Ota, and S. Hasegawa, "An Academic Presentation Support System Utilizing Structural Elements," IE-ICE TRANSACTIONS on Information and Systems, No.4, pp.486-494, 2024.
3. S. N. Karimah, H. Phan, Miftakhurrokhmat and S. Hasegawa, "Design Principle of an Automatic Engagement Estimation System in a Synchronous Distance Learning Practice," in IEEE Access, vol. 12, pp. 25598-25611, 2024,

使用装置

講義アーカイブシステム
ビデオ会議システム
PC 会議システム

研究室の指導方針

本研究室では、人間の知的情報処理過程をより快適に/効果的にするための支援環境を設計・開発・運用・体系化することを題材として、社会に必要なトランスファラブルスキルを育成することを意識しています。スキルに対して達成度のレベルを判断する基準であるルーブリックを設定し、マイルストーン毎に学生に自己評価させる仕組みを研究室運営に取り入れています。また、ミーティング等の活動を収録したり、議論の内容をデータベースに蓄積することで、日々の研究活動をポートフォリオとして活用する試みも進めています。

[研究室HP] URL : <https://dlc.jaist.ac.jp/hasegawa/>



ロボットの効率的な運動制御を通して ヒトや動物の運動を深く知ろう

研究を始めるのに必要な知識・能力

解析学、線形代数、および力学の基礎を習得していることは必須条件です。Mathematica、MATLAB、MaTXなどの計算支援ツールに習熟していると更に良いでしょう。

この研究で身につく能力

理論研究は主に、モデリング・制御系設計・運動解析の三段階からなります。まず解析の対象とする多リンク系(マルチボディシステム)の運動を数学的にモデル化します。次に、その力学特性を有効に利用した効率的な制御系設計を行います。最後に、提案する制御法をシステムに適用し、数値シミュレーション更には実機実験を通してその有効性を確認します。この一連の作業を通して、実世界におけるヒトや動物の運動を正確かつ客観的に把握・解析する能力、および得られた数理的知見を新しい機械システムの開発へ運用する工学的応用力の習得が期待できます。

[就職先企業・職種] 電機メーカー、自動車メーカー、鉄道事業者など

研究内容

ヒトの2足歩行は高度な技能を必要とするもので機械には実現困難な運動であると考えられてきましたが、数理的には脳神経を使わなくても実現可能な、本質的に安定な運動であることがロボティクス分野の研究を通して明らかにされてきています。これはロボットの2足歩行を工学的応用としてでなく、衝突を含む周期運動として、すなわち物理法則として捉え直したことで生まれた新たな科学的知見です。

当研究室では、このようにロボティクスを一つの手段としてヒトや動物が実現している高度な運動の本質を深く知ろうとする、サイエンスとしてのロボット研究を推進しています。

具体的には、①数理に基づく検証を通してヒトや動物の運動メカニズムを正確かつ客観的に知ること、そして②得られた知見を基に高度な技能を実現する新しい機械システムを創造することを中心的な目標としています。

取り組む研究テーマは各自の素朴な科学的興味に沿って自由に設定して構いません。歩行の例を幾つか挙げれば、ヒトは何故リラックスして2足歩行ができるのだろうか、踵よりも爪先が長い必要性はあるのか、路面が凍結していると歩き難い(転倒し易い)のは何故か、など非常に基本的な問題ばかりです。これらの疑問に対する客観的の回答を与えるために、問題設定に続いて対象とする多リンク系(マルチボディシステム)の数学的モデル化、数値シミュレータの開発、運動解析、実機実験という順に検証を進めていきます。

新しい現象の発見や精密な運動解析も重要な研究課題ではありますが、内容に関わらず、生物の身体形状や運動技能を創り出す客観的理由を深く、かつ明快に説明することを共通の最終目標としています。

最後に、当研究室で開発した使用装置の一例として、連結型リムレスホイール、撻動と揺動を利用した匍匐型移動ロボット、歩行データ計測システムの概要を写真で紹介しておきます。いずれもリムレスホイール(スポーク部分のみの車輪)や半円形状をした本体フレームを基本にした低自由度の歩行実験システムですが、理論と実際のギャップや身体と環境の力学的支配関係など、多くの有益な情報を得ることができるものです。



写真1. 能動的な揺動質量を搭載した連結型リムレスホイール



写真2. 撻動と揺動を利用した劣駆動移動ロボット

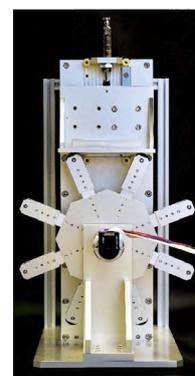


写真3. 歩行データ計測システム

主な研究業績

1. Fumihiko Asano, Taiki Sedoguchi and Cong Yan, "Generation of steady wheel gait for planar X-shaped walker with reaction wheel," Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 5766-5772, 2024.
2. Fumihiko Asano, Mikito Komori, Taiki Sedoguchi and Yanqiu Zheng, "Stable wheel gait generation for planar X-shaped walker with telescopic legs based on asymmetric impact posture," Proceedings of the 2024 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 11118-11123, 2024.
3. Fumihiko Asano and Mizuki Kawai, "Control of stance-leg motion and zero-moment point for achieving perfect upright stationary state of rimless wheel type walker with parallel linkage legs," Robotica, Vol. 42, Iss. 9, pp. 3087-3101, 2024.

使用装置

能動的な揺動質量を搭載した連結型リムレスホイール移動ロボットを駆動源とした物体搬送システム
剛体フレームと弾性要素から形成される柔軟な受動歩行ロボット
2台のX字型歩行ロボットから構成される多機能脚移動システム

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : https://www.jaist.ac.jp/is/labs/fasano_lab/index.html

学生全員が研究活動の一環として、Mathematicaによるマルチボディダイナミクスの導出・解析、MATLABによる数値シミュレータの開発およびこれを用いた運動解析、国内・国際会議における研究成果の発表などに取り組んでいます。また、毎週1回の研究室内セミナー(2時間程度)を開催し、学生が持ち回りで文献紹介、進捗状況報告、発表練習などを行っています。修士課程2年以上の学生は、自分の研究だけでなく、後輩学生の研究指導も積極的にを行います。研究生生活には、コアタイムなどの細かいルールは一切設定していません。各自で規則正しい生活を心掛け、健康・衛生の管理に気を配ってください。積極的に研究室の環境に適応していこうという姿勢も大切です。

移動ロボティクス 研究室

准教授：池 勇勳

(JI Yonghoon)
E-mail : ji-y@jaist.ac.jp

[研究分野] ロボティクス、センサ情報処理

[キーワード] 移動ロボット、ロボットビジョン、環境センシング、SLAM(simultaneous localization and mapping)



無人移動ロボットによる 知的環境センシング技術の開拓

研究を始めるのに必要な知識・能力

線形代数学、確率論等の数学の基礎力と、ロボット工学、計測工学、機械学習の一般的な知識を持っていた方が望ましく、好奇心を持って研究への意欲のある学生であれば歓迎します。自分のアイデアをロボットシステムに実装するために、簡単なハードウェアの制作とプログラミング言語(特に C++ 又は Python)に慣れている場合は有利です。

この研究で身につく能力

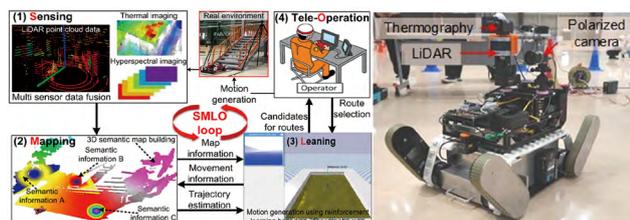
ロボティクスは、機械・電子・情報・制御・計測等の様々な分野の要素技術が融合される分野であり、システムインテグレーション技術が非常に重要です。具体的な研究テーマによって差はありますが、エンジニアとしての幅広い工学的知識を修得可能です。また、当研究室では実際の現場に適用可能な社会実装に焦点を当てた研究を積極的に行っているため、様々な社会ニーズと先端技術とのマッチング能力と、社会に貢献可能な新しい技術を創造する基礎能力を学ぶことができます。

【就職先企業・職種】 製造業、IT系企業、研究職等

研究内容

当研究室では、無人移動ロボットと各種センサ情報処理技術を通じて、実社会における様々な問題解決に貢献可能な研究に取り組んでいます。特に、人間の代わりに災害環境や豪雪環境など過酷な環境内に分布する様々な物理的な情報を計測することで、高度な知的環境認識及び運動制御技術を実現しています。

■ 被災地探査ロボットシステム



当研究室では、自然災害をはじめ原子力災害等の災害現場において、被害情報収集活動や原子炉建屋内の環境モニタリングを実施するための、半自律移動ロボットによるセマンティックサーベイマップ生成システムを開発しています。具体的には、ロボットに搭載されたサーモカメラやハイパースペクトルカメラ、LiDARなどの複数種類のセンサ情報を取得・融合し、環境の物理的な特徴量を含むマップを生成する技術を開発しています。

■ 自律除雪ロボットシステム

当研究室では、過酷な豪雪による冬期間の積雪環境において、除雪車の自動運転のための基盤技術を開発しており、自律除雪ロボットシステムに搭載したカメラによる周囲環境の知覚能力の向上を図るため、近年驚くほどの技術革新が見られる画像・動画生成AI技術に着目しています。夏季の道路環境と冬季の積雪道路環境との関係性を画像・動画情報により事前に学習しておくことで、冬季にも対応する夏季の偽画像を高精度で生成可能となり、雪に覆われた除雪対象の舗道領域を正確に検出することが可能です。

また、正確な積雪分布状態の予測による除雪ロボットの高度な経路計画や運動最適化性能を向上させるための研究を行っています。



■ 特殊環境における自律移動ロボットのナビゲーション

様々なサービスロボットの開発のために不可欠な要素である自律移動ロボットのナビゲーション技術は、ここ数十年間活発に研究されてきた分野であり、最近では既に多くの技術が実用化されつつあります。当研究室では、他にも様々な次世代センサからの計測情報を処理し、多様な特殊環境における自律移動ロボットのナビゲーションの性能を向上させるための研究を行っています。

主な研究業績

1. Y. Wang, Y. Ji, H. Woo, Y. Tamura, H. Tsuchiya, A. Yamashita, and H. Asama, "Acoustic Camera-based Pose Graph SLAM for Dense 3-D Mapping in Underwater Environments," IEEE Journal of Oceanic Engineering, 46(3), pp. 829-847, 2021.
2. Y. Ji, Y. Tanaka, Y. Tamura, M. Kimura, A. Umemura, Y. Kaneshima, H. Murakami, A. Yamashita, and H. Asama, "Adaptive Motion Planning Based on Vehicle Characteristics and Regulations for Off-Road UGVs," IEEE Transaction on Industrial Informatics, 15(1), pp. 599-611, 2019.
3. Y. Ji, A. Yamashita, and H. Asama, "Automatic Calibration of Camera Sensor Network Based on 3D Texture Map Information," Robotics and Autonomous Systems, 87(1), pp. 313-328, 2017.

使用装置

車輪型およびクローラ型の移動ロボット
LiDAR、測域センサ、光学カメラ、サーモグラフィ、音響カメラ等の環境計測センサ

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <http://robotics.jaist.ac.jp/>

当研究室では、ロボティクスという学問分野を通じて、多方面に社会に貢献できる人材を育成することを目指しています。そのためには、社会ニーズを把握した上で関連する技術動向を反映させる指導が重要であると考えており、学生には実際の現場に適用可能な社会実装を目標とした研究テーマを与えています。次に、研究成果を世の中に発信するため、すべての学生に対して国内・国際学会発表および学術論文の作成を積極的に推奨しています。最後に、研究室内でのミーティングはもちろん他大学および企業との連携を通じて、複数人のグループでの働き方、コミュニケーション能力、プレゼンテーション能力等も鍛えることを目指しています。



画像・映像処理とユーザインタフェース に関わる研究を幅広く展開しています

研究を始めるのに必要な知識・能力

画像処理、人の視覚システム、ユーザインタフェースに関する基本的理解に加え、Python などによる画像処理プログラミングの能力が必要です。取り組む研究テーマにより必要な知識・能力は異なります。これらに関する知識・能力を事前に習得しておくことは必須ではありません。

この研究で身につく能力

Python, C++ などを用いた物体検出、物体識別、画像生成や、ユーザインタフェース実装に関するプログラミング能力、深層学習などの機械学習による画像処理、人の振る舞いや視覚システムを考慮したユーザインタフェースデザインと実装法、画像解析システムに関する問題の認識と解決に関する論理的思考力が養われます。また、研究活動の過程で日本語論文だけでなく英文ジャーナルや海外主要国際会議で発表された論文の調査、理解も必要となりますので、英語論文の読解力の向上や、さらには留学生との研究ディスカッションを通じて科学技術分野の英語力が向上することが期待できます。また、研究テーマの内容にかかわらず、論理的思考力、課題認識能力、問題解決能力が養われます。

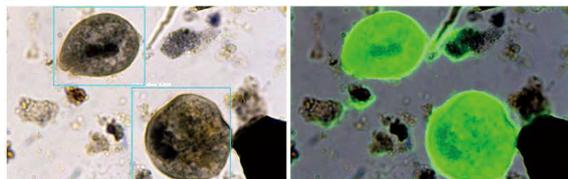
[就職先企業・職種] 情報機器メーカー、情報サービス関連企業、自動車関連企業、教育研究機関など

研究内容

私たちが接する画像／映像情報の量は年々増大しており、大量の情報の中から必要な情報を的確に探し出す技術の重要性はますます高まっています。また、映像制作の非専門家である一般の人々がビデオカメラやスマートフォンなどを使用して映像を記録し、それを映像共有サービスを通じて多くの人々と共有することも日常のコミュニケーションの一部となっています。人は多くの情報を視覚から得ていますが、例えば画像検索システムなどは計算機側の都合に合わせた処理の結果を出力しているものも多く、画像／映像情報に対して人が認識する意味・内容のレベルや感性に合わせたものには必ずしもなっていないのが現状です。人の知的活動を助け、その質をより高くすることに貢献する画像／映像処理システムを確立するためには、情報に対する人の見方、あるいはとらえ方に沿った情報処理モデルに基づくシステムが求められています。本研究室では、このような視点に立ち、画像・映像解析処理やそれに関わるインタフェースの研究を進めています。研究室では3つの「変える(進化させる、向上させる、より使いやすく人の感性に合致したものにする)」掲げ、研究を進めています。

1. 画像・映像のアクセス環境を変える

深層学習の画像処理への適用は、物体検出／識別性能の大幅な向上をもたらしました。顕微鏡画像を入力として、寄生虫体を検出し、その種をより高い精度で識別する深層学習の改善手法や、深層学習を画像識別処理に適用した際の判断根拠をより的確に可視化する手法、さらには深層学習による画像生成により、実際の学習データの収集が困難な対象に対しても検出／識別精度を向上させる手法などについて研究を進めています。



深層学習により顕微鏡画像の寄生虫を検出して種を識別する処理の例

2. 映像を創る環境を変える

スマートフォンによる撮影が身近になり、一般の人々が映像情報をアップロードし、それを共有するサービスも広く利用されています。映像制作に関する専門的な知識や技術を持たないユーザによって撮影・編集された映像は、作り手が意図したものとは異なるニュアンスを含む感性情報を伝え、映像の作り手と受け手の間のコミュニケーションの齟齬を生じる要因となることもあります。このような問題を解決するために、適切な感性情報表現を助ける技術として、撮影・編集支援に関する研究を進めています。



感性情報表現の観点から適切な撮影方法をアドバイスするビデオカメラ

3. 映像と人とのかわり方を変える

人が画像／映像情報を見たときの興味対象や興味の深さに関する情報を人に過剰な負荷をかけない形式で計算機システムに伝えることができれば、より効果的な情報検索や情報推薦が可能です。人が画像／映像情報を取得する際の視線情報や眼球運動からこれらの情報を取り出し、それを情報検索や情報推薦に応用する研究を進めています。

主な研究業績

1. Pengcheng Zeng and Atsuo Yoshitaka, "Visual Speech Recognition with Surrounding and Emotional Information", IEEE International Symposium on Multimedia, 8 pp., 2024.
2. Genta Matsukawa and Atsuo Yoshitaka, "Data Augmentation with Diffusion Model for Hand Detection", IEEE International Symposium on Multimedia, 4 pp., 2024.
3. 綾塚 祐二, 雅樂 隆基, 安川 力, 吉高 淳夫, "機械学習による画像診断の差分画像による解析," 情報処理学会論文誌 Vol. 63, No. 2, pp. 379-387, 2022.

使用装置

視線検出装置 (Nac, Tobii),
研究室内計算サーバ、映像撮影、編集機器
学内 HPC System

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/yoshitaka-lab/>

学生が取り組みたいと考える分野、内容を尊重して研究テーマを決めています。ゼミではお互いの研究テーマについて活発にディスカッションすることを促し、各自の研究方針や研究内容のまとめ方を第三者の視点からも認識してもらい、常に研究の内容や完成度をブラッシュアップするよう促します。向上心溢れる学生に対してはそれに応えるだけの指導を積極的に進め、例えば、英文ジャーナルあるいは国際会議への論文投稿を奨励し、英語での研究成果発表、ディスカッションが十分にこなせることを目標の1つとしてサポートしたいと考えています。

音情報処理学
研究室

講師：木谷 俊介

(KIDANI Shunsuke)

E-mail : kidani@jaist.ac.jp

【研究分野】 聴覚情報処理、聴覚心理、音声知覚

【キーワード】 聴覚的注意、聴覚の発達、隠れた難聴、音の質感、ことばの鎖、ロンバード効果

「聴く」を科学してヒトの生活を
より良いものに

研究を始めるのに必要な知識・能力

音響学、聴覚心理、プログラミング、統計・検定の知識があることが望ましいですが、入学時点で揃っている必要はありません。これらを研究しながら身につけていく気力が最も必要です。そして、その気力を継続する体力もある程度必要です。

この研究で身につく能力

聴覚の研究をとおして、問題を解決する能力や何らかの事象の原因・要因を突き詰める能力を身につけます。問題解決や原因究明には、仮説を立て、仮説を検証する方法を立案し、その方法を実施し、さらに実施した結果を評価することが必要です。研究を経験することで、これら一連の過程を自ら実施できる人材となることが期待できます。また、研究成果の対外発表をとおして、プレゼン能力の向上も期待できます。

【就職先企業・職種】 業種：通信業界、音響メーカーなど、職種：エンジニア、リサーチャなど

研究内容

ヒトは、空気の振動を耳で捉えて音を聴いています。物理的には同じ空気の振動でも、音の感じ方は異なります。それは、個人間ではもちろんのこと、個人内でも変化します。例えば、同じ音楽であっても、好きとを感じる人もいれば、嫌いと感じる人もいます。恋人と一緒に聞いているときは良く感じた音楽でも、失恋の後では良くない音楽になるかもしれません。このような、音を聴くこと、聴いて感じるについて、ヒトが行っている聴覚の情報処理(メカニズム)の研究をしています。

現在行っている研究テーマの一部を紹介します。

○選択的聴取の研究

いくつもの音がある環境でも、ヒトは狙った音を選択的に聴き取ることができます。これを選択的聴取と呼びます。このとき、狙った音への注意を切り替えることによって、聴き取れる音が切り替わります。このような選択的聴取や注意の切り替えは多くのヒトができますが、そのメカニズムは分かっていません。選択的聴取のメカニズムを明らかにする研究を行っています。

また、聴力検査では問題がないけれども、にぎやかな環境では相手の声が聴き取れないという現象があります。これは隠れた難聴や聴覚情報処理障害(APD)と呼ばれています。選択的聴取のメカニズムが分かれば、隠れた難聴やAPDで困っている方への補助ができるようになるかもしれません。

音を聴く能力は、幼児の段階で成人と同程度になります。一方で、選択的聴取は小学生でも成長段階です。しかし、何歳でどの程度できているのかは明らかになっておらず、子どもたちが過ごす環境は、選択的聴取の発達に応じた音環境になっていません。子どもの選択的聴取の発達過程を調べながら、子どもが過ごす音環境の改善にも取り組んでいます。



○謡曲の質感の研究

音にも様々な物質のように質感があります。澄んだ声やざらつた音と聞けば想像ができるのではないのでしょうか。さらに、質感のある音は、情動に働きかけるものがあります。音のどのような物理特徴が、ヒトに音の質感や情動を引き起こすのかを研究しています。

現在は、日本の伝統芸能である能楽を研究対象にしています。能楽の良さや優美さを表すものとして、幽玄という言葉が用いられます。能楽の歌唱である謡曲を対象に、幽玄を感じさせる謡曲の音響特徴を明らかにすることを目指しています。幽玄に重要な音響特徴を明らかにできれば、音楽家でなくともヒトの心を感動させる音の操作が可能になるかもしれません。

主な研究業績

1. S. Kidani, R. Miyauchi, and M. Unoki, "Presentation effect of cue tone on tuning of auditory filter for several frequencies," *Acoustical Science and Technology*, 41(1), pp. 378–379, 2020.
2. H-I Liao, M. Yoneya, S. Kidani, M. Kashino, and S. Furukawa, "Human pupillary dilation response to deviant auditory stimuli: effects of stimulus properties and voluntary attention," *Frontiers in Neuroscience*, DOI: 10.3389/fnins.2016.00043, 2016.
3. H-I Liao, S. Kidani, M. Yoneya, M. Kashino, and S. Furukawa, "Correspondences among pupillary dilation response, subjective salience of sounds, and loudness," *Psychonomic Bulletin & Review*, 23(2), pp. 412–425, 2016.

使用装置

防音室、簡易無響室
心理物理実験装置
簡易脳波計

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~kidani>

科学研究には、「正確性」、「速報性」、「再現性」が求められます。これらは、科学研究に限らず、社会のあらゆる面で必要な事項です。日常の議論や成果報告において、これらを実施できるように指導します。心身の健康とゆとりがなくは、良い研究・勉強はできません。充実した大学院生活となるように支援します。一緒に「前向きに」、「上向きに」、「外向きに」活動することで、今より良い社会を目指しましょう。



KnOWLab: 知識を活かした次世代AI

研究を始めるのに必要な知識・能力

人間のような能力を持つAIを作ることに情熱を持っている学生を歓迎します。線形代数、確率、統計、アルゴリズムの基礎知識やPythonのプログラミング経験があれば望ましいですが、研究室配属後でも学べます。

この研究で身につく能力

知識駆動型AIの開発手法を理解し、自分の興味に基づいて実際の問題を特定し、それを解決する能力を習得します。そのために、1) 知識グラフ(知識の獲得、表現、推論)、2) 自然言語処理、3) 機械学習など、幅広い研究分野の最先端技術を学びます。これらの技術を組み合わせて、自分の研究課題を明確にし、問題解決の手法を追求します。また、学術論文の執筆や研究発表の方法も習得します。これらの経験を通じて、将来のキャリアに必要なAI研究のスキルや批判的思考、コミュニケーション能力を向上させることが期待されます。

[就職先企業・職種] 研究機関、IT企業、情報システム開発

研究内容

我々は知識駆動型AIに取り組んでいます。人間のようなAIシステムを開発するには、AIが実世界の知識を効率的に創造、処理、利用する能力が不可欠です。知識駆動型AI、または知識認識AIとして知られるこの分野は、世界の知識を活かし、機械学習モデルに統合し、高い精度と理解をもって推論、予測、学習を行うことができます。我々の研究には以下の3つの主要なテーマがあります：

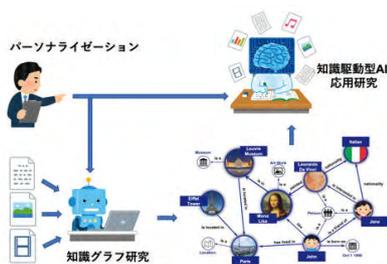


図1 研究テーマ

知識グラフ

知識グラフ(ナレッジグラフ)とは、実世界のエンティティとその関係を構造化した表現です。このテーマの研究は3つのタスクに焦点を当てています：

- 1)知識獲得**: 機械学習や自然言語処理技術を用いて、非構造化データ(テキストや画像など)や半構造化データ(テーブルデータ)から知識を抽出・統合する手法を研究し、知識グラフを構築します。
- 2)知識表現と推論**: このタスクでは、知識グラフ補完に取り組めます。グラフ補完とは、知識グラフにおける欠落しているエンティティや関係を予測することを意味します。この分野では、ベクトル空間におけるエンティティと関係の埋め込み表現を学習し、新しい知識や欠落した知識を発見する技術を開発します。
- 3)知識グラフ処理**: 知識のライフサイクルを処理・管理するために、知識グラフの知識の構築、統合、更新、検証のための技術とフレームワークに取り組んでいます。

知識駆動型AIアプリケーション

このテーマでは、質問応答、チャットボット、知識発見、自然言語理解をはじめとする知識を活かしたAIアプリケーションの開発

に焦点を当てています。このテーマは、金融や医学などの様々な領域にも及んでいます。金融領域では、株価予測やポートフォリオ管理の研究を行っています。医学領域では、創薬やパスイの予測を研究しています。知識駆動型AIアプリケーションを作るためには、以下のようなタスクが含まれます：

- 1)知識モデリング**: 知識グラフの埋め込み表現やグラフ・ニューラル・ネットワークを含む様々な技術を用いて、知識をモデル化する方法を研究します。
- 2)知識注入**: 外部知識を機械学習技術に注入するフレームワークを開発します。

パーソナライゼーション

人間の好みをAIアプリケーションに取り込み、統合することで、パーソナルアシスタント、感情分析、推薦システムなどのパーソナライゼーションアプリケーションを開発することに焦点を当てています。深層学習、プロンプトエンジニアリング、強化学習、人間参加型の技術など様々な手法を研究しています。

主な研究業績

- Kertkeidkachorn N., Nararatwong R., Ichise R. "UWKGM: A Modular Platform for Knowledge Graph Management." Proceedings of the 29th ACM International Conference on Information & Knowledge Management. 2020.
- Pornprasit C. Liu X., Kertkeidkachorn N., Kim S., Noraset T., Tuarob S. "Convcn: A CNN-based Citation Network Embedding Algorithm towards Citation Recommendation." Proceedings of the ACM/IEEE joint conference on digital libraries in 2020.
- Kertkeidkachorn N., Shirai K., "Sentiment Analysis using the Relationship between Users and Products." Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL 2023.

