

# ACT-X

24/25



## 戰略的創造研究推進事業 個人型研究

# ACT-Xとは

## 独創的・挑戦的なアイデアを持つ若手研究者の「個の確立」を支援する ネットワーク型研究(個人型)

### 趣旨

ACT-Xは、我が国が直面する重要な課題の克服に向けて、優れた若手研究者を発掘し、育成することを目的とします。そのため、研究総括が定めた研究領域運営方針の下、独創的・挑戦的なアイデアをもつ研究者を見出し、科学技術イノベーションにつながる新しい価値の創造を目指した研究を行うことを支援します。研究総括および領域アドバイザーの助言・指導のもと、若手研究者が独自のアイデアからなる研究を進め、研究領域内外の異分野の研究者と相互触発し、研究者ネットワークを形成しながら研究者としての個を確立することを目指します。

### 概要

#### 研究期間

2年6ヶ月以内

#### 研究費

総額450万～600万円程度/課題

※さらなる飛躍が期待される課題は、加速フェーズとして1年間の追加支援(最大1,000万円)

### 特徴

- 博士の学位取得後8年未満(博士の学位未取得の場合は学位取得後13年未満。いずれの場合も産休・育休の期間を除く。)の若手研究者(大学院生を含む。)を対象として支援します。
- 研究総括は自らが設計した研究領域運営方針の下に研究提案を募り、1領域あたり60～90件程度の研究課題を採択します。科学技術分野のバランスを見ながら、多様な研究者を採択することで、研究領域内および研究領域間で、多様な視点を持った研究者ネットワークを形成することを支援します。そのために、公募は数度に分けて行い、採択方針は都度公募要領にて明記します。
- 若手研究者が独創的・挑戦的なアイデアをスモールスタートにより自らの研究として確立していく規模として、1研究課題あたり450万～600万円程度の研究費を支援します。
- 研究総括は、成果を最大化するために、ACT-X研究者に対し進捗に応じて研究の変更・加速・中止を指示する等、柔軟なマネジメントを行います。研究領域運営を支える領域アドバイザーを10名程度配置し、科学技術面のアドバイスや評価を行う有識者はもちろんのこと、多様な観点からのアドバイスを行うために、産業界等の有識者も加えます。若手研究者が研究者としての個を確立するために、ACT-X研究者それぞれに対してメンターの役割も担う領域アドバイザーを配置します。さらに、年に1、2回開催する領域会議やACT-X研究者の研究室を訪問するサイトビジット等を通じて、研究総括・領域アドバイザーが助言・指導を行います。

研究提案の方法の詳細については、募集専用ホームページに掲載します。  
募集専用HPへのご案内、募集時期、募集の概要については、  
JSTホームページ(<https://www.jst.go.jp/>)、新聞発表、メールマガジンにてお知らせします。

ACT-Xホームページ  
<https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/>



# AI 共生社会を拓くサイバーインフラストラクチャ

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/bunya2024-2.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/bunya2024-2.html)

## 戦略目標

持続可能な社会を支える光と情報・材料等の融合技術フロンティア開拓  
新たな半導体デバイス構造に向けた低次元材料の活用基盤技術  
Society 5.0 時代の安心・安全・信頼を支える基盤ソフトウェア技術  
情報担体と新デバイス  
最先端光科学技術を駆使した革新的基盤技術の創成  
次世代 IoT の戦略的活用を支える基盤技術  
Society5.0 を支える革新的コンピューティング技術の創出



研究総括  
下條 真司  
青森大学 ソフトウェア情報学部 教授

## 領域アドバイザー

合田 憲人	情報・システム研究機構 国立情報学研究所 教授
阿多 信吾	大阪公立大学 大学院情報学研究所 教授
新 麗	(株)インターネットイニシアティブ 技術研究所 室長
池永 全志	九州工業大学 大学院工学研究院 教授
大崎 博之	関西学院大学 工学部 教授
河口 信夫	名古屋大学 未来社会創造機構 教授
岸本 充生	大阪大学 D3センター 教授
塩本 公平	東京都立大学 情報工学部 教授
首藤 一幸	京都大学 学術情報メディアセンター 教授
砂原 秀樹	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 教授
関谷 勇司	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
中尾 彰宏	東京大学 大学院工学系研究科 教授
西尾 信彦	立命館大学 情報理工学部 教授
長谷川 剛	東北大学 電気通信研究所 教授
矢野 由紀子	(株)FFRセキュリティ ナショナル・セキュリティ事業本部 副本部長
山口 弘純	大阪大学 大学院情報科学研究科 教授

## 研究領域概要

将来世界的に「AI と共生する社会」となりネットワーク上を流通するデータ量が爆発的に増えていくことが予想されます。そのため、今後、AI をより広く社会で利用していくためには、このデータ流通の中核となる次世代のサイバーインフラストラクチャ (CI) を構築するための様々な課題に対応し、通信や計算における様々な技術的限界やサービス・アーキテクチャの変化による従来の考え方・原理の限界を打破するような独創的なアイデアを持ち、技術と社会の新たな分野を切り拓いていく優秀な若手研究者を育成していくことが不可欠です。

本研究領域は、現段階での応用への道筋は問わず、「将来的に情報通信・情報科学の革新につながる技術」というキーワードのもとに、若手研究者の新たな発想に基づいた、次世代の CI の創造につながる挑戦的な研究を推進します。具体的には情報、通信、システムアーキテクチャ、セキュリティ、AI、量子、デバイス、ソフトウェア、数理、工学、社会科学等多様な分野にわたる研究を推進し、自身の専門性に立脚しつつも情報通信の幅広い階層を視野に入れた研究を支援します。従来の情報通信の範疇にとどまらない新たな発想も歓迎します。

研究推進にあたっては若手研究者育成の観点を重視し、異分野交流の場を設けることで、研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる人的ネットワーク構築を図ります。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能 / ビッグデータ / IoT / サイバーセキュリティ統合プロジェクト (AIP プロジェクト) に参画します。

## 混合暗号化通信の分析基盤の構築

石井 将大

東京科学大学 情報基盤センター 助教  
東京工業大学 学術国際情報センター 助教

組織内で観測される通信の大半は暗号化され、表層的な分析ではサイバーセキュリティの脅威となる悪性通信の検知は容易ではありません。本研究では、特にVPN暗号化トンネルなどで複数の通信路（ストリーム）が多重化された、混合通信の暗号化データに対する通信の分類・検知を行います。さらに、学習モデルの高精度化を実現するため、多様な暗号化通信に対応したデータセット作成と特徴分析機構を持つ分析基盤を構築します。

## ゼロ遅延の自動運転車両協調制御システムの構築

石岡 卓将

京都府立大学 工学部 助教  
同上

本研究では、伝搬遅延を超越した協調制御システムの実現可能性を探ります。クラウドベースのセンサデータ予測技術を開発し、ゼロ遅延の自動運転車両間協調制御システムを提案・評価します。V2X協調制御や予測データを用いた行動選択アルゴリズム開発、自動運転車両間協調システムの構築に取り組みます。提案システムに基づき、高度なシミュレーション環境にセンサネットワークを構築し、センサデータ処理と予測精度への影響を検証します。

## クロスモーダル技術を用いた食感伝送システムの開発

上堀 まい

南山学院大学 大学院理工学研究科 大学院生  
同上

本研究では、食べたときの感覚（食感）を別の感覚に変換し、伝送・共有する技術基盤を提案します。まず、食事者による食感の主観的な評価だけでなく、食感を感性的側面からセンシング・解析して、定量的に評価します。そして、評価実験を通じて、様々な感覚提示による食感の制御を実現し、クロスモーダル知覚による任意の食感の提示手法を確立します。これららの研究を通じて、新たな食体験の創出を目指します。

## 攻撃耐性を備えたセキュアな基盤ソフトウェアの研究

葛野 弘樹

神戸大学 大学院工学研究科 准教授  
神戸大学 大学院工学研究科 助教

サイバーインフラストラクチャを構成するオペレーティングシステム（OS）に対して、脆弱性を利用した攻撃を実行防止し、特権昇格攻撃とサービス妨害攻撃を無効化する攻撃耐性をOSに具備可能なセキュアな基盤ソフトウェアを研究開発します。

## 超大容量データセンタ光ネットワークの研究開発

久野 拓真

名古屋大学 大学院工学研究科 大学院生  
同上

データセンタネットワークにおける通信需要は急増しており、通信機器の省電力化が不可欠です。これまで、信号の経路制御は電気スイッチで行われてきましたが、電気スイッチで行われる光・電気変換には高い電力を要します。この問題の解決策として、光信号を光領域で経路制御する光スイッチの導入が期待されています。本研究は、低消費電力、大容量、高拡張性を兼ね備えたデータセンタ向け光スイッチの実現を目的としています。

## 探索的データ解析のための広域科学データ流通基盤

高橋 慧智

大阪大学 D3センター 准教授  
東北大学 サイバーサイエンスセンター 助教

研究者間でデータを移動・共有するためのデータ基盤の多くはファイルを最小単位としており、探索的・対話的データ分析の特性と整合していません。データの一部に興味がある場合や、精度を妥協して迅速に分析結果を得たい場合であっても、常にファイル全体の転送が必要です。本研究では、広域ネットワーク上に分散した計算資源の間で「必要なデータ」を「必要なとき」に「必要な品質」で移動させるための情報基盤を確立します。

## 物理現象の相互作用を用いたマルチエージェントシステムの構築

田中 翔真

東京科学大学 工学院 大学院生  
東京工業大学 大学院工学院 大学院生

これまでのマルチエージェントシステムにおけるロボットエージェントはセンシング情報をもとにした制御機による計算で動作していました。本研究では、センシングからアクチュエーションの一連の流れを自動振動アクチュエータの相互作用システムに置き換えることを目指します。これにより、物理現象によるロボット間や環境とのインタラクションを用いた次世代のマルチエージェントシステムのプラットフォームの構築を図ります。

## 共通潜在空間を介したマルチモーダル都市データの統合的な活用

田村 直樹

名古屋大学 大学院工学研究科 大学院生  
同上

都市における各エリアの特徴の把握は、都市計画や商圏分析、観光施策、感染対策など幅広いアプリケーションに非常に重要です。エリア特徴の整理のために、エリア特徴を潜在空間に埋め込む手法がさかんに研究されてきましたが、マルチモーダルなエリアデータを統合的に扱う試みはなされてきませんでした。本研究では、複数のエリアモダリティを共通の潜在空間に埋め込み、モダリティを跨いだ統合的なエリアデータ活用手法を開発します。

## サイバーインフラのためのブロックチェーンの数理的解明

中井 大志

京都大学 大学院情報科学研究科 大学院生  
同上

本研究ではCIとしてブロックチェーンを成立させるため、予備的知見であるPoWのトリレンマ式を基に、その式を導出した際の条件外でのトリレンマの数理的解明を試みます。その結果を踏まえたうえでトリレンマの限界を突破し、安全性・分権性を損なわず無制限に処理性能をスケールできるブロックチェーンを実現します。

## Task-OrientedなAI連携型通信技術の開拓

久野 大介

大阪大学 大学院工学研究科 助教  
同上

ビット情報のみならず情報源の意図や意味を通信するセマンティック通信に関する研究を行います。具体的には、深層学習を用いた情報源・通信路深層結合符号化（Deep JSCC）法の水中音響通信および光ファイバ通信への適用を加速させます。研究者が今までに取り組んできた5Gセルラー通信向けDeep JSCCをさらに発展させた将来技術として、等化機能をDeep JSCCに組み込んだDeep JSCCEの検討を行います。

## 空間文脈理解型AIに向けた多重反射波に基づく次世代屋内測位システムの創成

村上 弘晃

東京大学 大学院工学系研究科 特任助教  
同上

本研究の目的は、サイバーインフラとして屋内測位システムを展開するための高精度かつ頑健に機能する次世代屋内測位技術を開発し、AIがユーザの「空間的なコンテキスト」に応じた情報やインタラクションを提供する新たな時代の礎を築くことです。本研究では、空間内で生じる多重反射波に着目し、これまでの屋内測位技術では実現が難しかった測位精度と障害物に対する頑健性の両立を目指します。

# 生命と情報

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/bunya2024-1.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/bunya2024-1.html)

## 戦略目標

### 自律駆動による研究革新

「生命力」を測る～未知の生体応答能力の発見・探査～

革新的な細胞操作技術の開発と細胞制御機構の解明

老化に伴う生体ロバストネスの変容と加齢性疾患の制御に係る機序等の解明

『バイオ DX』による科学的発見の追究

ヒトのマルチセンシングネットワークの統合的理解と制御機構の解明

革新的植物分子デザイン

細胞内構成因子の動態と機能



研究総括

杉田 有治

理化学研究所 開拓研究本部 主任研究員

## 領域アドバイザー

青木 一洋	京都大学 大学院生命科学研究所 教授
磯部 祥子	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
大浪 修一	理化学研究所 生命機能科学研究センター チームリーダー
緒方 博之	京都大学 化学研究所 教授
北尾 彰朗	東京科学大学 生命理工学院 教授
木下 聖子	創価大学 糖鎖生命システム融合研究所 副所長・教授
島村 徹平	東京科学大学 難治疾患研究所 教授
杉村 薫	東京大学 大学院理学系研究科 准教授
富井 健太郎	産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究チーム長
中戸 隆一郎	東京大学 定量生命科学研究所 准教授
広川 貴次	筑波大学 医学医療系 教授
水口 賢司	大阪大学 蛋白質研究所 教授

## 研究領域概要

生命科学は、健康で長寿な社会を実現するための創薬・医療への応用だけでなく、持続可能な社会経済を実現するためのバイオテクノロジーの基盤としても重要です。近年の生命科学研究では、従来からの実験を中心としたアプローチに加え、物理モデルを用いたシミュレーションや理論、ビッグデータを用いた機械学習・AI など、広い意味での情報科学の重要性が増えています。生命科学と情報科学の両方が分かる研究者の育成は急務であり、両分野にまたがって独創的なアイデアを持つ優秀な若手研究者を支援し輩出していくことが不可欠です。

本研究領域は、「生命」と「情報」という2つのキーワードの融合研究を企図し、広く生命科学に関わる研究分野において、情報科学を用いた研究の革新を目標とします。ここでは、ビッグデータを用いた機械学習・AI だけでなく、数理学や物理モデルを用いたシミュレーションなどの計算科学を含む広い意味での情報科学を用いた研究課題を対象にします。研究を推進するために取り扱われる多岐にわたる「データ」は、独自の実験から得られたものに限らず、共同研究者等によって得られた「データ」や公共のデータベース等で公開されているものを含みます。研究対象は、分子・細胞生物学や生物物理学などの基礎生命科学から、創薬、メディカル、バイオテクノロジーなどへの応用課題も含みます。

研究推進にあたっては研究者育成の観点を重視し、異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、社会に貢献する先端研究を推進する研究者の育成、及び将来の連携につながる幅広い人的ネットワークの構築を積極的に図ります。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能 / ビッグデータ / IoT / サイバーセキュリティ統合プロジェクト (AIP プロジェクト) に参画します。

### 遺伝子制御ダイナミクスに基づく細胞運命操作

石川 雅人

京都大学 医生物学研究所 助教  
同上



少数の鍵遺伝子の発現操作による細胞運命操作法の実験的探索は多大な努力を要します。本研究では、細胞運命操作法を計算的に予測することを目指します。遺伝子発現ダイナミクスを、遺伝子制御ネットワークと時系列発現データに基づき学習します。このダイナミクスのシミュレーションにより運命操作法を予測し、実験検証を行います。さらに、ダイナミクスに基づき細胞運命決定の背後にある分子機構の推定を行います。

### 低磁場MRIにおける脳機能計測実現と高分解能化

上田 博之

京都大学 大学院工学研究科 助教  
同上



本研究構想では、スピンロックシーケンスを用いた低磁場・超低磁場 MRI における脳機能計測の実現と、情報科学を用いた高時空間分解能の達成を目指します。低磁場・超低磁場での脳機能計測は、血行動態を用いる従来手法では実現困難ですが、振動磁場を画像に反映させるスピンロックシーケンスにより実現可能性があります。また、低磁場・超低磁場では画質やスループットが低下するため、深層学習を用いた高分解能化を行います。

### 機械学習を融合したクロマチン構造変化の推定

歐陽 允健

国際基督教大学 教養学部 助教  
同上



哺乳類の卵子は次世代の胚発生を支える重要な細胞です。卵成長過程で起こる卵特有のクロマチン3次元構造変化はゲノム生物学の貴重な研究対象であり、発生学や老化研究、生殖補助医療に役立つ可能性があります。しかし、長期間の体内観察が困難なため、構造変化の実態や機構や役割は未解明のままです。本研究では、ゲノム生物学の実験結果を融合した機械学習手法を開発し、シミュレーションによって構造変化の解明を目指します。

### 新老化基準の確立と若返り機序の同定

笠原 朋子

東北大学 大学院医学系研究科 助教  
同上



老化医学における新たなスタンダードとなりつつある生物学的時計とは、生命情報を基に作成された真の老化状態を数値化する技術です。本研究ではこれまでにないアプローチで生命科学の結果を計算科学を用いて老化情報へ昇華し、新しい老化医学の指標を確立します。また、この新しい指標を実際の老化現象へ応用し、抗老化研究を遂行します。本研究を通じて、革新的な抗老化介入法の開発および老化メカニズムの解明を目指しています。

### エピゲノムゆらぎによる細胞状態の離散境界における確率的遷移過程の推定

河口 理紗

東京大学 大学院薬学系研究科 准教授  
京都大学 iPS 細胞研究所 講師



私が着目しているのは、細胞ごとに見られるエピゲノム状態のゆらぎを生み出す仕組みと、そこから引き起こされる細胞状態遷移の確率性の理解です。一細胞エピゲノム解析における網羅性・深度などのバイアス問題を深層学習モデルによって克服し、細胞の初期化や分化などの細胞遷移の過程で、様々な外的な力により生み出されるエピゲノム変化（ひずみ）が、確率的に細胞を遷移させる過程を説明する物理モデルの構築を目指します。

### 少数遺伝子から全転写制御を予測する機械学習法

小井土 大

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 助教  
同上



数百遺伝子のみを対象とする発現測定法により、膨大な実験条件下での遺伝子発現データの蓄積が進んでいます。本研究では、少数データの機械学習法を用い、数百遺伝子の発現情報から DNA 配列依存的な転写機構を学習し、数万以上の全転写物の発現を予測する手法開発を目指します。本手法を蓄積データに活用することで、条件特異的な転写制御機構とその DNA 配列依存性の全貌解明に向けたデータ駆動的仮説提唱が期待されます。

### 情動伝染の内的原理の解明と情報操作による恐怖緩和の実現

佐藤 大気

千葉大学 大学院理学研究科 特任助教  
千葉大学 国際高等研究科 (東) 大学院理学研究科 特任助教



本研究では、動物集団に見られる情動の伝染現象に着目し、キイロジョウジョウバエを研究材料として、ゲノム解析と神経科学的検証からその分子メカニズムを明らかにします。また、行動データに対して逆強化学習の手法を応用し、自由行動下のハエの心理状態を可視化する。さらに、光遺伝学的手法による介入実験により、ハエの恐怖を緩和する情動操作の実現を目指す。

### 脊椎動物の保存RNA構造探索手法の開発

角 俊輔

東京大学 定量生命科学研究所 特任助教  
同上



生命機能に重要なノンコーディング RNA は、その構造が進化的に保存されることが知られます。しかし、ノンコーディング RNA の進化的保存性は、未解明な部分が多いです。そこで本研究では、ヒトを中心とした脊椎動物に焦点を当て、進的に保存されているノンコーディング RNA を新規に発見するための手法を開発します。これにより、脊椎動物におけるノンコーディング RNA が担う生命機能の解明に貢献します。

### 代謝モデルを基軸とする頑健な生態系の網羅的探索技術の開発

高野 壮太郎

理化学研究所 バイオリソース研究センター 開発研究員  
額・相模原機構 分子・バイオ研究センター NIGMS 分子生物学部



本研究では、代謝モデルを基に大量の微生物群集を組み上げるアルゴリズムを構築し、大規模なメタゲノム解析から推定される共存情報を利用することで、微生物生態系の頑健性の鍵となる代謝相互作用を網羅的に探索する手法を開発する。実際の観測データを投影した、大量の微生物間代謝相互作用ネットワークを構築することで、頑健な生態系の鍵となる相互作用を統計的に抽出し、代謝反応と安定性の間にある普遍的な法則を明らかにする。

### マルチエージェント強化学習から迫る群れの秩序形成

筒井 和詩

東京大学 大学院総合文化研究科 助教  
同上



本研究では、まず生物理論と機械学習を融合した生物学的に妥当かつ柔軟なモデリング手法の開発と AI 駆動型の群れ行動シミュレーション環境の構築に取り組み、解析基盤システムを確立する。その後、確立した解析基盤システムを無脊椎動物から脊椎動物のさまざまな種（昆虫、魚類、両生類、爬虫類、鳥類、哺乳類）の集団移動データに適用することで、得られた結果の妥当性・普遍性の検証、および新たな原理の発見を目指す。

### 計算制限を伴う生命の情報処理原理の解明

鳥取 岳広

理化学研究所 脳神経科学研究センター 基礎科学特別研究員  
同上



生物は不確実な観測情報を適切に処理することで、環境に適応した振る舞いを実現しています。しかし、人工機械と比較して計算リソースの限られている生物が、どのような原理に基づき適応的な情報処理を実現しているのかは未だ明らかではありません。本研究では、生物の計算リソース制限を考慮した新たな情報処理理論を構築し、それを応用することで、計算制限を伴う生命の情報処理原理を明らかにすることを目指します。

### 低ランク神経回路理論に基づくコネクトーム解析

中村 絢斗

理化学研究所 脳神経科学研究センター 基礎科学特別研究員  
同上



動物が世界を認識し行動する機能が神経回路の配線構造からどう立ち現れるかを探る上で、近年網羅的に明らかにされたショウジョウバエ脳のコネクトームデータは重要な手がかりをもたらしています。本研究では、配線構造に潜むパターンを活かして神経活動のダイナミクスを簡約化する低ランク神経回路理論を実際の生物に適用できるように拡張することで、神経回路の機能を探索し実験検証するフレームワークの構築を目指します。

### 化合物による細胞リプログラミング制御法の開発

濱野 桃子

九州工業大学 大学院情報工学研究科 准教授  
同上



ダイレクトリプログラミング (DR) は、体細胞に複数の化合物を作用させることで別の細胞タイプへ直接変換する細胞分化誘導法です。本研究では DR 誘導過程をシミュレーションすることで多段階細胞変換過程で起こる DR の分子機序を明らかにし、それらを制御する化合物を膨大な候補から予測する情報基盤技術を開発します。臓器の主要な機能を担う細胞を DR で誘導する化合物を提案することで、新しい細胞作製法の創出を目指します。

### 多価DNA人工分子モーターの合理的性能向上

原島 崇徳

自然科学研究機構 分子科学研究所 助教  
同上



本研究では、多価 DNA モーターの化学力学共役機構を考慮した運動シミュレーションの開発、および実験とシミュレーションとの融合に基づく運動性能の合理的な向上戦略を提案します。具体的には、シミュレーションによる性能予測、実験による検証、データの学習の三項目から成る性能向上サイクルを繰り返すことにより、生体分子に匹敵する人工分子モーターの実現に挑戦します。

### 長鎖クロマチンの3D構造観察に基づく物理モデル推定

深井 洋佑

理化学研究所 生命機能科学研究センター 研究員  
同上



本研究では、ゆらぐポリマーの一分子観察データから粗視化分子モデルのパラメータを推定する系統的な手法を構築する。これをネイティブな条件下での3次元撮像が可能なクライオ電子線トモグラフィによる再構成長鎖クロマチンの一分子観察と組み合わせることで、実験データに裏付けされ修飾パターン・溶液環境を反映した粗視化クロマチンモデルを構築することを目的とする。

## 大規模魚群のメカニズム解明と社会実装のための革新的解析システム構築

馬込 望

筑波大学 大学院理工情報生命科学部 大学院生  
同上

魚群のメカニズム解明には、数値解析などの情報科学技術が重要なツールとなりつつありますが、大規模な魚群を精密かつ柔軟に解析し、それを社会実装するための統一的な方法論は確立されていません。本研究では、この課題に対応するため、「多数の局所領域の動的な高精度化」、「汎用的な大規模並列計算」および「データサイエンス技術による計算コストの削減」を包括する、汎用的なマルチフィジクス解析システムを創成します。



## がん細胞増殖を促進する動的細胞相互作用機構の解明

峯岸 美紗

京都大学 医生物学研究所 特定助教  
同上

がん細胞と周辺微小環境との相互作用は、遠隔臓器に転移したがん細胞の生存・増殖を促進すると考えられている。これらの相互作用は時間とともに動的に変化するが、その分子機構は未だ完全には解明されていない。本研究では、がん細胞と周辺細胞の遺伝子発現情報およびそれらの動態を時系列で取得し、そのデータを数理モデルと統合することで、がん細胞・周辺細胞の動的相互作用を定量的に解析・理解することを目指す。



## 事前知識を活用した多細胞系支配方程式の発見

武藤 理

愛知県がんセンター 研究所 リサーチレジデント  
同上

本研究では、生物学的知識の特徴量と細胞状態遷移のダイナミクスの双方を反映した多細胞系の支配方程式を記述・発見する新規解析手法を開発します。これにより、多細胞の複雑な状態変化を生物学的に解釈するモデルを提供し、生命現象の新たな仮説生成や細胞の予測・制御の可能性を追求します。



## 天然変性領域の多成分相分離を予測する統合的計算手法の開発

安田 一希

慶應義塾大学 大学院理工学研究所 大学院生  
同上

タンパク質の天然変性領域 (IDR) は細胞内の相分離現象により集合します。集合により発現するタンパク質の機能を理解するためには、複数種類の IDR による相分離現象の予測が必要です。本研究では、機械学習・物理モデル・分子動力学計算を融合させることで、IDR の相分離を予測する新規手法を開発します。さらに、開発した手法を大規模な配列データに適用し、IDR の相互作用ネットワークを解明します。



# トランススケールな理解で切り拓く革新的マテリアル

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/bunya2023-2.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/bunya2023-2.html)

## 戦略目標

社会課題解決を志向した計測・解析プロセスの革新

資源循環の実現に向けた結合・分解の精密制御

元素戦略を基軸とした未踏の多元素・複合・準安定物質探査空間の開拓

自在配列と機能

情報担体と新デバイス

ナノスケール動的挙動の理解に基づく力学特性発現機構の解明

トポロジカル材料科学の構築による革新的材料・デバイスの創出



研究総括

竹内 正之

物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター センター長

## 領域アドバイザー

芥川 智行	東北大学 多元物質科学研究所 教授
有馬 孝尚	東京大学 新領域創成科学研究科 教授／ 理化学研究所 創発物性科学研究センター グループディレクター
木本 浩司	物質・材料研究機構 マテリアル基盤研究センター センター長
金原 数	東京科学大学 生命理工学院 教授
龔 剣萍	北海道大学 大学院先端生命科学研究院 教授
茂本 勇	ダイキン工業(株) テクノロジー・イノベーションセンター 技師長
戸田 裕之	九州大学 大学院工学研究院 教授
畑中 美穂	慶應義塾大学 理工学部 准教授
福島 孝典	東京科学大学 総合研究院 教授
矢貝 史樹	千葉大学 国際高等研究基幹 教授
柳田 剛	東京大学 大学院工学系研究科 教授
吉田 亮	情報・システム研究機構 統計数理研究所 教授

## 研究領域概要

本研究領域は、「トランススケール」というキーワードをもとに、より良い社会を築くための革新的マテリアル創成を目的とします。マテリアルは、産学の強みであり、新しい資本主義の成長戦略全てに貢献し得る重要な基盤技術とされています。革新的マテリアルの創成には、トランススケール(ナノ～メソ～マクロ)な理解が大きな鍵を握ります。特に、機能化へのアプローチにおいてナノ領域とマクロ領域が必ずしも直結しないという大きな課題に対して、スケールを超越して挑むことに大きな意義があります。本研究領域では、構造、計算、計測、データなどの多様な分野において、基礎学問に立脚しながらも、空間的または時間的なスケール階層をまたいだ理解により、真に機能する革新的マテリアル創成を目指します。

ここでいうマテリアルには、物質、材料、プロセス、ナノテクノロジー、デバイスを含みます。具体的には、ナノ領域として、原子、分子、結晶、超分子、微粒子、透過型電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、X線、第一原理計算、分子動力学、マテリアルズインフォマティクスなどを対象とし、マクロ領域として、高分子材料、金属組織、複合材料、光学顕微鏡、有限要素法、マテリアルズインフォマティクス、プロセスインフォマティクスなどを対象とします。

研究推進にあたっては若手研究者育成の観点を重視し、異分野交流の場を設けることで、社会に貢献する先端研究を推進する研究者の育成、及び将来の連携につながる幅広い人的ネットワークの構築を積極的に図ります。

## 汎用元素を利用したカルコパイライト型半導体粒子の創製と光機能制御

秋吉 一孝

名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
同上

持続可能な開発目標 (SDGs) が目指すエネルギー問題解決に向けて、全太陽光のうち約半分を占める赤外光エネルギーの有効利用は挑戦的な課題です。本研究では、I-III-VI 族カルコパイライト型半導体の中でも鉄や銅、硫黄などの汎用元素で構成された半導体ナノ粒子に注目し、合成法及び分離・選別法を開発するとともに、高い光閉じ込め機能を有したマクロ薄膜材料化による高効率な太陽電池や光触媒の実用化を目指します。

## X線回折で見る高分子複合材料のリアルタイム内部運動

新井 達也

北海道大学 大学院先端生命科学研究所 助教  
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 助教

高分子複合材料において、ナノスケールのダイナミクスがマクロな物性と関連していることは広く知られています。そのため、ダイナミクスの直接観察手法の開発が期待されています。本研究では、分割 X 線回折強度の揺らぎの速さからダイナミクスを推定する新たな手法として DXB 法を考案しました。DXB 法を用いて様々なゴムやゲルのダイナミクスを測定し、マクロな物性と関係性を明らかにする事を本研究の最終目的とします。

## ハイブリッドソフトマテリアルの集合体物性を切り拓くナノ構造計算化学

石井 良樹

北里大学 未来工学部 講師  
同上

有機・無機分子が織りなすハイブリッドソフトマテリアルは、無機系ドメインが強固に相互作用しつつ、有機系ドメインが大きな自由度を使って柔らかく複雑なメソ集合状態を形成することで、様々な材料機能を発現します。そこで本研究では、ナノスケールの相互作用を正確に取り扱う計算化学を用いて、ハイブリッドマテリアルの1分子描像とナノメソ集合構造、マクロ物性を相互に繋ぐトランススケールな学理構築を展開します。

## SRT 材料の潤滑機構の階層的な理解と新機能開拓

大久保 光

横浜国立大学 大学院環境情報研究院 助教  
同上

トランススケールな動的界面情報を同時取得可能なオペランド計測。具体的には、[sum - mm オーダーの接触域で発現する静・動力学応答]、[μm オーダーの界面厚み] 及び [nm オーダーの分子情報] の時空間分解同時計測を実施することで、「ソフト&レジリエント・トライボロジー (SRT) 材料」の階層構造を把握し、その潤滑機構を階層的に理解します。得られた知見から、新たな SRT 材料の高機能化技術の確立を試みます。

## 予疲労変形を用いたき裂発生抑制による高強度鋼の疲労限度向上機構の解明

岡田 和歩

物質・材料研究機構 構造材料研究センター 研究員  
同上

従来の超高強度鋼は疲労限度が低く、幅広く社会実装する上で問題となってきました。本研究では、予疲労変形によってき裂発生を抑制し、超高強度鋼の疲労限度を2倍に向上させています。そこで、き裂発生メカニズムに基づいて予疲労変形による疲労限度向上機構を考察することで、「疲労き裂が発生しにくい微視組織形態とは何か?」を明らかにし、き裂発生抑制による疲労限度向上させるための材料設計指針の獲得を目指します。

## プラスチックを還元分解する革新的光触媒の創製

奥村 慎太郎

京都大学 大学院工学研究科 助教  
自然科学研究機構 分子科学研究所 助教

近年、プラスチック産業による石油の大量消費やプラスチックごみによる環境汚染が社会問題となっており、そのリサイクル技術の開発・発展は急務の課題です。本研究では主要なプラスチックであるポリエステル、光還元による新たな分解法の開発に挑戦します。具体的には、エステル還元による革新的光触媒の創製および低分子エステルの還元からポリエステルの還元分解へのトランススケールに取り組みます。

## トポケミカル電解法による熱非平衡金属間化合物の創製

吉川 聡一

東京理科大学 大学院理学研究科 助教  
同上

鑄型酸化物の構造因子やその電解還元反応条件を変えることで金属間化合物ナノ粒子を合成し、その電解形成過程をバルク解析と表面解析手法を組み合わせたオペランド分光法によりスケール横断分光計測することで、熱非平衡金属間化合物の構造制御因子を解明します。さらに、トポケミカル電解による金属間化合物の設計手法を一般化し、鑄型酸化物の結晶構造制御により新奇な熱非平衡金属間化合物の探索手法を確立します。

## 分子振動ポラリトン凝縮によるトランススケール材料創成

櫛田 創

筑波大学 数理解析系 助教  
同上

本研究は、分子振動を、1つの量子情報媒体に用よとする研究です。その上で、達成すべき命題は一般にサブピコ秒で生活する分子振動励起寿命の大幅な引き上げと、その振動子の密な集積です。化学技術を駆使することでこの2つを併せて達成し、本来は不揃いな分子振動というナノ量子多体を、トランススケールに協奏することで1つのマクロな量子として振る舞う分子振動ポラリトン凝縮の実現を目指します。

## 超音波細胞操作治療を実現するためのナノ振動核の創成

倉科 佑太

東京農工大学 大学院工学研究科 准教授  
同上

神経活動を超音波により操作し、細胞操作による治療を実現することを最終的な目標とします。そのために、生体深部で超音波を増幅できるナノ振動核を創出し、MHz帯の超音波がナノ振動核に及ぼす影響について、そのメカニズムを解明することを目的とします。これにより、非侵襲的で細胞を遠隔操作できる革新的な医療技術を生み出すための第一歩となる材料探索の研究を実施します。

## 膨張・分裂する次世代マイクロ膜小胞の創成

栗栖 実

東北大学 大学院理学研究科 助教  
同上

特定の両親媒性分子は水中で数十マイクロメートルの膜小胞を構成します。こうした膜小胞は内部に分子や化学反応を格納することで、次世代ワクチンや細胞サイズのロボット技術への応用が進行中です。本研究ではナノスケールの分子形状に着目し、その数万倍も大きな膜小胞の形状を制御することで、膨張・分裂し数百個に増殖可能な動的な膜小胞を開発します。これにより膜小胞を基盤とする科学技術群をマテリアルの力で変革します。

## スケーラブル分子強誘電体の開拓と理解

高橋 仁徳

北海道大学 電子科学研究所 助教  
同上

単次元鎖強誘電体にサイズの小さなカチオンをドーピングし、相関長を系統的に制御することで、分子レベルでチューナブルなリラクサー強誘電体群の設計指針の提示に向けた検討を行います。また分極反転ユニットの分子修飾により高密度集積させることで、新規分子性強誘電体を開拓します。さらに多価カチオン性の分子機械を作製し、単分子誘電体としての評価を行います。

## 光で実現する革新的結晶作製技術の創成

高橋 秀実

大阪大学 大学院工学研究科 招へい研究員  
大阪大学 大学院工学研究科 大学院生

レーザー光の「集める・並べる・壊す」といった工作的作用は、新たな結晶化制御法として有望視されています。本研究では、レーザーアブレーション (物を壊す) と光ピンセット (物を集める・並べる) を組み合わせた新規光学系を構築して結晶化制御を行うとともに、種々計測系を用いて結晶化原理のトランススケールな理解を試みます。これら知見を基に、結晶の形や構造を自在に造り分けられる革新的テクノロジーの創出を目指します。

## 機械学習を活用した有機固相転移の計画的創出

谷口 卓也

早稲田大学 データ科学センター 准教授  
同上

本研究では DFT を代替する機械学習ポテンシャルを用いて、効率的かつ DFT に近い精度で MD シミュレーションを行い、有機固体の未知の構造相転移を創出します。特に、温度変化および応力印加によって発現する構造相転移に注目し、計算機上でスクリーニングを実施してから実験による検証・機能評価を行います。

## 構造活性相関解析が拓く機能性高分子開発

堤 拓朗

北海道大学 大学院理学研究科 助教  
同上

豊かな生活の基盤となる革新的高分子材料の開発には実験的な試行錯誤が必要です。高分子の機能を単位構造から予測できれば、決め打ち的な高分子設計が達成されます。本研究では、単位構造の構造異性を全列挙し、孤立系・溶液系ホモポリマー群に対する数値シミュレーションと構造的特徴量の抽出により、スケールを超越した分子論的理解に基づく構造活性相関解析に取り組みます。これにより機能性高分子の設計指針を提案します。

## 有機ナノ柔軟性結晶の創成と動的機能の創発

出倉 駿

東北大学 多元物質科学研究所 助教  
同上

固体でありながら液体並みの分子運動性を有する柔軟性結晶 (PC) は、機能性材料に革新をもたらす新物質群として注目されています。本研究では、ナノ化によって分子運動性が飛躍的に向上・制御された「有機ナノ PC」を創成し、既存物質の強誘電体化や次世代全固体電池の実現に資する超多価イオン伝導などの動的機能の創発を目指します。有機ナノ PC の科学によって、エネルギー問題および持続可能な未来社会の実現に貢献します。

### 金属ナノ構造の精密合成・配列制御

**花山 博紀** 千葉大学 大学院工学研究科 助教  
同上

有機・金属ナノ構造を材料として利用する際には、ナノ構造間の相互作用が重要であり、メソスケールの配列・構造化が優れた物性発現の鍵となります。しかし、金属ナノ材料の長周期の配列制御や曲率を有するナノスケール精密構造の合成は未だ困難です。本研究では、分子集合体と金属ナノ構造のホストゲスト化学の学理を確立し、それをもとに超分子ポリマーを用いた金属ナノ構造創成やそれらの配列制御の実現を目指します。



### 光触媒機構の解明に資する電気化学セル顕微鏡の開発

**平田 海斗** 名古屋大学 大学院工学研究科 特任助教  
名古屋大学 大学院工学研究科 研究員

カーボンニュートラルに向けて、太陽光を活用した光触媒による水分解反応が注目されており、実現化のためには反応プロセスを高効率化させる開発指針が必要です。これまではマクロな電気化学測定法が広く用いられてきましたが、平均化情報での理解には限界があります。そこで、本研究では、従来の電気化学測定法の計測領域をナノスケールまで局所化した電気化学セル顕微鏡を開発し、光触媒メカニズムの解明を目指します。



### ソフトなキラリティを有するナノカーボンのネットワーク構築

**福永 隼也** 東京大学 大学院理学系研究科 助教  
同上

特異な対称性を持つキラリティ炭素性物質「ダイヤモンドの双子」をユニットとして、これを連結しネットワーク構築を目指します。内在するソフトなキラリティの制御をポイントとして、分子構造をデザインします。「一次元」「二次元」の2つの戦略で、ネットワーク化の検討を行います。得られた構造体は原子レベルの視点とメソ～マクロスケールの視点を融合して評価し、キラリティに主眼を置いて機能探索に取り組みます。



### セラミックスにおける微視的な塑性変形能の活性化

**増田 紘士** 東京大学 大学院工学系研究科 講師  
東京大学 大学院工学系研究科 助教

本研究では、加工・熱処理によって制御された転位組織がセラミックスの微視的な塑性変形能に与える影響を微小機械試験技術を活用することで評価し、塑性変形をより効果的に（例えば、低応力で大ひずみまで）引き出すための組織因子を明らかにします。



### マイクロフロー技術を用いたトポロジカル高分子の精密合成

**宮岸 拓路** 北海道大学 大学院理学研究科 助教  
同上

高分子材料において、ミクロな分子鎖の絡み合いが力学物性に強い影響を与えることが知られています。しかし、高分子のトポロジーを精密に制御する手段は限定的で、ミクロな分子鎖のトポロジーとマクロな物性を結びつけるトランススケールな理解は発展途上です。本研究ではマイクロフロー合成技術を活用することで、トポロジカル高分子材料の架橋剤のトポロジーや配列を精密に制御し、この課題を解決することを目指しています。



### 高次生体組織を構築するトランススケール材料の開発

**矢口 敦也** 東京農工大学 大学院工学研究科 訪問研究員  
東京農工大学 大学院工学部 大学院生

生命機能は、生体分子の機序から組織や器官内、また異なる器官間での連携といったマクロな視点までを包括して初めてその全容が理解されます。本研究では、このようなトランススケールに行われる生命活動の生体外再構築を可能にする、新規細胞外マトリクス代替材料の開発を行います。さらに、分子からボトムアップ的にデザインした新規材料を用いて高次生体組織を構築し、生命機能のメカニズム解明手法としての応用を目指します。



### 電場下ナノスケール制御による革新的超分子ポリマーマテリアルの創生

**渡邊 雄一郎** 京都大学 大学院工学研究科 助教  
同上

超分子ポリマーは、モノマー分子が非共有結合によって連結された分子集合体で、自己修復・パイオ・ナノテクノロジーマテリアルなどの様々な応用展開が期待されています。本研究は、分子自己集合の「電場下ナノスケール制御手法」の確立と、革新的超分子ポリマーマテリアルの創生を目的とします。スケールを超越した自己集合の制御を電場によって実現し、マテリアル創生手法としての可能性を大きく拓きます。



2024年度探採択研究者「2期生」

### イオンダイナミクスが拓くプラスチックの革新的タフ化戦略

**青木 大亮** 東京理科大学 創理工学部 助教  
同上

輸送機器の軽量化および耐久性向上に向けて、弾性率とタフネスを両立させたプラスチックのタフ化技術の確立が求められています。本研究では、弱いイオン相互作用によるプラスチックのタフ化現象に着目し、ナノスケールの分子設計とマクロスケールの力学特性を結びつける中間構造体のイオンダイナミクスを解明します。これにより、プラスチックのタフ化に関する新たなモデルと分子設計指針の構築を目指します。



### 放射光が解き明かすコロイドの高速応答

**赤田 圭史** 国立高度科学技術センター 観測部 観測課 放射光実験室 助教  
同上

コロイド分散液中の nm ~ μm サイズの粒子は、X線回折や顕微鏡観察に適さない中間サイズであるため実験的な構造測定が困難です。このようなメソスケール材料の物性を解明するため、本研究では小角/極小角 X線散乱測定 (SAXS/USAXS) を利用したコロイド懸濁液の構造計測に取り組みます。高輝度放射光を利用した時間分解のレオロジーと SAXS 測定により、高速流動場におけるコロイドの高速応答現象を明らかにします。



### 分子論的理論が拓く相分離構造の精密制御

**尾崎 弘人** 三井化学 (株) 研究開発本部 主任研究員  
同上

高分子系の相分離現象は、生物の物質生成や生命現象において、その重要性が注目されています。本研究では、高分子の分子スケールの性質を考慮し、その相分離構造を精密かつ高速に予測できる分子論的理論を構築します。今回の理論構築をもとに、分子スケールの性質制御によってメソ・マクロスケールの相分離構造を精密に制御できる技術の確立を目指し、革新的新規材料開発の加速化に貢献します。



### ナノ粒子の超音速衝突による革新的構造材料の創成

**梶原 美紀** 中央大学 大学院理工学研究科 大学院生  
同上

本研究は、ナノ粒子の超音速射出技術および粒子飛翔速度計測技術を開発し、構造材料の長寿命化、高機能化を達成することが目的です。レーザーアブレーションを利用したナノサイズかつナノ秒の動的な衝突実験法を確立し、粒子衝突における空間および時間スケールの依存性によって新しい現象の創出に取り組みます。特に、階層構造をもつ構造材料に着目し、様々なスケールの欠陥を導入してマクロな力学機能の向上を検討します。



### 自由自在な乱流制御に向けた流動場中のミセルの分裂・結合特性の解明

**小井手 祐介** 名古屋大学 大学院工学研究科 研究員 (学歴 PD)  
同上

省エネルギー化に向けて、複雑に乱れた流れである乱流を自由自在に制御することが必要不可欠です。本研究では、微量の界面活性剤を添加するだけで乱流が劇的に抑制される現象に着目します。界面活性剤が形成するミセルが流動場中でのように分裂・結合するのメカニズムを突き止めることで、分子スケールから巨視的な流れのスケールまでを意のままに操る新たな乱流制御指針を提示します。



