



LABORATORY GUIDE 2017

INFORMATION SCIENCE
BIOLOGICAL SCIENCES
MATERIALS SCIENCE

奈良先端科学技術大学院大学

目次

情報科学研究科

研究室一覧	2
研究室の概要	7
研究設備	45

バイオサイエンス研究科

研究室一覧	60
研究室の概要	67
設備機器	97

物質創成科学研究科

研究室一覧	104
研究室の概要	107
設備機器	133

教員索引	139
------	-----

<「研究室の概要」ページのマークについて>

情報理工	: 情報理工学プログラム
情報生命	: 情報生命科学プログラム
バイオ	: バイオサイエンスプログラム
バイオナノ	: バイオナノ理工学プログラム
物質理工	: 物質理工学プログラム
知能社会	: 知能社会創成科学プログラム
データ	: データサイエンスプログラム

研究室の概要のページ（情報科学研究科 P8～44、バイオサイエンス研究科 P68～96、物質創成科学研究科 P108～132）のそれぞれの研究室名の上部についているマークは、博士前期課程において研究室の配属が当該研究室になった場合の選択できる教育プログラムを示しています。

(例) 「情報科学研究科 コンピューティング・アーキテクチャ研究室」から選択できるプログラム

情報理工	情報生命	バイオ	バイオナノ	物質理工	知能社会	データ
コンピューティング・アーキテクチャ研究室						
URL: http://arch.naist.jp/ https://www.facebook.com/NAIST.ARCH						

※選択できる教育プログラムについては、現在予定しているもので、今後、変更になる場合があります。



情報科学研究科

(平成30年度より「先端科学技術研究科」に統合予定です。)

研究室及び教育研究分野

コンピュータ科学 Computer Science

コンピュータ本体及び情報ネットワークに関する技術領域についての研究・教育を行っています。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	コンピューティング・アーキテクチャ 教授 中島康彦 准教授 中田尚 助教 Tran Thi Hong 助教 張任遠	次世代超小型・低電力・高性能コンピュータシステム開発に必要となる、ハードウェアからソフトウェアまでの幅広い先端基盤技術と、これらを最適化するアーキテクチャを追求しています。対象とするテクノロジー層は、デバイス、アナログ回路、無線通信回路、デジタル回路、FPGA、LSI、コンパイラ、OS、アプリケーションなど。 [キーワード] 人工知能搭載IoT向け小型・低消費電力・高性能コンピュータアーキテクチャ、粗粒度再構成可能アーキテクチャ、Light-Field画像処理アクセラレータ、画像認識アクセラレータ、超低消費電力802.11ah無線通信回路、ARM-FPGA連携、ハードウェア設計と高位合成、メモリアンデンスコンピューティング、新素材ガラスコンピュータ、アナログニューラルネットワークコンピュータ、超高速学習LSIアーキテクチャ、画像認識LSIの探索システム応用	P.8
	ディベンダブルシステム学 教授 井上美智子 准教授 大下福仁	誰もが信頼して利用できるディベンダブルなシステムのために、分散システム・アルゴリズムに関する理論的研究からVLSIのテスト・信頼性・安全性に関する実用的研究まで多角的にディベンダブル性の研究・教育を行う。 [キーワード] アルゴリズム：分散アルゴリズム、共有メモリ分散システム、自己安定アルゴリズム、モバイルエージェント、センサネットワーク、アドホックネットワーク、P2Pネットワーク、ナノスケール分散システムシステム・VLSI：ハードウェアROI検出、高信頼メモリアーキテクチャ、テスト容易化設計、テストスケジューリング、組込自己テスト、劣化検知テストアーキテクチャ、機械学習によるテスト最適化	P.9
	ユビキタスコンピューティングシステム 教授 安本慶一 准教授 荒川豊 助教 諏訪博彦 助教 藤本まなと 特任助教 水本旭洋	あらゆる場所に情報技術が溶け込んだユビキタスコンピューティング社会の実現を目標に、様々な要素技術に関する基礎研究から、それらを用いた実システムの構築に至るまで、理論と実践の両面から教育・研究を行う。 [キーワード] スマートホーム（見守り・省エネ）、情報家電連携システム、コンテキストウェアシステム（コンシェルジュ）、健康支援システム（e-health・ウェアラブル）、ユーザ参加型センシング（ゲーミフィケーション）、サイバーフィジカルシステム（CPS）、高度交通システム（ITS、カーシェア）、災害時通信システム（DTN）、社会情報システム（ソーシャルセンシング・ビッグデータ分析）、コンテキスト推定（位置推定・行動認識）、モノのセンサ化（IoT）、分散処理システム、情報流、行動変容、スマートオフィス（ストレスセンシング）、スマートスポーツ	P.10
	モバイルコンピューティング 教授 伊藤実 准教授 柴田直樹 助教 Juntao Gao 助教 川上朋也	高度交通システム（ITS）、モバイル通信、ナビゲーション、分散システム、センサネットワークなどの分野において、問題の発見、対象問題のモデル化、問題解決のためのアルゴリズムの設計・評価およびアプリケーションソフトウェアの設計・開発を目標とした研究・教育を行う。 [キーワード] 高度交通システム（ITS）、モバイルコンピューティング、センサーネットワーク、プロトコルの統計的解析、P2P型配信システム、地理情報システム、コンテキストウェアサービス、分散並列コンピューティング、クラウドコンピューティング、暗号プロトコル、GPGPU向けアルゴリズム	P.11
	ソフトウェア工学 教授 松本健一 准教授 石尾隆 助教 伊原彰紀 助教 畑秀明 特任助教 Raula G. Kula	ソフトウェアの開発・利用・管理・教育を支援する技術について、理論面での議論と共に技術の有用性を確かめる実証実験の両面から研究・教育を行う。 [キーワード] ソフトウェア品質評価、ソフトウェアリポジトリマイニング、協調ソフトウェア開発支援、ソフトウェア開発支援Webサービス、オープンソースソフトウェア工学、実験ソフトウェア工学、ソフトウェアエコシステムデザイン、ソフトウェア再利用・剽窃分析、ソフトウェア実行モニタリング・実行状況再現・障害分析、ソフトウェアからの設計情報の抽出・復元、生体情報を用いた開発活動解析、ソフトウェア可視化・実体化、ソースコード検証の自動化、ソフトウェア検索、ソフトウェア言語処理	P.12
	ソフトウェア設計学 教授 飯田元 准教授 市川昊平 ☆准教授 田中康 ☆准教授 高井利憲 助教 渡場弘 助教 崔恩澗	大規模で複雑なソフトウェア・インフラストラクチャやソフトウェア・インテンスイブ・システム、クラウドシステムの設計・開発に必要とされる基盤技術や、設計法・開発管理手法について研究・教育を行う。 [キーワード] ソフトウェア・プロセス、ソフトウェア解析、コードクローン、リファクタリング、クラウド基盤システム、仮想計算機、仮想ネットワーク、開発支援環境、プロジェクト管理、ソフトウェア開発の見える化、ソフトウェア・ユーザビリティ、ソフトウェア教育、超上流分析、ソフトウェアの安全性・信頼性保証（アシュアランス）、ソフトウェアリスク分析手法、オープンソースプロジェクトのソーシャルネットワーク解析	P.13
	サイバーレジリエンス構成学 教授 門林雄基 特任准教授 宮本大輔 助教 榎原茂 助教 Doudou Fall	サイバースペースおよびそれを構成するインターネットを高度化し、レジリエンスを向上させていくための実証的な技術開発と、社会に対する積極的な技術移転を目指す研究・教育を行う。 [キーワード] サイバーセキュリティ、サイバーレジリエンス、ネットワークセキュリティ、インシデントレスポンス、SDN/NFV、認証技術、オペレーティングシステム、通信プロトコル、仮想マシン、クラウドサービス構成技術、クラウドセキュリティ、ネットワーク模擬実験技術、オーバーレイネットワーク、モバイルネットワーク、センサネットワーク、IoTセキュリティ、位置情報サービス、Delay-/Disruption-Tolerant Network、デバイス間通信、ドローン検知、災害情報システム	P.14

基 幹 研 究 室	情報セキュリティ工学	情報セキュリティ工学研究室では、情報セキュリティをシステムに実現する際、セキュリティアンカーとなるハードウェアの安全性確保及び、それを基礎として構成されるセキュアなシステムを構築・運用のための研究・教育を行う。 [キーワード] ハードウェアセキュリティの理論と応用、組み込みシステムのセキュリティ設計・評価技術、サイドチャネル解析、故障利用解析、電磁波セキュリティ、テンペスト、ハードウェアトロージャン、意図的電磁妨害 (IEMI)、計測・センサーセキュリティ、サイバーフィジカルシステム、脅威可視化、脅威シナリオ検討、大規模電磁界計算、ハードウェアの信頼性保証、暗号アルゴリズム、乱数生成、秘密鍵共有、電磁界計測、電磁環境、機構デバイス	P.15
	(協力) 情報基盤システム学	インフラストラクチャとしてのインターネットを支える基盤技術や運用技術からインターネットを利用したさまざまなサービス技術といった情報基盤に関連する研究・教育を行う。 [キーワード] コンピュータネットワーク運用管理、パーベイシブコンピューティング/ユビキタスコンピューティング (環境センシング、モビリティセンシング、大規模センサデータ解析)、位置情報サービス (屋内測位、屋内ビッグデータ解析、ナビゲーションシステム)、P2Pネットワーク、クラウドコンピューティング、仮想化技術、ネットワーク/IoTセキュリティ、マルウェア解析、暗号実装、超臨場感空間IP伝送、超高精細4K/8K映像ストリーミング技術、電子図書館システム技術、分散オンラインストレージ、ネットワーク設定自動化、災害時ネットワーク (衛星ネットワーク、メッセージフェリー)	P.16

注) ☆印:客員

メディア情報学 Media Informatics

コンピュータと人間のインタラクション及びメディアに関する技術領域についての研究・教育を行っています。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	自然言語処理学	人間の知能の本質である自然言語の計算機による解析と理解を中心的なテーマとし、言語の構造の解明と定式化、また、その応用及び関連の研究・教育を行う。 [キーワード] 言語解析、言語知識獲得、機械学習、テキストマイニング、言語の意味解析、言語資源データベース、リンク解析、探索、文書からの情報抽出/知識獲得、機械翻訳、言語学習・言語教育支援、多言語情報処理	P.17
	教授 松本裕治 准教授 新保仁 助教 進藤裕之 助教 能地宏		
	知能コミュニケーション	多言語コミュニケーション、対話システム、コミュニケーションQoL技術などの人間のコミュニケーション・知識を支援する知能コミュニケーション基盤技術に関する研究・教育を行う。また、2014年度から全学多元ビッグデータ解析プロジェクトを統括。 [キーワード] 多言語音声翻訳、同時音声翻訳、機械翻訳、言語コミュニケーション支援、対話システム、音声言語認識・理解、話し言葉自然言語処理、人間の音声言語個人性モデリング、脳信号解析 (Affective Computing)、概念学習、及び、これらの研究を推進するための深層学習に関する研究・教育を行う。2014年度から情報、バイオ、物質情報に関するデータサイエンス、Web複合メディア自動分析、マルチメディアデータマイニング、および、産業界のデータ分析を行う多元ビッグデータアナリティクスプロジェクトを統括。	P.18
	教授 中村哲 准教授 須藤克仁 特任准教授 鈴木優 助教 Sakriani Sakti 特任助教 吉野幸一郎 ☆准教授 Graham Neubig		
	ネットワークシステム学	センシング、ブロードバンドワイヤレス、ワイヤレス給電といったワイヤレスネットワークの基盤技術の実現と、これらの基礎となる信号処理理論や通信理論に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 信号処理、変復調方式、無線通信、移動通信、デジタル放送、衛星通信、光ファイバ無線、ワイヤレス給電、高信頼制御通信、電力線通信、モバイルマルチメディア、多元接続技術、OFDM、センサネットワーク、無線LAN、MIMO、デジタル回路設計、ソフトウェア無線	P.19
	教授 岡田実 准教授 東野武史 助教 Duong Quang Thang		
	インタラクティブメディア設計学	普段の生活の中で誰もがその恩恵に預かることができる未来のインタラクティブメディアのあり方を考え、それを実現するために必要となる、メディア処理、ヒューマンインタフェースに関する研究・教育を行う。 [キーワード] ヒューマンインタフェース、拡張現実感、三次元ユーザインタフェース、バーチャルリアリティ、画像計測、コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックス、パターン認識	P.20
	教授 加藤博一 准教授 Christian Sandor ☆准教授 山本豪志朗 助教 Plopski Alexander 助教 武富貴史		
	光メディアインタフェース	人間と機械が光を媒体として視覚情報を共有できる新しいインタフェースの実現を目指し、カメラで撮影した画像からシーン中で生じる光学現象を解析するためのアルゴリズム開発や光学システム設計等に関する研究・教育を行う。 [キーワード] コンピュータビジョン、コンピュータグラフィックス、質感表現、コンピューショナルフォトグラフィ、光学システム設計	P.21
	教授 向川康博 准教授 船富卓哉 助教 久保尋之 助教 田中賢一郎		

基 幹 研 究 室	サイバネティクス・リアリティ工学	使うことで新たな能力を獲得し、より安全、安心、便利な生活が送れるような、人間に対するプラグイン、エクステンションモジュールとしての情報システムに関する研究・教育を行う。 [キーワード] 人間拡張、感覚再設計、ウェアラブルコンピューティング、拡張現実感、複合現実感、バーチャルリアリティ、コンピュータビジョン、コンテキストウェアネス、人間や環境の理解、ディスプレイデバイス、生体情報処理	P.22
	環境知能学	あらゆるものがIoT化・知能化・ロボット化する社会において、人・もの・ことの適切な関係性を実現する技術に関する研究・教育を行う。 [キーワード] ヒューマンロボットインタラクション (HRI)、ネットワークロボット、対話センシング、対話ロボット、クラウドネットワークロボティクス、自動走行車両、快適知能、IoT、拡張/複合現実感、ユビキタスコンピューティング、パターン認識、画像認識、位置計測、行動・意図の認識・理解	P.23
	(協力)ソーシャル・コンピューティング	ウェブ工学、ソーシャルメディア解析を中心とした情報技術を用いたアプローチで、医療を始めとした実社会への応用を目指し、実用性の高い応用成果と科学指向の両面を併せ持つ新しいタイプの情報学の研究・教育を行う。 [キーワード] ソーシャルメディア、ウェブサイエンス、自然言語処理、医療情報	P.24