使用装置

機械学習向け GPU サーバー

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/is/labs/k-natthawut>

研究室では、1対1の面談、輪講、研究ゼミなど、様々な活動を行っています。これらの活動は、AIの研究スキル、批判的思考、およびプレゼンテーション能力の向上を目的としています。メンバー同士の積極的な議論や、日本人学生と留学生とのコミュニケーションを促進するため、プレゼンテーション資料は英語での準備をお願いします。ただし、発表する際は、日本語または英語のどちらで行っても構いません。学生の興味や疑問を深くサポートし、各分野のトップ専門家と連携して、学生の潜在能力を最大限に発揮させることを目指しています。

ゲームと人工知能 研究室

講師：シュエ ジュウシュエン (HSUEH Chu-Hsuan)
E-mail : hsuehch@jaist.ac.jp

[研究分野] ゲーム情報学
[キーワード] ボードゲーム、パズル、ビデオゲーム、木探索、教師あり学習、強化学習、強いゲームAI、楽しませるゲームAI



ゲームと人工知能を活かして、 より楽しい世界をいっしょに作りましょう

研究を始めるのに必要な知識・能力

ゲームと人工知能(AI)の研究に対する興味・関心を持っていることが最も重要です。確率や統計学の基礎知識、プログラミング技術が必要です。ゲームAIの開発や機械学習の経験があると更に良いでしょう。

この研究で身につく能力

ゲームと人工知能分野の最先端技術を身につけることが期待できます。専門知識以外にも、問題を発見して解決する能力・関連文献を調べてまとめる能力・仮説を立てて検証する能力・論理的や批判的思考の能力・自分の考えを分かりやすい文章や図で説明する能力・技術論文や報告を執筆する能力も身につけることが期待できます。

【就職先企業・職種】 IT企業のSEやデータサイエンティスト、ゲーム会社のプランナーやプログラマーを想定

研究内容

【概要】

ゲームは古くから人間の娯楽の一環であり、AI研究における重要な分野の1つともされてきました。多くのゲームにおいてAIプレイヤーはトップの人間プレイヤーを上回る強さを持つに至りました。強力・汎用性の高いAI手法は盛んに研究されている一方で、Society 5.0へ向かう社会のため、AIを人間の身近な存在とする研究も注目されています。我々はゲームにおいてこの2つのAI研究の方向に取り組んでいます。

※なお、ゲームを設計する研究は行っていません。

【強いAIプレイヤー・ゲームの解析】

木探索や強化学習(特にAlphaZero)を用いて強いAIプレイヤーを作る研究に取り組んでいます。作ったAIプレイヤーはゲーム大会でいい成績を取っています。

また、単に強いだけでなく、最適戦略やゲームの理論値を求める研究(いわゆるゲームの解析)にも興味があります。簡単な例を挙げると、三目並べにおいてプレイヤー両方が最善を尽くせば引き分けになるというものです。

【人間中心のゲームAI】

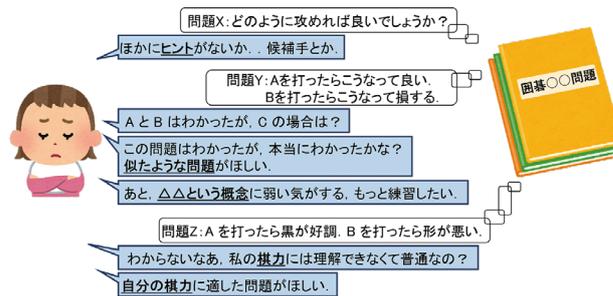
1. 指導対局

囲碁において、人間教師の指導法の1つである「指導碁」(右図)をAIにやらせることを目指しています。そのために、人間らしい着手を打つ研究と、いい対局を演出する研究と、悪手を指摘する研究に取り組んでいます。局面や着手に対する解説やコメントの生成も目標の1つです。



2. コンテンツの自動生成

ゲームにおけるコンテンツには、マップや音楽、キャラクタ、武器、パズル等さまざまなものが含まれます。プレイして楽しい・プレイして勉強になるようなコンテンツの自動生成に取り組んでいます。例えば、人間プレイヤーを誘導する迷路の生成と、テトリスにおけるT-spinという技術を練習するパズルの生成、囲碁初級者向けの練習問題の生成(動機を下図に示す)が挙げられます。



主な研究業績

1. Chu-Hsuan Hsueh and Kokolo Ikeda, "Improvement of Move Naturalness for Playing Good-Quality Games with Middle-Level Players", *Applied Intelligence*, vol. 54, pp. 1637-1655, Jan. 2024
2. Chu-Hsuan Hsueh, Kokolo Ikeda, I-Chen Wu, Jr-Chang Chen, and Tsan-sheng Hsu, "Analyses of Tabular AlphaZero on Strongly-Solved Stochastic Games", *IEEE Access*, vol. 11, pp. 18157-18182, Feb. 2023
3. Chu-Hsuan Hsueh and Kokolo Ikeda, "Can We Infer Move Sequences in Go from Stone Arrangements?", *Advances in Computer and Games*, Nov. 2023

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~hsuehch/lab>

研究テーマは基本的には学生の意欲を尊重しつつ、相談しながら決めていきます。新入生には研究の進め方、プレゼンスキル向上に関する資料と共通練習課題を用意します。平日毎日研究室に来てほしいですが、コアタイムがありません。週1回のゼミ(発表は1か月に1回程度)と個別面談、平日昼の顔合わせミーティングを行います。個別面談とは別に、随時の指導も行います。修了までに国内学会で発表できるレベルの研究を行うことを目指します。

サステイナブルイノベーション研究領域

持続可能な環境エネルギー・経済社会システム
構築のためのイノベーションを！

■ 領域の概要

原子層材料とシングルナノメータ加工技術、革新的太陽電池セル・モジュール製法などの新手法による持続可能エネルギー・材料の創成を総合的な狙いと定め、1)人と自然のサイレントボイスを検出する超高感度センサと革新的ナノスケール熱制御デバイス、2)熱電変換の物理・持続可能エネルギー材料とデバイス応用、3)新規プロセス技術を駆使したシリコン系次世代太陽電池の開発、4)人工知能(AI)理論を援用した発見的物性マイニングの4つの柱を軸に、マテリアルサイエンス・情報科学・知識科学の全学系連携による最先端融合技術も駆使して、グローバルなSDGs課題に挑戦し、持続可能な未来の共生社会実現に貢献します。

■ キーワード

持続可能エネルギー、熱電変換、太陽電池、サイレントボイスセンシング、マテリアルズ・インフォマティクス、人工知能理論

■ 教育研究の方針

私達の研究領域は、全学からサステイナブル社会構築を目指す研究を推進する教員が集結して作り上げた学際的先端研究領域です。原子・分子レベルの基礎的レベルから、エネルギー変換デバイス、ゼロパワー機能集積システムなどの物質集積レベル、さらに計算科学を駆使したマテリアルズインフォマティクス技術開発に至るまで、持続可能社会構築に関連するあらゆる科学技術を広汎に取り扱い、総合的な融合教育研究を実施します。本領域の研究室に配属された学生は、各研究分野での学習・研究を基盤にした深い見識を得られるだけでなく、最前線でサステナビリティに資する人材へと成長することが可能となります。

■ 就職実績

NECファシリティーズ(株)、キオクシア(株)、高周波熱錬(株)、シャープ(株)、信越化学工業(株)、太陽誘電(株)、TDK(株)、デンソーテクノ(株)、東京電力(株)、東芝デバイス&ストレージ(株)、(株)ニコン、(株)ニフコ、パナソニック(株)、(株)福井村田製作所、マイクロンメモリジャパン(株)、三菱電機(株)、三菱電機エンジニアリング(株)、三菱マテリアル(株)、横浜市立大学、ルネサスエレクトロニクス(株)、等



SDGs 目標達成に貢献するグローバルな研究領域



新しいプロセス技術を駆使して シリコン系次世代太陽電池を開発しよう

研究を始めるのに必要な知識・能力

学部もしくは高専で習う固体物理、半導体の基礎知識がある方が望ましい。
地球環境問題、エネルギー問題への関心は研究を進める原動力となる。

この研究で身につく能力

各学生の研究テーマを遂行することで、真空装置の取扱いの他、薄膜形成およびその物性評価技術、デバイス作製・評価技術が身につきます。また、データの解析や日々のディスカッション、ゼミ活動などを通じて、特に半導体や太陽電池に関する基礎学力を習得できます。さらに、学生の自主性を重んじる研究室の方針から、いわゆる「指示待ち人間」にならない、問題解決能力の高い人間に成長できます。国内・国際学会での発表や、展示会でのブース展示などを通して、プレゼンテーション能力や、英語も含めたコミュニケーション能力も鍛えられます。

[就職先企業・職種] 大学研究教育職、企業研究職(電機、精密機器メーカー)など

研究内容

地球上に豊富に存在するシリコンを用いた太陽電池は、現在でも市場の大部分を占めており、また今後も、太陽光発電技術の主役であり続けることが期待されています。一方で、さらなる低コスト化、高効率化、長寿命化が求められており、より一層の技術的なブレークスルーが必要です。当研究室では、以下の新技術に着目し、シリコン系高性能太陽電池実現のための基盤技術の確立を目指します。

1. 瞬間熱処理による太陽電池用多結晶シリコン薄膜形成

キセノンランプにおけるミリ秒台の瞬間放電を利用したフラッシュランプアニール (FLA) は、数十 J/cm² という、瞬間的には地上における太陽光の数万倍の強度のパルス光を照射できます。当研究室では、この手法を、安価なガラス基板への多結晶シリコン薄膜の形成に使用する検討を行っています。非晶質シリコン膜をガラス基板上に形成し、一度の FLA 光照射を行うだけで、膜厚 4 μm 以上の多結晶シリコン膜が形成できます。水素を含有した非晶質シリコン膜を前駆体を用いると、結晶化後も膜内に多量の水素原子が残留し、シリコンの未結合手が終端されるため、低欠陥の多結晶シリコン膜が形成でき、高効率薄膜太陽電池用材料としての利用が期待されます。この FLA による非晶質シリコン膜の結晶化の現象解明および制御と、形成される多結晶シリコン薄膜の太陽電池応用について研究を行っています。

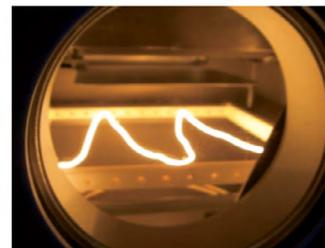
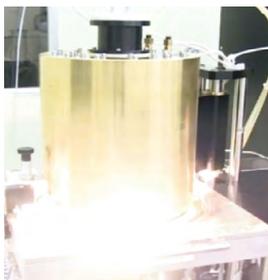
2. 触媒化学気相堆積 (Cat-CVD) の太陽電池応用

加熱触媒体線での接触分解反応により原料ガスを分解して薄膜を形成する Cat-CVD 法は、膜堆積時の基板材料への損傷を低減でき、結晶シリコン表面でのキャリアの再結合を大幅に抑制可能な高品質パッシベーション膜を形成できます。触媒分解により生成するラジカルを用いた Cat ドーピングとともに、高効率バルク結晶シリコン太陽電池への応用を目指しています。

3. 結晶シリコン太陽電池モジュールの耐久性と新構造開発

多数のモジュールが直列に接続される大規模太陽光発電所などで、モジュールのフレームとセルの間にかかる高電圧が原因で発電特性が低下する、いわゆる電圧誘起劣化 (PID) の問題が顕在化しています。当研究室では、結晶シリコン太陽電池モジュールの PID の機構を解明し、抑止技術を開発する研究を行っています。また、現行の太陽電池モジュールは、各部件が封止材で固められています。そのため、

封止材由来の各種劣化が発生し、モジュールを廃棄する際の部材分別やリサイクルも困難です。この問題を解決するため、封止材を用いない新概念モジュールの開発にも取り組んでいます。



FLA 装置の発光の様子(左)と Cat-CVD 装置の触媒体(右)

主な研究業績

1. K. Ohdaira, M. Akitomi, Y. Chiba, and A. Masuda, Potential-induced degradation of n-type front-emitter crystalline silicon photovoltaic modules — comparison between indoor and outdoor test results, Sol. Energy Mater. Sol. Cells 249, 112038 (2023).
2. R. Ohashi, K. Kutsukake, H. T. C. Tu, K. Higashimine, and K. Ohdaira, High passivation performance of Cat-CVD i-a-Si:H derived from bayesian optimization with practical constraints, ACS Appl. Mater. Interf. 16, 9428 (2024).
3. Z. Wang, H. T. C. Tu, and K. Ohdaira, Formation of n-type polycrystalline silicon with controlled doping concentration by flash lamp annealing of catalytic CVD amorphous silicon films, Jpn. J. Appl. Phys. 63, 105501 (2024).

使用装置

フラッシュランプアニール装置
触媒化学気相堆積 (Cat-CVD) 装置
太陽電池特性評価装置
太陽電池モジュール作製および信頼性評価装置
各種薄膜物性評価装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/ohdaira/home>

研究活動は自主性を重んじる方針で、学生自身の発想が研究に活かれます。毎朝一度、研究室メンバー全員が集まるミーティングを行い、その日の各自の活動を報告します。ミーティングでは、簡単な研究の相談もでき、メンバー間のコミュニケーションも十分行えるシステムです。当番の学生が文献紹介を行う勉強会では、細部にわたる質問への回答が求められ、しっかりとした基礎学力が身につきます。学会会議などでの外部発表は、積極的にいきます。また、博士前期課程期間中に、英語の論文を執筆し投稿できるように指導します。



自然環境と生体物質の歴史に学ぶ —高分子の世界に挑戦！—

研究を始めるのに必要な知識・能力

高分子科学、物理化学、材料科学、光化学、ソフトマターの基礎知識や経験を持っていると望ましいでしょう。そして何より、チャレンジングスピリットを強く持っている人、好奇心の強い人、思考の持久力を高めたい人と研究を始めたいと考えています。

この研究で身につく能力

論理説明能力・解釈能力、科学的な仮説検証・立案力、高精度なディスカッション能力、発表能力、英語コミュニケーション力
学問分野：高分子科学、光化学、コロイド科学、界面化学、幾何学、非線形科学など

【就職先企業・職種】 化学メーカー、医療機器メーカー、自動車関連、材料全般、食品関連、化粧品関連など

研究内容

自然界を見渡すと、目に見えるレベルで綺麗なパターンがたくさんあります。たとえば生体組織は小さな分子から「自己組織化」によって創り上げられています。これは、物質そのものにだけ由来している訳ではなく、外的な環境が強く作用した結果です。変化する環境に適応できるように生命が進化した結果、多様な空間パターンやリズムが生まれています。

一方、人工的に合成された分子から物理環境を制御してパターンを創り出す研究は歴史的に長くなされています。しかし、合成分子のままでは医療や工業的に材料化する上で困難を極め、生体組織との調和や自然との共生には幾つものハードルがあります。これに対して我々は直近の研究で、天然分子の多糖が自らパターンを再構築する現象を発見しました。ここで、「なぜ」「どのように」パターンをつくるのかを解明できれば、生体適合性と環境適応性を合わせ持つマテリアルを手に入れることができます。

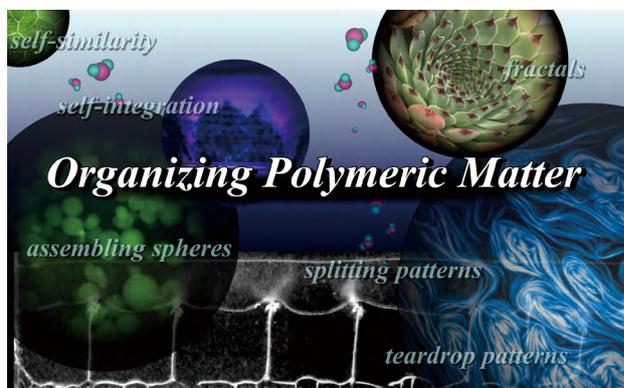
1. DRYでWETな天然多糖の自己組織化

天然から抽出された多糖は、どのように cm スケールの幾何学パターンを生み出すのか、特に、乾燥環境下で多糖が見せる「空間認識」の法則性を検証しています。DRYでWETな非平衡環境下、ミクロにもマクロにも高分子が組織化して析出してきます。実際の生体組織が常に乾燥環境におかれながらもWETなからだを維持していることを振り返ってみれば、水中から陸上進出した生体高分子の進化を紐解く鍵があるはずです。

2. ソフトマテリアルのパターン制御

生体高分子、合成高分子に関わらず多くのソフトマテリアルは、界面の応力制御によって形態の制御が可能です。ほんの小さな環境の違いや僅かな力学的エネルギー負荷によって、多様な構造や形態を見せます(自己集積、自己相似、フラクタルなど：図参照)。これを利用してDRYでWETな環境に適応した医療用材料の設計法を見出したいと考えています。

これら「自然美の追求」を基に現象の法則性を導くことが究極目標です。そして、生物がなぜパターンを創るようになったのか？自然科学の大命題に挑戦しています。



主な研究業績

1. Bioinspired gels: polymeric designs towards artificial photosynthesis. Hagiwara R, Yoshida R, Okeyoshi K, Chemical Communications 60, 13314-13324 (2024).
2. Recognition of spatial finiteness in meniscus splitting through evaporative interface fluctuations. Wu L, Saito I, Hongo K, Okeyoshi K, Advanced Materials Interfaces 10, 2300510 (2023).
3. DRY & WET: meniscus splitting from a mixture of polysaccharides and water. Okeyoshi K, Polymer Journal 52, 1185 (2020).

使用装置

各種光学顕微鏡、各種光学装置(偏光、蛍光など)、画像解析装置、粘度計、密度計、動的光散乱、電子顕微鏡

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://sites.google.com/oke-acgroup.com/web/home-j>

社会で働くトレーニング期間として、個人個人の能力を最大限に発揮できるようにサポートします。我々のグループは研究・文化の両面で多様な環境に在り、多角的な視野を構築する上で日本でも稀に見る貴重なチャンスです。突出した先端研究をみなさんと進めたいと考えています。そのためにも以下1-3の基礎を実践していきます。1. 実験とディスカッションを通して論理的思考力と先見性の能力を養う。2. 仮説と検証を繰り返し大目標にアプローチする。3. 学会発表、学術論文発表を念頭に科学的言語を使う。これらの積み重ねを自信にして創造力を高めていきたいと考えています。熱いハートのみなさん、ぜひ21世紀のバイオニアを目指して一緒にチャレンジしましょう！



スパコンを活用した計算科学と情報学の融合による革新的物質設計

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究遂行上の必須条件は唯一つ、コンピュータに「アレルギーがない」ことです。研究分野の基礎知識は、大学程度の数学、物理学、化学ですが、必須ではなく、あればベターといったところです。

この研究で身につく能力

本研究は、マテリアルズ・インフォマティクスという、物質科学と情報学(インフォマティクス)の融合を目指す、生まれたばかりの学問分野です。まだまだ発展途上で、手探りの状態ではありますが、逆に言えば、大きく成長する可能性を秘めています。本研究では、国内外の様々な研究者との協働を通じて、新たな問題を発見し、既存知識体系に拘泥することのない幅広い視野で、問題解決に取り組みます。研究活動を通じて、問題発見・解決能力、プロジェクト管理能力、コミュニケーション能力といった指導的立場の人材に要求される基本的素養を身につけることができます。また研究活動を通じて、ブラインドタッチのスキルが格段に向上し、研究の効率化、ひいては新たな時間の創出に繋がります。この時間が新たな知識・スキル獲得に繋がります！

【就職先企業・職種】 住友電工、オークリッジ国立研究所

研究内容

「マテリアルズ・インフォマティクス研究」と「物質科学シミュレーション研究」に関して、競争的資金の獲得実績を多数経て研究基盤を確立しています。現在、複数の競争的資金を獲得して当該研究を進展させるとともに、企業との共同研究を行い、産学連携にも積極的に取り組んでいます。

【マテリアルズ・インフォマティクス研究】

本研究プロジェクトは、JST さきがけ(H28-31年度)、JST イノベーションハブ構築支援事業(H27-30年度)、科研費基盤B (H27-30年度)・C (R1-5年度)等の支援を受け研究基盤を確立しました。現在、国内外の共同研究者とともにMI研究を展開しています。

ベイズ統計とビッグデータを活用した「ベイズ物質探索法(業績1)」は、天文学的規模の物質群の中から目標となる物質を効率的に探索する新しい方法論で、当該手法を用いた新奇物質の探索に取り組んでいます。現在、有機・無機化合物系に加えて、バイオメディカル材料の探索にも取り組んでいます。

【物質科学シミュレーション研究】

本研究プロジェクトは、科研費新学術研究「複合アニオン化合物の創製と新機能」(H28-32年度)、科研費新学術研究「ハイエントロピー合金」(R1-2年度)の支援を受け研究基盤を確立しました。現在、学術変革A「超セラミックス」(R5-6年度)の支援を受け、国内外の研究機関とともに、これらの課題を進展させるべく共同研究を継続しています。

日本有数のスパコン設備を有する本学の強みを活かし、大規模な物質科学のシミュレーションを行っています。複合アニオン(業績2)やハイエントロピー合金と呼ばれる全く新しい物質群を対象として、その合成可能性や物性を第一原理計算(量子力学に基づく電子状態シミュレーション)により明らかにします。

また、生体分子や分子結晶等の分子間力に支配される物質系(業績3)の第一原理計算に取り組んでいます。

上記以外にも、産業応用上重要な半導体電極形成や不均一触媒反応の第一原理計算研究、分子動力学計算による生体分子系の構造ダイナミクス研究などで、国内外研究者と共同研究をしています。

主な研究業績

1. H. Ikebata, K. Hongo, T. Isomura, R. Maezono, R. Yoshida, 'Bayesian molecular design with a chemical language model', Journal of Computer-Aided Molecular Design 31, 379-391, (2017).
2. D. Kato, K. Hongo, R. Maezono, M. Higashi, H. Kunioku, M. Yabuuchi, H. Suzuki, H. Okajima, C. Zhong, K. Nakano, R. Abe, H. Kageyama, Valence Band Engineering of Layered Bismuth Oxohalides toward Stable Visible-Light Water Splitting: Madelung Site Potential Analysis', Journal of the American Chemical Society 139, 18725-18731 (2017).
3. K. Hongo, R. Maezono, 'A Computational Scheme to Evaluate Hamaker Constants of Molecules with Practical Size and Anisotropy', Journal of Chemical Theory and Computation 13, 5217-5230 (2017).

使用装置

JAIST 並列計算機群(Dell PowerEdge)、研究室所有サーバ(Fujitsu FX700, PRIMAGY[NVIDIA A100])

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~hongo/>

期限内での学位取得を目標に据え、学位論文執筆と学位審査発表を着実にこなせるような、知力・体力・コミュニケーション力を養うために、段階的、系統的、戦略的に、日々の研究指導を積み重ねていきます。特に、既存研究プロジェクトに参加してもらうことで、最先端の研究の面白さを体験し、そこを入り口として次第に、自身の研究の位置づけを理解し、研究に対する責任感を養い、研究のモチベーションを維持できるように努めていきます。最後に、研究分野に関してですが、マテリアルズ・インフォマティクス研究は、物質科学とインフォマティクスの融合研究という性格上、「新しい概念の導入」に目を向けがちです。しかしその一方で、「巨人の肩の上に乗る」とよく言われるように、物質科学研究では膨大な知の蓄積があり、既存概念を知悉した上での概念導入でなければ、真の成功・発展・展開は望めないと考えています。



結晶が成長する様子を観察して メカニズムを探る

研究を始めるのに必要な知識・能力

学部や高専で習う基礎的な物理や数学の知識
思い込みで実験結果を判断せず、公平な視点で研究に取り組む姿勢

この研究で身につく能力

研究活動を通して、実験装置(ガス制御機構、加熱機構、顕微鏡など)の使い方やデータの収集と解析方法が身につきます。また、定期的なゼミ活動や随時のディスカッションを通して、コミュニケーション能力や問題解決能力が鍛えられます。失敗と思えるような実験から新しい発見が生まれることはよくあります。普通は気付けないような特徴を注意深く読み取る力や俯瞰的かつ合理的に考察する力など、修了後に社会で活躍する際にも役立つ能力を鍛えてほしいと願っています。

【就職先企業・職種】 製造業など

研究内容

エレクトロニクス、オプトエレクトロニクスの発展を進めるには、材料となる結晶の高品質化や高性能化が不可欠です。結晶とは原子が規則正しく整列した固体であり、融液や溶液などの環境相から徐々に大きく成長することで形成されます。「成長」という言葉は主に生物に対して使われますが、立派な人間に成るには成長過程が重要であることと同様に、高性能な結晶を得るには成長過程が重要となります。この成長過程を注意深く観察することでメカニズムを解明し、高機能結晶を育てる技術を開発します。

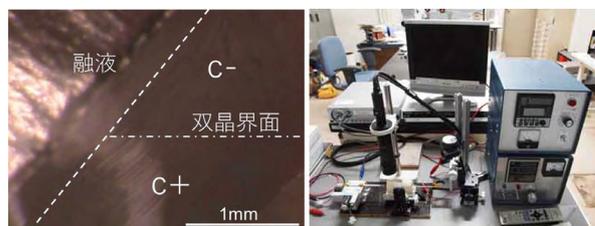
1. 薄膜多結晶シリコンの形成過程のその場観察

太陽電池の基板材料には半導体のシリコンが広く用いられています。薄膜多結晶シリコンはガラス基板上的非晶質シリコンにパルス光(フラッシュランプアニール光)を当てて作ることができ、インゴットを薄くスライスして作る結晶基板よりも生産性とコスト面で優れています。非晶質シリコンが多結晶化する過程を観察することで、太陽電池の劣化の原因となる組織の形成機構を解明し、その形成を抑制する技術を開発します。

2. レーザー波長変換素子(周期双晶結晶)の作製

半導体リソグラフィの極微細化やレーザー加工の超高精度化に伴い、高エネルギー効率で小型の全固体レーザー光源の短波長化が求められています。全固体レーザーは固体レーザーを非線形光学結晶により波長変換することで実現でき、光源にガスを用いるよりも安定で小型な装置となります。

非線形光学結晶の分極を周期的に反転することで変換効率を向上でき、強誘電体に電界印加することで生産されています。本研究では非強誘電体においても周期構造を導入するために、双晶形成を用いた反転技術の開発に取り組んでいます。



Li₂B₄O₇の双晶成長過程(左)、顕微鏡観察炉(右)

3. 化合物半導体の融液成長過程の観察

シリコン Si は地殻中で酸素に次いで2番目に多い元素であり、単結晶シリコンは半導体デバイスの基板材料として世界中で広く生産されています。化合物半導体(InSb, GaSb, GaAs など)の生産量は少ないですが、これからのエレクトロニクスの発展に無くてはならない結晶であり、単結晶育成技術の開発は重要です。結晶が成長する様子を観察して、双晶や粒界などの欠陥がどのように形成されるのか、そのメカニズムを解明することを目指しています。

主な研究業績

1. K. Hu, K. Maeda, H. Morito, K. Shiga, K. Fujiwara, In situ observation of grain-boundary development from a facet-facet groove during solidification of silicon, Acta Materialia, 153, 186(2018).
2. K. Maeda, A. Niitsu, H. Morito, K. Shiga, K. Fujiwara, In situ observation of grain boundary groove at the crystal/melt interface in Cu, Scripta Materialia, 146, 169(2018).
3. K. Maeda, S. Uda, K. Fujiwara, J. Nozawa, H. Koizumi, S. Sato, Y. Kozawa, T. Nakamura, Fabrication of Quasi-Phase-Matching Structure during Paraelectric Borate Crystal Growth, Applied Physics Express, 6, 15501(2013).

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/ohdaira/>

研究活動は自主性を重んじる方針で、学生自身の発想が研究に活かされます。毎朝一度、研究室メンバー全員が集まるミーティングを行い、その日の各自の活動を報告します。ミーティングでは、簡単な研究の相談もでき、メンバー間のコミュニケーションも十分行えるシステムです。当番の学生が文献紹介を行う勉強会では、細部にわたる質問への回答が求められ、しっかりとした基礎学力が身につきます。学会会議などでの外部発表は、積極的にいきます。また、博士前期課程期間中に、英語の論文を執筆し投稿できるように指導します。

物質化学フロンティア研究領域

化学分野の先端知識を用いて新材料を
分子・原子レベルで設計することを通して、
物質化学のフロンティアを開拓する

■ 領域の概要

私達の研究領域では、新しい機能や優れた性能を示す新規マテリアルの基本構造を化学の基本原理と応用技術、さらには最先端の機器による構造解析技術に基づいてデザインし、物質化学のフロンティアの開拓に取り組んでいます。また、豊かで持続可能な社会を具現化するために必要となる化学製品の開発やその製造プロセスを産業界に提案することで社会に貢献します。さらに、化学分野の先端知識を用いて新材料を分子・原子レベルで設計し、物質化学のフロンティアを開拓できる優れた研究者および技術者の育成に努めています。

■ キーワード

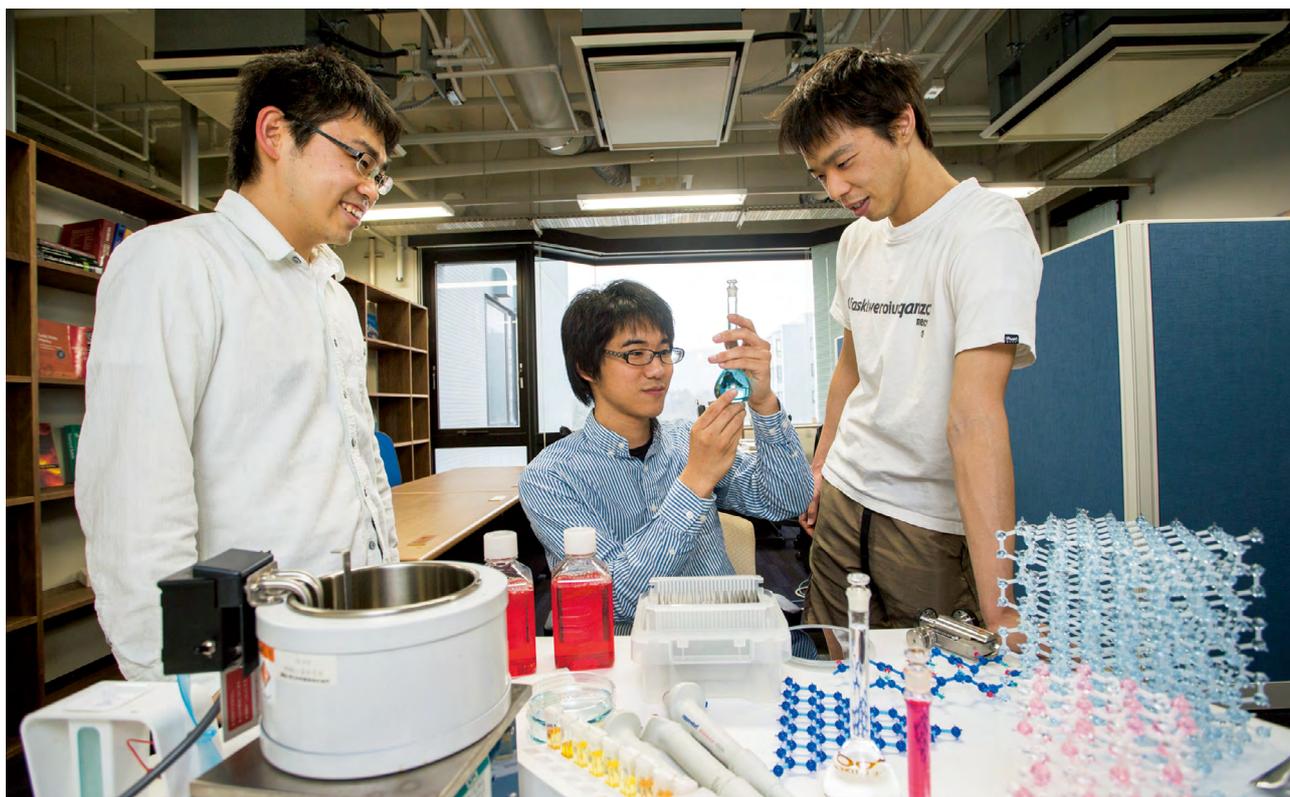
ナノ材料化学、高分子化学、グリーンケミストリー、触媒化学、エネルギー関連材料、環境調和材料、バイオマテリアル、マテリアルズ・インフォマティクス、ナノマシン、高速AFMイメージング、レオロジー、光機能性材料、オペランド解析

■ 教育研究の方針

本領域の研究室に配属された学生には、物質の化学組成及び構造を最先端の機器により解明する能力を習得するとともに、新しい機能を示す材料の基本構造をデザインする能力を養ってもらいます。その上で、創造性豊かな学術研究活動を通じて、物質化学分野におけるフロンティアを開拓します。また、産業界などで必要となってる技術、材料に対する理解を深めると共に、それに応える技術構築や材料創製を化学的視点から進めることで、社会に貢献する有為な人材を育成します。

■ 就職実績

(株)いすゞ中央研究所、出光興産(株)、NOK(株)、大塚製薬(株)、キオクシア(株)、(株)キャタラー、コニカミノルタ(株)、三協立山(株)、澁谷工業(株)、積水ポリマテック(株)、テルモ(株)、デンカ(株)、TOPPAN(株)、(株)ニフコ、日本特殊陶業(株)、(株)日立ハイテク、(株)日立パワーソリューションズ、古河機械金属(株)、マイクロンメモリジャパン(同)、三谷産業(株)、三ツ星ベルト(株)、リンナイ(株)等





機能性バイオマテリアルで難治性疾患を治療する

研究を始めるのに必要な知識・能力

高分子化学の基礎知識があれば、問題なく研究を始めることができますが、入学前に特別な知識・能力がなくても大学や企業で活躍出来るように本気で指導します。要は日々の研究活動に対する心構え次第で、いくらでも成長できます。そのためには自他共栄の精神を研究スタッフ・学生と共有できる研究室づくりが大切だと考えています。

この研究で身につく能力

栗澤研究室では、ナノ粒子やゲルの設計・合成、キャラクタリゼーションを行い、細胞実験や動物実験によって、目的とする機能が十分であるのか否かを評価します。幅広い領域を学ぶので、種々の測定装置や実験手法の基礎を身につけることができます。動物実験を完了するころには、緻密な実験計画を立てる能力、討論・プレゼンテーション能力を習得することができます。研究目的を達成することに邁進することは大事なのですが、フェアに実験結果を評価できる能力を習得できるように指導します。

【就職先企業・職種】 大学教員、博士研究員、特許審査官、化学企業、製薬企業

研究内容

当研究室では、高分子科学、生体材料、ドラッグデリバリーシステム(DDS)、再生医療などの学問領域を基盤とし、難治性疾患を治療可能とする機能性生体材料を開発します。昨今、遺伝子治療や再生医療などを含む先端医療が実施され、これまでに治療不可能とされてきた疾患に新しい治療法が切り拓かれてきています。このような先端医療を支える生体材料に関する研究は、難治性疾患を将来的に治療可能とする医療技術開発において益々重要な役割を果たすものと考えられます。シンガポール、韓国、米国をはじめとする海外研究機関との共同研究を展開しており、臨床応用及び産業化を目指した研究開発を推進します。

【緑茶カテキン・ナノ粒子を用いたドラッグデリバリーシステム】
栗澤研究室では、タンパク質・抗体・低分子・核酸などの性質の異なる医薬品の内包を可能とする緑茶カテキン誘導体を薬物キャリアとしたナノ粒子の開発によって、癌をはじめとする難治性疾患の治療を目指したドラッグデリバリーシステム(DDS)の研究を展開します(図1)。緑茶カテキン・ナノ粒子は、薬物を疾患部に送達することを主な目的とした従来のDDS製剤とは異なる設計指針によって開発されています。疾患部への送達に加えて、薬物キャリアの主成分である緑茶カテキンが抗癌活性を有するために、薬物と緑茶カテキンのそれぞれの抗癌活性に基づくシナジー効果によって、抗腫瘍効果を増幅することを特徴としています。

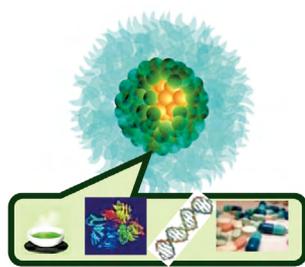


図1 緑茶カテキン・ナノ粒子による疾患治療

【インジェクタブルゲルによるヘルスケアへの貢献】

生体内での安全なハイドロゲル形成を可能とするインジェクタブルゲルシステムの開発及びその生体機能性材料としての応用研究を展開します。従来、注射によって生体内で安全に化学架橋を誘

導する事は困難でありましたが、高分子-フェノールコンジュゲートと酵素溶液の同時注入により、コンジュゲート中のフェノールの酸化カップリングを誘導し、生体内で安全にゲル化させるプラットフォームテクノロジーを開発しています(図2)。この手法によって、生体内で薬物及び細胞をゲル内に固定し、長期間に及ぶ薬物徐放及び細胞増殖・分化の制御が可能となることから、様々な疾患に対して新たな治療法をDDS及び再生医療分野において確立されることが期待されます。

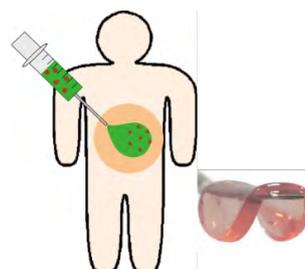


図2 インジェクタブルゲル・システムによる医療応用

主な研究業績

1. N. Yongvongsoontorn, J. E. Chung, S. J. Gao, K. H. Bae, M. H. Tan, J. Y. Ying, M. Kurisawa, Carrier-enhanced anticancer efficacy of sunitinib-loaded green tea-based micellar nanocomplex beyond tumor-targeted delivery, *ACS Nano* 13, 7591-7602 (2019).
2. K. Liang, J. E. Chung, S. J. Gao, N. Yongvongsoontorn, M. Kurisawa, Highly augmented drug loading and stability of micellar nanocomplexes comprised of doxorubicin and poly(ethylene glycol)-green tea catechin conjugate for cancer therapy, *Adv. Mater.* 30, 1706963 (2018).
3. J. E. Chung et al. Self-assembled nanocomplexes comprising green tea catechin derivatives and protein drugs for cancer therapy, *Nature Nanotechnol.* 9, 907-912 (2014).