### 二次元層状磁性体で展開するエラストマグノニクス

**河野 竜平** 東北大学 超微細加工イノベーション・スマート研究センター 助教  
同上

物性を自在に制御することは革新的デバイスの開発に直結します。本研究では「ひずみ」という汎用操作を用いることにより磁性相状態を司り、付随した動的特性の可逆自在制御を行います。バルクを凌駕する機械特性を持つ二次元層状物質に着目することで、GHz ~ THz にわたるワイドバンドな磁気共鳴周波数の変調をひずみにより実現し、超高速磁気デバイスへの道筋、すなわちエラストマグノニクスを開拓します。



### 光触媒表面の反応場設計を拓く光誘起活性種のオペランド分光

**斎藤 晃** 自然科學研究機構 分子科学研究所 若手研究者雇用特別研究員  
同上

本研究では、光誘起キャリアの生成から固体表面での分子の酸化還元反応まで様々な時空間スケールに渡って進行する光触媒反応において、光触媒の表面反応に関わる活性種のオペランド分光計測に取り組みます。特に、メタンや水といったユビキタス分子を活性化化する光誘起正孔をオペランド観測することで、表面反応の自在制御に資する表面反応場の材料設計指針を獲得し、高度に表面反応場を制御した次世代光触媒の創製へと貢献します。



### 励起子分裂に基づく革新的光エネルギー変換デバイスの創出

**佐々木 陽一** 九州大学 大学院工学研究科 助教  
同上

光エネルギー変換効率を倍増させる戦略として、特定の有機分子が示す励起子分裂が注目されています。本研究では、励起子分裂後の三重項の乖離を促すメソスケールの分子集積構造の探索と、光-物質相互作用の設計によるマクロな一重項励起子のダイナミクス制御を組み合わせた、破格の効率を示す励起子分裂型光電変換デバイスの開発を目指します。



## 液中における有機/無機材料混合系のトランススケール解析

清水 俊樹

東京農工大学 大学院工学研究科 助教  
同上

ポリマー/ナノ粒子混合材料において、ミクロな構造やダイナミクスとマクロな物性との関係をトランススケールで理解することは、革新的な新素材を創成する上で重要です。本研究では、「液中」という現実の系に近い環境において、透過電子顕微鏡その場観察技術を確立することで液中の分子論的描像を得ます。ナノスケールの情報とマクロな物性解析を組み合わせることで、液体試料に対する物性構造相関の体系的な理解を目指します。

## 分子性結晶の相転移過程に対する理論解析手法の開発

杉山 佳奈美

京都大学 大学院工学研究科 助教  
同上

分子性結晶は、構成分子がどのような配列をとるか、つまり結晶構造によって性質が変化します。ある結晶構造が別の構造へと変化する相転移では、反応前後の構造だけでなく反応過程を理解することが重要です。そこで本研究では、粗視化モデルをベースとした分子性結晶の新たな相転移経路探索手法を開発します。これを用いて、機械的刺激に反応し結晶構造が変化するメカノロミズムの機構を解析します。

## マルチスケール物性相関性の深層学習による生成的材料設計

高原 泉

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上

材料設計では、マクロスケールで発現する機能物性とナノスケールで発現する局所物性の相関関係を理解することが有効であると考えられます。本研究では、生成モデルの枠組みの中で、それらの異なる空間スケールにおける物性間の複雑な相関性を深層学習モデルに学習させ、より効果的に材料設計を行うことが可能な結晶材料生成モデルを構築することを目指します。

Non-bonding  $\pi$  conjugation: 空間的共役の解明

武政 雄大

京都大学 大学院工学研究科 特定助教  
同上

「共役」という概念は $\pi$ 共役系によって発展してきました。その一方で、結合を介さない空間的な共役に関してはまだ詳細な研究がなされておられません。ナノスケールの分子設計を元に、マクロスケールで電子系を完全に制御するには、空間的共役の理解が必要不可欠です。本研究では、空間的な $\pi$ 対称性の共役系を非共有電子対によって構築し、そのハイスループットな伝導度測定から、トランススケールな統一概念の確立を目指します。

## 高結晶性光触媒の光ナノ加工プロセスの開発

長川 遥輝

茨城大学 学術研究院 助教  
同上

高結晶性光触媒は、励起キャリアの再結合が生じやすい欠陥や歪みが少ない一方で、サブミクロンからマイクロ領域の比較的大きな粒子となることが多いです。その結果、比表面積が小さくなり、基質の吸着やキャリア移動においてデメリットが生じます。本研究では、この課題を解決するため、従来「抑制すべき」とされてきた光腐食反応を活用し、サブミクロンサイズの高結晶性光触媒に対する「光ナノ加工プロセス」の確立を目指します。

## 異形状ポリマーネットワークによる強誘電性ネマティック液晶の分極アレイデザイン

仲嶋 一真

大阪大学 大学院工学研究科 大学院生  
同上

強誘電体は現代社会に不可欠であり、アクチュエータやセンサーなど多用途に利用されていますが、その機能向上には分極ドメイン制御が重要です。強誘電性ネマティック液晶 (NFLC) は、強誘電材料でありながら液晶の流動性や自己組織性を併せ持ちます。本研究では、形状異性を有するポリマーネットワークを用いて NFLC の分極ドメイン制御を試み、ドメイン配列をデザインした高度なソフト強誘電デバイスの開発を目指します。

## 形状可変材料における双晶変形の制御手法創成

野平 直希

東京科学大学 総合研究院 助教  
東京工業大学 科学技術創成研究院 助教

双晶変形は、形状記憶効果をはじめとした様々な高機能性をもたらします。その中で本研究では、低温熱処理によって結晶構造や微細組織が変化しないにもかかわらず、マクロな変形挙動が大きく変化するチタン基形状記憶合金をモデル材とします。これにより、双晶界面の易動度の変化というマクロな現象を支配する界面近傍の変化をナノスケールに見出し、双晶界面移動に関するトランススケールな理解を試みます。

## 火炎を用いた微粒子積層膜のトランススケール設計

平野 知之

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 助教  
同上

科学技術の発展により多くの革新的な材料が開発されていますが、大量合成できない場合や、デバイスやシステム中での機能が低下してしまう場合があります。本研究では、工業規模でも使用できるプロセスを用いる材料合成と、材料の生成とデバイスの作製を一貫して行うワンステッププロセスを採用したトランススケールな材料設計技術の確立により、真に機能する革新的な材料を創製します。

## ブロック共結晶化を基盤とした二次元ブロックペロブスカイトの創製

福井 智也

東京科学大学 総合研究院 助教  
東京工業大学 科学技術創成研究院 助教

異種物質をブロック化してヘテロ接合すると、構成要素単独の状態では発現しない相乗機能が期待されます。ブロック構造体は、分子レベルで起こる事象を非線形的、相乗的に巨視的な事象へと翻訳する、トランススケールの概念を具現化するモチーフと考えています。本研究では、異種ハイブリッドペロブスカイトをブロック共結晶化する方法論を確立し、ナノのヘテロ界面が誘起する、マクロな電子・光電子的相乗機能を探索します。

## 原子間力顕微鏡による革新的電子材料計測・評価プロセスの構築

福澤 亮太

東京大学 大学院工学系研究科 助教  
同上

本研究では、電子材料物性のトランススケールな理解にむけて、ナノの立場からアプローチを行います。高い空間分解能を有する原子間力顕微鏡を用い、材料とナノプローブとの局所的相互作用力の検出することで、電子物性の局所解析を行います。静電気力の各種分光測定を大域的に取得することで、時間・空間の両スケールにわたる解析を行い、ナノ物性とマクロ物性の相互理解を目指します。

## 離散自己集合体の数理的構造制御

藤川 鷹王

京都大学 高等研究院 特定研究員  
同上

シャボン玉のように特定の物質が秩序を持って集まり、自発的に形成される構造体を「自己集合体」と呼びます。自己集合体は一般的に、対称性の高い球状構造を好みますが、この性質が材料開発における構造の多様性を制限しています。そこで本研究では、数理と化学の力の融合させて非典型的な離散自己集合体を合成し、トランススケールな集合現象制御による革新的な材料開発に挑みます。

## アラインの自在配列によるカーボンマテリアル創製

藤本 隼斗

大阪大学 大学院工学研究科 助教  
同上

芳香環が幾何学的配置で連結したカーボンマテリアルは、特徴的な物性から次世代マテリアルサイエンスにおける基盤材料として注目されています。本研究では芳香環から水素を2つ取り除いた化合物群である「アライン」を自在に配列・環化することで構造制御されたカーボンマテリアル合成法を確立し、その機能探索に取り組みます。

## 自動マイクロポンプの創発とその応用展開

松尾 宗征

広島大学 大学院統合生命科学研究科 助教  
同上

従来装置は、自己集合化にみられる平衡状態や一過性の過程に注目し、設計・開発が行われてきました。本研究では、分子が非平衡下で自発的に組み上がりはじめて発現する自動振動を応用することで、自己組織化するマイクロデバイスを開発します。分子や原子の自律性に根差した技術は、大掛かりで複雑な装置や外部からのエネルギー供給といった制約から独立しており、省資材化や省エネに寄与する革新的技術基盤になると期待されます。

## ナノとメソを統合するトランススケール重合反応シミュレーション

松本 健太郎

名古屋大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上

異なる触媒間でのポリマー交換と重合反応が同時進行する可逆的連鎖移動法 (CSP) には「分子運動と重合反応の間の時間スケールの壁」と「ナノスケールの存在である触媒分子がメソスケール空間に分布することによる空間スケールの壁」のふたつが存在します。本研究では、これらを同時に克服するトランススケールな重合反応シミュレーション手法を創成することで、CSP のメカニズム解明と新規反応系の設計指針提案を目指します。

# 次世代 AI を築く数理・情報科学の革新

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/bunya2023-1.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/bunya2023-1.html)

## 戦略目標

人間理解とインタラクションの共進化

文理融合による社会変革に向けた人・社会解析基盤の創出

信頼される AI

数理学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開

Society5.0 を支える革新的コンピューティング技術の創出



研究総括

原 隆浩

大阪大学 大学院情報科学研究科 研究科長・教授

## 領域アドバイザー

穴井 宏和	富士通(株) 富士通研究所 プリンシパルリサーチディレクター
荒井 ひろみ	理化学研究所 革新知能統合研究センター ユニットリーダー
有村 博紀	北海道大学 大学院情報科学研究院 教授
内田 誠一	九州大学 大学院システム情報科学研究院 副学長・教授
鹿島 久嗣	京都大学 大学院情報学研究所 教授
河原 吉伸	大阪大学 大学院情報科学研究科 教授
黒橋 禎夫	情報・システム研究機構国立情報学研究所 所長/ 京都大学 大学院情報学研究所 特定教授
後藤 真孝	産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 上級首席研究員
佐藤 真一	情報・システム研究機構国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授
佐藤 洋一	東京大学 生産技術研究所 教授
鈴木 大慈	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
谷口 忠大	京都大学 大学院情報学研究所 教授
寺田 努	神戸大学 大学院工学研究科 教授
原 祐子	東京科学大学 工学院 准教授
湊 真一	京都大学 大学院情報学研究所 教授
森前 智行	京都大学 基礎物理学研究所 准教授

## 領域運営アドバイザー

川原 圭博	東京大学 大学院工学系研究科 教授
杉山 将	理化学研究所 革新知能統合研究センター センター長/ 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授
土井 美和子	情報通信研究機構 監事

## 研究領域概要

様々な科学分野や産業界で生み出されている膨大なデータを活用し新たな科学的・社会的・経済的価値を創出していく上で、数学・数理学と AI 技術・情報科学とが連携・融合した新たな概念やアプローチの創出が不可欠となっています。メカニズムを抽出する数理モデル型アプローチと機械学習をはじめとしたデータ駆動型アプローチなどがそれぞれの強みを相補的に活かした革新的な次世代 AI 技術の創出を通じて、情報技術と社会・人が調和した新たな情報化社会への進化・深化が期待されます。

本研究領域では、既存の AI 技術の限界・困難を克服するため、AI 技術・情報科学および数学・数理学、その他様々な研究分野の融合・応用による AI 技術の高度化や適用範囲の拡大などの、挑戦的な研究課題に取り組む若手研究者を支援することで、新しい価値の創造につながる研究開発を推進します。具体的には、従来の人工知能を中心とする情報科学の研究課題のみならず、情報科学と数理学の双方の知見を活かしたデータ活用法、例えばニューロシンボリック、ファウンダーションモデル、ヒューマンインザループ、シンセティック AI 等を含む、AI・情報科学、数理学、その他多様な研究分野と、その応用分野からのフィードバック・交流や融合において、新しい発想に基づく、挑戦的な研究開発を進めます。さらに、量子計算など新しい計算パラダイムにおける革新的な AI 技術の確立も目指します。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワーク構築を図ります。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能 / ビッグデータ / IoT / サイバーセキュリティ統合プロジェクト (AIP プロジェクト) の一環として運営します。

## 拡散モデルによる蛋白質の立体構造集団の生成

飯田 慎仁

北里大学 未来工学部 助教  
同上

蛋白質の立体構造に関する研究は、近年により飛躍的に進歩した。しかし、現実形成しうる蛋白質立体構造の集合(立体構造集団)の予測は、現在の課題として残されている。立体構造集団を調べるための手段として、分子動力学法が有効であるが、計算コストが高い。そこで、分子動力学法の代替として、蛋白質のリアルな立体構造集団を生成する「機械学習モデル」を構築することを目指す。



## データ駆動型意思決定のためのアクション説明技術の研究

金森 憲太朗

富士通(株) 富士通研究所 研究員  
同上

機械学習の予測に基づくデータ駆動型意思決定では、その信頼性を保証するために、予測結果に関する説明を提示できる説明可能性の実現が重要な課題となっています。本研究では、ユーザが望ましい結果を得るための行動指針(アクション)を提示する反事実説明法に着目し、データ駆動型意思決定の信頼性を向上させるアクション説明技術の実現方法を、モデリング技術と最適化アルゴリズムの観点から明らかにすることを目指します。



## インタラクティブ強化学習に基づく人間参加型適応的テキスト音声合成

齋藤 佑樹

東京大学 大学院情報理工学系研究科 講師  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教

深層学習に基づくテキスト音声合成(TTS)技術は、データ駆動で多様な声を学習・合成できる一方で、一度の学習で得られた知識の範疇外の発話スタイルは再現できません。本研究では、(1)インタラクティブ強化学習に基づくTTSモデル学習アルゴリズムの開発と、(2)人間参加型の大規模方言TTS学習への応用展開により、人間との相互作用を通じて発話スタイルの適応・追加学習が可能なTTS技術を実現します。



## 仮想現実のための水中物体の質感計測と再現

岩口 堯史

九州大学 大学院システム情報科学研究所 助教  
同上

本研究の目的は水中環境の写実的な映像表現の実現です。水中では空間が媒質の水で満たされており、吸収・散乱の光学現象が起こるため実環境での計測が困難です。本研究では水中の物理現象を考慮し、質感パラメータの計測、および、自由視点生成に取り組みます。また、人間の知覚に適した表現を行うために空中画像へのスタイル変換や、質感編集についても研究を行います。



## 拡張平均場理論を用いた敵対的訓練の理論的解析

熊野 創一郎

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上

敵対的訓練は敵対的画像に対する有効な防御策として広く認知されていますが、頑健性が何に由来するのかなど、不明な部分も多いです。本研究ではまず、拡張平均場理論と呼ばれる、訓練後期のDeep Neural Networkを解析対象とする理論的枠組みを提案します。そして、この理論を用いた敵対的訓練の解析と保証を行います。本研究で提案される新たな理論と敵対的訓練の保証は、AIの社会的受容を促進します。



## 正解ラベルのない生体情報のための逆問題的アプローチ

曾我部 舞奈

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
同上

優れたAIを開発するには良質なデータセットが必要です。特に医学領域では、未知で変形を伴う現象、例えば正確な術中出血推定につながるデータセット取得は困難です。本研究では、正解ラベルを元に、精巧な質感を再現した模倣臓器から「ありうる入力データ」を逆問題的に生成、さらにActive Learningで弱点を特定しモデル精度を向上させることで、動物の犠牲を伴わない高品質なデータセット創出方法を探索します。



## 空間縮約理論に基づくサロゲートモデルの解析

岩崎 悟

大阪大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上

本研究では偏微分方程式に対する空間縮約理論を利用して、解釈性が高く理論解析もしやすいサロゲートモデルを構築することを目指します。研究目的を達成するために、(a)複雑空間領域上の偏微分方程式に対する空間縮約理論の数学的研究、(b)提案するサロゲートモデルの数値的な学習実験、(c)提案するサロゲートモデルの汎化誤差の理論的な解析、の3つの計画に基づいた研究を行います。



## 大規模代数方程式系の学習と処理

計良 宥志

千葉大学 大学院情報科学研究科 助教  
千葉大学 大学院工学研究科 助教

本研究提案では、生成的機械学習により、従来では扱うことが難しい大規模な代数方程式系の処理・求解を実現します。まず代数的諸問題への有効性を網羅的に検証し、標準的手法の対応範囲を明らかにします。検証から明確になった範囲外の問題に対して特化手法を考えます。特に大規模なゼロ次元代数方程式系の求解およびグレブナー基底計算を目標としており、数学的諸問題での生成的アプローチという新たな可能性を模索します。



## 実践的な人間参加型選択最適化法の構築とその理論保証

竹野 思温

名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
理化学研究所 基幹統合研究センター 特別研究員

定量的評価に比べ相対的な比較が容易な最適化問題は実践上数多いです。そこで、選択ベイズ最適化は少ない比較回数でのサンプル効率的な最適化を目指します。しかし、既存法はサンプル効率もしくは計算効率に問題があります。本研究は高いサンプル効率と計算効率を両立する乱択選択ベイズ最適化法の構築を目指します。さらに、実用性・信頼性を高めるため、より柔軟な選択情報の統合や提案法の理論保証の導出に取り組みます。



## 構造を持つデータの学習可能性解析による巨大深層モデルの理解

大古 一聡

理化学研究所 基幹統合研究センター 研修生  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生

現実世界のデータを低次元性と局所的な複雑性とを併せ持つものと定式化し、ニューラルネットがそれらを効率的に学習できることを最適化理論と統計理論を両立して示します。この理論を巨大深層モデルの解析に用い、事前学習での最適化から下流タスクの推論までを統一的に議論します。巨大深層モデルの成功の背後にある要素を明らかにし、モデル圧縮やデータセット構成といった実用手法への還元を目指します。



## 医師の臨床推論を支援するインタラクティブAI

小林 和馬

国立がん研究センター がん医療研究開発部 研究員  
同上

人工知能は、知的な臨床判断において専門医レベルの能力を発揮し、急速に医療現場へと普及してきています。しかしながら、一般的な医師にとって、人工知能の推論ロジックは理解困難なブラックボックスであり、本当に人工知能の出力結果を参考にして良いかの批判的吟味が出来ません。本研究では、医師に対して出力結果の根拠をインタラクティブに説明できる人工知能を開発し、これが医師の行動様式に与える効果を計測します。



## 人間とAIが理解できるインタラクティブ設計文法の構築

田中 恒彦

早稲田大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上

ゲーム産業等制作では開発の複雑さと人手不足から、生成AI活用による生産性向上に注目が集まる一方で、生成AIの説明可能性の低さ・学習データにない新しいアイデアの活用が課題となっています。本研究では、人間とAIの両者が理解しやすい文法を導入することで、既存AIの根本的課題を克服することを目指します。これにより、クリエイターがAIを完全に制御しつつ、創造性と生産性を向上させることができます。



## 製造プロセスの専門用語と数式を理解する物理モデル自動構築AIの開発

加藤 祥太

京都大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上

プロセス産業におけるデジタルツインの実現には対象プロセスの物理モデルが必要ですが、物理モデル構築には専門知識と多大な手間が要求されます。本研究の最終目的は、関連文献の自動収集、文献からのモデル構築に必要な情報の自動抽出・編集、物理モデルの自動構築を行うAIの開発です。本研究では、製造プロセスの専門用語と数式に特化した言語処理技術を開発し、物理モデル自動構築AIの実現可能性を示すことを目指します。



## 判決文を用いた法ナレッジグラフの構築および法ナレッジグラフ型マイクロAIの研究

近藤 亮磨

東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教  
同上

はじめに法ナレッジグラフのオントロジを設計し判決文データと法律データから法ナレッジグラフを自動的に構築する手法を確立する。つぎに法ナレッジグラフからグラフ構造に基づく判決文の構成要素の検索手法の検討を行う。この検索手法を応用して外部知識化された法ナレッジグラフを参照しながら回答を行う言語モデルの設計を行う。おわりに学習効率に関する評価、法実務的な評価、法社会学における通時的・共時的評価を行う。



## 公平な機械学習予測を志向した不完全データからの因果推論

近原 鷹一

日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究主任  
日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究員

融資承認や人材採用など、人に対する意思決定を機械学習で支援するためには、性別や人種など、センシティブな特徴に関して予測が公平である必要がある。その実社会応用を加速させるべく、利活用の困難な実データ(不完全データ)から、変数間の因果関係の有無・方向(因果グラフ)、および因果関係の強さ(因果効果)を推定する因果推論の基盤技術を開発し、因果関係に基づく公平かつ高精度な機械学習予測の高度化に挑む。



### 適応的学習支援のための教育的解釈性をもつ深層学習手法の開発

**堤 瑛美子** 法政大学 理工学部創生工科学科 講師  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教



近年、オンライン学習システムを用いた学習が広がり、大量の教育ビッグデータを如何に有効活用するかが課題になっている。特に、人工知能分野では機械学習を用いて教育ビッグデータを分析することにより学習者の特性や成長に合わせて適切な学習支援を行うアダプティブラーニングが注目されている。本研究では高精度に学習者の習熟度変化を推定する、教育的なパラメータ解釈性をもつ深層学習手法を開発する。

### 「ゼロから言語化」を支援するシステムの開発

**角森 唯子** 日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究主任  
日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究員



「うまく言えないけどなんかモヤモヤする」という悩みを抱えたことはありませんか?本研究では、AI技術を活用し、このような悩みを解決するシステムを作ります。本システムと対話することで、ユーザ本人すら把握していない問題や解決策を言語化することができます。システムはユーザー一人一人の異なる状況や性質に合わせて、思考を促す質問や気づきを与えるような例示を織り交ぜた対話を行い、ユーザの言語化を支援します。

### 音響世界に住む生物の生態解明に向けた環世界モデルの構築

**手嶋 優風** 海洋研究開発機構 SP 海洋環境プロジェクトチーム 特任研究員  
同上



本研究の目的は、音を主として環境を知覚しているコウモリの音の世界での生態を解明することである。しかし、生物の行動計測は、その生物の行動全体の一側面しか計測できない。そのため、コウモリが取得する音響情報を含めた行動計測とともに、多様な空間が自由に構築できる環世界モデルをベースとしたバーチャル空間のフレームワークを構築し、帰納的理解が可能な実験系を提案する。

### マルチモーダル辞書学習による先端計測のための画像再構成

**長沼 一輝** 東京科学大学 情報理工学 研究員  
東京工業大学 情報理工学 大学院生



本研究では、モデル化が困難な構造をスパースに表現する変換(辞書)をデータから学習するアプローチに基づき、「計測対象固有の構造」を再構成することを目指す。具体的には、「厳しく多様な劣化に対応できるロバスト性」と「複数ドメインの計測データを統合的に利用できる柔軟性」を備えたマルチモーダル辞書学習法を開発し、計測対象固有の構造を再構成する技術を確立することを達成目標とする。

### 深層STL生成モジュールを用いた自律制御システムの開発

**橋本 和宗** 大阪大学 大学院工学研究科 講師  
同上



本研究提案では、自動運転を代表とする自律制御システムの経路計画問題に対し、多種多様なタスクを実行できる新たな深層学習アルゴリズムの開発を目指します。特に、時系列信号の様々な時間・空間的特性を表現できる信号時相論理(STL)に着目し、周囲の環境データからディープニューラルネットワークによりSTLを抽出する深層STL生成モジュールを開発することで、説明可能性及び自律性を向上する制御システムを構築します。

### 2つのブラックボックス最適化手法を応用したコストを加味した育種計画の最適化

**濱崎 甲資** 理化学研究所 基盤技術総合センター 基礎科学特別研究員  
同上



農業において新品種を作出する上では、どの個体を選抜し交配するかなど、様々な意思決定を行う必要があります。また、その過程では、データ取得や人件費など様々なコストが生じると想定されます。本研究課題では、近年注目を浴びる2つのブラックボックス最適化手法を組み合わせることで、これらコストを考慮した上で、新品種作出による利益が最大となるように、選抜・交配戦略や育種計画全体に関連する戦略の最適化を目指します。

### ヒトとAIを繋ぐ透明な双方向インタフェースの開発

**原 彰良** 大阪大学 大学院情報科学研究科 助教  
大阪大学 大学院情報科学研究科 大学院生



ヒトとAI・ロボットの協働社会が訪れると予測されていますが、ヒトとAI・ロボット間をつなぐために必要なインタフェースの研究が遅れており、これが協働社会全体の生産効率低下の要因となります。そこで本研究提案では、ヒトとAI・ロボット間の意図伝達の効率化を目指し、意識下応答を用いた「透明な双方向インタフェース」を開発し、移動時の衝突回避をターゲットに検証に取り組みます。

### 順序でつなぐAIによる医用データセットの統合

**原田 翔太** 九州大学 大学院システム情報科学研究科 助教  
広島市立大学 大学院情報科学研究科 助教



本研究では、複数の重症度分類データセットを統合して学習することを目指します。重症度分類では、同じ疾病であっても用途や年代に応じてアノテーション指標が変化します。従来研究は指標が同一であることを前提としていますが、本研究ではデータセットの指標が異なることを想定します。具体的には、「指標が変化してもサンプル間の重症度の大小関係は不変」であることを活用して、複数データセットを統合して学習します。

### Theory, algorithms and software toward hyper-efficient Monte Carlo gradient estimation. (モンテカルロ勾配推定の超効率化に向けた理論、アルゴリズムとソフトウェアの開発研究)

**PARMAS PAAVO** 東京科学大学 大学院工学系研究科 特任助教  
京都大学 大学院情報科学研究科 特任助教



多くの機械学習アルゴリズムで確率的勾配降下法が使われていますが、その学習速度は勾配推定の精度に大きく影響されます。勾配の計算は長年バックプロパゲーションが用いられてきましたが、その手法自体を改良した研究は少ないです。本研究では、勾配推定の効率を格段に上げる新アルゴリズムの開発に挑んでいます。成功すれば、モデルの訓練コストを削減し、以前には学習が困難だったモデルも取り組める可能性が広がります。

### Incorporating Meta-information in Machine Unlearning for Large Language Models. (メタ情報による大規模言語モデルの機械アンラーニング)

**ファン インゾウ** 京都大学 大学院情報科学研究科 特任助教  
同上



本研究では、大規模言語モデルのための機械アンラーニングに着目します。訓練データに含まれる個人情報や偏見、差別などの有害情報は、プライバシーの漏洩や不適切な情報の拡散につながります。データベースから有害なデータを削除することは容易ですが、それを基に訓練されたモデルにはその影響が依然として残ります。これを解決するため、モデルから特定データの影響を除去する機械アンラーニングの開発を目指します。

### 生活行動の音声アノテーションと最適な介入に関する研究

**松井 智一** 奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究所 助教  
同上



従来の日常生活行動認識システムのほとんどは実験環境での利用が前提です。例えば、行動認識のための正解データを集めるために必要なアノテーションは単なる義務であることや、デジタルデバイスの操作を前提としているため、一般環境での受容性には課題があります。本研究では、行動認識システムの一般家庭での将来的な受容性を念頭に置いて、居住者を動機付けられる持続可能な音声アノテーションシステムの開発を行います。

### アノテーション戦略の最適化

**松尾 信之介** 九州大学 大学院システム情報科学府 大学院生  
同上



アノテーションコストとモデル性能(エラー率)にはある一定のトレードオフの関係がある。そこで本研究では、一定のアノテーションコストを条件として、エラー率を最小化できるアノテーション法の組み合わせを見出す。そのために、まずオンライン資源配分問題としての定式化とトイデータへの適用、次により実践的なタスクとして病理画像のセグメンテーション問題への適用、最後に精度保証に関する理論的考察を行う。

### 現代的統計理論によるベイズ深層学習への挑戦

**若山 智哉** 東京大学 大学院経済学研究科 大学院生  
同上



深層学習の医療や産業界における実用化に向けて不確実性の定量化や解釈性の向上は必須となりますが、それらを可能にするベイズ深層学習は、精度が高くなりづらいという難点を抱えています。本研究では現代的な高次元統計理論を応用し深層学習の数理的な理解を深めることで、高精度なベイズ深層学習に必要な事前分布やモデルの特徴づけを目指します。

### 高性能かつ高信頼な大規模分散量子計算基盤を目指して

**脇坂 遼** 京都大学 大学院情報科学研究科 大学院生  
同上



量子インターコネクトによるスケールラブルな分散量子計算は、実用的な領域で量子アプリケーションを実現する技術として近年注目されています。これに伴い、制約の多い量子計算機上で分散計算を安全かつ効率よく行うためのソフトウェア基盤が必要とされています。本研究では、大規模分散量子計算のためのプログラミング言語・コンパイラとプログラム検証手法を開発し、高性能かつ高信頼な分散量子計算基盤の構築を目指します。

### Compositionalなモデル検査によるニューロシンボリックAIの安全性保証

**渡邊 知樹** 総合研究大学院大学 複合科学研究科 大学院生  
同上



深層学習により得られた出力に従って制御を行うニューロシンボリックAIの安全性保証は重要な課題です。本研究では、近年提案者らが定式化したcompositionalなモデル検査を発展させ、ニューロシンボリックAIの安全性保証を実現します。具体的には、ニューラルネットをブラックボックス化された構成要素と見なす事で、compositionalにニューロシンボリックAIの安全性を保証することを目指します。

## 数理・学習融合モデルに基づく超ロバスト衛星画像合成

磯野 凌輔

東京科学大学 情報理工学 大学院生  
東京工業大学 大学院情報理工学 大学院生



衛星画像の空間・時間・波長解像度の間には、使用する人工衛星やセンサの違いに起因するトレードオフの関係があります。また、衛星計測の過程においては、ノイズ・外れ値・雲や霧といったデータの劣化が避けられません。本研究では、数理最適化と深層学習の融合アプローチにより、劣化を分離しながら複数の画像系列を合成することで、全解像度が高く劣化のない画像データを取得する「ロバスト衛星画像合成」の実現を目指します。

## 認知自律性の神経力学モデルの構成

出井 勇人

国立精神・神経医療研究センター 神経研究所 特任研究員  
国立精神・神経医療研究センター 神経研究所 外来研究員



自律性を有する脳モデル (AI) の構築は、人間の知能原理の解明と人間と AI が寄り添う社会の実現の上で重要なトピックですが、特定の最適化問題として理解されている脳の計算過程で自律性が創発する機序は不明です。本研究では、自発的行動生成、多感覚統合、継続学習を統合する神経力学モデルを構成し、自由エネルギー最小化における認知モード切替え (最小化する損失関数の動的調節) の観点から認知自律性の計算理論を創出します。

## ブラックボックス関数のタイトな最適化手法の最大化問題以外への拡張

稲津 佑

名古屋工業大学 大学院工学研究科 助教  
同上



実応用ではブラックボックス関数最適化が頻繁に取り扱われます。最近、IRGP-UCB と呼ばれるベイズ最適化手法が提案されています。しかし、この手法は最大化問題には適用できるが他の様々な設定へ拡張可能かどうかは未知数です。本研究では、最大化問題以外の代表的な設定であるロバスト最適化及びパレート最適化問題に対し、IRGP-UCB の拡張手法を開発し、理論保証の導出と数値実験による実践的性能検証を行います。

## 好奇心駆動型 AI のための霊長類 VR 実験パラダイム開発

岩沖 晴彦

量子科学技術研究開発機構 量子医学研究所 博士研究員  
同上



好奇心は、実世界のような不確実で明確な報酬のない環境でも、私たちを行動に駆り立てます。この好奇心メカニズムは、神経科学だけでなく AI やロボティクスなど情報学でも注目されている一方、実態は未だ明らかではありません。本研究課題では、情報学と神経科学を融合し、霊長類の好奇心を引き出す革新的な VR 実験システム開発を通じて、好奇心を生む環境とその神経メカニズムを同定し、好奇心駆動型の次世代 AI 開発への貢献を目指します。

## マルチモーダル表現学習としての創発的 LLM 間コミュニケーション

上田 亮

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



LLM が実世界ロボットにまで組み込まれようとしている現代において、人と LLM の感覚や身体の違いが言語コミュニケーションの妨げになるリスクがあると提案者は考えています。入出力のモダリティが異なる LLM 同士で共通の言語を創発させる問題設定 (マルチモーダル表現学習としての創発コミュニケーション) を考え、これからの時代の言語コミュニケーションのあり方を模索していきます。

## 楽譜の簡約と分析の相互依存性を考慮した和声分析の教師なし学習

上原 由衣

神奈川大学 情報学部 特別助教  
東京工業大学 大学院情報理工学 大学院生



人間の専門家は限られた学習からシンプルに記述可能な経験知を得ており、生成過程がブラックボックスで人間には理解できない大規模 AI とは対照的です。クラシック音楽の和声理論はそのような人間の知識の好例です。本研究はクラシック音楽を題材に、少量かつ複雑な楽譜データからの特徴簡約と系列モデリングによる法則性獲得を同時に行う方法を開拓します。

## 現実環境での評価を通じた最適化の安全性改善のための理論と応用

内田 絢斗

横浜国立大学 教育推進機構 特任教員 (助教)  
横浜国立大学 教育推進機構 特任助教



医療分野や工学分野で現れる最適化問題では、解の評価を現実環境で行う場合がありますが、その評価時に危険を伴う問題が存在します。シミュレータの活用により危険な評価が回避されてきましたが、その制作コストや Sim-to-Real への対応などの課題に直面しています。本研究では、現実環境での危険な評価を回避する安全な最適化の実現を目指し、最適化の安全性に関する理論構築ならびにアルゴリズム開発に取り組めます。

## 大規模言語モデルを用いた臨床記録の診断推論

王 博文

大阪大学 ヒューマン・メタブ・& 脳研究拠点 特任研究員  
同上



大規模言語モデル (LLM) は最近、医療分野を含む幅広いタスクとアプリケーションにわたり優れた機能を発揮しています。GPT-4 などのモデルは医療に関する質問への回答に優れていますが、実際の臨床現場で複雑なタスクを処理する際には精度と解釈可能性が不足しています。この研究では、LLM に基づく構造化された方法を使用して診断結果を明確かつ論理的に推論するとともに、診断結果の精度と解釈可能性を向上させることをめざします。

## テキスト資源に頼らない音声対話システムの構築

神藤 駿介

東京大学 大学院情報理工学系研究科 学術専門職員  
同上



本研究では、テキスト資源に頼らず音声資源のみを学習に用いて音声対話システムを構築する方法を検討します。既存のシステムは意味の通ったやり取りを十分に行えないという課題があり、本研究では音声信号から教師なしで単語に近い単位を抽出することでこの課題の解決を目指します。本研究を通して音声対話システムを多様な文化圏・ドメインへ拡張することで、インクルーシブな AI 社会の実現への一助となることが期待されます。

## 聴覚フィードフォワードによる声質の体得

國見 友亮

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 大学院生  
同上



本研究では、生体信号に含まれる未来音声情報を利用し、発話よりも先行して発話内容が聴覚提示される聴覚フィードフォワードを実現します。また、聴覚フィードフォワードを利用することで、自身が喋ろうとした発話内容が他者音声で合成され聴覚提示されるシャドーイング体験によって、聴覚提示される任意の声質に対する没入感が向上し認知変化が生じるか、また認知変化を引き起こす声質を体得することが可能か検証します。

## 視覚的説明が可能な対話的画像生成手法

小杉 哲

東京科学大学 総合研究院 助教  
東京工業大学 科学技術創成研究院 助教



本研究では視覚情報を用いて複雑な概念や情報を可視化したものである「視覚的説明」を自動生成する手法の実現を目指します。視覚的説明が生成可能な画像生成モデルと対話的な視覚的説明生成のための言語モデルを組み合わせることでユーザーの理解や要求に応じたカスタマイズ可能な視覚的説明を提供します。教育や医療、ビジネスなど様々な場面における人と人の情報伝達に革新をもたらすことが期待できます。

## 科学的発見を促す深層変数選択技術の創出

澤谷 一磨

東京大学 大学院経済学研究科 大学院生  
同上



本研究では、複雑な実世界の観測から変数間の関係性を推論するための挑戦的な課題に取り組みます。具体的には、変数選択法の主な構成要素である「(i) 目的変数に対する各候補変数の重要度スコアの導出」及び「(ii) 計算されたスコアの適切な閾値処理による変数選択」の二つを深層を含むニューラルネットワークの理論的洞察から精緻化しつつ、既定水準以下に偽発見率を制御できる科学的発見の方法論の実現を目指します。

## 時空間データの理解と検索のためのマルチモーダル AI

庄子 和之

名古屋大学 大学院工学研究科 大学院生  
同上



本研究では、自然言語を介した移動データ理解のため、移動データと自然言語のマルチモーダル AI (MobAI) を開発します。MobAI は、分析者の移動データに対する意味理解を支援し、非分析者の移動データ利活用を促進するものです。これまで障壁だった移動データ分析の難解さと企業間データ共有のプライバシー問題を解決し、都市計画や商業戦略の策定など、様々な分野でのデータ駆動型意思決定を支援することを目指します。

## 人間と予測モデルの協働を支えるモデル更新技術の研究

鈴木 浩史

富士通 (株) 富士通研究所 研究員  
同上



予測モデルを用いた意思決定において、ユーザは次第に予測の信頼性を推測できるようになる一方で、予測モデルは精度管理のための更新を行うことがあります。このとき、少なからず予測の傾向が変化し、ユーザは従来通りに信頼性を推測できないため、生産性の維持は容易ではありません。本研究では、予測結果と根拠の変化に着目し、ユーザが信頼性の推測を修正しやすく、生産性の維持が容易な予測モデル更新の実現を目指します。

## 無意識動作の AI への委譲による拡張身体操作

高下 修聡

東京大学 大学院情報学術府 大学院生  
同上



本研究では、人の無意識的な動作を主体に変わり AI に制御させることで、意識的な操作入力を時分割的に複数の代理身体 (アバター) 部位上で行えるようにし、生得的身体よりも大きい自由度を持つ拡張身体の実現を目指します。人の意図を反映する予備動作からそれに続く動作を予測・再生する AI システムと、複数の身体部位に対する操作切り替えを補助する力覚提示システムを組み合わせ、操作入力の時分割を可能にします。

## 学習システムの説明・理解に向けた変分推論法の開発

高橋 昂

東京大学 理学系研究科情報学専攻 助教  
同上



学習時の振る舞いを理論的に説明・理解することはデータ科学の根幹を成す要素の1つです。これまでの理論解析は設定の詳細に依存しない基本的性質の解明を探求してきましたが、学習タスクが複雑化し、現実に出会う個別の設定における振る舞いを予言することは困難となっています。本研究では、個別の設定における振る舞いを近似的に説明する数理モデルを推論する枠組みを構築し、現実と理論の橋渡しをする方法論の確立を目指します。

## 情報理論的下界を達成する圧縮データ構造の開発

西本 崇晃

理学部 情報科学専攻 助教  
同上



近年では計測技術の発展により、処理すべき文字列データが爆発的に増加しています。大規模データを現実的な時間で処理するには、データに対するクエリ（質問）を処理するデータ構造が重要です。データ構造の使用メモリ量はデータ圧縮を活用することで削減できますが、使用メモリ量には最適領域という情報理論的下界が存在します。本研究では最適領域を達成し、かつクエリを高速に処理できる圧縮データ構造を開発します。

## 個人の知覚や嗜好を学習するパーソナルフードアプリケーションシステム

宮武 大和

埼玉大学 理工学研究所 大学院生  
同上



近年、食生活の多様化や健康意識の向上によりパーソナライズドフードの需要が急増しています。従来のシステムはデータベースに基づいて食品を提供しますが、個人の味覚や嗜好は異なるうえ時間経過で変化するため、個別最適化が求められています。本研究では、個人の嗜好を学習するAIと味を制御するフードアプリケーションシステムを開発し、個別の食品の味を個人に合わせて最適化するシステムを構築することを目指します。

## ラケットスポーツの戦術的シーン理解のための動的な連携メカニズムの解明

丁寧

名古屋工業大学 大学院情報工学研究科 助教  
同上



本研究は、ラケットスポーツにおいて、戦術変化に対応する選手間の連携メカニズムを明らかにし、戦術的シーンの解釈を実現することを目指します。まず、戦術変化に対応する選手間の連携メカニズムを強化学習で学習し、次に、戦術的シーンにおける質問応答を策定し、マルチモーダル Transformer を用いて汎用的なラケットスポーツの戦術的シーンを解析するモデルを構築します。

## 乳幼児の発話誤りの模倣に基づくマルチモーダル言語獲得モデル

芳賀 あかり

奈良先端科学技術大学院大学 先端技術研究科 大学院生  
同上



近年の大規模言語モデルの精度は飛躍的に向上しているものの、学習に膨大なデータを必要とします。一方で子供は低リソースで言語を獲得可能であり、第一言語獲得の分野では、特に子供の言語獲得過程の誤りが効率的な言語習得に重要であると示唆されています。本研究では、視覚的な情報と言葉を結びつける際の子供の代表的な誤りや模倣することで、マルチモーダル言語モデルの学習効率化を目指します。

## AIにおける対称性: 次世代AIのための組合せ位相的方法

モンタキョウト ヨアフ

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 特任研究員  
情報・システム研究機構 国立情報学研究所 博士研究員



人工知能の予測手法は人間の応答の模倣に優れていますが、形式的・論理的推論には依然課題があります。本研究では、複雑な数学構造のAIへの適用方法とその特性的な検証、およびこれらの構造を用いたAIの推論計算の加速について新たなアプローチで探究します。この革新的な取り組みにより、AIの論理推論能力を向上させる理論的基盤を確立し、より洗練された意思決定システムの開発に貢献することを目指します。

## 確率的ブロックモデルに基づく高次コミュニティ構造の推定と可視化

中嶋 一貴

東京都立大学 システムデザイン研究科 助教  
同上



3人以上の個人の間の高次の相互作用を伴う社会ネットワークをハイパーグラフにより表現し、密に相互作用し合う個人の集団、つまり高次コミュニティ構造を正確に推定および可視化する技術が求められています。本研究では、現実のハイパーグラフの構造的特徴を考慮して高次コミュニティ構造を推定する確率的ブロックモデルを提案し、推定した高次コミュニティ構造を正確に保存したままノードを低次元空間に埋め込む方法を開拓します。

## 不確実性を乗り越える高速自律移動体の安全強化学習

本田 康平

名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
名古屋大学 大学院工学研究科 研究員



本研究は高速自律移動体制御のためのオンライン安全強化学習フレームワークの構築と実機適用に取り組みます。高速領域における不確実なダイナミクス・安全制約モデルに対応するために、強化学習と確率推論型最適制御を駆使することで、安全制約を満たしながら適応的に最適な方策を獲得します。結果として、超人間的な制御を安全に実機環境で学習することが可能な「信頼される高速自律移動制御AI」の実現を目指します。

## 構文と意味の統合を基盤としたLLMによる創造的言語使用の探求

山木 良輔

立命館大学 大学院情報工学研究科 大学院生  
同上



本研究では、組み合わせ範疇法に基づく構文解析モデルである Holographic CCG と大規模言語モデルを統合し、これらのモデルを相互に対話させることで、人間に固有の認知機能である言語の創造的使用のメカニズムを計算論的に明らかにすることを目指します。これにより、人間の認知機能に関する学術的理解を進展させるとともに、AIによる高度な言語使用およびAIアライメントの向上を実現します。