注) ☆印: 客員

システム情報学 Applied Informatics

生命現象や生命機能などを解き明かすバイオ情報処理や環境共生に関するシステム解析などの技術領域に関する研究・教育を行っています。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	ロボティクス	視覚情報・触覚情報などのリアルタイムセンシングに基づいて知的システムを構成するために必要な技術に関して研究・教育を行う。 [キーワード] ロボットシステム、生活ロボティクス、リアルタイムシステム、人間機械協調、ヒューマンインタフェース、移動ロボット、マニピュレーション、ロボットハンド、ヒューマンモデリング、トレーニングシステム、介護・リハビリテーション、バイオメカニクス、ロボットビジョン、触覚情報処理、技能・感性評価、機械学習、認知・心理	P.25
	知能システム制御	コンピュータ制御やその知能化・システム最適化などの先端的な情報科学技術に対して、数理的な手法を駆使し、実験による検証やロボット・メカトロニクスへの応用などの研究・教育を行う。 [キーワード] システム制御、機械学習、強化学習、ロボット制御、ヒューマンロボットインターフェース、運動スキル学習、ロボスタ制御、最適化、システムの知能化、ネットワーク科学、複雑ネットワークの制御、数理生物学、オンラインソーシャルネットワーク、自律システム、非線形ダイナミクス、リザーバコンピューティング、制御応用、数理科学	P.26
	大規模システム管理	情報システムに代表される大規模複雑システムの設計・制御・構成法に向けた数理的な手法と情報処理技術を開発し、現実システムに応用する研究・教育を行う。 [キーワード] システム・アナリティクス、人間行動知覚型ネットワーク、ネットワーク・デザイン (IoT、P2P、DTN)、災害情報システム (避難誘導、被災状況推定、リスク分析)、分散型仮想通貨 (ブロック・チェーン)、意思決定 (ゲーム理論、待ち行列理論、機械学習)、クラウド・コンピューティング (データセンタ)、アルゴリズム (グラフ理論、マイニング、ビッグデータ)	P.27
	数理情報学	数理モデルにもとづいた問題解決、特に機械学習アルゴリズムの開発と解析、脳神経活動を中心とした生体信号の解析やモデル化に基づく知識発見や診断支援、ヒューマン・マシン・システムの開発に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 数理情報学、機械学習、データマイニング、逆問題、時系列解析、ビッグデータ解析、適応ロボティクス、ヒューマンモデリング、生体情報処理、システム生物学、脳情報科学、計算神経科学、計算論的精神医学	P.28
	生体医用画像	医用画像の解析を中心として、統計的学習や生体シミュレーションを統合して、人体の構造・機能の数理モデル化、および医療診断・治療の高度知能化を目指す“計算医学”に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 医用画像解析、コンピュータ外科、仮想人体、計算解剖学、計算医学、統計的人体モデル、医療意思決定支援システム、診断・治療支援システム、手術ナビゲーション、手術シミュレーション、生体シミュレーション、ネットワーク医療、医療ビッグデータ、画像処理・拡張現実感・機械学習の医療応用	P.29

基 幹 研 究 室	計算システムズ生物学	生命現象を情報科学により解明する。ナノからマクロに至る様々な生命機能に対する計測手法と、それによる生命機能解明のための情報処理技術に関する研究・教育を行う。 [キーワード] バイオデータベース、バイオネットワーク、バイオインフォマティクス、メタボロミクス、システムズバイオロジー、データサイエンス、医療情報学、生命機能計測、生体医工学、バイオイメージング、インシリコバイオロジー、医用画像工学、無拘束生体計測、ヘルスケアインフォマティクス、深部体温計	P.30
	(協力) ロボットビジョン	海外の研究者とも密接に連携しながら、コンピュータビジョンの技術を通して、ロボットの性能を強化したり生活の質を向上するような研究・教育を行う。 [キーワード] コンピュータビジョン、深層学習、ウェアラブルカメラ、First Person Vision、画像処理、映像処理、パターン認識、ロボティクス、映像監視、モバイルコンピューティング、機械学習	P.31

注) ☆印:客員

教育連携研究室

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
教 育 連 携 研 究 室	コミュニケーション学	インターネット上の大量のテキスト情報やSNS情報などとセンサーデータなどの実世界の情報とを結び付け、人間の社会的・経済的活動をモデル化、分析、予測し、コミュニケーションの本質に迫る研究・教育を行う。 [キーワード] 機械学習、データマイニング、トピックモデル、センサ情報処理 (連携機関名: 日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所)	P.32
	計算神経科学	脳機能の情報処理の観点からの解明と、それに基づく新たな人工知能の実現を目指し、ブレイン・デコーディング、ブレイン・マシン・インタフェース、ニューロフィードバック、ロボット学習などの方法論をもとに最新の機械学習手法を駆使した計算理論的神経科学の研究・教育を行う。 [キーワード] 計算神経科学、人工知能、脳活動計測、動的モデル、脳活動デコーディング、脳機能結合解析、ブレインマシンインタフェース、強化学習、ロボティクス (連携機関名: (株) 国際電気通信基礎技術研究所)	P.33
	ヒューマンウェア工学	ネットワーク社会における人間中心の情報処理をめざすヒューマンウェアを、ヒューマンセンシング技術で実現する研究・教育を行う。 [キーワード] ヒューマンウェア、ユーザインタフェース、ヒューマンセンシング、生体電位計測、動作予測、アシストロボット (連携機関名: パナソニック(株) 先端研究本部)	P.34
	シンビオティックシステム	人、社会、環境の共生・調和を実現するために、環境適応力や省エネ性に優れ、使う人にやさしく、次世代のIoTインフラを支える新たなコンピューティングシステム(Brain-Inspired Computing System)の研究・教育を行う。 [キーワード] IoT、環境適応、脳、生物、可塑性、学習、制御、システム、ネットワーク、プログラマビリティ、インタラクティブ性、ヒューマンファクター、ユーザビリティ (連携機関名: 日本電気(株))	P.35
	ヒューマン・インタフェース	ヒューマンセントリックな社会を実現するためのICTの基礎研究として、テキストを媒体とした人対人の円滑なコミュニケーションを可能とする対話支援技術、およびコミュニケーションの「質」を評価するための手法やツールについての研究・教育を行う。 [キーワード] ヒューマン・インタフェース、自然言語処理、多言語情報処理、テキストベースコミュニケーション、セマンティック処理、対話分析、脳科学、心理学 (連携機関名: (株) 富士通研究所)	P.36
	マルチメディア移動通信	超広帯域なマルチメディア情報が伝達できる次世代移動通信方式の無線回線設計、アンテナ・電波伝搬、無線回路、MIMO技術、移動無線アクセス、端末技術についての教育・研究を行う。 [キーワード] 移動通信、ブロードバンド、ダイバーシティ、適応アレー信号処理、アンテナ・電波伝搬、無線回路、回線設計、移動無線アクセス、可変ビットレート伝送、無線中継、MIMO (連携機関名: (株) NTTドコモ)	P.37

教	☆教授 諏訪正樹 ☆准教授 井尻善久	新しいイメージング技術の創出や、画像処理によるパターンや立体物の認識、あるいは人間の行動や動作の認識などを中心に、人間の視覚機能に迫るビジョンセンシングの研究・教育を行う。 [キーワード] ビジョンセンシング、画像意味理解、3次元画像計測・認識、Time of Flight Sensor、画像処理、FA画像処理、ひとの動作理解 (連携機関名：オムロン(株)技術本部・知財本部)	P.38
	☆教授 上野豊彦 ☆教授 福井一彦	タンパク質など生体分子の機能とそのメカニズムを探るための、バイオインフォマティクス的手法を研究する。大規模計算機を活用したデータベースからの網羅的な探索、さらに実験的データにおける情報の欠損を補う分子シミュレーションなど、情報工学的な手法により生命科学における知識発見を目指す研究・教育を行う。 [キーワード] バイオインフォマティクス、タンパク質、分子間相互作用、分子シミュレーション、単粒子解析、スクリプト言語 (連携機関名：国立研究開発法人 産業技術総合研究所)	P.39
育	☆教授 多田充徳 ☆准教授 村井昭彦	ヒトの運動生成・制御の解明を目指し、形体や解剖学に基づいた標準・個人デジタルヒューマン生成のためのモデル化技術、ヒトの体性感覚情報推定・動作解析のための運動・動力学計算技術、及び運動計測からフィードバックを行うためのデバイス・システム開発技術について、研究・教育を行う。 [キーワード] デジタルヒューマンモデリング、コンピュータグラフィクス、運動・動力学計算、体性感覚情報推定、光学式モーションキャプチャ、視覚・触覚フィードバック (連携機関名：国立研究開発法人 産業技術総合研究所)	P.40
	☆教授 樋口隆弘 ☆准教授 越野一博	新しい画像診断技術の開発、および最先端の画像診断機器(PET、SPECT、MRI装置など)を利用した組織、細胞、生体分子の機能を正確に観察するために情報工学的な新規技術の開発を行い、さらに臨床応用分野での評価にかかる研究・教育を行う。 [キーワード] 医用放射線機器、放射線画像処理、PET、SPECT、MRI、診断支援システム (連携機関名：国立研究開発法人 国立循環器病研究センター研究所)	P.41
研	☆教授 大岩寛 ☆准教授 Affeldt Reynald	IoT時代のインフラやシステムに要求される信頼性・安全性の高まりを踏まえ、ソフトウェアを含むIoTシステム全体の安全性の確保に必要な技術や、安全性を「目に見える」形で提示し説明できるようにする技術、またそれらをソフトウェアシステム開発に具体的に適用するために必要な手法を研究開発し、産業としての安全なソフトウェア構築手段の体系化を目指します。 [キーワード] セキュリティ、ディベンダビリティ、ソフトウェア解析、仕様記述、形式検証 (連携機関名：国立研究開発法人 産業技術総合研究所)	P.42
	☆教授 小林和真 ☆准教授 河合栄治	未来のインターネットを実現するための、ネットワーク基盤・アーキテクチャ・サービス技術ならびにその検証・展開・普及に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 通信インフラ技術(光、無線、アクセスなど)、大規模ネットワーク基盤技術、次世代インターネット技術、新技術の実展開に関わる統合、移行技術 (連携機関名：国立研究開発法人情報通信研究機構)	P.43
究	☆教授 片平真史 ☆准教授 石濱直樹	極限環境で正しい動作が求められるソフトウェアの超高信頼性・安全性を実現するためのソフトウェア検証方法論を研究する。特に、複雑分散ソフトウェアシステムの検証 網羅性保証(End-to-End評価)に必要な以下の方法論を研究・教育する。 [キーワード] 高信頼性・安全性検証手法(ロバスト性検証及、検証自動化のアルゴリズム・方法論)、高信頼性・安全性評価手法(ソフトウェアシステム全体の欠陥モードの体系化及びそのシステムへの影響度評価手法) (連携機関名：国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)	P.44
	☆教授 小林和真 ☆准教授 河合栄治	未来のインターネットを実現するための、ネットワーク基盤・アーキテクチャ・サービス技術ならびにその検証・展開・普及に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 通信インフラ技術(光、無線、アクセスなど)、大規模ネットワーク基盤技術、次世代インターネット技術、新技術の実展開に関わる統合、移行技術 (連携機関名：国立研究開発法人情報通信研究機構)	P.43

注) ☆印：客員

情報科学研究科の概要

コンピューティング・アーキテクチャ研究室

URL: <http://arch.naist.jp/>

<https://www.facebook.com/NAIST.ARCH>



(写真左から)

教授: 中島 康彦 nakashim@is.naist.jp

准教授: 中田 尚 nakada@is.naist.jp

助教: Tran Thi Hong hong@is.naist.jp

助教: 張 任遠

研究室概要

コンピューティング・アーキテクチャ研究室では、超小型低電力高性能コンピュータシステムを開発できる次世代技術者を育成しています。具体的には、アプリケーション、ライブラリ、プロセッサ、アクセラレータ、高位合成、FPGA、超低電力無線回路、アナログ回路などの様々な階層・視点から、次世代コンピュータ開発に必要な基盤技術を追求しています。最近のテーマは、IoT向け小型・低電力・高性能コンピュータアーキテクチャ、CGRA型計算アクセラレータ、802.11ah超低電力無線回路、Light-Field画像処理アクセラレータ、機械学習アクセラレータ、FPGA活用フレームワーク、高位合成ハードソフト協調設計環境、メモリテンシブコンピューティング、GPU/メタコアモデリング、新素材フィルムコンピュータ、アナログニューラルネットコンピュータです。

主な研究分野

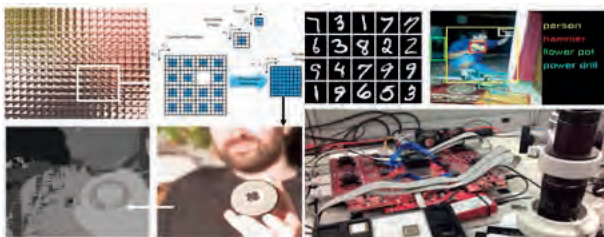
1) IoT向け小型・低電力・高性能コンピュータアーキテクチャ

IoT向けコンピュータではメモリコストの削減が重要です。メモリバンド幅あたり性能においてGPGPUを凌駕する新しいコンピュータの研究を進めています。CGRA型アクセラレータ研究には国内外から連携の打診が来ています。



2) Light-Field画像処理、機械学習アクセラレーション

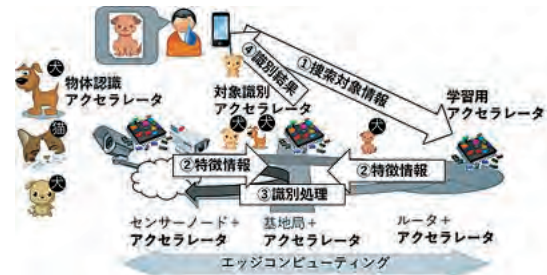
特殊なレンズを通して撮影した画像を使用すると、撮影後にフォーカスを変更したり、奥行き画像を生成したり、臨場感あふれる静止画再生を行うことが可能となります。ただし、携帯機器において滑らかに再生するためには、膨大な計算を効率よく実行する斬新な計算機構が必要です。プログラム可能な計算機としての最適な機構を研究しています。IoT向け小型機器での機械学習アクセラレーションにも取り組んでいます。



3) 超高速学習LSIアーキテクチャ、画像認識LSIの探索システム応用

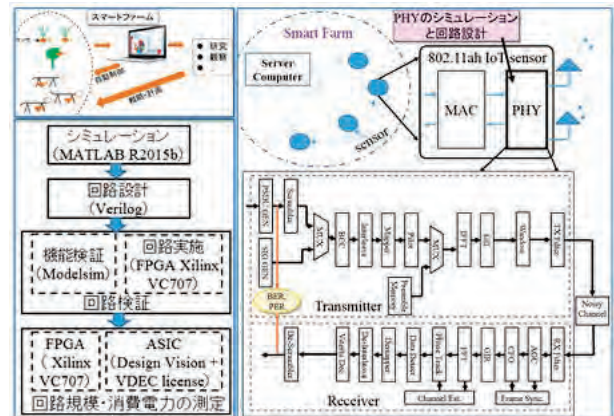
センサーネットワークを中心としたIoTシステムの活用方法の一つとして、探索システムの開発を目指しています。多数のカメラから得られた情報を自動的に学習し統合することにより、個体を識別し探索対象と一致する個体を発見します。センサノードや基地局などのエッ