使用装置

紫外可視分光光度計、NMR、動的光散乱測定装置、HPLC、レオメーター、電子顕微鏡、細胞培養装置、動物実験関連機器

研究室の指導方針

学生に寄り添うスタイルで研究室を運営することをモットーとします。研究のディスカッションや勉強会・雑誌会ができる限り、頻繁に行い、学生の研究能力の向上に努めます。当然ながら、レベルの高い研究成果を多く創出することは重要ではありますが、学生にはまず、自身が携わっている学問や研究が開拓する将来の社会を楽しく想像しながら研究することを提案します。応用研究を遂行する際には、社会貢献の可能性について、学生と十分に議論し、将来に学生が社会でリーダーとして活躍するべく力を養う機会にします。また、学生であっても情報受信だけでなく、情報発信ができるよう指導いたします。学生の興味や個性をよく把握し、学生の能力を伸ばします。研究室内では常に世界の最先端の研究を意識しつつ、研究室もその舞台の中であり、世界に向けて発信したいと強く学生が意識する雰囲気を創ります。

【研究室HP】 URL : <https://kurisawa-lab.labby.jp/>

固体ナノ化学 研究室

教授：後藤 和馬

(GOTOH Kazuma)
E-mail : kgotoh@jaist.ac.jp

[研究分野] 物理化学、無機材料化学

[キーワード] 核磁気共鳴(NMR)、炭素材料、二次電池(リチウムイオン電池、ナトリウムイオン電池、次世代電池)、その場分析



電磁波と原子核でナノ空間を視て、 制御する

研究を始めるのに必要な知識・能力

化学の基礎知識があれば研究をすまやかに始められますが、必要なことは学ぶという意欲さえあれば知識の有無は問題ありません。研究を通して自分の成長(能力的&人間的)を望み、新しいことに取り組む意思があれば大丈夫です。

この研究で身につく能力

ものづくりに始まり、測定機器による分析、得られた実験結果・測定結果の考察までを行うので、無機材料を中心とした材料合成の実験技術、電池作製および評価の技術、NMRをはじめとする各種機器分析の技術など幅広い技術が身につきます。また、研究室でのセミナーや学会発表、海外研究グループとの国際交流を通してプレゼンテーション能力、英語力なども磨かれます。しかし一番大事なことは、得られた実験・測定結果から「物質の中で何が起きているか」を総合的にとらえ考察する能力や、課題を解決し研究をまとめるための論理的な思考力など、AIにとって代わられることのない「人間」としての考える力であり、これを特に重視しています。社会に出て長くずっと第一線で活躍できる能力を持った人になってもらいたいと考えています。

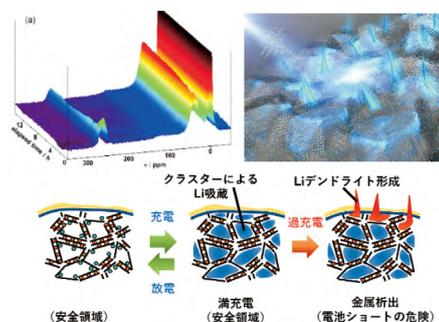
[就職先企業・職種] 化学・材料メーカー、電機・電池・自動車および関連メーカー、分析機器メーカー、公設試験研究機関、教員

研究内容

ナノサイズの空間や表面などの構造、およびミクロな環境を解明することをテーマとして、細孔物質(物質の中に多数の小さな穴＝細孔をもった固体材料)の内部空間や、黒鉛などの層状化合物の層間に吸蔵された分子やイオンの状態、動的挙動、内部空間の表面状態などを、核磁気共鳴(NMR)法を中心に様々な方法で研究しています。内部空間への分子やイオンの導入(インターカレーション)は電池電極反応とも密接な関連があることから、特にリチウムイオン電池、ナトリウムイオン電池や今後実用化が期待される次世代電池など、各種二次電池の電極材料の研究を積極的に進めています。

[固体 NMR 開発と二次電池電極の状態分析]

- 固体材料についての NMR は、固体物質中の局所構造やダイナミクスの解析に極めて有効な分析手法です。特にナノ空間の構造や環境を調べる際には、吸着された物質中の原子やイオンを「プローブ(探針)」として利用し直接的に内部環境を調べることができます。よって、リチウムイオン電池やナトリウムイオン電池ではそれぞれリチウム、ナトリウムの NMR 共鳴信号を解析することで、電池内部の微小な状態変化を検出できます。軽元素であるリチウムやナトリウムは電子顕微鏡や X 線分光など他の分析手段では直接観測が非常に難しいため、NMR でリチウムやナトリウムなど電荷を担持する重要な核種の状態を観測することが、イオンの吸脱着メカニズム、すなわち電池の充放電メカニズムの解明に大きく役立ちます。
- 最新のリチウムイオン電池や次世代電池であるナトリウムイオン電池、全固体電池などの電極内に吸蔵されたリチウム、ナトリウムの状態を解明しています。充放電により刻々と変化する内部環境をリアルタイムで観測するためには、電池の「その場観測(オペランド解析)」が必須となるため、電池観測のための高感度オペランド NMR 法の開発を積極的に進めています。本手法により電池が過充電された際の金属析出メカニズムも解明できるため、安全性評価にも貢献できます。
- 充放電メカニズムの解析から、新たな材料の設計指針を立て、それに基づいた負極材料の開発を行っています。炭素材料は以前から負極に用いられてきましたが、次世代電池用電極材料としても期待できることから、新たな炭素材料の開発を進めています。



電池のリアルタイム NMR 解析(左上)¹⁾、金属リチウム析出イメージ(右上)²⁾、非晶質炭素の充電、過充電挙動モデル(下)²⁾ K.Gotoh et al., Carbon (2014).

主な研究業績

1. Dynamic nuclear polarization –nuclear magnetic resonance for analyzing surface functional groups on carbonaceous materials. H. Ando, K. Suzuki, H. Kaji, T. Kambe, Y. Nishina, C. Nakano, K. Gotoh*, Carbon, **206**, 84 (2023).
2. Mechanisms for overcharging of carbon electrodes in lithium-ion/sodium-ion batteries analysed by *operando* solid-state NMR. K. Gotoh*, T. Yamakami, I. Nishimura, H. Kometani, H. Ando, K. Hashi, T. Shimizu and H. Ishida, J. Mater. Chem. A **8**, 14472 (2020).
3. Combination of solid state NMR and DFT calculation to elucidate the state of sodium in hard carbon electrodes. R. Morita, K. Gotoh*, M. Fukunishi, K. Kubota, S. Komaba, T. Yumura, N. Nishimura, K. Deguchi, S. Ohki, T. Shimizu and H. Ishida, J. Mater. Chem. A **4**, 13183 (2016).

使用装置

Bruker AVANCE NEO 400MHz NMR (固体測定専用) 拡散測定システム付, Bruker AVANCE III 500MHz-NMR (固体対応) オペランド測定用特殊プローブ付
X 線回折, X 線光電子分光(XPS), 熱分析, 電子顕微鏡, ガス吸脱着装置, 電気化学測定装置(充放電試験装置等), 電池作製設備(グローブボックス等), 高温熱処理炉(2200°C)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/nmcenter/labs/gotoh-www/>

社会人としてどのような分野でも力を発揮できる基礎力と、専門家として活躍できる知識経験の、両方を持った人になってもらうことを目的として指導します。定期的な研究室でのセミナーや報告会がありますが、実験については装置の都合により個々のスケジュールがかなり異なってくるので、自分自身で研究計画を立案し、実行してもらうことになります。国内外の学会での発表のほか、海外研究グループや企業と進めている多彩な共同研究にも積極的に参加してもらい、国際的な幅広い視野を持てる機会を提供したいと考えています。



“探索・学習・予測”のシナジーを実践する次世代マテリアル設計

研究を始めるのに必要な知識・能力

私たちの研究はユニークであり、様々な専門の研究者が活躍できる非常に学際的なものです。新しい分野に創意工夫を持って挑戦する志を重視し、元々の専門分野を問わず多様な学生を受け入れています。所属学生の専門は、例えば、化学(触媒・高分子・ナノ材料)、化学・機械工学、データ科学、計算科学などです。

この研究で身につく能力

所属学生は、自身の研究やゼミ活動への参画を通して、1)ハイスループット実験、データ科学、計算化学のいずれか、ないしはこれらを組み合わせて用いる先進的な材料科学研究の実践方法、2)与えられた資源の中で成果を最大化するための研究計画能力、3)国際・学際的な環境でチームワークするスキルなどを習得できます。

[就職先企業・職種] 材料、化学、化学工学、マテリアルズインフォマティクスなどに関する研究開発職

研究内容

気候変動や少子高齢化など、人類社会や我が国が置かれた避けられない課題に鑑み、谷池研究室では、ハイスループット実験、データサイエンス(マテリアルズインフォマティクス)、シミュレーションを基盤とした、イノベーション志向の物質科学を目指しています。かつてない効率で膨大な材料候補を探索し、社会問題の解決を目指しています。

① ハイスループット実験

異なる元素や物質を組み合わせることで得られる材料の数は膨大です。マテリアルサイエンスの目標の一つは、特別に優れた組み合わせやうまい組み合わせ方(プロセス)を発見し、より優れた材料を生み出すことです。私たちの研究室では、**高度に自動化・並列化された実験装置を駆使するハイスループット実験**を行っています。新しい装置やプロトコルの開発を通して**実験のスループットを最大化し、浮いた時間を思考や情報収集に当てる研究スタイル**を志向します。

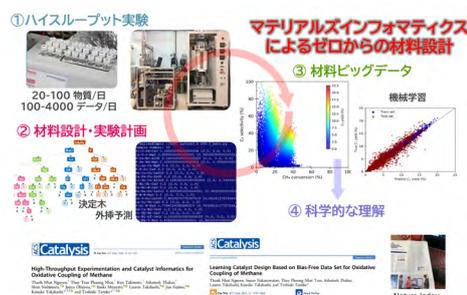
② データ科学

ハイスループット実験は材料の合成条件、構造、性能を紐づけた**材料ビッグデータ**を生み出します。効率的な材料探索を行うためには、良い材料を選出するだけでなく、材料性能の良し悪しがどのような因子と相関しているかを見極める**構造性能相関**を明らかにしていく必要があります。**多変量解析や機械学習を駆使し、全てのデータから余すことなく学習することで物質探索を飛躍的に加速**します。

③ コンピュータシミュレーション

コンピュータや計算化学の発展によって、現実的な精度でのシミュレーションが可能になってきました。一方で、**コンピュータを使った新しい材料の予測(in-silico 設計)**にはまだまだ距離があります。最も難しい問題は、複雑な材料を代表するような分子モデルを如何に構築するかです。実験も行う当研究室では、**実践的な計算化学**を標榜し、計算化学の夢である in-silico 材料設計に取り組んでいます。

ハイスループット実験装置の開発やデータサイエンスのプログラミングに加え、以下5つのテーマに注力しています：触媒・ポリマーインフォマティクス、構造性能相関、MOFやグラフェンなどのナノマテリアル、ポリマーナノコンポジット。



ハイスループット実験とマテリアルズインフォマティクスによる材料科学研究

主な研究業績

1. L. Takahashi, T. Taniike, K. Takahashi et al., Constructing Catalyst Knowledge Networks from Catalysts Big Data in Oxidative Coupling for Methane for Designing Catalysts, *Chemical Science* 2021, 12, 12546-12555 (press released, selected as Front Cover).
2. T.N. Nguyen, K. Takahashi, T. Taniike et al., High-Throughput Experimentation and Catalyst Informatics for Oxidative Coupling of Methane, *ACS Catalysis*, 2020, 10, 921-932 (press released).
3. G. Takasao, Toru Wada, T. Taniike et al., Machine Learning-Aided Structure Determination for TiCl₄-Capped MgCl₂ Nanoplate of Heterogeneous Ziegler-Natta Catalyst, *ACS Catalysis*, 2019, 9, 2599-2609.

使用装置

ピペッティングロボット Andrew+
多目的並列反応装置(研究室開発装置)
自動マイクロ液合成装置
触媒スクリーニング装置(研究室開発装置)
光触媒スクリーニング装置(研究室開発装置)
オペランド化学発光分析装置(研究室開発装置)
化学発光イメージング装置(研究室開発装置)
その場中・遠赤外分光光度計
レーザラマン分光光度計
マイクロプレートリーダー
X線回折装置(オートサンプラー付)
蛍光X線分析装置(オートサンプラー付)

研究室の指導方針

私たちの研究室にはコアタイムがありません。実験や研究のスループットを最大化し、ワークライフバランスを自身で設計して下さい。豊富なスタッフ陣があなたの研究をサポートします。チームミーティング(数週間に1回)やコロキウム(月に1回)を通して密な議論や指導を行います。また、国内外の学会への参加も積極的に支援しています。

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/taniike/>

エネルギーナノ材料
研究室

教授：長尾 祐樹

(NAGAO Yuki)

E-mail : ynagao@jaist.ac.jp

[研究分野] プロトニクス(高分子、無機化学、錯体化学、物理化学)

[キーワード] 水素社会、燃料電池、蓄電池、エネルギー関連材料



先端材料でエネルギー社会をリードする

研究を始めるのに必要な知識・能力

多様なバックグラウンドを歓迎します。今までに修めた学問を大事にしながら、新しいことに取り組む意欲を持ち続ける力が求められます。

この研究で身につく能力

週2回のゼミ(英語で行います、具体的には研究相談と文献紹介)を通して、教員や先輩の助けを借りながら、自ら調べ、考える力を身につけていきます。英語の会話スキルの向上が期待できます。実践の場として、高分子化学、表面化学、電気化学、錯体化学等に関連した研究を行うことで次のスキルが身につきます。1. 問題発見と解決方法。2. 材料合成や各種分析方法の習得。3. 論理的思考に基づいたデータの解釈方法と性格やセンスに帰着させない基本的なプレゼンテーション技術。

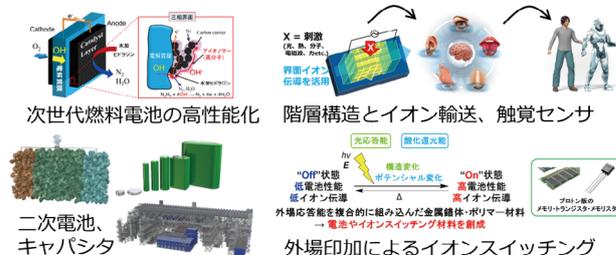
【就職先企業・職種】 電力関連、エネルギー関連、材料メーカー、精密機器関連など(企業名は web に記載)

研究内容

資源の少ない日本が持続的な発展をするためには、多様なエネルギー資源を確保することが喫緊の課題です。ありふれた水から水素や酸素を作り出し、二酸化炭素を資源と見立てて炭素材料を作り出すことは人類の夢です。世界で急速に進む脱炭素社会には水素社会が必要です。我々は水素社会を支える燃料電池、蓄電池、センサーやプロトスイッチなどに応用可能なイオン伝導性高分子材料、無機材料、有機無機ハイブリッド材料の研究を行っています。我々と共に水素社会に貢献しましょう。

研究テーマ例

1. 燃料電池、リチウムイオン電池の性能向上の研究
電池反応場の界面近傍の構造とイオン輸送を調べる基礎研究と、反応界面をデザインして電池の性能を向上させる応用研究をしています。
2. 充電可能な水素電池の開発
プロトンを使った次世代蓄電池の開発をしています。
3. イオン輸送を利用した触力覚センサの研究
五感やロボットへの応用研究として、ヒトの皮膚のように力にイオン輸送が応答する高分子組織構造を研究しています。
4. 外場印加によるイオンスイッチの研究
青木助教が主体的に取り組んでいる、光などの外場によってイオン伝導のオン・オフを制御する研究です。



主な研究業績

1. T. Honbo, Y. Ono, K. Suetsugu, M. Hara, A. Taborosi, K. Aoki, S. Nagano, M. Koyama, Y. Nagao, Effects of Alkyl Side Chain Length on the Structural Organization and Proton Conductivity of Sulfonated Polyimide Thin Films, *ACS Appl. Polym. Mater.*, **6**, 13217 - 13227 (2024).
2. Y. Nagao, Proton-Conducting Polymers: Key to Next-Generation Fuel Cells, Electrolyzers, Batteries, Actuators, and Sensors (Review), *ChemElectroChem*, **11**, e202300846 (2024).
3. Y. Nagao, Advancing Sustainable Energy: Structurally Organized Proton and Hydroxide Ion-Conductive Polymers (Review), *Curr. Opin. Electrochem.*, **44**, 101464 (2024).

使用装置

材料分析装置(IR, UV-Vis, NMR, GPC, XRD, TG-DTA)
電気化学装置(LCR, CV, in situ QCM, fuel cell, battery test system)
表面分析装置(XPS, in situ GIXRS, XRR, white interference, AFM)
分子配向分析装置(IR, pMAIRS, polarized microscope)
外部の放射光や中性子実験施設

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/nagao-www/>

研究室への参加にあたり、平日は研究活動に専念し、セミナーへの出席をお願いします。フレキシブルですが、9時から17時の間でメリハリのある研究時間を推奨します。英語のセミナーや留学生との会話を通じ、英語力の向上を目指しましょう。研究テーマは指導教員との相談で決め、皆さんの研究への情熱を全力でサポートします。



ヘテロ元素化学から未来エネルギーを 考える

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究への意欲、知的好奇心、多少の失敗にひるまない楽観性、他のメンバーと協調的に研究を遂行できる適応性。また、以下は研究室に入る時点で必須ではありませんが、有機合成化学、高分子合成化学、電池関連化学、光化学などの経験や知識があればアドバンテージになります。

この研究で身につく能力

物質をデザインし、合成し、キャラクタライズする能力。実験データの意味を客観的に考察する能力。短期的、長期的に研究計画を立てる能力。報告書を作成したり、効果的にプレゼンテーションを行う能力、ディスカッション能力などがそれぞれ身につきます。さらには英語でコミュニケーションをとるための実践的能力を身につける場としても適しています。よりテクニカルな点では、嫌気下で様々な物質を有機合成し、NMR等で構造確認するスキル、イオン伝導性材料をインピーダンス測定などにより評価し、それらの電気化学的安定性を評価し、実際に電池を構築して充放電評価するスキルが身につくほか、光電気化学反応を電気化学的に評価するスキルを身につけることが出来ます。

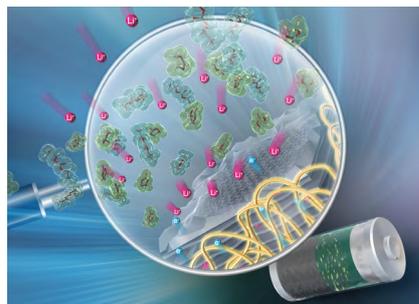
[就職先企業・職種] 総合化学メーカー、自動車関連メーカー、繊維系メーカー、素材メーカー、機械系メーカーなど。

研究内容

次世代用高性能蓄電池の創成研究

これまで、リチウムイオン二次電池用負極としては長きにわたりグラファイト負極が使用されてきました。現在、従来型のグラファイト負極よりも10倍以上の理論容量を有するシリコン負極の適用に関する研究が注目を集めています。しかし、シリコンは充放電中の体積膨張・収縮が大きく、粒子や界面の破壊や集電体からの活物質の剥離などの問題を引き起こし、問題が山積しています。本研究室では特殊構造高分子バインダーを適用することで、次世代用高容量電池の創成を目指しています。また、現存する多くの電池系は、性能が大幅に経年劣化することがユーザーレベルで広く認識されており、長期耐久性の課題解決も重要となっています。この点においても、分子レベルでの高機能バインダーの設計を行っています。さらに、シリコン負極型リチウムイオン二次電池と同様に、高容量の革新型電池として期待されている蓄電池系として、リチウム-空気電池が挙げられます。リチウム空気電池の開発の鍵となっている酸素還元反応触媒、及び酸素発生反応触媒においても、独自のアプローチにより研究を進めており、とりわけ白金の代わりに卑金属を用いた低コスト系の開発を進めています。さらに、リチウムに依存しない元素戦略に配慮した次世代蓄電池設計も進めています。例えばナトリウムイオン二次電池の高性能化に関する研究を電解質設計の立場から進めており、汎用の電解質を利用した系よりも大幅にサイクル特性やレート特性に優れた全固体ナトリウムイオン二次電池系の開発につながっています。現在の本研究室の電池開発において、もう一点注力しているのが急速充放電への対応です。現状の電気自動車では、高速道路のサービスエリアなどで充電を行う際に約30分を要しており、ガソリンスタンドでの給油と比較すると極めて長時間を要しています。本研究室では特殊な活物質の合成や、特異的な人工界面形成により充放電時間を大幅に短縮する試みを行っています。それを実現するキーワードとなるのが積極的な界面設計です。長きにわたって電池研究は四大部材(電極、電解質、バインダー、セパレータ)の研究を中心に展開されてきました。しかし、固体電解質界面(SEI)の重要性がいっそうクローズアップされつつあり、その戦略

的かつ合理的な設計が次世代蓄電池の成否の鍵を握っていると考えられます。本研究室では、有機合成化学や高分子合成のバックグラウンドを有する電池研究グループという個性を最大限に活かしつつ、独自のアプローチで未来社会のニーズに応える高性能電池系の創出を目指します。



高分子バインダーと活物質から成る
高性能電極材料のイメージ図

主な研究業績

- "Densely imidazolium functionalized water soluble poly(ionic liquid) binder for enhanced performance of carbon anode in lithium/sodium-ion batteries", A. Patra and N. Matsumi, Adv Energy Mater (2024) 20243071.
- "Water-soluble densely functionalized poly(hydroxycarbonylmethylene) binder for higher performance hard carbon anode-based sodium-ion batteries", A. Patra, N. Matsumi. J Mater Chem A., 12 (2024) 11857-11866.
- "Confronting the issue associated with the practical implementation of zinc blende-type SiC anode for efficient and reversible storage of lithium ions" R. Nandan, N. Takamori, K. Higashimine, R. Badam, N. Matsumi. ACS Appl Ener Mater., 7 (2024) 2088-2100.