## 学習とデータ圧縮に関する計算複雑さ

七島 幹人

東京科学大学 情報理工学 助教  
東京工業大学 情報理工学 助教



学習アルゴリズムが予測のために用いる仮説の記述の簡潔さと、その仮説を発見するために必要となる計算量、及び、学習アルゴリズムの能力に対する理論保証とデータの圧縮可能性の関係の解析を中心とした研究を行います。得られた結果を元に、NP 困難性に基づく暗号の安全性証明という重要未解決問題の本質的進展と、理論計算機科学のアイデアを取り込んだ革新的学習アルゴリズム構成・活用法の創出を目指します。

## 完成絵を分解可能な描画系列生成AIの構築

真殿 航輝

早稲田大学 理工学術院 講師(任期付)  
同上



趣味として絵画を嗜む人・画家・伝統技術後継者など様々なユーザーへの補助を対象とした生成AIが盛んに研究されています。絵の生成はAIを通して出来るようになりましたが、絵から書き方を生成する描画系列生成は、不良設定問題でありユーザーが満足する精度が出ていません。本研究では人間の描画データから書き方として最もらしくなるように描画系列推定の最適化を行い不良設定問題として解けるような新しいAIの開発に取り組みます。

## データの有限性を考慮した力学系学習理論の拡張

山田 泰輝

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



信頼されるAIの開発に貢献してきた、AIの汎化性能と解釈性に関する研究は、それぞれデータの量と質の有限性を考慮した保証の取り組みとして理解できます。本研究では、「データの有限性のもとでAIのどのようなふるまいを保証できるか」というメタ的な問いに、力学系の学習タスクを分析することで取り組みます。タスクに内在する数理構造の研究により、実際に学習可能で、かつ我々が解釈可能な知能の特徴づけに挑戦します。

## 統計理論に基づく注意機構の能力解明と効率化

西川 直輝

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



深層基盤モデルのスタンダードとして活躍する Transformer は、注意機構と呼ばれる計算量が大きい手法に依存しています。省コストな代替手法が数多く提案されていますが、それらの能力は注意機構には及びません。本研究では、注意機構と代替手法の能力を統計理論に基づいて解明します。注意機構を代替手法で置き換えても性能が落ちない状況を明らかにすることで、効率のかつ高性能なネットワークの設計を目指します。

## 報酬に依存しない査読と査読者推薦の仕組みの提案

三浦 千哲

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上



12年ごとに論文数が倍加する中で研究の質を担保するため、適切な研究評価(査読)者を効率的に探す技術に注目が集まっています。本研究では査読と引用の共通点に着目し、研究者が相互に引用する中で査読を進める方法を拡張し、GNNを用いて大量の論文から適切な査読者を選定する方法を提案します。この新しい査読は別な研究の一部として進められるので、従来査読に割く年間1億時間超を、研究に振り向けられると期待されます。

## LLMでの日本語医療テキスト生成信頼性向上

Li Zihui

東京大学 情報基盤センター 特任助教  
同上



AIは医療分野で重要な役割を果たしており、医療の質向上に貢献するタスクや治療のアドバイスを提供するタスクに役立っています。本研究では、医療に関する質問により正確に答えることができるように、医療知識グラフを活用した大規模言語モデルを使って、AIの性能向上を目指します。また、他の医療テキスト生成のタスクにも応用し、高品質な日本語の医療データセットを作成して、AIの医療分野でのパフォーマンスを改善します。

# 生命現象と機能性物質

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/bunya2022-1.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/bunya2022-1.html)

## 戦略目標

老化に伴う生体ロバストネスの変容と加齢性疾患の制御に係る機序等の解明

ヒトのマルチセンシングネットワークの統合的理解と制御機構の解明

革新的植物分子デザイン

細胞内構成因子の動態と機能

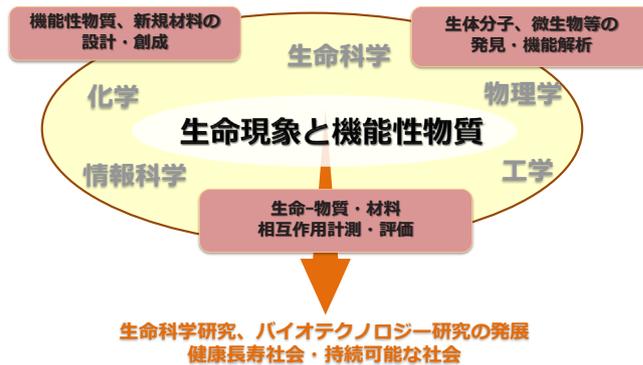
多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出

ゲノムスケールの DNA 合成及びその機能発現技術の確立と物質生産や医療の技術シーズの創出

実験とデータ科学等の融合による革新的材料開発手法の構築



研究総括  
豊島 陽子  
東京大学 名誉教授



機能性物質の観点からのアプローチを中心に  
あらゆる生命現象を解明・制御・応用する研究が対象  
新たな物質・材料の創成、評価だけでなく、機能が解明されていない  
生体分子、微生物等の発見や機能解析（と将来的な活用）も含む。

## 領域アドバイザー

秋吉 一成	京都大学 大学院医学研究科 特任教授・名誉教授
大河内 美奈	東京科学大学 物質理工学院 教授
加納 純子	東京大学 大学院総合文化研究科 教授
清末 優子	関西医科大学 附属生命医学研究所 学長特命教授
糸 昭苑	東京科学大学 生命理工学院 教授
小泉 智信	理化学研究所 創薬・医療技術基盤プログラム 副プログラムディレクター
関谷 毅	大阪大学 産業科学研究所 教授
津本 浩平	東京大学 大学院工学系研究科 教授
沼田 圭司	京都大学 大学院工学研究科 教授
林 智広	東京科学大学 物質理工学院 准教授
船津 高志	東京大学 名誉教授
三浦 佳子	九州大学 大学院工学研究院 教授
本橋 ほづみ	東北大学 大学院医学系研究科 教授
山崎 真巳	千葉大学 大学院薬学研究院 教授

## 研究領域概要

バイオテクノロジーは我が国の未来の競争力の鍵を握る重要な基盤的技術分野であり、健康長寿社会の実現や持続可能な社会システムの構築に向けて更なる発展が求められています。また、新型コロナウイルス感染症の蔓延とその社会経済的影響を受け、今後も起こりうる感染症の脅威を低減する方策が求められています。これらの課題に対応するために必要となるバイオテクノロジーの発展には、生命現象への更なる理解を深めて課題解決に寄与する新たな機能を持つ物質・材料の創成や、それらを計測・評価する技術の開発が必要です。そのような観点から、独創的なアイデアを持ち次世代を担う優秀な若手研究者を支援し輩出していくことが不可欠です。

本研究領域は、「生命現象」、「機能性物質」という2つのキーワードの下に、多様な分野にわたる挑戦的な若手研究者による新しい価値の創造につながる基礎的な研究を推進します。具体的には、「生命現象」に関連する新規物質・材料の設計・創成及び生体分子や微生物等の発見や機能解析、活用など生命現象の解明・制御・応用に関する研究を対象とします。また、物質・材料と生体の相互作用に関わる計測や評価に関する研究も含まれます。これらの研究に貢献する生命科学、化学、工学、物理学等の幅広い分野において、「機能性物質」を基軸として、医療・健康分野や生命現象の解明等の研究に貢献しうる物質・材料の研究について、新しい発想に基づいた挑戦的な構想を支援していきます。

研究推進にあたっては研究者育成の観点を重視し、異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究者の育成、及び将来の連携につながる幅広い人的ネットワークの構築を図ります。

## シグナル伝達物質として機能するDNAを介した細胞間コミュニケーション

石橋 公二郎

金沢大学 がん進展制御研究所 助教  
同上



多細胞生物である私たちの身体は、細胞同士が互いにコミュニケーションを取り合うことにより緻密に制御されています。本研究では、細胞間コミュニケーションにおけるDNAの機能に着目し、「機能性DNAを介した細胞間コミュニケーション」という新たな概念を提案します。さらに機能性DNAを自在に操作することにより、発生段階から疾患に至るまで多細胞生物における様々な生命現象を制御することを目指します。

## 老化に関わる新規非標準的翻訳産物の同定

大久保 周子

京都大学 iPS細胞研究所 特定研究員  
同上



近年、細胞内の翻訳産物には、標準的翻訳産物と通常の翻訳機構とは異なる生成過程を経る非標準的翻訳産物が存在することが明らかになりました。これら未同定の非標準的翻訳産物はヒトの老化に関わる機能性物質を含んでいると考えられます。そこで、早老症モデルiPS細胞を用いた横断的マルチオミクス解析を行い、老化に関わる非標準的翻訳産物や現象を同定し、その機能を明らかにします。

## ゲノムの異常機構を狙い撃つ放射性白金化合物の開発

尾幡 穂乃香

量子科学技術研究開発機構 量子医学研究所 研究員  
北海道大学 大学院生命科学部 大学院生



Auger電子はナノスケールで作用する放射線であり、放出する放射性同位元素(RI)を化学修飾して標的薬剤として機能させることで、分子レベルで作用制御された新しい放射線治療が可能となります。本研究では、DNA結合性に優れた白金のAuger電子放出RIをベースとし、がんの異常なゲノム機構に関わる因子を標的とする放射性白金化合物を開発することで、がん細胞の急所を狙い撃つ次世代量子科学技術創成に挑みます。

## コアセルバートを基軸とした抗体の細胞内導入と相分離制御

川口 祥正

京都大学 化学研究所 助教  
同上



細胞内液-液相分離の形成には天然変性タンパク質が重要な要素であることが知られています。抗体は高い抗原認識能を持つことから、天然変性タンパク質をも自在に制御可能です。しかし、抗体は膜透過性がないことから生細胞で細胞内を標的とすることは困難です。そこで、本研究では、高効率かつ高汎用的な抗体の細胞内導入プラットフォームとしてペプチド-抗体コアセルバートを確立し、細胞液-液相分離の制御を目指します。

## カルボラン集合体を用いたアプスコパル効果誘導と難治性がん治療応用

河崎 陸

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 准教授  
広島大学 大学院先進理工系科学研究科 助教



本研究では、転移がん治療など難治性がん治療への応用が期待されているもの誘導法が確立されていないBNCTによって誘導されるアプスコパル効果の誘導法にナノテクノロジーを用いて挑みます。そこでナノ集合体の大きさ・形態・キラリティを制御能に加えて、タンパク質複合化能をもつカルボラン集合体を用い、免疫チェックポイント阻害剤とホウ素薬剤を腫瘍組織への効率的な送達によりアプスコパル効果の誘導を実現します。

## 内在及び人工アミノ酸センサーの同定と開発

小坂元 陽奈

理化学研究所 生命機能科学研究センター 基礎科学特別研究員  
同上



アミノ酸の感知は変化する栄養環境に適応するために欠かせません。本研究では、非必須アミノ酸チロシンの感知により引き起こされる飢餓適応応答のメカニズム解明を目的とします。チロシン感知実体同定のために行う候補核内受容体の機能評価やゲノムワイドスクリーニングに加え、細胞内チロシン動態をモニターできる人工in vivoアプタマー型バイオセンサーの作出により、体内アミノ酸の挙動や機能の明瞭な理解を目指します。

## 植物免疫誘導性の抗線虫物質とその合成遺伝子の同定

佐藤 一輝

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 助教  
理化学研究所 基礎機能科学研究センター 基礎科学特別研究員



植物はさまざまな代謝物を生産して外敵から身を守っていますが、線虫感染に対抗してどのような防御物質を生産しているのかは理解が進んでいません。本研究では、線虫抵抗性台木として農業利用されているトルパムという植物を対象に、抗線虫物質とその合成遺伝子の同定、さらに異種植物への線虫抵抗性の付与に挑みます。本研究の成果は、植物由来の抗線虫物質によるヒト環境に優しい新たな線虫制御技術の基盤となります。

## ナノ薄膜による生体脳の超広範囲光計測法の確立と疾患モデルへの応用

高橋 泰伽

東京理科大学 先進工学部 助教  
自然科学研究機構 生命創成研究センター 特別研究員



脳機能や神経疾患を理解する上では、神経細胞一つの活動だけではなく、脳の多領域間の機能連関を計測する必要があります。本研究では、透明で生体適合性を有するナノ薄膜に加え、補償光学技術、新規細胞標識法を活用し、マウス脳の最前部から最後部までの超広範囲を単一神経細胞の分解能でin vivo光イメージングできる新規手法の開発を行います。最終的に、新規手法を疾患モデルマウスに応用し、病態の解明を目指します。

## オプト・オミクスが明らかにする脳内微小環境と癌細胞の分子基盤

辻 貴宏

名古屋大学 大学院医学系研究科 客員研究員  
名古屋大学 大学院医学系研究科 特別研究員



生体内イメージングは現象を可視化するのに優れる一方で、捉えた現象の分子基盤を探索することはできません。私は生体内で時空間的に観察された1細胞レベルでの細胞の形態変化・動態観察から、注目した細胞の網羅的発現データを抽出できる新しい方法論「オプト・オミクス」を核とした解析技術を構築します。イメージングから癌の治療標的をハイスループットに同定することを目標とし、さらに他分野への展開を目指します。

## 臓器間・異種間相互作用を再現できるヒト腸肝モデルの開発

出口 清香

京都大学 iPS細胞研究所 特定助教  
京都大学 大学院医学研究科 大学院生



マイクロ流体デバイス上に肝細胞および胆管上皮細胞を搭載し、胆汁酸代謝能を有する肝臓チップを開発したのち、マイクロ流体デバイス上に腸管上皮細胞を搭載し、腸内細菌と共生可能な腸管チップを開発します。その後、作製した肝臓および腸管チップを連結した腸肝循環チップを開発することで、腸肝循環の再現を行い、胆汁酸組成の変化等が肝臓および腸管チップの機能に及ぼす影響を明らかにします。

## ゲノム情報と創薬をつなぐ局在評価法の構築

富永 直臣

山口大学 大学院医学系研究科 助教  
同上



多くのゲノム情報が蓄積され、遺伝子配列の変異や多様性が明らかになりました。細胞膜に局在するタンパク質は、僅かな変異によって局在量が減少若しくは消失し、疾患発症に至る場合があります。この変異による局在量変化を素早く定量する標準手法が求められています。本研究では、膜タンパク質の局在量を定量し、かつ薬剤スクリーニングに応用可能な新たな手法を開発します。

## 膵島の若返りによる糖尿病の予防・治療

平野 利忠

東京大学 大学院医学系研究科 客員研究員  
東京大学 医学部研究所 特任研究員



加齢性疾患である糖尿病の治療法の開発は高年齢が進む我が国にとっては喫緊の課題です。本研究では、加齢とともに蓄積する老化膵島細胞に着目し、その特徴を網羅的に解析することで老化に重要な分子や経路を同定します。また老化膵島細胞にリプログラミングを誘導することで、同定した老化特性の若返りを行います。さらにリプログラミングを標的としたスクリーニングにより、糖尿病の革新的な予防・治療薬を探索します。

## 老化ダイナミクスを駆動する遺伝子カスケードの同定

廣木 進吾

東京医科歯科大学 基礎医学研究分野 研究員  
同上



老化は特有の時間パターンで進行します。では、何がこの時間パターンを形作っているのでしょうか?本研究では、ある遺伝子の変化が別の遺伝子変化につながるという連鎖的変化=遺伝子カスケードがその主要な機構であると仮定します。この仮定をもとに、寿命の短い線虫について、生涯にわたり数時間ごとの網羅解析を行うことで、老化時の遺伝子変化の順序を記述し、当該遺伝子カスケードを同定することを目指します。

## 機能拡張を目指したユビキノン制御機構の解明

廣瀬 健太郎

国立循環器病研究センター 研究所 非常勤研究員  
国立循環器病研究センター 研究所 上級研究員



コエンザイムQの別名としても知られるユビキノンは、心不全への治療効果が期待される脂溶性分子ですが、その制御機構は不明な点が多くあります。我々は、機能未知のユビキノン結合タンパク質がユビキノンの機能を抑制的に制御する可能性を見出しています。そこで本研究では、このユビキノン結合タンパク質の機能を初めて解明します。そして将来的に、ユビキノンの機能拡張による新たな心不全治療薬の開発を目指しています。

## 光で制御されたアミノ酸膜輸送の分子機構の解明

福田 昌弘

東京大学 先端科学技術研究センター 助教  
東京大学 大学院総合文化研究科 特任助教



光遺伝学は、光によって生命現象を操作する技術であり、神経科学などの基礎生物学分野のみならず近年ではヒトの疾患治療にも応用されています。本研究では、光によって多様な物質を任意の方向へ輸送することができるという高い応用性と拡張性を兼ね備えた革新的な光遺伝学ツール開発をめざします。この目標達成のために、私はこれまで自身が培ってきた構造生物学、生化学、分光学などの技術と経験を応用します。

## 糖転移酵素活性検出蛍光プローブの開発による疾患バイオマーカーの探索と創薬への展開

藤田 恭平

東京大学 大学院医学系研究科 助教  
同上

生体内で糖鎖を合成する糖転移酵素の活性は様々な生命現象や疾患を説明する上で非常に重要ですが、それらに対して未だ有用な検出系が確立されていないことは糖鎖生物学における長年の課題です。本研究では、新たな糖転移酵素活性を検出可能な分子プローブを設計・開発することで、疾患に関連するバイオマーカー酵素活性とその阻害剤の探索を試みると共に、ケミカルバイオロジーという観点から糖鎖生物学の理解を目指します。



## ナノ粒子型タンパク質分解誘導剤の活用

横尾 英知

京都府立医科大学 大学院医学研究科 客員講師  
京都府立医科大学 大学院医学研究科 助教

タンパク質を分解して機能を抑制するタンパク質分解誘導薬は、医薬品や基礎生命科学ツールとして期待されています。その一つであるPROTACには、医薬品応用を目指す上で適切な量を適切な場所へ届ける送達技術が必要となります。また、細胞内に発現するE3に応じて分解活性が変化する課題があります。これらの克服を目指してPROTACをナノ粒子化し、E3の機能を制御できるナノ粒子型PROTACを開発します。



## Epigenomeから説明する突然変異率の非一様性

香取 真知子

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上

ゲノム全体において突然変異率が非一様であることが明らかになっています。しかしその全貌の理解のためには、エンハンサー領域のような既存のゲノムの分類よりも高解像度で分類可能な説明変数を抽出し、包括的に解析する必要があります。本研究では染色体3D構造といったマクロな視点から、エピゲノムの局所的パターンといったミクロな視点を統合することで変異率に寄与する特徴量を記述し、変異率の非一様性の生成機構に迫ります。



## 新規細胞内分解経路を介した老化制御の研究

藤原 悠紀

大阪大学 大学院連合小児発達学研究所 助教  
同上

私たちはこれまでリソソームによる新たな細胞内分解経路を発見、「DUMP」と名付け、その機能不全に起因する細胞内タンパク質の蓄積・凝集を伴う進行性疾患などと共に報告してきました。本研究においては、これらに関する予備データを足がかりにDUMPのメカニズムとその細胞内恒常性への寄与の解明、およびその加齢性疾患と老化の予防・治療につながるDUMPを誘導する化合物・方法の探索を目標とします。



## 新規モデル動物による異常ミトコンドリアspreadingの詳細解明

石野 貴雅

岡山大学 学術研究院医歯薬学域 研究准教授  
千葉大学 大学院医学研究院 特任研究員 / 大学院生

ミトコンドリアはエネルギー産生などを担う細胞内小器官で、その異常が様々な疾患に関与することが明らかになってきています。本研究では新しい動物モデルで様々な解析技術を用いて異常ミトコンドリアの全身への広がりとそのに伴う機能的な変化を解明します。本研究を通じてミトコンドリア異常に関する新しい概念を確立し、ミトコンドリア異常が寄与する疾患の理解を深め、新しい治療法の創出を目指します。



## 構造型転写オペロンを形成する分子基盤の解明と自在制御

川崎 洸司

東京大学 定量生命科学研究所 特別研究員  
同上

遺伝子発現はエンハンサーと呼ばれるゲノム中の調節領域を介して緻密に制御されています。近年、エンハンサーは複数の遺伝子を同時に制御する「トポロジカル（構造型）オペロン」と呼ばれる未知のゲノム構造化単位を形成することが示唆されています。本研究では、トポロジカルオペロンの形成を介したゲノムの動作原理をライブイメージングベースの手法でハイスループットかつ定量的に解析する新たな計測系の開発を目指します。



## 特異的分子認識場のデータ駆動型設計

松長 遼

東京大学 大学院工学系研究科 助教  
同上

抗体は生物が体内で自ら創り出す分子認識素子です。動物免疫を用いれば目的の抗体を取得できることが多く、これまで物理化学的観点でから抗体が設計されることはありませんでした。一方で、標的に対して特異的に結合する低分子化合物は、物理化学的解析に基づいて設計されます。本研究では、この特異的低分子化合物設計方法から着想し、ハイスループットな物理化学的解析によるデータ駆動型の抗体設計方法の確立を目指します。



## 細胞外マトリックスが駆動する上皮組織の発生と恒常性

大町 紘平

理化学研究所 生命機能科学研究センター 基礎科学特別研究員  
理化学研究所 生命機能科学研究センター 研究員

細胞外マトリックス (ECM) は、量・組成・沈着パターンを時空間的に変化させ、細胞形質・挙動を制御すると考えられています。しかし、ECMを可視化・計測・操作する手段が乏しく、時空間変動の情報は決定的に欠けている。本研究は、生体内で細胞の挙動とECM分子の動きを可視化すること、ECM組成を時空間的に操作し、細胞の挙動と組織形態を解析することで、ECMが駆動する上皮組織の発生・恒常性のしくみを理解する。



## ランタンパク質の創生と生体機能の多重計測

河谷 稔

東京科学大学 生命理工学院 特任助教  
東京工業大学 生命理工学院 特任助教

蛍光タンパク質を用いた生体分子イメージングでは、幅広い蛍光スペクトルの重なりが原因で同時観察可能な色数が限られるという課題があります。本研究では、ランタンパク質の狭帯域性に着目し、蛍光よりも同時多重検出に優れたランタンイメージング法での観察に適した多色の「ランタンパク質」を独自の分子設計によって開発し、多様な生命現象を同時観察する基盤技術の確立を目指します。



## 神経間シナプス接続捕捉システムが明かす「時刻」の出力回路基盤

三宅 崇仁

京都大学 大学院薬学研究所 助教  
同上

私達は毎日睡眠覚醒のサイクルを繰り返し、体内では体温・ホルモン等の概日変動リズムが刻まれています。これらは脳の視交叉上核SCNを中核とした体内時計システムの恩恵です。本研究ではSCNを起点とする神経回路が生理的リズムを形成する機構の解明を目的とします。新規バイオ技術を創出しシナプス接続を捉え、神経のラベル化・人為的操作を可能にします。本研究成果を基に老化に伴う生理的リズム減衰の克服に挑戦します。



## リン酸化修飾タンパク質構造ダイナミクスの包括的解析

小形 公亮

京都大学 大学院薬学研究所 助教  
同上

タンパク質リン酸化修飾はその責任酵素であるキナーゼ・ホスファターゼの活性により制御されますが、これらの酵素の触媒反応効率が、「基質の構造状態」にどのように依存するかは未だ明らかになっていません。本研究では、キナーゼ・ホスファターゼ反応の基質構造依存性をプロテオーム規模で明らかにします。本研究を通じて、未知のリン酸化修飾の機能解析のための方法論を提供します。



## 機能性RNAプロファイリングのための新規プローブ開発

木村 龍一

熊本大学 生命資源研究・支援センター 特任助教  
京都大学 大学院医学研究科 特任助教

神経変性疾患では正常な細胞にはみられない凝集体が蓄積することで細胞死を引き起こす。この凝集体はRNAやタンパク質などが相分離して形成される非膜オルガネラであるため、無傷のまま単離することが難しくその構成因子の理解が進んでいない。本研究では微細な細胞内領域に存在するRNAを調べるための技術基盤を構築する。これを用いて疾患モデル細胞の凝集体に内包されるRNAを解き明かし神経変性との関連を明らかにする。



## 細胞内温度に着目した局所的オミクス手法の創出

村上 光

静岡県立大学 薬学部 助教  
同上

様々な細胞現象において、細胞内構成因子の動態は時空間的に制御されますが、その分子機構には依然として謎が多く残されています。本研究では、1細胞内の「温度」を操作できる機能性物質を創出し、細胞内局所の温度変動により局在が規定されるタンパク質群の同定、及び当該分子群の温度依存的な機能を解析します。本研究を通じて、細胞内温度が制御する生命現象の解明が期待されます。



## 液液相分離による人工核酸の鑄型合成と構造の制御

沖田 ひかり

名古屋大学 大学院工学研究科 大学院生  
同上

天然アミノ酸由来の人工核酸L-aTNAはDNAよりも優れた機能を有するため様々な応用が期待されていますが、天然酵素に認識されないため酵素反応による伸張等の操作が困難でした。そこで私はL-aTNAの化学的な鑄型合成法を開発しました。本研究ではこの手法を発展させ、膜内での鑄型合成による人工生命システムの構築や液液相分離を用いた鑄型合成の制御、液晶化によるゲノムサイズのL-aTNA鎖の合成を目指します。



## 妊娠成立・維持に働く胎児保護分子の実証と制御法開発

國村 和史

九州大学 生体防衛医学研究所 助教  
同上

妊娠の場となる子宮や胎盤では、母体の免疫細胞が誤って胎児を攻撃しない仕組みが発達していると考えられます。本研究では、独自に見つけた免疫抑制能を有する生理活性脂質が胎児保護分子として機能する可能性について検証するとともに、この機能性物質を授受する免疫細胞と非免疫細胞を同定し、その関係性を紐解きます。さらに、本物質の制御法を開発し、不妊や不育症の克服につながる新しい治療法の構築を目指します。



2024年度採択研究者「3期生」

### CD11c 陽性ミクログリア由来IGF-1の疼痛緩和機構

**河野 敬太** 九州大学 大学院薬学研究院 助教 同上



神経障害性疼痛は神経系の損傷によって生じる慢性疼痛です。近年は、脊髄で増加するCD11c陽性ミクログリア細胞がインスリン様成長因子(IGF1)を介して、神経障害性疼痛を緩和することを見出しました。本研究では、遺伝子改変技術・疼痛行動試験・細胞分取技術・遺伝子発現解析を駆使し、IGF1が疼痛を抑制するメカニズムを明らかにすることで、神経障害性疼痛病態のさらなる解明と新規治療戦略の開発に貢献します。

### 超硫黄分子で切り拓くレドックスシグナルの新展開

**清水 隆之** 奈良女子大学 研究自然科学系 准教授 東京大学 大学院総合文化研究科 助教



超硫黄分子は、太古の地球から生物を支えてきた生命素子として、その普遍性や重要性の点から近年注目を集めています。本研究では、「超硫黄分子と活性酸素による協調的な転写制御」に注目し、新たなレドックスシグナル伝達機構の解明を目指します。本成果は、レドックス反応に基づいた生命現象の理解に変革をもたらすのみならず、レドックスバランスの破綻が引き起こす様々な疾病の新たな治療法の開発に繋がります。

### 内在性レトロウイルスによるヒト胎盤幹細胞の機能制御

**鈴木 大介** 京都大学 IFS 細胞研究所 特定研究員 同上



ヒト胎盤は約10か月の妊娠期間でその一生を終えますが、胎盤の幹細胞としての役割を担う細胞性栄養膜細胞(CT)はその短時間で質・量ともに低下します。近年、胎盤で活性化状態にある内在性レトロウイルスが様々な加齢組織において細胞老化を促すことがわかってきました。そこで、本研究では内在性レトロウイルスに着目し、ヒト胎盤形成過程におけるCTの幹細胞機能低下の分子機構解明を目指します。

### 人工非コードDNAによる転写制御システムの構築

**橋本 講司** 東京大学 大学院総合文化研究科 助教 同上



細胞機能の拡張を目指す合成生物学研究は、バイオものづくりや医療応用、さらには細胞の起源に迫る上でも役立ちます。私はこれまで、天然塩基と同じように複製可能な人工塩基を遺伝子DNAに導入することで、非天然タンパク質を発現することに成功しています。本研究では、人工塩基を転写制御DNAに導入することで、精密な遺伝子発現制御法を確立するとともに、人工塩基で制御される人工細胞の作製可能性について探ります。

### リコンビナーゼ改変体を用いた新規ノックイン技術の創製

**平泉 将浩** 東京大学 大学院工学系研究科 助教 同上



ラージセリンリコンビナーゼ(LSR)はゲノムに内在する標的DNAへの長鎖DNAのノックイン技術として期待されている。本研究ではLSRホモログの多様な標的DNA認識機構を生化学的・構造生物学的解析によって解明する。これらの結果から、LSRの標的DNA認識機構を理解し、新たなLSR改変体の塩基特異性を設計するための情報を得る。これにより、LSRを用いた遺伝子ノックイン技術の適用範囲の拡張を目指す。

### ユビキチンコードに基づく標的分解経路の化学的プログラミング

**古畑 隆史** 東京大学 大学院工学系研究科 助教 同上



ポリユビキチンは、細胞内タンパク質の分解を媒介する翻訳後修飾です。本研究では、特に分岐型ポリユビキチン鎖に着目し、特定のタンパク質の分解を強力に誘導する酵素非依存的な標的ユビキチン化法を開発します。また、主要な分解経路であるプロテアソーム経路とオートファジー経路のそれぞれに選択的に基質を導く分岐鎖構造を抽出し、細胞や標的に応じて狙った経路で分解することを可能とする分子技術の構築へと繋がります。

### 脳内アンジオテンシンIIの産生機構および生理機能の解明

**松田 隆志** 東京科学大学 総合研究院 特任准教授 東京工業大学 科学技術創成研究院 特任助教



アンジオテンシンII(Ang II)の受容体であるAT1aを発現している細胞は様々な脳領域に存在している。しかし、体液中のAng IIは血液脳関門に阻まれて脳組織に移行できないため、脳内のAT1aに直接作用できない。そのため、脳内で独自に産生される「脳内Ang II」の存在が示唆されているが、詳細は不明である。本研究では、脳内Ang IIの産生機構および生理的役割を解明することを目指している。

### 好塩基球の分化・成熟における機能性転写因子の解明

**三宅 健介** 東京科学大学 総合研究院 テュニアトラブ教授 東京医科歯科大学 高等研究科 特任助教



好塩基球は、血中を循環する白血球の中に1%ほどしか存在しない希少な免疫細胞です。最近の研究から、好塩基球はアレルギーや寄生虫感染に対する防御に重要であることが明らかになっていますが、好塩基球がどのような経路で分化・成熟してくるかはほとんどわかっていません。本研究では、高感度1細胞解析技術を駆使することでこの謎に挑み、マウス・ヒトにおける好塩基球の分化・成熟の分子機構を解き明かします。

### 核酸を細胞間輸送するペプチド超分子の創製と葉緑体形質転換

**宮本 昂明** 理化学研究所 環境資源科学センター 研究員 同上



植物の葉緑体ゲノムを改変する形質転換技術は、光合成の強化による作物の増収やCO<sub>2</sub>利活用型の物質生産系の開発につながります。しかし、既存技術では主要穀物を含む単子葉植物で葉緑体の形質転換が達成できません。そこで本研究では、DNAの細胞間輸送を可能とするペプチド超分子を開発することで、未分化な生殖細胞を標的とするゲノム改変を実現し、単子葉植物の葉緑体形質転換に挑みます。

### RNA修飾酵素によるマイクロRNA発現制御の分子基盤解明

**八代 悠歌** 東京大学 大学院新領域創成科学研究科 特任助教 同上



近年、RNA分子に化学修飾をほどこすRNA修飾酵素がRNAの成熟制御や遺伝子の発現調節などの機能を持つことが新たに明らかにされてきました。本研究では特に、マイクロRNAという小分子RNAの発現量や機能がRNA修飾酵素によって制御される現象に着目します。構造解析と生化学的解析の手法を用いて、RNA修飾酵素がマイクロRNAをどのように認識し作用するのかを分子・原子レベルで解明することを目指します。

### 転写ネットワークを介したステムネス制御機構

**青木 一成** 京都大学 医学部研究所 助教 同上



幹細胞らしさ(ステムネス)の維持には、転写ネットワークが重要な役割を担っています。転写ネットワークを構成する細胞種特異的転写因子は次々に明らかにされていますが、転写ネットワークを介した細胞種横断的ステムネス制御機構の理解は十分ではありません。遺伝子同士の機能的協調関係を網羅的に探索できる遺伝学的スクリーニングを用いて、新規ステムネス制御因子の同定に挑みます。

### 抗腫瘍免疫応答における細胞内T細胞受容体の機能解明

**井口 聖大** 東京大学 大学院医学系研究科 大学院生 同上



獲得免疫の司令塔であるT細胞は、多様なT細胞受容体(TCR)を1細胞あたり1つ発現し、それぞれに固有の抗原を認識すると言われています。そんな中私は、細胞表面に発現しているTCRと異なるTCRを細胞内に「隠し持つ」T細胞を発見し、そのようなT細胞が高い抗腫瘍活性を示すことを見出しました。本研究では、細胞内TCRが抗腫瘍免疫応答の中で果たす役割を明らかにします。

### 細胞と多細胞の左右非対称性をつなぐ接着分子の機能解明

**石橋 朋樹** 理化学研究所 生命機能科学研究センター 基礎科学特別研究員 同上



器官の左右非対称性は器官機能などに必須であり、細胞の捻れや回転として観察される「細胞キラリティ」が器官レベルの左右非対称性の原因と考えられている。本研究では、細胞キラリティを明確に示す上皮細胞を用いて、自発的にねじれる細胞チューブの*in vitro*再構成を目指す。さらに、細胞-細胞および細胞基質間接着への介入によりねじれ方向を制御し、細胞接着機構が左右非対称性形成に果たす役割を解明する。

### ケミカルバイオロジーと臨床オミクスから指向する卵巣癌パン・ペリトネアル治療戦略

**伊吉 祥平** 名古屋大学 高等研究院 YLC 特任助教 名古屋大学 医学部 大学院 大学院医学系研究科 YLC 特任助教



卵巣癌は婦人科腫瘍領域における最も予後不良な癌種の一つで、貯留した腹水を介して、大網や腸間膜などの腹腔内脂肪組織に腹膜播種という転播巣を形成し進展していくという特徴を有しています。本研究では卵巣癌細胞と腹水、脂肪組織の相互作用により形成される腹腔内環境全体を1つのエコシステムとして捉え、これを包括的に改変することで腹膜播種を伴った進行期卵巣癌の病態を制御する新規治療戦略の開発を目指します。

### 中枢・末梢連環による脳機能制御メカニズムの探求

**植田 亮子** 国立精神・神経医療研究センター 神経研究所 室長 同上



脳と末梢臓器は血中の液性因子、細胞、または神経経路を介して相互作用しており、この破綻が様々な病態を引き起こすことが明らかとなりつつあります。本研究では、自閉スペクトラム症をモデルとして、病態時に血中で変動する因子と脳機能不全との関連性を明らかにします。さらに、当該因子が惹起する脳内細胞の機能変化への介入法を確立し、中枢神経疾患を克服する新しい治療法の基盤創出を目指します。

### プロテインライゲーション酵素の新規タンパク質創出への展開

**奥田 綾**  
京都大学 複合原子力科学研究所 准教授  
同上



本研究では高い活性を持つ植物由来のプロテインライゲーション酵素に着目し、これを用いたプロテインライゲーション法を実用化レベルで確立することを目的とします。さらに、ライゲーション技術を自由自在に様々なタンパク質をライゲーション可能な技術へと発展させ、幅広いタンパク質に一般化して適用させることで有用な新規タンパク質の創出も目指しています。

### ページ脂肪前駆細胞の調節機構の分子基盤解明

**小栗 靖生**  
京都大学 大学院農学研究所 助教  
同上



ページ脂肪細胞は誘導型の熱産生脂肪であり、エネルギー消費量を増大させます。このため、ページ脂肪細胞を増やし活性化させることは、肥満や糖尿病をはじめとする生活習慣病の予防・改善に寄与すると考えられます。本研究では、ページ脂肪細胞の前駆細胞（ページ脂肪前駆細胞）の調節機構を明らかにし、同細胞を増やすことでエネルギー消費の増大につながる機能性物質を同定することを目的とします。

### 神経回路標識による迷走神経反射弓の形成機構解析

**兼子 拓也**  
名古屋大学 高等研究院 特任助教  
同上



消化・呼吸・心拍など、私達の体内機能の多くが、脳と体内組織を繋ぐ「迷走神経」によって調整されています。しかし、どのように多彩な体内機能を個別に調節できるのか、その詳細は未だ不明です。本研究では、神経回路を標識する「経シナプス性ウイルスベクター」を小型魚類ゼブラフィッシュの迷走神経に導入することで、特定の体内機能に携わる回路を個別に可視化し、その全体像を理解するとともに、形成メカニズムに迫ります。

### 造血幹細胞移植後の自己免疫寛容誘導を促す機能性分子の解明

**川上 竜司**  
京都大学 医学部研究所 特定助教  
同上



血液腫瘍等の治療で行われる造血幹細胞移植では、移植免疫細胞が患者組織を攻撃する移植片対宿主病が問題となります。マウス同種異系造血幹細胞移植モデルで免疫抑制性の制御性T細胞移植によりGVHD抑制が可能であることを見出したことから、本研究では詳細な分子メカニズム解明により移植患者の体内で新たな自己免疫寛容を樹立する制御メカニズムを解明し、治療効果が高く副作用の少ない造血細胞移植法の開発に繋げます。

### 古細菌が持つDNA複製システムの再構成

**白石 都**  
九州大学 大学院薬学研究所 助教  
同上



細胞を使わない核酸合成は基礎研究から医療、バイオテクノロジーの幅広い分野で高い需要があります。しかし、既存技術は汎用性と効率性という点で細胞が持つDNA複製能力を再現できていないという課題があります。本研究では、手付かずの古細菌のゲノム機能の発掘とDNA複製機構解明を通して、古細菌が持つDNA複製システムを再構築します。これにより、複製起点に依存しない高性能な無細胞核酸増幅技術を創出します。

### 感染症媒介蚊の唾液成分の機能解析と応用研究

**鈴木 達也**  
順天堂大学 大学院医学研究科 准教授  
同上



感染症を媒介する蚊の唾液には様々な生体活性物質が含まれ、古くからウイルスの伝播や病原性を増強することが知られているが、その詳細はよく分かっていません。本研究では、未だ詳細な解析の進んでいない蚊の唾液（未知の機能性物質を多く含む）に着目し、ウイルスの感染増強に関わる蚊の唾液中の機能性物質の同定や宿主応答の詳細な解析等を通して、蚊の唾液を標的とした新たな感染症制御戦略の開発を目指します。

### 分子を駆使したタンパク質複合体の制御機構解明

**高田 悠里**  
大阪大学 産業科学研究所 助教  
同上



エピジェネティクスの異常はがんや神経精神疾患など、多くの難治性疾患に関連することから、エピジェネティクス制御を目的とした創薬研究が注目されています。また、近年、エピジェネティクスが関与する疾患には、酵素の触媒活性だけではなく、複合体としての機能が重要であることが示唆されています。本研究では複合体の新規化学的制御分子を開発することで、これまで未解明であった複合体の機能を解き明かすことを目指します。

### 内受容感覚による行動調節機構

**辻 真人**  
東京大学 大学院理学系研究科 助教  
同上



末梢の臓器から脳に伝わる感覚は、内受容感覚と呼ばれます。近年、心臓の内受容感覚が様々な行動を調節する可能性が指摘されていますが、その機構は不明です。本研究では、私が独自に開発してきた最新の測定技術・操作技術を活用し、心臓の内受容感覚が回避行動を調節する機構の解明を目指します。

### 細胞の免疫作用機序の制御に向けた糖鎖高分子のトポロジー設計

**長尾 匡憲**  
九州大学 大学院工学研究院 助教  
同上



体内の免疫機構における分子認識メカニズムには、細胞表面のSiglecと呼ばれる膜タンパク質の集積が関与しています。ナノサイズの高分子によってこのSiglecを自在に集積できれば、細胞の機能を制御する技術となります。そこで本研究ではSiglecと結合する高分子を構築し、その高分子のトポロジー構造（線形または環状の構造）がSiglecの集積様式および細胞の免疫作用機序に与える影響を明らかにします。

### 線維性・嚢胞性疾患に対する時空間解析と分子探索・創薬の加速展開

**新津 敬之**  
大阪大学 大学院医学系研究科 大学院生  
同上



肺線維化メカニズムの解明には、様々な病因からなる間質性肺炎の空間動態に基づく疾患間の異質性、共通性を含む包括的理解が必要です。本研究は線維化ニッチ細胞集団に注目し、肺線維化予測手法の確立に加え、ヒト精密切断肺スライスを用いた空間的遺伝子発現解析を行い、肺線維症における空間動態及び薬剤摂動メカニズムを解明します。また、確立した手法を嚢胞性疾患へ展開し、新規分子探索や創薬を目指します。

### マウス子宮外胚培養法が解き明かす器官発生期の胚発生ロバストネス

**仁田 暁大**  
東京科学大学 総合研究院 助教  
熊本大学 大学院生命科学研究部 助教



多細胞生物の器官発生期は、複雑な過程にも関わらず再現性良く達成されます。これは胚発生のロバストネスと称されますが、この時期の胎生生物の胚は人為的介入が困難であったためその本態は謎のままです。本研究はマウス子宮外胚培養法を用いて、器官形成期の胚に実験的な介入を行うことにより胚発生に不適応な細胞を生み出し、細胞間コミュニケーション通じた胚発生のロバストネス維持機構の解明を目指します。

### ヒトの卵母細胞発生過程の試験管内再構成

**水田 賢**  
京都大学 大学院医学研究科 助教  
同上



ヒトの雌性生殖細胞発生では、胎児期に卵母細胞への分化が進行し、成体での卵子形成の源となる原始卵胞が形成されます。本研究では、ヒト多能性幹細胞を起点として、卵母細胞発生過程を試験管内で再構成することを目指します。この試験管内再構成系は、ヒト生殖細胞の発生メカニズムの解明に加え、生殖細胞関連疾患の病因解明や治療法の開発における重要な研究基盤となることが期待されます。

### CWAS 解析による神経変性病巣の多因子解析

**三谷 智樹**  
大阪大学 大学院医学系研究科 招へい教員  
同上



神経変性疾患は重篤な神経脱落に至る前に早期発見と予防的治療が必要です。しかし病変の時期や場所に関する情報は限られており、未知の病変が多く残されています。本研究では、透明化イメージングを用いた全脳全細胞解析技術「CWAS」を開発し、単一細胞レベルで神経変性病変の時期や場所を網羅的に特定します。これによって可能となる時空間病変情報と分子オミクスの統合は、超早期の診断・治療の標的分子の特定に貢献します。

### 分子モーターが駆動する細胞板形成機構の解明

**山田 萌恵**  
名古屋大学 大学院理学系研究科 助教  
同上



細胞板は植物の細胞質分裂時に形成される細胞内の高次構造体です。細胞板形成は、細胞板成分を含む小胞の集積によって進行することが知られていますが、その分子機構には依然として多くの未解明な点が残されています。本研究では、最近発見された細胞板形成を駆動する分子モーターを手がかりに、細胞生物学的および生化学的アプローチを用いて、細胞板形成の分子機構の解明を目指します。

### 人工触媒による化学修飾を用いた転写因子活性化

**山梨 祐輝**  
東京大学 大学院薬学系研究科 助教  
同上



転写因子は、遺伝子転写の調節において中心的な役割を果たすタンパク質であり、多様な生命現象に関与しています。転写因子の機能異常はがんなどの様々な疾患に繋がるため、疾患の治療標的となっている一方で、その活性の制御方法は限られています。本研究では、人工触媒による生細胞内化学修飾で転写因子を活性化するという新概念の創成に挑みます。

## 単球GPR68を中心とした心臓の臓器/ 細胞関連機構の解析

吉田 優哉

九州大学 大学院薬学研究院 助教  
同上



心機能や心疾患は体内時計（概日リズム）の影響を大きく受けます。本研究では単球（白血球の一種）に発現する GPR68 の概日リズムと心機能との関係、そして未だ十分に解明されていない GPR68 の活性化機構を、生体イメージングやクライオ電子顕微鏡などを駆使することで解明することを目指します。そして、関連する組織/細胞の機能と遺伝子発現の時空間的情報を体系化することで、心不全病態予測法と治療法開発を試みます。

# リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/ongoing/bunya2021-1.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/ongoing/bunya2021-1.html)

## 戦略目標

「総合知」で築くポストコロナ社会の技術基盤

情報担体と新デバイス

次世代 IoT の戦略的活用を支える基盤技術

情報デバイスの超低消費電力化や多機能化の実現に向けた、素材技術・デバイス技術・ナノシステム最適化技術等の融合による革新的基盤技術の創成

ネットワークにつながれた環境全体とのインタラクションの高度化

微小エネルギーの高効率変換・高度利用に資する革新的なエネルギー変換機能の原理解明、新物質・新デバイスの創製等の基盤技術の創出



研究総括

田中 秀治

東北大学 大学院工学研究科 教授

## 領域アドバイザー

澤田 和明	豊橋技術科学大学 大学院工学研究科 教授
平等 拓範	理化学研究所 放射光科学研究センター グループディレクター
多田隈 理一郎	山形大学 学術研究院 教授
谷口 正輝	大阪大学 産業科学研究所 教授
中尾 政之	東京大学 産学協創推進本部 ディレクター
濱田 芳治	多摩美術大学 美術学部生産デザイン学科 教授
平尾 明子	(株)東芝 研究開発センター 上席参与
南澤 孝太	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 教授
山下 昌哉	e-Compass合同会社 代表社員
山西 陽子	九州大学 大学院工学研究院 教授
湯浅 裕美	九州大学 大学院システム情報科学研究科 教授

## 領域運営アドバイザー

高西 淳夫	早稲田大学 創造理工学部 教授
-------	-----------------

## 研究領域概要

第5期科学技術基本計画で提唱された「Society 5.0」は、サイバー空間とリアル空間の融合によって、持続的かつ強靱な「人間中心の社会」を創り上げるとともに、科学技術とそれがもたらすイノベーションの力によって、我々が直面する難局や迫りくる社会的課題を乗り越えるための理念です。その後、新型コロナウイルス感染症の困難が訪れ、感染症や災害等による社会変化への対応力強化が必要になり、同時に、カーボンニュートラルの実現への取り組みが待たなしの状況になり、この理念を強靱社会「Society 5.x」としてより発展的に掲げていく必要が出てきました。

前述のように、「Society 5.0」は、サイバー空間とリアル空間の融合によって実現していくものです。近年、デジタル技術やAI技術が注目され、サイバー空間に関する研究開発や研究/技術者教育が強化されてきました。しかし、長期的な社会目標の達成には、リアル空間側でも同じような研究教育の強化が必要であることは言うまでもありません。そこで、本研究領域では、将来の強靱社会を構成するリアル側の技術、より具体的には、ハードウェア、デバイス、モジュールなどと言われる「もの」に関する先進的かつ挑戦的なアイデアを持つ若手研究者を支援します。

研究推進にあたっては、研究者育成の観点を重視し、異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究者の育成、および将来の連携につながる幅広い人的ネットワークの構築をはかります。

## 局所イオン照射法を用いた磁気スキルミオン制御技術の確立

大島 大輝

名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
同上



磁気スキルミオンは磁性体中で粒子のように振る舞うスピン構造で、メモリやニューロモーフィックコンピューティングへの応用が期待されています。本研究では、イオン照射法により素子内の磁気特性に勾配をつけることにより磁気スキルミオンの挙動を制御し、ニューロモーフィックコンピュータにとって必須となる人工ニューロン素子の動作の実現を目指します。

## 爆発的に速い集積型燃焼人工筋肉の具現化

奥井 学

中央大学 研究開発機構 客員研究員(機構准教授)  
中央大学 理工学部 助教



人と機械の安全な協働に向けてソフトロボット技術が注目されていますが、柔らかいのがゆえに応答速度や発生力に課題があります。本研究ではジメチルエーテル(DME)の燃焼を利用した集積型燃焼人工筋肉システムの開発を通して、ヒトと同程度のスケールの応答速度、発生力、変位を満たすソフトアクチュエータの具現化に挑戦します。提案手法は燃焼で駆動するため出力制御や連続駆動が困難ですが、集積化によって解決を目指します。

## 超高密度センサ網の実現に向けた「土に還る」センサデバイス基盤技術の創成

春日 貴章

大阪大学 産業科学研究所 助教  
大阪大学 大学院工学研究科 大学院生



農業・医療・都市管理・製造業など様々な分野において、センサデバイスの大量設置によるきめ細やかな環境情報の収集及び活用への取り組みが進められています。しかし一方で、SDGsを始めとする持続可能な社会の実現に向けた取り組みの強化も求められています。本研究では、センサデバイス大量設置と持続可能性を両立可能な「土に還る」センサデバイス基盤技術の創成に、材料開発と実装の両面から取り組みます。

## 超早期感染検査用マイクロデバイスシステムの開発

木村 雄亮

電子科学技術研究開発機構 高度電子技術基盤研究所 博士研究員  
東京大学 大学院 情報理工学系研究科 特任研究員



With コロナ社会における社会基盤維持には、未発症を含む感染患者の早期発見と隔離、及び迅速な治療移行は極めて重要ですが、未発症段階では検査施設を訪れる患者は少なく、早期発見に繋がりにくい問題があります。そこで本研究は、唾液中ウィルス遺伝子検出による感染検査を、非医療従事者でも各家庭で簡単に行えるポータブルデバイスの開発、及びそれを起点としたリアルタイム感染者データネットワークの構築に取り組みます。

## 高度な柔軟性を有するIoTスピンドバイス開発

黒川 雄一郎

九州大学 大学院システム情報科学研究所 助教  
同上



磁性多層膜、磁性ナノ粒子を用いてフレキシブルスピンIoTデバイスを作製します。従来法では熱処理が必要な磁性多層膜はフレキシブル基板上に直接形成できない為、これを解決する転写法を開発します。また磁性ナノ粒子をインクとして用い、インクジェットプリンタによるフレキシブル基板上デバイスの直接印刷法を開発します。その後、曲げ応力下でのデバイス特性を明らかにし、フレキシブルスピンIoTデバイス実現を目指します。

## 液体金属実装による強靱なストレッチャブル電子デバイスの創製

佐藤 峻

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター 研究員  
早稲田大学 大学院基礎理工学研究所 大学院生



本研究の目的は、伸縮基板上の配線に電子素子を実装する際に液体金属を用いることで、強靱なストレッチャブル電子デバイスの創製を行うことです。本研究では、液体金属実装によって高伸縮耐性を得ることを考えましたが、液体金属は接触抵抗が高い問題があります。そこで本研究では、接触抵抗要因の解明および低接触抵抗条件の探索に基づき、液体金属実装による高伸縮・高機能なストレッチャブル電子デバイスの創製を行います。

## 非接触・非侵襲なロボット支援下レーザー手術機の開発

下条 裕

大阪公立大学 大学院医学研究科 ポスドク研究員  
大阪大学 大学院工学研究科 大学院生



ロボット支援下手術により臓器の機能や整容を温存した治療が行われていますが、鉗子や電気メスの操縦に必須な触覚機能の喪失や照射レーザー光の散乱に伴う侵襲性が問題となっています。本研究では、生体信号計測と計算機シミュレーションにて設計したレーザー光を非接触照射することで治療作用を病変に制御する、ロボット支援下レーザー手術機を開発します。これにより、接触性・侵襲性を伴わないテララメドな治療を実現します。

## 人感覚を模倣した多機能ソフトセンサーの開発

鈴木 大地

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター 主任研究員  
産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造機械 研究員



センサー応用の高度化には、マルチモーダル化による多角的情報処理が重要で、そこで本研究では、人感覚を模倣し、接触点での圧覚・温覚の同時計測に加え、表面形状・材質・深部構造といった情報も計測できる単一素子での多機能ソフトセンサーの開発に挑戦します。触覚・視覚等の多感覚を取得できる装着型マルチモーダル・インタフェースの創出により、リアルで臨場感のあるサイバー空間の実現に繋がることが期待されます。

## ユビキタスな面状センサアレイによるIoTシステム構築

高橋 亮

東京大学 大学院工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院工学系研究科 大学院生



日常空間の至る所にある「面」へ面状センサアレイを実装するためには、センシングの用途・感度に応じて特定のセンサアレイを設計する必要があります。そこで、同一のセンサアレイパターンと高感度な読み出し回路を壁や床、家具、衣類などの面へ組み込むだけで、感圧・静電容量・誘導センシングの全てを行うことを目指します。これにより、所望のセンシング機能を備えた面状センサアレイを誰でも容易に実装できます。

## 超微小反応場を応用したバイオ電池材料の創出

田中 大器

早稲田大学 理工学術院 講師(任期付)  
早稲田大学 ナノ・ライフ創発研究機構 次席研究員



本研究では、ナノスケールの超微小反応場を応用することによって次世代のバイオ電池(BFC)の材料合成技術を構築する。従来のBFC材料の合成法では使用する溶媒やpHの影響による酵素の変性、化合物自体の立体障害等の影響で反応速度が遅く高効率なBFC材料の合成は実現されていない。これらの問題を解決するために超微小反応場での化学反応の特異性を利用して全く新しいBFC材料合成技術の構築を目指す。

## ホウ素を基軸としたpn精密パターンニング技術の開拓

田中 直樹

九州大学 大学院工学研究科 助教  
同上



単層カーボンナノチューブ(SWCNT)は、優れた熱電変換材料として期待されていますが、その性能を最大限発揮するためには、p型とn型の両方のキャリア制御が必要不可欠です。そこで本研究では、電子受容性ホウ素化合物から電子供与性ホウ化合物への極性転換を利用して、単一SWCNT上にp型とn型の制御およびパターンニング技術を開拓し、社会実装に向けた革新的熱電発電デバイスの開発を目指します。

## 相互干渉回避機能を持つ超高精細LiDARに関する研究

張 超

島根大学 総合理工学部 助教  
同上



近年、産業労働人口の不足が指摘され、ロボットによる労働力ギャップの穴埋めが期待されています。ここに3D計測の需要が存在します。本研究では、まず工業製品の外觀検査に適用できる高精細LiDARの開発を目指します。次に、LiDARの相互干渉回避機能を開発することで、同一空間において多数LiDARの協調稼働の実現を担います。さらに、小型ビーム掃引機構を開発することで、省エネと低価格化を射程に入れています。

## 大気圧プラズマジェット加工法が拓く自由曲面デバイス

中澤 謙太

静岡大学 工学部 助教  
同上



開発する微細加工システムは、ナノ・マイクロ大気圧プラズマジェットを用いてサブミクロンの加工分解能で自由曲面形状を創成できることに新規性がある。開発するシステムを用いて自由曲面MEMSといった未踏分野に挑戦するため、学術的価値の高い独創性のある研究である。多くのMEMSの分解能や可動範囲などの性能を極限的に向上させることができるため波及効果は大きく、MEMSの付加価値を飛躍的に高めることができる。

## 立体配線型メモリ素子による高実装効率なCNNアクセラレータの創出

萩原 成基

北海道大学 大学院情報科学院 大学院生  
同上



抵抗変化メモリ素子を用いたアナログニューラルネットワーク演算回路はクロスバー構造を中心に発展してきましたが、この構造では畳み込みニューラルネットワーク(CNN)のような近傍結合型の深層学習モデルを効率よく実装できません。そこで本研究では過去に開発した導電性ポリマーワイヤシナプスの2次元配線性能を3次元へと拡張し、これを用いて効率よく実装されたCNNアクセラレータの開発を目指します。

## 低消費電力な超長ストローク熱駆動MEMSアクチュエーターの開発

橋本 将明

慶應義塾大学 理工学部 助教(有期)  
名古屋大学 大学院工学研究科 特別研究員



膨大な熱エネルギーを消費してきた社会がカーボンニュートラル社会へとシフトするためには、高効率に熱エネルギーを機械エネルギーに変換するハードウェアが不可欠です。本研究では、相変ナノ薄膜と熱膨張ナノ薄膜を融合させた低消費電力で超長ストロークな熱駆動MEMSアクチュエーターを開発し、熱エネルギーを高効率に機械エネルギーに変換する強靱化マイクロマシン設計・製造基盤技術の創出に挑戦します。

### 身体表面変形デバイスを用いた自他非分離な間身体性設計

#### 堀江 新

豊橋理科大学メディアデザイン研究所 特任助教  
東京大学 大学院工学系研究科 大学院生



身体表面に装着可能なハードウェアを開発し、これを用いて身体表面を変形させることで、身体の視覚的なシルエットの変化および装着者への触覚提示を行う。自他の身体の表面をどのように変形させることが、一体感や共鳴を始めとした自他を含み合う間身体性を生み出すかを調査する。

### 動的視差パリアの分散配置による広域空中像提示

#### 三河 祐梨

日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 シニアフェellow  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



本研究は、分散配置の動的パララックスパリアを用いて、広域遠方への裸眼空中像ディスプレイを実現することを目的としています。従来手法はシアター等の巨大空間を前提にしていたのに対し、本提案では設置面に自由度があるため、公共交通機関やスポーツスタジアム等の幅広い実用的場面での利用が可能となります。さらに本システムの高速化により、スポーツや運転中等、激しい動きを伴うダイナミックな場面での提示も目指します。

### 磁場を用いて動作する新原理熱電変換デバイスの開発

#### 村田 正行

産業技術総合研究所 エネルギー・環境領域 主任研究員  
同上



カーボンニュートラルの実現には、資源を高い効率で利用するエネルギー変換技術の実現が不可欠です。そこで、本研究提案では高効率な熱と電気の変換が理論的に予想される、磁場中の熱電変換の一種である「ネルンスト-エッティンクスハウゼン効果」に着目しました。従来型の熱電変換とは異なる原理により動作し、高い量産性を持つ発電・冷却デバイスの最適構造の検討と開発、さらにデバイス評価技術の確立を行います。

### パッシブ構造を用いた超音波の放射力増幅に基づく非拘束な力覚提示

#### 森崎 汰雄

日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 社員  
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 大学院生



体や腕を強く押される感覚や、固い物体を押しときに知覚する反力を力覚と呼びます。力覚の再現 / 提示は行動誘導やVR空間への没入感向上を実現しますが、その特性上装置が大規模になり、ユーザの動きが拘束される問題も抱えます。本研究では、遠隔提示できる集束超音波の放射力を、その高い力学的パワーに着目し小型の機械構造で増幅することで、ユーザの体を拘束しない力覚提示を目指します。

### マイクロ格子構造を用いた自動液体サンプリング

#### 矢菅 浩規

産業技術総合研究所 センシングシステム研究センター 研究員  
お茶の水女子大学 基礎研究科 特別研究員 (PD)



トイレの排水や下水からヒト由来の分子情報を取得することが可能になれば、地域の感染症のまん延情報の取得や、患者個人の健康状態の非侵襲なモニタリングなど、様々な新システムの創出が期待されます。本研究では、そのような情報取得を可能とする自立型の分子センサの実現を目指し、マイクロ格子構造を用いて、測定対象液体から自動的に一定量の液体をサンプリングする技術の開発を行います。

### 漏れ電流抑制素子を用いたパルス駆動型低消費電力CPU

#### 横式 康史

東京工業大学 科学技術創成研究院 助教  
同上



本研究では、小型太陽電池によって得られたごく僅かな電力で駆動するパルス駆動型CPUの実現に取り組みます。短時間のパルス電圧で駆動させることで、不安定な電力環境でも安定動作可能なCPUを製作します。更に本研究では漏れ電流抑制素子を用いることでより一層の低消費電力化を狙うとともに、小型太陽電池、必要な周辺回路とCPUを組み合わせた、バッテリーレスセンシングプラットフォームの製作を行います。

### 生体接着する生物模倣バイオセンサー

#### 阿部 博弥

東北大学 理学部科学フロンティア研究所 准教授  
東北大学 理学部科学フロンティア研究所 助教



バイオセンサーは生体情報を読み取るツールの一つとして開発されています。本研究では、生物の水中接着能から着想を得ることで、生体の柔軟かつウェットな環境下であっても接着するバイオセンサーの開発を目指します。測定部にはマイクロニードル型電気化学センサーを用いることで、間質液中の情報をリアルタイムに読み取ります。

### Compact and low cost ultra-wide band photonics-based 3D imaging system at millimeter/terahertz band

#### 易 利

茨城大学 学術研究院 准教授  
大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教



本研究はミリ波 / テラヘルツ波領域で周波数掃引の線形性を示すレーザー光源、およびシリコンフォトニクス技術を用いたレーダモジュールを開発するよって、超広帯域集積型三次元フォトニクスイメージングシステムの実現を目指す。応用のニーズによってあらゆる帯域の信号が発生可能である事が本システムの長所で、センチ分解能を持つ 40GHz およびミリ分解能を持つ 300GHz システム両方をドローン搭載でデモする。

### 電気分解を利用した3D プリンティング手法の研究

#### 石井 綾郁

日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 研究員  
同上



発泡素材は軽量性や断熱性に優れた素材として着目されており、FDM方式の3Dプリンタを用いた造形手法も存在します。しかし、加熱により発泡する物質が含まれる特殊なフィラメントが必要となり、発泡箇所の局所制御が困難です。そこで、3Dプリンタの溶解フィラメントに対してコンピュータ制御された電気分解を起こす技術を開発します。気泡を動的に生成しながら造形することで、多様な発泡造形の実現を目指します。

### 化学ダイナミクスを計算資源とした低消費電力マテリアルリザーバの開拓

#### 宇佐美 雄生

九州工業大学 大学院生体工学研究科 助教  
同上



現在、様々な分野でIoTの導入とそれに伴うAIシステムの開発が大きく発展している一方で、消費電力量の増大が危惧されています。本研究ではマテリアルに内在する化学ダイナミクスを計算資源として、時間情報が計算処理に組みこまれた低消費電力マテリアルリザーバを開発します。さらに周辺回路との接続により分類機能のハードウェア化を行い、マテリアルリザーバを用いたエッジデバイスの創成に挑戦します。

### 遠隔・在宅での利用を目指した手指リハビリ支援デバイス

#### 大澤 啓介

九州大学 大学院工学研究科 特任助教  
早稲田大学 理工学術院 助教



感染症拡大により、従来のようにスタッフ为患者に接して行うリハビリ介入が困難である。これまでに提案されたデバイスは手指の屈曲・伸展のみ可能であるため、把持とタッピングの運動回復の支援に限られ、手指の細かな動作の回復には不十分である。本研究では、手指の屈曲・伸展、内転・外転を能動的に支援するデバイスの開発に取り組むことにより、これまで難しかった手指の高度な遠隔・在宅リハビリテーションの実現を目指す。

### マイクロ洞による藻類の応答特性評価に基づく高出力光合成電池の創出

#### 齋藤 真

九州大学 大学院工学部 大学院生  
同上



当研究ではマイクロ洞の流体輸送現象を用いたサブミリ秒の高速浸透圧刺激制御システムを構築することで、微細藻類の外部ストレスに対する膜輸送体の応答特性を計測する。本計測により、藻類を用いた光合成電池において電子伝達物質の輸送を担う膜輸送体の輸送量、応答速度、繰り返し性を調査し、これら応答特性と電力の関係を調べることで、膜輸送体の観点から電子伝達に優れた個体を選抜し、光合成電池の高出力化を目指す。

### 半導体ハードウェアセキュリティを強化するナノX線源の開発

#### 澁谷 達則

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 主任研究員  
産業技術総合研究所 計量標準総合センター 研究員



半導体デバイスを狙ったサイバー攻撃が全世界的に増加しています。しかし、半導体の持つナノ構造を非破壊的に計測することは難しく、サイバー攻撃パラメータと半導体ナノ構造パラメータの紐付けはできていません。そこで本研究では、ナノレベルの非破壊測定を実現するために、レーザー誘導ナノ化技術を応用した新しいナノX線源の実現を目指します。

### 世界最高速の3次元カメラの開発

#### 島田 啓太郎

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上



超高速イメージングは、レーザーブレイクダウンや水中放電など、多様な超高速現象の解析を可能とするため、加工・医療を始め多分野の技術開発に重要で、しかし、現状では取得可能な空間が2次元に制限され、現象の3次元挙動は取得できません。本研究では、独自提案の光技術に基づき、ナノ秒以下の分解能かつシングルショットで3D動画像を取得する超高速3Dカメラを開発し、超高速現象の3次元ダイナミクス可視化を目指します。

### 自己発電型昆虫サイボーグによるセンサネットワークの創製

#### 庄司 観

長岡技術科学大学 工学研究科 准教授  
同上



本研究では、イオン不透過性および分子選択透過性を有する人工細胞膜を保護膜として使用した「人工細胞型バイオ燃料電池」および、ドローンによる「昆虫サイボーグの集団行動制御システム」を開発することで、災害現場での人命探査・環境モニタリングに応用可能な「自己発電型昆虫サイボーグによるセンサネットワーク」の構築を目指します。

## あらゆる加工機に精緻な感覚を持たせる大規模センサアレイの開発

田中 峻

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上



近年、成形自由度の向上および大型部品の一体成型のため、加工機は多軸化・ダイナミック化の傾向にあります。しかし、それに伴い精度・剛性が低下するため、質の高いセンサ情報による補正技術が必要不可欠です。本研究では、加工機の構成や加工プロセスによらない一元的な誤差補正システムの構築を目的とします。温度・振動を数百点で計測可能な「感覚器官」を開発・搭載し、あらゆる加工機本来の性能を超えた精緻化を実現します。

## 水素陰イオンを用いた新規蓄電デバイスの創出

福井 慧賀

山梨大学 大学院総合研究部 助教  
同上



電力に依存する現代社会において、蓄電デバイスはスマートフォンやタブレット端末などのモバイルデバイスから電気自動車に至るまで、あらゆる製品の電源として必要不可欠な要素です。本研究では高い反応性を有する水素の陰イオン「ヒドリドイオン」を利用した新方式の蓄電デバイスを構築します。ヒドリドイオンの特徴を活用することで、大容量でありながら長寿命かつ安全性の高い蓄電デバイスの実現を目指します。

## 光を当てるだけで充電可能な光蓄電池の創成

吉本 将隆

東京科学大学 総合研究院 研究員  
東京工業大学 物質理工学院 大学院生



従来の光蓄電池は、電極/電解液界面で発生する光腐食等の副反応が原因で、光電気化学特性が悪く、反応原理も明らかではありません。本研究では、電解液に替えて、電気化学的安定性が高い固体電解質を用いて、副反応が抑制された固体/固体界面を構築します。この界面にバンドエンジニアリングを応用し、光励起キャリアの拡散やキャリア寿命等を制御することで、自発的かつ可逆的な光充電が進行する光蓄電池の創成を目指します。

## 光学式硬さ顕微鏡実現のためのホログラフ照明法の開発

田村 和輝

浜松医科大学 光学医学総合研究所 助教  
浜松医科大学 光波医学教育センター 助教



本研究は開発中の光学式硬さ顕微鏡のうち、光音響波を使った加振に用いるパルスレーザー光の像形成に関する研究です。現状の光音響波は平面光を対物レンズに入射することで焦点領域に強いエネルギーを与えています。本研究では光の位相分布を制御する装置を導入して焦点領域のエネルギー分布を制御することで、効率的なパルス音波を発生させることを目指します。細胞サイズの機械物性を光学分解能で取得することを目指します。

## グラニューールMEMS 振動発電

本間 浩章

神戸大学 大学院工学研究科 准教授  
東京大学 生産技術研究所 特任助教



本研究は、人に載せても気付かないくらい小型のセンサ端末を駆動する砂粒サイズ(3ミリメートル角以下)のエレクトレットMEMS振動発電チップの実現に挑戦します。特に、従来は平面に並べられた振動-電気変換機構を3次元高密度化することで、チップ体積を従来比1/50以下に縮小する技術を開発します。本技術で駆動する小型無線端末により、個々人へ最適な生活環境を提供するIoTを実現します。

## 固体ナノポアを用いた塩分濃度差発電技術の開拓

梁 逸偉

九州大学 大学院工学研究科 助教  
大阪大学 大学院理学研究科 大学院生



現在の逆電気透析発電技術は、産業の要求水準を満たしておらず、イオン交換膜出力密度の改善が重要な課題となっている。これは、従来の多孔質膜はイオンの輸送経路が不確定であるため、膜抵抗が増大するためである。本研究では、ナノポア(ナノサイズの細孔)によるイオン輸送特性を駆使し、配列されたナノポアのイオン輸送現象を網羅的に解析することで、ナノ流体を用いた革新的な塩分濃度差発電技術を開拓する。

## 平面導波路増幅器を用いた高出力かつ低雑音なモード同期レーザーの開発

野邑 寿仁亜

日本大学 生産工学部 助教  
三菱電機(株) 情報技術総合研究所 研究員



本研究の目標は、超短パルスかつ高繰り返し周波数特性を有する、モード同期レーザーの産業分野への活用の加速です。モード同期レーザーの産業適用に向けて、トレードオフの関係にある出力パワー向上と特性劣化軽減との両立は大きな課題です。そこで本研究では、光周波数制御技術と高出力増幅器開発技術を組み合わせ、高出力かつ低雑音特性を有する1.5um帯モード同期レーザーの開発を行い、様々な応用研究の実用化へ貢献します。

## 強誘電体/窒化物系半導体ヘテロ接合による革新的トランジスタの創成

前田 拓也

東京大学 大学院工学系研究科 講師  
東京大学 大学院工学系研究科 助教



近年の情報通信社会の高度発達化による情報処理量や消費電力の急増が深刻な課題となっております。本研究では、情報担体となる半導体デバイスの高性能化に向けて、近年圧電性や強誘電性を示す材料として注目を集めているScAlNをGaN高電子移動度トランジスタに組み合わせることを提案します。ScAlN薄膜やScAlN/GaNヘテロ接合の物性解明、ScAlN/GaN HEMTの実証と動作原理の解明に取り組みます。

## 線形光演算に基づく再構成可能なデジタル論理回路

2023年度探択研究者「3期生」  
相川 洋平

東京科学大学 総合研究院 助教  
東京工業大学 科学技術創成研究院 助教



本研究は低遅延・低電力なデジタル論理回路を光領域にて創出するものである。とくに光ベクトル行列積演算(PVMM)に着目し本検討に取り組みでいく。PVMMはアナログ信号を対象とした識別問題に利用されていることから、論理回路の入出力関係を識別問題として捉えることで任意の回路を光領域で実現できるのではないかと考えた。当年度は、PVMMを論理回路として用いた場合の動作要求条件について明らかにしていく。

## 把持型力提示装置による身体図式と身体的自己の設計

橋本 健

東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



ヒトが身体を動かした際に生じる感覚は運動感覚と呼ばれ、この身体に根ざした感覚は我々の身体を規定する感覚でもあります。本研究ではヒトに力を提示する把持型の装置の開発と、提示された力を自らの身体へ帰属させるための力提示の手法を構築し、現実の身体とは異なる身体図式や身体的自己の運動感覚を通じた獲得を目指します。

## 流体応用による自律駆動型生態模倣インターフェースの構築

森田 崇文

東京大学 大学院情報学環 助教  
東京大学 大学院情報学環 大学院生



流体インターフェースは、軽量で体積を自由に变化させて様々な形状が作れるため、やわらかな動きの駆動源として多岐に利用されてきました。しかし、流体を扱うには大型外部装置が必要で、自律駆動が困難です。さらにこれらは駆動音が大きく、やわらかな動きを阻害してしまいます。そこで、低消費電力かつ持続可能に流体を発生・制御できる自律駆動型流体システムを構築し、さらに流体独自の特性を用いたセンシング技術を提案します。

## 経皮ガス用蛍光式バイオセンサモジュールの開発

飯谷 健太

東京科学大学 総合研究院 講師  
東京医科大学 生体材料工学研究科 助教



経皮的に定常放出されるガスには健康状態の把握に資する様々な気相分子が含まれます。本研究では酵素の基質特異性に着目し、経皮ガス成分用蛍光式バイオセンサモジュールを開発します。小型化しても感度を担保できる光学素子を設計し、フローセルなどの周辺機器不要な連続計測法を開発することで小型デバイスへの組み込みを容易とし、『健康予報社会』を実現するマルチセンサ融合ウェアラブルデバイスの開発を促進します。

## 低環境負荷と高耐熱性を兼ね備えたセレクトラデバイスの創製

畑山 祥吾

産業技術総合研究所 先端半導体研究センター 主任研究員  
産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造領域 産研連携研究員



本研究では、第一原理計算による理論的な物性予測と実験の融合により、低環境負荷かつ高耐熱性のセレクトラデバイス開発を行います。材料の評価からデバイス実証に至る一連の研究を通じて、リアル空間の強靱化に必要な不揮発性メモリやエッジコンピューティングデバイスの発展に寄与するデバイス技術の創製に取り組む計画です。

## 新生血管の誘導構築を可能とするバイオ3Dプリンタ

森田 智博

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



内皮細胞は血管の最内壁に存在する細胞であり、血管壁を守るだけでなく新しい血管を新生させて周囲に酸素を供給させる役割も持っています。従来の研究で、複数の内皮細胞がコラーゲンゲル内で近接域に存在することで互いが血管を新生し血管網を形成することが分かっています。本研究では、コラーゲンを纏った内皮細胞を組織の中に精密に配置させる3Dプリンタを開発し、組織内に血管網の構築範囲を拡大させることを目指します。

## マイクロ共振式焦電発電デバイスの開発

宇佐美 潤

産業技術総合研究所 電子基礎技術研究部門 研究員  
同上



IT機器で排出される微小熱は再利用が困難である一方、排出量は増大しています。微小熱でも高発電密度な、小型でIT機器に組み込み可能な発電技術が求められます。強誘電薄膜の焦電効果とMEMS共振器を掛け合わせることで、微小熱でも常時高効率に発電できる技術を提案します。本研究ではマイクロサイズで100度以下の熱源でも発電可能であることの原理実証を実施し、高い発電密度をもつ実用化技術への道筋を示します。

## 微小光エネルギー利用に向けた導波路型太陽電池の創成

榎木 悠亮

東京大学 先端科学技術研究センター 助教  
同上



我が国は高効率、大面積の太陽電池の開発をリードしてきたが、住宅用太陽電池市場は飽和しつつあり、新規市場開拓のためにも微小な光エネルギーの有効活用する小型太陽電池の研究開発を世界に先駆けて推進することが重要となる。そこで本研究では光を側面から照射する導波路型太陽電池を提案し、プロセスの簡略化・小型化、光導波路構造モードによる高効率化、出力のスケールビリティの3つの課題に取り組む。

## マイクロCTが拓く術中迅速病理診断における3次元構造解析

岡本 尚之

千葉大学 フォトニア工学センター 助教 (フェニオラック)  
同上



術中迅速病理診断とは、手術中に提出された組織を迅速に評価し、術中に即時フィードバックをする診断方式です。術中診断はこれまで、顕微鏡観察によるミクロな2次元情報に限定されてきましたが、微細な空間分解能を持つマイクロCTによるマクロな3次元情報を加えることで、総合的な診断を実現できる可能性があります。本研究では高速かつ高画質に生体組織を撮影可能なマイクロCTを開発し、術中診断での実用化を目指します。

## 任意の体幹位置を能動的に屈曲可能なヘビ型ロボット

金田 礼人

九州大学 大学院工学研究科 助教  
同上



本申請では、ヘビ型ロボットの任意の体幹位置を能動的に屈曲させるために、モーターがロボットの体幹に沿って移動する機構を考案する。提案機構を試作し、能動屈曲可能な体幹の利点を明らかにする。次に、ロボットと環境との接触状態の把握するために、ポテンショメータを用いた外力推定の手法を確立する。最後に試作ロボットの非構造化環境における自律的な推進について調査する。

## 強力空中超音波を送出するシート状透明デバイスの開発

神垣 貴晶

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 特任助教  
同上



強力な空中超音波は、何も装着していない皮膚表面に触覚を提示できます。この技術は空中タッチパネルなどで一部実用化されていますが、日常生活に浸透するほど普及していません。これは現行の空中超音波デバイスが高コストであることや、厚く高張り不透明な形態であることが要因となっています。本研究では、これらの問題を解決する低コストのシート状透明デバイスの実現を目指します。

## 次世代デバイスの品質保証のためのX線イメージングデバイスの開発

木村 大海

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 研究員  
同上



現在、デジタル社会を支える半導体デバイスは高機能化に伴う素子の微細化および三次元化が進んでいます。今後さらに複雑化する素子の品質管理を行うためには、検査技術の高度化が必要不可欠です。本研究では透明セラミックシンチレータの合成技術に適応した高感度かつ高空間分解能のX線イメージングデバイスを開発することで、高精度かつ高効率な非破壊検査の実現を目指します。

## 空気圧ソフトロボットののための電気化学式圧力源スタックの開発

古志 知也

産業技術総合研究所 エレクトロニクス・製造領域 主任研究員  
同上



空気圧ソフトロボットは空気の圧縮性で柔軟に動作できる一方で、駆動系が複数要素で構成され小型軽量化が困難です。本研究では、単一要素での駆動を実現すべく、水の分解と合成を利用した電気化学式圧力源を開発します。電極の含水分布制御技術やセルの大変形封止技術等の開発に取り組み、圧力源そのものを直線・曲げ・回転の繰り返し大出力動作が可能なアクチュエータとして機能させることを目指します。

## 誘導ハイパーラン散乱顕微分光法の開発

徐 自聡

東京大学 大学院理学系研究科 東京大学特別研究員  
東京大学 大学院工学系研究科 大学院生



ハイパーラン散乱分光法は化学的特異性を持つため、分子センシング手法として大いに期待されています。しかし、自発ハイパーラン散乱分光法の感度が弱いため、応用が制限されています。本研究では、この課題に取り組み、誘導ハイパーラン散乱分光法を提案し、感度の改善を目指しています。さらに、高い空間分解能と高速な誘導ハイパーラン散乱顕微鏡を開発することで、生体分子のハイパーラン計測を目指しています。

## マルチエレメント超音波センサーを用いた混相流モニタリングデバイス

荘司 成熙

芝罘工業大学 もの創造系領域 助教  
同上



エネルギー資源輸送パイプラインや化学プラントなど、液体・気体・固体が混在して流れる混相流があらゆる分野の生産業で現れます。形成される流動構造を見る化することで、流動場設計の最適化や運用期間中における異常検知が可能となります。本研究では、流体と非接触で計測可能な超音波を駆使し、センサ系、制御系、信号処理系の開発を通じて、流動構造を三次元的にモニタリングする新たな計測デバイスの実現を目指します。

## 宇宙電源に向けた放射線安定な超薄型ペロブスカイト太陽電池

甚野 裕明

宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所 助教  
同上



近年、宇宙用の軽量・大電力な電源として、1 μm厚のプラスチック基板を用いた超薄型太陽電池が注目されています。本研究では、放射線安定な超薄型ハイブリッドポリイミド基板上へ、ペロブスカイト太陽電池を開発することで、基板・太陽電池ともに放射線劣化フリーの超薄型太陽電池を開発します。開発する放射線安定な超薄型太陽電池を通じて、宇宙機の超軽量化・低コスト化に繋がる革新的ハードウェア技術を開拓していきます。

## 大型培養ステーキ肉の形成を可能とするデバイス開発

孫 榮君

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



体外で培養した筋細胞で構成される培養肉は食肉産業における有望な代替タンパク質として注目を集めています。筋繊維が単一方向に形成される培養ステーキ肉は食文化の多様化につながるため、その形成手法は重要な課題だと考えられています。本研究は「紐状ウシ骨筋組織の作製デバイス」および「紐状組織を大型組織に一体化するアセンブリデバイス」の開発により、大型培養ステーキ肉形成の実現を目指します。

## 次世代ウェアラブルデバイス構築に向けた脱着可能な超柔軟接合技術

高桑 聖仁

東京大学 大学院工学系研究科 助教  
同上



皮膚に貼り付けて使うような次世代ウェアラブルデバイスを実現するには、数ミクロン厚の柔軟なエレクトロニクスの開発と共に、エレクトロニクス柔軟性を阻害しない実装技術の開発が必要である。更に従来のエレクトロニクスデバイスのように任意に接合分離可能な機能的な直接接合技術の開発が必要である。本課題では、水素結合の特性に着目し、ポリマー直接接合技術を開発する事で機能的な脱着可能な接合の確立を目指す。

## 光波面をアクティブに制御可能な液晶フラットオプティクスの開発

塚本 脩仁

慶応大学 大学院工学研究科 助教 (フェニオラック専攻)  
大阪大学 大学院工学研究科 大学院生



近年、厚みを持たないフラットな光学素子を実現する概念としてメタサーフェスと呼ばれる技術が注目を集めています。しかしながら、一般に半導体微細加工技術を応用したトップダウン方式で作製されるため、大面積製造や可視光の利用が困難でした。そこで本研究では、液晶の自己組織性を利用したボトムアップ方式により大口径な光学素子を実現します。さらに、液晶の外場応答性を最大限活用することで動的な光波面制御を実現します。

## 対面での発声を拡張できるウェアラブルな音声入出力インタフェースの開発

平城 裕隆

東京大学 大学院学際情報学府 大学院生  
同上



深層学習の発展によって言語の翻訳や声帯切除者のための音声変換などの技術が発展していますが、オンラインでの利用が想定されており、目の前の話し相手に対して使うにはノイズ環境での綺麗な音声入力と人の発話を模した音声出力が課題となっています。本研究ではコンデンサマイクにおいて振動板を設計することでノイズの多い環境でも入力可能なマイクと、軽量で指向性のあるウェアラブルなスピーカーの設計を行います。

## 化学修飾増強による高性能フレキシブル物理リザーバデバイス

松永 優希

名古屋大学 大学院理学研究科 大学院生  
同上



本研究では、様々な優れた材料特性を有するカーボンナノチューブを用いることで生体情報を高感度で取得するフレキシブル物理リザーバデバイスの実現に挑戦します。高純度半導体カーボンナノチューブ分離精製技術や高温安定化学ドーピング技術によるデバイス性能強化に加え、ランダムな化学ドーピングや高分子ポリマー修飾によるリザーバ素子の性能向上と機能付加により、高性能なマルチモードセンサー素子の実現に取り組めます。

## 熱スイッチ駆動ナノ熱電ハーベスタ

柳澤 亮人

東京大学 生産技術研究所 特任助教  
同上



本研究は、熱スイッチ機構によって微小な熱流から発電するナノ熱電エナジーハーベスタの実現に挑戦します。表面マイクロマシン技術を用いた熱スイッチ機構と半導体ナノ構造を用いた高性能熱電素子を組み合わせた熱電ハーベスタを開発します。本技術により微小な熱源を利用した自立給電型センサー端末を実現し、分散性に富んだ強靱なIoTに貢献します。

## スピン流を用いた磁壁カイラリティの電氣的検出

山下 尚人

九州大学 大学院システム情報科学研究科 助教  
同上

本研究は、磁壁のカイラリティの電氣的検出技術を開発することを目指します。磁壁とは、磁性体の磁区の界面です。近年、ナノスケールの磁区構造の研究が進んだことを背景として、そのカイラリティを用いた様々な計算ハードウェアが提案されています。一方で、計算結果の読み出し方法も重要な技術課題です。伝導電子のスピン角運動量の流れであるスピン流を用いることで、磁壁を用いた計算ハードウェアの共通基盤技術開発します。



## 建材埋込型光ファイバ網による人間を触知する生活空間の実現

吉田 貴寿

慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 特任助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生

本研究では、住宅やオフィスなどの生活空間をまるごとセンサ化するアプローチによって、心身両面に低負荷な行動計測システムを実現します。特に、建材や家具に光ファイバ網を埋め込む一体型のデバイス設計によって、生活空間に遍在する接触力計測を実現し、生活者のさまざまな日常行動の計測解析基盤を実現します。建築技術と光計測技術の融合によるリアル空間の強靱化を通じて、あらゆる空間の価値を向上させます。



## 検査員視覚と調和する透明光熱電撮像ゴーグルの創製

李 恒

中央大学 理工学部 助教  
同上

本研究では高透明かつ高感度・広帯域なミリ波～赤外線撮像素子を創出し、ヒトの視覚と協調する非破壊検査ゴーグルへ展開します。全国で公共設備の老朽化が進む中、それらを支えてきた熟練検査技師の経験を誰しもが継承可能な形に咀嚼し直す必要があります。本研究ではナノ材料の観点から熟練技師の眼とも言えるヒューマンインタフェース型の非破壊撮像素子を設計し、検査員視覚との相互補完によりリアル空間の強靱化を実現します。



## ヒューマンマシンインターフェースの実用に向けたストレッチャブルセンサデバイス基盤技術の創成

李 玲穎

電研・研研究機構 若手課題研究センター ICISリサーチフェロー  
同上

申請者の独自の技術である機能性ナノ材料の自己組織化技術を基盤として伸縮性センサデバイスを形成し、動的な表面からもリアルタイムでデータの収集／伝達が可能なストレッチャブル「歪み」センサデバイスを作製し、実際にヒューマンマシンインターフェースへと適用するデモンストレーションまでを実現する。



# 環境とバイオテクノロジー

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/ongoing/bunya2020-2.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/ongoing/bunya2020-2.html)

戦略目標

気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築  
ゲノムスケールの DNA 合成及びその機能発現技術の確立と物質生産や医療の技術シーズの創出  
革新的植物分子デザイン



研究総括  
**野村 暢彦**

筑波大学 生命環境系 教授/微生物サステナビリティ研究センター センター長

## 領域アドバイザー

植田 美那子	東北大学 大学院生命科学研究所 教授
大西 康夫	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
小笠原 涉	長岡技術科学大学 技術科学イノベーション専攻 教授
岡本 章玄	物質・材料研究機構 高分子・バイオ材料研究センター グループリーダー
小川 順	京都大学 大学院農学研究科 教授
黒田 章夫	広島大学 大学院統合生命科学研究所 教授
小杉 昭彦	国際農林水産業研究センター 生物資源・利用領域 領域長/プロジェクトリーダー
清水 浩	大阪大学 大学院情報科学研究科 教授
白須 賢	理化学研究所 環境資源科学研究センター 副センター長/グループディレクター
玉木 秀幸	産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 副研究部門長/研究グループ長
野尻 秀昭	東京大学 大学院農学生命科学研究科 教授
蓮沼 誠久	神戸大学 先端バイオ工学研究センター 教授・センター長
松井 知子	ノボザイムズ ジャパン(株) 研究開発部門 代表
八代田 陽子	理化学研究所 環境資源科学研究センター 副チームリーダー
吉野 知子	東京農工大学 大学院工学研究院 教授

## 研究領域概要

世界的に共通した環境問題や社会課題の克服が求められており、バイオテクノロジーはそれらの解決において重要な基盤の一つです。しかし、それらの課題を解決していくためには、独創的なアイデアによりバイオテクノロジー分野における飛躍的な科学・技術革新を巻き起こし、異分野との融合によりイノベーションを創出するとともに、次代を担う若手人材の支援と将来のリーダーの輩出が必要です。

本研究領域では、バイオテクノロジー分野において新分野開拓や新価値創造につながる基礎研究を推進し、将来、真に環境問題に貢献できる技術と人材の創出を目指します。例えば、複合微生物・生物間相互作用・共生、環境生態モニタリング、あるいは、生物機能を利用した環境浄化・制御や再生可能な生物資源及びそれらの廃棄物を利活用したマテリアルやスマート物質生産などの幅広い分野において、新たな発想に基づいた先駆的なテーマを支援します。さらには、新たな生物機能の発見・創出・利用・評価解析手法の開発なども含め、環境への貢献につながる挑戦的な研究構想を幅広く求めます。

研究推進においては、研究者同士の交流を促進し、バイオテクノロジーを共通言語とする多様な若手研究者によるヒューマンネットワークの構築を進め、横断的なグループ研究などへの展開を図ります。そして、若手研究者が切磋琢磨する中でそれぞれの研究を探求しながら、将来に渡ってさらに広く大きく研究フレームを展開するための支援を行うことで、環境問題に貢献できる先進的な研究をリードする人材の育成を目指します。

## 野生イネが持つ花序形態環境可塑性の解明

縣 歩美

名古屋大学 大学院生命農学研究所 助教  
情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 博士研究員



植物の花序形態は作物生産性を左右する最も重要な因子ですが、環境ストレス下における花序形態可塑性のメカニズムは未解明のままです。本研究では野生イネ遺伝資源を用いて、分子遺伝学的手法により、花序形態多様性およびストレスにตอบสนองして変化する花序形態の分子基盤解明に挑戦します。多様な花序形態の環境応答機構を理解し、その制御方法を提案することによって食糧安定確保を実現する環境適応型植物の設計に貢献します。