ジ側に認識・識別用のアクセラレータを搭載し、それぞれのノードが取得した情報を共有することにより柔軟かつ低遅延のシステムを目指します。エッジ側計算資源の活用によりクラウドサーバに頼らないIoTシステムの実現を目指します。



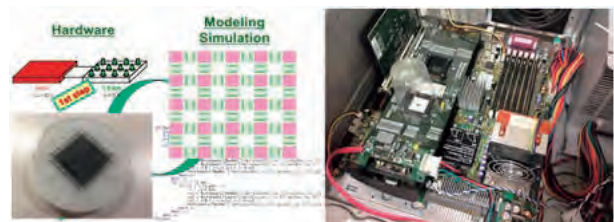
4) 超低消費電力802.11ah無線通信回路

IoTセンサ向け低コスト超低消費電力無線回路について研究しています。従来の802.11n/ac規格のPHY層が数百Mbps～数Gbpsに対応し、回路規模と消費電力が大きいのに対し、IoT向け802.11ah規格のPHY層は、数百Kbpsの通信速度に対応し、小型化や数週間～数年間程度の超低消費電力化を可能とします。最適なパラメータ、新しい演算アルゴリズム、回路アーキテクチャを探索し、超小型コンピュータと組み合わせて低電力・高機能IoTデバイスの実現に貢献します。



5) アナログニューラルネットと新素材LSI

新素材デバイスとアナログ回路の組み合わせによる、超低電力な機械学習の仕組みを試作しています。



共同研究・社会活動など

富士通、ソシオネクスト、HUAWEI、名工大、龍谷大、中国清華大、電子情報通信学会コンピュータシステム研究会幹事団

ディペンダブルシステム学研究室

URL: <http://dslab.naist.jp/ja/>
 メールアドレス: dsl-contact@is.naist.jp



(写真左から)
 教授:井上 美智子
 准教授:大下 福仁

研究室概要

今日の情報社会は、アプリケーション、システム、コンピュータ、VLSIなど様々なレベルの高度な技術に支えられています。ディペンダブルシステム学研究室では、分散システム、マルチコアコンピュータ、VLSIなど、あらゆるレベルでユーザが安心して使えるシステムのための研究を行います。また、研究を通じて、論理的に物事を考える力、アルゴリズムの設計・解析、CやJAVAなどのプログラミングやハードウェア記述言語 (VHDL、Verilog) を用いたVLSI設計フローなどを学びます。

主な研究分野

1) 分散アルゴリズム

分散アルゴリズムとは、多数のコンピュータで構成される自律分散システムのためのアルゴリズムです。例えば、インターネットもひとつの大規模自律分散システムであり、その動作を分散アルゴリズムが支えています。



本研究では、大規模自律分散システムにおいて、ハイパフォーマンス、故障耐性、省エネルギーなどを実現する分散アルゴリズムを開発しています。

- ・共有メモリ分散アルゴリズム
- ・自己安定分散アルゴリズム
- ・センサネットワーク、アドホックネットワーク

2) モバイルエージェントシステム

モバイルエージェントシステムとは、エージェントと呼ばれるプログラムが自律的にネットワークを移動しながらタスクを実行するシステムです。



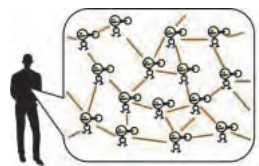
モバイルエージェントシステム

本研究では、多数のエージェントを効率よく協調動作させるためのアルゴリズムを開発しています。

- ・ネットワーク探索アルゴリズム
- ・ビザンチン故障耐性をもつ集合アルゴリズム

3) ナノスケール自律分散システム

近年、ナノスケールのシステムの実現が現実味を帯びています。例えば、DNAを用いた分子ロボットの開発が進んでおり、体内に分子ロボットネットワークを形成して、医療へ応用することが期待されています。



ナノスケール自律分散システム

本研究では、非常に弱い能力のナノスケールコンピュータを想定して、さまざまな分散アルゴリズムを開発しています。

- ・匿名ネットワークに対する分散アルゴリズム
- ・個体群プロトコルに対する分散アルゴリズム
- ・自律分散ロボット群に対する分散アルゴリズム

4) VLSIの設計とテスト

LSIは、IT社会を支える電子機器から、宇宙・航空といったセーフティクリティカルな機器まで、あらゆる機器で使用されています。数

十億のナノスケールトランジスタを含むLSIでは、その製造工程で一定割合の不良品が混入することが避けられません。そのため、テストによって出荷に値するLSIを選別することが非常に重要です。また、出荷後に、経年劣化で誤動作が起きる可能性もあります。本研究では、LSI製造時、稼働時の双方で起こりうる不良を正確に検出するためのテスト・設計技術の開発に取り組んでいます。



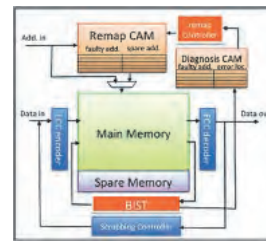
VLSIの設計とテスト

- ・VLSIテスト容易化設計
- ・3次元LSIのテスト設計
- ・VLSIの故障検出・故障診断
- ・機械学習を用いたテスト最適化

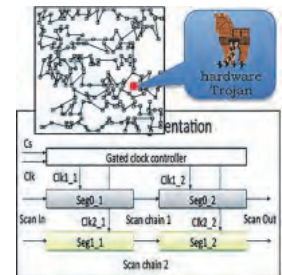
5) システムの高信頼化/耐故障設計

本研究では、LSIがフィールド運用時にソフトエラー (α 線の影響による誤動作など) に耐えて正しく動作するための技術、経年劣化に耐えLSIの寿命を延ばすための技術に取り組んでいます。さらに、近年問題となっているハードウェアのセキュリティ向上の技術、部分故障・部分影による発電効率の低下を考慮した太陽光発電システム発電量最適化手法にも取り組んでいます。

- ・フィールド高信頼化のためのアーキテクチャ
- ・ECCと冗長化を組み合わせた高信頼メモリアーキテクチャ
- ・ハードウェアトロイ検出
- ・太陽光発電システム発電量最適化



高信頼メモリアーキテクチャ



ハードウェアトロイ検出

共同研究・社会活動など

- ・科研費: 挑戦的萌芽、基盤C、新学術(公募)
- ・企業との共同研究: 日立製作所、ルネサスエレクトロニクス
- ・連携研究機関: Lund University (Sweden), University Stuttgart (Germany), UPMC (France), UC San Diego (USA), UNLV (USA), Hanbat National University (Korea), UTM (Malaysia), 東京大学、大阪大学、広島大学、九州工業大学、首都大学東京、大分大学、近畿大学

修生生の就職先

オムロン、クックパッド、サイボウズ、住友電工情報システム、ソニーLSIデザイン、ダイキン、大日本スクリーン製造、デンソー、野村総合研究所、VIC - Visible Information Center、富士通コンピュータテクノロジーズ、村田製作所、リコー、ロームなど

ユビキタスコンピューティングシステム研究室

URL: <http://ubi-lab.naist.jp/>



(写真左から)

教授: 安本 慶一 yasumoto@is.naist.jp

准教授: 荒川 豊 ara@is.naist.jp

助教: 諏訪 博彦 h-suwa@is.naist.jp

助教: 藤本 まなと manato@is.naist.jp

特任助教: 水本 旭洋 teruhiro-m@is.naist.jp

研究室概要

本研究室では、様々なセンサから取り込まれる実世界データを処理・集約・解析することで、高度なサービスを効率良くユーザに提供するシステム〜ユビキタスコンピューティングシステム〜の実現に向け、図1に示すような様々な研究に取り組んでいます。



図1: ユビキタスコンピューティングシステムの研究領域

主な研究分野

1) 行動・生活支援・e-Health

スマートフォンを用いてコンテキストウェアネスの高い行動支援や生活支援に関する研究を行っています。また、健康増進のためのe-Healthシステムに関する研究にも取り組んでいます。

- ・スマートフォンだけで運動時の心拍数を推定するシステム
- ・スマートフォンだけで空腹度を推定するシステム
- ・SNSのログに基づく運動量推定システム
- ・スマートフォンのタッチ操作分析によるユーザプロファイリング

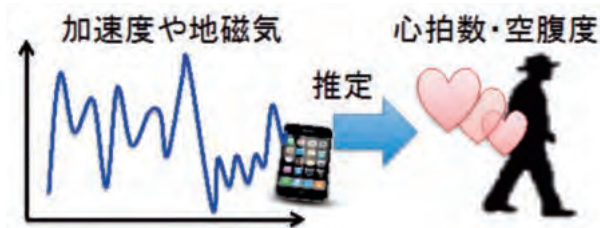


図2: スマートフォンを用いたe-Health

2) 参加型センシング・ソーシャル実世界センシング

ソーシャルネットワーク上で人間活動をセンシングと捉え、実世界の情報を認識する研究を行っています。

- ・ジオタグ付きデータを用いた実世界イベント検出
- ・写真サイトやチェックインの分析による観光スポット発掘
- ・ユーザ地図の共有、評価、ナビゲーションシステム
- ・ゲーミフィケーションを利用した参加型センシング
- ・交通情報の収集と配信のための参加型センシング基盤



図3: ソーシャル実世界センシング

3) スマートハウス

最新鋭のセンシング機器を備えたスマートハウスを活用し、下記に示すような研究を行っています。

- ・快適度を考慮した省エネ設定の設計・可視化システム
- ・重量センサを用いた安価なスマート冷蔵庫
- ・家電操作ログを用いた見守りシステム
- ・Twitterと連携した家電操作モジュール
- ・かざした方向の家電が操作可能なユニバーサルリモコン



図4: 学内に建設したスマートハウスの内部

4) モバイルセンシング・センサーネットワーク

スマートフォンを用いたセンシングから通信方式の適応的な切り替え、災害時通信システムの研究を行っています。

- ・DTNを利用した災害時通信方式
- ・ウェアラブル屋内フロアマップ生成システム
- ・WiFiと3G/4Gを効率よく使い分けるモバイル通信方式
- ・農業用地の環境情報収集のためのセンサネットワーク

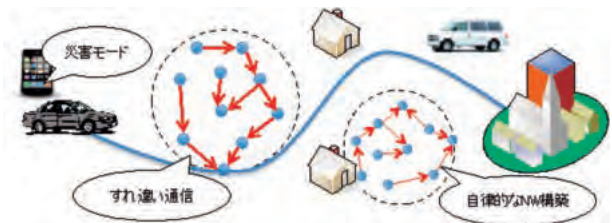


図5: DTNネットワーク

5) モビリティ社会システム実験装置

電気自動車3台から構成されるモビリティ社会システム実験装置を舞台として、情報と社会システム、情報と人の行動変容などの研究を行っています。

- ・人に対する情報配信の適切なタイミングに関する研究
- ・行動変容に基づいた社会システムの実証的研究



図6: モビリティ社会システム実験用車両

研究設備

- ・スマートハウス (高精度位置測位システム、様々な環境センシングシステム)、スマートフォン、情報家電、各種センサ
- ・システムのモデリング・シミュレーションツールScenargie

共同研究・社会活動など

- ・大阪大学、九州大学、AUS、(株)デンソーとの共同研究開発
- ・科学研究費補助金基盤研究(B)、挑戦的萌芽研究、若手(B)、総務省SCOPE等の競争的資金によるプロジェクト

モバイルコンピューティング研究室

URL: http://ito-lab.naist.jp/mediawiki/index.php/Main_Page/ja



(写真左から)

教授: 伊藤 実 ito@is.naist.jp

准教授: 柴田 直樹 n-sibata@is.naist.jp

助教: Juntao Gao jtgao@is.naist.jp

助教: 川上 朋也 kawakami@is.naist.jp

研究室概要

本研究室では、高度交通システム (ITS)、センサネットワーク、アドホックネットワーク等の研究分野において、対象問題の定式化・アルゴリズムの考案・実機及びシミュレータでの評価を通して研究教育を行っています。また、それらの研究を支える基礎となる情報理論や、セキュリティ要素技術に関する研究にも取り組んでいます。

主な研究分野

1) 高度交通システム (ITS)

(1) GreenSwirl: 車両走行効率向上を目指した信号制御および経路案内方式

交通渋滞を引き起こす原因の一つは合理的でない交通信号サイクルである。GreenWaveは法定速度で走行する車両が連続する交差点を青信号で通過できるようにする技術であるが、対向車線と横断道路の妨害や入口と出口における渋滞等の問題が明らかになっている。これを解決するための信号制御および経路案内方式を提案する。複数のGreenWaveを渦巻き状に配置し、最短時間経路をナビ等で案内することで、10~60%程度走行時間を短縮できる。

・DICOMO2014シンポジウム 優秀論文賞受賞

・自動車技術会 2014年度大学院研究奨励賞受賞

(2) 駐車場における混雑緩和のための多数車両同時ナビゲーションシステム

混雑時の大型駐車場において駐車スペースを見つける時間を短縮するために、車車間通信技術を用いた駐車場ナビゲーションを提案する。駐車場の統計情報と、車両入庫検知に基づいて各駐車ゾーンにおける駐車待ち時間を予測することで、車両が駐車場に入ってから駐車を完了するまでの時間と駐車場所から店舗に入るまでの歩行時間の合計が最小となるように案内する。駐車場の統計情報により、各駐車ゾーンにおける駐車待ち時間を予測し、最新の車両の入庫情報に基づいて、予測時間を更新する。

・マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2013) 最優秀論文賞受賞

2) モバイルコンピューティング

(1) 停電した地下街向けのスマートフォンの光を用いた避難誘導方式

地下街や大規模建造物の被災時に停電が起きた場合に、わかりやすい避難誘導と光量の確保を実現する避難誘導システムを提案する。スマートフォンに搭載されている発光機器を用い、避難者の周囲を照らす。避難口に近いスマートフォンから順に強く点滅させ、避難方向に光が床の上を流れるかのように見せることで、スマートフォン所持者だけでなくその周囲の人にもわかりやすい避難誘導を実現する。

・DICOMO2014シンポジウム 最優秀プレゼンテーション賞受賞

・DICOMO2014シンポジウム 優秀論文賞受賞

・マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2014) 優秀ポスター賞受賞

(2) 保証契約に基づく被災地向けモバイルペイメント

被災地においては、被災者が日用品や食料、衣料品、医薬品などを購入するための代替の決済方法が必要である。既存の電子的な決済方法は、サーバとの通信を前提にしているものがほとんどであり、通信設備が使用できない被災地では使用できない。本研究では、通信設備インフラに依存しない、モバイルアドホックネットワークで使用可能な、セキュアな決済システムが必要である。Bitcoinに

似た方法で取引の正当性を相互監視することにより、実現する。

(3) DTNのモデリングと経路制御

アプリケーションによって定められた通信遅延の上限を満足する経路制御プロトコルの開発を目指し、遅延の理論的モデルを構築する。またモビリティやフェーディング、電波の干渉、MAC層、キューの長さといったパラメタによって遅延がどの程度影響を受けるのかを調べている。また、遅延に関する条件を満たすための経路制御プロトコルの構築に取り組んでいる。