使用装置

充放電評価装置
インピーダンスアナライザー
電気化学アナライザー
核磁気共鳴分光装置
ソーラーシミュレーター

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/matsumi>

合成化学を基盤にしなが、リチウムイオン二次電池やナトリウムイオン二次電池など社会的要求の高い研究分野に果敢にチャレンジします。クリエイティブな発想力と失敗を恐れない実行力、社会貢献への意識などを有したバランスのとれた人材の育成を目指します。ヘテロな研究集団を目指していますので、様々なバックグラウンドを持った人材を歓迎します。入って来るメンバーの科学的知識レベルも様々でしょうが、2年間ないし5年間にそれぞれのレベルに応じて大きな成長と達成感、自信を味わって巣立っていただくことが目標です。

生体制御高分子
研究室

教授：松村 和明

(MATSUMURA Kazuaki)
E-mail : mkazuaki@jaist.ac.jp

[研究分野] 材料化学、高分子化学、生体材料

[キーワード] 高分子化学、バイオマテリアル、再生医療、凍結保存、ハイドロゲル

細胞・組織の機能を制御する高分子材料
を創成し、医療に役立てる

研究を始めるのに必要な知識・能力

化学をベースとして、生体に応用できる材料を目指すので、化学の基礎知識は持っていた方が望ましいです。その上で、生物学や医学に対しても必要な事を習得する姿勢を期待します。異分野からの参加は歓迎しますが、化学、高分子化学の勉強を興味を持って続けられる向上心は必要です。

この研究で身につく能力

生体材料の研究は化学・生物・医学また物理学を含んだ学際的領域の研究です。生体の持つ高度に制御された機能を学び、それを代替する材料の創成を目標として研究を続けていくことで、化学のみならず、生物学や医学、物理学などの幅広い学問分野に触れ、多角的な物の見方を獲得することが出来ます。

また、生体材料の研究は目的がはっきりしているニーズ指向型の研究のため、課題解決能力を育む事が可能です。特に博士後期課程の学生に関しては、問題発見能力も同時に身につけるように研究を進めていきます。

【就職先企業・職種】 製造業・化学メーカーなど

研究内容

機能性高分子バイオマテリアル

人工臓器やドラッグデリバリーシステム(DDS)には高分子化合物のようなソフトマテリアルが多く使用され、研究されています。バルクな材料だけでなく、コロイドやミセル、溶液なども一種のバイオマテリアルとして様々な場面での研究が展開されています。高分子材料はそのバルク界面で、もしくは溶液状態で細胞や組織と相互作用し、機能を制御することが可能であることがわかってきました。また、様々な場面でその機能を利用したバイオマテリアルの研究開発が行われています。

凍結保護高分子

細胞を凍結保存することができる高分子を見出し、その機序を調べると共に応用を目指しています。この不思議な現象は、電荷密度の高い高分子化合物、特に両性電解質高分子に見られる特徴であることがわかってきました。細胞などの様な水を含む高次構造体をそのまま凍結すると細胞内の水の結晶化により致命的なダメージが加わり、死滅します。このような高分子化合物で細胞を凍結時のダメージから保護できるということは、これまでの常識では考えにくいことでした。従って、この現象の機序を解明することで、凍結保護だけでなく、生体組織や高次構造体の保護作用などへとつながる可能性を秘めています。我々はこの高分子をゲルにすることで、細胞保護性のハイドロゲルを作成しました。また、ナノ粒子化することでドラッグデリバリーシステムへの応用も試んでいます。

再生医療応用可能な高分子

再生医療や組織工学に応用可能な、生体内分解性セルロースの開発も行っています。この技術により、細胞をその中で増殖させ、生体内で細胞治療が可能な足場材料の開発が期待されます。

生体と調和する高分子材料

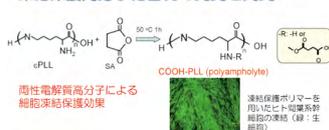
再生医療材料



生体と調和する高分子バイオマテリアル

生体機能の再生を目的とした診断・治療の支援を行うために、材料工学の手法を用いた、基礎的ならびに応用的研究も目指しています。具体的には、ハイドロゲルを用いた人工関節や人工血管用材料の設計など、高分子材料の観点から生物と化学の融合を目指し、さらには生体を凌駕するような機能を探求しています。

凍結保護高分子化合物の発見と開発



細胞保護性ハイドロゲル

化学合成によりin situでゲル化可能な両性電解質高分子を創製



主な研究業績

1. Rajan R, Furuta T, Zhao D, Matsumura K. Molecular mechanism of protein aggregation inhibition with sulfobetaine polymers and their hydrophobic derivatives. Cell Rep. Phys. Chem. 5, 102012 (2024)
2. Kumar K, Nakaji-Hirabayashi T, Kato M, Matsumura K, Rajan R. Design of Highly Selective Zn-Coordinated Polyampholyte for Cancer Treatment and Inhibition of Tumor Metastasis. Biomacromolecules 25, 1481-1490 (2024)
3. Hirose T, Rajan R, Miyako E, Matsumura K. Liquid metal-polymer nano-microconjugations as an injectable and photo-activatable drug carrier. Mol. Syst. Des. Eng. 9, 781-789 (2024)

使用装置

NMR
FITR
動的粘弾性装置
細胞培養用装置
共焦点レーザー顕微鏡

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://matsu-lab.info/>

本研究室では、高分子化学の基礎から応用までを理解し、生体材料としての応用を目指しています。そのためには、化学の知識だけでなく、生物や医学、さらには機械工学などの幅広い学問領域に通じている必要があります。また、生体材料がカバーする範囲は、人工臓器、再生医療、ドラッグデリバリー、バイオセンサなど多種多様であり、それらの研究開発に必要な知識を興味を持って獲得し、多角的な視点で課題の解決を遂行できる力のある学生を育成することを目標としています。

年に数度の学会発表を通じてプレゼンテーション能力を身につけ、週一度の研究室ゼミで基礎力・ディスカッション能力を養います。



材料とバイオを使ってゲームチェンジング テクノロジーを生み出す！

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究を始めるにあたり特別な知識・能力は問いません。本物の科学者や世界で活躍できる第一線の研究者に本気でなりたいと考えている学生を募集しています。特に新しい技術や新分野を開拓しようと柔軟性、協調性、好奇心、志を持った熱心な学生を求めています。

この研究で身につく能力

私たちの研究室では色々な研究手法を組み合わせた学際的な研究を行っているので多くのことを学ぶことができます。例えば、有機合成、生化学、遺伝子工学、細胞や動物実験に係る手技、ナノ材料、医療用デバイス、ロボットなどの様々な知識や技術を習得することができます。

研究内容

私たちの研究室の興味は、生物工学、材料化学、ナノテクノロジー、ナノメディシンの領域にあります。

例えば、我々の研究室では、ナノ材料の様々な物理化学的特性を活用することで、ナノスケールレベルで体の中の生物学的な活性や健康状態をモニターし、制御可能な革新的ナノバイオシステムの開発に挑戦しています(図1)。また、本研究目的のために高性能ナノロボットの合成、それらの表面工学、集合体を研究し、作製したナノロボットを上記の研究領域に統合することに注力しています。さらに、合成したナノロボットの構造と機能の関係における根本的な理解にも努めています。これらの研究はナノテクノロジー等の基礎研究としても重要ですが、とりわけ医学・薬学の分野において有用な知見と病気の治療法を提供できると期待しています。

一方、我々は食品産業や農業分野のためにも社会を一変させる革新的な技術(ゲームチェンジングテクノロジー)を創出しようと奮闘しています。現在、農作物の生産量に直結するミツバチなどの花粉媒介昆虫の減少が世界規模の問題となっています。昆虫を使った花粉交配法の代替手段として古来より羽毛や筆を用いた人の手による人工的な受粉が行われていますが、この方法は手間と労力が掛かる上、実際に作業を行う農家の方々の高齢化と人手不足が深刻な状況になっています。そこで我々の研究室では、全自動の人工花粉交配技術を構築すべく、自然から着想を得て設計するネイチャーインスパイアード材料とロボット工学を融合した研究を行っています(図2)。

このように我々の研究は、化学、物理、生物、材料科学、工学といった多くの研究分野から成る学際的な性質によって成り立っています。

過去の代表的な研究テーマ

- (1) 体の中で光発電するナノデバイス
- (2) 液体金属ナノトランスフォーマー
- (3) 超分子ナノ電車
- (4) 細胞を刺激するナノモジュレーター
- (5) ナノ材料の光発熱を利用した遺伝子発現制御
- (6) 光と磁場で駆動するナノトランスポーター
- (7) 材料工学を駆使した花粉交配用ミツバチロボット

これらは単なる一例にすぎません。自然科学を理解・開拓し、革新的な新技術、ひいては新分野そのものを一緒に作りましょう！

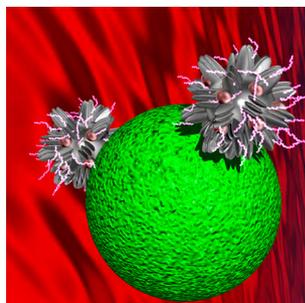


図1. 革新的ナノバイオシステム創出を目指したナノロボットの一例(生体内で光と磁場で駆動するナノトランスポーター)。

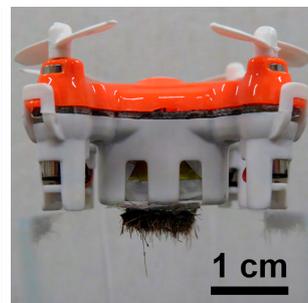


図2. 全自動人工花粉交配を目指したミツバチ型ロボット(プロトタイプ)。効率的に花粉を運ぶために粘着性ゲルを塗布した動物体毛を極小ドローンの下部に取り付けている。

主な研究業績

1. Yue Yu, Xi Yang, Sheethal Reghu, Sunil C. Kaul, Renu Wadhwa, Eijiro Miyako*, "Photothermogenetic inhibition of cancer stemness by near-infrared-light-activatable nanocomplexes" Nature Communications 11, 4117 (2020).
2. Svetlana A. Chechetka, Yue Yu, Xu Zhen, Manojit Pramanik, Kanyi Pu, Eijiro Miyako*, "Light-driven liquid metal nanotransformers for biomedical theranostics" Nature Communications 8, 15432 (2017).
3. Eijiro Miyako*, Kenji Kono, Eiji Yuba, Chie Hosokawa, Hidenori Nagai, Yoshihisa Hagihara "Carbon nanotube-liposome supramolecular nanotrains for intelligent molecular-transport systems" Nature Communications 3, 1226 (2012).

使用装置

レーザー、蛍光顕微鏡、電子顕微鏡、紫外 - 可視 - 近赤外分光光度計、蛍光光度計など

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://miyakoeijiro.wixsite.com/eijiro-miyako-lab>

ディスカッション、雑誌会、定期ミーティング、学会などを通じて、実験の解析技術、独立した思考能力、論理的な表現力などが身につくように指導します。特に、博士後期課程への進学希望者には、最新かつ国際的な研究環境を提供し、産業やアカデミアの研究ポジションが得られるように育成します。研究室のコアタイムは基本的には1時間の休憩を除いた9時から17時です。このため効率的、効果的、スピーディに作業をしなければいけません。メリハリをもって研究も余暇もエンジョイしましょう。



高分子材料の機能化、高性能化を レオロジー的な手法で行います

研究を始めるのに必要な知識・能力

マテリアルサイエンス(材料科学)系分野に関する基礎知識があれば、これまでの専門は気にせずとも結構です。むしろ意欲ある学生を希望します。

この研究で身につく能力

高分子はひとつの分子が線状で長いことが最大の特徴です。このような分子形状であるため、高分子は“からみ合い”相互作用を示します。その結果、例えば液体状態でも弾性を示し、さまざまな成形加工が適用できるようになります。からみ合いは高分子らしさを表す最も適切な特性であると言えます、レオロジーではその「からみ合い」により示される特性や、それによって形成される構造を取り扱います。当研究室ではレオロジー的な考え方や成形加工の技術を取り入れることで、新しい機能材料や、ポリマー系材料の高性能化へ取り組み、世の中の役に立つ新規材料を創出しています。これらの研究で身につく材料設計に対する考え方は、企業における研究でも大いに役立ちます。

【就職先企業・職種】 高分子材料を扱う樹脂メーカー、加工メーカー、ユーザーなど(詳細はHPに記載)

研究内容

当研究室では、レオロジー特性の新しい制御技術、成形加工技術、ブレンド・アロイやコンジットなどの樹脂複合化の独自技術を「武器」として、新しい材料設計を化学反応に頼ることなく創出しています。

対象とする材料は、ポリ乳酸やセルロースなどのバイオマス系ポリマー、ポリエチレンやポリプロピレンなどの汎用高分子、ポリメタクリル酸メチルやポリカーボネートなどの光学ポリマー、各種エラストマーなど、ほとんどの高分子材料であり、さらにカーボンナノチューブなどのナノ粒子、各種樹脂添加剤を幅広く取り扱っています。また、高分子以外にも、化粧品や食品などを研究対象とすることがあります。これらの材料の組み合わせや改質、さらには成形により、さまざまな機能を付与し、また、高性能化を行っています。

応用分野はさまざまですが、自動車関係の材料や次世代のディスプレイなど、日本の技術力が強い分野を中心にした研究開発が多くなっており、得られた研究成果の一部は既に工業的にも応用されています。また、成形加工のトラブルや高速成形に対する研究も進め、高分子加工を技術的にサポートしております。以下、研究例の一部を紹介します。

【高分子系複合材料の研究開発】

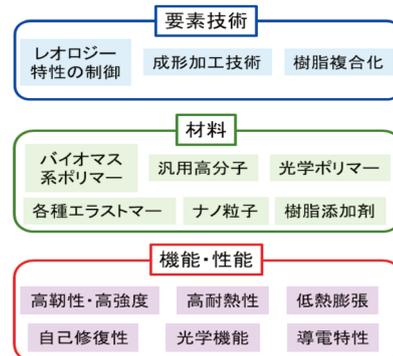
分子レベルで異種物質の凝集状態を高度に制御することにより、ポリマー系複合材料の高性能化を目指す研究です。次世代自動車などへの用途展開が期待できる透明樹脂や内装材向け樹脂、透明かつフレキシブルな導電性ポリマーフィルム、植物由来の原料を用いた革新的な光学デバイスなどの開発に取り組んでいます。また、ポリ乳酸の革新的な高性能化など低環境負荷材料を用いた研究も積極的に推進しています。

【レオロジー制御による機能性ソフトマテリアルの材料設計】

レオロジーの考え方はポリマーのみならず、さまざまな分野で必要とされます。特に、ソフトマテリアルである食品や生体材料、化粧品などではレオロジー特性の把握が必要不可欠です。本テーマでは、これら機能性ソフトマテリアルの材料設計をレオロジーの観点から進めています。切断しても再び元通りに治癒する自己修復性材料、形状記憶材料などの設計指針をこれまでに提案しています。

【成形加工技術の深化・構築】

優れた高分子材料でも、成形加工できなければ世の中で使用されません。そのため高分子産業では、成形加工に必要な不可欠なレオロジーの専門家を常に必要としています。その基礎となる研究を実施すると共に、新材料のレオロジー特性を明らかにすることで実用化へ貢献しています。



主な研究業績

1. 環境問題に立ち向かうポリオレフィンの成形加工技術, 山口政之, 成形加工, 32(9), 301 (2020).
2. 低分子添加による複屈折制御, 山口政之, 工業材料, 66(4), 33-37 (2018).
3. 成形加工性向上のための高分子レオロジー制御技術, 山口政之, 機能材料, 38(4), 4-12 (2018).

使用装置

レオロジー測定装置
成形加工機
分光分析装置
力学特性評価装置

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/yamaguchi/>

当研究室では、主として高分子物性に関する知見に基づいて、材料の設計から成形技術に至るまで、さまざまな研究テーマを設定し活動しています。また、実際に役立つ研究を行うために、企業との共同研究を積極的に進めています。私自身の企業経験も活かしながら就職活動へのサポートも行い、総合的な力を伸ばしてもらいたいと考えています。

ポリマー材料の研究開発に興味をお持ちの方は、是非、当研究室を訪問してください。



固体電子構造と局所配位環境のデザインにより所望の光機能を発現させる！

研究を始めるのに必要な知識・能力

知的好奇心をもち、積極的に研究に取り組み、コミュニケーションとディスカッションを通して学問の発展や新分野の開拓、自己の成長を遂げたいという意欲が必要です。必要な知識は問いませんが、無機固体化学の知識があると研究に有利です。

この研究で身につく能力

研究テーマは、材料合成、物性評価、応用展開の一連の内容を含み、研究を通して計画能力、課題把握能力、論理的思考や幅広い知見と様々な測定技術を習得できます。英語での研究発表会や最新英語学術論文を紹介する雑誌会のゼミによって、プレゼンテーション力と英語コミュニケーション力が鍛えられます。

専門的には、材料合成技術(無機固体粉末、セラミックス、透光性セラミックス、ガラス、単結晶)や物性評価技術(X線回折測定、X線吸収分光、基礎的な光学特性評価、蛍光寿命測定、光伝導度測定、真空紫外分光、蓄光材料評価手法、ダイヤモンドアンビルセルによる高圧実験)など、固体化学と分光学の研究者としての能力を身に付けることができます。

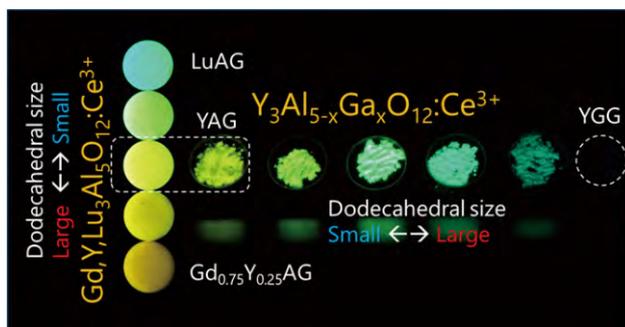
【就職先企業・職種】 材料・化学メーカー、電機メーカー

研究内容

身の回りには発光する材料やデバイスが多く存在します。例えば、白色LED照明、レーザープロジェクター、テレビやスマートフォンのディスプレイはその一例です。これらの発光デバイスには、短波長の光を吸収して長波長の光に変換する蛍光体と呼ばれる発光中心イオン(希土類や遷移金属など)を添加した無機固体材料が使われています。蛍光体の光物性は、発光中心イオンの種類やその幾何学的・化学的な配位環境、結晶ホストの固体電子構造で大きく変化します。本研究室では、これらの光物性を支配する要因を詳細に調査・特定し、高効率蛍光体や近赤外蛍光体、残光蛍光体など所望の光機能を有した固体材料をデザインしています。

◆白色光を創る！

白色LED照明やレーザー励起白色光源は、青色LED(またはレーザー)と可視蛍光体から構成されています。白色光源用蛍光体は、用途により要求される特性が異なり、最近ではディスプレイ用の発光バンドの半値幅の狭い「ナローバンド蛍光体」やレーザーの強励起でも消光しない「レーザー励起用蛍光体」などの開発が求められています。我々は、物理現象の解明を通し、より高い特性を有する蛍光体を戦略的に創製します。



組成に伴う化学的、幾何学的変化により光物性を制御

◆光を蓄える！

通常、蛍光体は励起光を遮断すると、直ちに減衰し光らなくなります。しかしながら、励起電子の一部を結晶ホストに存在する電子トラップに蓄えることにより、数分から数日の時間スケールで光続ける蛍光体(長残光蛍光体または蓄光材料)を作製できます。我々は固体電子構造に着目し、光誘起電子移動機構を制御することにより、残光蛍光体を設計しています。



開発した長残光蛍光体

◆光で測る！

蛍光体の光物性は、温度や圧力により変化するので、特徴的な発光の変化を利用することにより、非接触・非侵襲型の温度センサーや圧力センサーとして使用できます。バイオ応用に向けた近赤外線サーモメーターや高感度圧力センサーなどを開発しています。

◆その他研究テーマ

透光性セラミックス、フォトクロミック材料、熱ルミネッセンス蛍光体、応力発光体、アップコンバージョン蓄光、有機長残光蛍光体、太陽電池用波長変換材料、消光機構解明、圧力誘起転移

主な研究業績

1. A. Hashimoto, J. Ueda, et al., J. Phys. Chem. C. 127, 15611(2023).
2. J. Ueda, et al., ACS Appl. Opt. Mater. 1, 1128(2023).
3. Jumpei Ueda, Bull. Chem. Soc. Jpn. 94, 2807(2021)

使用装置

真空高温管状炉、X線回折装置
蛍光分光光度計、クライオスタット
波長可変レーザー、蓄光材料評価装置
ダイヤモンドアンビル高圧セル

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://uedalab.com/>

当研究室では、メンバーの人数により調整しますが、1週間に一度の研究報告会と雑誌会(最新英語論文の紹介)を行います。規則正しい生活のために、コアタイムを9時から17時とします。研究テーマは、材料合成、物性評価、応用展開の一連の内容を含み、研究室での実験だけでなく、共通分析機器の利用や学外との共同研究により、幅広い専門知識と技術の修得ができます。基本的に、在籍中に国内学会や国際学会で、一度は研究発表を行って頂きます。また、得られた研究成果は、国際論文雑誌にて学生が第一著者または共著者として発表することを目指します。



ポリマー1分子の直視 熱ゆらぎで駆動する分子マシンの創製

研究を始めるのに必要な知識・能力

機能性高分子の合成研究を希望する学生は、有機化学と高分子化学の基礎的な知識が必要です。また、高分子鎖一本の構造を解析する1分子イメージング研究を希望する学生は、顕微鏡装置のしくみを理解し使いこなす必要がありますので、物理学的なものの考え方が求められます。

この研究で身につく能力

【高分子合成】新しい機能性高分子を合成しますので、有機合成化学的手法や高分子機能設計についての研究能力が鍛えられます。【1分子イメージング】有機溶媒中の高分子鎖一本の構造ダイナミクスを高速AFMイメージングし動態を解析しますので、装置原理や当該解析法のしくみ、また一連の考察とおして高分子の本質についての理解が深化します。【シミュレーション】スーパーコンピュータを活用して分子動力学(MD)計算による高分子鎖一本のダイナミクスをシミュレーションし、高速AFMイメージングの結果を理解してモデルを構築しますので、コンピュータシミュレーションの基礎と応用が身につきます。【分子マシン創製】多様な高分子鎖の運動機能を探索し分子マシンの創製へ展開しますので、現象の本質を見抜く洞察力、創造力が鍛えられます。

【就職先企業・職種】化学系企業、半導体関連企業、食品関連企業、化粧品会社、公務員(教員)など

研究内容

篠原研究室では、ポリマー1分子を研究対象とした基礎研究を進めています。最近の研究で、分子レベルではポリマーにも生物のようなしなやかな動きがあることが実証されました。一方、生物物理学では生体高分子であるタンパク質の機能発現の機構や動作原理が明らかになりつつあります。この概念を合成高分子の設計に適用すれば、刺激や負荷などの環境変化に柔軟に対応して特性を自在に制御できるしなやかな合成高分子～分子マシン～を開発できると考えています。また同時に、1分子イメージング技術の特許化(国際出願)そして共同研究を通じて企業への技術移転を進めています。

【ポリマー1分子の直視】

ポリマーは、非常に優れた特性を持つ有用な物質であり文明を維持するために無くてはならない材料です。しかしながら、ポリマーは一般にその構造が多様で非常に複雑であるために、構造と機能の相関関係を分子レベルで議論することが難しいのです。すなわち、「ポリマーのどのような構造が、如何なる機能を発揮しているのか?」という本質的な問いに対して、多数分子の平均値を議論する従来の研究手法を踏襲する以上、明確に分子レベルで答えることは難しいという問題があります。これが原因となり、より優れた機能を有する高分子を合成しようとする際に、どのような分子設計を行えば良いのかが不明確である、という障壁が機能性高分子の構造設計において立ちはだかっています。そこで、高分子鎖一本の構造と機能の実時間・実空間同時観測系が確立されれば、推論や仮定なしに、明確に分子構造と機能との関係を直接議論できるのではないかと考えました。

ポリマー1分子の直接観測で世界に先駆けた研究に挑戦し続けています。例えば、合成高分子鎖一本のらせん構造が形成する高次構造の解明を世界で初めて走査トンネル顕微鏡観測で達成し、米国サイエンス誌の依頼を受け成果の一部が掲載された等の成果を挙げています。また液中でゆらぐπ共役ポリマーの1分子蛍光イメージングと1分子分光に成功しています。さらに高速AFMによるらせん高分子鎖一本の運動を直接観測して、これがブラウン運動であることを解析して証明しました。また超分子ポリマーの研究では、国際学術誌の表紙を飾っています。

【分子マシンの開発】

生体を構成しているタンパク質などの生体高分子にはさまざまな機能があることがわかっていますが、取り出すと高次構造が崩れ機能が失われてしまうため、材料として利用することが難しいという問題がありました。その点、合成高分子は耐久性があり、材料には適しています。

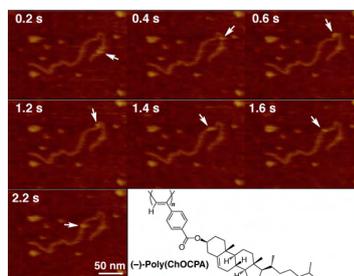


Fig. Single Molecular Unidirectional Processive Movement along a Helical Polymer Chain in a Non-aqueous Media

もし、しなやかな高次構造を形成し、さまざまな機能をもつ合成高分子を作ることができれば、現在の機械のしくみを根底からくつがえす、画期的な材料を作れると期待しています。篠原研究室では、モータータンパク質など生体分子マシンの構造や機能に学び、これを超越する新しい機能を持った合成高分子による分子マシンの実現を目指しています。

主な研究業績

1. K. Shinohara, S. Yasuda, G. Kato, M. Fujita, H. Shigekawa: Direct observation of the chiral quaternary structure in a π -conjugated polymer at room temperature, *J. Am. Chem. Soc.* **123**, 36193620 (2001); Editors' Choice, *Science* **292**, 15 (2001).
2. K. Shinohara, Y. Makida, T. Oohashi, and R. Hori: Single-Molecule Unidirectional Processive Movement along a Helical Polymer Chain in Non-aqueous Medium, *Langmuir*, **38** (40), 12173-12178 (2022).
3. K. Cheng, K. Shinohara, O. Notoya, M. Teraguchi, T. Kaneko, T. Aoki: Synthesis and Direct Observation of Molecules of 2D Polymers: With High Molecular Weights, Large Areas, Small Micropores, Solubility, Membrane Forming Ability, and High Oxygen Permselectivity, *Small*, 202308050 (2023).

使用装置

高速原子間力顕微鏡(高速AFM)
単一分子蛍光・分光顕微鏡(TIRFM)
高分子鎖構造 / 蛍光同時観測装置(AFM/TIRFM 複合)
スーパーコンピュータ(分子動力学計算)
各種機器分析装置(NMR, IR, UV/Vis. 等)

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/shinohara/>

研究テーマを学生が教員から与えられたものとして受動的に研究するのではなく、一日も早く自らのものとして研究テーマを捉えることができるよう指導します。具体的には、学生とのコミュニケーションを積極的にとり、学生の能力に応じて可能な限り意思を尊重して自主的に実験を遂行させ、自ら問題を見つけてこれを解決する能力を養わせる方針です。これら一連の過程を繰り返すことにより、研究とは如何なるものなのか等の基本的かつ重要な問の答えが各々学生なりに得られ、ひいては将来の優れた研究者・技術者としての自覚につながるものと期待しています。



新しい固体触媒プロセスの構築による 資源・エネルギー問題の解決に挑む！

研究を始めるのに必要な知識・能力

基礎的な計算・データ処理能力と仲間と安全に研究を進められる方であれば、バックグラウンドを問わずに歓迎します。物理化学、有機化学、無機化学、分析化学、触媒化学などの基礎・経験があると、よりスムーズに研究を開始できます。失敗にひるまずに挑戦する「忍耐力」や「好奇心・探究心」がより自発的に研究を進める上で役に立ちます。

この研究で身につく能力

新しい固体触媒プロセスの開発は、触媒設計→触媒調製・条件の最適化→触媒活性評価・反応条件の最適化→触媒のキャラクタリゼーション→触媒作用機構の提案→検証・再考といった多くの研究段階からなっています。また、触媒作用に関連する因子は一つではありません。従って、触媒開発プロセスを経験することで、様々な分析・評価手法の技術習得、多角的に実験データを整理・解析・統合する力を身に付けることができます。また、英語の先行研究を読み自らの研究へフィードバックする力、自分の結果を他人へより分かりやすく伝えるためのプレゼンテーション力を、日常の研究室ゼミや学会発表等を通じて向上できます。

[就職先企業・職種] 化成品・ポリマー製造や自動車触媒製造を主とした化学・材料メーカーなど。

研究内容

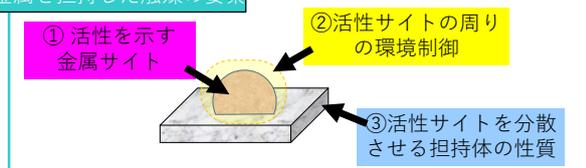
触媒は様々な物質変換・合成プロセスに欠かすことができない材料で、身近な生活を力強く下支えています。そのため、高機能な触媒プロセスの開発は、日常の生活様式の劇的な改善やより低環境負荷なスタイルへと大きく変えるインパクトを持っています。例えば、空気中の窒素の人工的な固定化を実現したアンモニア合成触媒の実現(1918年ノーベル化学賞)は、窒素を含む化学品合成の発展に繋がり、その後の安定的な食料生産による人口増加や火薬製造による工業の発展へと繋がりました。

当研究室では、「従来の在来型化石資源の利用技術で培われた触媒プロセス技術を生かし、より高効率な触媒を設計するための指針の提案」や、「固体触媒を用いた高効率な次世代バイオマス資源変換プロセスの構築」から、持続可能・低環境負荷な社会形成に貢献できる触媒・資源変換プロセス技術の構築を目指しています。

・金属担持触媒の高機能化に向けた触媒設計と作用機構解明

金属活性点を固体表面に固定化した金属担持触媒は、主に1. 金属活性中心の電子状態や形状、2. 金属活性点の周囲環境、3. 担体の性質によって、その触媒作用が大きく異なります。それぞれの因子を系統的に制御し、対象とする触媒反応への性能を評価することで、求める触媒作用に対して選択的に欲しい性能を付与できる触媒調製指針の策定を目指します。例えば、異種金属を合金化させた活性サイトの構築による高活性化、保護配位剤を作用させることによる活性点周囲の環境制御による高活性・高選択性の発現、特異な構造を有する担体合成による超高活性化を実現しています。

金属を担持した触媒の要素



・高効率なバイオマス資源変換を実現する固体触媒プロセス開発

バイオマス資源は再生可能でカーボンニュートラルであることから、持続可能な次世代資源としての活用が期待されています。しかし、低いLCA(ライフサイクル・アセスメント)が課題です。固体触媒を用いた高効率プロセスの実現によるバイオマス資源利用の拡大を目指しています。例えば、常圧水素によるバイオ燃料製造プロセス、非可食性グルコサミン類からの高品位化成品合成プロセス、高活性な酸-塩基反応プロセス、バイオマス由来有機酸・脂肪酸の高効率な水素化転換を実現しています。また、バイオマス資源の連続的なフロー変換プロセスの展開に必要な課題抽出とその改善にも取り組んでいます。

主な研究業績

1. S. D. Le, S. Nishimura: Selective hydrogenation of succinic acid to gamma-butyrolactone with PVP-capped CuPd catalysts. Catal. Sci. Technol. 12 (2022) 1060.
2. K. Anjali, S. Nishimura: Efficient Conversion of Furfural to Succinic Acid using Cobalt-Porphyrin based Catalysts and Molecular Oxygen. J. Catal. 428 (2023) 115182.
3. X. Li, S. Nishimura: Synthesis of 5-Hydroxymethyl-2-furfurylamine via Reductive Amination of 5-Hydroxymethyl-2-furaldehyde with Supported Ni-Co Bimetallic catalysts. Catal. Lett. 154 (2024) 237.