## 自動培養装置と機械学習による細胞状態のフィードバック制御系の開発

芝井 厚

理化学研究所 生命機能科学研究センター 研究員  
理化学研究所 生命機能科学研究センター 特別研究員



生物の細胞は培養環境に応じて性質を変えますが、その振る舞いは複雑かつ動的で、予測や制御は困難です。本研究では全自動培養実験システムに、私が開発を進める細胞状態と培養条件の間のフィードバック学習制御系としての機能を付与します。これを用いて細菌・酵母の実験進化による遺伝型制御や、酵母および動物細胞の動的な表現型制御を実現し、次世代の基盤バイオテクノロジーの創出を目指します。

## 酵素のKm 値再考察：最適値を決める因子の探索

千葉 洋子

理化学研究所 環境資源科学研究センター 上級研究員  
理化学研究所 環境資源科学研究センター 研究員



宿主生物によって同一反応を触媒する酵素の遺伝的背景や動力学的パラメータが異なることがあるのはなぜでしょうか？本研究は、動力学的パラメータのひとつで酵素と基質の親和性を示す Km 値に注目し、触媒化学の性能評価手法を用い本問に答えることを目指します。さらに得られた知見を応用して、有用物質生産系に適した酵素を設計するための指針を与えることを目指します。

## 微生物の新規代謝物-酵素遺伝子の統合オミクス推定法の開発

岡橋 伸幸

大阪大学 大学院情報科学研究科 准教授  
同上



持続可能な社会の実現に向け、未利用微生物から有用代謝物やその産生酵素遺伝子を見出し、自在に活用するニーズが高まっています。そこで本研究では、ノータラゲットメタボロームデータと全ゲノムデータを有機的に統合解析することで、微生物の未同定化合物の構造や未知遺伝子の機能情報を推定する情報解析プラットフォームの構築に取り組みます。

## ケミカルバイオロジーを用いた光合成の活性制御機構の解明

神保 晴彦

東京大学 大学院総合文化研究科 助教  
同上



多種多様な遊離脂肪酸分子種をシアロバクテリアに添加して、光阻害に対する影響を解析し、遊離脂肪酸による光阻害への影響について理論モデル化を行います。さらに、光阻害の過程における修復及び損傷の解析、脂質修飾タンパク質の網羅的な解析から遊離脂肪酸の光阻害への作用点を分子レベルで明らかにし、理論モデルと分子メカニズムを組み合わせて、光合成を制御するための新規遊離脂肪酸の分子デザインを行います。

## 構造情報に基づいたin silico 酵素改変が先導するスマート代謝経路設計

二井手 哲平

大阪大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上



細胞をマイクロな生産工場と捉え、代謝経路を改変することで、バイオ燃料や医薬品等の様々な有用物質を環境低負荷に生産できます。しかし、細胞は数千種類のタンパク質が複雑に連携したシステムであるため、代謝経路設計は現在でも困難な課題の一つです。本研究では、タンパク質工学と情報科学の側面から代謝経路設計にアプローチすることで、細胞内の代謝状態を体系的かつ精密に捉え、合理的な経路設計手法の確立を目指します。

## 遺伝子を釣り針に任意環境微生物を特異的に獲得する

木村 善一郎

兵庫県立大学 環境都市工学分野 准教授  
同上



環境中の微生物のほとんどは様々な理由から分離化することが出来ません。分離を阻む因子は数多くありますが、一つ確からしいのはそもそも人類は未だ「環境中から狙った菌を釣り上げる」ことが出来ていないということです。本研究では近年大きく注目されているゲノム編集を技術基盤に、遺伝子標的型の任意微生物分離 (i.e. 狙った菌を釣り上げる技術) という、新しい環境微生物分離スキームの確立を目指します。

## 高密度分子集積ナノ界面による超高感度ウイルス検出

砂山 博文

神戸大学 大学院工学研究科 特命准教授  
同上



生命科学において高感度に分析対象を検出する技術は必要不可欠です。本研究では人工高分子をベースに分析対象を捕捉する分子認識素子とその結合事象を可視化するためのレポーター分子を部位特異的に高密度集積したナノ界面を創製する技術を開発し、これを用いて超高感度にウイルスを検出するシステムの実現を目指します。

## 環境調和型病害防除法を実現する微生物叢人工制御基礎研究

西岡 友樹

産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 産研特別研究員  
産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 協力研究員



環境調和型の植物病害防除法の確立は、持続可能な農業生産の実現にとって重要な課題の一つです。本研究では、土壌伝染性植物病害の発生様式に着目して案出した、土壌微生物叢の制御を基盤とする新規の環境調和型植物病害防除法の開発に繋がる研究に取り組みます。特に本防除法の開発に必要な、微生物機能を活用した土壌微生物叢人工制御に関する基礎的知見を得ることを目指します。

## 遺伝子多重破壊法を用いた感染メカニズムの網羅的解明

熊倉 直祐

理化学研究所 環境資源科学研究センター 研究員  
同上



植物病害糸状菌は植物免疫を打破する病原性因子を駆逐することで感染を成立させます。しかしながら病原性因子の冗長性のため、従来の手法では病原性因子の同定が困難でした。本研究では植物-病原糸状菌双方で多重変異体を作成可能な新たに開発した実験系を用いて病原性因子とその植物における標的因子を同定します。本研究で得られる知見は作物の耐病性育種や低環境負荷の農業開発に貢献します。

## エコプロバイオティクスによる環境適応型サンゴの創出

高木 俊幸

東京大学 大気海洋研究所 助教  
同上



サンゴ礁は全海洋生物の約25%を育む、極めて重要な生態系です。近年、サンゴの白化現象により世界中のサンゴ礁が崩壊する甚大な被害が報告されています。本研究では微生物の力により生態系を保全する「エコプロバイオティクス」の概念を提唱し、ヒトを対象に展開されてきたプロバイオティクスの概念や細菌叢操作・分析技術をサンゴ研究へ拡張することで、世界のサンゴ礁保全をリードする革新的な育種法の創出を目指します。

## シングルゲノム情報を用いた水圏ファージ-宿主間の相互作用解析

西川 洋平

理化学研究所 放射線融合イオンビーム科学センター 研究員  
理化学研究所 放射線融合イオンビーム科学センター 特別研究員



本研究では微小液滴作製技術を応用し、ウイルス1粒子ゲノム情報の網羅的な獲得を可能にする技術の開発を目指します。水圏環境中のウイルス粒子の高精度ゲノム情報をハイスループットに取得することで、未知ウイルスを含めたゲノムデータベースの拡充を行います。さらに、宿主となる細菌のゲノム情報を合わせて取得・解析することにより、「どのウイルスが」「どの細菌に」「どの程度の頻度で」感染しているのかを明らかにします。

## 穀物由来ケイ酸輸送体の構造解析

齊藤 恭紀

岡山大学 農分研基礎科学研究科 特任助教  
同上



穀物は土壌中のケイ素を取り込むことで虫害や強風、土壌のミネラル異常等の様々な環境ストレスに対して耐性を獲得しています。それゆえ、ケイ素取り込みを担うケイ酸輸送体の機能は穀物の収量に直結しますが、その輸送機構はほとんど分かっていません。本研究では穀物のケイ酸輸送体の構造を原子レベルで明らかにします。得られた構造情報に基づいて変異体の機能解析を行い、ケイ酸輸送体のケイ酸輸送機構を解明します。

## 植物の近交弱勢における遺伝機構の解明

竹島 亮馬

農研機構 食品産業技術総合研究機構 作物研究部門 研究員  
農研機構 食品産業技術総合研究機構 文化作物研究センター 研究員



他殖性作物である普通ソバをモデルとして植物の近交弱勢に関わる評価手法の確立と分子遺伝学的機構の解明に挑戦します。本研究では兄弟交配により近交係数を高めたソバ系統群に対して、画像解析による弱勢形質評価手法の開発・弱勢形質関連遺伝子座の特定・メチローム/トランスクリプトームによる弱勢機構の探索を行います。本研究の成果は近交弱勢を未然に回避した新たな環境適応型作物の創出に貢献し得ると考えています。

## ウイルスゲノムを利用した糸状菌の二次代謝機能開発

二宮 章洋

東京大学 大学院農学生命科学研究科 助教  
筑波大学 生命環境系 研究員



モデル糸状菌 *Aspergillus fumigatus* に、菌類ウイルス、あるいはウイルスの遺伝情報を導入し、二次代謝を活性化するための因子を探索します。次に、当該因子を他種糸状菌に導入し、産生が誘導された化合物の中から新規有用物質を探索します。また、有用物質の工業生産に二次代謝活性化因子を導入することで、物質生産量の向上が可能であるか検討します。

### 藍藻バイオフィームにおける硫酸多糖の機能解析

**前田 海成**  
東京工業大学 科学技術創成研究院 助教  
東京農業大学 生命科学部 特別研究員



酸素発生型光合成バクテリアである藍藻には、硫酸多糖が特異的に存在します。私はあるモデル藍藻種の硫酸多糖依存性バイオフィーム形成と硫酸多糖合成・制御系を明らかにしました。そして、環境中の多様な藍藻バイオフィームの形成や機能に硫酸多糖が重要な役割を果たすと考えました。そこで本研究では、非モデル種を含む複数の硫酸多糖蓄積藍藻種を対象として形質転換系や機能解析手法を確立することで、その解明を目指します。

### 生物の表面と内部を可視化する超解像液中AFM

**宮澤 佳甫**  
金沢大学 理工学域 助教  
同上



バイオテクノロジー分野において、生物の構造や機能を分子レベルで理解し、新規生体機能の発現や応用技術の拡大に繋げるためには、「生体試料を液中環境下で可視化する分子スケール解析技術の開発」が必要不可欠です。この課題を実現するために、本研究では、先端径0.4 nmの探針を備えた超解像液中原子間力顕微鏡を開発し、液中かつ非染色生体試料の表面と内部をサブナノスケール分解能で観察できる計測手法を確立します。

### 炭素栄養の転流の自由自在な制御に向けた研究

**三好 悠太**  
量子科学技術研究開発機構 量子技術基盤部門 主任研究員  
量子科学技術研究開発機構 量子ビット科学部門 研究員



植物体内の炭素栄養の輸送（転流）を自在に操り、可食部へ集中的に転流させることで、作物栽培への投入エネルギーを収穫物として余すことなく回収する究極の栽培技術を確立したいと考えています。その礎となる知見を得るため本研究では、植物体内の炭素栄養の動きを可視化できるポジトロンイメージング技術を駆使し、特定の組織・器官で発現した遺伝子群がどのように機能し植物全体の転流を調節するのか全体像の解明に挑戦します。

### 野生イネ種子における二次代謝産物を介した植物-微生物間相互作用の分子基盤の解明

**吉田 悠里**  
情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 特任研究員  
同上



野生植物の種子は休眠が深く、多様な微生物が存在する土壌中で腐敗せず長期間生存できますが、その仕組みは分かっています。本研究では、野生イネをモデルとして、種子への微生物の侵入・感染の抑制に関わる遺伝的要因および植物分子を明らかにします。これにより、野生植物遺伝資源の潜在能力を活かした作物種子の品質向上や長期保存など、持続可能かつ安定した作物生産の基盤技術開発に関する知見を得ることを目指します。

### タンパク質多量化技術による合成制御

**吉村 柁彦**  
京都大学 高等研究院 特任助教  
同上



我々は植物が合成する様々な小分子を医薬品や化学合成の原材料として利活用しています。そのため、植物の複雑な合成システムを自在にコントロールすることができれば、我々の持続的生産社会を支える革新的な技術となると考えられます。本研究では、合成分子を用いた細胞内発現系でのタンパク質の多量化技術を確立することで、合成制御法の開発を目指します。

### 固相基質分解酵素複合体の分子設計基盤の確立

**吉本 将悟**  
名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
名古屋大学 大学院工学研究科 特別研究員



プラスチックやゴムなどの高分子材料はひとたび環境中に排出されると長期間にわたり残存するため、適切に処理する方法が求められています。近年、生体触媒（酵素）による分解が注目されていますが、分解速度が著しく遅いという問題があります。本研究では、基質に対する親和性を酵素に付与するとともに、酵素の複合体化を行うことで固相基質である高分子材料の表面近傍に酵素を濃縮し、分解速度の飛躍的向上を目指します。

### 根寄生雑草耐性作物のテーラーメイドな創成

**若林 孝俊**  
大阪公立大学 大学院農学研究科 特任研究員  
神戸大学 大学院農学研究科 助手



世界の農業に甚大な被害を与えている根寄生雑草は、宿主植物の根から分泌されるストリゴラクトン（SL）を感知して発芽します。SL構造は多岐にわたり、構造の違いにより根寄生雑草種ごとの発芽誘導活性は異なります。本研究では、SL合成機構の解明を通じて、作物が本来生産するSLを、その作物に寄生する根寄生雑草に対して低い発芽誘導活性を示すSLへ改変することで、根寄生雑草抵抗性作物の創成を目指します。

### シストセンチュウ孵化促進物質合成の解明と新奇防除法への応用

**秋山 遼太**  
理化学研究所 環境資源科学センター 基礎科学特別研究員  
神戸大学 大学院農学研究科 学術研究員



植物寄生性線虫であるシストセンチュウは世界中の農業に甚大な被害を与えています。シストセンチュウは宿主となる植物の根から分泌される孵化促進物質を特異的に認識して孵化します。シストセンチュウの防除には孵化促進物質を起点とした方策が有効であると考えられます。本研究は、これまで全くの不明であった孵化促進物質合成系の解明を目的とし、さらに得られた知見を応用した新奇シストセンチュウ防除法の開発を目指します。

### プラズモニクナノ流路を用いたDNA 1分子高速解析

**東 直輝**  
名古屋大学 大学院工学研究科 助教  
同上



薬剤耐性をもつ細菌やウイルスのモニタリングには、遺伝子型を高速に判別可能なDNA分析法が必要です。従来の分析法は、分析に多数のDNA断片が必須であり、増幅工程が高速化のボトルネックでした。そこで本研究では、高い分析精度を確保しながら、DNA 1分子での分析を実現可能なプラズモニクナノ流路を用いたDNA分析法を実現することで、増幅工程を不要とし、分析の飛躍的な高速化を目指します。

### 生体膜組成を介した細胞外脂質化合物の機能

**岩間 亮**  
東京大学 大学院農学生命科学研究科 助教  
同上



自然界には多様な脂質化合物が存在し、その疎水性から様々な生物の生体膜に作用していると考えられますが、生体膜全体への影響は体系的には理解されていません。本研究では、真核微生物を対象として、細胞外脂質化合物が生体膜組成に与える影響を定量的に捉えるとともに、細胞機能がどのように変化するのかを解析します。本研究を通じて、生体膜物性変化を生み出す脂質化合物を利用した微生物機能探索の基盤を創出します。

### 生体分子機能の理解に資するハイブリッドナノ振動分光法の創出

**加藤 遼**  
大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教  
徳島大学 ポストLEDフォトリソ研究所 特任研究員



生命機能を活用するバイオテクノロジーの発展には、機能発現に関連性の深い分子の化学構造情報を1分子レベルで分析することが必要不可欠です。本研究は、単一分子の分子振動変化を網羅的に計測するハイブリッドナノ振動分光法を創出し、生体1分子の化学構造変化や分子振動の協奏性、生体分子間の相互作用が機能に及ぼす影響を明らかにすることを旨とします。

### エビ体液中免疫細胞と細菌叢の相互作用解析と養殖産業への活用

**小祝 敬一郎**  
東海海洋大学 学術研究院 准教授  
東海海洋大学 学術研究院 助教



養殖が盛んなクルマエビ類ですが、どのように免疫機能が制御されているか不明な点が多く残されています。そこで本研究では、病原体感染時のクルマエビ宿主の免疫細胞および血リンパ中細菌叢の変動および相互作用を解析することで、どのようにしてエビが病原菌に打ち勝つかを明らかにします。本研究は、新規免疫賦活剤のスクリーニング手法確立につながり、抗生物質を使わない環境にやさしい養殖技術に貢献できます。

### 花の構造色を呈する微細構造 - フォトニクス農業実現のための基盤構築 -

**越水 静**  
情報・システム研究機構 国立遺伝学研究所 助教  
明治大学 農学部 助教



構造色とは、微細な構造によって光が干渉し発色する現象です（例：CDの虹色発色）。構造色は植物の花弁にも存在し、昆虫への視覚的影響を利用することで、着果剤や農薬が不要となる農作物の作出が可能です。また、植物の構造色発色は細胞壁の凹凸構造に由来するため、人体に無害な多色素材を提案できます。本研究では、農業・産業への新技術開発を目的とし、花の構造色を呈する微細構造の形成機構解明を行います。

### オルガネラ間接着から紐解く新たな環境応答機構

**坂本 勇貴**  
徳州大学 学術研究院理工学域 助教  
大阪大学 大学院理学研究科 助教



植物細胞内でオルガネラは密接なコミュニケーションを取ることで、様々な環境刺激に対して適切に応答します。本研究ではオルガネラ同士の直接的なコミュニケーションである物理的接着に注目し、プロテオミクスをベースとした手法を用いてオルガネラ間の接着を制御する分子メカニズムを解明します。本研究は環境変動に適応した作物の創出に貢献します。

### 根毛と遺伝子制御ネットワークを軸とした植物環境応答機構の解明

**柴田 美智太郎**  
理化学研究所 環境資源科学センター 客員研究員  
理化学研究所 環境資源科学センター 研究員



植物は、周囲の環境に応じて器官や個体の「成長」をコントロールしています。本研究では土壌栄養素に対して明確な応答を示すシロイヌナズナの「根毛」をモデルとして、遺伝子制御ネットワークの観点から植物が外部環境に対して柔軟に応答する仕組みを明らかにします。そして植物の成長を自由自在にコントロールする技術の確立を目指します。

研究者の役職について：上段：（進行中の課題）現在の所属・役職、（終了課題）原則として課題終了時の所属・役職 下段：応募時の所属・役職

## 昆虫等から単離された野生酵母の評価と有用酵母の構築

清家 泰介

大阪大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上



酵母を用いた有用物質生産においては、実績の高い出芽酵母 *S. cerevisiae* に加え、新しい機能を持った別の酵母の利用も期待されています。本研究は主に *H. uvarum* の体内から単離された野生酵母における特性の評価を行い、さらに水平伝搬や交配といった進化工学を用いることにより酵母の改変を試みます。持続可能な社会の実現に向け、未知の野生酵母の情報を集約し、そこから有用な代謝物や遺伝子を見出すことを目指します。

## 植物におけるフィチン酸依存的な mRNA 核外輸送活性制御機構の解明

高木 大輔

摂南大学 農学部 講師  
摂南大学 農学部 特任助教



予備実験の結果から、フィチン酸は植物の mRNA の核外輸送活性を抑制し、トランスクリプトームを変化させることが示唆されました。そこで本研究では、イネを用いてフィチン酸が mRNA の核外輸送活性に与える影響を定量的に評価し、フィチン酸依存的な mRNA 核外輸送のフィードバック制御を受ける遺伝子群の共通配列構造、及び当該フィードバック制御を担う分子の实体を解明します。

## 海の砂漠で光合成を担う「光共生」の関連遺伝子特定

高木 悠花

東京大学 大気海洋研究所 准教授  
千葉大学 大学院理学研究科 助教



海の砂漠と称される温暖で貧栄養な海域では、藻類を細胞内に共生させる「光共生」を行う生物が、微小な光合成のホットスポットを形成しています。しかし、光共生を司るメカニズムは未解明です。本研究では、浮遊性有孔虫という単細胞プランクトンを対象に、光共生関連遺伝子の特定に挑戦します。これにより、光共生の分子基盤の解明と、海洋物質循環における光共生の寄与を評価できるようなマーカー遺伝子の特定を目指します。

## 温故知新、翻訳装置に内在する微生物環境応答機構の理解

高田 啓

富山県立大学 工学部 講師  
京都産業大学 タンパク質動態研究所 研究員



Cryo-EM などの革新的技術の発展に伴い特に翻訳研究領域において、時代に埋もれていた先人たちの研究成果を再評価する機運が高まってきました。申請者は最近、微生物における新規翻訳品質管理機構 (RQC) の存在を明らかとしました。そこで本研究では、過去の知見を生かしながら、その品質管理機構の全貌の理解と、その解析の過程で明らかになってきた微生物翻訳装置に内在する新規環境応答機構の解明を目指します。

## 環境中の損傷ウイルスサルベージ技術の開発

高橋 迪子

高知大学 医学部 特任助教  
高知大学 自然科学系 日本学術振興会特別研究員 (PD)



水圏には膨大な数のウイルスが存在することがシーケンス解析により明らかにされていますが、感染性ウイルス粒子としての単離・培養例は限られています。この理由として、ウイルスがカプシド損傷により感染性を失っている可能性が考えられます。本研究では、環境ウイルス由来ゲノムを宿主候補細胞へ人為導入することで、損傷ウイルスを含む多様なウイルスを感染性粒子として得るための技術 (ウイルスサルベージ技術) を開発します。

## 高温ストレスによる発芽阻害メカニズムの解明

竹内 純

静岡大学 農学部 准教授  
同上



地球温暖化が進む現在、高温ストレスによる発芽阻害は作物生産性を左右する深刻な問題となっています。近年、カリキ結合タンパク質である KAI2 が高温下における発芽制御に関与することが示唆されていますが、KAI2 の植物内生リガンドは未同定のままです。本研究では、発芽阻害物質に着目して KAI2 を不活性化させる内生リガンドを同定し、高温ストレスによる発芽阻害メカニズムを統合的に理解することを目指します。

## 細菌の宿主体内適応に関わる分子基盤の解明

竹下 和貴

秋田県立大学 生物資源科学部 助教  
同上



あらゆる動物において、宿主生物が本来持たない重要機能を共生生物が担っていることがわかっています。将来、共生微生物を介して、任意の宿主生物に有用機能を自在に付与することが可能となれば、様々な環境問題の解決に貢献できるはずです。その実現を目指し本研究では、昆虫の必須共生細菌としても機能する植物共生細菌を対象に、この細菌が異なる宿主生物体内に適応することを可能としている分子基盤を解明します。

## セルロース分解菌の電流生成特性を利用したシロアリ探知法の開発

鄧 驍

電機・材料研究機構 長分子・バイオ研究センター 主任研究員  
電機・材料研究機構 長分子・バイオ研究センター 研究員



シロアリはセルロースを餌とし、木造建築物を侵食する害虫として知られていますが、床下や木材の内部で活動するため、検出には困難が伴います。本研究では、シロアリ特有の腸内セルロース分解菌に着目し、環境中から高速セルロース分解菌を特異的に検出する電気化学バイオセンサーを開発します。さらに、謎の多いシロアリ腸内細菌の生理代謝を電気化学的観点から解明します。

## 人工進化実験による産業用酵素生産 *Bacillus* 株の耐酸性化

中西 貴士

ノボリウムジャパン (株) 研究開発部 Department Manager  
ノボリウムジャパン (株) 研究開発部 主任研究員



産業用酵素は、多様な産業で加工助剤として利用され、生産効率の改善などを表現してきた優れた触媒です。これらのほとんどは微生物による発酵生産で製造されますが、工業生産に適う微生物宿主が少ないため、生産できる酵素の多様性も限られます。本研究では、天然から発見されていない「酸性条件下で酵素を高生産する細菌宿主」を人工進化実験により開発し、生産基盤として活用することで、新規酵素群の社会実装を目指します。

## 柔軟性と頑健性を備えた季節温度適応能の分子基盤の解明

中山 友哉

名古屋大学 高等研究院 特任助教  
同上



地球温暖化による海水温の変化は、魚類を含む変温性の外温動物から構成される海洋生態系に深刻な影響を及ぼしています。しかし、外温動物における温度適応機構は明らかになっていません。本研究では温帯地域に生息するメダカが持つ柔軟性と頑健性に優れた季節温度適応能の分子基盤の解明を通じて、海洋生態系の保全や、水産業における気候変動への対策技術や適応技術の開発へとつながる基礎的知見を得ることを目指します。

## 転移学習を用いた非モデル生物の無細胞タンパク質合成系開発

西田 暁史

東京農業大学 生命科学部 助教  
早稲田大学 理工学部 講師



遺伝子パーツ開発のプラットフォームとして利用されている無細胞タンパク質合成系では、非モデル生物の利用のために、非モデル生物由来の無細胞タンパク質合成系が開発されはじめています。課題は系のパフォーマンス最適化で、本研究では大腸菌のパフォーマンスを最適化する機械学習モデルを転移学習に利用し、他の非モデル生物由来の無細胞タンパク質合成系を効率よく開発する手法を構築します。

## メタゲノムビッグデータを活用した微生物の環境適応因子の解明

西村 陽介

海洋研究開発機構 海洋機能利用部門 研究員  
東京大学 大気海洋研究所 特任研究員



微生物は地球上の様々な環境に対して、どのように適応し、進化してきたのでしょうか。本研究では、大規模メタゲノムデータを用いて環境横断的メタ解析を行うための情報学的手法を確立し、「遺伝子分布の環境特性」に関する網羅的な情報基盤を構築します。この知識リソースを活用して、微生物が持つ環境適応因子の全体像を解明するとともに、膨大な数の機能未知遺伝子から有用な遺伝子資源を探索するなどの応用研究に取り組みます。

## 次なる「緑の革命」植物の創出を目指した転写中核因子の研究

野崎 翔平

筑波大学 生命環境系 助教  
筑波大学 つば機能創イノベーション研究センター 助教



世界中で食糧増産をもたらした「緑の革命」植物は、背丈が低く倒れにくいという有用形質を示す一方、窒素吸収能力が低下し膨大な肥料を要求するという欠点を持ち合わせています。本研究では、欠点を克服した次なる「緑の革命」植物の創出への可能性を秘める転写中核因子に着目し、その分子機能を原子分解能レベルで解明します。そして、得られた構造情報に基づき、次なる「緑の革命」に資する転写因子の機能改変体をデザインします。

## 植物病原菌におけるホウ酸を介した感染機構の解明

緋田 安希子

広島大学 大学院統合生命科学部 助教  
同上



数種の植物病原菌はホウ酸を感知し集積しますが、この行動の意義は明らかになっていません。本研究では、「植物の傷口からホウ酸が漏出し、それが病原菌にとって感染時の侵入の目印となる」という仮説を立て、その証明を試みます。病原菌側における感染時のホウ酸集積行動の役割を解析するとともに、植物側におけるホウ酸漏出の可能性を検証することで、植物病原菌におけるホウ酸を介した感染機構の解明を目指します。

## <sup>13</sup>C ラベル母乳オリゴ糖を用いた腸内細菌種間関係の解析

山田 千早

明治大学 農学部 専任講師  
東京大学 大学院農学生命科学研究科 助教



乳児期から離乳期にかけてどのような腸内細菌叢が形成されるかがその後の健康に影響すると言われています。母乳オリゴ糖は乳児の腸内にビフィズス菌を増殖させる機能が知られていますが、最近、酪酸生成菌も増殖させることがわかってきました。そこで <sup>13</sup>C ラベル母乳オリゴ糖を用いてビフィズス菌を中心とした腸内細菌の種間関係を明らかにすることで母乳オリゴ糖の機能性をより正しく理解することを目指します。

## フラボノイド合成の細胞内動態を探る

### 和氣 駿之

東北大学 大学院工学研究科 助教  
同上



細胞内で生じる代謝は、連続する代謝酵素の複合体（メタボロン）の形成により時空間的に制御されていることが考えられています。本研究では、フラボノイド代謝酵素群に着目してメタボロン形成動態の解析を行い、タンパク質間相互作用を介した代謝酵素の特異性制御機構および基質チャネリングによる代謝効率化メカニズムを明らかにし、より環境負荷の小さい物質生産への応用を目指します。

## 構造予測AIが見出すバイオ燃料変換酵素

### 小野田 浩宣

名古屋大学 シンクログロム光研究センター 助教  
同上



脂肪酸の長さ制御とアルケン生産反応を同時に行う「バイオガソリン生産酵素」をCYP152ファミリー酵素のコンセンサス配列と40%の相同性を示す4700種から選別します。アミノ酸配列クラスタリング、タンパク質構造予測AI、MDシミュレーションを用いて酵素活性を推定します。適切な炭素鎖長まで短縮するとアルケンを生産する酵素を選定し、タンパク質を発見して活性評価します。酵素を用いてバイオ燃料を生産します。

## バイオ触媒を用いたCO<sub>2</sub>固定技術の開発

### 四坂 勇磨

理化学研究所 環境資源科学センター 基礎科学特別研究員  
理化学研究所 環境資源科学センター 訪問研究員



二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)は、経済活動や日常生活に伴い大気中へ排出される温室効果ガスの一種であり、地球温暖化への影響を低減するためには、大気中のCO<sub>2</sub>の総量を削減する必要があります。本研究では、大気や排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を積極的に消費して有用な物質を産み出すCO<sub>2</sub>固定化技術の創出を目指し、パイオ触媒を用いてCO<sub>2</sub>を固定化するための基盤技術の開発に取り組みます。

## 2022年度探採研究者「3期生」 微生物生態工学の「個」と「全体」を繋ぐ新指標の確立

### 石澤 秀紘

兵庫県立大学 大学院工学研究科 助教  
同上



微生物群集は様々な代謝機能や動植物への影響を通じて、幅広い産業・環境問題と密接に関連しています。本研究では、微生物群集全体の有益・有害な機能を好適に制御するという目標に向け、個々の微生物が発揮する機能の相互作用に着目した新たな解析手法を提案します。特に、「群集中の各構成種が「群集全体の機能にどれだけ寄与するか」を定量的な指標として表現するための実験デバイスと数理モデルの開発に取り組みます。

## 高難度ラジカル反応を実現する新規生体触媒の進化型開発

### 加藤 俊介

大阪大学 大学院工学研究科 助教  
同上



現在の工業的物質生産のニーズに即した酵素の反応適用範囲の拡張は、バイオプロセスの実用化における課題です。本研究では、酵素の反応適用範囲を光エネルギーを利用して拡張することをめざし、光励起による挑戦的なラジカル反応を促進する新規生体触媒を開発します。具体的には、指向性進化法を駆使して酵素を改変することで、 $\alpha$ -ケト酸とハロゲン化アルキルの不斉ラジカルカップリング反応を実現する新規生体触媒を創製します。

## 転写因子によらない迅速な転写制御機構の解明

### 澁田 未央

山形大学 学術研究院 助教  
同上



植物は固着生活を営むため様々な転写制御機構を駆使して環境変動に対処します。高温ストレス時の迅速な転写応答には、RNAポリメラーゼII(PolII)の修飾制御、すなわち転写因子を介さない制御が重要だと考え、その制御機構の解明を目標とします。PolIIの新規イメージングシステムと画像解析法を構築し、PolII脱リン酸化酵素の機能解析と合わせて環境変動におけるPolIIダイナミクスの解明を目指します。

## 環境微生物セレノプロテオームの革新的予測法

### 井上 真男

立命館大学 立命館グローバル・イノベーション研究機構 助教  
同上



次世代シーケンサーの普及によって環境微生物学の世界は大きな変革を迎えています。我々は日々蓄積する膨大なゲノム情報を真に解釈できているのでしょうか。本研究では、終止コドンUGAにコードされる21番目のアミノ酸・セレンシステインを含むため、遺伝子予測が困難であったセレンタンパク質の革新的予測法を開発し、環境微生物のゲノム情報に巧妙に隠された機能的遺伝子の発見と翻訳機構の多様性の解明を目指します。

## 凍結低温制御分子の構造特異機能の解明および個体丸ごと保存技術の開発

### 倉持 昌弘

茨城大学 学術研究機構 助教  
茨城大学 大学院理工学研究科 助教



氷晶形状制御および低温細胞保護を示す氷結合タンパク質(Ice-Binding Protein: IBP)に着目し、中性子回折実験による構造特異的な分子機構の解明、時分割X線計測による氷晶成長評価、蛍光観察による細胞保護作用のメカニズムを理解し、これら基礎科学知見に基づいた生物丸ごとの保存技術を確立します。

## 有毒ヒラムシの生活環から探るフグ毒のゆくえ

### 周防 玲

日本大学 生物資源科学部 専任講師  
日本大学 生物資源科学部 助教



フグ毒(テトロドトキシン)は様々な生物で検出されていますが、中でも毒保有量が多いオオツノヒラムシがその起源解明の手がかりを有すると考えています。無毒の餌で育てたフグは毒化しないことが知られていますが、ヒラムシではどうでしょうか。これを調べるために必要なヒラムシの人工飼育法は未確立です。本研究では、ヒラムシの生活環の鍵ステージである幼生の着生を人工的に誘引すべく、その化学シグナルの特定を目指します。

## 機能性ナノカーボン材料の高効率生産を指向した生体触媒の創製

### 宇佐見 享嗣

名古屋大学 高等研究院 特任助教  
名古屋大学 大学院理学研究科 研究員



ナノカーボン材料は、我が国が世界トップレベルにある分野です。しかし、多くの機能性ナノカーボン材料の合成には多大なエネルギーを要し大量の廃棄物を排出します。そのため、低環境負荷かつ高効率生産方法の開発が急務とされています。本研究では、持続的発展が可能な社会の実現に資する技術として注目され開発が活発化しているバイオプロセスに着目し、機能性ナノカーボン材料の高効率生産を指向した生体触媒の創製を目指します。

## 光遺伝学による多段階スイッチ可能な物質生産システムの基盤構築

### 後藤 祐平

京都大学 大学院生命科学研究所 准教授  
自然科学研究機構 基礎生物学研究所 助教



バイオテクノロジーを利用した物質生産では、生物が持つ代謝活性を再構成して廉価な材料から希少な化合物を作り出すことができます。効率的な物質生産のためには再構成系の最適化が必要ですが、酵素活性の動的パラメータ最適化はほとんどなされていません。本研究では、高い時間分解で細胞内機能を操作可能な光遺伝学を用いて、細胞内物質生産系の動的パラメータを多段階で最適化できる基盤技術の開発を目的とします。

## 複合微生物群における種多様性と機能的頑健性

### 鈴木 研志

東京大学 大学院農学生命科学研究科 特任助教  
同上



複合微生物群はより小さな機能集団であるサブ群集がネットワークを形成することで機能を発揮するシステムです。そのため、サブ群集がどのようにネットワーク構造を形成し、環境変化に適応してその形を変えるのかを理解することが必要不可欠です。そこで本研究では、層流マイクロ流路を用いることで1細胞レベルの代謝と分子拡散を紐付け、ネットワークを可視化し機能維持機構を解明します。

## 植物寄生性線虫の「環世界」を特徴づける感覚ニューロンの機能解明

### 浴野 泰甫

福井県立大学 環境農学研究部門 助教  
明治大学 農学部 助教



生物はそれぞれ独自の「環世界」を知覚しています。害虫の環世界を知ることは、その害虫の認識機構を逆手取った防除法開発に繋がります。本研究の目標は、農学分野で甚大な被害を与えている植物寄生性線虫の環世界を知ることです。本線虫だけが持つ感覚ニューロンに着目し、ニューロン破壊試験、遺伝子発現解析・破壊試験によってその機能を解明することで、植物寄生性線虫が感知する独自の環世界の一端を明らかにします。

## 糖タンパク質代謝を軸とした腸内細菌と宿主の共生機構の解明

### 阪中 幹祥

京都大学 大学院生命科学研究所 特任准教授  
同上



腸内細菌とヒトは緊密な共生関係を構築していますが、その共生機構は未だに不明な部分が多く残されています。本研究では、糖タンパク質の糖鎖代謝機構を腸内細菌において解明すると共に、当該代謝が腸内細菌叢およびヒトに及ぼす生理機能を明らかにします。これにより、糖鎖代謝を介した腸内細菌とヒトの新たな共生の概念を提案することを目指します。

## 人工合成細菌叢による代謝絶対容量の拡張

### 相馬 悠希

産業技術総合研究所 生物プロセス研究部門 主任研究員  
九州大学 大学院農学研究院 助教



代謝改変した微生物を用いて代謝物の相互供与関係を設計することで、複数の菌株が共存する人工的な細菌叢を構築することが可能です。この人工合成細菌叢では、代謝物相互供与に関与する酵素反応に応じて細菌全体の共増殖速度が変化します。この特性を活用すると「共増殖速度」を指標として高活性な酵素変異体を選抜することができます。本研究では人工合成細菌叢を選択場とした革新的酵素スクリーニング技術を開発します。

## 多変量解析による網羅的な酵素設計指針決定手法の確立

高村 映一郎

福井大学 学術研究院基礎部門 准教授  
福井大学 学術研究院工学系部門 講師



バイオエレクトロニクス用デバイスでは、電極触媒として優れた酵素を用いる必要があります。しかし、通常の酵素活性評価では酵素電気化学反応を行うデバイス用酵素改変のための適確な情報取得が困難です。本研究では酵素電気化学反応に基づくスクリーニング結果から、電極触媒活性等の大量の情報について多変量解析を行い、取得結果を機械学習へ適用することでデバイス用高性能酵素変異体のための新規設計手法を確立します。

## 網羅的タンパク電位決定手法の開発による光合成環境適応機構の解明

田中 謙也

神戸大学 先端バイオ工学研究センター 特命助教  
同上



光合成生物の環境応答機構では、光合成活性変化による細胞内レドックス変化がレドックス制御タンパク質の酸化還元状態に反映され、下流の酵素活性制御や活性酸素種除去が行われます。細胞内では多くのレドックス制御タンパク質が混在し、このシステムは複雑な制御ネットワークを形成しています。本研究では、網羅的にタンパク質の電位を決定する新規手法を開発し、光合成の代謝調節や酸化ストレス適応の機序解明を行います。

## ケミカルバイオロジーと構造生物学の融合による花成の理解と制御

西山 康太郎

明治大学 農学部 助教  
理化学研究所 基礎資源科学センター 基礎科学特別研究員



花芽形成（花成）は、農業や品種改良と深い関わりがあります。花成を詳細に理解し、自由自在に制御する方法を確立することは、農作物の安定供給や、迅速に新品種を生み出すことにつながります。本研究では、ケミカルバイオロジーと構造生物学を融合したアプローチで、花成関連タンパク質に作用する有機分子を開発し、花成メカニズムの分子的理解と、薬剤投与のみで花成を精密に制御する手法の確立を目指します。

## 巨大ウイルスによる新規遺伝子工学技術の創出

疋田 弘之

京都大学 化学研究所 助教  
同上



巨大ウイルスは最大数 Mbp におよぶ巨大なゲノムを持つウイルスです。本研究ではこのウイルスが複雑な生物機能を発現するためのベクターとして有望な素材であると考え、外来遺伝子をどの程度コードできるか、巨大ウイルスのコーディング容量の決定を目指します。また、巨大ウイルスは種々の可動性ゲノム因子と共存しています。本研究では、これらが巨大ウイルスのゲノム改変に有用であると考え、その利用可能性を検討します。

## 環境調和型材料の低コスト生産を目指した末端構造設計

百武 真奈美

東京工業大学 物質理工学院 特任助教  
東京工業大学 物質理工学院 日本学術振興会特別研究員 4PD



微生物合成ポリエステルは環境調和型材料として利用でき、これからの持続可能な社会の実現に向けて有益な材料です。しかしながら長年かけ洗練されてきた化石資源由来材料と比べると、コスト面や物性面で課題があります。本研究では、特定の末端構造を有する低分子量微生物合成ポリエステルの生産を実現させ、それを用いた材料物性の向上とコスト低減を目指します。

## 高温環境微生物叢が持つエピゲノム機構の探究

平岡 聡史

海洋研究開発機構 海洋機能利用部門 研究員  
同上



ゲノム上の DNA 化学修飾（エピゲノム）は、真核生物と同様に、バクテリアやアーキア、ウイルスでも広くおきており、生理学的に重要な役割を担っています。しかし、今日までの研究例は分離培養可能な生物種の一部に偏在しており、その多様性や分布、進化・生態への影響など、様々な事が未解明です。本研究では非培養的な「メタエピゲノム」解析手法を用いて、高温環境の微生物叢が持つ DNA 化学修飾の包括的解明を目指します。

## CO<sub>2</sub> 由来低分子からの超高収率スチレン生産

藤原 良介

理化学研究所 基礎資源科学センター 基礎科学特別研究員  
同上



脱炭素社会の実現には CO<sub>2</sub> を回収して利用する技術や、化石資源由来の化学品を再生可能資源から生産する技術が不可欠です。本研究では CO<sub>2</sub> から合成可能な低分子化合物を原料に、産業上重要な化合物であるスチレンを微生物発酵によって高収率で生産する技術を開発します。代謝系を分断する独自技術や、炭素固定反応をモジュール化する独自の戦略を用いることで、通常では不可能な超高収率でのスチレン生産を目指します。

## 植物形態を改変させる甲虫由来因子の同定

別所-上原 奏子

東北大学 大学院生命科学研究所 助教  
同上



本研究では、バイオインフォマティクスおよび進化解析により甲虫由来の虫ごぶ誘導因子を絞り込みます。さらに、植物の維管束分化誘導系を用いることで昆虫から絞り込んだ因子に対する植物組織の応答を細胞レベルで可視化し、虫ごぶ誘導因子による植物組織改変の分子機構の解明を目指します。

## 高温環境における植物病害防除の基盤構築

安田 盛貴

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究所 助教  
同上



雨がもたらす高湿度は、植物病原細菌による葉の病害を助長します。高湿度において、葉内の病原細菌は細胞間隙に水を蓄えることで増殖を促進します（水浸漬）。一方で、植物は高湿度に応じて水浸漬の発生を防ぐことが分かってきました。本研究では、植物が高湿度に反応する仕組みを紐解き、高湿度における植物と病原細菌の攻防を分子レベルで解明することで、高湿度に適応した病害防除の創出に向けた基盤構築を目指します。

## 細胞外膜小胞と二次代謝産物を介した微生物間相互作用様式の解明

吉村 彩

北海道大学 大学院薬学研究所 助教  
同上



微生物は環境に応じて二次代謝産物を制御することから、二次代謝産物は微生物の生命活動に重要な役割を果たすとされていますが、その詳細は未解明です。本研究は菌間コミュニケーション媒体である細胞外膜小胞 (MVs) を利用して細菌間相互作用に関わる二次代謝産物を取得します。さらに MVs と二次代謝産物を介した細菌間相互作用様式を解明します。本研究成果は化合物や MVs を活用した細菌叢制御技術の開発に貢献します。

# AI 活用で挑む学問の革新と創成

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/ongoing/bunya2020-1.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/ongoing/bunya2020-1.html)

## 戦略目標

気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築  
急速に高度化・複雑化が進む人工知能基盤技術を用いて多種膨大な情報の利活用を可能とする  
統合化技術の創出  
実験とデータ科学等の融合に寄る革新的材料開発手法の構築  
次世代 IoT の戦略的活用を支える基盤技術  
多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出  
信頼される AI



研究総括  
**國吉 康夫**  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授

## 領域アドバイザー

江間 有沙	東京大学 国際高等研究所 准教授
大林 茂	東北大学 流体科学研究所 教授
尾形 哲也	早稲田大学 理工学術院 教授
上東 貴志	神戸大学 計算社会科学センター センター長・教授
川上 英良	理化学研究所 先端データサイエンスプロジェクト チームリーダー
寺島 立太	(株)豊田中央研究所 企画・運営部門 リサーチ・アドミニストレーター
中小路 久美代	公立はこだて未来大学 情報アーキテクチャ学科 教授
永野 惇	龍谷大学 農学部 教授
羽藤 英二	東京大学 大学院工学系研究科 教授
馬場 雪乃	東京大学 大学院総合文化研究科 准教授
樋口 知之	中央大学 理工学部 教授
福田 信二	東京農工大学 大学院農学研究院 教授
松原 仁	京都橋大学 工学部 教授

## 研究領域概要

AI (人工知能) をはじめとする情報科学技術の急速な発展と普及により、様々な研究分野で新たな手法構築や格段の性能向上、対象範囲拡大等が進み、さらには革新的な課題設定や枠組み、新たな学問領域創成の可能性も見えつつあります。

このような、あらゆる学問の革新・創成の機会を活かし、進歩を先導し、将来のイノベーション創出につなげていくためには、各々の学問分野の極めて優秀で先進的な頭脳が柔軟な発想で、AI等の情報科学技術の活用やそれらとの学融合によって新たに拓ける世界を予見し、描き、開拓していくことが不可欠です。