3) 並列計算、可視化、クラウドコンピューティング

(1) マルチコアプロセッサの停止故障を考慮したスケジューリング

各計算ノードがマルチコアプロセッサであるような並列処理システムにおいて、ネットワークの輻輳を考慮しつつ、プロセッサの単一停止故障時の回復時間を最小化するタスクスケジューリングアルゴリズムを提案する。ひとつのノードで互いに依存した計算を長時間行くと、そのプロセッサが故障したときに、最近保存したチェックポイントが失われるため、かなり前のタスクから計算をやり直す必要が生じる。提案手法ではこのようなケースが生じないようなタスクスケジュールを生成する。

・国際会議CCGrid2012に採録

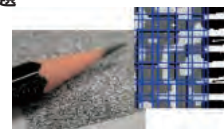
4) 情報理論

誤り訂正やデータ圧縮等、情報理論は多くの分野で活用されています。本研究室では、情報理論のオーソドックスな課題に加え、新しい分野への応用等にも積極的に取り組んでいます。

(1) ネットワーク符号化の達成問題性問題

(2) フラッシュメモリ記録用符号の開発

(3) 次世代誤り訂正符号を用いた超高密度2次元コード



5) セキュリティ基礎技術

技術の革新は、新しいサービスの創出だけでなく、新しい脅威を生み出すこともあります。本研究室では、暗号の基礎技術を活用して新しいセキュア計算の仕組みを開発し、民間企業の研究者とも連携して、その実用化研究にも取り組んでいます。

(1) 省電力性機器向けセキュリティ技術の開発

(2) ビットコインを信頼基盤とする属性認証方式

(3) サイドチャネル攻撃からの漏洩情報量評価



研究設備

・各種携帯無線端末、LEGO MINDSTORMSによるMANETテストベッド、PlanetLab等

・QualNetなどの各種シミュレータの開発ライセンス、UbiREAL、P-Tour、MobiREAL、電子トリアージ等の本研究室と共同研究機関で開発したシステム

共同研究・社会活動など

大阪大学、滋賀大学、大阪府立大学、静岡大学、岐阜大学、北陸先端大学、日本電気 (株)、(株) 沖電気との共同研究

ソフトウェア工学研究室

URL: <http://se-naist.jp/>

(写真左から)

教授: 松本 健一 matumoto@is.naist.jp

准教授: 石尾 隆 ishio@is.naist.jp

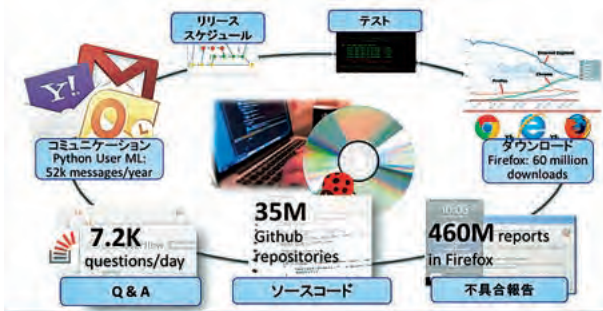
助教: 伊原 彰紀 akinori-i@is.naist.jp

助教: 畑 秀明 hata@is.naist.jp

特任助教: Raula G. Kula raula-k@is.naist.jp

研究室概要

ソフトウェア工学研究室では、ソフトウェアが持つ脆弱性の克服とソフトウェア開発・利用における新たな基盤技術の確立をめざし、ソフトウェア製品・サービスに関する理論、方法論、モデル、環境・ツール、ベンチマーキング、技術移転などの研究開発に取り組んでいます。研究対象は、ソースコードだけでなく、テスト、不具合、リリース、ダウンロード、更には、ソフトウェアの開発や利用に携わる個人・コミュニティ間でのコミュニケーションに関わるビッグデータです。それら多様なデータを活かし、学生の好奇心や柔軟な思考をうまく組み合わせることが、既存技術にとらわれない先端的で実用的な研究につながると考えています。

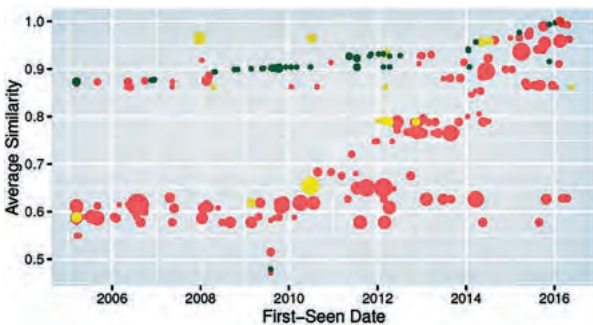


ソフトウェア工学における研究対象

主な研究分野

1) ソフトウェア開発技術・パラダイム

- ・ソフトウェアエコシステムデザイン
- ・協調ソフトウェア開発支援
- ・ソフトウェア開発支援Webサービス
- ・ソフトウェア再利用・剽窃分析
- ・ソフトウェアからの設計情報の抽出・復元
- ・ソースコード検証の自動化
- ・ソフトウェア検索
- ・ソフトウェア開発支援ボットとコミュニティ通貨

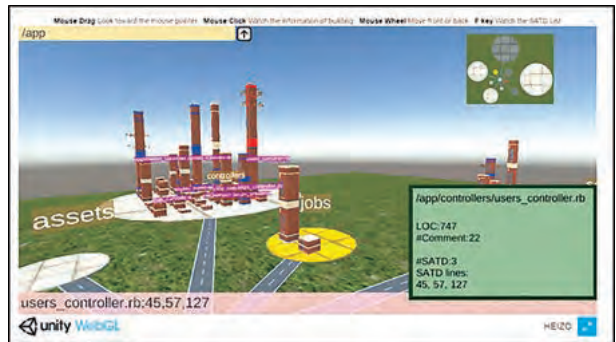


既存ソフトウェア群で使用されている類似ソフトウェア部品の検索

2) ソフトウェアデータマイニング

- ・ソフトウェア品質評価
- ・ソフトウェア可視化・実体化
- ・ソフトウェア実行モニタリング・実行状況再現・障害分析
- ・ソフトウェア言語処理
- ・データに基づくプロジェクトマネジメント

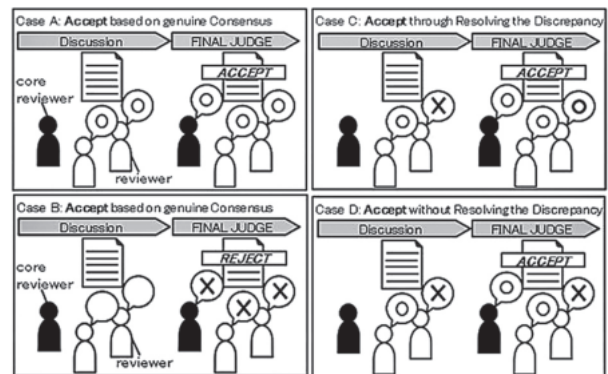
- ・生体情報を用いた開発活動解析
- ・TaskPit: ソフトウェア開発タスク計測システム



都市をメタファとしたソースコード可視化と技術的負債の償却支援

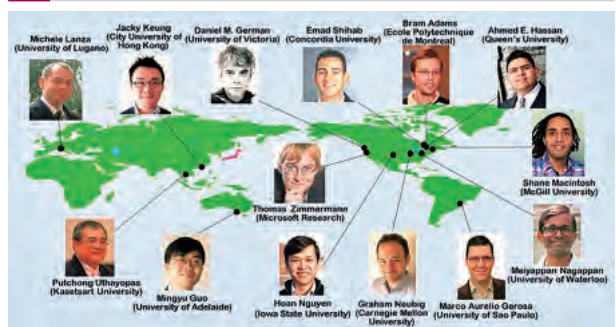
3) オープンソースソフトウェア (OSS) 工学

- ・OSSユーザ支援のためのエコシステム分析
- ・コミッター選出のための開発者活動分析
- ・OSS開発における欠陥部品の自動特定
- ・OSS開発におけるコミュニケーション分析
- ・OSSマイニングのためのインテリジェントシステム
- ・グローバルソフトウェア開発



機械学習によるコードレビュー合意形成支援

研究ネットワーク



国内連携先(略称、順不同): 富士通研究所、日立製作所、JAXA、経済調査会、大阪大学、九州大学、名古屋大学、岡山大学、和歌山大学、電気通信大学、京都工芸繊維大学、早稲田大学、近畿大学、福岡工業大学、奈良高専、香川高専、熊本高専、など

ソフトウェア設計学研究室

URL: <http://sdlab.naist.jp/>
 メールアドレス: sdlab-contact@is.naist.jp



(写真左から)
 教授: 飯田 元
 准教授: 市川 昊平
 客員准教授: 田中 康
 客員准教授: 高井 利憲
 助教: 渡場 康弘
 助教: 崔 恩瀾

研究室概要

ソフトウェア設計学研究室では、ソフトウェアやクラウドコンピューティングシステムの開発・設計を支援する技術について研究を行っています。特に、ソフトウェアの開発工程、すなわちソフトウェアプロセスの分析や改善を主題に据えています。ソフトウェア技術は、家電製品や携帯電話などの各種組み込み機器の開発や、クラウドコンピューティングに代表される近年の社会基盤システム構築など、我々の生活に広く浸透しています。ソフトウェアプロセス技術は良質なソフトウェアを安定して生産し続けるための鍵であり、幅広い分野において欠かせないものとなってきています。

主な研究分野

1) ソフトウェア開発プロセスのモデル化と管理/改善

- ・プロセスモデリング・分析・改善
- ・プロジェクト情報の可視化と管理支援
- ・オープンソースプロジェクトのソーシャルネットワーク解析
- ・プロジェクトの仮想的再現

2) 開発リポジトリのマイニング

- ・コード履歴分析 (コードクローン・デザインパターン)
- ・ソフトウェア保守の細粒度プロセス分析
- ・開発者間メーリングリストでの話題抽出

3) ソフトウェアの設計と検証

- ・超上流分析
- ・デザインパターン検索・リファクタリング支援
- ・ソフトウェアの安全性・信頼性保証 (アシュアランス)
- ・ソフトウェアリスク分析手法

4) クラウド基盤システムの設計法

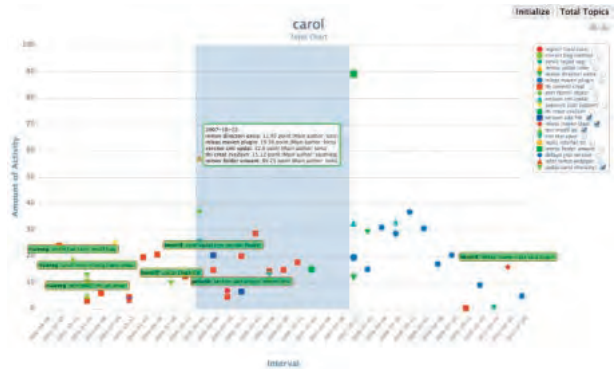
- ・仮想計算機基盤の構築
- ・Software-Defined Network (SDN) 環境の構築
- ・広域分散システムの実証実験
- ・ハイパフォーマンス・コンピューティング支援



OSSのソーシャルネットワーク解析ツール

関連プロジェクト、共同研究企業等

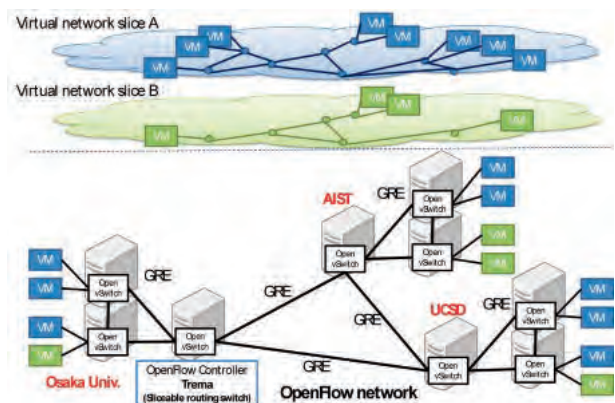
- ・IT-Triadic (サイバーメディア社会におけるマルチスペシャリスト育成プログラム)
- ・GEIOT (「モノのインターネット」分野でのグローバルアントレプレナー育成プログラム)
- ・産業技術総合研究所
- ・宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
- ・情報科学国際交流財団 (産学戦略的研究フォーラム)
- ・大阪大学、University of California San Diego、Kasetsart University、Queen's University、University of Victoria、University of Luxembourg、Vrije Universiteit Brussel 他



開発履歴可視化ツール

	accessible/ src/ sdk	accessible/ src/ base	accessible/ src/ html	accessible/ src/ msaa	accessible/ src/ other	accessible/ src/ xforms	accessible/ src/ xpcocom	accessible/ src/ xul
accessible/src/sdk	1615 / 11652	372 / 11855						
accessible/src/base	53 / 44801	10306 / 44801	599 / 44801	37 / 44801		31 / 44801		814 / 44801
accessible/src/html		453 / 17018	5769 / 17018			33 / 17018		445 / 17018
accessible/src/msaa		37 / 20550						
accessible/src/other								
accessible/src/xforms		31 / 3561	65 / 3561			303 / 3561		
accessible/src/xpcocom								145 / 3561
accessible/src/xul		1022 / 15304	458 / 15304					141 / 15304

コードクローン分析ツール



OpenFlowによる国際間仮想ネットワークの実証実験環境

サイバーレジリエンス構成学研究室

URL: <https://iplab.naist.jp/>

(写真左から)

教授：門林 雄基 youki-k@is.naist.jp

特任准教授：宮本 大輔

助教：樫原 茂 shigeru@is.naist.jp

助教：Doudou Fall doudou-f@is.naist.jp

研究室概要

今日、インターネットを活用して活発な経済活動が行われており、国民の財産を守り利用者の安心をもたらすためのセキュリティ技術はなくてはならないと考えられています。開かれたサイバースペースで起きる諸問題に対し、本研究室ではサイバーレジリエンスを中心的概念としてとらえ、その構成法について探索的研究を行っています。サイバーレジリエンスとは、製造者や利用者が間違いを起こさないことを仮定するのではなく、事故や災害が起きることを前提とした被害軽減技術や、情報システムの安全運転支援技術などを含む、幅広い概念です。



キーワード

サイバーセキュリティ、サイバーレジリエンス、ネットワークセキュリティ、インシデントレスポンス、SDN/NFV、認証技術、オペレーティングシステム、通信プロトコル、仮想マシン、クラウドサービス構成技術、クラウドセキュリティ、ネットワーク模擬実験技術、オーバレイネットワーク、モバイルネットワーク、センサネットワーク、IoTセキュリティ、位置情報サービス、Delay-/Disruption-Tolerant Network、デバイス間通信、ドローン検知、災害情報システム