使用装置

触媒活性評価(GC, HPLC, GC-TOFMS, FTICR-MS, 液体NMR)
触媒構造評価(XRD, ガス吸着/脱着, SEM/TEM, XPS, 固体NMR, FT-IR, TPR/TPD, パルス分析など)
状況に応じて、外部の共同利用研究施設(KEK-PF, SPring-8, SAGA-LSなど)でのXAFS測定も行います。

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : https://www.jaist.ac.jp/~s_nishim/index.html

当研究室では、月1~2回の研究室ゼミ(研究進捗報告・ディスカッション)を行います。コアタイムは設けませんが、社会人生活に向けて規則正しい生活リズムを作って実験・大学院生活を送ってください。本学には様々な分析機器が共通設備として整備されており、装置によっては専門職員からのサポートも得られる充実した環境が整っています。在籍中にこのサポート・分析体制を存分に活かし、自らのスキルアップを実現してほしいと思います。在籍中に得られた成果は、国内外での学会等で対外発表を行うことを推奨します。また、修了生1人に対して1報以上の学術論文・国際会議プロシーディングス等を公開し、各学生の成果を残せるように努めています。



次世代の医用材料による医療の発展

研究を始めるのに必要な知識・能力

特定分野の知識や能力は問いません。高分子化学、タンパク質工学、分子生物学、薬学、情報学を含む学際的な医用材料の研究について、学生のバックグラウンドに応じてテーマを設定します。新しい技術や分野を開拓する好奇心や向上心が最も大切です。

この研究で身につく能力

合成高分子やタンパク質、細胞を材料とした医用材料や疾患の診断・治療法の開発に取り組みます。学生の興味やバックグラウンドに応じて、有機合成や遺伝子工学、生物といった基盤材料を選択し、社会的にも学術的にも重要な研究テーマを進めてもらいます。各種材料の作製だけでなく、材料物性の評価、細胞や動物を用いた生命科学的な評価と多岐の分野にわたる実験技術や知識が必要になります。材料学と生命科学といった学問的な高いレベルの知識と技術が身につくとともに、理系人材としてどこでも活躍できる広い視野と知恵を養います。

【就職先企業・職種】 材料、製薬、医療機器、食品関連企業

研究内容

私達は、がんをはじめとした疾患の治療や診断法の開発といった応用研究と、生体と医用材料の相互作用の理解や制御といった基礎研究を両立した医用材料の開発を進めています。有機合成、遺伝子工学、タンパク質工学、細胞工学を駆使して様々な材料を設計し、次世代の医用材料を創出しています。

1. 細胞の代謝機能を改善する刺激応答性高分子

がん化や老化した細胞は、正常な細胞と比較して代謝機能が大きく変わります。この代謝機能の変化に着目して、がんや老化の進行を逆転させる治療法の開発に取り組んでいます(図1)。特に、代謝産物や生体活性分子を細胞に送り込むことで代謝を改善し、疾患治療への応用を検討しています。具体的には、代謝産物などを原料とした刺激応答性合成高分子を設計し、細胞内の特異的環境に反応して分解・代謝物を放出する医用材料を合成しています。

2. 細胞膜構成分子に着目したがん治療・診断

がん細胞の細胞膜構成分子に着目した新たながん治療や診断法を開発しています(図1)。特に、がん細胞で異常性がある細胞膜のコレステロールや糖鎖を標的としています。このような細胞膜構成分子と相互作用するタンパク質材料を遺伝子工学的に設計し、がん治療や診断法を検討しています。例えば、細胞膜コレステロールに相互作用する合成タンパク質を設計し、がん細胞のコレステロール合成系やオートファジーといった細胞内分解系を制御し、がんの殺傷を可能にしています。

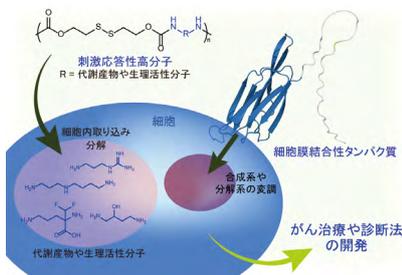


図1 刺激応答性高分子やタンパク質からなる医用材料

3. 直鎖状タンパク質の de novo 設計とステルス材料

採血管や注射器から人工心肺、人工臓器、バイオ医薬などの医療機器・医薬品は、医療技術に必要な不可欠なものです。医療機器・医薬品の表面は血液や体液と接触するため、血液の凝固や異物認識、免疫・炎症応答を抑制するためにタンパク質の吸着を抑制するステルス特性が重要です。私達は、医療機器・医薬品にステルス性を付与するタンパク質性の医用材料を構築しています(図2)。特に、計算科学やAIを活用した直鎖状タンパク質の設計法を考案し、ステルス性医用材料としての有用性を検討しています。

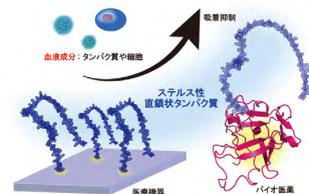


図2 ステルス材料としての直鎖状タンパク質

主な研究業績

- Kei Nishida, et al, Cholesterol- and ssDNA-binding fusion protein-mediated DNA tethering on the plasma membrane, *Biomaterials Science*, 13, 299-309 (2025)
- Kei Nishida, et al., Sensitive detection of tumor cells using protein nanoparticles with multiple display of DNA aptamers and bioluminescent reporters, *ACS Biomaterials Science and Engineering*, 9, 5260-5269 (2023)
- Kei Nishida, et al., Selective Accumulation To Tumor Cells With Coacervate Droplets Formed From Water-Insoluble Acrylate Polymer, *Biomacromolecules*, 23, 1569-1580 (2022).

使用装置

NMR、高速液体クロマトグラフ、水晶振動子マイクロバランス、接触角計、フローサイトメーター、共焦点レーザー顕微鏡

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://miyakoeijiro.wixsite.com/eijiro-miyako-lab>

医用材料に関する研究では、様々な学問に関する知識や技術が必要です。個々に独立した研究テーマを設定し、基礎知識や技術を指導するとともに自分の研究に愛着と興味を持って自らが研究を追求できるように導きます。さらに理系人材として重要な科学的な思考力や文章力、表現力を身に付けられるようサポートします。また、もっとも成長する場である学会の参加・発表のチャンスもたくさんあります。ディスカッション、就活、生活についての悩み等、なんでも相談してください。ウェルカムです。

ナノマテリアル・デバイス研究領域

ナノマテリアル・デバイスの先端科学技術を究め、
サステイナブルな超スマート社会の実現を目指す

■ 領域の概要

私達の研究領域では、創発的ナノマテリアルの合成・成長、先端的手法を用いた構造・物性解析とデバイス・センシング応用に取り組んでおり、さらには、量子技術、人工知能や自動化・ロボットの導入によるマテリアルサイエンスの新展開を目指しています。物理、化学、バイオ、材料、電気・電子、機械、情報など様々なバックグラウンドを持つ教員と学生が本研究領域に集い、協奏的共同研究の推進を通して、環境・エネルギー問題の解決、安心安全な社会の実現、人類社会の持続的繁栄に貢献すべく、マテリアルサイエンスのフロンティアを日々開拓しています。

■ キーワード

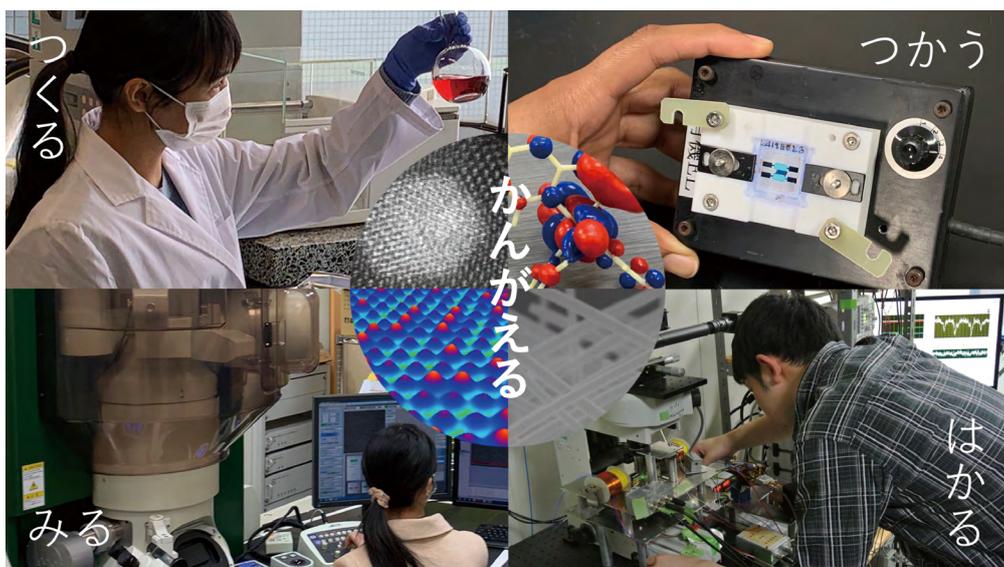
ナノ粒子×バイオ・エネルギー、ナノワイヤ×スピンドデバイス、二次元材料×先端顕微鏡、ナノイメージング×分光、原子分解能観察×オペランド計測、非線形光学顕微鏡×対称性の破れを持つ材料、ナノ分光×超微量分析、スピントロニクス×量子センシング、半導体エレクトロニクス×デバイス計測技術、トランジスタ×機能性材料、ナノペーパーデバイス×低温結晶化プロセス、有機デバイス×オペランド解析、マテリアルサイエンス×DX・データ、ソフトロボット、触覚センシング

■ 教育研究の方針

現代のマテリアルサイエンスにおいて、ナノサイエンス・テクノロジーはコア概念・技術となっています。マテリアルのデザインと構造・物性解析には計算科学とナノレベルの加工・イメージング・計測技術が駆使され、無機・有機を問わずに原子・分子レベルで制御された新奇ナノマテリアルと、それらを複合的に用いた革新的デバイス・センシング・量子技術が産み出されています。今後は、情報科学と機械科学・ロボティクスのマテリアルサイエンスへの応用が急速に進展すると期待され、これらをスマートに実現するための制御・プログラミング技術も益々重要となります。これからのマテリアルサイエンスを共に創り出し、我々の社会の持続可能な発展に貢献する、グローバルに活躍する科学者・技術者を育成します。

■ 就職実績

(株)アドバンテスト、インフィニオンテクノロジーズジャパン(株)、ウエスタンデジタル合同会社、(株)荏原製作所、京セラ(株)、(株)神戸製鋼所、(株)KOKUSAI ELECTRIC、(株)ジーエス・ユアサ、Japan Advanced Semiconductor Manufacturing(株)、セイコーエプソン(株)、TDK(株)、東芝テック(株)、東芝デバイス&ストレージ(株)、日産化学(株)、ニデック(株)、日本イー・エス・エム(株)、日本電子(株)、(株)日立製作所、古河電気工業(株)、マイクロンメモリジャパン(株)、三菱電機(株)、三菱マテリアル(株)、(株)リクルート、ルネサスエレクトロニクス(株)等



先端科学技術の粋を集めて、ナノマテリアルとデバイスを「つくる」「みる」「はかる」「つかう」、そして未来に向かって「かんがえる」。

- | | | |
|------|----------------------------|-------------------------------|
| 外側写真 | 左上：ナノ粒子合成 | 右上：有機エレクトロルミネッセンス (EL) デバイス発光 |
| | 左下：走査透過電子顕微鏡 (STEM) 観察 | 右下：光検出磁気共鳴 (ODMR) 測定 |
| 中央円内 | 左上：ナノ粒子の透過電子顕微鏡 (TEM) 像 | 右上：量子化学計算で得られた有機分子モデル |
| | 左下：二次元材料の走査トンネル顕微鏡 (STM) 像 | 右下：ナノワイヤの走査電子顕微鏡 (SEM) 像 |



電子顕微鏡とデータ科学の融合による 新奇ナノ物性の探索

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究は、新しい何かを発見することです。そのなかでいちばん重要なのは「あきらめない」という強い気持ちです。能力としては、数学と物理の基礎知識を持っていることが望ましいです。

この研究で身につく能力

- [基礎]: 実験・学習・議論をとおして、固体物理学に対する深い理解が身につきます。
- [技術]: 電子顕微鏡、真空装置、3D-CAD ソフトの使い方を学びます。また、Python プログラミングによるデータ解析を学びます。いずれも基礎から始めることができます。
- [その他]: 定期ミーティングでの発表をとおして、自分の研究を他者に分かりやすく伝えるスキルを学びます。

[就職先企業・職種] 電気・材料メーカー、材料分析会社、大学の技術職員など

研究内容

本研究室では、ナノ材料がしめす新しい現象を探索しています。そのために、次のような研究に励んでいます。

- ✓ 電子顕微鏡によるナノ～原子スケールでの材料観察
 - ✓ 材料の力や電気化学特性を測定できる新しい装置の開発
 - ✓ データ科学の応用によって電子顕微鏡像から重要な情報を抽出
- 具体的な研究例を以下に示します。

よく伸びる白金原子の鎖状物質

電子顕微鏡のなかで材料を動かしながら、材料の電気伝導度、剛性、原子のならびを同時に測定できる特殊な試料ホルダーを自作しました¹。このホルダーを用いて、幅が原子1個、長さが原子2～5個の白金鎖状物質の特性を調べました(図1)²。生活のなかで目にするふつうの白金は、原子が3次的に結合しており、わずかに数%しか伸びません。しかし、鎖状物質はもとの状態から+24%まで伸びました。1次元の単原子鎖にすることで、白金の結合特性が大きく変わることを発見しました。

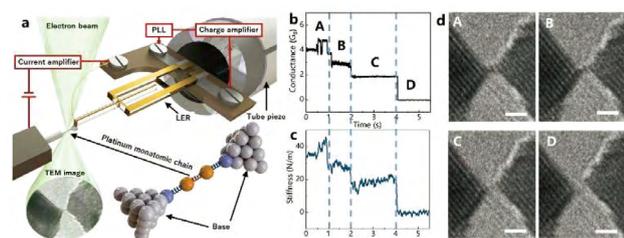


図1 (a) 実験の模式図。試料を保持するための装置(試料ホルダー)は研究室で独自に開発しました。白金原子鎖の (b) コンダクタンス、(c) 剛性が測定できました。(d) 電子顕微鏡像。白金は暗く見えています。AとBにおいて、左右の白金を橋渡ししているのが単原子鎖です。

データ科学による原子配列の解析

原子の正常な位置からのずれ(原子変位)を測定しました³。従来の方法では、変位量が小刻みに変化して見えます(図2b)。これは原子変位の情報ではなく、解析のじやまをするノイズ成分です。そこで、データ科学手法のガウス過程回帰を用いることで、原子変位の情報を抽出することに成功しました(図2c)。測定可能な最小の原子変位は0.7 pm (ピコメートル、1兆分の1メートル)ときわめて小さく、材料のなかで生じる2.4 pmの原子変位を検出することに成功しました。

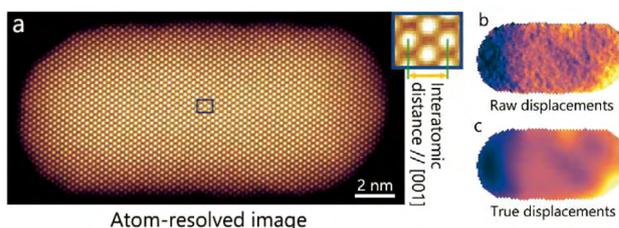


図2 (a) 金ナノロッドの電子顕微鏡像。奥行き方向にならぶ金原子の列が明るい点として見えています。(b) 従来手法で測定した原子変位と(c) データ科学で処理した原子変位。原子が正常な位置から左にずれるほど暗い青色、右にずれるほど明るい黄色で示されます。

主な研究業績

1. J. Zhang, *et al.*, *Nanotechnology* 31 (2020) 205706
2. J. Zhang, *et al.*, *Nano letters* 21 (2021) 3922
3. K. Aso, *et al.*, *ACS Nano* 15 (2021) 12077

使用装置

- ✓ 超高真空透過型電子顕微鏡
- ✓ 高度な物性測定をおこなうための電子顕微鏡ホルダー
- ✓ 3D-CAD やデータ解析がおこなえるワークステーション PC

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist-oshima-labo.com/english/>

研究室ミーティングを毎週おこなっています。担当の学生が、研究の進捗状況や、興味をもった論文について紹介し、みんなでディスカッションします。担当の頻度はおよそ3週間に1回です。固体物理学を学ぶための読書会もあります。学生のあいだでの学びあい・教えあいや、ディスカッションを推奨しています。コミュニケーション能力を高めるために、国内外の学会で発表することも推奨しています。博士学生は、自らの研究に集中して科学雑誌に論文を投稿できるよう、最大限サポートします。



エレクトロニクスの機能的多様化を目指す 化合物半導体デバイス技術

研究を始めるのに必要な知識・能力

必要な知識・能力ということではありませんが、ものごとの本質を理解したいという意欲、数学や物理学の基礎力とそれを支える論理性は、研究を進める際に重要であると考えています。

この研究で身につく能力

化合物半導体電子デバイスの作製技術および測定解析技術を身につけながら、デバイス内の電子の挙動を物理的に考察して理解することができるようになると思います。こうした能力は、将来エレクトロニクスの広い分野で活躍するための素地となると考えています。また、産学連携を通じて産業界の問題意識を感じてもらうことも期待しています。さらに、日本語および英語によるプレゼンテーション能力の向上も目指します。

[就職先企業・職種] 総合電機、半導体・電子部品、半導体製造装置、通信機器、輸送機器、自動車

研究内容

<エレクトロニクスの機能的多様化に向けて>

現在のデジタルエレクトロニクスの主役であるSiデバイスは、微細化による性能向上を続けてきました。しかし、こうした「More Moore」の軸に沿った進歩の限界が意識されるようになってきました。今後のエレクトロニクスの発展のためには、「More than Moore」の視点に基づく機能的多様化が必要であり、それに向けて重要な役割を果たすのが化合物半導体デバイスです。

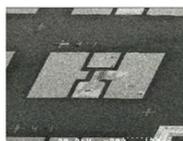
<化合物半導体とは？>

III-V 族を中心とした化合物半導体は多彩な材料系であり、これまででもSiでは不可能な様々な機能を有するデバイスに応用されてきました。特に、高い電子移動度と高い電子飽和速度を有する化合物半導体は高速電子デバイス応用に、また、直接遷移型の化合物半導体は光デバイス応用に好適であるため、化合物半導体を用いたデバイスは、高速アナログ・ミックスドシグナルエレクトロニクス、光エレクトロニクス分野で利用されてきました。これまで、GaAs 基板上格子整合材料が化合物半導体の第一世代として、InP 基板上格子整合材料が第二世代として大きな役割を果たしてきましたが、今後は、高In組成 InGaAs、InAs、Sb 系材料などのナローギャップ化合物半導体と、GaN、AlN などのワイドギャップ化合物半導体の重要性が高まると考えられます。これらナローギャップ半導体は中赤外光に対応するエネルギーギャップを、ワイドギャップ半導体は紫外光に対応するエネルギーギャップを有しており、それぞれの波長域における光デバイス応用に重要です。また、電子有効質量は概ねエネルギーギャップと比例関係にあり、ナローギャップ化合物半導体は小さい電子有効質量を有しています。電子有効質量が小さければ、高い電子移動度と高い電子飽和速度が得易いため、ナローギャップ半導体は超高速デバイス応用に有用です。ただし、高耐圧化に適したワイドギャップ半導体に対し、ナローギャップ半導体の耐圧は低く、充分なパワー性能を得ることが困難です。一方、GaN は電子有効質量が大きく、この点ではデバイス高速化に有利ではないように思われますが、大きい光学フォノンエネルギーと特有のバンド構造により、電子移動度こそ低いものの、高い電子飽和速度を有しているため、高速性能とパワー性能を併せ持ったデバイスへの応用が期待されます。

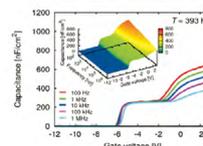
<本研究室の取り組み>

こうした特長を有する化合物半導体を適材適所にデバイス応用することは、エレクトロニクスの機能的多様化に向けて極めて重要です。さらに、化合物半導体と異種材料を融合集積する技術によって、より高度な機能的多様化の可能性も期待できます。こうした背景のもと、本研究室では、ナローギャップ/ワイドギャップ化合物半導体エレクトロニクスの研究に取り組んでいます。次世代の超高速デバイスや省エネルギーデバイスを目指し、ナロー/ワイドギャップ化合

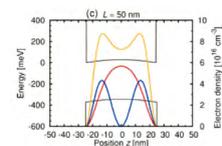
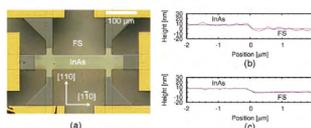
物半導体デバイス技術とそれらの異種材料融合技術の研究を進めながら、デバイス動作を深く理解するためのデバイス計測技術も開拓しています。



化合物半導体高速トランジスタ



デバイスの周波数応答特性



異種材料基板上化合物半導体デバイス 異種材料閉じ込めによる二次元電子状態

主な研究業績

1. Low-frequency noise in AlTiO₂/AlGaIn/GaN metal-insulator-semiconductor field-effect transistors with non-gate-recessed or partially-gate-recessed structures, D. D. Nguyen, Y. Deng, and T. Suzuki, *Semicond. Sci. Technol.* 38, 095010 (2023).
2. Mechanism of low-temperature-annealed Ohmic contacts to Al-GaN/GaN heterostructures: A study via formation and removal of Ta-based Ohmic-metals, K. Uryu, S. Kiuchi, T. Sato, and T. Suzuki, *Appl. Phys. Lett.* 120, 052104 (2022).
3. Electron mobility anisotropy in InAs/GaAs(001) heterostructures, S. P. Le and T. Suzuki, *Appl. Phys. Lett.* 118, 182101 (2021).

使用装置

- 分子線エピタキシー装置
- 電子線・紫外線リソグラフィ装置
- パラメータアナライザ
- ネットワークアナライザ
- ダイナミックシグナルアナライザ

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/nmcenter/labs/suzuki-www/>

- ・理学の心で工学を。ものごとの本質を理解することを大切にします。
- ・少しづつであっても、自分でよく考え、納得しながら前進することが重要であると考えています。
- ・学生と教員がよき共同研究者となり、お互いに成長することを目指します。
- ・毎週行う研究報告会・日本語輪講・英語輪講を通じ、エレクトロニクス分野で活躍するための基礎を固めます。



表面・界面の理解に基づいた ナノマテリアル開発

研究を始めるのに必要な知識・能力

我々の研究室で行っている研究に向いているのは、ナノマテリアルの表面や界面で原子が並んでいる様子を見たい、という好奇心が強く、とにかく実験するのが好き、という方です。

この研究で身につく能力

最先端の装置、しかも世界に一台しかないような特殊な装置、を自分で操作して一定の期間内に成果を出すことを要求されますので、自ずとそのような装置の操作に必要な慎重さと大胆さが養われます。また、数多くの実験をこなすことで、効率的な実験計画の立て方が身につくのと同時に、装置の不具合などで実験が思い通りに進まない、といった経験から、想定外の事態に対応する能力も養われます。実験で得られた結果などについて自分でまとめ、考え、理解・学習する能力だけでなく、先輩や教員と一緒に議論することによって、説明する力、論理的に考える力が養われます。

【就職先企業・職種】 電気・電子、機械、医療機器メーカーのエンジニア職、研究職

研究内容

現代の産業の基幹を支える薄膜材料の高品質化には、薄膜-基板界面の高度な制御が欠かせません。特に超薄膜やナノ構造体を対象としたナノマテリアル研究では、表面・界面が全体に占める割合が高くなり、表面・界面構造が成長や機能発現に果たす役割が重要となってきます。本研究室では、新奇ナノマテリアルには表面・界面の理解と高度な制御が必要であるとの認識から、表面・界面の詳細な分析とその制御に基づいたナノマテリアル開発を目指します。より具体的には、薄膜及びナノ構造成長表面のその場観察と異種材料界面構造の解析から得られる知見を有効に成長過程に還元するために、不純物混入の少ない超高真空における薄膜成長に取り組み、電子等のプローブと検出器を導入した装置を使用します。このユニークな装置を用いた薄膜成長とその場観察、放射光施設における表面・界面構造の解析と第一原理計算を組み合わせて、新しいナノマテリアルの創成とその構造・性質の解明に挑みます。

原子層厚みの究極のナノマテリアル、ケイ素版グラフェン「シリセン」の研究

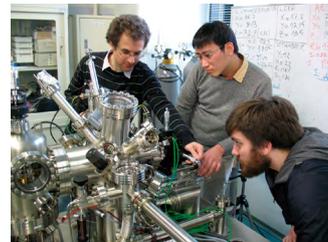
シリコンウェハー上にエピタキシャル成長させた二ホウ化物薄膜表面を、光電子分光を専門とする研究室と第一原理計算を専門とする研究室と共同で詳細に調べている過程でシリセンを思いがけず発見することができました。この成果は国内外の大学や研究機関との共同研究に発展し、最近では、絶縁性の二次元材料である六方晶窒化ホウ素とシリセンを重ねることに成功しました。

二次元フラットバンドマテリアルの研究

ゲルマニウムウェハー上にエピタキシャル成長させた二ホウ化物薄膜を詳細に調べると、上記のシリセンの場合の蜂の巣構造とは異なる二次元的な結晶構造を持つGe層が形成されていました。また、我々の理論研究から、同様の結晶構造を持つ二次元材料の電子状態に「フラットバンド」の発現が期待できることが明らかとなりました。フラットバンドは物質に強磁性や超伝導を付与することがあり、現在、実験と計算の両面から研究を進めています。

カルコゲナイド系二次元材料の研究

セレン化ガリウム(GaSe)は、非線形光学特性を持つ層状物質として古くから研究されてきました。積層多形はこれまで何種類か報告されていましたが、我々の研究室の学生が、結晶多形を新たに発見しました。この従来とは異なる結晶構造を持つGaSeがどんな性質を持つのか、実験と計算の両面から調べています。



研究室での実験風景

主な研究業績

1. First-principles study on the stability and electronic structure of monolayer GaSe with trigonal-antiprismatic structure, H. Nitta, T. Yonezawa, A. Fleurence, Y. Yamada-Takamura, and T. Ozaki, *Physical Review B* 102, 235407 (2020).
2. Emergence of nearly flat bands through a kagome lattice embedded in an epitaxial two-dimensional Ge layer with a bitriangular structure, A. Fleurence, C.-C. Lee, R. Friedlein, Y. Fukaya, S. Yoshimoto, K. Mukai, H. Yamane, N. Kosugi, J. Yoshinobu, T. Ozaki, and Y. Yamada-Takamura, *Physical Review B* 102, 201102(R) (2020).
3. Van der Waals integration of silicene and hexagonal boron nitride, F. B. Wiggers, A. Fleurence, K. Aoyagi, T. Yonezawa, Y. Yamada-Takamura, H. Feng, J. Zhuang, Y. Du, A. Y. Kovalgin and M. P. de Jong, *2D Materials* 6, 035001 (2019).

使用装置

超高真空走査プローブ顕微鏡、超高真空薄膜成長装置、薄膜材料結晶性解析X線回折装置、X線光電子分光装置、国内外の放射光施設、本学の超並列計算機

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/yukikoyt/groupHP/Home.html>

我々の研究室では、迷ったらどんどん手を動かして、実験や計算をしてみることを学生さんに勧めています。実際にその実験や計算に従事している学生さんにしか思いつけない、新しいアイデアというのが必ずあります。アイデアとやる気とスキルがあったら、まずは、とことんやってみましょう。教員と先輩ができる限りのサポートをいたします。



材料の柔らかさを活かした 次世代ロボットの開発

研究を始めるのに必要な知識・能力

自然の物事と現象を解明することにより、柔軟物を積極的に利用した新機能の機構を開発する本研究室は、分析力や実践力を求め、機能材料の力を借りて技術課題を解決する想像力を重視しています。また、特定分野・知識を問わずに、ものづくりに興味を持つ学生を歓迎します。

この研究で身につく能力

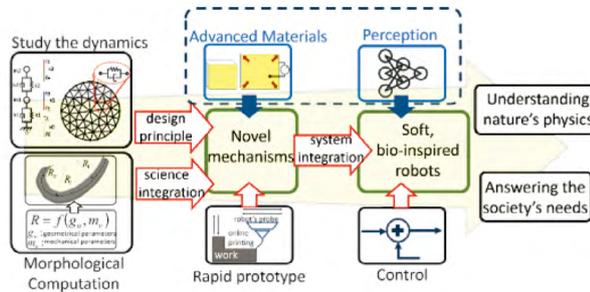
- ・機械設計、電子回路設計、加工方法
- ・プログラミング、制御
- ・計算、解析
- ・提案能力
- ・コミュニケーション能力、論文作成力
- ・グローバルな思考、起業魂

【就職先企業・職種】 機械設計会社、電機メーカ、大学等

研究内容

概要：

自然界のすべての現象には、何らかの形で必ずダイナミクスが関与しています。このダイナミクスを理解できれば、その現象を生じさせるために、メカニズムがどのように進化してきたかを理解することが可能になります。また、そのメカニズムをロボットの駆動装置または感覚装置に応用することで、新しい機構を創出できると考えられます。本研究室の長期研究計画・内容については以下の図をご参照ください。

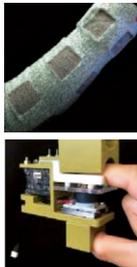


内容：

本研究では柔軟物とその形態制御を用いてセンシング装置・アクチュエーター・知能は以下のようなテーマで行われています。

【短期のテーマ】

- ① 織物のような柔軟な質感を持つ新しい触覚センサの開発、そのマルチ・モーダルな特性を活かすセンシングに基づいた制御方法の開発を積極的に進めています。
- ② 遠隔操作システムにおいて、ロボット上の触覚センサによって得られた触感(圧力・摩擦・すべり)をヒトの指先に再現できる装置を開発しています。



- ③ しわのメカニズムにヒントを得た、柔軟性を有するアクチュエーターを用いて柔軟物を変形させることによって、同一のセンサのみでも異なるセンシング能力が得られる能動的な触覚センサの開発を目指します。

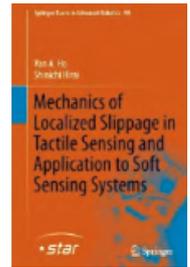


【長期のテーマ】

- ④ 柔軟物を掴めるソフトロボットハンドの開発
- ⑤ ラビッドプロトタイプ技術の開発
- ⑥ 柔軟な思考のあるロボットの開発 等

主な研究業績

1. Van Ho *et al.*, IEEE Transactions on Robotics, Vol. 27, No. 3, pp.411-424, 2011
2. Van Ho *et al.*, IEEE Sensors Journal, Vol. 13, No. 10, pp. 4065-4080, 2013,
3. Van Ho *et al.*, IEEE Robotics and Automation Letter, Vol. 1, Issue 1, pp. 585-592, 2016



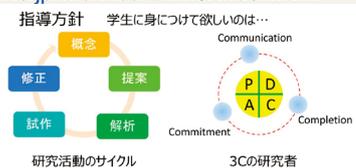
使用装置

3D プリンター、電動直動ステージ、6軸力覚センサ、触覚提示装置、小型 NC 加工機、高速度カメラ

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/vanho/index.html>

- ・修士課程、博士課程に関わらず、本研究室は右側の図が示すような「研究活動のサイクル」や「3C の研究者」を身につけた学生を育成します。そのため、毎週のミーティングで学生の進捗・成長を積極的にフォローします。
- ・研究活動において、各メンバーの発想・アイデアを尊重にして、PDCA (Plan・Do・Check・Action)を通じて具体的な実現方法が見つかるまで指導します。
- ・学生のキャリアパスの選択を全力でサポートします。





ナノ粒子工学：機能材料の創製から応用まで

研究を始めるのに必要な知識・能力

基礎学力、コミュニケーション能力、知的好奇心、柔軟な思考

この研究で身につく能力

修士課程では、(1) ナノ材料の化学合成技術、(2) 各種分析機器(透過型電子顕微鏡、X線回折装置、X線光電子分光、組成分析装置など)の操作スキル、(3) 基礎学問の知識(無機材料化学、結晶学、コロイド化学、固体物性など)、(4) ナノ材料に関する先端専門知識を身につけて頂きます。博士課程では、1-4に加え、英語によるプレゼンテーション能力、英語論文執筆能力、研究課題設定能力、共同研究遂行能力など、研究者に必要なあらゆる能力を身につけて頂きます。