本研究領域では、理工系や人文社会系を含むあらゆる学問分野に最先端の AI 等の情報科学技術を取り込むことで格段に強化・発展させることや、AI等の情報科学技術との融合による学問分野の革新や新たな学問領域の創成、新しい価値の創造などを目指す若手研究者による挑戦的な研究構想を求めます。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワークの構築をはかります。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能 / ビッグデータ / IoT / サイバーセキュリティ統合プロジェクト (AIP プロジェクト) を構成する「AIP ネットワークラボ」の一環として運営していきます。

## AIで拓く地球資源の分布と性状の解析

石塚 師也

京都大学 大学院工学研究科 講師  
京都大学 大学院工学研究科 助教

地下の状態や物性の不確実性は地下資源開発のリスクと言えます。本研究では、持続的な地球エネルギー資源の開発のために、AIを用いて、地下の温度等の状態分布や浸透率等の物性を推定する手法の開発および、岩石物性の発現メカニズムを解明する手法の開発を目指します。AIに物理法則を組み入れることによって、従来手法よりも信頼される予測を可能とするとともに、AIによる岩石材料物性の理解に寄与します。

## 深層学習を用いたヒト間協調技能を支える脳情報特微量抽出とその応用

上原 一将

自然科学研究機構 生理学研究所 助教  
同上

複数人同時脳機能計測と深層学習を解析に組み込むことで(1)協調技能のエキスパートからヒト間協調技能に寄与する脳情報特微量抽出し、その脳内神経基盤を理解します。(2)協調技能のエキスパートから抽出した脳情報特微量を利用して協調技能学習者の脳状態を協調技能エキスパートの脳活動に近似させ、効率的に協調技能を学習することを実現するニューロフィードバック搭載型協調学習支援システムの開発に挑戦します。

## タンパク質を制御するペプチドのデザインAI

大上 雅史

東京工業大学 情報理工学 准教授  
東京工業大学 情報理工学 デュオトラック助教

薬の研究開発プロセスは年々複雑化しており、標的タンパク質は高難度のものしか残されていません。本研究では、高難度標的であるタンパク質間相互作用(PPI)に焦点を当て、PPIを阻害できるペプチド分子をデザインするAI手法を開発します。特にこれまで注目されていなかった界面構造の情報を利用したAIを開発することで、適切なペプチド配列を提示することを目的とします。

## 資料調査のためのオンデバイスくずし字認識

Clanuwat Tarin

情報・システム研究機構 データサイエンス利用研究センター 特任助教  
同上

くずし字は日本で千年以上も使われてきましたが、現在くずし字がきちんと読める人は数千人程度ともいわれ、大量に残された歴史的資料に比べて読める人が少ないという問題があります。この問題を解決するために、研究代表者はオンデバイス機械学習の手法を研究し、手持ちの資料を簡単に調査できるくずし字認識スマホアプリを開発します。このアプリは最終的にGooglePlayとAppStoreで無料アプリとして公開します。

## 情報化身体 of 学習理論に基づく成長ロボットの革新と創成

河原塚 健人

東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生

ロボットに備わる身体感覚間の因果的・空間的関係性を表現する情報化身体モデルの学習理論とその応用技術を開発し、経験から内部システム・身体構造が形成・成長していく新しいロボットへの革新と創成を行います。人間が直接記述することなく、経験から制御器・認識器等を自己生成、逐次的に更新・適応していき、適切な身体感覚の削除や追加、道具や環境による身体の拘束と拡張等を自立的に行うことを目指します。

## 統合情報理論の劣モジュラ性に基づく拡張とその神経科学への応用

北園 淳

東京大学 大学院総合文化研究科 特任研究員  
同上

「意識」に関する仮説である統合情報理論では、我々の主観的な意識は、神経細胞間の情報の統合が最も強い、神経ネットワークのコアにおいて生じるとしています。本研究では、このコアの概念を劣モジュラ性と呼ばれる数理的な性質に基づき一般化します。その一般化したコアを用いて神経データを解析し、意識の生まれる場所の解明に挑みます。また一般化したコアを、対象を意識に限らず広く神経ネットワーク解析に応用します。

## 次世代半導体開発におけるプロセス設計の革新

草場 彰

九州大学 応用力学研究所 助教  
同上

次世代半導体の開発期間を短縮するためには、プロセス条件から結晶品質を定量的に予測する必要があります。しかし、気相・表面・固相における各物理モデルを演繹的に統合したマルチスケールシミュレーションでは、目的変数のオーダーや変化方向を予測するに留まるのが現状です。本研究では、物理モデルを最新の計測データにより修正、さらに各物理モデルを帰納的に統合することで定量的な予測を実現し、プロセス設計を革新します。

## Shared synergy を利用した高い汎化能力をもたらす模倣学習

沓澤 京

東北大学 大学院工学研究科 助教  
同上

人間の教示動作をロボットに学習させる模倣学習は人間がおこなう作業の自動化に有用であると期待されます。新規な環境に対しては動作を教示しなおす必要があります。本研究では人間の動作生成の神経的基盤である筋シナジーを利用した模倣学習システムの実現を目指します。人間は環境が変化しても共通の筋シナジーを再利用して動作生成するという知見を利用して、人間の汎化能力を再現するシステムの実現を目指します。

## 時空精細化AIで挑む化学反応場の量子化学

黒木 菜保子

お茶の水女子大学 基幹研究院 助教  
中央大学 理工学部 助教

環境負荷の小さな化学反応の開発は、持続可能な社会の実現に必須です。化学反応を理論的に制御するには、「溶媒の電子状態変化」に加え、時間スケールがオーダー単位で異なる「溶媒の再配向」も包括的に追跡した「反応場の自在設計」を実現する必要があります。本ACT-X研究では、物理化学と情報科学技術の融合により、化学反応制御の隠れた主役を担う溶媒効果(反応時空間)を詳細に解析する新技術を開発します。

## 教育のエビデンス・エコシステムの構築

黒宮 寛之

京都大学 大学院情報学研究科 大学院生  
同上

本研究では学習ビッグデータを活用して、エビデンスの「つくる」「つたえる」「つかう」を系統的に支援する学習分析基盤システム「エビデンス・エコシステム」を構築することを目的とします。このシステムでは人工知能によって学習ログから自動的にエビデンスを抽出・分類し、それらを適切なタイミングで推薦する予定です。また同時に現場での活用に向けた、人工知能およびエビデンスに基づく教育のニーズの掘り起こしも行います。

## 移流拡散過程に基づく環境依存的細胞状態ダイナミクスの推定

小嶋 泰弘

国立がん研究センター 研究所 ユニット長  
名古屋大学 大学院医学系研究科 研究員

本研究は、細胞状態の環境依存的なダイナミクスをKolmogorov方程式により記述することで、空間トランスクリプトームと細胞動態をつなぐ確率モデルを構築し、効率的に最適化を行うアルゴリズムの構築を目標とします。これにより、環境依存的な細胞状態の平均的な変動とゆらぎをデータ駆動的に捉え、その分子機構の推定を行います。さらに、生体組織全体の運命決定に対するミクロな細胞状態の遷移の貢献を明らかにします。

## 木材マルチスケール構造の網羅的解析による物性予測

小林 加代子

京都大学 大学院農学研究所 助教  
同上

木材科学における横断的な情報学活用の先駆けとなることを目指し、AIを用いた木材の物性予測に取り組みます。木材は複雑なマルチスケール構造を有するため、物性と相関については未だ明らかになっていない点が多くあります。本研究では木材の構造データを網羅的に取得し、そこから物性を予測するモデルを機械学習により構築します。さらに得られた予測モデルから物性を決定する構造的な要因を特定することを目指します。

## データ駆動型スパースセンシングによる航空宇宙開発の飛躍

齋藤 勇士

東北大学 学際科学フロンティア研究所 助教  
東北大学 大学院工学研究科 助教

構造質量の限界を極める航空宇宙機において、センサの数、位置、精度には制約があり、限られたセンサに基づき高精度な燃焼場・流体場を再構成すること、および、不具合事象を瞬時に事前検知することは困難です。本研究ではデータ駆動型スパースセンシングを開発および航空宇宙分野への展開によって、複雑場の高速・高精度な再構成と不具合事象の事前検知を実現し、航空宇宙機の信頼性向上を目指します。

## 機械学習を用いた磁石同期モータの構造最適化

清水 悠生

立命館大学 理工学部 助教  
大阪府立大学 大学院工学研究科 大学院生

私たちの周りには電気でも動く様々な製品が存在し、その動力源には電気エネルギーを力学的エネルギーに変換する電動モータが用いられています。このモータの形状と性能の間には強い非線形性が存在し、設計時には実験や解析を何度も繰り返す必要があります。本研究では、電磁界解析技術と深層生成モデルを組み合わせることで、モータの最適設計期間の短縮を目指します。

## 解釈可能なAIによる土壌・作物系モデルの開発

田中 貴

岐阜大学 応用生物科学部 准教授  
岐阜大学 応用生物科学部 助教

農家圃場において土壌特性の時空間変動を推定する技術を開発し、その推定値を予測因子とする深層学習を用いて作物の収量予測モデルを構築します。次に、深層学習の学習済みモデルに、仮説の範囲内で環境因子が作物収量に及ぼす影響をシミュレートすることで、モデルの構造を可視化します。そこで得られた新たな知見を、既存の作物モデルに導入することで、地域にテラーメイドな土壌・作物系モデルを構築します。

## 神経変性疾患におけるYAP 依存的ネットワークに至る運命決定の解析

田中 ひかり

東京医科歯科大学 難治疾患研究所 講師  
東京医科歯科大学 難治疾患研究所 日本脳神経学会特別研究員 PD



神経変性疾患における神経細胞死は治療可能な段階（可逆的段階）から治療不可能な段階（不可逆的段階）に進行する重要な病態過程であり、この前兆を知り制御することは極めて重要です。本研究は YAP 依存的ネットワークに焦点をあて、これに至る運命予測を AI 技術を用いて行っています。これにより人の目では捉えられなかった YAP 依存的ネットワーク発生前の 1 細胞内動態を明らかにし、それを阻止することを目標とします。

## Developing datasets of infant behavior that are exploitable by AI

辻 晶

東京大学 国際高等研究所 講師  
東京大学 国際高等研究所 助教



乳幼児は現在の AI に比べて優れた速さと効率で世の中を学ぶことができます。乳幼児の発達から得る洞察を AI 研究へ実装するには計算アプローチが可能な方法で乳幼児の行動を測定することです。現在の大きな問題点は (1) 収集可能なデータ量の限界 (2) 効率的な自動分析の未確立です。本研究では乳幼児の視線行動の標準化された大規模なデータを収集し、自動分析の環境構築に向けたソリューションを提案します。

## 31 言語におけるFG-NER・EL システム開発

中山 功太

筑波大学 理工学系生命科学システム情報工学研究科 大学院生  
同上



本研究では、深層学習を用いた多言語 FG-NER・EL システムの開発を行います。しかし本システムの学習に必要なデータセットの作成は非常に高コストであるため、Wikipedia のリンク構造を活用した低コストながら高品質なデータセットの構築を目指します。構築における問題点の一つは多くの偽陰性ラベルの混在であり、システムの精度を損ないます。本研究では真陰性ラベルに着目し、偽陰性ラベルの影響を軽減します。

## 水産業のビッグデータ化に向けた汎用的な漁獲量認識基盤の開発

長谷川 達人

福井大学 学術研究工学系部門 准教授  
福井大学 学術研究工学系部門 講師



本研究では、大規模な漁獲物画像データセットの整備、撮影から認識を一手に担う AI モニタリングシステムのハードウェア開発、様々な漁場で頑健に動作する魚種・魚体長・尾数の高精度な認識手法のソフトウェア開発を行います。本研究によって、詳細な漁獲量情報のビッグデータ化を図り、水産業の業務改善及び水産研究の革新を目指します。

## フード3Dプリンターと人工知能を使用して食事体験を向上させる計算フードテクスチャ

ブンボンサノン パリソヤ

大阪大学 高等共創研究センター 大学院生  
同上



本研究では、食の持続可能性の観点から、食品 3D プリントにおける食感表現の向上に取り組みます。まず、物理的な食感がヒトの知覚・感性に与える影響を調査するとともに、食品 3D プリントで再現できる食感空間を定義します。次に、所望の知覚・感性を誘発する食感を、環境負荷の低い代替食材で 3D プリント再現するための計算モデルを構築します。これらの技術は、摂食障害に苦しむ方の食事体験を向上させることにも寄与します。

## AI 技術活用によるトライボフォーキャスト学問分野の創成

村島 基之

東北大学 大学院工学研究科 准教授  
名古屋大学 大学院工学研究科 助教



本研究では、AI 利用を前提とした連続測定、高解像度測定、高精度同期測定を柱とした摩擦面光学画像連続測定摩擦試験機を開発します。得られたデータを経時変化を捉えるニューラルネットワークに学習させることで高精度摩擦予測を達成します。加えて、Grad-CAM 等の評価アルゴリズムを用いて摩擦予測に重要な光学画像の特徴を解析することで、従来困難であった創発性とヒステリシスを組み込んだ摩擦モデルの構築を行います。

## 民事紛争のための説明可能な解決結果予測モデル

山田 寛章

東京工業大学 情報理工学 助教  
東京工業大学 情報理工学 大学院生



本研究は自然言語処理技術を用いて与えられた事実関係から民事紛争解決結果を予測し、その根拠や説明を併せて出力できるシステムの開発を行います。そのため、紛争解決結果の予測タスクを定式化し、システムの構築および評価に必要なデータセットを作成します。本研究成果により、専門家・非専門家の両者にとって民事紛争における解決の見通しや争点の整理が容易になり、民事紛争解決の効率化・迅速化に寄与します。

## 異なる価値観を融合する検索基盤の創成

吉田 壮

関西大学 システム理工学部 助教  
同上



本研究では、多様な価値観が存在するソーシャルメディアから正確な情報とその全体像を解釈可能な形で公平に提供する検索技術を創成します。虚偽情報を含まないランキングの生成、および多様な視点の情報を 1 ページに収まるランキングへ俯瞰的に並べる検索多様化技術を構築します。さらに、キーワードとの合致以外の関連情報で検索結果を拡張することで、検索に加えられたバイアスの発見的可視化を目指します。

2021年度採択研究者「2期生」

## 分子パターンの自在制御に向けた自己組織化のスパースモデリング

安倍 悠朔

早稲田大学 大学院創造型理工学研究科 大学院生  
同上



本研究では、自己組織化を用いた分子パターンニングとスパースモデリングを組み合わせることで、自己組織化による機能的分子のパターン形成を自在に制御する方法論を構築します。本研究で構築する方法論は、スパースモデリングの強みを生かし、様々な物質合成条件を網羅的に取り扱うことで現象の全体像の記述を実現することから、所望のパターンを精密かつ迅速に作り分け、新たな機能創出へとつながることが期待されます。

## 捕食者模倣型 AI によるチョウ擬態形質の解析

網野 海

東京大学 大学院生命科学系研究科 大学院生  
同上



動物の「擬態」は自然選択が進化させた興味深い現象であり、研究者だけでなく多くの人々を魅了してきましたが、擬態の完成度は客観的な定量化が難しい上、捕食者の視点から評価するにはコストの高い捕食実験が必要です。そこで本研究では鳥類の視覚を模倣した AI を開発し、チョウの翅模様を例に捕食者の視点から擬態の完成度を評価するシステムを構築すると共に、AI が AI 以外の動物の反応を模倣できる可能性を探ります。

## AI で拓く都市集合知形成に向けた都市マネジメント

林 和真

東京都市大学 大学院環境情報学研究所 准教授  
同上



本研究は、地域ニーズ把握と参加を積極的に促せる AI が切り拓く都市集合知に向けた都市マネジメントシステムを提案する。具体的には、① QoL データの収集及びアナログデータのデジタル化による既存データとの融合、② AI を利用した QoL 指標のモデル構築・運用、③ 空間情報科学 (GIS) を活用した地区・コミュニティ・広域などの複数時間スケールでの動的指標算出により、都市マネジメントのモデルケースを提案する。

## 時空間表象と感覚統合から視空間認知機能を解する AI

内山 瑛美子

東京大学 工学系研究科 助教  
東京工業大学 工学部 助教



本研究の目的はヒトの統一的な認知プロセスを仮定し、いくつかの構成要素からなるモデルとしてみなすことで、構成論的にヒトの認知機能を明らかにすることです。特に認知症者に表出する機能障害としての症状に着目し、心的な時空間表象をモデル化し、表出される運動遂行能力・認知機能障害への影響をモデルから解明すること、および、時間知覚の鈍化と感覚統合窓の変化に伴う自己主体感低下から機能障害を説明することを試みます。

## パターン認識による磁性ナノ粒子の磁化応答学理体系化

大多 哲史

静岡大学 学術理工学領域 准教授  
静岡大学 学術理工学領域 助教



磁性ナノ粒子は、内在する磁化の磁場に対する応答により、非接触に動態制御することが可能な微細構造材料として注目されています。本研究では、磁化応答の実測から得たデータをパターン認識の手法により解析します。磁化応答に関わる、粒子構造、周囲の環境、印加磁場に依存するパラメータ間に生じる相互依存性を考慮し、磁化応答を体系的に表した理論関数を設計し、応用性の高い磁性ナノ粒子設計システム構築を目標とします。

## 疲労時五感の定式化と疲労時能力を AI で補正する五感拡張装置の開発

大西 結美

神戸大学 大学院工学研究科 助教  
同上



眼鏡や補聴器といった五感を拡張する装置は、人々の生活の質向上に不可欠なものです。しかし人間の五感は疲労で日常的に変化する可能性があり、五感拡張装置が疲労を考慮しなければ深刻な問題を引き起こすと考えられます。本研究では、身体や精神の疲労が五感に与える影響をクロスモーダルに調査し、疲労時五感を推定して疲労を考慮した五感拡張装置を開発します。

## 同一者の血流情報に基づく心筋の虚血診断補助システム

河窪 正照

九州大学 大学院医学研究科 助教  
同上



心臓の筋肉への血液供給障害によって起こる疾患を虚血性心疾患と呼びます。虚血性心疾患の画像診断には熟練した医師の目が必要です。しかし、熟練医不足によって医師の虚血診断の確信度が低下し、疾患に対する患者さんの不安の増加が生じています。本研究では、従来の虚血診断の画像情報に人工知能によって診断補助画像情報を追加し、医師の診断の確信度を高め、患者さんが安心して治療に臨めるようなシステムの構築を目指します。

### グラフ構造を用いた自由記述データ処理に関する研究

**川本 達郎**

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員  
産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究員

グラフ構造を用いた自由記述式アンケート手法についての理論的研究を行う。自由記述データを集約処理する際の構造推論において、順序制約の影響や振動に対するロバストネスを解明する。



### 機械学習を利用した有機電解合成反応の効率的最適化

**佐藤 英祐**

岡山大学 学術研究院環境生命自然科学学域 助教  
岡山大学 学術研究院自然科学学域 助教

有機化合物の情報をを用いた機械学習を行うために、出発原料や試薬といった有機化合物のデータをはじめとした構造式として表記されていた情報を数値化する。その後、それらのデータと実際に得られた実験結果を組み合わせることで一般性の高い有機化学変換の反応性予測モデルを構築する。得られたモデルには構造式情報が組み込まれているため、他の出発原料を用いた別の化学変換にも適用が可能となると考えている。



### 動画像クラウドセンシングによる無線資源の開拓

**佐藤 光哉**

電気通信大学 人工知能先端研究センター 助教  
東京理科大学 工学部 助教

自動運転車両等から収集した動画像データと深層学習を駆使した、高速・高精度な電波伝搬推定手法の設計に取り組みます。無線通信における通信効率、電波伝搬特性の推定精度に強く依存します。従来の受信電力値観測型の限界打破に向け、動画像データからの電波伝搬推定に特化した構造物情報の取得法、およびその活用法の確立を目指します。今後数十年間に渡っての無線通信の需要拡大に対応するデータ解析基盤を創出します。



### 次世代 IoT・AI を用いた遠隔医療の法政策デザイン

**島田 裕平**

東京大学 大学院法政学研究所 大学院生  
東京大学 大学院医学系研究所 大学院生

IoT や AI を利用した次世代の社会を実現するためには、技術の発達と実装を支援する法政策が必要です。本研究は遠隔医療の分野で起こりつつあるイノベーションとシステム化を検証した上、その環境を生み出す要因を個体レベルと地域レベルにおいて特定します。さらに、伝統的な法体系と社会変革の間で起こるコンフリクトの解消や、特定された要因を制度へと昇華することを目的として、政策パッケージモデルの構築を行います。



### データ駆動型構造最適化による高機能放熱部材の創製

**鈴木 飛鳥**

名古屋大学 大学院工学研究科 准教授  
名古屋大学 大学院工学研究科 助教

積層造形技術の発展により、従来よりも複雑な形状を有する放熱部材を創製可能となりました。本研究では、データ駆動型構造最適化による放熱部材構造の最適化を目指します。具体的には、複雑構造体の熱流体有限要素解析を行い、構造モデルとその特性を畳み込みニューラルネットワークに学習させます。そのモデルから所望の特性を持つ構造をベイズ最適化により探索し、得られた最適構造の優れた放熱特性を実験的に実証します。



### AI 作曲におけるルールベース手法の機械学習への統合

**田中 翼**

東京藝術大学 音楽学部 非常勤講師  
同上

コンピュータ支援作曲において、作曲家の意図をいかに反映するか、オリジナリティの確保、生成楽曲の質の保証は重要課題である。こうした問題に対して、作曲家は自らのこだわりを反映させるため、機械学習よりも自分でデザインした目的関数や制約に基づくルールベースの手法を好む傾向がみられる。このことを考慮しつつも機械学習の力を AI 作曲に活用するため、本プロジェクトではルールベース手法の機械学習への統合を試みる。



### 交通流理論と強化学習による都市交通システム最適化

**壇辻 貴生**

金沢大学 理工研究域 研究協力員  
金沢大学 理工研究域 特任助教

多種多様な交通データを活用した AI 手法によって、渋滞のない社会実現が期待されています。しかし、膨大なデータを全て生データとして管理することはデータ容量という観点で困難です。効率的なデータ管理が必要になってきます。本研究では交通流理論に基づき効率的なデータ保管を行い、強化学習による交通需要マネジメント施策の最適化を行う手法を提案し、ビッグデータ時代の新たな枠組みの構築を目指します。



### Discouraging adversarial attacks through improving the adversarial training

**Zhang Jingfeng**

理化学研究所 革新知能統合研究センター 研究員  
理化学研究所 革新知能統合研究センター 博士研究員

Adversarial training (AT) is a trendy training style that can effectively defend against adversarial attacks. This research proposal will discourage adversarial attacks by improving AT.



### Design Thinking for Facilitating Data Annotation and Machine Learning

**張 家銘**

東京大学 大学院情報理工学研究所 特任講師  
東京大学 大学院情報理工学研究所 特任助教

昨今より良い機械学習の結果に対する需要が高まっています。これに対する一般的なアプローチは、優れたアルゴリズムを設計することであり、多くの研究がそこに焦点を合わせています。しかしながら別のアプローチとして、アルゴリズムに対して「より良いデータを提供する」という方法があります。この研究では、機械学習の結果を改善するために、コストを増やすこと無くより良いデータを提供する方法に焦点を当てます。



### Learning categories grounded in sensation without supervision

**Cai MingBo**

東京大学 国際高等研究所 講師  
同上

現在多くの深層学習研究では、分類は教師あり学習によって行われ、その結果ニューラルネットワークは 3D 物体ではなく 2D 画像で分類化を学習している。本研究では新しいニューラルネットワーク構造と学習目的を開発し、人間監督に依存しないニューラルネットワークの未来状態を予測する学習によって、ニューラルネットワークに物体の分類表現を可能にさせる。



### マルチスケール・マルチアングルリモートセンシングデータの統合基盤の創成

**堤田 成政**

埼玉大学 大学院理工学研究科 准教授  
同上

多様なリモートセンシングデータが入手可能となった昨今、これらのデータをどのように統合し活用するかが課題となっています。そこで本研究では、マルチスケール・マルチアングルリモートセンシングの統合技術開発に取り組みます。車載カメラにより撮影された大量の位置情報付き地上連続写真と航空写真より大容量・高品質の地上参照データを作成し、このデータと衛星画像から土地利用分類モデルを作成します。



### AI と人の相互作用による技術哲学の創出

**中尾 悠里**

富士通(株) 富士通研究所 シニアリサーチマネージャー  
富士通(株) 富士通研究所 研究員

あるべき技術像を考える際の基盤となる、人と技術双方の価値観変化を考慮する新しい技術哲学を創出します。そのために、人の価値観に合わせて変化する AI ツールを開発・評価します。責任ある研究・イノベーション (RRI) の枠組みに則った人の自律性を担保するツール開発、ツール利用ログに基づく価値観変化の記述・モデリングを通じ、技術の利用過程で変わっていく人間の価値規範を技術哲学の観点から分析します。



### 深層学習の関連タスク学習能力を活用したパイオ画像認識手法の開発

**西村 和也**

国立がん研究センター 研究所 研究員  
九州大学 大学院システム情報科学府 大学院生

本研究では、パイオ特有の簡易に取得可能なラベルに着目し、簡易に取得可能な複数のラベルで深層学習モデルを学習することでパイオ画像認識を目指します。本研究が実現できれば、深層学習の実活用の障壁である学習データの作成コストが削減され、AI 技術のさらなる利活用が期待できます。具体的には、A. 個々の細胞種の認識、B. 細胞毎の形状認識、C. 培養試験効果検証の三つを目標タスクとして設定し研究を行います。



### 感情を持つロボットの開発に向けた情動反応モデルの構築

**日永田 智絵**

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学研究科 助教  
同上

本研究では情動反応の計算モデルを構築します。具体的には、視覚と聴覚刺激の二つの実験条件において、情動反応を測定し、個人差を加味した情動反応の計算モデルを構築します。情動反応には様々な定義がありますが、本研究では刺激に対しておこる内臓の活動などの身体反応を指します。感情の根底にある情動反応の計算モデルを構築することで、感情の背後にある基本的なメカニズムを解明し、感情をもつロボットの開発を目指します。



### 人間と AI の双方に扱いやすいことばの単位の創出

**平岡 達也**

富士通(株) 富士通研究所 研究員  
東京工業大学 情報理工学 大学院生

本研究では、人間に理解しやすいことばの単位と、AI が処理しやすいことばの単位を比較し、それぞれの性質と共通点を言語学と機械学習の観点から分析します。分析をもとに人間と AI の双方に扱いやすいことばの単位を創出し、これを用いて自然文をことばに分割する新しい自然言語処理のツールを開発します。開発したツールを用いることで、人間による理解のしやすさを保ちつつ、AI の処理性能が向上することを確かめます。



研究者の役職について：上段：(進行中の課題) 現在の所属・役職、(終了課題) 原則として課題終了時の所属・役職 下段：応募時の所属・役職

### 異質データ間での深層転移学習の探求

**森田 堯**

中部大学 創発学術院 特任講師  
大阪大学 産業科学研究所 助教



今日のAIには大規模データが必要である。大規模入手が困難な場合には、予め類似する大規模データでAIを訓練する転移学習という手法が用いられるが、適当な類似データが存在しない場合もある。本研究は一見異質に見えるデータ間における転移学習の可能性を探求し、AIに利用可能なデータの幅を広げる。また、動物音声と人間言語のような異質データ間の潜在的類似度を探ることで、AIならではの学術的知見を得る。

### 機械学習による電子線制御技術のフロンティア開拓

**森本 裕也**

理化学研究所 光子工学研究センター 理論計算チームリーダー  
理化学研究所 光子工学研究センター 博士研究員



電子ビームは電子顕微鏡や描画装置など、広く産業・研究の場で利用されています。電子ビームの空間形状は高精度で制御できますが、時間形状は精密には制御できませんでした。本研究では、機械学習(AI)を活用し、レーザー光によって電子ビームの時間構造をアト秒の極限的な精度で整形する手法を開発します。化学反応の画像化、量子情報、試料損傷の低い顕微鏡、超小型加速器など次世代の電子線技術をAIの力で切り開きます。

### 機械学習と社会科学の融合による社会シミュレーションの革新

**山田 広明**

富士通 (株) 富士通研究所 研究員  
同上



社会シミュレーションは、人流・交通流・ロジスティクスといった分野で、業務フローや合意形成プロセスを革新する可能性を持ちますが、その構築が圧倒的に高コストであるという問題がありました。本研究では、グラフニューラルネットワークと相互作用構造を推定するアルゴリズムを用いることで、データから社会シミュレーションを自動構築する技術の開発を目指します。

### マルチエージェント経路計画における環境最適化

**奥村 圭祐**

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究員  
東京工業大学 情報理工学 大学院生



マルチエージェント経路計画(MAPP)における環境最適化の技術開発に取り組む。様々な数理最適化の技術を用いて研究に組み込み、シミュレーションと実機実験によって概念実証と有用性の実証を行う。これまで手動で行われていた環境設計を自動化し、工場等でのロボット群活用を効率化・安全化することを目指す。

### 深層学習を利用した分子性結晶のキラリティ判別

**桶谷 龍成**

大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教  
同上



キラリ結晶の顕微鏡写真に対して、深層学習を利用したキラリティの高速判別システムを構築します。従来、結晶性固体のキラリティは分光学的手法を用いて評価されてきました。しかし、結晶の異方性に起因する信号の除去が難しく、高速測定は現実的ではありません。本研究では、深層学習の特徴を利用して、結晶の検出からキラリティの判別までをEnd-to-endで学習できるシステムを目指します。

### AIを活用した創造性支援環境による創作文化の構成論的研究

**加藤 淳**

産業技術総合研究所 人間情報インテグレーション研究部門 主任研究員  
同上



人々がAIを活用しながらコンテンツ創作を行いたいと思える創造的な社会を実現するためには、コンテンツが次の創作を触発する持続可能なエコシステムの形成が重要です。本研究では、そうしたエコシステムにおいて人々とコンテンツが織りなす創作文化が果たす役割に着目し、コンテンツの創作・流通過程を支援する「創造性支援環境」を実現することで、創作文化を工学的につくり支えるインタラクション技術の確立を目指します。

### 特許文書読解支援のための談話構造解析基盤の確立

**河野 誠也**

理化学研究所 情報統合本部 研究員  
理化学研究所 情報統合本部 特別研究員



本研究では、特許文書の構造、特に特許の請求項間の参照・被参照関係を、知財的視点からきめ細やかなレベルで特定するための談話構造解析モデルを実現し、当該発明における技術的範囲を理解・分析するための解析基盤を提供することを目指す。

### 深層学習による無線通信・レーダ信号処理融合技術の創出

**小島 駿**

東京大学 生産技術研究所 特任助教  
同上



IoT技術の著しい発展に伴い、無線通信需要の増加に加え、電波のレーダ用途が重要な社会インフラとして注目されています。こうした背景から、無線通信・レーダに使用可能な高波数帯域は逼迫しており、スペクトルの輻輳は喫緊の課題となっています。本研究では、信号の波形形式に着目し、無線信号の特徴に適った深層学習構造を導入することで、高速な無線通信と高精度なレーダ信号処理を共存させる新たな方式の創出を目指します。

### 超長期観測に基づく土地所有理論の相互動学化とその刷新

**小林 里瑛**

東京大学 大学院工学系研究科 助教  
東京大学 工学系研究科 助教



本研究では、不動産登記全部事項の自動的なデジタル化と、観測誤差を考慮した行動モデルの構築を試みる。電子化された不動産登記全部事項書類のレイアウト検出と検出したテキストボックス内の文字認識に取り組む。次に一般状態空間モデルによるモデリングを試みる。モデルは、レイアウト検出と文字認識によって観測されたデータのベクトルと、システムモデルで推定された状態ベクトルの誤差を学習する学習モデルを適用する。

### 聴覚的注意のモデリング・動的因果モデルと深層学習の連携

**小松 瑞果**

神戸大学 大学院システム情報学研究所 助教  
同上



外界から与えられる音のうち一部を選択する機能を、聴覚的注意と言います。聴覚的注意の既存モデルは、音そのものに着目するボトムアップ型と、聴取タスクに着目するトップダウン型に大別されます。しかし、近年はデータ計測技術の進展などを背景に、両者を統合した、より高度なモデル化手法が望まれています。そこで、本研究では動的因果モデルや深層学習などを含む数理的手法や情報技術を連携させ、この問題に取り組めます。

### 超多次元情報を活用する知的フォトニックネットワーク

**白木 隆太**

京都大学 大学院情報学研究所 助教  
名古屋大学 大学院工学研究科 大学院生



超多次元情報を用いた知的ネットワーク制御方式を確立し、フォトニックネットワークの大容量化を実現する。このために、「光監視技術の開発」、「光信号の知的制御技術の開発」、及び二つの統合技術の開発に取り組む。フォトニックネットワーク特有の制約下において、高度な光監視技術により得られる、膨大かつ多様な情報群から特徴量を抽出し、最新の機械学習アルゴリズムを用いて、フォトニックネットワークの知的制御を行う。

### Self-Attention Neural Network で切り拓く革新的な群ロボットシステム学

**末岡 裕一郎**

大阪大学 大学院工学研究科 助教  
同上



本申請研究では、自然言語処理技術:Transformerを応用することで、群ロボットシステムにこれまでにない頑健性、柔軟性、拡張性を与える革新的な群ロボットシステム学を提示する。具体的には、群ロボットによる物体の協調搬送問題に対し、ロボット数の変化や搬送物の数や質量の変化に対応できるニューラルネットワークを設計し、実機検証を通じて本申請研究の妥当性を検証する。

### 公共分野での「信頼されるAI」活用に向けたシステムの創出

**内藤 識**

早稲田大学 大学院法学研究科 大学院生  
早稲田大学 法学研究科 大学院生



多くの日本の自治体が、AI活用を模索しています。しかし、公共分野でのAI利用について、人権を侵害する可能性があるという多くの指摘があります。デンマークは、世界有数にデジタル化が進んだ国家で、人権の尊重や透明性の確保を重視しつつ、AIを公共分野で活用しています。本研究では、比較対象とするデンマークの公共分野で使われているAIの技術的・法的システムのどこが日本の参考となるのかを明らかにします。

### 鎮痛の自動化に向けた術後の突出痛予測AIの開発

**中西 俊之**

名古屋市立大学 大学院医学研究科 助教  
名古屋市立大学 大学院医学研究科 病院助教



本研究では、術後の痛み増強をリアルタイムに予測するAIを開発します。手術を受ける患者を対象に、新たに開発する痛みの連続的な評価方法と生体信号計測に基づいて、術後の痛みの増強を検知・予測するAIを開発します。開発するAIは、深層学習を活用した異常検知アルゴリズムを採用します。さらに、開発したAIをスマートフォンアプリとして実装して、臨床現場での有用性を検証します。

### ソフトロボ・触覚・学習を活用した手応えに基づく自動組立の革新

**濱屋 政志**

理化学研究所 物質科学総合研究センター 研究員  
理化学研究所 物質科学総合研究センター 博士研究員



本研究は、不確実な環境下においてもロボットが部品組立作業を遂行できる制御手法の構築を目的とします。柔軟要素を手首に持つソフトロボが環境と相互作用し、組立作業のサブタスクの到達を触覚情報から手応えとしてとらえ、機械学習により手応えを推定する手法を構築します。本研究では、ペグ挿入作業を対象とし、未知の部品や把持位置においてもロボットが瞬時に適応し、作業を遂行できることを確認します。

2022年度採択研究者「3期生」

## ビジュアルデザインインフォマティクスの創出

### 原口 大地

(前)サイバーエージェント AI事業部長 リサーチサイエンティスト  
九州大学 システム情報科学府 大学院生

デザイナーは暗黙的・経験的知識に基づいて様々なビジュアルデザイン(フォント、ロゴ、ポスターなど)を作成しています。私たちが、日常で観測できる例として、「温かい」という印象を表現する際には赤色が利用されていることなどが挙げられます。本研究では、ビジュアルデザインに対して画像解析技術および機械学習技術を適応し解析することで、デザイナーの暗黙的・経験的知識を定量化することを目指します。



## 未知を認識する汎用血球分析AIの開発

### 三森 隆広

早稲田大学 理工学術院総合研究所 次席研究員  
同上

末梢血や骨髄に含まれる血球を自動的に鑑別できる AI システムの構築は重要な課題ですが、多岐に渡る形態の正確なアノテーションや、様々な撮影環境におけるデータ収集に困難を伴います。本研究では、未知の状態を認識できる AI 手法を開発し、人手による詳細な分類を想定せずにスクリーニングを可能にする技術の構築を目指します。また、有効な分析のための解釈性技術や、環境変化にロバストな手法の開発に取り組みます。



## AIによる深部神経組織の運動時非侵襲計測～脳波・筋電図の限界突破～

### 横山 光

東京理工大学 大学院工学研究院 准教授  
同上

全身運動時に脳深部と脊髄神経細胞を非侵襲的に調べるため、脳波・筋電図と深層学習を融合させた深部神経組織の非侵襲活動推定の実現に挑みます。さらに、歩行時の大脳皮質・脳深部・脊髄ネットワークを解明することで提案手法の運動制御のシステム神経科学的理解への有用性を示します。これらにより脳波・筋電図の開発から約100年間到達できずにいた計測領域を開拓し、当該機材が使用される広範な研究分野に革新をもたらします。



## 個人特性を考慮したナースコール発生予測モデルの作成

### 福重 春菜

神戸大学 大学院保健学研究科 助教  
同上

質の高い看護を提供するには、看護師が患者の個人特性を把握していることや、看護師に十分なケアのための時間が確保されていることが重要です。本研究では、看護業務の遂行に与える影響が大きいと言われているナースコールに着目し、その発生予測モデルを作成します。それにより、より効果的・効率的なナースコール対応方法を提案することで、より患者のニーズに沿った看護提供ならびに看護師の時間確保を目指します。



## 大規模言語モデルからの知識抽出に基づく視覚スクリプトの創成

### 八木 拓真

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究員  
東京大学 生産技術研究所 特任研究員

動画像から場面对応したスクリプト(典型的な事象系列)を予測するモデルを開発します。現行の動画像認識モデルは画像に見る事物の認識には優れていますが、その背後にある文脈を十分に扱えているとは言えません。本研究では、シーンから類推できるスクリプト知識を大量の文章で訓練された言語モデルより抽出することで、人が詳細な指示を与えずとも自らすべき行動を提案できるような「場を読む」AIの実現を目指します。



## AI駆動型機能性高分子インフォマティクスの創成

### Phua Yin Kan

九州大学 大学院工学府 大学院生  
同上

機能性高分子は燃料電池や二次電池等の部品に使われる重要な材料です。本研究では燃料電池用の機能性高分子を舞台にグラフニューラルネットワークと注意機構を駆使し、データセントリックに物性値予測及び予測論理を解釈可能な機械学習モデルを構築します。他の機能性高分子材料へも適用可能なモデル構築手法を確立することで、新材料開発の期間やコストの削減を可能にする機能性高分子インフォマティクスを創生します。



## AIでリアルタイム制御する進化生態系の確立

### 山口 諒

北海道大学 大学院先端生命科学研究所 助教  
同上

生命科学では、個体群や細胞集団の不均一性が強く、その相互作用関係も複雑です。そのため、将来のダイナミクスを予測することには様々な困難が伴います。本研究では、酵母の連続培養系を人工生態系とみなし、薬剤や金属イオン等の有害環境に対する耐性変異の獲得誘導や、競争する多種の共存などの複雑な生命現象を、リアルタイムな時系列データ取得とAIの組み合わせにより自動で制御する技術基盤の創出を目指します。



## FEPに基づく感覚特性の推定と感覚情報提示の最適化

### 松本 啓吾

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
同上

本研究では、バーチャル環境の隠れ状態と心理・行動・生理・脳機能計測から得られた観測データを用いて自由エネルギー原理に基づく感覚特性推定モデルにより個人ごとの感覚特性を推定し、個人ごとに最適化した感覚情報提示を行います。本研究はバーチャル環境において感覚情報を個別最適化し提示するインタフェースの実現に加え、現実世界における感覚過敏や感覚鈍麻といった感覚特性にかかわる問題の解決に繋がることが期待できます。



## 多元磁気雑音解析によるナノコンポジット磁歪材料の鉄損モデル構築

### 山崎 貴大

東京理科大学 研究推進機構 嘱託助教  
同上

磁性物理と情報科学に基づく磁気雑音解析手法を新たに提案することで、モータ用磁性材料のエネルギー変換効率を決定づける鉄損起源の解明を目指します。具体的には、磁気歪みを介して行われる鉄損現象における、ナノ構造とマクロ磁気機能の相互接続をデータ駆動的に実現します。特に、機械学習により可視化した鉄損要因を物理に根差した特徴空間上で定式化することで、モータ高効率化を実現する新しい材料設計指針を確立します。



## 学問における知識の空白領域が果たす役割の解明と論文探索への応用

### 三浦 崇寛

神戸大学 計算社会科学研究センター リサーチフェロー  
東京大学 大学院工学系研究科 大学院生

AI技術を活用した関連研究探索技術を支える基礎理論として、新しい知識は既に注目されている知識の周囲から生まれるという知識のバンドワゴン効果知られています。一方で、まだ繋がりが知られていない知識の空白領域の活用は、事例の一般化に課題があり発展途上です。本研究は、学問における認知の遅れに着目することで知識の空白領域を同定し、研究者が知識の空白領域を活用するための論文探索技術の社会実装を目指します。



## 農業生産技術開発の加速化を実現するハイブリッド光合成モデルの構築

### 横山 岳

九州大学 大学院農学研究院 助教  
九州大学 農学研究院 助教

植物の光合成は、農業生産を決定づける生理プロセスです。気候変動による異常気象の頻発化によって農業生産が不安定化している中で、将来的な環境の変化に対する光合成応答を定量的に予測可能なモデルが必要と考えられます。そこで本研究では、光合成の機構的モデルとANNモデルを組み合わせることで、モデル構築が容易ながらも説明性や外挿性の高いハイブリッド光合成モデルを畑作物を対象に構築することを目的とします。



# 生命と化学

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/ongoing/bunya2019-8.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/ongoing/bunya2019-8.html)

## 戦略目標

多細胞間での時空間的な相互作用の理解を目指した技術・解析基盤の創出  
ゲノムスケールの DNA 合成及びその機能発現技術の確立と物質生産や医療の技術シーズの創出  
持続可能な社会の実現に資する新たな生産プロセス構築のための革新的反応技術の創出  
気候変動時代の食料安定確保を実現する環境適応型植物設計システムの構築



研究総括  
袖岡 幹子  
理化学研究所 環境資源科学研究センター 副センター長

## 領域アドバイザー

- |        |   |
|--------|---|
| 浅見 忠男  | 東京大学 名誉教授   |
| 荒井 緑   | 慶應義塾大学 理工学部 教授  |
| 上杉 志成  | 京都大学 化学研究所 教授   |
| 浦野 泰照  | 東京大学<br>大学院薬学系研究科・医学系研究科 教授   |
| 島本 啓子  | サントリー生命科学財団<br>生物有機科学研究所 特任部長   |
| 杉本 直己  | 甲南大学 先端生命工学研究所<br>特別客員教授  |
| 鈴木 蘭美  | 国立がんセンター発ベンチャー ARC Therapies株式会社<br>代表取締役社長 / ARCHIMED GROUP<br>オペレーティングパートナー |
| 瀬原 淳子  | 京都大学 医生物学研究所 名誉教授   |
| 竹山 春子  | 早稲田大学 理工学術院 教授  |
| 富田 泰輔  | 東京大学 大学院薬学系研究科 教授   |
| 永澤 秀子  | 岐阜薬科大学 薬学部 名誉教授・特命教授  |
| 西山 真   | 東京大学 大学院農学生命科学研究科<br>教授   |
| 深見 希代子 | 東京薬科大学 名誉教授・客員教授  |

## 領域運営アドバイザー

- |      |                       |
|------|-----------------------|
| 辻 篤子 | 科学ジャーナリスト / 中部大学 特任教授 |
|------|-----------------------|

## 研究領域概要

近年、健康長寿社会の形成、食料の安定供給、生物を利用する産業の発展等に幅広く貢献する技術として、様々な生体分子に着目して生命現象を解明、応用する技術への期待がますます高まっています。これらの期待に応えるために、生命と化学の融合的な観点から、独創的なアイデアを持ち、次世代を担う多様な若手研究者を支援し輩出していくことが不可欠です。