主な研究分野

1) サイバーレジリエンス構成法に関する課題

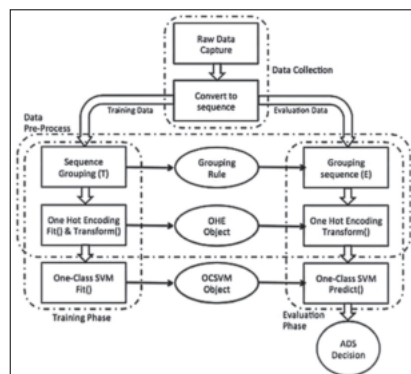
近年、情報システム利用時の誤認、伝達ミス、判断ミスなど様々な誤りが実社会に甚大な影響を及ぼしています。これらの利用者のミスに加えて、製品・サービスの提供事業者による設定ミス、プログラムのバグ、通信プロトコルの設計ミスなど様々な誤りが情報システムの信頼性を損なう結果となっています。これまで情報科学では、ソフトウェアやプロトコルの検証など、設計・生産工程の一部における信頼性確保について数多くの取り組みが行われてきましたが、近年のソフトウェアの部品化、サービス化、インターフェースの標準化により情報システムの合成・構築の主導権が利用者に移りつつあります。このため、部品レベルの信頼性や安全性に注目したアプローチに加えて、実働システムにおける被害軽減技術や、利用者やサービス提供事業者のミスを考慮した安全運転支援技術が求められています。そのため、これらの需給ギャップを明らかにし、利用者やサービス提供事業者も含めたサイバーレジリエンス構成法に関する研究課題を解決する必要があります。

2) 研究課題

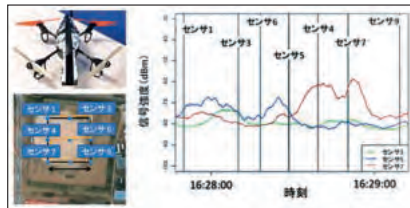
- 近年取り組んでいる研究課題例
- インシデントレスポンスに関する研究
- フィッシング対策に関する研究
- 標的型メール対策に関する研究
- 仮想マシンモニタによる異常検知システムに関する研究
- クラウドコンピューティングにおけるセキュリティリスクの定量化に関する研究
- IPv6ネットワーク評価用テストベッドに関する研究
- 悪用された飛行UAVの探知技術に関する研究
- 災害情報システムに関する研究 等



コードインジェクションの検出



異常検知システムのフレームワーク



飛行UAVの検知

研究設備

- インターネットエミュレーション設備
- 対外ネットワーク (AIII, JGN, NSPIXP-3, WIDE)
- モバイルインターネット実験設備
- ネットワークセキュリティ実験装置
- IoT (Internet of Things) デバイス
- UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

共同研究・社会活動など

本研究室は情報通信研究機構、情報処理推進機構、NEC、ブロードバンドセキュリティ、アラクサラネットワークス、シスコシステムズ、慶應義塾大学、東京大学、大阪大学、神戸大学、兵庫県立大学、高知工科大学、Telecom SudParis (フランス)、FORTH (ギリシャ) などと共に研究開発に取り組んでいます。また、WIDEプロジェクトなどと共に研究開発に取り組んでいます。また、WIDEプロジェクトに参加し、組織運営やネットワーク運用の主導的立場にもあります。数多くの産学官連携フォーラムを通じ、社会との豊富な接点を有しています。

情報セキュリティ工学研究室

URL: <http://isw3.naist.jp/Contents/Research/cs-09-ja.html>



教授：林 優一 yu-ichi@is.naist.jp
助教：藤本 大介 (写真なし)

研究室概要

情報セキュリティ工学研究室では、情報セキュリティをシステムに実現する際、セキュリティアンカーとなるハードウェアの安全性確保に関する研究に取り組んでいます。また、ハードウェアを基礎として構成される上位レイヤーを含めたシステム全体のセキュリティを確保するための研究も行っています。

研究分野

1) 漏えい電磁情報によるセキュリティ低下に関する評価・対策技術に関する研究

情報端末から生ずる電磁信号を通じた情報漏えいによるセキュリティ低下のリスク評価(図1)及び対策技術に関する研究(図2)を行っています。



図1 モバイル端末に対する電磁波を介した情報漏えいのリスク評価

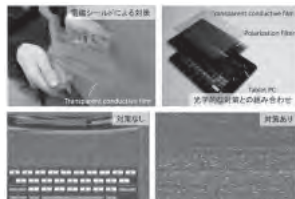


図2 漏えい電磁波を通じた情報漏えいの対策技術の開発

2) 電磁的な外乱によるセキュリティ低下に関する評価・対策技術に関する研究

ハードウェアへの電磁的な外乱によるセキュリティ低下のリスク評価及び対策技術に関する研究を行っています(図3)。



図3 電磁的な外乱により漏えいする情報の可視化

3) 内部回路の意図的な改変によるセキュリティ低下に対する評価・対策技術に関する研究

情報機器の内部回路を意図的に変更することで実装されるマルウェアによるセキュリティ低下のリスク評価及び対策技術に関する研究を行っています。

4) 情報理論的に安全な秘密鍵共有の枠組みやプロトコルの開発

RSA公開鍵暗号やAESブロック暗号などのように計算の難しさに安全性の根拠を置こうとする暗号方式とは一線を画く研究ストリームである情報理論的に安全な暗号プロトコルの研究を行っています。

5) 大規模電磁界シミュレーションに関する研究

漏えい及び妨害電磁波による情報セキュリティ低下のメカニズム解明及び機器の設計段階でのリスク評価を行うために必要となる大規模電磁界シミュレーションに関する研究を行っています(図4、5)。

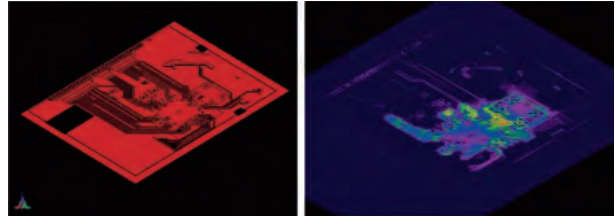


図4 大規模シミュレーションを用いた情報漏えい経路の可視化

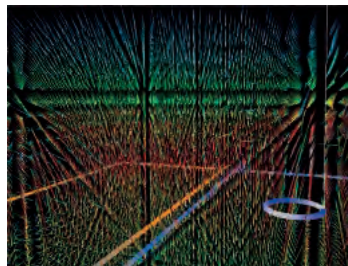


図5 暗号モジュール攻撃時に乱れる周囲電磁界の可視化

6) 情報通信システムの信頼性に関する研究

環境電磁工学(EMC)及び機構デバイス工学の観点から電磁信号の漏えいが少なく、電磁的な外乱にも耐性のある情報通信システムを構成する機器の設計手法に関する研究を行っています(図6)。

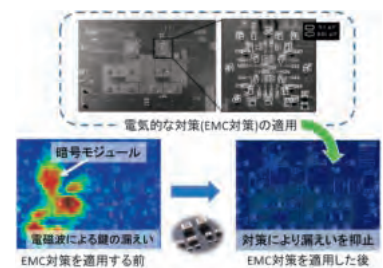


図6 安価な電気素子を用いた情報漏えい抑止手法の提案

研究設備

ハードウェアセキュリティ評価用プラットフォーム、オシロスコープ、スペクトラムアナライザ、任意及びパルス信号発生器、各種高周波プローブ、ソフトウェア無線、漏えい電磁界シミュレーションソフトウェアなどを用いてハードウェアセキュリティ評価・対策技術の研究開発を行っています。

共同研究・社会活動など

- ・文部科学省・卓越研究員事業
- ・日本学術振興会・科学研究費助成事業：基盤研究(A)(分担)×2、基盤研究(B)(代表)、基盤研究(B)(分担)、挑戦的萌芽研究(代表)
- ・NEDO・IoT推進のための横断技術開発プロジェクト
- ・NEDO・戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)／重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保
- ・国内共同研究先：東北大学、電気通信大学、神戸大学、横浜国立大学など
- ・国外共同研究先：Telecom ParisTech(フランス)、KU Leuven(ベルギー)、Missouri University of Science and Technology(アメリカ)など

情報基盤システム学研究室

URL: <http://inet-lab.naist.jp/>
 メールアドレス: inet-info@is.naist.jp



(写真左から)
 教授: 藤川 和利
 客員教授: 猪俣 敦夫
 准教授: 新井 イスマイル
 助教: 垣内 正年
 助教: 油谷 暁

研究室概要

情報基盤システム学研究室のスタッフは、全学に対する情報処理サービス提供機関である総合情報基盤センター (ITC) のスタッフとしての役割も兼ねており、その経験や知見を活かし最先端のネットワーク技術やコンピュータネットワークに関する研究を基盤技術・応用技術の両方の側面から行っています。また、本学附属図書館の電子図書館サービスの構築に携わり、新たなメディア管理技術に関する研究も行っています。

主な研究分野

1) パーベイスブ/ユビキタスコンピューティング

実空間のあらゆるモノがネットワークに接続された環境 (ユビキタス/IoT/M2M環境) において、人や街の状況を情報システムがセンサーデータを解析して理解し、人々の利便性を高める機器の遠隔自動制御や、人々の意思決定を促すような効果的な情報提示について、研究開発を行なっています。

- ・公共交通の定常運行判定、運転者環境分析
- ・環境センサとスマートフォン搭載センサを併用した高精度屋内位置推定
- ・屋内歩行者ナビゲーションシステム
- ・エリア内コンピューティング規模に応じた最適リソース配置 (フォグコンピューティング)



2) 災害時ネットワーク (衛星ネットワーク)

通信インフラが寸断されるなどの大規模災害時には、衛星通信システムの活用が極めて重要となります。低帯域・高遅延の衛星回線の限られたリソースを最大限有効活用する通信手法について研究開発を行っています。発災初動時において現場スタッフは災害対応に専念する必要があり、平常時に使用する端末がそのまま使える環境提供のあり方についても議論しています。

また、広域に通信インフラを即時に復旧することは困難なためオフラインの現場で情報を収集し、オンラインの避難所等にデータを届ける空中浮遊型メッセージフェリーの開発を行っています。

- ・災害時に必要な通信の優先制御 (QoS) に関する研究
- ・平常時と災害時の通信確立の方法を切り替える等の技術開発
- ・空中浮遊型メッセージフェリーを用いた情報収集システム



3) データセンター/ネットワーク運用技術

クラウドコンピューティングの普及に伴い高性能化・高密度化が進むデータセンターの運用技術に取り組んでいます。特に、ネットワーク上でデータを保存・共



有するオンラインストレージのデータ管理技術、クラウドサービス基盤の資源管理・運用支援技術、通信トラフィックの経路制御に関する以下の研究を行っています。

- ・データ特性に応じたネットワークストレージシステム (オブジェクトストア、分散ストレージ、アクセス制御)
- ・省電力・負荷分散のための仮想マシン配置、データ配置、トラフィック制御、運用支援技術
- ・安全で効率の良いトラフィック転送を行う次世代トラフィックエンジニアリング (IPv6サイトマルチホーミング、ネットワーク設定自動化)
- ・IPv4-IPv6移行技術、IPv6デプロイメント

4) セキュリティ

情報漏洩は物理盗難とは異なり一度流出すると元に戻すことは不可能です。ハッカーが日々新しい攻撃を見つけ出すだけでなく計算機進化によって暗号が解読されるなどの問題が起き、情報保護はこれからの社会に対して重要な課題です。

- ・暗号に関する理論研究
- ・マルウェア解析



5) 超臨場感空間IP伝送システム

超高速IPネットワークを活用して、超高精細4K/8K映像、および、立体音響を伝送する手法を用い、実空間に匹敵する超臨場感空間を遠隔地に形成することを目標におき、映像/音声/IPネットワークの研究を行っています。

- ・高品質/低遅延のための非圧縮データの活用
- ・高信頼のためのIPネットワーク経路制御手法
- ・映像データ圧縮手法の適所使用手法
- ・医療/博物館/プラネタリウム等への適応手法
- ・電子図書館システムへの応用



研究設備

- ・次世代情報基盤研究システム
- ・次世代型クラウドコンピューティングサービス研究基盤システム
- ・インタラクティブ超高精細映像研究システム
- ・小規模計算サーバ

共同研究・社会活動など

- ・フランス国立情報学自動制御研究所 (INRIA)
- ・WIDEプロジェクト、サイバー関西プロジェクト
- ・(独) 情報通信研究機構、(独) 情報処理推進機構
- ・NTT未来ねっと研究所
- ・朝日放送 (ABC)、スカパー JSAT、みなと観光バス
- ・東京大学、大阪大学、慶應義塾大学、東京電機大学、立命館大学、神奈川工科大学

自然言語処理学研究室

URL: <http://cl.naist.jp/>



(写真左から)

教授: 松本 裕治 matsu@is.naist.jp

准教授: 新保 仁 shimbo@is.naist.jp

助教: 進藤 裕之 shindo@is.naist.jp

助教: 能地 宏 noji@is.naist.jp

研究室概要

人間の知能の本質である言語の計算機による解析と理解を中心的なテーマとし、言語解析の基礎研究およびその応用研究を行っています。

メンバー(平成28年3月現在) 上記スタッフ以外に、研究員2名、博士後期課程学生17名、博士前期課程学生23名(内、留学生11名、社会人1名)

主な研究分野

1) 自然言語の解析技術と解析環境の共有化

自然言語の解析に必要な辞書や文法などの基礎的なデータの蓄積、言語解析ツールと使用環境の構築と共有のための研究活動を行っています。

公開中のシステム例

- ・日本語形態素解析システム「茶釜」(図1)
- ・日本語係り受け解析システム「南瓜」
- ・日本語述語項構造解析システム「新茶」(図2)

2) Webデータのマイニングとリンク構造に関する研究

Webページ、文献参照情報、単語の類似性など様々なデータ間のリンク構造の性質の解析、リンクトデータにおける重要度や関連度の抽出に関する研究を行っています。

3) 言語表現の意味関係に関する研究

単語や句の意味表現に関する研究、文章中で事象を表わす動詞と名詞の意味関係など、様々な意味に関する研究を行なっています。これらの意味関係解析は、質問応答や情報抽出、複数文書要約など、幅広い応用に共通する基本問題です。意味関係の自動獲得手法の研究、および、それに必要な言語資源の構築を進めています。

4) 機械翻訳・多言語処理に関する研究

統計的な手法を用いた機械翻訳の研究、および、語彙・文法知識等を用いた手法との融合に関する研究を行なっています。また、多言語データの自動対応や、翻訳知識の自動獲得に関する研究を行なっています。

5) 自然言語処理を用いた言語学習支援に関する研究

自然言語処理の応用研究の一つとして、言語学習者支援があります。大規模なウェブデータを用いた日本語の誤り検出や、統計的機械翻訳を応用した言語学習者の作文添削手法の研究を行っています(図3)。

研究設備

大規模文書処理システム(CPU(クアッドコア×24)4台、主記憶512Gバイト/台、ファイルサーバ112テラバイト、他にUnixマシンやPCを多数保有しており、大規模テキストデータの解析に利用しています。

共同研究・社会活動など(平成27年度)