[就職先企業・職種] 製造業(化学、精密機器、電気機器、ガラス・土石製品、繊維製品、その他製品など)

研究内容

物質をナノメートルサイズまで細かくしていくと、種々の物性がサイズに依存する新奇な材料となります。このような新奇材料を一般に「ナノ材料」と呼びますが、我々はその中でも特に「ナノ粒子」に興味を持ち、ナノ粒子に関する基礎から応用に亘る研究を行っています。半導体、磁性体、金属などのナノ粒子を化学合成し、その表面をさまざまな配位子によって機能化し、さらにそれらナノ粒子の高次構造を制御することによって、バイオ・医療分野あるいは環境・エネルギー分野で新たな応用を開拓することを目指しています。

1. 磁性体ナノ粒子の合成とバイオ医療分野への応用

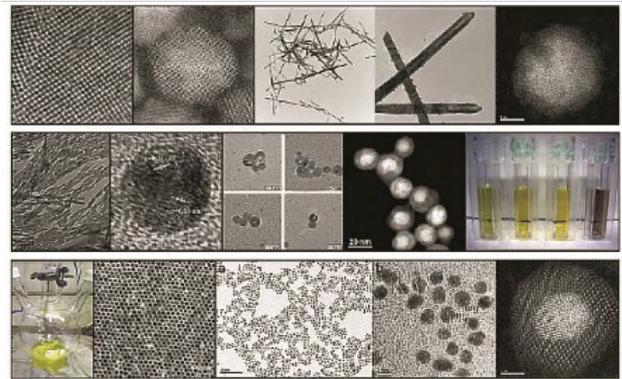
超常磁性体のナノ粒子を独自の方法によって合成し、その表面を自在に修飾することによって、バイオ医療分野での様々な応用の道を開拓しています。具体的には、細胞やタンパクの磁気分離、MRI造影剤、ドラッグデリバリーシステムなどのナノ磁気医療に応用するための技術開発を行っています。

2. 半導体ナノ粒子の合成とエネルギー変換素子への応用

狭ギャップ化合物半導体から広ギャップ酸化物半導体のナノ粒子まで、幅広い種類の半導体ナノ粒子を化学合成し、それらを用いて低炭素社会の実現を志向したナノ構造エネルギー変換素子の創製に関する研究を行っています。特に、ナノ構造熱電素子や光機能素子などに興味を持っています。

3. 金属ナノ粒子を用いたバイオセンシング技術の開発

近年、金ナノ粒子を用いた様々なバイオセンサが開発され、簡便かつ迅速にDNA配列検出やタンパク質機能解析などが可能となってきました。我々は、ナノ粒子プローブを用いたバイオセンシング技術の更なる高度化を目指し、異種金属元素からなるヘテロ構造ナノ粒子や合金ナノ粒子のプローブの開発を進めています。



主な研究業績

1. T. S. Le, M. Takahashi, N. Isozumi, A. Miyazato, Y. Hiratsuka, K. Matsumura, T. Taguchi, and S. Maenosono, "Quick and Mild Isolation of Intact Lysosomes Using Magnetic-Plasmonic Hybrid Nanoparticles", ACS Nano 16 (2022) 885
2. J. Hao, B. Liu, S. Maenosono, and J. Yang, "One-Pot Synthesis of Au-M@SiO₂ (M = Rh, Pd, Ir, Pt) Core-Shell Nanoparticles as Highly Efficient Catalysts for the Reduction of 4-Nitrophenol", Sci. Rep. 12 (2022) 7615
3. T. S. Le, S. He, M. Takahashi, Y. Enomoto, Y. Matsumura, and S. Maenosono, "Enhancing the Sensitivity of Lateral Flow Immunoassay by Magnetic Enrichment Using Multifunctional Nanocomposite Probes", Langmuir 37 (2021) 6566

使用装置

透過型電子顕微鏡 (TEM)	超伝導量子干渉磁束計 (SQUID)
過型電子顕微鏡 (STEM)	動的散乱測定装置 (DLS)
X線回折装置 (XRD)	共焦点レーザー顕微鏡 (CLSM)
X線光電子分光装置 (XPS)	核磁気共鳴装置 (NMR)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/~shinya/>

就職希望者には、基礎・専門知識はもちろん、コミュニケーション能力、英会話力、論理的思考力および柔軟な対応力を涵養し、不確実性の時代を生き抜くことができる人材となってもらうための指導を行います。企業経験を活かした実践的就職指導も行っています。

博士後期課程への進学希望者については、先端的かつ国際的な研究環境を提供することによって、将来的に大学教員や企業研究者として活躍できるグローバル研究人材を育成します。



有機半導体の基礎研究と光エレクトロニクスへの応用

研究を始めるのに必要な知識・能力

出身学部が化学系の場合、有機化学や物理化学、物理系なら量子力学や固体物理学のいずれかの基礎知識が研究内容を理解するために必要です。専門知識は研究室に入ってから修得します。従って、学ぶ努力を継続する熱意と実行力が最も重要です。高校レベルの英語力は必要です。

この研究で身につく能力

研究室での研究活動を通じて自己研鑽を積み、自分で考えて自律的に行動できる研究者を育成することを目標としています。研究者として普遍的に重要な3つの能力が身につきます。(1)研究を実践するために必要な専門知識を独習する能力 (2)設定した目標を達成するための計画立案能力 (3)研究成果の“価値”を伝えるためのコミュニケーション能力。また、研究室の留学生との交流や国際共同研究、海外での学会発表などを通じて、国際的なセンスを磨く機会も多くあります。担当する研究テーマや努力の程度によって身につく専門知識は異なりますが、次の専門知識が得られます。

- ・光化学(励起状態のダイナミクス)、固体物性論(電荷注入と移動)、デバイス物理(有機デバイスの動作機構)

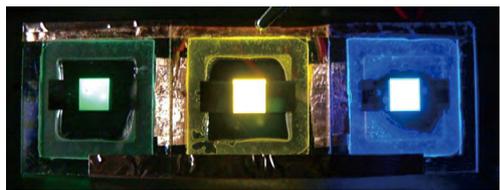
[就職先企業・職種] 総合電機メーカー、電機・電子機器・精密機器メーカー、印刷業、素材産業(化学、非鉄金属)

研究内容

村田研究室では、有機半導体に関する基礎研究の成果を、有機発光ダイオード(OLED)や可視光無線通信用の光アンテナなど、実用的なデバイス開発につなげることを行っています。民間企業との共同研究では、OLEDの精密な評価装置や有機半導体材料の真空昇華精製装置を開発しています。金沢市との共同研究では、金箔を原料とした導電性ペースト用フィラー材料の開発を行っています。これら有機半導体デバイスの基礎研究を通じた社会貢献が目標です。

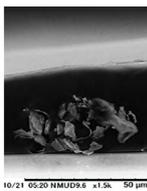
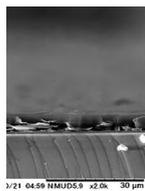
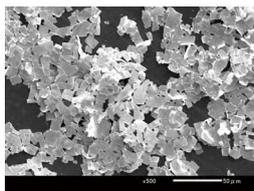
有機ELの劣化機構解析

有機ELディスプレイは高画質、低電力、薄型軽量、フレキシブルを特長とし、すでにテレビや携帯電話などで実用化されています。有機EL分野では、青色発光材料の耐久性向上が課題となっています。素子の長寿命化は、村田研究室の得意とするところであり、青色発光材料の劣化メカニズムを解明するとともに、高耐久性の青色発光有機EL材料を探索しています。また、精密な電子デバイスの作製から緻密な評価まで、一貫して研究を進める体制を整えており、これも私たちの強みとなっています。変位電流測定と電流-電圧-発光輝度特性を連続して高精度に測定できる新しい評価装置の開発にも成功しました。



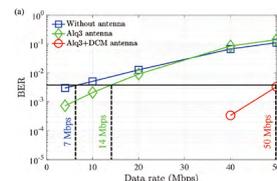
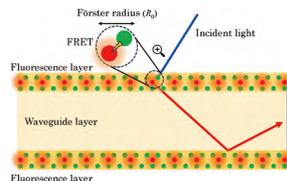
金箔を原料とする導電性ペースト用金属微粒子の開発

本研究では、金箔の新しい用途開拓を目指して、金箔を原料とする微粒子(金消粉)の導電性フィラーとしての応用を検討しています。これまでに、金消粉が導電性フィラーとして優れた材料であることを見出しました。そこで最近では、導電性フィラーの低コスト化に取り組んでいます。



可視光無線通信用の光アンテナの開発

可視光を使った無線通信は、近距離通信での活用が注目されています。我々は蛍光色素の特徴を生かした光無線通信用光アンテナの開発に挑戦しています。フェルスター型エネルギー移動(FRET)を光アンテナの発光材料に用いることで従来の光アンテナよりもはるかに高い利得と広い伝送帯域幅を実現し、より高速なデータ転送を実現しました。



主な研究業績

1. C. He, S. Collins, H. Murata, Fluorescent antenna based on Förster resonance energy transfer (FRET) for optical wireless communications, *Optics Express*, 32, 17152 (2024).
2. D. C. Le, D. D. Nguyen, S. Lloyd, T. Suzuki, H. Murata, Degradation of fluorescent organic light emitting diodes caused by quenching of singlet and triplet excitons, *Journal of Materials Chemistry C*, 8, 14873 (2020).
3. V. Vohra, K. Kawashima, T. Kakara, T. Koganezawa, I. Osaka, K. Takimiya, H. Murata, Efficient inverted polymer solar cells employing favourable molecular orientation, *Nature Photonics*, 9, 403 (2015).

使用装置

- 真空蒸着装置(高真空対応2台、超高真空対応1台)
- デバイス作製用グローブボックス
- 半導体評価システム
- 有機デバイス評価システム
- 逆光電子分光装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/murata/index.html>

4年生までの学部教育が専門知識修得のための基礎を習得する場であるのに対して、大学院はさらに高度な知識を修得しながら、それを駆使して“研究を実践する場”であると考えています。研究がうまくいかず壁に突き当たったとしても、正面から向き合い試行錯誤して、困難を乗り越える経験が最も重要です。最近では困難を回避しようとする人が多いように感じます。成功体験は今の自分に自信を与えますが、失敗の克服は新しい自分への飛躍をもたらします。一緒に困難を乗り越える体験をしてみませんか。



半導体ナノワイヤを舞台としたスピントロニクス研究

研究を始めるのに必要な知識・能力

本研究室で研究を始めるにあたって大事なものは、リアルに「もの」を扱うのが好きであることだと考えています。また、物理学(特に電磁気学、量子力学)の知識はあった方がよく、この他に半導体・固体物理、化学、プログラミングの知識があると研究を進める上で役に立つと考えています。

この研究で身につく能力

本研究室の研究では様々な装置を使います。それらの正しい使用法は論理的思考に基づいて考えられています。したがって、それらを理解し、自ら実践することにより、論理的な思考力が養われると考えています。また、実験的研究にはトラブルがつきもので、想定通りには結果が得られず、上手く進まないことも多々あります。ですが、トラブルの状況や得られている結果に関して、周りと協力しながら分析・考察し、研究が上手く進むように努力することにより、解決すべき課題を発見する力、そして発見した課題を解決する力が養われると考えています。

【就職先企業・職種】 電機・精密機械、IT・通信、素材

研究内容

従来のエレクトロニクスでは、チャージ(電荷)の制御により情報処理が行われてきました。これに対してスピントロニクスは、チャージだけでなくスピン(磁性)を制御することにより情報処理を行っていくものです。国際デバイスおよびシステムロードマップにおいても、スピントロニクス素子は重要な次世代デバイスの一つとして位置付けられています。半導体を用いる代表的なスピントロニクス素子は、InAs・InGaAs・InSb・InGaSb など大きなスピン軌道結合を有する半導体と強磁性体との複合構造からなるスピン電界効果トランジスタです(図1)。この素子においては、半導体ナノワイヤを採用することにより、スピン軌道結合と弾性散乱によるスピン緩和が抑制されると期待されています。そこで本研究室では、以下に示すような、半導体ナノワイヤ構造および半導体-強磁性体複合構造に関する実験的研究を行っています。

①半導体ナノワイヤ構造の作製

電子ビーム露光とエッチング加工を組み合わせたトップダウン手法(図2)と、分子線エピタキシャル成長を用いたボトムアップ手法(図3)に関する研究を進めています。トップダウン手法では高品質な半導体ヘテロ接合を用いることが可能ですが、コヒーレントな伝導のためにはエッジ形状の最適化や加工ダメージの抑制などの課題があります。ボトムアップ手法では半導体ヘテロ構造の利用は困難ですが、成長条件の最適化によりトップダウン手法では困難な良好な形状・微小な寸法を実現できる可能性があります。

②半導体-強磁性体複合構造の作製

電気化学プロセスによる半導体(ZnO)/強磁性体(Co, Ni)コアシェルナノワイヤの形成(図4)や、分子線エピタキシャル成長による半導体(InAs)/強磁性体(MnAs)複合構造の形成(図5)に関する研究も行っています。これらの方法では連続的に半導体/強磁性体界面を形成するため、強磁性体から半導体へのスピン注入効率向上が期待されます。

③作製した構造の電気的評価・解析

超伝導マグネット付クライオスタットなどを用いて、低温・強磁場環境下での電気的評価・解析を進めています。面内磁場中での非局所配置における抵抗測定(図6)などにより、スピン注入・輸送・検出に関する知見を獲得することが可能です。これら知見を基に、未踏のスピン電界効果トランジスタの実現を目指します。

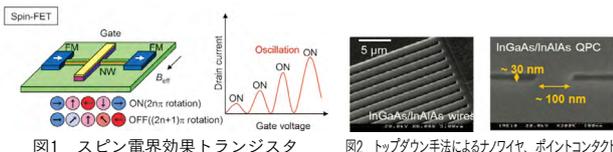


図1. スピン電界効果トランジスタ 図2. トップダウン手法によるナノワイヤ、ポイントコンタクト

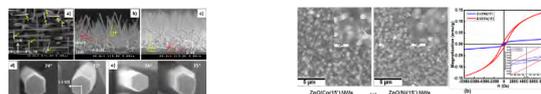


図3. ボトムアップ手法によるナノワイヤ 図4. 電気化学プロセスによるコアシェルナノワイヤ

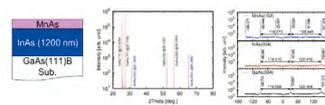


図5. MnAs/InAs 複合構造

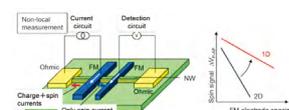


図6. 非局所測定

主な研究業績

1. S. Komatsu, M. Akabori: "Spin-filter device using Zeeman effect with realistic channel and structure parameters" Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 63, pp. 02SP14-1-5 (2024).
2. Md. T. Islam, Md. F. Kabir, M. Akabori: "Low-temperature grown MnAs/InAs/MnAs double heterostructure on GaAs (111)B by molecular beam epitaxy" Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 63, pp. 01SP40-1-5 (2024).
3. K. Teramoto, R. Horiguchi, W. Dai, Y. Adachi, M. Akabori, S. Hara: "Tailoring Magnetic Domains and Magnetization Switching in CoFe Nanolayer Patterns with Their Thickness and Aspect Ratio on GaAs (001) Substrate" Physica Status Solidi B, Vol. 259, pp. 2100519-1-9 (2022).
4. D. Q. Tran, Md. E. Islam, K. Higashimine, M. Akabori: "Self-catalyst growth and characterization of wurtzite GaAs/InAs core/shell nanowires" J. Crystal Growth, Vol. 564, pp. 126126-1-7 (2021).

使用装置

成膜装置(分子線エピタキシャル成長装置、原子層堆積装置、真空蒸着装置、スパッタ装置)
微細加工装置(電子ビーム露光装置、電界電離ガスイオンビーム装置、反応性イオンエッチング装置)
電気化学プロセス装置
電気計測装置(デバイスアナライザ、ホール効果測定装置、ロックイン計測システム)
極低温・強磁場装置(超伝導マグネット付 He4クライオスタット、He3クライオスタット、希釈冷凍機)

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist-akabori-lab.com/>

本研究室では、様々な装置を使って、半導体や強磁性体など「もの」をつくるどころから、主に電気的評価・解析によりつくった「もの」を調べるところまで一貫して実験的研究を行います。まずテーマの近い学生でチームをつくり、毎日チームミーティングをしてみらうとともに、週一でスタッフを交えた全体ミーティングを行って、コミュニケーション力・プレゼンテーション力・判断力の育成・向上を図ります。また、全体ミーティングと同じ日に勉強会も行い、半導体・固体物理分野の知識習得や基礎学力の向上を図ります。



“量子スピンのダイナミクス”を計測・制御して応用へ繋げる

研究を始めるのに必要な知識・能力

固体物理、材料物性の基礎知識を習得していることが望ましいです。基礎を身につける勤勉さと新しいことにチャレンジする意欲。

この研究で身につく能力

研究活動を通して、自分で問題を設定し、これを解決し、他人や社会に成果を発信する能力を身につけます。このために、先ず、簡単な実験を通して自分で実験データの取得、装置の改良、解析、データのまとめ、研究発表ができる能力を育成します。その後、自分で新しくチャレンジングなテーマを設定し、これを解決してゆくことに取り組みます。その際には、他人と協調して研究を行うこと、英語文献の読解力や英語によるコミュニケーション能力が必要で、これらの能力を身につけることも重視します。

研究内容

電子の内部自由度であるスピンのダイナミクスを利用した新しい現象を探索し、これを応用したデバイスやセンサーを実現することを目指します。そのための基礎となるスピンドイナミクスの高感度センシングと高分解能イメージングの計測技術を重視して研究に取り組んでいます(図1)。

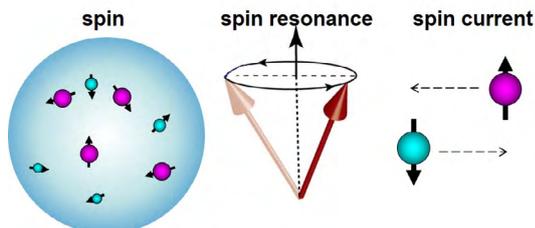


図1. 電子や原子核の持つスピン自由度、電子スピン共鳴、スピントル

①ダイヤモンド NV 中心を用いたナノ磁気センシング

近年、ダイヤモンド中の窒素-空孔複合体中心(NV 中心)に存在する単一スピンは、高性能なスピンセンサーとして有用であることが判り(図2)、NV 中心を利用したナノスピン(磁気)センシング(図3)・イメージング(図4)が注目されています。この NV 中心を走査プローブとした高感度・高分解能スピンセンサーを開発し、単一電子スピン、単一核スピンのダイナミクスをセンシングすることを目指します。

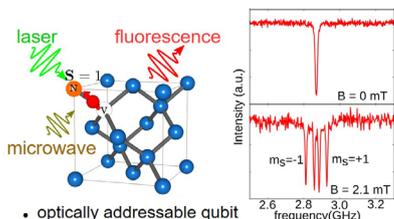


図2. ダイヤモンド中の NV 中心と磁気共鳴スペクトル

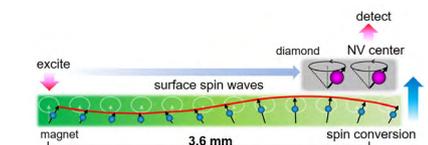


図3. 表面スピン波とダイヤモンド NV 中心のスピン変換

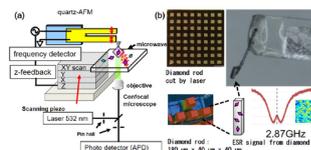


図4. 走査ダイヤモンド NV 中心スピン顕微鏡

主な研究業績

1. Yuta Kainuma, Kunitaka Hayashi, Chiyaka Tachioka, Mayumi Ito, Toshiharu Makino, Norikazu Mizuochi, and Toshu An “Scanning diamond NV center magnetometer probe fabricated by laser cutting and focused ion beam milling” Journal of Applied Physics 130, 243903 (2021)
2. Dwi Prananto, Yuta Kainuma, Kunitaka Hayashi, Norikazu Mizuochi, Ken-ichi Uchida, and Toshu An “Probing Thermal Magnon Current Mediated by Coherent Magnon via Nitrogen-Vacancy Centers in Diamond” Phys. Rev. Applied 16, 064058 (2021).
3. D. Kikuchi, D. Prananto, K. Hayashi, A. Laraoui, N. Mizuochi, M. Hatano, E. Saitoh, Y. Kim, C. A. Meriles, T. An, Long-distance excitation of nitrogen-vacancy centers in diamond via surface spin waves, Applied Physics Express, 10, 103004 1-4 (2017).

使用装置

- 磁気共鳴計測・制御装置(自作)、FPGA、LabVIEW による電子制御
- 走査マイクロ波顕微鏡(自作)
- 共焦点光学的磁気共鳴顕微鏡(自作)
- 水晶振動子型 AFM プローブ顕微鏡(自作)
- 超高真空・極低温走査スピン顕微鏡(自作)

研究室の指導方針

本研究室では、スピンのダイナミクスを利用してセンサーやデバイスへの応用へ繋げることを目標に、材料物性の基礎を理解し(“確かな知識”)、課題を自ら設定し(“自由な発想力”)、解決してゆく能力を育成します。毎日の研究において議論の場を多く設定し、コミュニケーション能力を高めます。課題を解決する手段としての新規計測手法の開発と工学的技術の取得にも取り組みます。意欲溢れる皆さんが研究に参加し、“わくわくする”研究の醍醐味に触れ、将来の活躍の基礎を確立する場を提供したいと考えています。

[研究室HP] URL : <https://www.an-laboratory.com/>



光を知り、光で分析する ～分光光学への誘い～

研究を始めるのに必要な知識・能力

「光について学びたい」「光について詳しくなりたい」「光を使った分析手法を身につけたい」など、「光」あるいは「分光学」に興味を持ち学ぶ意欲があること。これが当研究室で研究を始めるにあたって必要な能力（意欲）です。実現に必要な知識や、技術の修得の仕方は教えます。大発見したい・ノーベル賞を取りたい・大きな成果を上げたいなどの大きな野望を持つ学生さん・社会人学生さんも大歓迎です。

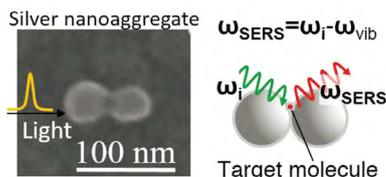
この研究で身につく能力

光を使った各種分析手法について、基礎～応用までが一貫して身につきます。特に、①ラマン分光法・超微量ラマン分光法（表面増強ラマン散乱, Surface-enhanced Raman scattering）、②紫外可視吸収分光法などの各種吸収分光法。また、可視光レーザーの取り扱いや、光学顕微鏡やミラー・レンズなど各種光学部品の取り扱い・装置の組み立て、分光器の基礎知識や取り扱い方も身につけることができます。

[就職先企業・職種] 化学系企業、起業等

研究内容

私たちは、光を使った検出方法を軸としながら世界最先端の研究を進めています。光検出は、マテリアル研究を行う上で最も基本的かつ重要な手法のひとつです。



図・表面増強ラマン散乱法測定の概略図

1. 強結合 新しい光学現象を生み出すナノスケール創成場

1970年代に、表面増強ラマン散乱 (Surface-enhanced Raman scattering, SERS) という現象が発見されました。これは、物質に光を当てたときにごくわずかに現れる「ラマン散乱光」が飛躍的に増強する現象のことです。SERS 効果は当初、銀のナノ構造体表面で発見されました。そして、発見から50年経ち、なぜラマン散乱効果が飛躍的に増強するのか、そのメカニズムがおおよそ明らかになりました。

私たちは2014年に、ラマン散乱効果が飛躍的に増強する「ホットスポット」では「強結合」という現象が起きており、この「強結合」状態が別の新しい光学現象を生み出していることを発見しました。

ホットスポットは、ナノ世界の光が作り出す未知のフロンティアの一つです。その発見以来、私たちは銀ナノ粒子がつくるホットスポットでの強結合をさらに深く、詳しく調べ、数々の新現象を発見し続けています。

2. 超微量ラマン分光 (表面増強ラマン散乱, SERS)

上記の通り、SERS は1970年代に発見され既に50年経っています。しかし未だ目立った実用化例がないことから「Sleeping Giant (眠れる巨人)」と呼ばれています。一方で SERS は人のこころをどこか魅了するのでしょうか、巨人を眠りから覚ますようと SERS 研究へ新規参入してくる研究者は後を絶ちません。

私たちの研究グループでは、銀ナノコロイド粒子を使って SERS を研究しています。銀ナノコロイド粒子は1997年に初めて1分子だけの SERS 測定に成功した、極めて重要な実験系です。

その銀ナノコロイド粒子を使って、私たちの研究グループメンバーの一人が2024年に「希土類元素の SERS」という新しい研究分野の開拓に成功したので、次に説明します

3. 希土類元素と SERS

希土類元素 (レアアース) は原子番号57番～71番に位置する非常に重い元素で、地球上にほとんど存在しないことから希土類元素と呼ばれています。希土類元素は最外殻の電子配置が互いに似通っているため、化学的な手法でその種類を同定することが難しい問題があります。

当研究室では2024年、希土類元素を含むキレート分子の SERS を測定することで、間接的に希土類元素である La (ランタン) と Gd (ガドリニウム) を互いに識別することに成功しました。これは世界的に見て非常にユニークかつ重要な研究成果です。とても難しい研究ですが、研究に新たに参画する挑戦者をお待ちしています。

4. 金属材料と電気化学

当研究室ではまた、物理化学分野、特に金属材料科学と電気化学の境界領域での研究もスタートしています。まだ詳しくお伝えすることができませんが、世界に大きなインパクトを与える大きな研究成果を期待しながら日々研究を続けています。

参考文献・これまでの研究業績や論文にご興味がある方は、お気軽に指導教員までメール(yamayu@jaist.ac.jp)または指導教員室 M4-40へお越しください。論文の別刷(論文のコピーのこと)を差し上げます。

主な研究業績

- Jin Hao, Tamitake Itoh and Yuko S. Yamamoto, "Classification of La^{3+} and Gd^{3+} rare earth ions using surface-enhanced Raman scattering", *Journal of Physical Chemistry C*, 128, 5611 (2024)
- Tamitake Itoh and Yuko S. Yamamoto, "Basics and Frontiers of Electromagnetic Mechanism of SERS Hotspots" In Book: Procházka, M., Kneipp, J., Zhao, B., Ozaki, Y. (eds) "Surface- and Tip-Enhanced Raman Scattering Spectroscopy" *Springer*, Singapore (2024)
- 山本裕子, "プラズモンと分子の電磁相互作用の基礎", *応用物理学会フォトニクスニュース*, 9(2), 68-72 (2023)

使用装置

表面増強ラマン顕微鏡(自作)
ラマン顕微鏡
紫外可視吸収測定器
密度汎関数(DFT)計算装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : 準備中

世界トップレベルで基礎研究を行うための、自由闊達な研究環境を提供しています。当研究室にはコアタイムがありません。各自が自由な時間で研究を組み立てており、そのスタイルを奨励しています。研究室内のメンバーとの情報交換・互いの進捗の確認は、週一回の全体ミーティングおよび輪講セミナーにて行います。そのため、自律的にしっかりと研究生活を組み立てられるタイプの学生の方に適した環境です。

自らの研究成果を世に発信するため、年1回程度の学会発表を推奨しています。研究テーマの設定は、指導教員が提示する研究テーマを参考に、個々の学生さんの興味範囲・方向性を取り入れつつ最大限希望に添った形で進めます。基本的に、研究成果は国際論文(英語)という形で広く発表することを目指しています。プロの研究者を志望する方にお勧めです。もちろん、指導教員による個別指導を随時行います。指導教員の持つ知識や経験をどんどん活用してください。



画像処理と電子顕微鏡を組み合わせて 原子レベルでの物質の不思議を発見する

研究を始めるのに必要な知識・能力

研究テーマと真剣に向き合う意思、周囲の声を聞き入れる素直さ、研究を進める日々を楽しむ気持ちが大切です。固体材料、電子顕微鏡、画像処理、確率統計のいずれかへの興味があると良いです。知識があればなお良いですが、必須ではありません。

この研究で身につく能力

一連の研究（材料の知識獲得、電子顕微鏡の操作技術、Pythonによる画像処理、結果の解釈、文章化、自研究室や他研究室とのディスカッション、成果としてのまとめ）を通じて、各項目の技術と知識、および研究をやり通す経験が身につきます。一般的な技術としては、自分の考えを掘り下げて分かりやすく表現できるよう、文章力の向上に重点を置きます。進捗報告会など、日々の研究に関する交流を文章によって行います。将来的に、企業や大学において書類をまとめる際や、近年成長が目覚ましい生成AIを思い通りに動かすうえで、文章力は重要だと考えています。

[就職先企業・職種] 電気・材料メーカー、材料分析会社、大学の研究者や技術職員など

研究内容

原子レベルで起こる物質の不思議なふるまいを発見するために、画像処理と電子顕微鏡を駆使した手法開発を進めています。電子顕微鏡データは、そのままでは単なる数値の配列です。画像処理による解析を通して初めて、粒子サイズ、結晶構造、原子位置といった有益な情報が得られます^{1,2}。また、最近では、動作中のデバイスの動画観察にも取り組んでいます³。時刻ごとの多数の画像で構成される動画を効率的に解析するうえでも、画像処理は欠かせません。

具体的な研究テーマとして、以下が挙げられます。

1. リチウムイオン電池材料の動作下ナノ解析
2. ナノ粒子を統計的・3次元的に解析する手法開発
3. 原子位置を精密解析する手法開発¹⁻³

ここでは3に絞って紹介します。

原子位置を精密解析する手法開発

図1aは、棒状の金ナノ粒子の電子顕微鏡像です。像で明るく見える点は、奥行き方向にならぶ金原子の列です。一見すると、輝点は画像内で規則正しく並んでいるように見えますが、これが本当かを解析しました。

規則正しい周期位置からの原子のずれ、つまり原子変位を測定しました。従来の方法では、変位量が小刻みに変化して見えます（図1b）。これは原子変位の情報ではなく、解析の邪魔をする統計ノイズ成分です。