本研究領域では、「生命と化学」における研究によって未来を切り拓く若手研究者を支援するとともに、新しい価値の創造につながる研究を推進します。具体的には、生体分子の観点から生命現象をとらえる生物学分野の研究や、化学的手法を用いて生命現象を解明・制御・応用する研究を含む幅広い専門分野において、新しい発想に基づいた挑戦的な研究構想を求めます。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワーク構築をはかります。

## 植物の特化代謝物による新規の翻訳後修飾機構

相原 悠介

名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所 特任助教  
名古屋大学 大学院理学研究科 研究員



アブラナ目植物の特化代謝物であるインチオシアネート (ITC) は、高い反応性によりタンパク質を修飾し、外敵への防御物質としてはたつきませんが、植物細胞内での機能は未解明です。本研究では、ITC が植物自身の標的タンパク質を修飾・制御するメカニズムと、その生理的役割を解明します。そして生理活性や選択性を増大させたスーパー ITC を開発し、ITC で植物の生存機能や商品性を人為的に向上させることを目指します。

## イメージングとオミクス解析による血管壁細胞発生の理解

安藤 康史

日本医科大学 先端医学研究所 講師  
同上



壁細胞発生機構を理解する為、壁細胞蛍光標識ゼブラフィッシュを樹立しました。当モデルの利点を活かし、高い時間分解能を持って生体内で前駆細胞から壁細胞への分化をリアルタイムで観察し、標的の分化状態にある壁細胞形質を1細胞レベルで解析します。得られた時空間的壁細胞分化状態と、オミクス解析を基にしたモデリングを開始点として、段階的に進行する壁細胞分化系譜・分化を制御する転写ネットワークを網羅的に解析します。

## 人工金属酵素による細胞内触媒反応系の開発

岡本 泰典

東北大学 学際科学フロンティア研究所 助教  
同上



細胞内で非天然化学反応が自在に利用可能となれば、新たな作用機序の医薬の開発に繋がることが期待できます。タンパク質内部に合成触媒を有する人工金属酵素では、合成触媒に生体触媒の利点を統合可能となるだけでなく、合成触媒に biocompatibility を付与できることを見出してきました。そこで、本研究では人工金属酵素の細胞内導入法を開発し、人工金属酵素による細胞内触媒反応の方法論の開拓を行います。

## 三次元光散乱顕微鏡による一分子プロテオミクス

金 水縁

理化学研究所 生命機能科学研究センター 研究員  
理化学研究所 生命機能科学研究センター 基礎科学特別研究員



同じ遺伝情報を持っている細胞でも、発現されるタンパク質の種類と量は常に変動しています。したがって、高感度かつ網羅的にタンパク質を解析することは細胞の状態と機能を理解する上に非常に重要であります。本研究では、一分子感度でタンパク質の定量・定性分析ができる三次元光散乱顕微鏡を開発し、細胞内でのプロテオーム解析に挑戦します。

## 生命科学のためのジメチルスルホキシドを超える Universal solvent

黒田 浩介

金沢大学 理工研究域 准教授  
金沢大学 理工研究域 助教



低毒性な有機溶媒であるジメチルスルホキシド (DMSO) は生命科学における universal solvent として知られています。例えば、DMSO は「細胞の凍結保存剤」や「細胞へ難溶性薬剤を添加するときの溶媒」として使用されてきました。しかし、DMSO はあくまでも「有機溶媒の中で低毒性」であり、細胞へダメージを与えます。本申請研究では、DMSO と同等以上の機能を持ち、より低毒性な溶媒を提案します。

## mTORC1 活性動態の生物学的意義の解明

小松 直貴

理化学研究所 脳神経科学研究センター 研究員  
理化学研究所 脳神経科学研究センター 基礎科学特別研究員



細胞内シグナル伝達分子の一つ、mTORC1 は成長因子や栄養といった細胞内外の多様な情報を受け取り、翻訳や代謝といった多くの細胞機能を制御するという最重要の分子です。一方で mTORC1 が複数の細胞機能を選択的かつ協調的に制御する仕組みは分かっていません。本研究では細胞がどのように mTORC1 活性動態を利用して表現型を制御するのか解析することで、mTORC1 による情報処理の原理を新たに解明します。

## 組織内共生細菌叢-免疫-神経連関の実態解明

柴田 納央子

早稲田大学 ナノ・ライフ創発研究機構 次期研究員 (研究助成)  
早稲田大学 ナノ・ライフ創発研究機構 招聘研究員



腸管免疫系・神経叢の発達・制御には腸内細菌からの刺激が必要であり、その異常が腸管関連免疫疾患の発症・増悪化に関与することが知られています。これまで腸管管腔内細菌を対象にした研究が行われてきましたが、位置情報を反映したものは乏しいのが現状です。そこで本研究では、微小生体組織採取法により、位置情報を保持した腸管微小領域ごとの、細菌叢-免疫-神経の連関や、腸管恒常性維持機構への影響を解明します。

## クモ寄生バチによる造網行動操作の分子機構解明

高須賀 圭三

慶應義塾大学 大学院薬・メディア研究科 特任助教  
慶應義塾大学 薬情報学部 (先端生命科学研究所) 招聘研究員



ハチとクモ両方の代謝物質を網操作期と対照期 (ハチ:操作期 vs 非操作期、クモ:操作期 vs 未寄生) で解析し、操作期特異的に両者の体内に存在する代謝物質を探索することによって、操作期にハチ体内で産生されクモの体内に移行した操作責任物質を特定できると考えられます。すでに同様の実験デザインで取得したトランスクリプトームデータを利用することで、クロスオミクスによる生物応答の詳細な理解に繋げることができます。

## ROS シグナルの解明のための新規ケージド化合物の開発研究

辻 美恵子

岐阜大学 大学院薬学研究科 助教  
同上



活性酸素種 (ROS) は、細胞傷害をもたらすだけでなく、細胞内シグナル伝達におけるセカンドメッセンジャーとして働くことが注目されています。本研究では、ROS シグナル機構の解明と制御のための基盤技術として光制御型 ROS モジュレーターの開発を目指します。得られた化合物を用いることで、ROS シグナルの生理学的研究のみならず、レッドクスホメオスタシスに起因する疾患の解明や治療法にも繋がるものと期待できます。

## 頸動脈小体における酸素センシング機構の解明

中尾 章人

京都大学 大学院工学研究科 助教  
同上



ヒトを含む好気性生物の生存において、体内の酸素センシングは必要不可欠です。頸動脈小体が酸素センシングを担うことはよく知られていますが、その分子メカニズムに関しては仮説が乱立しており混乱状態にあります。本研究では TRP カチオンチャネルに焦点を当て、頸動脈小体における酸素センシングの新規分子メカニズムに迫ります。これにより、永きに渡って続く論争に決着をつけることを目指します。

## 環境ストレス応答を担う脳内神経ペプチド産生細胞の機能的連関

原 佑介

情報通信研究機構 未来 ICT 研究所 研究員  
同上



休眠は環境ストレスにより生じる一時的な成長、生殖の休止です。休眠中の低代謝は劇的なストレス耐性を生物に賦与するため、人工低代謝技術の開発という視点からその制御機構の解明が期待されています。そこで、本研究はショウジョウバエを用いて、休眠を司ると想定されるインスリン産生細胞を核とした神経分泌細胞の機能的回路と環境ストレスとの関係を明らかにし、生物が実現する環境ストレス適応機構の解明を目指します。

## クマムシの乾眠機構にせまる多階層横断構造生物学

福田 庸太

大阪大学 大学院薬学研究科 助教  
同上



生物と無生物の間を行き来するこのような究極的生命現象である、クマムシの乾眠の謎に迫りたいと考えています。結晶構造解析のような原子・分子階層の研究手法に加え、タンパク質分子や複数のタンパク質からなる超分子のかたちを生の姿に近い状態で観察するためのクライオ電子線トモグラフィー、細胞内 3 次元構造の詳細を可視化するための走査型電子顕微鏡による連続断面観察法等を駆使し、多階層乾眠構造生物学の礎を築きます。

## 炭素循環の先駆的分解者である腐朽菌の樹木分解機構の解明

堀 千明

北海道大学 大学院地球環境科学院 准教授  
北海道大学 大学院工学研究科 助教



地表上で最も多くの炭素を蓄積する樹木をいち早く分解できる寄生性の腐朽菌 (キノコ) を、炭素循環における先駆的分解者として位置づけ、その樹木分解機構を解明します。本研究では、樹木と寄生性腐朽菌の相互作用させた時の機序をマルチオミクス解析によって分子レベルで解明し、寄生性を付与する能力とそれを担う仕組み (分子メカニズム) を世界に先駆けて明らかにします。

## 生細胞内における核酸高次構造の可視化と生物機能との関連

馬 悦

東京工科大学 大学院グローバル/パーソン研究院 助教  
同上



G4 は、グアニン残基が豊富な一本鎖配列で形成される核酸高次構造であり、その配列や周辺環境に依存して大きく三種類の「トポロジー」に分類されます。生体内において G4 はいずれかのトポロジーを形成することにより、様々な G4 由来の生物機能を制御しています。本研究では、生体内において各トポロジーを選択的に検出 (可視化) し、トポロジーと G4 由来の生物機能との関連を、リガンドを用いて明らかにします。

## エクソソームの時空間的制御による老化・疾患の革新的治療戦略の構築

萬代 新太郎

東京医科歯科大学 東京医科歯科大学病院 助教  
東京医科歯科大学 医学部附属病院 特任助教



細胞外小胞であるエクソソームを介した遠隔臓器連関が、疾患の病態形成に果たす役割は十分知られていません。本研究では、慢性腎臓病とサルコペニア (加齢、慢性疾患による骨格筋量・筋力の低下) ならびに老化の連関に着目し、オミクス解析と生体イメージングによって 1) エクソソームの品質の病期・時間的変化、2) 空間的動態変化・臓器特異性の理解、3) エクソソームの量・質的制御による新たな治療戦略の開発を目指します。

## Undruggable のRAS を標的とした自立型マイクロRNA ナノ構造体の創製とRAS ネットワークの時空間的制御

宮本 寛子

愛知工業大学 工学部 助教  
同上



本申請で創製を目指す自立型マイクロRNA ナノ構造体は、遺伝子導入剤不要でマイクロRNA を細胞へ送達することを旨とする。本申請は、DNA・RNA ナノテクノロジーの新規アプローチによって Undruggable な RAS 標的医薬の開発に挑戦します。

## 細胞モデルからみる疾病の時空間デザイン

渡邊 千穂

広島大学 大学院総合生命科学研究科 助教  
東京大学 大学院総合文化研究科 特任助教



細胞内相分離は神経変性疾患との関わりが指摘されています。本研究では、細胞内環境を再現した細胞モデルを用いて細胞内相分離と脂質膜によるミクロ空間への閉じ込めとの相関を分子拡散等の測定を介して明らかにすることを試みます。さらに、神経変性疾患にみられる細胞組成を模倣した細胞モデルを作製し、脂質膜閉じ込めとタンパク凝集形成の相関 = 時空間デザインを解明、疾患治療法開発等に役立つ知見提供を目指します。

## 多細胞性シアノバクテリアの細胞分化調節物質の探索

木村 駿太

宇田航空開発機構 宇田科学研究所 特任助教  
東京大学 大学院農学生命科学研究科 東京大学特別研究員



藍藻（シアノバクテリア）は、原核生物でありながら多細胞が連なって役割分担をしており、真核生物とは別個の進化を遂げた多細胞生物と言えます。一方で植物の葉緑体の起源生物である藍藻には、植物の細胞間コミュニケーションの最も原始的な例が保存されている可能性があります。本研究は、藍藻の細胞分化を調節する新規の活性化化合物の単離・同定を行い、さらに他階層のモデル生物を用いて機能進化の解明に迫ります。

## 有機金属フタロシアニン錯体の光線力学的効果に関する研究

村田 慧

東京大学 生産技術研究所 助教  
同上



本研究では、生体透過性の高い赤色光および有機金属錯体を用いて、光線力学的療法（PDT）に適用可能な、新しい細胞内薬物分子生成システムの構築を目指します。具体的には、軸位に金属-炭素結合を介して種々の薬物分子前駆体を有する有機金属フタロシアニン錯体を合成し、その金属-炭素結合の光活性化に伴う薬物分子放出反応の開発と、腫瘍細胞に対する光線力学的効果の調査に取り組みます。

2020年度探検研究者（2期生）

## 体外から血流を光で操る分子技術の構築

家田 直弥

名古屋国立大学 大学院薬学研究科 講師  
名古屋国立大学 大学院薬学研究科 助教



体内をくまなく巡る血管によって形成される循環器系は生体機能を維持するための重要な器官です。本研究では、血管弛緩を誘発するシグナル分子である一酸化窒素の発生を光で制御できるような化合物を開発し、細胞レベルで一酸化窒素の動態を調べたり、動物個体レベルで血流を操る技術としての確立を目指します。この技術は循環器系疾患や、その他の血流改善によって改善される疾患の新たな治療パラダイムとして期待されます。

## 創薬展開を見据えた新たな方向性をもつオートファジー研究

高橋 大輝

東北大学 大学院生命科学研究所 助教  
同上



私たちは選択的オートファジーを利用して細胞内物質を分解する手法「AUTAC」を開発しました。本研究では、AUTAC をツールとして、オートファジーにおける細胞内相分離の関与に注目して研究を進めます。将来的には、化合物を使った相分離の制御に挑戦していきたいと考えています。

## タンデムリピート長鎖DNA の細胞内化学構築

森廣 邦彦

東京大学 大学院工学系研究科 助教  
同上



本提案研究では、短鎖 DNA プローブの自発的集合と生体直交型化学反応を駆使し、細胞内でタンデムリピート長鎖DNA を化学構築する技術を開発します。具体的には、DNA ナノテクノロジーを応用し、特定配列のオリゴヌクレオチドを開始剤としたタンデムリピート配列の集積化に挑戦します。さらに開発した技術を医療応用し、「DNA ナノテクノロジー創薬」の基盤を構築します。

## タンパク質内包を基盤とした微小管の光制御による細胞操作

稲葉 央

鳥取大学 工学部 准教授  
鳥取大学 学術研究院工学系部門 助教



細胞骨格の一種である微小管は、細胞の形状・強度・運動・分裂などの生命の根幹に関わる重要な役割を果たしています。これまでに、微小管内部に結合するペプチドを開発し、内部に様々な分子を導入することで微小管の構造や性質が変化することを見出してきました。本研究では、細胞中の微小管内部にタンパク質を導入し、その微小管内部への結合を光刺激で制御することで、細胞の構造や機能を操作する新技術を開発します。

## 抗体-核酸結合体によるimmunogenic cell death 誘導法の開発

田良島 典子

徳島大学 大学院医歯薬学研究部 准教授  
徳島大学 大学院医歯薬学研究部 講師



Immunogenic cell death (ICD, 免疫原性細胞死) とは、免疫応答を誘発しやすいタイプの細胞死であり、がん免疫療法や感染症治療法への応用が期待されています。本研究では、新しい概念に基づく抗体-核酸結合体の設計により、狙った細胞に対して特異的に ICD を誘導する手法を確立します。

## 情報分子としてのメチオニンによる新規遺伝子発現制御の開拓

山下 由衣

北海道大学 大学院農学研究院 助教  
同上



植物においてアミノ酸栄養として以外のメチオニンの新規生理機能を開拓します。そこで、本研究では、メチオニンが関与する生命現象として、タンパク質の N 末端のメチオニンの除去 (NME; N-terminal methionine excision) に着目しました。メチオニンの新規生理機能を、① NME の活性調整と、② NME に関連した酸化還元応答、③新規性業機構において明らかにするものです。

## 微生物農薬が生産する抗生物質の生合成機構に関する研究

牛丸 理一郎

東京大学 大学院薬学系研究科 助教  
同上



微生物農薬として使用されるアグロパクリウムは独自の抗生物質を生産することで、植物病原菌の発育を阻害します。一方、抗生物質生合成の化学的メカニズムの詳細は明らかになっていません。本研究ではアグロパクリウムが生産するヌクレオシド抗生物質の生合成経路に焦点を絞り、生合成酵素の触媒機能と反応メカニズムを同定します。さらに、その生合成システムを利用した非天然型ヌクレオシド分子合成法の開発を目指します。

## タンパク分解ツールボックスの確立

友重 秀介

東北大学 大学院生命科学研究所 助教  
同上



タンパク質の分解を誘導する化合物「タンパク分解薬」は、選択的・迅速・可逆的にタンパク質を減少でき、生命科学研究所や創薬への展開が期待されています。しかし、現時点では一般性が不十分です。生体内には多彩なタンパク質が存在するため、様々なメカニズムの分解薬から最適なものを選択するのが理想です。そこで本研究では、異なるメカニズムで作用する複数の新規分解薬を創製し、タンパク分解ツールボックスを確立します。

## 古典的スクリーニングと先端計測技術による力学特性制御分子の探索

山田 壮平

奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 非常勤講師  
奈良先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 特任助教



本研究課題では、ゼブラフィッシュを用い、機械的力を制御する遺伝子の同定を行うため、以下のスクリーニングを行います。1) 上皮シートや細胞の形態に異常を示す変異体の選別 2) 上皮シートの粘弾性応答に異常を示す変異体の選別 3) 上皮シートにかかる力の定量測定を行い、細胞間にかかる力に異常を示す変異体の選別 以上の方法で細胞に働く機械的力に異常を示す変異体に対し、力の制御に関する遺伝子座を同定します。

## 水媒介架橋による細胞機能発現を促す人工ECMの実現

大山 智子

電子科学技術開発機構 島崎電子技術基礎研究所 主任研究員  
電子科学技術開発機構 電子ビーム科学部門 主任研究員



生体内の細胞は、周囲に存在する細胞外マトリックス (ECM) と呼ばれる生体分子ゲルによって機能を調整されています。本研究では、抽出や精製でバラバラになったタンパク質等の生体分子を再びつなぎあわせる新たな化学的手法を開発し、ECM の主要特性を再現・制御した人工 ECM を創出します。生体内における本来の細胞機能や特定の細胞機能を引き出す人工 ECM によって、細胞培養技術の刷新を目指します。

## 食塩の美味しさを担う多細胞情報統合システムの解明

野村 憲吾

京都府立医科大学 大学院医学研究科 助教  
同上



食塩 (NaCl) のおいしさは、塩分の過剰摂取の根本的な原因ですが、口腔内では食塩のおいしさを担う仕組みはよくわかっていません。私は、特定の機能を持つ細胞を同定・操作するための技術戦略を確立することで、未知の塩味感知細胞 (Cl 感知細胞) を同定し、塩味を司る細胞機構の解明に取り組みます。最終的には、塩味を増強する化学物質の標的分子を得ることで、美味しく減塩できる社会の実現を目指します。

## 棍棒型ミクログリアの神経変性における機能解析

橋本 翔子

道徳医科大学 創発的研究センター 特任准教授  
理化学研究所 脳神経科学研究センター 基礎神経科学研究員



ミクログリアは、神経変性過程において重要であることが明らかにされています。しかし、「棍棒型」といわれる突起を長く伸ばした形態のミクログリアは、神経変性を呈するモデルマウスの神経変性領域において現れるものの、その実体は全く明らかにされていません。本研究では、棍棒型ミクログリアの遺伝子発現プロファイリングをベースとしたキャラクタリゼーションと、棍棒型ミクログリアの神経変性における機能解析を行います。

## 糖脂質GPIの糖鎖構造多様化メカニズムの解明

平田 哲也

岐阜大学 糖鎖生命コア研究所 特任助教  
岐阜大学 高等研究院 特任助教



糖鎖修飾は主要なタンパク質の翻訳後修飾であり、タンパク質の機能や局在を制御します。主要な糖鎖合成経路は確立されていますが、糖鎖の大きな特徴である「多様性」を生み出す分子基盤は全くわかっておらず、糖鎖研究分野における最大の課題の一つです。本研究では、タンパク質の糖脂質修飾である GPI アンカーの糖鎖部位の構造多様化メカニズムを、これまでになかった細胞内輸送経路の観点から解明することに挑戦します。

## 共有結合修飾を伴う哺乳類嗅覚受容体の新規活性化機構

福谷 洋介

東京農工大学 大学院工学研究科 助教  
同上



生物の嗅覚の二オイ知覚は、嗅覚受容体の活性化を誘導する二オイ分子との化学結合が起点となって起こります。二オイ分子は無数に存在するため、数百種におよぶ嗅覚受容体の活性化機構も一概ではないと予想されます。そこで本研究では、哺乳類嗅覚受容体と二オイ分子間で生じる共有結合修飾に伴う新規活性化機構に焦点をあて、高活性二オイ分子に反応する嗅覚受容体のタンパク質レベルの分子認識機構の解明に挑戦します。

## 化学的手法を用いて空間的な発現制御を解明する

本田 瑞季

京都大学 大学院医学研究科 特任助教  
同上



脳は時空間的に厳密に定められた遺伝子発現やその制御システムにしたがって形成されるため、そのしくみを正確に理解するためには、空間情報にひもづくプロファイリング技術が必要です。そこで、本研究では空間的な発現制御を解明するための化学的手法を開発します。

## オートファジーによる選択的mRNA分解機構の解明

牧野 支保

東京大学 定量生命科学研究所 助教  
東京工業大学 科学技術創成研究院 研究員



これまでオートファジーは主にタンパク質分解機構として解析されてきたため、種々の栄養飢餓に応じて分解される mRNA の選択性や生理機能は不明です。本研究では、栄養飢餓の種類に応じたオートファジーの標的 mRNA を同定し、その RNA 分解の生物学的意義を解明します。さらに、標的 mRNA の局在変化を 1 分子レベルで観察し動態制御を明らかにします。RNA 代謝におけるオートファジーの新たな機能的知見を創出します。

## 短鎖環状ペプチドの酵素・生物合成

松田 研一

北海道大学 大学院薬学研究院 講師  
北海道大学 大学院薬学研究院 助教



短鎖環状ペプチドは優れた代謝安定性・組織移行性を示します。本研究では、短鎖環状ペプチドの合成に特化した新規なペプチド環化酵素ファミリーに着目し、その機能解析に基づく論理的な酵素改良を行い、生体触媒として開発すると共に、本酵素の合成生物学的利用法を提案します。これによりこれまで効率的な合成が困難であった短鎖環状ペプチドを、精度よく安定してかつ大量に合成できる環境調和性の技術の開発を目指します。

## 酵素群の細胞内集合による代謝制御機構の解明

三浦 夏子

大阪公立大学 大学院農学研究科 准教授  
大阪府立大学 大学院生命科学研究科 デュオアトラクト



真核生物の細胞内では様々な代謝酵素が集合体を形成します。この集合体は低酸素などの環境変化に反応して形成され、細胞の代謝を調節すると考えられています。小スケール低酸素培養系の検討を通して見出してきた「集合体形成には酵素の特定部位が重要である」という知見をもとに、本研究では酵素集合体の集合・離散を自在にコントロールできる分子ツールの開発を通して代謝制御を可能とする集合体形成の分子機構解明を目指します。

## 光による胚発生の時空間制御技術の開発 - 1細胞追跡と遺伝子操作

森川 久未

産業技術総合研究所 生命工学領域 研究員  
同上



胚発生は、三次元空間で時間と共にダイナミックに進行する現象であるため、生細胞において三次元空間と時間軸を考慮したイメージングや遺伝子操作などの解析手法が必須です。本研究では、私が開発した光操作型 Cre 組換え酵素を応用し、位置情報を基盤とした 1 細胞の細胞系譜追跡と、1 細胞での遺伝子ノックアウト技術を開発します。これより、マウスとヒトの初期発生解明を目指した時空間制御型の細胞解析技術を確立します。

## 神経難病における酸化ストレスの細胞間伝播機構の解明

森川 桃

筑波大学 医学医療系 国立大学法人筑波大学特別研究員  
理化学研究所 脳神経科学研究センター 訪問研究員



多数の神経細胞が同時に死滅していく神経変性疾患の病因には、細胞死シグナルの多細胞間伝播がかかわっていると予想されます。神経変性疾患の一つであるシャルコー・マリー・トゥース病の家系で細胞内分子モーターの点突然変異が同定されたため、変異分子モーターによるミトコンドリア含有小胞の細胞外放出メカニズム解明に的を絞り、神経変性疾患の進行に深くかかわる細胞内物質輸送と細胞外小胞放出の新たな関係を構築します。

## 細胞トラッキングのための生体適合性レーザー発振子の開発

山岸 洋

筑波大学 数理物理学系 助教  
同上



レーザー発振子を細胞内へ埋め込むことにより、細胞1つ1つにタグをつけトラッキングする技術が実現されつつあります。一方でレーザー発振子の素材を変更することは難しく、これまでには主にレーザー物理分野で実績のある半導体素子などが転用されてきました。本研究では細胞毒性の低減を目指し、生体適合性材料を用いたレーザー発振子の開発を行います。また、それを利用した長期細胞トラッキングに挑戦します。

## 生きた脳でDNA高次構造を網羅的に捉える技術の開発

朝光 世雄

理化学研究所 生命医学研究センター 研究員  
熊本大学 発生医学研究所 日本学術振興会特別研究員 PD



ゲノム DNA 上の高次構造であるグアニン四重鎖 (G4) は、転写・複製などの生物学的イベントに関与すると言われていますが、解析手法が十分に確立されていません。本研究では、自身の独自技術とシングルセル解析技術を融合させることで、マウス脳内細胞における G4DNA 構造の形成挙動を詳細に定義できる手法を開発し、新たな G4 バイオロジーを切り拓いていきます。

## 染色体不安定性形質の細胞間伝播機構の解明

家村 顕自

東北大学 加齢医学研究所 助教  
同上



腫瘍内において染色体異数性細胞は増殖蓄積しますが、実験環境下での異数性は細胞増殖に不利に働きます。細胞増殖におけるこの矛盾点は異数性パラドックスと呼ばれています。本研究では、異数性パラドックス解消に向けて、染色体不安定性の素地となる形質を誘導する因子の同定を目指します。この因子による染色体不安定性誘導機構を検証することで、腫瘍における染色体不安定性を介した遺伝的多様性の構築過程を明らかにします。

## 液液相分離誘導ペプチドを用いた標的分解オルガネラの創生

池之上 達哉

東京大学 大学院理学系研究科 特任研究員  
同上



タンパク質の液-液相分離は細胞内で膜のないオルガネラを形成し、様々な役割を担う重要な現象として注目されています。本研究では人工ペプチドによって標的タンパク質の液-液相分離を誘導し、濃縮相に機能を持たせた人工機能性オルガネラの創出を目的とします。独自のスクリーニング系を用いて新規二機能性ペプチドを開発し、特異的かつ高効率で標的の分解反応を引き起こす人工分解オルガネラの形成を目指します。

## 超音波による細胞間シグナル伝達の熱遺伝学的制御

遠藤 瑞己

東京大学 大学院理学系研究科 助教  
同上



生体恒常性維持に必須である細胞間シグナル伝達は時空間的に制御されていることが知られています。そこで本研究では、生体透過性が極めて優れている超音波による局所加熱現象を利用して、生体深部で細胞間シグナル伝達を制御する解析手法を開発します。具体的には、生命現象の基本反応であるタンパク質間相互作用を人為的に制御する熱遺伝学的モジュールを開発し、細胞間シグナル伝達を制御する熱遺伝学的システムを構築します。

## 高等菌類におけるホルモンの解明

呉 静

静岡大学 農学部 特任助教  
静岡大学 グリーン科学技術研究所 特任助教



以下の3つのアプローチによって、「キノコホルモン (キノコに共通に内生し共通のメカニズムによって生活環を制御する分子)」特に「子実体発生 (発芽) ホルモン」の発見を目指します。  
1) [Fruiting liquid (FL)] からのホルモン候補分子の探索 2) フェアリーリング惹起物質 (フェアリー化合物) のキノコにおけるホルモンとしての証明 3) 「キノコホルモンのひとつはステロイド」仮説の証明

新しい化学的操作技術によるシナプス機能調査法の構築

澤田 健

東京大学 大学院医学系研究科 助教  
東京大学 大学院医学系研究科 特任助教



多くの精神疾患において、シナプス関連遺伝子の異常や、シナプスの構造基盤であるスパインの形態異常が報告されています。しかし、シナプスの変化が、個体の精神活動に具体的にどのような影響を与えるかは未解明です。本研究では、シナプス変化の影響を因果的に検証するため、化学的手法を用いた新しいスパイン・シナプス操作技術を提案します。さらにその応用により、うつ症状をもたらす責任シナプス基盤の解明を目指します。

リニアユビキチンコードが制御する生体防御応答機構の解析と応用

清水 康平

大阪公立大学 大学院医学研究科 講師  
大阪市立大学 大学院医学研究科 助教



細胞は多様なタンパク質のユビキチン修飾(ユビキチンコード)を巧みに使い分けることで多彩な細胞機能を時空間特異的に制御します。本研究では、唯一の直鎖状ユビキチン鎖生成ユビキチンリガーゼ(LUBAC)を中心に形成される新規「リニアユビキチンコード」の各種構成因子が司る生体防御応答を分子病態学的に解明するとともに、この細胞基盤を標的とした革新的化学技術の応用と疾患治療を目指したシーズ創出に取り組みます。

有用物質生産性向上に向けたメタノール酵母のmRNA動態制御

白石 晃将

京都大学 大学院農学研究科 助教  
同上



本研究の目的は、メタノール酵母におけるRNA顆粒などの細胞内顆粒の役割と構成分子を解明し、細胞内局在・結合性・転写レベルの観点からメタノール誘導性遺伝子発現に及ぼす影響を明らかにすることです。また、メタノール誘導性mRNAの細胞内動態を制御することで、関連タンパク質の発現レベルが精密に調整出来るか検証します。

補体活性化の画像化によるニューロン貪食のインビボ評価

鈴木 千恵

浜松医科大学 光脳医学教育研究センター 助教  
同上



神経炎症に関わるミクログリアの多様な作用のうち、精神神経疾患の発症に関与するニューロン貪食作用を特異的にインビボ評価する方法として、ニューロン貪食の原因となる補体活性化を標的としたポジトロン断層法(PET)プローブを開発し、その有用性を評価します。これまでに神経炎症の作用特異的なインビボ評価法は確立されておらず、本研究の成果により精神神経疾患の病態解明や診断・治療法開発への貢献を目指します。

化学-酵素ハイブリッド合成中分子群による転写制御

谷藤 涼

東京大学 大学院理学系研究科 助教  
同上



遺伝子の複製・転写・翻訳はセントラルドグマと呼ばれ、生命の根幹と位置付けられます。本研究では、このうちの「転写」を自在に制御する中分子群を創出します。化学変換と酵素変換を駆使した化学-酵素ハイブリッド法により、多様なマクロ環を有する中分子群を迅速合成します。DNAと共有結合を結びながら細胞核内のタンパク質と相互作用する本分子群で、特定のDNA-タンパク質間相互作用を狙い撃ちします。

定量的超解像法superPAINTの開発と細胞膜シグナル統合基盤の解明

角山 貴昭

沖縄科学技術大学院大学 国際共同ユニット スタッフエンジニア  
沖縄科学技術大学院大学 国際共同ユニット 博士研究員



私は最近、細胞膜上で複数のシグナル経路を統合するプラットフォーム(分子会合体)を見出しました。このような構造体の発見は全く新しく、この会合体の形成機構、様々な分子のリクルート機構、機能の機構を解明し、シグナル伝達の革新的なパラダイムを創出したいと考えています。このために、生細胞中で多数の1分子を同時観察し、会合体への分子の出入りを1分子レベルで定量的に可視化する技術が必要で、その開発も行います。

溶菌を伴うバイオフィルム内導電機構の解明と制御

徳納 吉秀

筑波大学 生命環境系 助教  
筑波大学 生命環境系 デュオトラック助教



細菌の代謝を制御することができれば感染症の抑制やバイオ燃料生産の効率向上などが期待できます。しかし、環境・人体中の形態であるバイオフィルム状態の細菌の代謝を制御することは困難です。本研究では、一部の細菌の細胞死によりバイオフィルム全体の代謝が活性化するという自身の発見に基づき、電気化学技術、顕微鏡技術、微生物学、ウイルス学などを駆使した新たなバイオフィルム代謝活性制御技術を開発します。

生体内エクソソーム動態を可視化する革新的蛍光プローブの創成

仁子 陽輔

高知大学 教育研究部 准教授  
高知大学 教育研究部 助教



細胞外小胞の一つであるエクソソームは様々な疾患の診断や治療への応用が注目されていますが、その生体内動態を詳細に観察し、理解することが困難となっています。そこで本研究では、ピレンと呼ばれるπ電子共役系を活用し、生体透過性の高い長波長レーザー照射のもと効率的に発光する超高輝度蛍光プローブを開発します。このプローブを用いた二光子励起蛍光イメージングにより、生体内エクソソームのトラッキングを実現します。

細胞エネルギー利用および多細胞化への分子進化

原田 彩佳

筑波大学 生体ダイナミクス研究センター 助教  
慶應義塾大学 薬学部 助教



動物の初期進化の過程で起きた多細胞化は、多様な動物門を生み出す上での最も重要な進化的要因です。細胞のエネルギー利用の多様性についても着目することで、生体システムの実態およびヒトへの進化へとつながる多細胞生物の進化についてその起源を探ります。

第二のKleptoproteinの発見

別所-上原 学

名古屋大学 高等研究院 特任助教  
同上



Kleptoprotein(盗タンパク質)現象は、餌生物から機能的タンパク質を取込み利用する現象で、発光魚キンメドキから初めて見つかりました。自然界には他にもKleptoproteinによる収斂進化が起きている可能性がありますが、そのような例は見つかっていません。本研究では、Kleptoproteinをもつと考えられる生物を探索します。

冬眠様選択的スプライシング機構の応用法の開発

堀井 有希

岐阜大学 糖鎖生命コア研究所 助教  
同上



哺乳動物の冬眠には、低温時にも心臓が停止しない、虚血性の障害がない等の驚くべき特徴があります。本研究で着目している低温ショックタンパク質は、様々な遺伝子の転写後調節に関与し、冬眠動物の特徴を引き出すキーとなる可能性のある分子です。本研究は、冬眠時に見いだされた低温ショックタンパク質の特徴的な選択的スプライシングの変化を手がかりとし、冬眠動物の特徴を冬眠しない動物へ応用することを目指しています。

化学修飾による「光-駆動型」ミトコンドリア複合体-Iの創製

榎谷 貴洋

京都大学 大学院農学研究科 助教  
京都大学 大学院農学研究科 特任助教



ミトコンドリア呼吸鎖複合体-Iは基質の酸化還元反応を駆動力とするプロトンポンプで、ミトコンドリアでのATP生成(エネルギー生産)の中核を担います。本研究では、ミトコンドリアにおけるエネルギー生産を光で制御することを将来的な目標に見据え、独自に開発した化学修飾技術を用いて複合体-Iを「酸化還元反応-駆動型」から「光-駆動型」のプロトンポンプに機能変換することを目指します。

細胞内で機能する新規核酸触媒の開発

山上 龍太

愛媛大学 大学院理工学研究科 助教  
愛媛大学 大学院理工学研究科 デュオトラック助教



RNAは、遺伝子発現制御の中核を担っており、その機能不全は、様々な疾患の原因となります。例えば、RNA中の7-メチルグアノシン修飾ヌクレオチドの欠損は、ヒトにおいてダウン症や脳症の原因となります。そこで本研究では、細胞内で効率的に核酸触媒を機能させるシステムとRNAの機能を制御・改変する核酸触媒を創出し、細胞内のメチロームを制御することで、これらの疾患を治療するための創薬基盤技術を開発します。

ゲノム構造化を司るインシュレーターの動的な転写制御機構の解明

余越 萌

東京大学 定量生命科学研究所 助教  
同上



「ゲノム構造化は遺伝子発現にとってどこまで重要なのか?」という未解決問題に挑むため、本研究では「ゆらいでいる」ゲノム構造化の作用機序を1細胞かつ時間情報を含んだ多次元的解析で定量的に理解することを目指します。さらに、ゲノム構造化を司るインシュレーターとその結合因子に着目し、液-液相分離に代表されるタンパク質の物性・局在変化とゲノムの構造制御の関連性についての基盤情報の確立を目指します。

タンパク工学を基点としたオーファンGPCRの機能解明

横山 達士

京都大学 医生物学研究所 特任助教  
京都大学 大学院生命科学研究所 研究員



脳内に発現するオーファンGタンパク質共役受容体(GPCR)は、創薬標的としてその機能解明が期待されます。しかし、オーファンGPCRの活性が、脳内情報処理にどのような影響を与えるのか、その動的な側面はほとんど解明されていません。本研究では、遺伝子にコードされたセンサーを新規に開発し、先端のイメージング技術と組み合わせることで、オーファンGPCRの機能解明を目指します。

# 数理・情報のフロンティア

[https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research\\_area/ongoing/bunya2019-7.html](https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/research_area/ongoing/bunya2019-7.html)

## 戦略目標

数理学と情報科学の連携・融合による情報活用基盤の創出と社会への展開  
Society5.0を支える革新的コンピューティング技術の創出



研究総括  
河原林 健一

情報・システム研究機構国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 教授/東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授

## 領域アドバイザー

穴井 宏和	富士通(株) 富士通研究所 プリンシパルリサーチディレクター
伊藤 哲史	京都大学 大学院理学研究科 准教授
稲見 昌彦	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
内田 誠一	九州大学 大学院システム情報科学研究科 副学長・教授
太田 慎一	大阪大学 大学院理学研究科 教授
大武 美保子	理化学研究所革新知能統合研究センター チームリーダー
川原 圭博	東京大学 大学院工学系研究科 教授
佐藤 いまり	情報・システム研究機構国立情報学研究所 コンテンツ科学研究系 教授
鈴木 大慈	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
高木 剛	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
武田 朗子	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
千葉 滋	東京大学 情報基盤センター センター長
蓮尾 一郎	情報・システム研究機構国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授
宮尾 祐介	東京大学 大学院情報理工学系研究科 教授
森前 智行	京都大学 基礎物理学研究所 准教授

## 領域運営アドバイザー

後藤 真孝	産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 上級首席研究員
坪井 俊	武蔵野大学 工学部 特任教授/ 理化学研究所 数理創造プログラム 副プログラムディレクター

## 研究領域概要

様々な科学分野や産業界で生み出されている膨大なデータを活用し新たな科学的・社会的・経済的価値を創出していく上で、数学・数理学と情報科学とが連携・融合した新たな概念やアプローチの創出が不可欠となっています。メカニズムを抽出する数理モデル型アプローチとデータ駆動型アプローチとがそれぞれの強みを相補的に生かした革新的な情報活用手法の創出を通じて、実社会における情報活用の加速・高度化が期待されています。

本研究領域では、情報科学および数理学、そしてその二つの分野を融合・応用した研究開発によって未来を切り拓く若手研究者を支援するとともに、新しい価値の創造につながる研究開発を推進します。具体的には、従来の情報科学の研究課題のみならず、情報科学と数理学の双方の知見を活かしたデータ活用手法、例えばデータ同化、トポロジカルデータ解析、圧縮センシング、差分プライバシー等を含む、情報科学および数理学に関わる幅広い専門分野、および情報科学、数理学の他分野への応用において、新しい発想に基づいた挑戦的な研究構想を求めます。

研究推進においては、人材育成の観点を重視し異分野の若手研究者同士が交流し相互に触発する場を設けることで、未来に貢献する先端研究を推進する研究人材の育成や、将来の連携につながる研究者の人的ネットワーク構築をはかります。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト(AIPプロジェクト)を構成する「AIPネットワークラボ」の一環として運営していきます。

## How to cut a discrete cake fairly? (不可分財の公平な分け方)

五十嵐 歩美

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 東京大学特別研究員



財産分割、タスク割当、オフィス割当など私たちの日常生活のあらゆる場面において、公平な資源配分を行う必要があります。しかし、財の分割可能性が仮定できない場合、姑みのない配分である無羨望配分は必ずしも達成することはできません。本研究では、そのような不可分財の公平配分問題について、できる限り姑みを抑える近似的な公平性と社会的な最適性がどのような状況でバランスがとれるのかを解明します。

## 幾何的アプローチによる革新的なデータ解析の研究

池 祐一

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
(株) 富士通研究所 人工知能研究所 研究員



現在のTDAには複数パラメータの情報を有効に使用できない・データの曲がり方などの情報を捉えられないという問題があります。これらの問題に対して二つの新たな幾何的視点からアプローチし、TDA理論の改良と実問題への適用を目指します。1. 層理論を用いて複数パラメータが持つ情報を捉える指標を定義します。2. マグニチュードホモロジーに基づく点群データ解析手法を構築します。

## 大規模時変ネットワークの動的スパースモデリング

池田 卓史

北九州市立大学 国際環境工学部 講師  
同上



ネットワークを有する大規模なダイナミカルシステムに対し、省エネルギーの観点から高効率な制御を可能にする時変ネットワーク構造を解明します。そのために、従来のスパースモデリングのアイデアをシステムの制御技術へと発展させ、「動的スパースモデリング」と呼ぶ新たな数理的手法を提案します。社会的課題への応用として、無人機からなるマルチエージェントシステムの設計や、人流・交通流の制御への展開を目指します。

## 談話構造に基づく教師なし生成型要約

磯沼 大

東京大学 大学院工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院工学系研究科 大学院生



大量の文書が実社会に蓄積され続ける中、文書からの知識抽出を容易にする生成型要約の確立が要請されています。しかし、従来法は大量の見本の要約を要するために、実用化が難しいのが現状です。本研究は文書が有する談話構造やトピック構造などの階層構造に着目し、見本なしに要約を生成する手法を開発します。特に単一文書における教師なし要約生成手法は従来提案されておらず、自動要約の実用化に貢献することを目指します。

## データ大統一に向けたマルチモーダル事前学習

井上 中順

東京工業大学 情報理工学 准教授  
東京工業大学 情報理工学 助教



近年、深層学習と大規模計算機の相乗的發展により、音や画像の高精度な認識が可能となりました。しかし、現行のシステムは、それぞれが特定の種類のデータに特化したもので、複数種類のデータを横断した意味理解は実現していません。本研究では、音の認識と画像の認識に共通して有効なニューラルネットワークモデルを構築し、その事前学習手法の研究を実施することで、データの種類の横断した汎用的な学習方式の確立を目指します。

## レーブグラフの順序定式化の数理とデータ解析

宇田 智紀

東北大学 材料科学高等研究所 助教  
同上



レーブグラフの新たな定式化であるレーブ順序は、0次と1次のパーシステントホモロジーの両方を取り入れている等、既存手法にない特徴を持ち理論方面でも応用方面でも大きなポテンシャルを有します。本研究は、安定性・収束性・計算量といったレーブ順序法の基礎を確立し、その定式化の論理的な一般化、計算可能距離付け等の課題を解決していき、位相的データ解析手法としてのレーブ順序法のさらなる応用を目指すものです。

## 自然言語処理の真価を引き出す言い換え生成

梶原 智之

愛媛大学 大学院理工学研究科 助教  
大阪大学 データビリティフロンティア機構 特任助教



東京五輪や大阪万博に向けて、日常会話の機械翻訳の精度向上が急務である。しかし、翻訳器の訓練に必要な100万文を超える日常会話の対訳データをあらゆる言語対で用意することは困難である。ドメインを限定しなければ大規模な対訳データを利用できるが、訓練データと異なるドメインの翻訳は大きく精度を損なう。本研究では、ドメインに依存せず翻訳器の性能を十分に引き出すために、入力文を翻訳しやすい表現へ言い換える。

## 飼い主-伴侶動物関係内で音声条件を調整した社会的ロボットの検討

春日 遥

北海道大学 大学院情報科学 大学院生  
同上



これまで、ヒトを対象にした社会的ロボットの研究では3者関係における影響評価が行われてきましたが、動物を対象にした3者関係内での社会的ロボットの研究は代表的な伴侶動物であるイヌ・ネコですら進んでいません。そこで、人語および動物語が飼い主-伴侶動物間で日常的にコミュニケーションするうえでしばしば用いられていることに着目し、社会的ロボットの音声に応じてどのような3者関係が構築されるか明らかにします。