文部科学省科研費: 基盤研究(A)、基盤研究(B)、若手研究(B)、特別研究員奨励費

その他の競争的資金: JSTCREST×2

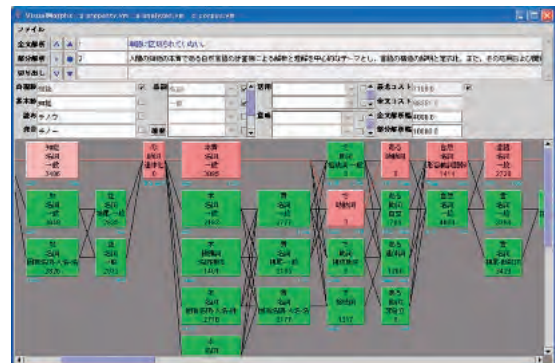


図1: 日本語形態素解析システム「茶釜」: 日本語文を形態素(単語)に分割し、品詞を推定します。



図2: 日本語述語項構造解析システム「新茶」: 省略を補完し、文章中の各述語の主語や目的語を同定します。



図3: Chantokun: 日本語学習者の作文の誤り検出・訂正インタフェース。格助詞の使用誤りを検出し、訂正候補を示します。

知能コミュニケーション研究室

URL: <http://ahclab.naist.jp/>



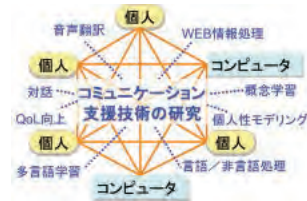
(写真左から)

教授: 中村 哲 s-nakamura@is.naist.jp
 准教授: 須藤 克仁 sudoh@is.naist.jp
 特任准教授: 鈴木 優 ysuzuki@is.naist.jp
 助教: Sakriani Sakti ssakti@is.naist.jp
 助教: 吉野 幸一郎 koichiro@is.naist.jp
 特任助教: 田中 宏季 hiroki-tan@is.naist.jp
 客員准教授: Graham Neubig neubig@is.naist.jp

研究室概要

本研究室では、人と人、人とコンピュータのコミュニケーションを支援する多様な技術の教育・研究を進めます(右図参照)。研究においては、理論的な側面だけでなく、技術の実現性を重視しており、プロトタイプシステム、ネットワーク型のサービスシステムなどへの実装を行い、評価まで行います。具体的には、リアルタイム同時音声翻訳、質問応答、会議支援、知的音声対話、ロボット対話、Affective Computing、人間のインタラクション中の脳活動計測などの研究を進めています。

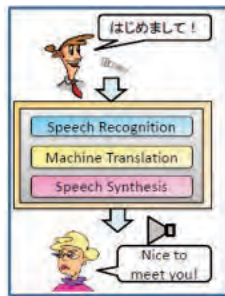
NAISTは2014年4月、新プロジェクト・ビッグデータアナリティクスを立ち上げました。本プロジェクトでは、生活社会情報、バイオ情報そして物質情報等を、データアナリティクスやデータマイニングの対象として扱います。また、産業界との緊密な連携を推進し、その中心的役割を知能コミュニケーション研究室が果たします。(詳細: <http://bigdata.naist.jp/>)



主な研究分野

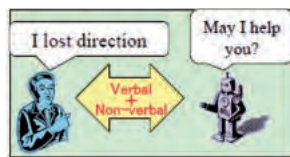
1) 音声翻訳 (音声通訳)

異なる言語を話す人々のコミュニケーションにおける言語の壁は我々の永遠のテーマでした。短い簡単な文章のテキスト翻訳、音声通訳は最近技術的進化を遂げ、利用可能なものができています。本研究室では、さらに高度な、ニュースや講演などの複雑な発話の人間の通訳者のような同時通訳や多言語多人数の参加する会議の通訳支援技術、マルチモーダルな通訳技術などの研究を行います。



2) 言語・非言語、ロボット対話技術

人とコンピュータのコミュニケーションにおいて、利用者や利用者の興味をモデリングし、最適なコミュニケーションができるように支援する方法の研究を行います。また、言語的特徴とイントネーション・感情などの情報、あるいは顔画像などの情報を利用しながら支援するマルチモーダルなコミュニケーション支援技術を研究します。



3) 言語・非言語コミュニケーション脳活動計測

コミュニケーションの正確さ、快適さをリアルタイムで計測することは、コミュニケーション支援の研究にとって不可欠です。この測定をリアルタイムで客観的に行うため、言語・非言語コミュニケーション時の時系列刺激と脳活動を脳波計等により測定し、分析、モデル化を行います。



4) 自然言語処理

自然言語処理では、日本語や英語などが人が話す言葉をコンピュータで処理します。言葉による質問や命令をコンピュータが理解し、質問に答えたり命令に従ったりするような、人間とコンピュータ間の自然言語インタフェースの構築を目指します。

5) 個人性モデリング

コミュニケーションにおいては利用者の多様な個人性モデリングが必要になりますが、さらにそれらを進め、人の声、顔、表現、対話様式などをモデリングする研究を行います。また、多くの人の個人性を分析することでお互いの個性を尊重し、大いに活かすことのできるコミュニケーション支援技術を研究します。

6) 概念学習

コミュニケーションを支援するには、言葉などに加えて、コンピュータがその場所にあるモノ、さらには、動作の意味、言葉との関連性を理解する必要があります。音声、言語、画像、動作などを連携させ、コンピュータに概念を学習させる研究を行います。

7) 多元ビッグデータ情報分析

現在ビッグデータアナリティクスは、情報科学分野に於いて最も注目されているもののひとつです。現代社会では情報通信機器の発達により、センサー情報、SNS、ライブログ等、多様な情報が発信されるようになり、そうした多元な情報からビッグデータアナリティクス技術で新たな知を創出することが求められています。本プロジェクトでは学内外問わず、自治体、産業界、異分野の研究室などから提供された実際のデータを使い、分析を行います。



この課題解決のためにデータ工学や機械学習技術を用いています。これにより、データからの知識抽出およびデータサイエンティスト・アナリストの輩出を目標としています。

研究設備

PCクラスター (24CPU, 144コア)、GPU、ファイルサーバー、生体計測装置 (EEG)、視線計測装置など。

産官学連携・社会活動など

実績として、文科省科研費基盤 (A)、文科省科研費基盤 (B)、文科省若手研究 (B)、文科省科研費挑戦的萌芽、民間企業との共同研究など多数。

ネットワークシステム学研究室

URL: <http://isw3.naist.jp/Contents/Research/mi-03-ja.html>



(写真左から)

教授: 岡田 実 mokada@is.naist.jp

准教授: 東野 武史 higa@is.naist.jp

助教: Duong Quang Thang thang@is.naist.jp

研究室概要

本研究室では、電波を使ったセンシング、ブロードバンドワイヤレス伝送、エネルギー伝送に関する研究を行っています。これらの技術は、将来のユビキタスネットワークを支える基盤技術であり、電磁理論と信号処理の手法を用いて実装と評価を行っています。研究においては、理論的な側面やシミュレーションによる評価だけでなく、技術の実現性を重視しており、実際に実験装置を試作して動作実験を行い、性能評価を行っています。

主な研究分野

1) 無線電力伝送技術

ノートPCやタブレット、スマートホンなどの携帯機器、移動ロボットでは、電源の制約が大きな問題です。移動しつつこれらの携帯端末や移動ロボットへ電力を供給することができれば、その利便性は大幅に向上します。しかし、従来の無線電力伝送システムでは、端末を送信アンテナの近くに置く必要があり、移動する端末に電力を供給することは困難でした。本研究室では、送信アンテナ形状を最適化することで、移動体に対する無線電力伝送を可能にする研究を進めています。

2) 高信頼低消費電力無線通信システム

携帯電話や無線LANに代表されるデジタル無線通信システムは、近年、その伝送速度が大幅に向上していますが、セキュリティやロボットの制御といった非常に高い信頼性が要求される用途では、その性能は十分ではありません。本研究室では、OFDM、CDMA、アンテナダイバーシチ技術、マルチホップネットワーク、誤り制御技術といった各要素技術の研究を通じて、超高信頼性システムの実現を目指しています。また、8K超高精細地上デジタル放送や、携帯向けマルチメディア放送に向けた、移動受信アンテナや復調アルゴリズムといったデジタル放送受信機の性能改善に向けた研究、開発を行っています。

3) 分散アンテナシステムに関する研究

光ファイバ無線 (RoF: Radio-on-Fiber) を用いた分散アンテナシステムの研究を行なっています。無線基地局の集中管理を可能とする光ファイバ無線リンクとMIMOに代表される空間分割多重の技術を融合して周波数利用効率の高い無線通信システムの構築を目指しています。

4) センシングに関する研究

漏洩同軸ケーブルを用いた侵入者検知やRFIDを用いた低侵襲外科手術支援システムの研究を行なっています。これらは電磁波を使用して、対象物からの受信信号からその位置を推定しています。

5) 無線信号処理回路の実装に関する研究

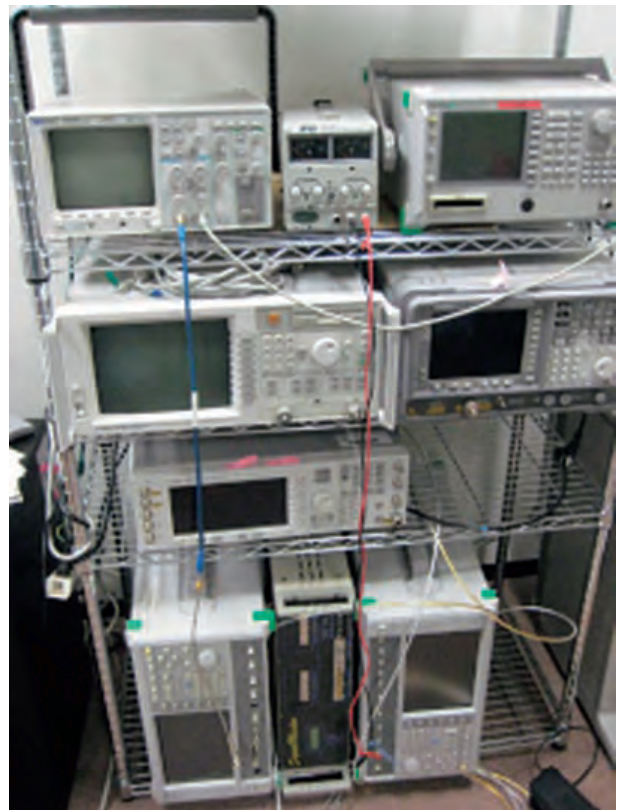
無線通信や電力線搬送システムで用いられるデジタル信号処理は、非常に演算量が多く、かつ、並列化が単純にはできないため、その実装には、様々な工夫が必要となります。本研究室では、演算規模の小さい信号処理アルゴリズムや並列化に関する研究を行なっています。

産学官連携・社会貢献など

本研究室は様々な組織と共同研究等を行っています。特に、実装面に関しては大学発ベンチャー企業の草分け的存在である(株)シンセシスと協力して研究を進めています。



ブラレールを使った無線電力伝送実験



研究室保有の無線信号測定機器
(ネットワークアナライザ、スペクトルアナライザ)

インタラクティブメディア設計学研究室

URL: <http://imd.naist.jp/ja/>



(写真左から)
 教授: 加藤 博一 kato@is.naist.jp
 准教授: Christian Sandor sandor@is.naist.jp
 客員准教授: 山本 豪志朗 goshiro@is.naist.jp
 助教: Plopski Alexander plopski@is.naist.jp
 助教: 武富 貴史 takafumi-t@is.naist.jp

研究室概要

人と人、人とシステムを結ぶ情報メディアは、コンピュータシステムやメディア技術の発展とともに、インタラクティブなものに変化してきました。本研究室では、未来のインタラクティブメディアのあり方を考えると同時に、それを実現するために必要となる技術に関する研究を行っています。特に、現実世界に対してコンピュータグラフィックスなどで表現される仮想世界を位置合わせし提示する拡張現実感技術 (AR) に着目しています。このようなメディア技術を実現するために、コンピュータグラフィックス、コンピュータビジョン、ヒューマンコンピュータインタラクションに関する研究に力を注いでいます。

また、ミュンヘン工科大学 (ドイツ)、オウル大学 (フィンランド)、南オーストラリア大学 (オーストラリア)、HitLab NZ (ニュージーランド) などの国際共同研究を通じ、多くの留学生と一緒にグローバルな研究活動を展開しています。

主な研究分野

1) ヒューマンコンピュータインタラクション

- ・タブレット型ARのためのインタフェース開発
- ・三次元メディア作成のためのARインタフェース開発 (図1)
- ・スポーツトレーニング支援 (図2)



図1: メディアデザインのためのARインタフェース



図2: ペダリング踏力の可視化インタフェース

2) コンピュータビジョン

- ・画像からの三次元形状復元
- ・画像からのカメラ運動の推定
- ・プロジェクタ・カメラシステムを用いたAR (図3)

3) コンピュータグラフィックス

- ・ヒトの視覚特性を考慮したレンダリング (図4)
- ・次世代ヘッドマウントディスプレイの開発

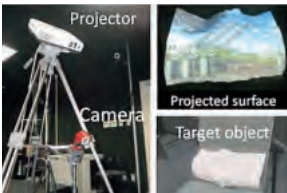


図3: プロジェクタ・カメラシステムを用いたAR



図4: 注視情報を考慮したAR映像生成

研究設備

- ・ユビキタスディスプレイ実験室 (図5)
- ・3次元画像計測装置

- ・最新のヘッドマウントディスプレイ (図6)
- ・モーションキャプチャシステム
- ・大型の力覚提示装置 (図7)
- ・その他、拡張現実感実験システムなど



図5: ユビキタスディスプレイシステム



図6: 種々のヘッドマウントディスプレイ



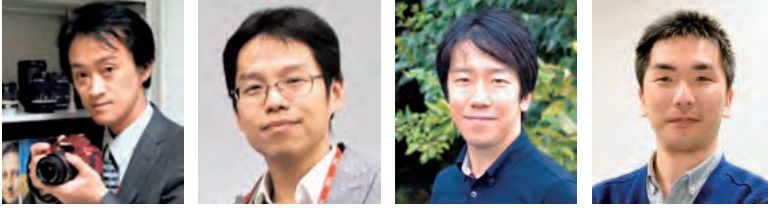
図7: 力覚提示システムを用いたAR

共同研究・社会活動など

- ・拡張現実感、バーチャルリアリティ等に関する国際会議の運営委員会や実行委員会の委員

光メディアインタフェース研究室

URL: <http://omilab.naist.jp/index-jp.html>



(写真左から)

教授: 向川 康博 mukaigawa@is.naist.jp

准教授: 船富 卓哉 funatomi@is.naist.jp

助教: 久保 尋之 hkubo@is.naist.jp

助教: 田中賢一郎 ktanaka@is.naist.jp

研究室概要

本研究室では、カメラで計測された視覚情報をもとに機械がシーンを理解するコンピュータビジョンと、人間に対して視覚情報を表示するコンピュータグラフィックスを土台として、人間と機械が光を媒体として視覚情報を共有できる新しいインタフェースの実現を目指した最前線の研究をしています。詳しくは研究室のサイトをご覧ください。