そこで、信号処理手法のひとつであるガウス過程回帰を用いることで、原子変位の情報を抽出することに成功しました（図1c）。測定可能な最小の原子変位は0.7 pm（ピコメートル、1兆分の1メートル）ときわめて小さく、材料のなかで生じる2.4 pmの原子変位を検出することに成功しました。

解析によって、粒子の先端部分に位置する原子列は、軸に沿って外側へと変位していることが発見されました。考察の結果、棒状粒子の先端と胴体で曲率が異なるため表面張力に差が生じ、局所的な変位が生じると示唆されました¹。

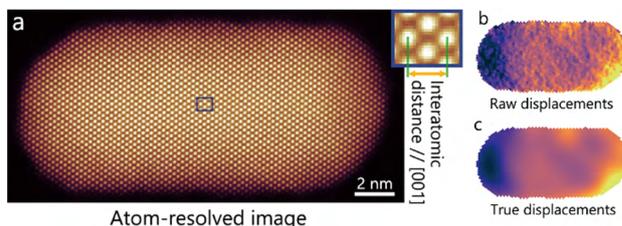


図1 (a) 金ナノロッドの電子顕微鏡像。奥行き方向にならぶ金原子の列が明るい点として見えています。(b) 従来手法で測定した原子変位と (c) データ科学で処理した原子変位。原子が正常な位置から左にずれるほど暗い青色、右にずれるほど明るい黄色で示されます。

主な研究業績

1. K. Aso, J. Maebe, XQ. Tran, T. Yamamoto, Y. Oshima, and S. Matsumura, "Subpercent Local Strains due to the Shapes of Gold Nanorods Revealed by Data-Driven Analysis", ACS Nano 15 (2021) 12077
2. K. Aso, H. Kobayashi, S. Yoshimaru, XQ. Tran, M. Yamauchi, S. Matsumura, and Y. Oshima, "Singular behaviour of atomic ordering in Pt-Co nanocubes starting from core-shell configurations", Nanoscale 14 (2022) 9842
3. J. Liu, J. Zhang, K. Aso, T. Arai, M. Tomitori, and Y. Oshima, "Estimation of local variation in Young's modulus over a gold nanocontact using microscopic nanomechanical measurement methods", Nanotechnology 36 (2025) 015703

使用装置

走査透過電子顕微鏡、解析用ワークステーション PC、集束イオンビームつき走査電子顕微鏡、電子顕微鏡用特殊ホルダー、電気化学測定装置、グローブボックス

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist-oshima-labo.com/>

共同研究を活発に行っています。責任をもって自らの研究を進め、研究協力者も納得できる成果を挙げれば、自信につながります。加えて、自らの好みや賛否にとらわれず、多種多様な考えを受け止める幅広い視野が育まれます。個々の研究内容については、日常的に議論をおこない、必要があれば柔軟に軌道修正します。当初は想像しなかった面白いテーマが見つかるのも魅力です。学生の皆さんが大学院を終えるとき、研究を通して「ベストを尽くし、満足いく成果を挙げ、入学当初は想像もできない良い未来を迎えられた」と思えるよう、最大限サポートします。



ナノバイオテクノロジー

研究を始めるのに必要な知識・能力

探求心があり、努力することを厭わず、向上心がある方ならバックグラウンドが違っていても研究を楽しむことができます。研究テーマに対して、自分がこの研究を進めるんだという主体的な立場にたつことが必要です。共同研究をすることが多いため、協調性やコミュニケーション能力も必要となります。

この研究で身につく能力

ナノ粒子の合成法、構造・特性評価及び解析方法に関する幅広い知識。金属・磁性・半導体材料とナノ粒子にすることで現れる特徴的な性質に関する一般的な知識。細胞生物学に関する一般的な知識。新たな課題に対して取り組むチャレンジ精神。

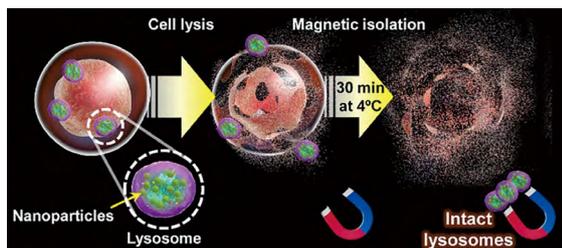
【就職先企業・職種】 製造業(化学、精密機器、ガラス・土石製品、繊維製品、その他製品など)

研究内容

ナノ粒子のバイオ医療応用に関する注目は年々高まっています。私達は金属・半導体・磁性体をナノサイズにすることで現れるバルクとは異なる性質を利用して、ナノ粒子のバイオ医療応用に関する研究を行っています。応用先は様々ですが、主に下記に示す3つの内容に力を入れており、それぞれの用途に合わせたナノ粒子の合成から構造解析、特性評価、応用までの一連の流れを一人の学生が担当して研究を進めます。

1. 磁性体ナノ粒子を用いた細胞内小器官の磁気分離

正常細胞と機能欠損細胞から細胞内小器官を分離し、タンパク質を解析し比較することは、疾患の分子機構の解明において重要です。超常磁性体ナノ粒子を合成し、表面を生体分子で機能化した粒子を用い、細胞内小器官を迅速かつ温和に磁気分離し、生化学的手法による解析を行います。種々の細胞内小器官の磁気分離法の構築や機能欠損細胞のタンパク質解析を通して、最終的には創薬分野への貢献を目指します。



2. 磁気粒子分光を用いた免疫アッセイ

人生100年時代と言われる現代、私達が健康に長生きするためには、疾病の早期発見のための診断技術・精度の向上がますます重要となります。磁気粒子分光(MPS)を用いた免疫アッセイ(抗原抗体反応を用いた抗原の検出)では、種々の磁性体ナノ粒子を合成

しMPSで評価し、感度が高いプローブを複数選択することで同時多抗原検出を目指します。

3. アップコンバージョンナノ粒子による光遺伝学的研究

アップコンバージョンナノ粒子とは、波長が長い入射光を照射した際に波長が短い発光を示す蛍光体ナノ粒子です。光遺伝学とは光受容タンパク質を遺伝学的に細胞に発現させ、光で細胞の応答を制御する技術で、この2つを組み合わせることで、光による生体組織の制御を行う研究をしています。

主な研究業績

1. D. Maemura, T. S. Le, M. Takahashi, K. Matsumura, and S. Maenosono: "Optogenetic Calcium Ion Influx in Myoblasts and Myotubes by Near-Infrared Light Using Upconversion Nanoparticles" ACS Appl. Mater. Interfaces 15 (2023) 42196
2. T. S. Le, M. Takahashi, N. Isozumi, A. Miyazato, Y. Hiratsuka, K. Matsumura, T. Taguchi, S. Maenosono: "Quick and Mild Isolation of Intact Lysosomes Using Magnetic-Plasmonic Hybrid Nanoparticles" ACS Nano 16 (2022) 885
3. T. S. Le, S. He, M. Takahashi, Y. Enomoto, Y. Matsumura, and S. Maenosono: "Enhancing the Sensitivity of Lateral Flow Immunoassay by Magnetic Enrichment Using Multifunctional Nanocomposite Probes" Langmuir 37 (2021) 6566

使用装置

- | | |
|------------------|-------------------|
| 透過型電子顕微鏡(TEM) | 超伝導量子干渉磁束計(SQUID) |
| 走査透過型電子顕微鏡(STEM) | 動的分散測定装置(DLS) |
| X線回折装置(XRD) | 共焦点レーザー顕微鏡(CLSM) |
| X線光電子分光装置(XPS) | 核磁気共鳴装置(NMR) |

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/~shinya/>

常に新しい内容の研究を行っており、研究内容に関しては教員が学生へ毎回指示を与えるのではなく、学生自身にも実験と論文調査から次の方向性を決めるといった、一緒に研究を進めていくスタンスで研究を行います。その過程で卒業後の進路(就職希望か進学希望)に合わせて必要な基礎知識と研究力が身につくように指導します。また、分野外の方でも最前線の研究が行えるように効率的な努力の仕方や学習法を身につけられるように指導しますので、心配なことや研究に関する疑問等は積極的に相談してください。そのためにはコミュニケーション能力も重要であり、卒業後の社会人にとって必要不可欠なスキルが身につくようにサポートします。

バイオ機能医工学研究領域

バイオ機能の理解に基づく
先端バイオテクノロジー研究と
バイオメディカル分野への応用展開

■ 領域の概要

生物は、タンパク質・核酸・生体膜・糖鎖などのバイオ分子を高度に機能化・組織化することで、様々なバイオ機能を発揮しています。私達の研究領域では、最先端のバイオテクノロジーに加え、JAIST独自のバイオ分子解析技術・人工バイオ分子創出技術・バイオデバイス技術・遺伝子編集技術・分子ロボティクス技術等を駆使して、分子レベルから細胞レベルにおけるバイオ機能のさらなる理解を目指しています。また、それらのバイオ機能を利用・制御・拡張し、先端バイオテクノロジーをさらに発展させることで、人類の健康・医療の発展に資するバイオメディカル・ヘルスケア分野への応用展開を行っています。産業界とも連携して、先端バイオテクノロジーの実用化・社会実装に積極的に取り組んでいます。

■ キーワード

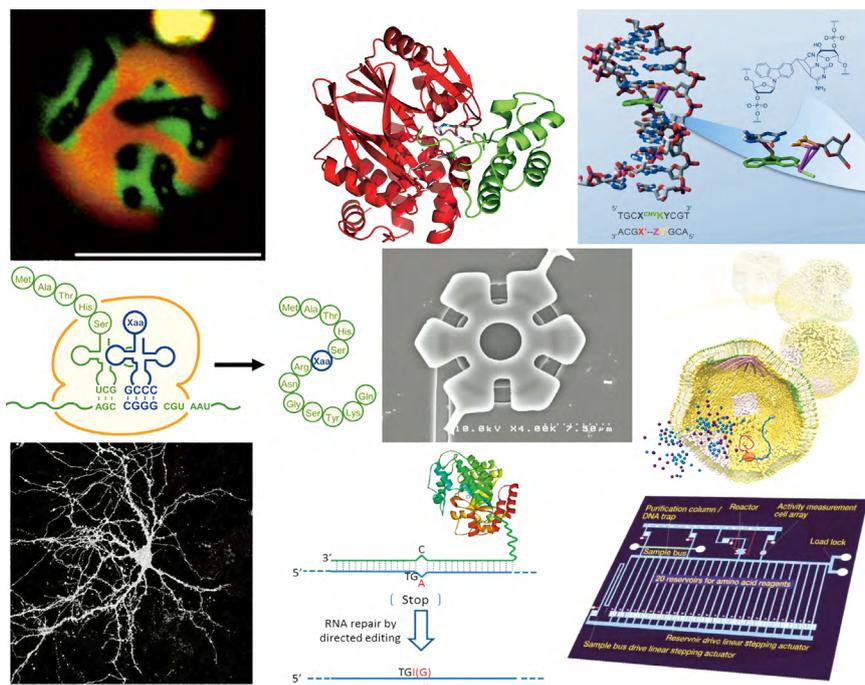
バイオテクノロジー、バイオメディカル、タンパク質、DNA/RNA、生体膜、糖鎖、バイオ分子解析、人工バイオ分子創出、バイオデバイス、遺伝子編集、分子ロボティクス

■ 教育研究の方針

私達の研究領域は、バイオ機能の基礎的な理解からバイオメディカル分野を含めた応用展開までを教育研究対象としています。本領域の研究室に配属された学生は、生物に加えて化学・物理を含めた広範な基礎力と応用力を基本から体系的に学習しつつ、最先端の実験装置を備えた非常に充実した教育研究環境の下でバイオ機能医工学に関する先端的・挑戦的な研究テーマに取り組みます。またそれを通じて、研究の楽しさと難しさを実感しながら、研究を進める力とそれに必要な専門的知識・技術を修得していきます。修了後は、バイオ機能医工学の視点から様々な社会的問題の解決に貢献できる研究者・高度専門技術者として活躍することを期待しています。

■ 就職実績

茨城県庁、(国研)医薬基盤・健康・栄養研究所、(株)NTTドコモ、愛媛県庁、(一財)カケンテストセンター、京西テクノス(株)、京セラドキュメントソリューションズ(株)、キョーリンリメディオ(株)、倉敷紡績(株)、(株)ジーシー、島津ダイアグノスティクス(株)、セントラル硝子(株)、第一三共プロファーマ(株)、大陽日酸エンジニアリング(株)、東芝プラントシステム(株)、凸版印刷(株)、日本特殊陶業(株)、ニプロ医工(株)、ニプロファーマ(株)、日本光電工業(株)、(株)日立ハイテクノロジーズ、(株)ファンケル、(株)フィリップス・ジャパン、富士フィルム和光純薬(株)、(株)富士薬品、ヤマト科学(株)、UBE(株)等



バイオ機能医工学研究領域における研究トピックのイメージ



タンパク質の「形」や「動き」をしらべて、未知の生命現象をひもとく

研究を始めるのに必要な知識・能力

試料調製(遺伝子工学、生化学)、NMR 実験(パラメータ設定、多様な測定、データ処理)、解析(NMR データ解析、バイオインフォマティクス)の3つの要素のうち、少なくとも1つについての知識・能力があれば、この分野の研究を始めやすいです。PC 操作に強い人も歓迎します。

この研究で身につく能力

生命現象を分子レベルで考える能力が養われます。研究で扱っているのは生体分子ですが、境界領域とか複合領域と呼ばれる研究分野のため、物理・化学・生物の幅広い基礎知識が必要になります。そのため、自ずとこれらを勉強して身につけることになります。また、具体的な研究立案を通して、大目標へ到達するための道筋を考えた中目標や小目標の立て方を学びます。実験がうまくいかないときの工夫やデータの解析・解釈など、実際に研究を進めていく中で困難な課題を少しずつ解決し、それらを統合して目標に向かっていく能力が養われます。さらに、研究経過報告や学会発表を経験することで、学術的な文章を書く能力や発表資料の作成能力、プレゼンテーション能力も身につきます。

【就職先企業・職種】 製薬・食品・化学系企業の研究、技術職

研究内容

(1)安定同位体標識技術の開発

NMR (核磁気共鳴分光法)で測定するタンパク質は、見たい部位の炭素が ^{13}C 、窒素が ^{15}N という安定同位体で標識されていることが必要です。このような特殊なタンパク質試料は、通常、遺伝子組み換え大腸菌を使って調製されます。類似の手法として、私たちは、これまで無かった植物培養細胞を利用する安定同位体標識タンパク質調製技術を開発しています。大腸菌よりも高等な植物細胞は、大腸菌では調製が困難な複雑な構造のタンパク質を調製する潜在能力を持っています。私たちはこれまでに、このオリジナル技術を使って試料タンパク質を ^{13}C や ^{15}N で均一標識することや、バリン、ロイシンなどのメチル基を有するアミノ酸残基だけを特異的に安定同位体標識することに成功しています。今後は、この標識技術のさらなる高度化に取り組んでいきます。

(2)ジスルフィド結合を有するタンパク質

ジスルフィド(SS)結合を有するタンパク質を大腸菌の系で調製することは困難です。私たちは、植物培養細胞を利用してSS結合を有するタンパク質を調製し、それらの構造と機能をNMRで研究しています。幾つかの成果の例を以下に紹介します。ストマジエンは分子内に3組のSS結合を持つペプチドホルモンで、植物の気孔の数を増やす働きをします。大腸菌ではストマジエンを大量に調製することが困難でしたが、植物培養細胞での調製に成功しました。安定同位体標識されたストマジエンを調製し、その立体構造をNMRで解明しました。その結果、ストマジエンや類縁タンパク質の特異的な機能と構造との関連が明らかになりました。今では、気孔の数を増やしたり減らしたりするペプチドを設計・調製し、実際にその効果を確認することが出来るようになってきました。将来、植物の光合成量や成長を人為的に自在に操ることが可能になれば、環境改善や食料問題の解決に貢献できるはずです。

分子内に4組のSS結合を持つESFは、植物の種子が出来るごく初期の段階でのみ発現するペプチドとして発見されました。ESFが働かなくなると、種子の大きさや形が不揃いになります。私たちは、ESFを植物培養細胞で調製することに成功し、その立体構造をNMRで決定しました。この結果、ESF分子表面の特別な並びをしたトリプトファン残基の側鎖がその機能に必須であることが明らかになりました。大きな種子を収穫したり、種のないフルーツを簡単に作れる日が来るかも知れません。他にも、昆虫や爬虫類の毒ペプチドや抗菌作用を持つディフェンシンなど、SS結合を持つタンパク質は数多く存在します。これらについても構造と機能の関係を研究しています。このような生理活性を持つ生体分子についての研究は、生命現象を深く理解するだけにとどまらず、その成果が新薬開発の大きな助けとなります。

(3)シグナルを伝達するタンパク質

生体内では、タンパク質、脂質、遺伝子など多くの分子の協奏によってさまざまなシグナルが行き交っています。これらのシグナルは、メチル化、アセチル化といっ

た修飾や、マグネシウム、亜鉛などのイオンとの結合・解離による分子構造や構造の揺らぎ具合の変化がスイッチとなって、他の分子と相互作用することで伝達されています。私たちは、カルシウムを結合するタンパク質やリン酸化されるタンパク質に焦点を絞り、それらの構造と機能をNMRで研究しています。



図. 気孔を増やすストマジエンの立体構造。

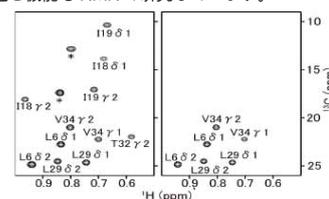


図. ^1H - ^{13}C の相関をみる2次元NMR(HSQC)スペクトルのメチル基領域の拡大図。タンパク質全体が ^{13}C で安定同位体標識されている試料(左)とバリン・ロイシンのみが標識されている試料(右)。

主な研究業績

1. L.M.Costa, E.Marshall, M.Tesfaye, K.A.T.Silverstein, M.Mori, Y.Umetsu, S.L.Otterbach, R.Papareddy, H.G.Dickinson, K.Boutiller, K.A.VandenBosch, S.Ohki & J.F.Gutierrez-Marcos. (2014) "Central Cell-Derived Peptides Regulate Early Embryo Patterning in Flowering Plants" Science 344, 168-172.
2. S.Zhu, S.Peigneur, B.Gao, Y.Umetsu, S.Ohki & J.Tytgat. (2014) "Experimental Conversion of a Defensin into a Neurotoxin: Implications for Origin of Toxic Function" Mol. Biol. Evol. 31(3), 546-559.
3. S. Ohki, M. Takeuchi & M. Mori. (2011) "The NMR structure of stomagen reveals the basis of stomatal density regulation by plant peptide hormones" Nature Communications 2, Article number: 512 doi:10.1038/ncomms1520

使用装置

Bruker AVANCE III 800MHz-NMR 装置($^1\text{H}/^{13}\text{C}/^{15}\text{N}$ 三重共鳴クライオプローブ付き)

研究室の指導方針 [研究室HP] URL : https://www.jaist.ac.jp/nmcenter/labs/s-ohki-www/contents/Ohki_Lab.html

将来全く別の研究・技術の領域に飛び込んだとしても十分活躍していけるような基礎的素養を持った人材を育成したいと思います。毎日楽しみながら、こつこつと努力し、粘り強く研究に取り組みましょう。失敗でも成功でも、取得した生の実験データを見ながら議論することに重きをおきます。データの解析や考察、次の実験についての提案など、新しいアイデアを出し合うことを日頃から繰り返していきながら、論理的な思考方法を身につけましょう。また、3ヶ月に1度程度は研究室のゼミで詳細な研究経過を口頭で発表する機会があります。



ナノとバイオを融合して 医療と環境の問題を解決する

研究を始めるのに必要な知識・能力

私たちが扱う対象は分野融合的要素が強く、従って本研究室では様々なバックグラウンドの学生を受け入れております。生物、化学だけでなく、物理、機械、電子、制御、材料など、個人のバックグラウンドに応じたテーマを設定し、研究を進めます。

この研究で身につく能力

何かを解析するチップの研究が多いので、分析科学の要素は押し並べて身につきます。微量なサンプルを扱うので、微量な生体サンプルのハンドリング技術、生体分子と無機材料の界面の調整技術、微量な蛍光や光信号の観察・計測技術等が身につきます。また、チップを作成するには、フォトリソグラフィ等、マイクロマシンの技術が身につきます。新しい材料を使う場合は、成膜やエッチングの為のプロセス開発を行うこともあります。チップの開発では、流体の動きや熱の伝達をシミュレーションし設計することもあります。修士生は、計測機器メーカーへの就職が多いですが、半導体製造機器メーカーや、薬品会社へ就職する方もいらっしゃいます。

[就職先企業・職種] 計測機器メーカー、電気、機械、半導体製造機器メーカー、半導体メーカー、薬品関連

研究内容

半導体プロセスを応用して、ウエハ上に小さな流路や反応容器、分析器等を作りこみ、一つのチップ上で、血液検査等に必要の一通りの化学実験を完遂させようという微小流体デバイス、 μ TAS (micro total analysis systems)や Lab on a chip と呼ばれる研究分野が急速に発展しています。これは、病気の診断、創薬、生命現象の解析に応用でき、大きな市場と新しい学術分野を開拓するものとして期待されております。また、いろいろな形状の微小流路内を、流体や大きな分子が流れるときの挙動は、ブラウン運動や界面の影響が支配的で、流体力学でも分子動力学でも扱えない新しい現象を含んでいます。当研究室は、このような新しい現象をベースに、ナノとバイオを融合した次世代のバイオチップ創製を目指した研究を行っています。

主なテーマを次に示します。

1) 高集積化バイオ化学チップの開発

高機能バイオチップの実現には、チップ内での流体の駆動機構と、高感度な検出器の開発が重要になります。本研究室では、溶液プロセスによるPZT アクチュエータアレイや電気浸透流ポンプをはじめ様々なチップ内での液体駆動機構と、ナノ材料を駆使した新しい検出器の開発を進めています(図1)。これらを用いて、組織中の一細胞を分子レベルで解析可能なチップや、高度な処理をプログラム次第で様々にこなす汎用微小流体チップの開発を目指しています(図2)。

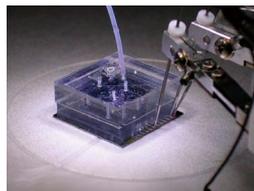


図1. 作成したバイオチップの例

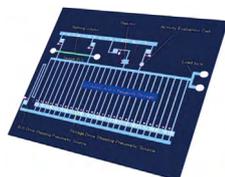


図2. 汎用微小流体チップ案

2) 高感度バイオセンシング技術の開発

一滴の血液には、体内の様々な状態を反映した多くの情報が含まれております。これらを頻繁に解析することで、重篤な病気の超早期発見や、日々の健康管理、あるいは老化や病気が起きにくい体質になるために食事や運動をガイ

ドする等、様々なことが可能になると考えられております。このためには、非常に微量なバイオマーカーを簡易に測定する技術が必要です。私どもは、自己血糖測定器と同じ手間とコストで pg/mL オーダの測定ができるチップや、質量分析チップの開発を行っております。

3) 液体電極プラズマを用いたマイクロ元素分析器の開発

中央を細くした微小な流路に液体のサンプルを導入し、高電圧を加えるとプラズマが発生します。このプラズマからの発光を分光することにより、サンプル中の元素の種類と量を簡単・高感度に測定することができます。この原理を用いて、食物、井戸水、工場廃水・廃棄物に含まれている有害な金属(Hg, Cd, Pb など)などを、オンサイトで測定できるマイクロ元素分析器の開発を行っています。

主な研究業績

1. Pulse-heating ionization for protein on-chip mass spectrometry, Kiyotaka Sugiyama, Hiroki Harako, Yoshiaki Ukita, Tatsuya Shimoda, Yuzuru Takamura, Analytical Chemistry, 86, 15, 7593-7597, 05 August 2014.
2. Development of automated paper-based devices for sequential multi-step sandwich enzyme-linked immunosorbent assays using inkjet printing, Amara Apilux, Yoshiaki Ukita, Miyuki Chikae, Orawom Chilapakul and Yuzuru Takamura, Lab Chip, 13(1), 126-135, January 2013.
3. High sensitive elemental analysis for Cd and Pb by liquid electrode plasma atomic emission spectrometry with quartz glass chip and sample flow, Atsushi Kitano, Akiko Iiduka, Tamotsu Yamamoto, Yoshiaki Ukita, Eiichi Tamiya, Yuzuru Takamura, Analytical Chemistry 83(24), 9424-9430, 04 November 2011.

使用装置

- クリーンルーム半導体製造装置一式
- 電気化学測定装置
- 表面プラズモン共鳴測定装置
- イムノクロマトグラフ製造装置
- 全反射蛍光一分子観察装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/takamura/index.html>

iPS細胞など最近の新しい医療技術の多くは、新しい工学的技術の進歩が発端になっていることをご存知でしょうか。その多くに、高度に発展したナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術が使われています。この分野は、まさに今アクティブで、また人類への多くの貢献が期待されている分野でもあるのです。私どもの研究室には、様々なバックグラウンドと目的を持った学生さんが来ます。私どもは一人ひとりの目的に合わせたゴールを設定し、そこに向かって必要なものを自ら獲得できる様に、サポートとガイドを行うことを主な指導方針としています。



分子技術を核酸医薬・光ゲノム操作へ ～DNA/RNAを光で操る～

研究を始めるのに必要な知識・能力

本研究室では「科学の基本原則を理解したうえで、合理的かつ緻密にデザインされた自身オリジナルの分子を創成・合成することで今までにない物性や能力を有する物質を創成する」ことを基本にしています。挑戦しようという意欲を求めています。異分野からの挑戦を歓迎します。

この研究で身につく能力

本研究室では日頃の雑誌会・研究会・実験・研究発表・研究室独自の取り組み(下記)などを通して自然現象・生命現象を科学の言葉で理解する力、自分自身で解釈し、新しいものを生み出す感性や俯瞰力、また最終的には自分を「活かし」ひいては社会に必要なとされる人間力を身につけてもらいたいと思っています。

(取り組み事例)。最前線で活躍中の先生による研究室セミナー。東京・大阪方面で開催されている技術スクールへ参加支援。学会(国内、国外)への出席支援。海外雑誌への論文投稿の支援。ベンチャーラボラトリー等への積極的参画。共同研究先企業との合同セミナー・交流

[就職先企業・職種] 大学教員、化学系企業、製薬系企業、機械系企業、電機系企業、研究所研究員、医療機器系企業、食品

研究内容

(藤本研究室で行っている研究概要)

現代の遺伝子工学は酵素を用いた遺伝子操作に基づくものですが、生体内細胞中での操作、マイクロマシン上での操作には酵素のみでは限界があるとされています。藤本研究室では、即時に精密分子設計した光応答性の人工核酸を用いることにより、酵素ではなく光を用いてDNAあるいはRNAを操作する光遺伝子操作法を創出しています。さらには、分子生物学や情報科学、細胞生物学、データ科学などの学際領域のみならず遺伝子解析などの産業応用も含めた実用的新方法論(以下参照)へと展開しています。

1. 超高速光 DNA・RNA 操作法の開発(光応答性人工核酸の分子設計・合成とその応用研究)

光反応性を有するビニル基を埋め込んだ人工塩基をDNA中に組み込ませた光操作の人工DNAプローブを開発しています。この光応答性人工塩基を組み込んだDNAをDNAチップ上で用いることで、従来の100倍以上正確に遺伝子解析が可能となります。特に藤本研究室で開発したシアノビニルカルバゾール(cnvK)は秒単位で核酸類を光架橋できることから国内外で市販されています。最近では、世界最速の核酸光架橋剤として認知されています。このcnvKを含む光架橋により超高速プラスミド操作や任意の位置のシトシンをウラシルに変換できることを実証しています。遺伝子修復等の医学応用や産業面ではDNAチップ上での超高速遺伝子解析への応用が期待されています。



2. 核酸医薬(光による遺伝子発現制御)

核酸医薬は遺伝子を直接標的とする最新の医薬です。我々は光応答性人工核酸を組み込んだアンチセンス核酸を用いることにより、高い発現抑制効果を示すことを報告しています。また、光照射の場所・タイミングや照射エネルギーにより発現量を時間的に制御することにも成功しており、抗ガン剤としての応用も期待されています。また、学術論文の表紙に採用されるなど、高く評価されています。

3. 光ゲノム編集(遺伝子疾患治療に向けた核酸光編集)

核酸編集は遺伝子疾患に対する有用な治療法とされており、CRISPR/CasシステムやADARなどが報告されています。藤本研究室では核酸光編集法(Photochemical RNA editing)を報告しており、光架橋・脱アミノ化反応・光開裂の一連の操作により配列選択的に標的のシトシンをウラシルへと変換できます。酵素を用いない新たな編集法として注目されています。従来のゲノム編集を凌駕する高い配列選択性を有した新たな光ゲノム編集法の開発をおこない、遺伝子疾患の治療等に貢献したいと考えています。

主な研究業績

- J. Mihara and K. Fujimoto, Photo-cross-linking of DNA using 4-methylpyranocarbazole nucleoside with thymine-base selectivity, *Organic & Biomolecular Chemistry*, 45, 9860-9866 (2021)
- T. Sakamoto, Z. Qiu, M. Inagaki, K. Fujimoto, Simultaneous amino-acid analysis based on 19F NMR using modified OPA-derivatization method, *Anal. Chem.*, 92, 1669-1673 (2020)
- K. Fujimoto, H. Yang, S. Nakamura, Strong inhibitory effects of anti-sense probes on gene expression through ultrafast RNA photo-cross-linking, *Chem., Asian. J.*, 14, 1912-1916 (2019)

使用装置

DNA/RNA 自動合成機
共焦点レーザー顕微鏡
UPLC-HPLC
マイクロプレートリーダー
蛍光分光光度計

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/fujimoto/fujimotohp/>

私たちの研究の根本はDNAに関連した精密分子設計とこれに基づく合理的な精密有機合成の技術にあります。学生一人一人がそれぞれオリジナルの研究テーマに取り組む中で、基礎的な合成技術、解析技術ならびに科学的に物事を捉える視点を養います。その上で化学系企業、医療機器メーカー、医薬品関連企業との共同研究を体験し、研究者の社会貢献のあり方について肌で感じてもらいます。その他、研究室独自のプログラム(研究室セミナー、合同セミナー、技術スクールなど)も活用してもらうことで自立した研究者育成を目指します。

人工タンパク質合成 研究室

教授：芳坂 貴弘

(HOHSAKA Takahiro)
E-mail : hohsaka@jaist.ac.jp

[研究分野] 遺伝子工学・タンパク質合成・ケミカルバイオロジー
[キーワード] 遺伝暗号拡張、人工タンパク質、非天然アミノ酸、無細胞翻訳系、蛍光分析



化学と生物の融合による 新たな人工タンパク質の創製

研究を始めるのに必要な知識・能力

タンパク質や遺伝子に興味を持っていること。生物化学・有機化学に関する基礎的な知識や実験技術が必要になりますが、入学後に修得することも可能です。

この研究で身につく能力

遺伝子工学・タンパク質合成・有機合成・蛍光分析などに関する専門的な知識と実験技術を修得することができます。また研究活動を通じて、実験計画の立案・関連研究の調査・実験データの取得と分析・研究成果のまとめとプレゼンテーション、に至る一連の研究プロセスを学ぶことができます。これらの能力は、技術者・研究者としていずれも必要不可欠なものです。

[就職先企業・職種] 化学・生物関連企業、研究機関

研究内容

遺伝子工学・タンパク質合成などの生物化学的手法と、有機合成などの化学的手法を組み合わせることで、新たな人工タンパク質の創製を目指して研究を行っています。具体的には、以下のような研究テーマを進めています。また、研究室で得られた成果を企業と共同で実用化するための研究も行っています。

1. 遺伝暗号の拡張による非天然アミノ酸のタンパク質への導入

タンパク質はDNAの遺伝暗号に従ってアミノ酸が連なって合成され、それが精密な立体構造を形成することで、高度な機能を発揮しています。しかし生物が使用しているのはわずか20種類のアミノ酸のみです。私たちは、この20種類の制限を超えて、人工的に合成した「非天然アミノ酸」をタンパク質の特定部位に導入することのできる、新たな技術の開発に成功しています。これは、4塩基コドンなどの拡張遺伝暗号に非天然アミノ酸を割り当てる(図1)、という新しい概念によって達成されています。

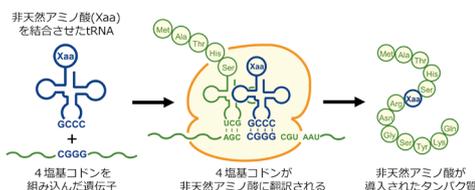


図1. 4塩基コドンを用いた非天然アミノ酸のタンパク質への導入

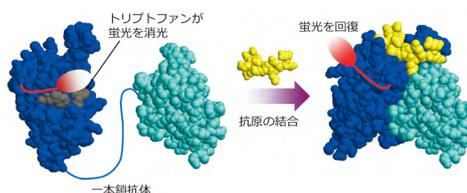


図2. 抗原分子を検出できる蛍光抗体センサーの例

2. 新たな機能を持つ人工タンパク質の創製

上記の技術を利用することで、新たな機能を持った人工タンパク質の創製を進めています。例えば、抗体などの特定の分子を認識して結合するタンパク質に、蛍光分子を付加した非天然アミノ酸を導入することで、蛍光により標的分子を検出できるタンパク質センサーを合成できます(図2)。また、非天然アミノ酸の導入技術を利用することで、新しいタンパク質医薬品の合成も試みています。これらの研究の一部は、企業・研究機関との共同研究により進めています。

3. 生物の潜在能力を利用した新たなバイオ技術の開発

非天然アミノ酸のタンパク質への導入技術は、生物がもともと持っている潜在能力を、人工的に引き出して活用したものと言えます。私たちは、そのような生物の持つ潜在能力を新たに見つけ出し利用することで、人工タンパク質などの有用物質を合成することのできる、新たなバイオ技術の開発にも挑戦しています。

主な研究業績

1. A. Yamaguchi, T. Hohsaka, Synthesis of novel BRET/FRET protein probes containing light-emitting proteins and fluorescent nonnatural amino acids, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 85, 576-583 (2012).
2. R. Abe, H. Ohashi, I. Iijima, M. Ihara, H. Takagi, T. Hohsaka, H. Ueda, "Quenchbodies": Quench-based antibody probes that show antigen-dependent fluorescence, *J. Am. Chem. Soc.*, 133, 17386-17394 (2011).
3. 芳坂貴弘, 非天然アミノ酸のタンパク質への導入技術ーバイオメディカル応用に向けて、*メディカルバイオ別冊*, 72-77 (2010).