## 異なる学術領域の共通問題を発見する時系列ナレッジグラフ基盤の創出

桂井 麻里衣

同志社大学 理工学部 准教授  
同志社大学 理工学部 助教



複数の学術領域の知識を融合させた研究は、複雑な課題の解決や既存研究の創造的打開をもたらすといわれています。一方、研究分野の細分化と成果出版サイクルの加速に伴い、馴染みのない研究分野の最新成果や問題意識のキャッチアップはますます困難となっています。そこで本研究課題では、分野の知識構造を表すナレッジグラフの時系列を分析し、理論・技術と適用先課題のマッチングを考慮した異分野研究テーマ推薦を目指します。

## 大自由度ニューラルネットワークの学習に潜む幾何学的構造の解析と信頼性評価への展開

唐木田 亮

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員  
産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究員



ニューラルネットワークモデルの構造や学習アルゴリズムの詳細に依存せず普遍的に成立する数値を構築します。大規模なネットワークの極限で普遍的に成立する平均場理論やランダム行列理論、Neural Tangent Kernelに基づく学習ダイナミクス解析を利用し、深層学習の課題であるヒューリスティクスや恣意性の排除、および予測の信頼性保証を目指します。

## 口腔内超音波画像と深層学習を用いた無声発話認識に関する研究

木村 直紀

東京大学 大学院情報学術府 大学院生  
同上



音声によって操作するインタフェースは基本的に誰でも簡単に使える次世代のインタフェースです。しかし発声を必要とするため利用可能な場面やユーザが限られてしまう問題があります。そこで本研究では、発声することなく調音器官を動かし、その時の調音運動を計測・解析することで発話内容を推定する、「サイレントスピーチ」による解決を目指します。またサイレントスピーチを用いたコンピュータ・インタラクションを提案します。

## 解釈可能なインタラクティブ深層学習

谷 林

理化学研究所 革新知能統合研究センター 研究員  
情報・システム研究機構 国立情報学研究所 特任研究員



本研究は、ディープラーニングにおける2つの主要な難問：ラベル付けされた学習データの不足とディープラーニングがどのように機能したのかを探る解析能力の欠如を解決することを目的とします。私達は、ディープラーニングにおいてどのように決定したのかというその判断過程を解釈できるようにし、且つ画素単位のラベル付けを自動で行えるように人の視線とテキスト情報を統合した世界初のフレームワークを提案します。

## 分散型ディープニューラルネットワークの大規模設計の調査・研究

Nguyen Truong Thao

情報科学技術センター 研究員  
同上



We propose an integration of 1-Usage of model parallelism to bypass the memory limits 2-Approximate communication design to reduce the communication overhead, 3-HPC design optimized for Deep Learning

## スパース動的モード分解による効率的な触媒設計手法の開発

坂田 逸志

東京大学 大学院理学系研究科 大学院生  
同上



スパース動的モード分解 (SpDMD) による分子動力学 (MD) シミュレーションの解析により、次の課題に取り組む。これにより計算科学と情報科学の融合し、化学反応の時系列データから本質的なダイナミクスを抽出し、物質や反応の設計に資する手がかりの獲得を行う。【課題1】 SpDMDによる分子運動の記述子抽出法の確立 【課題2】 SpDMDによる分子構造変化の記述子抽出 【課題3】 SpDMDによる触媒探索

## マルチモード準静空洞共振器を用いた生体内における電力と情報の無線ネットワーク

笹谷 拓也

東京大学 大学院工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



生体内などにおける自由な電力と情報のやり取りを行うネットワークの構築に向けて、小型機器に対して大きな電力を供給する無線給電システムおよび省電力な通信機構の実現を目指します。その中で受電器の検知が困難な状況における送電装置の制御手法の確立や、無線給電と通信が両立して行われるシステムを開発します。これらを通じ小型機器が「永続的に、協調して」動作するための基盤を構築します。

### 言語理解の能力に基づく機械読解ベンチマークの構築

**菅原 朔**

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



読解問題を解くのに必要となる能力がラベル付けされた機械読解データセットを構築することで、システムの性能について精緻な評価指標を与えます。ここで能力は自然言語処理で存立している基礎技術（照応解析・意味役割解析等）を単位とし、問題の作成にあたり自然言語の形式表現体系を新たに提案します。このテストの応用により、実世界における言語理解システムの説明性・頑健性の向上が期待されます。

### 地下資源開発に資する「流れ」と「構造」の逆解析

**鈴木 杏奈**

東北大学 流体科学研究所 准教授  
東北大学 流体科学研究所 テニョアトラック助教



持続的な地下エネルギー資源の開発デザインのために、流れの計測データを用いて複雑な岩石内部のき裂構造を推定するデータ駆動型の逆解析手法を提案します。信頼性の高い学習データの収集には、3D プリンタを活用した複雑き裂構造の作成と流動実験、ならびに多数のシミュレーションを実施します。複雑な岩石き裂構造は、パーシステントホモロジーを用いて定量化し、計測データとの相関性を評価する機械学習モデルを開発します。

### モデルベース制御による理論保証を伴う深層学習ロボットの研究

**鈴木 彼方**

富士通 (株) 富士通研究所 研究員  
(株) 富士通研究所 人工知能研究所 研究員



ロボットの実用性が期待される現代において、タスク遂行能力とその動作保証が重要です。本提案では訓練データ領域外の未定義動作を扱うため、安定的な出力を加える最適制御器を参照した学習を行う構造を RNN に組み込みます。理論保証された引き込み動作とタスク動作を切り替えるポイントを RNN 内部に設計することで、復帰動作を実現します。最終的にはロボットによるタスク生成に適用し、その成功率を評価します。

### 幾何学的群論とマルコフ連鎖の計算論的研究

**田中 亮吉**

京都大学 大学院理学研究科 准教授  
東北大学 大学院理学研究科 助教



幾何学的群論の手法を用いて、理論コンピュータ科学と強い関連を持つマルコフ連鎖の研究を行います。例えば、有限状態マルコフ連鎖の混合時間などの基本的な問題を扱います。数学的に高度な手法が要求される問題に対して具体的な研究を行っていくのが目的です。

### 等質空間上の調和指数型分布族とその応用

**東條 広一**

理化学研究所 革新知能統合研究センター 特別研究員  
理化学研究所 革新知能統合研究センター テクニカルスタッフ1



本研究は、機械学習の分野において重要な分布族の理論に、表現論の立場からアプローチするものです。正規分布族やガンマ分布族などの“良い”指数型分布族を統一的に扱う枠組みを目指します。そこで、表現論を用いて等質空間上の指数型分布族を系統的に生成する手法を提案しました。この手法により得られる重要な等質空間上の分布族を決定し、近年機械学習分野で重要性を増している負曲率等質空間上への分布族の応用を与えます。

### 増殖系と隠れMarkov モデルの対応に基づく学習の考察

**中島 蒼**

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



生命は変動する環境で生き残るため、経験から学習すると同時に、自然選択を活用しています。前者は学習理論や強化学習、後者は進化計算や粒子フィルタなどを動機づけ、情報学でも重要な対象となってきました。しかしこの学習は、その方法や、自然選択との連関など、生物学・情報学双方で未解決な問題が多く残されています。本研究は、増殖系と隠れ Markov モデル (HMM) の対応から、問題の解明を目指します。

### 効率的な学習可能性の証明困難さに関する研究

**七島 幹人**

東京工業大学 情報理工学院 大学院生  
同上



本研究では、我々がある概念の学習可能性を証明するという行為の計算論的な困難さの解析、及びそれに向けた、新しい理論の構築を目指します。学習可能性の証明困難さを扱うアイデアとして、学習可能性を学習概念クラスの性質として捉え、その証明を学習概念クラスの性質判定問題の一種であるメタ学習問題として定式化することで、その困難さについて、多項式階層や対話証明系などの既存の計算複雑さの理論との関係性を解析します。

### 自由確率論による深層学習の研究

**早瀬 友裕**

富士通 (株) 富士通研究所 研究員  
(株) 富士通研究所 人工知能研究所 研究員



1980年代純粋数学において自由確率論が創出された。高次元統計モデル・ランダム行列を効率的に扱えることから、無線通信や深層学習などの革新的な情報科学へ広がりがつつある。本研究では、高次元統計モデルたる深層学習の自由確率論を基盤とした透明な理解という問題を通じ、従来の確率統計学の適用だけでは見えてこなかった新たな地平を追究する。主に自由確率論に基づく深層学習の理論解析を扱う。

### 情報投影と投影対象最適化による視覚覚醒提示

**平木 剛史**

筑波大学 図書館情報メディア系 助教  
東北大学 大学院情報理工学系研究科 拓へい研究員



本研究では、輝度・色度変調光を用いて映像に情報を埋め込む情報投影技術を用いて、投影対象となる視覚提示デバイスをこの光情報で制御することで、映像に対して時間的・空間的によく整合した視覚覚醒提示を創出します。これにより、デバイスを身体に装着する系と環境に埋め込む系の双方について、時間的・空間的に高度に融合した視覚覚醒提示を、任意の映像投影環境に対して適用・拡張可能な形で実現します。

### 未知の主体を説得するためのアルゴリズムの研究

**藤井 海斗**

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



裁判、広告、選挙活動、ロビイング、オークションなど、社会のさまざまな現象が、説得としてモデル化できます。説得のためのアルゴリズムは、こういった現実の問題に適用される可能性を秘めています。これまであまり研究されてきませんでした。本研究課題では、説得の実用への基礎を築くことを目指し、最適化や機械学習で蓄積された技術に基づいて、未知の受け手を説得するためのアルゴリズムの開発に取り組みます。

### 周波数領域の事前知識を用いた動的システム推定

**藤本 悠介**

北九州市立大学 国際環境工学部 准教授  
北九州市立大学 国際環境工学部 講師



本研究提案では、動的システムのインパルス応答モデルをデータから構築することを目指します。このモデル構造はパラメータ数が多く多様なシステムを近似できる一方、解釈や説明が容易です。最大の問題はデータが少ない場合への対応であり、そこが本提案の主たる研究内容になります。本提案では、対象に関する周波数領域での定性的な事前知識を正則化へ変換して利用し、少データ問題に対応する方法を確立することを目指します。

### 相互作用系を活用したサンプリング手法の開発

**二見 太**

日本電信電話 (株) コミュニケーション科学基礎研究所 研究員  
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 大学院生



これまでのモンテカルロサンプリングでは複数の計算機を使って並列に計算したとしても、互いのサンプルの位置に関する情報を陽に使わないため、位相空間の探索が必ずしも効率的に行われてこなかった。この問題に対し、サンプルの更新の提案分布の計算を行う際に、サンプル同士の相互作用を導入することでサンプル同士が相関を持つようにし、位相空間の効率的探索を可能にする新たなモンテカルロ法の開発を目指す。

### 機械学習による細胞力学環境の計測プラットフォーム構築

**松永 大樹**

大阪大学 大学院基礎工学研究科 准教授  
大阪大学 大学院基礎工学研究科 助教



細胞は周囲の力学環境を感知しその振る舞い（増殖・分化・アポトーシスなど）を大きく変えることが知られ、細胞と力学の因果を明らかにするメカノバイオロジーの研究分野が注目を集めています。本研究では機械学習を用いることにより細胞の顕微鏡画像から細胞の収縮力を測定できるシステムの構築を目指します。細胞収縮力の高速計測を可能にし、次世代メカノバイオロジー研究をサポートする計測プラットフォームを構築します。

### 高精度3次元物体認識を実現する Denoising & Mesher DNN の構築

**宮内 翔子**

九州大学 システム情報科学部 助教  
同上



深層学習では、全学習データを固定長ベクトルで表現する必要があります。しかし、3D センサから得られる点群データはノイズや欠損を含みやすく、頂点数も物体ごとに異なるため、DNN では直接扱えません。そこで、点群データをDNNに適したメッシュモデルで再記述する、Denoising & Mesher DNN の構築を目指します。これにより、高品質の学習データを手軽に取得でき、3次元物体認識の精度向上が期待できます。

### 階層的グラフの書き換え系での文脈等価性証明支援

**室屋 晃子**

京都大学 数理解析研究所 助教  
同上



プログラムの部分的な変更はプログラミングでは頻繁に行われますが、それでもプログラム全体の実行結果が保たれることを定式化する概念が文脈等価性です。本研究では階層的グラフの書き換え系という数理モデルを用いて文脈等価性の証明手法を確立し、その部分的な自動化を試みます。特に個々のプログラミング言語に依らない一般的な手法を与えることで、言語機能の変更による文脈等価性への影響の統一的な分析を可能にします。

### 楕円曲線を用いた耐量子計算機暗号の安全性解析と高効率化

相川 勇輔

三菱電機 (株) 情報技術総合研究所 研究員  
同上



量子コンピュータは現在利用されている暗号を解読するとされています。そこで、その解読に耐える耐量子計算機暗号の研究や標準化が世界的に進行しています。しかし、これらの暗号は安全性解析がまだ不十分であり、効率面にも課題があります。本研究は、主に整数論の観点から楕円曲線を用いた耐量子計算機暗号の研究を進め、これら課題解決への貢献を通して、来るべき量子情報社会における人々の安心・安全の実現を目指します。

### 数式と自然言語の統合的解析による学術文献理解の研究

朝倉 卓人

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



テキスト中の数式にはさまざまな曖昧性があります。また、一般に数式と周辺テキストは互いに補完的な役割を果たしているため、両者の解析は統合的に進める必要があります。科学技術文書の解析技術は未だ発展途上です。本研究では特に、数式内における最小の単位であるトークンに焦点を当て、数式内のトークンをそれぞれの参照する数学概念(意味)と紐付けるタスク「数式グラウンディング」の自動化を目指します。

### 汎用性と高性能を両立するハイブリッド型実行時コンパイラ

伊澤 佑祐

東京工業大学 情報理工学系 大学院生  
同上



実行時コンパイラのほとんどは実行履歴単位かメソッド単位のコンパイルを行います。前者は深い関数呼び出しや実行時分岐の多いプログラムに効果的な一方、後者は平均的に良い性能を発揮します。本研究の目的は、高速で汎言語な次世代実行時コンパイラの開発です。具体的には、2つの方式を使い分けられるハイブリッド型の実行時コンパイル機構を、あらゆる言語に対して適用できるフレームワークとして実現します。

### データ解析を見据えたKoopman作用素の包括的な理論研究

石川 勲

愛媛大学 データサイエンスセンター 准教授  
愛媛大学 データサイエンスセンター 特定助教



本研究は、近年の非線形な力学系と機械学習やデータ解析分野で注目を集めつつあるKoopman作用素を主眼とし、データ解析を見据えたKoopman作用素の理論的基盤の構築を目的としています。そのために、解析学の諸分野で発達している関数空間論的視点を導入してKoopman作用素と関数空間、そして、力学系との関係性を明らかにし、また一般化スペクトル理論を導入してその計算手法の確立を目標とします。

### ベイズ誤差推定及び正則化手法の研究

石田 隆

東京大学 大学院新領域創成科学研究科 講師  
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 大学院生



教師あり学習におけるベイズ誤差とは、与えられた問題に対する予測誤差の下限のことを指します。本研究では、ベイズ誤差を推定するための技術に取り組みます。また、ベイズ誤差推定を通して過剰適合を発見することや、正則化手法の研究も行います。

### 教材内容理解に基づく教育の形を変え、安定的な教材推薦技術基盤の創出

江原 遥

東京学芸大学 教育学部 准教授  
静岡理工科大学 情報学部 講師



自然言語理解により教材の内容を解析し、得られる学習効果や種々のリスクを推定して、学習者の能力を安定的に向上させる教材を推薦する数理モデルを研究開発します。これにより、講義のように学習者の前提知識が揃っていない状況でも、システムが推薦した教材を学習者に学習させるだけで、体系的な教育を行えると期待されます。自習による学習者の到達水準を飛躍的に向上させ、教育の形を変えることを目指します。

### 模倣AIエージェントによる人物行動理解

大川 武彦

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



持続的成長可能な社会の実現に向けて、熟練者の技術継承・技能伝承が課題とされています。本研究では、模倣AIによってスキル獲得を行うことによる「暗黙知」の形式化を目的とします。一人称視点映像を利用したデータ駆動型学習により行動認識モデルを構成し、強化学習・模倣学習の枠組みを利用し、生成的に熟練者行動を再現する模倣エージェントを構築します。こうした認識と生成プロセスの両輪から人間の行動理解を試みます。

### リーマン計量の合成による包摂アーキテクチャの構成

大西 祐輝

東京工業大学 工学部 大学院生  
同上



ロボットを動的な環境や未知の環境下で自律させる技術は、未だ多くの課題が残されています。本研究では、神経反射の重ね合わせに基づいた、包摂アーキテクチャと呼ばれる本能的な知能の構成法に注目します。リーマン幾何学を用いて、これまで困難であった包摂アーキテクチャの振る舞いの解明に挑戦し、理論に保証された体系的な設計・利用を目指します。等身大のヒューマノイドロボットを用いて検証を行います。

### 距離制約をもつ離散構造に対する解析理論の構築

大場 亮俊

東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生  
同上



既存の有限幾何ネットワークの剛性理論を周期的な幾何ネットワークに拡張し、分子結晶の構造解析理論を構築します。また一般大域剛性の組み合わせ的な特徴づけを研究し、座標計算を伴わない高速なアルゴリズムを設計します。さらにこれらの解析手法を彩色数や接吻数の計算に用いることを試みます。

### 幾何学的手法による群の分類と暗号理論への応用

加藤 本子

琉球大学 教育学部 准教授  
愛媛大学 大学院理工学系研究科 特定助教(助教)



幾何学的な観点による群の分類を視野に入れ、様々な群の非正曲率性の整理・統合を目的として研究を行います。特に、Artin群と呼ばれる群を題材に、様々な非正曲率性を調べます。また、群の非正曲率性と関連するアルゴリズム的性質に注目し、暗号理論への応用を目指します。

### 微小チップ群を埋め込んだ形状自在情報デバイスの研究

門本 淳一郎

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



群れを成すマイクロロボットに関して広く研究が進められています。こうした研究の目録の先にはプロセッサや無線通信回路の搭載による協調処理の実現があるものの、回路ハードウェアのサイズや消費電力が障壁となっています。本研究では、低消費電力なプロセッサ、無線通信・給電回路の単一微小チップ上への集積を試みます。従来になく小型・細粒度なマイクロロボット群で構成される形状自在情報デバイスの実現を目指します。

### 演算不変性を用いた整数計画問題のアルゴリズム開発

木村 慧

九州大学 大学院システム情報科学研究科 准教授  
埼玉大学 大学院理工学系研究科 助教



整数計画問題は生産計画・人事・物流・金融・スポーツ・娯楽などにおける最適化問題の解決に利用されています。一方で、整数計画問題に対する現状の解法は、取り扱えるデータ量や適用できる場面に限られているため、より高速かつ汎用的な解法が必要とされています。本研究では、解の演算不変性という解の対称性を一般化した概念を用いることで、整数計画問題に対する高速かつ汎用的な解法を開発することを目指します。

### 写像類群の擬等長分類と機械学習への展開

久野 恵理香

大阪大学 大学院理学研究科 助教  
同上



曲面の写像類群の擬等長分類問題を解決することを目指します。特に向き付け不可能曲面に主眼を置き、向き付け不可能曲面の写像類群の直角アルティン部分群の決定とその擬等長性判定の判定、そして向き付け不可能曲面の写像類群と向き付け可能曲面の写像類群の擬等長性を解明します。更に、曲面の写像類群と擬等長写像をそれぞれ機械学習へ応用することに挑戦します。

### 限られた情報に基づく統計的機械学習と数理最適化アルゴリズムの開発

黒木 祐子

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



統計的機械学習とは得られた観測データからデータの背後に潜む確率的な規則や有用な情報を発見する数理技術です。所望のデータを完全に得られない、あるいは部分的な観測しか得られない場合でも有効かつ頑健な統計的機械学習法の開発は未だ挑戦的な研究課題の一つです。本研究提案はそのような限られた情報に基づく統計的機械学習法の理論構築に向けて、数理最適化理論および統計学的観点の両側面からの解決法の提案と理論解明を目指します。

### データドリブン計算代数幾何

計良 宥志

千葉大学 大学院工学研究科 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 特定研究員



本研究では、代数幾何・計算代数で発展してきた非線形な数学をデータドリブンな計算代数幾何として刷新した新たな学問領域を立ち上げ、機械学習をはじめとした現代の応用情報科学の「観測からの学習」というフレームワークに応用可能にします。データドリブン計算代数幾何では従来の記号的計算は排除され、データ上での振る舞いに着目した効率的な数値計算で代数計算が実現されます。

### 学習問題の統合的帰着

#### 末廣 大貴

横浜市立大学 大学院データサイエンス研究科 准教授  
九州大学 大学院システム情報科学研究所 助教



タスクやドメインに応じて多種多様な設定の機械学習問題が提案されていますが、各問題に対して「個別に」理論解析を行うのは非常に大変です。本研究では、多様な学習問題を可能な限り「まとめて」別の学習問題へ帰着する枠組みを考えます。これにより、タスクやドメインを超えた「統合的な」理論解析が可能となります。まず、マルチインスタンス学習と呼ばれる学習問題への帰着を足がかりとし、帰着の枠組みの一般形を究明します。

### カクテルパーティ効果に着目したオンライン話者とオフライン話者の選択的聴取の支援

#### 高木 健

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



遠隔地の人と会話をしつつ、時には周囲の人と会話をするというオンライン会議の形態ができてきます。これに伴い、ユーザはオンライン話者とオフライン話者の音声の中から、興味のある内容だけの聞き取りに集中できることの重要性が増しています。本研究ではカクテルパーティ効果に着目しその効果を楽しむやさしい音声処理を提案し、オンライン話者とオフライン話者の音声の選択的聴取をしやすくするシステムを実現します。

### ランダムベクトルを用いた軽量な埋め込み表現の構築

#### 高瀬 翔

東京工業大学 情報理工学 助教  
同上



埋め込み表現のパラメータ削減のために、語彙数に依存しないパラメータ数で表現することを目指します。具体的には、ランダムベクトルを埋め込み表現として各語に割り当て、さらに、小規模なフィードフォワードニューラルネットワーク、あるいはベクトルを用意し、これと組み合わせることで表現力を向上させます。翻訳や要約生成など自然言語処理の応用タスクにおいて、通常の埋め込み表現と同程度の性能が達成可能か検証します。

### 量子論基礎にかかる高次元バナッハ空間の幾何学的研究

#### 辻 寛

大阪大学 大学院理学研究科 大学院生  
同上



量子論の基礎研究の方法の一つとして“漸近的幾何解析”(AGA)を用いる方法があります。AGAとは、高次元空間内の凸体の幾何的性質を調べる分野です。特に、近年では凸体よりも広いクラスである対数凹な確率測度が重要な研究対象です。本研究では、最適輸送理論と情報理論の導入により、対数凹な確率測度の幾何的側面を進展させることを目指します。これは将来的に量子論の基礎研究に応用されることが期待されます。

### 辞書式順序に基づいた文字列データ処理法の構築

#### 中島 祐人

九州大学 大学院システム情報科学研究所 助教  
同上



キーワード検索など、私達の日常に浸透している技術には、文字列データ処理が利用されています。効率的な文字列データ処理技術の開発には、文字列データに内在する構造や性質への理解が必要不可欠です。そのような構造の中に、文字列の辞書式順序に基づいた構造があります。本研究では、辞書式順序の変化がもたらす文字列構造の性質解明を行います。また、それらの知見を応用した新たな文字列データ処理法の構築を行います。

### 大スケールかつ展開可能な折り紙構造のファブリケーション手法

#### 野間 裕太

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上



剛体折り紙は「使用時に展開させ非使用時に小さくする操作が容易にできる」という性質から大スケールの構造物への応用が期待されている一方、作製や組み立てが容易でないという課題があります。本研究では、ユーザの所望の3Dモデルから、紐を用いて簡単に組み立て可能な剛体パネルでできた展開図を生成する手法を開発し、大スケールで収納性の高い剛体折り紙構造物、誰でも簡単に設計・作製できるシステムを実現します。

### 埋め込み型無線センサを用いた立体形状計測

#### 韓 燦教

東京大学 大学院情報学環 助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 学振特別研究員 (PD)



粘土は可塑性、粘着性を持っており、任意の立体形状を簡単に作る事ができる優れた材料です。しかし造形途中で実時間で粘土の形状を捉え、形状データに基づいた造形支援は困難であるという課題があります。本研究では、粘土に測位可能な無線センサを複数埋め込むことで、造形のプロセスを妨げずに粘土の立体形状を捉える技術の実現を目指します。また、それを用いた造形支援技術およびインタラクションを提案します。

### 統計的時空間モデルに基づく雑踏音環境マッピング

#### 坂東 宜昭

産業技術総合研究所 情報・人工知能領域 主任研究員  
産業技術総合研究所 情報・人工知能領域 研究員



日常環境で人と共存しながら活躍するロボットには、人通りの多い空港やビル、繁華街といった無秩序に多くの人が集まる雑踏空間での、周辺環境の頑健な認識が不可欠です。本研究ではこのようなロボットの実現を目指し、最小限の事前情報で、雑踏音環境を精緻かつリアルタイムに認識できる雑踏ロボット聴覚を開発します。特に「雑踏音環境を統一的に扱う時空間深層ベイズモデル」をコアに、実用に耐えるロボット聴覚を目指します。

### 柔軟な価値観を持つ機械学習のアルゴリズム開発と性能保証

#### ホーランドマシュー・ジェームズ

大阪大学 産学科学研究所 助教  
同上



機械学習の手法は「平均的な性能の最適化」を主な学習原理としていますが、これによって明確な価値判断が暗黙の裡に下されています。本研究では、期待損失をスペシャルケースとした新しい評価基準クラスを構築し、任意の基準の下で正常に効率よく動作する学習アルゴリズムを開発し、性能解析します。評価基準をAI利用者に操作させることで、恣意的な試行錯誤が減り、プロセス全体の透明化が進むための仕組みの土台を築きます。

### Kudla 予想の解決及び志村多様体の研究と暗号への応用

#### 前田 洋太

ソニーグループ (株) R&D センター 研究員  
京都大学 大学院理学研究科 大学院生



数論幾何学の中心的研究対象である志村多様体の研究と数理論科学分野、特に暗号理論への応用研究を行います。具体的には数論的に重要な Kudla 予想のコンパクト志村多様体への拡張及び志村多様体の分類理論という新たな研究領域の開拓を行い、代数幾何学を中心に他分野に新規的な研究手法を与えます。また代数曲面暗号を高次元化し、耐量子暗号の候補となる志村多様体暗号を開発し、純粋数学と数理論科学分野の融合を図ります。

### 周期/非周期分離制御の開拓

#### 村松 久圭

広島大学 大学院先進理工学系研究科 助教  
広島県立大学 理工学部 学振特別研究員 (PD)・訪問研究員



周期/非周期分離制御研究は、制御工学分野において単一的に取り扱われてきたシステムの状態へ周期/非周期視点を導入し、周期状態と非周期状態で構成される周期/非周期状態として状態を再定義します。本定義に基づき、分離した状態制御および情報解析を実現する【A】最適周期/非周期分離フィルタの理論構築【B】ロバスト周期/非周期分離制御の理論構築【C】周期/非周期インタラクティブロボット開発・実装を遂行します。

### 創作支援のための知覚的スタイル模倣フレームワーク

#### 矢倉 大夢

筑波大学 理工情報生命科学部 大学院生  
筑波大学 大学院システム情報工学研究科 大学院生



深層学習での End-to-End のメディア変換は、探索的なデザインプロセスとの親和性が低く、創作目的ではあまり用いられていません。本研究では、明示的で直感的なパラメータの編集によって代替するためのフレームワークの確立を目指します。これにより、創作支援システムの開発や新たなデザインプロセスの導入にも繋がる事が期待できます。

### 言葉が埋め込まれた空間の形と言葉の意味の接続

#### 横井 祥

東北大学 大学院情報科学研究科 助教  
同上



単語ベクトルを基盤とした手法の発展により自然言語処理は著しい進化を遂げました。しかし文など単語よりも大きな単位のテキストの表現や比較方法は確立できておらず、言語処理システムの致命的なエラーの感知すら難しい状況です。本研究では単語ベクトルの持つ幾何学的情報を言語学的情報に帰着させ、さらに最適輸送を足がかりとして文に含まれる情報の差に鋭敏な文類似性尺度を構築することでこの問題の解決を目指します。

### 時系列信号の画像表現を用いた複雑行動認識

#### 吉村 直也

大阪大学 大学院情報科学研究科 大学院生  
同上



ウェアラブルセンサを用いた行動認識技術の応用として、工場や物流倉庫などにおける作業員の方のモニタリングが検討されています。モニタリングの実現には、作業工程という複数の基本動作で構成される「複雑行動」を、少量の学習データで認識することが必要です。本研究では時系列信号の画像表現を活用し、データの短期・長期的依存関係を事前学習することで、複雑行動の Few Shot セグメンテーションの実現を目指します。

### 近似的数理モデルによるCPSの動的安全機構

#### 和賀 正樹

京都大学 大学院情報科学研究科 助教  
総合研究大学院大学 複合科学研究科 大学院生



物理情報システムのシステマティックな品質保証手法(SafeCPS)には、厳密数値モデルに基づくSafeCPS1.0や探索的手法に基づくSafeCPS2.0がありますが、それぞれ実用性や安全性の説明(安心)に課題があります。本研究では近似数値モデルに対するSafeCPS1.0の数学的解析とSafeCPS2.0の探索的手法を組み合わせて、実用性と安心の両立(SafeCPS3.0)を図ります。

### 探索問題の計算量解析を量子計算へ拡張する研究

石塚 天

富士通 (株) 富士通研究所 研究員  
九州大学 大学院数理学部 大学院生

本研究では、探索問題の側面から量子計算と古典計算の間にある計算能力の差を解明することを目指します。探索問題の計算量理論は、経済学や人工知能などの幅広い分野へ影響を与えてきた研究分野です。これまで古典計算の上で進められてきた探索問題の計算量理論の知見を踏襲し、量子計算量理論へ拡張することで、量子計算量に対する新しい解析手法を開拓することを試みます。



### 計算調和解析学に基づく形状データ解析の深化

古賀 一基

東京科学大学 情報理工学院 研究員  
京都大学 大学院理学研究科 特定助教

一般に三次元形状データ間の類似性を精密に評価する手法は、CADや物理シミュレーション等の従来領域に加え近年のデータ科学の著しい発展によりその重要性を増しています。本研究では幾何学的対象をSchwartz超関数として捉え、三次元形状データ解析の新たな枠組みを計算調和解析学を道具として低レベルの基本要素から構築し、精度と効率性を兼ね備えた当該分野における新しいスタンダードの確立を目指します。



### 測度論的な概念を用いた形式言語理論への新たなアプローチ

新屋 良磨

秋田大学 大学院理工学研究科 助教  
同上

正則可測性は「正則言語で極限的に近似可能」という自然な概念であり、数学的にもカラテオドリ条件と呼ばれる測度論の言葉を用いて自然に特徴づけることができます。本研究では、まず正則言語の局所多様体Cに対し「C可測な正則言語全体」の構造を明らかにし、その上で「正則可測な文脈自由言語全体」などのより上位の言語クラスの可測性の理論に発展させます。また、正則可測性という概念の他分野への応用可能性についても考察を行います。



### 制御・最適輸送理論の融合による大規模系の制御法開発

伊藤 海斗

東京工業大学 情報理工学院 助教  
京都大学 大学院情報学研究科 大学院生

IoT技術の発展に伴い、群ロボットや交通システムなど、多数の要素から成る大規模システムをいかに制御するかが重要な課題になっています。本研究では特に、システムの各要素を所望の状態に効率よく制御・輸送する方法を開発します。最適輸送・制御理論のアイデアを融合、発展させることで、その手法を構築します。さらに、制御に用いるデータの不確かさを陽に考慮することで、実社会での適用を可能にすることを目指します。



### トポロジーを用いた紐状物質の研究

小鳥居 祐香

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 准教授  
同上

複雑な紐状物質の構造やその構造と物質との関係性を解明することが本研究の目的です。そのため、様々な紐状物質に対して適用できるようにトポロジカル指標を与えることを目標としています。トポロジカル不変量や確率論的手法を用いたトポロジーの基礎研究を行うとともに、応用研究へ向けた基礎の構築を目指します。



### 型理論に基づく音楽自動生成ツールの開発

叢 悠悠

東京科学大学 情報理工学院 助教  
東京工業大学 情報理工学院 助教

プログラミング言語分野では、型と命題、プログラムと証明の間に成り立つ対応関係が古くから知られています。本研究では、この対応関係に基づいた音楽自動生成ツールを開発します。アイデアとしては、作曲規則を型として表現し、プログラム合成器を用いて型が付く音楽を合成します。これにより、理論的な正しさが数学的に証明された音楽を自動生成することが可能になります。



### マルチモーダルなふるまいに基づく音声対話の人間目標型評価

井上 昂治

京都大学 大学院情報学研究科 助教  
同上

音声対話システムの「人間らしさ」を、ユーザのマルチモーダルなふるまいから間接的に評価するモデルの実現に取り組みます。ユーザのふるまいが人間どうしの対話のそれほどの程度近いかを参考とし、これを人間目標型評価と呼びます。また、評価結果の根拠を説明することができるモデルについても検討します。最後に、この評価機能を音声対話システムへ実装し、提案する評価方法の妥当性を対話実験により検証します。



### 大規模混合整数半正定値最適化問題に対する効率的汎用解法の開発

小林 健

東京工業大学 工学院 助教  
富士通 (株) 富士通研究所 研究員

本研究では、大きくモデリングとアルゴリズムの両面から混合整数半正定値最適化問題を効率的に解く枠組みを開発します。まず、解きたい問題を整数格子上で凸関数を最小化する問題に書き換えるモデリング技術を開発します。続いて、再定式化した問題を解く切除平面法を設計し、問題の疎性を活用した計算により切除平面法全体の計算量を削減し、大規模問題に対しても高速で動作する解法を設計します。



### 物理現象を再現する深層ニューラルネットのバイズ学習法

田中 佑典

日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学研究科 研究員  
日本電信電話 (株) NTTコミュニケーション科学研究科 研究員

ノイズや欠損を伴うような不完全なデータから、物理ダイナミクスを高精度にシミュレーション可能な深層ニューラルネットのバイズ学習法の確立に挑みます。ハミルトン力学では、ダイナミクスは相空間上の軌跡として表されます。本研究では、不完全データからの学習を実現するために、相空間におけるデータの確率的生成モデルを新たに考案し、それに基づく学習アルゴリズムの導出、および、計算機実験による検証を行います。



### 圏論と自動検証による機械学習の仕様保証

内蔵 理史

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 特任研究員  
総合研究大学院大学 複合科学研究科 大学院生

近年の機械学習の発展に伴い、機械学習のアルゴリズムに対してプライバシー・公平性・安全性など様々な要求が出てきています。確率的プログラムや微分可能プログラムとして書かれた機械学習のアルゴリズムの自動検証の新しい手法を、(1) プログラム論理や篩型システムなどの既存の自動検証を圏論的意味論を用いて一般化し、(2) 確率的プログラムや微分可能プログラムに合わせた設定で具体化することで、手法の獲得を目指します。



### Square-root bottleneck を超える RIP 行列と関連する組合せ論

佐竹 翔平

熊本大学 半導体・デジタル研究教育機構 准教授  
熊本大学 大学院先進理工系科学研究科 特別研究員

本研究では、代数的手法などをもとに、圧縮センシングにおいて重要となる、square-root bottleneck を超える RIP 行列の明示的構成を行います。また、先行研究や代表者らによって与えられた結果を踏まえ、構成した行列の RIP の評価をもとに、擬ランダム性の研究、Ramsey 理論、加法的組合せ論といった組合せ論的な研究分野における問題に統合的にアプローチします。



### 高速かつ高性能な広範にわたる逐次的意思決定問題の方策開発と解析

土屋 平

東京大学 大学院情報理工学系研究科 助教  
京都大学 大学院情報学研究科 大学院生

逐次的意思決定問題とは、逐次的に得られる情報をもとにユーザがある種の意思決定を行う数理モデルのことです。近年では、意思決定の際に大量の行動の選択肢が得られ、手に入る情報の多様化が進んでいます。しかし、既存の理論的な性能が担保された方策は、現実的な設定において本質的に実行が困難であり、さらに、数値的性能が低いことが知られています。そこで本研究ではこれらの問題が解決された方策の考案を目指します。



### 順序制約付き極大部分集合列挙の基盤技術開発

栗田 和宏

名古屋大学 大学院情報学研究科 助教  
情報・システム研究機構 国立情報学研究所 特任研究員

本研究では列挙アルゴリズムの理論と実用のギャップの要因である出力数による計算コストの増加の解決を目指します。列挙では少なくとも出力数に依存した時間が必要です。出力数は膨大なため、効率良い列挙でも膨大な計算コストが必要です。そこで、本研究では出力数を調整可能にするため、順序制約つき列挙に着目します。これにより出力の網羅性と計算コストのトレードオフを実現し、利便性の高い列挙のための基盤技術開発を行います。



### 積層型 AI チップの低電力高効率アーキテクチャ

柴 康太

東京大学 大学院工学系研究科 大学院生  
同上

本研究では三次元積層 SRAM を用いた高効率な AI 推論処理アーキテクチャを研究します。積層 SRAM の低レイテンシ性やランダムアクセス性を積極的に活用し、ブルーニングされたスパースな AI モデルでも効率良く処理できるアーキテクチャの実現に挑戦します。IC の三次元集積と AI のブルーニングという集積回路技術とアルゴリズムの協調によってポストムーアでもスケール可能な次世代コンピューティングの創造を目指します。



### 試行錯誤を効率化する Jupyter Notebook 拡張

中丸 智貴

東京大学 大学院総合文化研究科 助教  
同上

「ハイパーパラメータ値やデータ前処理方法を何通りも試し、実験的に最適な値や方法を見つける」という取り組みは、機械学習システムの開発において一般的です。本研究では、このような機械学習における試行錯誤を効率化する自動キャッシュ技術の開発に取り組みます。開発した技術は Jupyter Notebook 拡張として実装し、実用できる形で公開予定です。



## 音メディア処理のための標準化周波数非依存深層学習

中村 友彦

産業技術総合研究所 人工知能研究センター 主任研究員  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教



混合音から各音源信号を抽出する音源分離は、様々な音メディア処理システムの前処理として利用できます。汎用的に使用可能な音源分離を実現するためには、標準化周波数などの後段のタスクで要求される様々な音響的条件下でも頑健に動作する必要があります。本研究では、深層学習モデルを信号処理の観点から解釈することで、標準化周波数に非依存な層を構築し、汎用的な音メディア処理用深層学習フレームワークの実現を目指します。

## Energy-based Model による人と相補する生成モデルの開発

幡谷 龍一郎

理化学研究所 革新知能統合研究センター 特別研究員  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



深層学習による生成モデルは人が本物と見間違ふようなデータを生成することが可能です。一方、人は稀少な事例やデータ化が難しい事例を知識として利用できます。本研究提案は Energy-based Model と呼ばれる生成モデルに注目し、人の知識を取り込むことで多彩かつ柔軟な生成を行う生成モデルの開発、応用に取り組みます。

## 動画による動作観察と対面した人間を観察する体験とのギャップを埋めるローコストな時空間インタラクション技術の研究

濱西 夏生

東京大学 大学院学際情報学府 大学院生  
同上



振り付けなどの身体的な動作を学ぶ際に動画を使うのはよく知られた手段です。10秒前への巻き戻しや複数の動画との見比べ等は動画学習環境ならではの良さです。こうした特徴を対面学習環境にも適用するために、対面者の動作情報を編集可能にするソフトウェア技術の開発を行います。「動画」と「対面」の各特徴を活かすつつ実空間の時空間データである動作情報とインタラクションできる情報環境を実現し、有用性を示します。

## 言語表現の階層構造に基づくEnd-to-End 音声認識の研究

樋口 陽祐

早稲田大学 大学院基礎理工学系研究科 大学院生  
同上



End-to-End 音声認識とは、音声からテキストへのダイレクトな変換を深層学習により実現する手法です。本研究では、テキスト情報が有する「文字」や「単語」といった言語の構成単位に着目し、言語表現を階層的に組み上げる音声認識モデルを構築することで、認識精度のさらなる向上を目指します。本研究により、音声から言語理解に有用な特徴の抽出が可能となり、音声対話といった音声理解システムへの応用が期待できます。

## ロバスト性と汎化性能を両立する機械学習法の確立

藤澤 将広

理化学研究所 革新知能統合研究センター 基礎科学特別研究員  
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 大学院生



ロバスト性と汎化性能は、誤予測リスクの低減を通じた信頼性の高い機械学習の実応用に必要不可欠な性能です。しかし、これらはトレードオフ関係にあることが分かっており、また、その理論的性質および緩和方法は、限定的なモデル・タスク・汚染データ下での解明・開発に留まっています。本研究では、より普遍的なトレードオフの理論的メカニズムを解明し、ロバスト性・汎化性能を両立する学習アルゴリズムの構築を目指します。

## 確率測度の空間上の動的システムの可到達性の解析と深層学習への応用

星野 健太

京都大学 大学院情報学研究所 助教  
同上



本研究では、システム制御理論の可到達性解析を確率動的システムに拡張することに取り組みます。可到達性解析は、システムが時間発展によって取りうる状態を解析する問題です。本研究では可到達性解析に最適輸送理論などの知見を取り入れ、システムが取りうる確率分布の解析を可能にすることによって、確率的に振る舞うシステムの高度な性能保証を目指します。そして、深層学習に応用し、深層学習の性能保証の実現を目指します。

## 電気料金設計のためのマルチスケールモデリング

星野 光

兵庫県立大学 大学院工学研究科 助教  
同上



本研究では、適切な電気料金の設計のために需要家の分散型エネルギー資源(DER)への投資の経済性を分析するためのモデル化法を開発します。DERの運用に関する需要家の短期的な意思決定とDERの新規導入に関する長期的な意思決定のマルチスケール性を適切に扱う手法を整備することで、直観的な感度分析が可能となるようなモデル化法の確立を目指します。

## 運動誘導システムモデルに基づいた人間機械ダイナミクス

松原 晟都

産業技術総合研究所 人間拡張研究センター 研究員  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



本研究では、心理物理学実験を通じた随意運動と不随意運動の力発揮量の人間知覚の数理モデル化と、筋電気刺激に最適な筋肉上の部位を運動中にも刺激できるようにする適応的電極選択装置の開発を行います。また、両者を組み合わせ、運動中に外部からのアシストや運動介入があるにもかかわらずその介入を感じにくい、いわば運動介入を透明化するシステム(運動誘導システム)の数理モデル・設計手法を提案します。

## 現実的な装置を用いた情報理論的安全な量子情報処理の実現

水谷 明博

富山大学 学術研究部工学系 講師  
三菱電機(株) 情報技術総合研究所 研究員



量子暗号は、現在使われている暗号と異なり、究極の秘匿通信を達成する暗号として実用化が期待されています。一方で量子計算は、古典計算を凌駕する計算能力を秘めており、近年では量子計算機のクラウド利用も始まっています。本研究では、量子暗号通信の高効率化や、クラウドの量子計算機を安全に利用できるようにする研究を行うことを通じて、現代の技術で開発可能な装置を用いた高効率で安全な量子情報処理の実現を目指します。

## 計算機による伝統木工支援 / Computer-Assisted Wood Craft

ラルスンマリアカタリナ

東京大学 大学院情報理工学系研究科 特任助教  
東京大学 大学院情報理工学系研究科 大学院生



本研究では、木材の表面の画像から内部構造を推定する手法を提案します。次に、推定した内部構造を活用するような、MATERIAL-AWARE インターフェースを提案し、ファブリケーションに応用します。このインターフェースを使用すると、必要十分な木材の有効活用が期待でき、よりスマートな材料の使用により、より高品質の木製品を製作できます。



**国立研究開発法人科学技術振興機構 戦略研究推進部**

〒102-0076 東京都千代田区五番町7K's五番町  
TEL/03-6380-9130 FAX/03-3222-2066  
e-mail:act-x@jst.go.jp  
事業URL:<https://www.jst.go.jp/kisoken/act-x/>  
X:[https://twitter.com/jst\\_kisokenkyu](https://twitter.com/jst_kisokenkyu)  
note:[https://note.com/jst\\_kisokenkyu](https://note.com/jst_kisokenkyu)



**JSTはダイバーシティを推進しています**

<https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/nadeshiko/>