主な研究分野

光源から出た光は、シーン中で反射・屈折・散乱等の様々な光学現象を繰り返し、カメラや我々の目に届きます。我々人間は眼で見ただけで、その形状や色だけではなく、どのような材質であるかも理解することができます。つまり、光線はシーンに関する貴重な情報を運ぶ媒体と考えることができます。この光の伝播からシーンを理解する能力をコンピュータ上で実現することで、光を媒体として人間とコンピュータがシーンの視覚情報を共有できる「光メディアインタフェース」を実現することを目指しています。

1) コンピュータビジョン

光源から放たれた光が、様々な光学現象を経て、どのように眼やカメラに届くかの経緯を探ります。



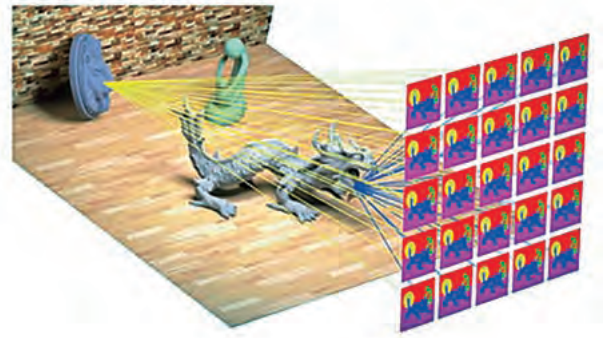
2) コンピュータグラフィックスと質感表現

人は何を手掛かりに質感を得ているのか、CGではそれをどのように表現すればいいのかを考えます。



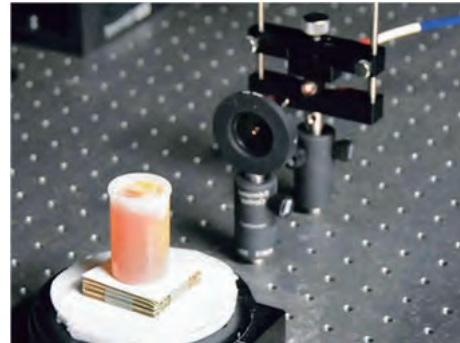
3) コンピュータシミュレーションフォトグラフィ

カメラの光学的な性能限界を超えるために、撮影過程に演算を導入方法を明らかにします。



4) 光学システム設計

光源から出射された光線と、センサで記録された光線の関係を計測するための光学システムを設計します。



研究設備

ToFカメラ・冷却CCDカメラ・光線空間カメラなどの特殊センサ、暗室などの計測環境。

共同研究・社会活動など

大阪大学、国立情報学研究所、民間企業との共同研究等

サイバネティクス・リアリティ工学研究室

URL: <http://carelab.info/>

(写真左から)

教授：清川 清 kiyohara@is.naist.jp

准教授：佐藤 智和 tomoka-s@is.naist.jp

客員准教授：中島 悠太 n-yuta@is.naist.jp

助教：河合 紀彦 norihiro-k@is.naist.jp

研究室概要

サイバネティクスは人とシステムを統合的に扱う学問のことで、リアリティ工学はバーチャルリアリティ (VR)、拡張現実感 (AR)、複合現実感 (MR) などを束ねた上位概念の意味で用いています。本研究室ではこれらの両方を対象とし、特にセンシング、ディスプレイ、インタラクション技術について研究しています (図1)。

人はコンピュータが登場する遙か以前から、様々な道具を発明し、体の一部になったかのように使いこなすことで新しい能力を獲得してきました。本研究室では、人や環境のセンシング、感覚提示、ウェアラブルコンピュータ、コンテキストウェア、機械学習、生体情報処理などの技術を駆使して、未来の道具を作り出すための研究を行います。特に、視覚を中心とした様々な感覚を操ることで、ひとりひとりに寄り添った「パーソナライズドリアリティ」を提供し、より便利に、より快適に、あるいはより安心して生活できることを目指します。こうした情報システムを通じて、すべての人々がそれぞれの能力を最大限に発揮して助け合う、インクルーシブな社会の実現に寄与したいと考えています。

本研究室は平成29年4月に発足した新しい研究室です。旧・視覚情報メディア研究室の資産を継承し、新しい課題に挑戦していきます。(以下のテーマは前任校のものを含みます)

主な研究分野

1) センシング：人や環境を測る

コンピュータビジョンやパターン認識、機械学習などを用いて、人や環境の状態を獲得する様々なセンシング技術について研究しています。

- ・瞬目や体動からの眠気や集中度の推定
- ・視線の振る舞いからのユーザ心理状態の推定
- ・角膜反射像を用いたHMD校正・視線追跡 (図2)
- ・動画像からの三次元復元、センサフュージョン (図3)
- ・類似度に基づく画像/三次元形状モデルの欠損修復

2) ディスプレイ：感覚を操る

バーチャルリアリティや拡張現実感をはじめとして、視覚などの様々な感覚を自在に操作・変調する技術、その効果、そのための感覚提示ディスプレイについて研究しています。

- ・超広視野光学シースルーHMD (図4)
- ・魚眼ビデオシースルーHMDを用いた首振りに連動する視野拡張
- ・固有空間法を用いた人物表情の強調 (図5)
- ・画像修復技術を用いた隠消現実感/物体の消去 (図6)
- ・ドローンを用いた空中触力覚の提示

3) インタラクション：道具を創り、使う

センシング技術とディスプレイ技術を組み合わせ、人と人、人と環境の間の新しいインタラクションのあり方について研究しています。

- ・人や環境を認識し感情を持つARペット
- ・組立状況を自動認識するAR組立支援システム
- ・最適視点に自動遷移するAR家具配置システム (図7)
- ・拡張現実による人物動作再現システム (図8)
- ・拡張自由視点画像による遠隔ロボット操縦インタフェース (図9)

研究設備

- ・様々なHMD、球面没入型ディスプレイ (図10)
- ・全方位マルチカメラシステム、レーザレンジファインダ (図10)

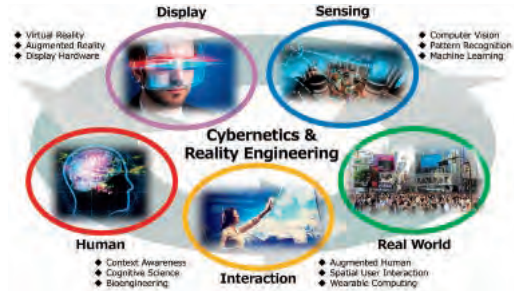


図1：本研究室の研究分野

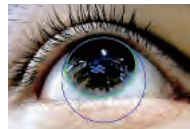


図2：角膜反射像を用いたHMD校正・視線追跡

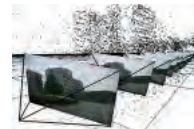


図3：動画像からの三次元復元



図4：超広視野光学シースルーHMD



図5：固有空間法を用いた人物表情の強調



図6：隠消現実感



図7：最適視点に自動遷移するAR家具配置システム



図8：人物動作のAR再現



図9：自由視点ロボット操縦



様々なHMD



没入型ディスプレイ (球面型)



全方位マルチカメラ



レーザレンジファインダ

図10：研究設備の一部

外部資金・共同研究・社会活動など (平成28年度)

- ・文部科学省・科研費 (基盤B、基盤C、若手B)
- ・共同研究 (パナソニック)
- ・総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE)
- ・文部科学省・頭脳循環を加速する国際研究ネットワーク推進プログラム (CMU, JHU, TUM)
- ・日本学生支援機構・留学生交流支援制度 (オウル大学)
- ・拡張現実感、バーチャルリアリティ等に関する国際会議の運営委員会や実行委員会の委員

環境知能学研究室

URL: <http://ambient.naist.jp/>



(写真左から)
客員教授: 萩田 紀博 hagita@is.naist.jp
准教授: 神原 誠之 kanbara@is.naist.jp

研究室概要

物理的な身体を持つ対話ロボットやバーチャル/AR (拡張現実感) エージェントなどのロボットメディアは、自分自身で「見る、聞く、話す、考える」などの「個体知能」を持っています。これらが家庭や街に役立つコミュニケーションメディアになるには、個体知能だけでなく、人(々)や周りの環境を的確に捉える新たな知能である「環境知能」が必要になります。「環境知能」は、周囲の人、モノ、コトをセンシング・構造化し、個体知能と環境知能が連携することによって、超高齢社会でも、安全・安心・楽しく・快適に生活できる社会システムの実現を目指します。



主な研究分野

安全・安心・楽しく・快適な社会環境の実現のために「実世界センシング」・「環境情報構造化」・「マルチモーダル対話」の要素技術とそれらを統合した環境知能基盤を構築します。

1) 実世界センシング

環境知能構築に必要な情報を、実環境に存在する様々なセンサを利用して計測します。中でも、人を中心とした環境知能システムを

構築する上で、人の情報は最も重要な役割を担います。人の情報は、機械化されたシステム情報(ロボットや家電の状態など)と異なり、外部センサによる状態推定が必須となるため、本研究室では、多種多様なセンサの計測結果の統合的な解析によって、環境知能に必要な実時間センシング機能を実現します。

2) 環境情報構造化

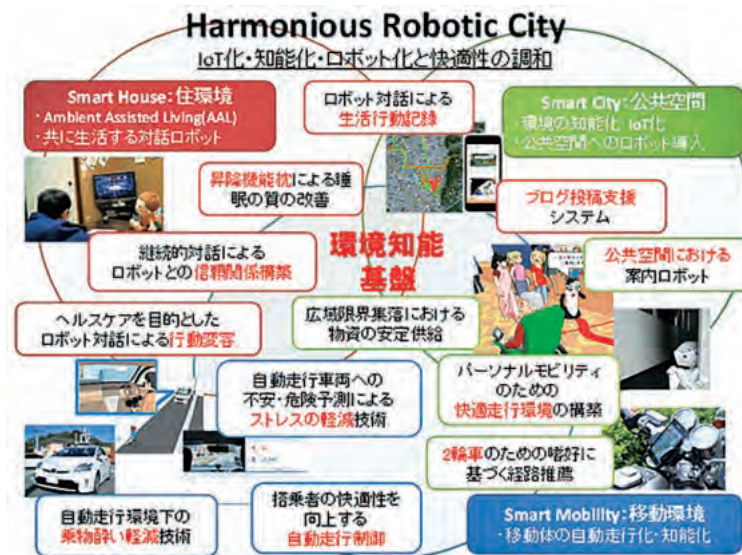
環境知能をどのようにして創るかを研究します。ロボットが初めての場所に行っても、その場所に合ったロボットサービスを提供できれば、ロボットメディアの利用が今まで以上に促進されます。そのためには環境の情報(人の位置や行動、モノの位置、環境の騒音など)を予め環境側に持つ必要があります。そこで、人のニックネーム、氏名、その空間や人の行動・状況の統計的特性などを、それぞれ空間プリミティブ、行動プリミティブという形で言語化する研究、数値・言語情報を階層的に構造化する研究、ユビキタスコンピューティングの研究、パターン認識、意図理解などの研究を含みます。

3) マルチモーダル対話

安全・安心・楽しい・快適な支援を行うために、環境知能を利用して、視覚・触覚・ジェスチャなどによるマルチモーダルな対話を行います。物理的な身体をもったロボットに限らずAR(拡張現実感)ロボット・バーチャルロボットを含むロボットメディアを利用した様々なヒューマンロボットインタラクション技術を研究します。また、グループに対する集団提示法、場の空気を読んだ発話提示法、高齢者・障がい者に安心感を与える情報提示法なども研究します。さらに、そのインタラクションによる人間の反応をセンシングすることで新たな環境知能の構築に役立ちます。

共同研究・社会活動など

ATR知能ロボティクス研究所と連携することで、より実践的な研究を進めます。



ソーシャル・コンピューティング研究室

URL: <http://sociocom.jp/>

特任准教授: 荒牧 英治 aramaki@is.naist.jp

研究室概要

本研究室は、自然言語処理を中心とした情報技術を用いることで、医療を始めとした実社会の変革を出口とした研究課題に取り組んでいます。

実社会フィールドを扱う応用成果と、科学指向の両面を併せ持つ新しいタイプの情報学を開拓しています(図1)。

メンバーは、主宰である荒牧以外に、研究員が3名(若宮(データベース)、伊藤(認知科学)、矢野(脳情報処理))がおり、さらに増員予定です。気鋭のスタッフとともに、新しい学問を立ち上げる喜びを共有できればと思っています。



図1: 本研究室の研究俯瞰

主な研究分野

1) 集合知で病気を予防する

感染症の流行は、毎年、百万人を越える患者を出しており、常に重要な国家的課題となっています。特に、インフルエンザは、新型/亜種を早期に発見することにより、危機を避けることが可能なため、感染状態の把握は各国における重要なミッションとなっています。本研究では、代表的なソーシャルメディアであるTwitterを材料に、インフルエンザなどの感染症や危機事象の流行把握を実現しています(図2)。



図2: Twitterを用いたインフルエンザの流行把握

2) 日本語カルテの言語処理

近年、電子カルテの普及につれ、医療分野での言語処理の重要性が増しています。本研究室は、東京大学医学部附属病院や京都大学医学部附属病院など協力機関から提供を受け、日本語のカルテ解析システムを開発し、診断支援や警告を実現する医用人工知能の研究を行い、本邦における医療情報処理の基盤技術を提供しています。

3) 言葉を測り 認知症の兆候を捉える

世界に類をみない超高齢化社会を迎える本邦にとって、高齢者への医療対策は重要な課題です。

とりわけ、認知症は、その予備軍(MCI)も含めると4人に1人の割合となり、その医療費は10兆円規模と算定されます。

認知症の対策には、治療法の確立もさることながら、一方で早急に症状を発見し、その進行を遅らせることで、健康な期間を延長し、

介護が必要となる期間を短縮することも重要です。

本研究室では、早期に症状を発見するため、記述した文章や発話内容から認知症を予期する試みを行っています。



図3: 医学会総会「未来医エキスポ2015」に出品した認知症予防のための言語能力測定ブース

4) 産学にまたがる実社会フィールド

他にも未来の街歩きプロジェクト「100人マップ」(図3)、不動産検索(株式会社ネクスト共同研究)、闘病ソーシャルサイトのデザイン(株式会社メディエイド共同研究)、食品表現の解析(甲南大学、和歌山大学共同研究)、医用人工知能構築に関する研究(富士通)など産学にまたがる多くの研究を行っています。



図4: 街歩きワークショップの様子

研究設備

- ・個室型<語り>測定環境「スマート茶室」
- ・Twitterデータクロウリング及び可視化環境「NAIST-AR (All Range surveillance)」

外部資金・共同研究など

- ・東京大学医学部附属病院、京都大学医学部附属病院、株式会社ネクスト、ニフティ株式会社など
- ・挑戦的萌芽研究、JSTさきがけ、AMED等の競争的資金によるプロジェクト、及び、マイクロソフト・リサーチ・アジア、富士通、富士ゼロックスなどを始めとした企業からの研究への賛同(共同研究・奨学寄付金)