使用装置

蛍光分析装置(分光光度計・蛍光寿命測定・蛍光スキャナなど)
遺伝子解析装置(DNA シーケンサー・リアルタイム PCR など)
質量分析装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/hohsaka/>

人工タンパク質に関連した研究テーマに対して、実験を通じて新たな成果を挙げるとともに、その研究プロセスを修得することを目標としています。具体的には、各自の研究テーマに対して、実験を試行錯誤的に繰り返す過程を通じて、実験計画の立案、結果の解釈と問題点の把握、次の実験計画へのフィードバック、などを独力で遂行できる能力を鍛錬します。そのために、研究室ゼミでは定期的に研究報告会を開催して、進捗状況の確認と指導・助言を行います。また、研究成果は積極的に学会等で発表する機会を設けています。



次世代の細胞計測技術を創り、 ニューロン情報処理の秘密に迫る

研究を始めるのに必要な知識・能力

予備知識：分子・細胞生物学や電気回路の基礎などを理解しているとスムーズに研究を開始できますが、初学者にも丁寧に指導します。求める人材：新しい技術を創出したい人。実験が好きで、試行錯誤や寄り道の楽しさを理解している方。

この研究で身につく能力

分子・細胞生物学、基礎生理学、生物物理学に関する基本的な研究方法や実験手技を理解し、体得します。さまざまな生命現象の仕組みや分子的基礎が詳細に解明されてきましたが、その一方で、広大な領域が未だに謎に包まれたまま残されています。本研究室では、新しい技術を創出し、今までアクセス不可能だった領域に踏み入る意義や楽しさを学びます。こうした新規技術を創り出すための創意工夫、粘り強い探求や試行錯誤を通じて身につく能力は、学術の世界のみならず、社会や産業の発展を牽引する上で大いに役に立ちます。

【就職先企業・職種】 学術、医工学・電気、情報・バイオなど

研究内容

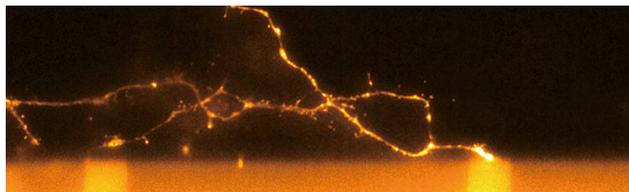
【ニューロン回路の不思議】

柔軟さ、堅牢さ、緻密さを兼ね備えていることが細胞・組織・器官の機能の特徴の一つです。生き物の仕組みを知りたい！そんな素朴な疑問を大切に研究を行っています。具体的には、ニューロン回路における情報処理の秘密に迫るための、新しい細胞計測技術の創出に取り組んでいます。ニューロン回路は究極の生体組織です。0.1ボルト、1ミリ秒程度の電圧信号が回路網を高速に流れ、情報の表現や処理を司っています。この過程を詳細に理解することができれば、疾患の理解や新しい情報処理様式の発見のほか、想像もできない展開も期待できます。しかし、この挑戦は、数多くの障壁に阻まれています。例えば、既存の細胞計測技術では、複雑なニューロン回路の中を伝播する電気信号を十分に詳細に追跡することは困難で、実験的な立場における大きな課題の一つです。研究室では、主に二つの異なるアプローチでこの課題に取り組んでいます。

【次世代の電気生理計測法の探求】

電気生理計測とは、金属やガラス管の微小電極を用いて、細胞の電氣的現象を調べる手法の総称です。長い歴史のある計測法ですが、今日の最先端研究でも欠かすことのできない、強力な手法です。しかしながら、細胞認識能を原理的に備えていない、などの本質的な欠点が残されています。研究室では、脳内でニューロンが配線される分子メカニズムと微細加工技術を融合させることで、この課題の解決に取り組んでいます。これまでに、分子生物学的に人工設計したシナプス誘導因子を用いて、特定種のニューロンを特定の電極に接続する基本原理の実証など成功しています。ニューロン活動を読み取る次世代の電気生理技術の創出に向けて、皆さんと様々な工夫をこらし、探求をしていきます。

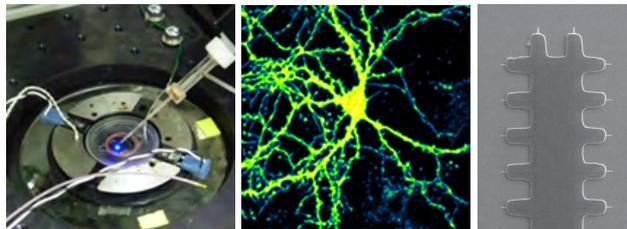
また、思いもよらぬ方向から、研究の突破口が開けることも多くあります。既成概念にとらわれず、不思議・楽しい！を大切に、色々な技術や考え方を学際的に学び、日々の研究に活かしていくことを心掛けています。



(上)ニューロンの配線メカニズムを用いて作成した微小電極との接合構造

【ニューロン活動を可視化する分子センサー】

ある種の細胞には膜電位の変化(電圧信号)を感知するための分子が備わり、電圧信号を増幅し、細胞外環境に応じて細胞内の環境を変化させています。こうした分子を部品として使うことで、電圧信号を光の信号として可視化するセンサー分子を創ることが出来ます。研究室ではこれまでに単一細胞の単一スパイクを可視化することなどに成功してきています。皆さんといろいろなアイデアを持ち寄り、センサーのさらなる高速・高感度化を目指したいと考えています。また、細胞に備わるそうした分子が、そもそもどのような仕組みで電圧信号を感知しているのか？といった基礎的な問題にも興味を持って研究を進めています。



(左)分子センサーの性能試験の様子

(中央)分子センサーを発現した神経細胞

(右)試作した次世代電気生理技術の原理実証用の微小電極

主な研究業績

1. K. Sekine, et al., Neuron-microelectrode junction induced by an engineered synapse organizer, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* p149935, 2024.
2. W. Haga, et al., Development of artificial synapse organizers liganded with a peptide tag for molecularly inducible neuron-microelectrode interface, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, vol. 699, 2024.
3. S. Kim, et al., Formation of neuron-microelectrode junction mediated by a synapse organizer, *Appl. Phys. Express*, vol. 16, 2023.

使用装置

各種光学顕微鏡・走査型電子顕微鏡
電気生理・電気化学計測関連機器
薄膜作成・微細加工装置
細胞・組織培養関連機器
分子生物学関連機器

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/tsutsui/wordpress/>

研究は自由で楽しいものであるべきと考えますが、それもバックグラウンドの正しい理解や確かな実験技術に基づくはずで、まずは正確な実験や観察が行えるようになる事に努めます。研究結果の定期的な発表(プロGRESSレポート)および論文紹介(ジャーナルクラブ)を通じてプレゼンテーション力を身につけます。英語専門書一つ選定して、輪読を行い、研究の背後にある概念や文化を理解する事にも重点を置きます。



人工細胞膜の形や動きを探究する

研究を始めるのに必要な知識・能力

リポソームの実験に興味を持って楽しく取り組めること、物理・化学の基本的な知識があることが望ましいです。

この研究で身につく能力

1. 人工細胞膜の実験技術
2. ソフトマターの物理化学に関する知識
3. 光学顕微鏡を主とする分析装置の取り扱い技術
4. 英語の学術論文を読み書きする力
5. 学会発表や修士・博士論文などで成果を表現する力

【就職先企業・職種】化粧品、食品、化学、機械、バイオ研究開発など

研究内容

両親媒性ソフトマターである脂質分子は、自己集合して膜を形成します。脂質膜は、2次元膜面内での相分離や、3次元空間でのベシクル変形などの多様な物理現象を示し、その構造は弾性エネルギーにより支配されます。生体細胞は、この脂質膜を器・界面として利用しています。ミトコンドリア・小胞体のような複雑な構造体を形成したり、膜の融合・分裂などのダイナミックな動きが物質輸送を行っています。また、脂質膜小胞は、ドラッグデリバリーや化粧品などの材料としての応用開発も進められています。

私たちは、ソフトマター物理学的な視点から、細胞サイズの人工膜小胞(リポソーム)をデザインします。分子が集まることで創発する膜の秩序状態やダイナミクスに注目し、特に相分離・相転移などの物理現象が関連する膜の動的な構造や機能の研究を進めています。多様な膜現象を支配する物理化学法則の解明や新奇現象の発見を目指し、膜の世界を探究します。

1. 膜の動態コントロール

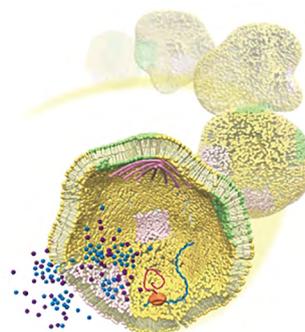
光応答性分子を膜に導入することで、膜の融合、相分離の生成・消滅、小胞の開閉(細胞のオートファジーに類似した動き)、膜の出芽(細胞のエンドサイトーシスに類似した動き)を光で制御できることを発見しています。ナノメートル領域の膜分子の反応を、マイクロメートル領域の膜ダイナミクスに変換する機能システムを、膜の物性にに基づき設計します。

2. 膜の相分離現象

生体細胞膜を模倣した不均一な膜表面(相分離構造)を人工的に作り出し、不均一パターンを動的に制御する因子や法則性を明らかにします。これまでに、分子の電荷による影響や、膜曲率との関連、コロイドやDNA等のゲスト分子との相互作用について明らかにしています。

3. 膜の力学応答

物理的刺激に対する膜ダイナミクスの研究を行っています。これまでに、シアストレスや浸透圧によって膜面の相分離構造・パターンが変化することを発見しています。刺激の強さ、温度、膜の分子組成などに依存した、膜の応答ダイナミクスの体系化を進めています。



主な研究業績

1. "Photo-induced fusion of lipid bilayer membranes" Y. Suzuki, et al., Langmuir, 33, 2671 (2017).
2. "Domain dynamics of phase-separated lipid membranes under shear flow" T. Hamada et al., Soft Matter, 18, 9069 (2022).
3. "人工細胞膜のダイナミクス解析と構造制御" 濱田勉, 応用物理, 86, 875 (2017).

使用装置

画像解析システム
蛍光・位相差顕微鏡

研究室の指導方針

【研究室HP】 URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/hamada>

私たちは、人工細胞膜の新奇現象を発見し、膜の新たな可能性を表現することで、膜系が示す物理現象の原理究明を目的に研究を行っています。研究活動を通して、基礎知識を活用し課題を解決する能力を養い、好奇心を持ち自ら調べ学ぶことの楽しさを経験してもらいたく思います。



タンパク質分子モーターで駆動する 微小機械

研究を始めるのに必要な知識・能力

平塚研究室ではタンパク質を使って人工の機械を作るという全く新しい研究分野を開拓しています。そのため分野を超えた幅広い知識が必要となりますが最も重要なことは「新しいものを作りたい!」という強い意識と「科学的な思考」です。専門的な知識は研究室で学ぶことができます。

この研究で身につく能力

本研究室では、バイオ・化学・微細加工技術・機械工学などを組み合わせた融合的な研究を進めています。融合研究を行うためには異なった専門分野を学んでいく必要があり、多くの学生は躊躇するかもしれません。しかし本研究室での研究開発の経験を通し融合領域では新しい発見や新しい可能性がたくさんあることを学び、専門分野間の垣根が低く感じるようになるでしょう。もちろん基礎的な知識なくして融合分野に取り組むことはできません。本研究室では大きさ数ナノメートルのタンパク質を人類が利用できるマイクロまたはミリメートルサイズの機械として組み立てる研究をしています。そのためにタンパク質や化学物質の分子レベルの構造やナノメートル空間での挙動を理解し、分子レベルから設計できる能力を身につけます。

【就職先企業・職種】 化学メーカー、機械メーカー、IT企業、公務員など

研究内容

細胞は、大きさ数ナノメートルのタンパク質がその内部で働くことでさまざまな生命現象を生み出しています。タンパク質は一般に知られているような単なる栄養素の一つではなく「非常に精巧な分子機械」であり「細胞を構成する多彩な部品」です。本研究室では、タンパク質を分子部品として使うことによって、これまで人類が作り出してきた人工機械とは全く異なる夢の微小機械(マイクロマシン、微小ロボット)の創製に挑んでいます。本研究室ではタンパク質の中でも特に「動く」という機能を持った面白いタンパク質「モータータンパク質」に注目し、モータータンパク質で駆動するさまざまな微小な機械の開発に取り組んでいます。

1) 光で自在に作製可能な生体分子モーターで動く人工筋肉

筋肉のような収縮性のファイバー(人工筋肉)を、光照射した場所に自在に形成させることに成功しました。光の照射形状を変えることで自由な形状・大きさの人工筋肉が造形でき、ミリメートルスケールの微小機械の動力に利用できます。将来、マイクロロボットやソフトロボットの3Dプリンタによる製造への応用が期待されます。

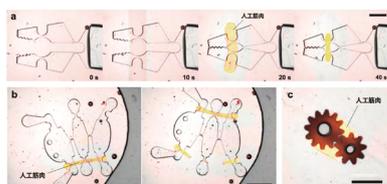


図1. 光造形可能な人工筋肉で動く微小機械

2) タンパク質により駆動するバイオディスプレイ

生き物には周囲の環境に合わせて体色を変化させる「保護色機能」を持つものがあります。これらの現象はモータータンパク質によって引き起こされています。本研究では微細加工技術とタンパク質工学を組み合わせ、保護色の分子機構を模倣した人工細胞を生体外に作り、世界初のタンパク質で駆動するディスプレイの開発に成功しました。

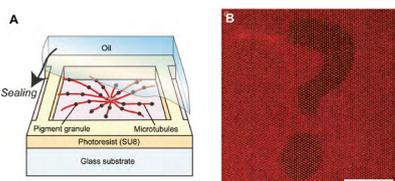


図2. モータータンパク質で駆動する世界初のディスプレイ

3) モータータンパク質・バクテリアで動く回転モーター

大きさ数十μmの微小な回転モーターもモータータンパク質やバクテリアを使って作製することに成功しています。これらは従来の人工モーターとは異なり糖やATPといった化学物質を燃料として動くユニークなモーターとして注目を集めています。

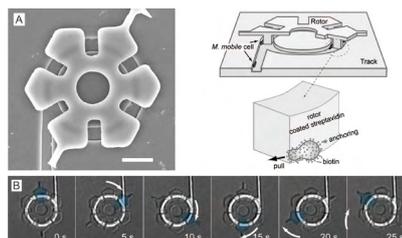


図3. バクテリアで駆動する回転モーター

主な研究業績

1. Takahiro Nitta, Yingzhe Wang, Zhao Du, Keisuke Morishima & Yuichi Hiratsuka A printable active network actuator built from an engineered biomolecular motor *Nature Materials* **20**, 1149-1155 (2021)
2. Susumu Aoyama, Masahiko Shimoike, and Yuichi Hiratsuka Self-organized optical device driven by motor proteins *Proc. Natl. Acad. Sci. (PNAS)* **110**, 16408-16413 (2013).
3. Y. Hiratsuka, M. Miyata, T. Tada and T. Q.P. Uyeda, Micro-rotary motor powered by bacteria, *Proc. Natl. Acad. Sci. (PNAS)* **103**, 13618-13623 (2006).

使用装置

- レーザー直接描画装置
- フォトソグラフィ装置
- タンパク質精製および解析装置高感度
- 蛍光顕微鏡
- 細胞培養装置

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/hiratsuka/>

本研究室の学生には誰もが見たことがない・驚かれるような研究に挑戦してもらいたいと考えています。しかし、そのような研究を成功させるためには基礎的な知識はもちろんのこと論文による学習が必須となります。また自分自身で考え失敗にめげず何度も挑戦し、そして何よりも研究を楽しんでももらいたいと考えています。



からだの中のコミュニケーションツール・糖鎖に挑む

研究を始めるのに必要な知識・能力

化学も生物も興味がある、という幅広い好奇心。新しい研究分野を創ることへの意欲。有機化学や物理化学、生化学などを扱いますが、その知識・技術は研究を通して身につけていくことができます。

この研究で身につく能力

当研究室が主な研究対象とする糖鎖は、創薬や医療のターゲットとして大きな注目を集めています。ところが、その取り扱いの難しさから、糖鎖に向き合った研究は多くはありません。既存のやり方にとらわれず、どうしたら問題を解決できるのか？自由な発想と論理的な思考によってプロジェクトを推進する力を身につけます。また、有機合成化学を中心に、分析化学やバイオテクノロジーなどの知識・技術を習得することができます。

【就職先企業・職種】 化学・材料工学系企業

研究内容

糖鎖 第3の生命分子鎖

糖鎖は、タンパク質・核酸とならぶ第3の生命鎖ともよばれ、私たちの生命活動の様々な場面で重要な働きをしています。例えば、糖鎖は細胞同士の接着をはじめ、生体内でのコミュニケーションにとって不可欠な役割を担っています。その一方で、糖鎖は、インフルエンザのようなウイルスの感染、がんの転移、さらにアルツハイマー病の発症にも深く関わっていることがわかりつつあります。また、バイオ医薬品の多くには糖鎖が関与しており、糖鎖は医薬品の特性に重要な因子としても注目を集めています。

糖鎖研究について

このように糖鎖は、創薬や医療のターゲットとして脚光をあびています。しかし、糖鎖の重要性が広く認識されてきたにもかかわらず、糖鎖そのものに対する研究はまだまだ発展途上です。例えば、多くのタンパク質のかたち(立体構造)が次々と明らかになってきているのに対し、糖鎖の3次元構造はほとんど未解明であるばかりでなく、アプローチすら十分に確立されていません。

糖鎖を知る 糖鎖を使う

私たちは化学的な手法を基盤にした多角的な実験を展開し、糖鎖研究に挑んでいます。糖鎖に構造情報取得のための化学プローブを導入することで、分子分光法による計測と分子シミュレーションを活用した立体構造解析を可能とし、水中で揺らめく糖鎖の姿を描き出すことに成功しました。さらに、細胞表面を覆う糖鎖を模倣したモデル化合物の合成や、糖鎖を応用した細胞機能の制御にも挑戦しています。

化学と生物学の融合 その先を目指して

ライフサイエンス全体でも、糖鎖をいかに取扱うかは今後の大きな課題となってきています。化学と生物学の融合による糖鎖研究を進展させることを通して、新たなサイエンスの地平を切り拓き、社会に貢献していきたいと考えています。

糖鎖は柔軟な構造をもち、水中で絶えず揺らいでいます。糖鎖

と生体分子の相互作用は、とてもダイナミックな過程で進行します。図は、細胞の中でタンパク質の運命決定に関わる糖鎖の化学構造と立体構造モデルです。実験とコンピュータシミュレーションを組み合わせ、その姿を明らかにすることができました。

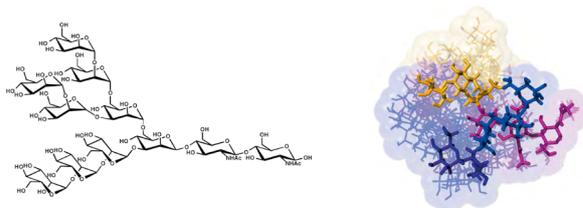


図1. 糖鎖の3次元構造

主な研究業績

1. Comprehensive characterization of oligosaccharide conformational ensembles with conformer classification by free-energy landscape via reproductive kernel Hilbert space, T. Watanabe, H. Yagi, S. Yanaka, T. Yamaguchi, K. Kato, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 23, 9753–9760, 2021.
2. Experimental and computational characterization of dynamic biomolecular interaction systems involving glycolipid glycans, K. Kato, T. Yamaguchi, M. Yagi-Utsumi, *Glycoconj. J.* 39, 219–228, 2022.
3. NMR analyses of carbohydrate–water and water–water interactions in water/DMSO mixed solvents, highlighting various hydration behaviors of monosaccharides glucose, galactose and mannose, H. Tatsuoka and T. Yamaguchi, *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 96, 168–174, 2023.

使用装置

核磁気共鳴(NMR)スペクトル測定装置
高速液体クロマトグラフィ
質量分析計
大規模計算機

研究室の指導方針

[研究室HP] URL : <https://www.jaist.ac.jp/ms/labs/t-yamaguchi/>

卒業研究の際、自分で合成した分子の完成をはじめ確認したときのドキッとした感覚は今でも覚えています。何かを新しくつくることへの意欲を大切にしたいと思います。また、実験データやアイデアについて研究室の仲間と相談することや、学会で研究成果を発表し議論することなど、研究を通じたコミュニケーション能力の向上を重視します。これだけははずれない！という自分の幹を太く育てながら、広く科学を学んでいきます。



液体から高機能性材料を創成し、 生体・環境の見える化へ

研究を始めるのに必要な知識・能力

分野に囚われない研究を行うための好奇心・挑戦心、未解明の謎を楽しむ心。
専門知識は基礎から指導しますので、知識は問いません。どの分野からも歓迎します。一緒に頑張りましょう！

この研究で身につく能力

研究では様々な実験をすることになります。それによって分野に囚われない研究の着眼点や発想が身につきます。また、課題を解決するための論理的思考やタスクをこなす力も身につきます。学会やゼミの発表を通して、発表力・発信力も身につきます。

【就職先企業・職種】 半導体製造機器メーカー、電子部品会社、計測機器メーカー

研究内容

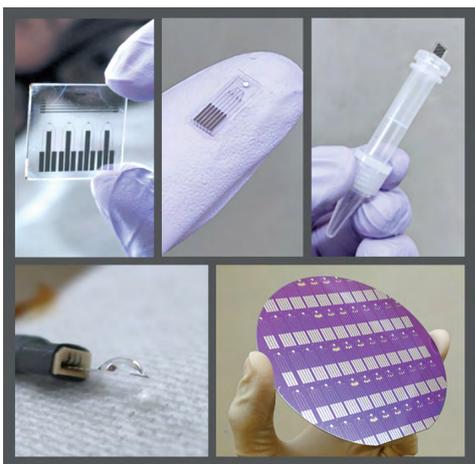
有機金属分解(MOD)法を基礎とした、モノづくりを行っています。この手法は“液体”から石(酸化物)を作製する技術であり、様々な電気的特性を示す酸化物を作り出せます。

さらに私たちはこのMOD法で作製した酸化物や中間体にこれまでにない特異的な特徴があることを発見しました。その特徴と半導体プロセスとを組み合わせることで、新たなセンシングデバイスやパターンニング手法の研究・開発をしています。そして、なぜ特異的な特徴が現れるかの物性解析による解明も同時に進めています。

・高感度 - 酸化物センシングデバイス

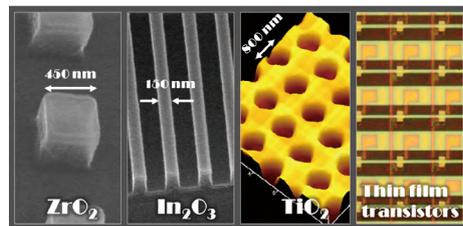
コロナウイルスの感染拡大が世界的な問題となったことから、PCRやイムノクロマトに代わる迅速で高感度な菌・ウイルスの検査手法の需要が急速に高まっています。

私たちは迅速で高感度に測定可能な酸化物薄膜トランジスタ型核酸センサーの研究・開発を進めています。下図に、これまで作製したセンサーを示しています。この技術は核酸のみならず、多様な分子に適用可能であり、環境・衛生・農業・医療などの分野への応用も目指しています。



・MOD 中間体の特性を生かしたパターンニング

センサーなどの電子デバイスを作製するには、酸化物の精度の良いパターンニングが必要となります。私たちはMOD法から酸化物を作製する際の中間体に変形性を示すことを発見しました。この特性を利用し、型押し成型による低エネルギー・低コストの酸化物の直接プリンティング手法を開発しました。この技術によって、簡単にサブミクロンスケールのパターンを作製が可能になりました。示した図は作製した酸化物パターンと、酸化物を積層した薄膜トランジスタアレイです。このように様々な酸化物の精度のよいパターンが作製できることがわかります。



主な研究業績

1. Submicron titania pattern fabrication via thermal nanoimprint printing and Microstructural analysis of printable titania gels, D. Hirose, H. Yamada, T. Jochi, K. Ohara and Y. Takamura, *Ceramics International*, online, (2024)
2. Rapid and Highly Sensitive Detection of Leishmania by Combining Recombinase Polymerase Amplification and Solution-Processed Oxide Thin-Film Transistor Technology, W. Wu, M. Biyani, D. Hirose and Y. Takamura, *Biosensors*, vol. 13, 8, p. 765, (2023).
3. Origin of the thermal plasticity property of zirconium oxide gels for use in direct thermal nanoimprinting, D. Hirose, J. Li, Y. Murakami, S. Kohara and T. Shimoda, *Ceramics International*, vol.44, p. 17602, (2018).

使用装置

電子デバイス作製装置(フォトリソグラフィ装置、スパッタ装置ナノインプリント)、電気特性評価装置(半導体パラメータアナライザ、インピーダンスアナライザ)、形状評価装置(走査型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡)、材料物性評価装置(TG-DTA、FT-IR、UV-vis、XRD、XPS、接触角計)

研究室の指導方針

本研究室では液体から機能性酸化物をつくるMOD技術を基礎にして、生体・環境の見える化を目指しています。身の回りのあらゆる分子をターゲットとして、社会や生活へ応用を目指しています。今まさに大きく成長している段階です。みなさんのアイデアと私たちの技術を組み合わせ、新たな見える化センサーを創成しましょう！！

研究では、個々の興味に沿ったテーマを設定します。目標に向け、課題を一つずつクリアできるように指導いたします。生活や就職活動についての不安を取り除きながら、これからの壁を乗り越える力を身につけられるようサポートします。

国立大学法人

北陸先端科学技術大学院大学

〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1

学生募集係

TEL : 0761-51-1966

E-mail : nyugaku@ml.jaist.ac.jp

<https://www.jaist.ac.jp>

JAIST

検索