ロボティクス研究室

URL: <http://robotics.naist.jp/>



(写真左から)
 教授: 小笠原 司 ogasawar@is.naist.jp
 准教授: 高松 淳 j-taka@is.naist.jp
 助教: 丁 明 ding@is.naist.jp

研究室概要

ロボットは、実世界の環境や人間との相互作用(インタラクション、コミュニケーション)に基づき機能する知的システムです。このような知的システムでは、実時間での認識機能(リアルタイムセンシング)が重要となります。本研究室では、視覚情報・触覚情報をはじめとしたリアルタイムセンシング技術や、それに基づいて知的システムを構成する技術に関して研究をしています。

主な研究分野

1) ヒューマンロボットインタラクション

人間とロボットや人間とコンピュータで、高度なインタラクションを実現するためには、環境認識や動作生成が必要になります。そこで、日常生活をありのままに計測できるセンシング技術を研究し、人やロボットの行動をサポートするシステムを開発しています。

- ・時空間・人・環境・作業モデリング……………(A-1)
- ・サービスロボットとインターフェース……………(A-2)
- ・インタラクション基盤技術……………(A-3)
- ・ヒューmanoイドの制御・動作生成・強化学習……………(A-4)

2) ヒューマンモデリング

人間の行動および動作戦略やその仕組みを理解するために、人の運動を計測、解析、モデル化し、応用する研究(人間型多指ロボットハンド、人の把持戦略解析、パワーアシスト、ハプティックデバイス開発、筋骨格モデルを用いた動作評価など)を行っています。

- ・ヒューマンモデリングを用いた動作補助……………(B-1)
- ・筋骨格モデリングとスポーツ・医療応用……………(B-2)
- ・日常動作の計測と解析……………(B-3)
- ・3Dプリンタを用いたハンド・義手の開発……………(B-4)

3) 応用ロボットシステム

実世界において役に立つロボットの実現を目指して、ヒューマンロボットインタラクションやヒューマンモデリングの研究成果から得られた要素技術をさまざまなロボットに搭載することで、知的な応用ロボットシステムを開発しています。

- ・ヒューmanoイドロボット HRP-4……………(C-1)
- ・双腕知能作業ロボット HIRO……………(C-2)
- ・人体型ロボット アクトロイド……………(C-3)
- ・協働マニピュレータ KUKA……………(C-4)

共同研究・社会活動など

カーネギーメロン大、ジョージア工科大学、カールスルーエ工科大学、ミュンヘン工科大学、鹿屋体育大、奈良県立医大、東京理科大、産業技術総合研究所、ATR、大阪市都市型産業振興センターなど。

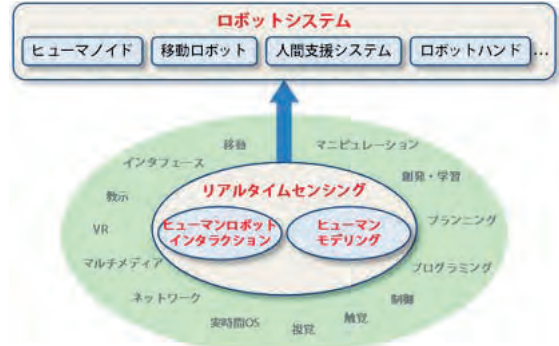


図1 ロボティクス研究室の研究概要

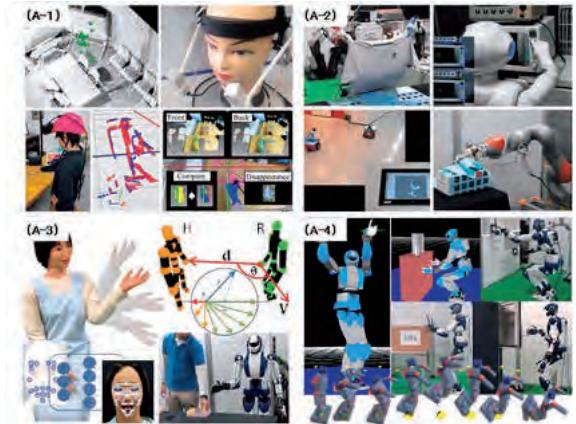


図2 研究分野A. ビジュアルインタフェース

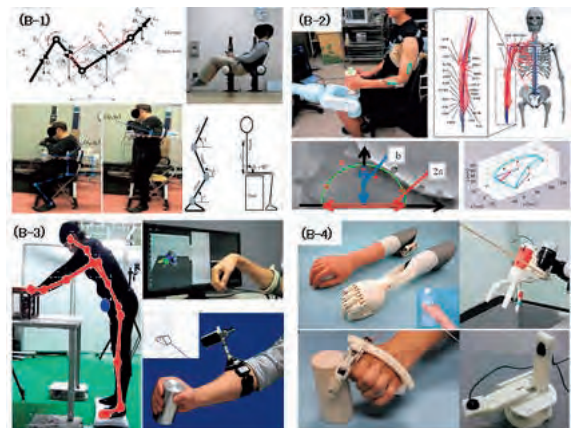


図3 研究分野B. ヒューマンモデリング



図4 研究分野C. 応用ロボットシステム

知能システム制御研究室

URL: <http://genesis.naist.jp/>



(写真左から)

教授: 杉本 謙二 kenji@is.naist.jp
 准教授: 松原 崇充 takam-m@is.naist.jp
 客員准教授: 南 裕樹
 助教: 小蔵 正輝 oguram@is.naist.jp
 助教: 小林 泰介 kobayashi@is.naist.jp

研究室概要

ユビキタス社会の実現によりコンピュータ制御とその知能化が至る所で可能になりました。当研究室ではシステム制御と機械学習、信号処理、センシングやそれらの融合研究に取り組んでいます。

主な研究分野

1) Advanced Control Systems

・ロボスタ制御・適応学習制御

先端的な制御理論、特にロボスタ制御や適応学習とその応用、動的システムの解析と設計、及びそれらの実験による検証を行っています。

・確率推論による最適制御・強化学習

確率最適制御・強化学習問題に対して機械学習分野における確率推論の近似計算を用いたスケーラブルな解法を研究しています。

2) Learning & Control for Robotics

・ヒューマノイドロボットの運動スキル学習

ヒトのような高度な運動学習機能を実現するための強化学習、最適制御について研究しています。過去2足歩行、けん玉、投球、着衣支援、アクティブタッチなどの学習に成功しました。(図1)

・外骨格ロボットによる歩行アシスト

結合位相振動子に基づく同期メカニズムと潜在変数モデルや確率推論に基づく歩行アシスト技術の研究を行っています(ATR脳情報研究所にて実施)(図1)

・情報理論的基準によるロボットの能動的行動計画

相互情報量などの情報理論的基準に基づくロボットの能動的な行動設計原理および計算アルゴリズムの研究を行っています。

・内発的動機づけによる強化学習

ロボットが真に自律的に活動するためには、設計者が目的を与えるのではなく、自らの手で目的を定める必要があります。内発的動機づけという概念に基づいた報酬の設計によるロボットの自律行動獲得について研究しています。(図2)

・リザーバコンピューティングを用いた強化学習

ヒトの運動のような複雑な非線形ダイナミクスをロボットが獲得するには、制御器内に非線形ダイナミクスを有することが効果的です。リザーバコンピューティングの非線形ダイナミクスを活用した運動制御技術を研究しています。(図3)

3) Network & Signal Processing

・多様体学習を用いた高次元入出力システム同定

非線形次元削減法である多様体学習を用いて、動画や音声などの高次元時系列データに有効なシステム同定を研究しています。(図4)

・口コミマーケティング

オンラインソーシャルネットワークでの口コミマーケティングを低予算で効率よく行うためのアルゴリズムを、制御理論を用いて開発しています。(図5)

・ネットワークの中心性

インターネットの検索エンジンで使われる「ネットワークの中心性」を効率よく操作するための理論の構築に取り組んでいます。(図6)

・両賭け戦略の数理

環境変化のリスクを抑えるために細菌が持つ機構の一つである「両賭け戦略」の数理的な解析を行っています。



図1

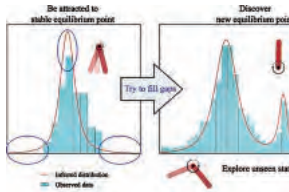


図2

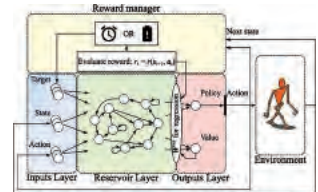


図3 リザーバコンピューティングを用いた強化学習

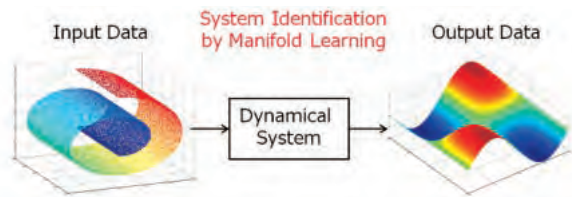


図4 多様体学習を用いた高次元入出力システム同定

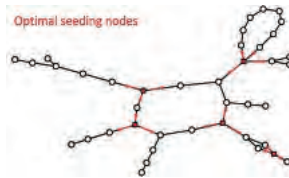


図5 口コミマーケティング



図6 ネットワークの中心性

共同研究・社会活動など

企業との共同研究や、学生による提案型研究など多様な活動に取り組んでいます。

大規模システム管理研究室

URL: <http://www-lsm.naist.jp/index.php/Home>



(写真左から)

教授: 笠原 正治 kasahara@is.naist.jp

准教授: 笹部 昌弘 sasabe@is.naist.jp

助教: 川原 純 jkawahara@is.naist.jp

助教: 張 元玉 yzhang@is.naist.jp

研究室概要

情報システムに代表される大規模複雑システム的设计・制御・構成法に向けた数理的手法と情報処理技術を開発し、現実システムへ応用する研究教育に取り組みます。情報科学からサービス・サイエンスに至る知見を駆使して、大規模データセンターやネットワークシステムの高速度、高信頼性、高い省エネルギー特性を実現する要素技術・システム構成法・システム制御法、さらにはシステム上で提供されるサービスの高度化や、システムを用いたビッグデータ処理技術に関する研究を幅広く行い、産業に密接した研究成果の発信を行っていきます。

主な研究分野

1) システム・アナリティクス

応用確率論や理論アルゴリズム、ゲーム理論やメカニズム・デザインといった情報科学の知見を駆使して、ビッグデータを高度に活用する超大規模なデータセンターやネットワークシステムのデザイン、さらにはシステム上で提供されるサービスの設計や、ビットコインに代表される分散型仮想通貨エコシステムに関する研究を行います。

2) 機械学習を用いた自律分散協調メカニズム

莫大な数のIoTデバイスや無線端末が限られた無線周波数帯域を効率的に利用するためには、近隣の環境における無線資源の使用状況を推定して無線チャネルを共有する必要があります。このとき、時々刻々と変動する通信環境や通信需要に応じてどの位の数の端末とどの情報をどのくらいの頻度で交換するのか、ということに適宜決定していくことが欠かせません。ここではこの問題を不確実な状態情報に基づく逐次的な意志決定問題として捉え、機械学習や強化学習を応用して、使用周波数帯域や無線端末の通信需要に適応し、かつ端末自身の利得を最大化するグループ形成に向けた環境適応型協調制御技術の研究を行います。

3) 人間行動知覚型ネットワーク

人間行動知覚型ネットワークの例としては、災害時の避難誘導システムが挙げられます。避難者の所有するモバイル端末は、通常のナビシステムと同様に避難経路を提示します。一方、避難者は経路上に通行不能箇所を発見した場合、自発的に迂回を試みます。このような経路の提示と避難行動との相互作用を利用することで、通行不能箇所の自動的な発見やそれに基づく適切な避難誘導の実現を目指した研究を行います。

4) ネットワーク・デザイン

無線アクセス技術の発展により、ヘテロジニアスなネットワーク環境下で莫大な数の通信ノードを収容するネットワーク技術、さらにはクラウド・コンピューティングを連携させたモバイル・アプリケーション開発が注目されています。ここではネットワーク科学やゲーム理論のアプローチを駆使して次世代ネットワーク技術、環境学習型コグニティブ無線技術、さらには莫大な数のセンサノードから得られる環境データを基にした人間指向型モバイル・クラウドサービスに関する研究を行います。

5) 大規模データ処理アルゴリズム

全国規模の道路網や物流ネットワーク、Twitter等の巨大ソーシャルネットワークの解析には膨大な計算が必要です。本研究室では、組合せ最適化の技術を用いたデータ処理アルゴリズム設計、巨大な

データを圧縮状態のまま処理するデータ構造の開発、Hadoop等による数百台規模の並列分散環境でのデータ処理技法等の研究開発を行います。理論だけではなく、当研究室専用の100台規模のクラスターサーバを用いた実験による性能評価も行います。



図: 分散型仮想通貨エコシステム

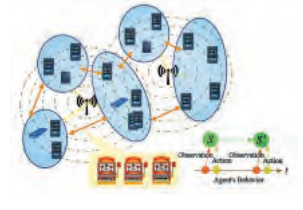


図: 多腕バンディット問題を用いたグループ形成



図: モバイルデバイスを使用した避難誘導システム



図: 大規模IoTネットワーク

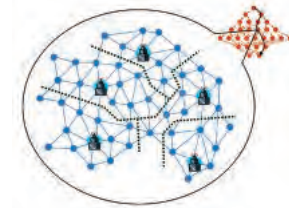


図: 大規模グラフ処理アルゴリズム



図: 100ノードクラスターサーバと避難誘導システム実験

実験設備

クラウド・コンピューティング実験設備 (HP Moonshot System)

外部資金

科研費: 基盤研究 (B)・基盤研究 (C)、SCAT研究助成、KDDI財団研究助成

共同研究など

NTT、KDDI、京都大学、大阪大学、北海道大学他と共同研究

数理情報学研究室

URL: <http://hawaii.naist.jp/modules/menu/>



(写真左から)

教授: 池田 和司 kazushi@is.naist.jp

准教授: 吉本 潤一郎 juniti-y@is.naist.jp

特任准教授: 久保 孝富 takatomi-k@is.naist.jp

助教: 爲井 智也 tomo-tam@is.naist.jp

助教: 佐々木 博昭 hsasaki@is.naist.jp

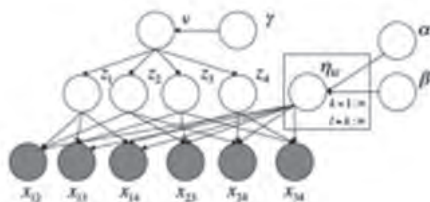
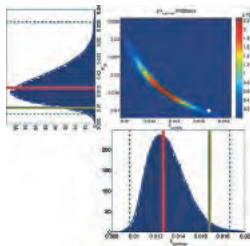
研究室概要

本研究室では、細胞から社会心理学あるいは運動行動まで、ヒトを中心とした生体をシステムとしてとらえ、数理モデルを通してその基本原理を解明し応用する研究をしています。これは、計算学(機械学習)、理学(生命数理)、工学(信号処理)を広くカバーする境界領域研究です。

主な研究分野

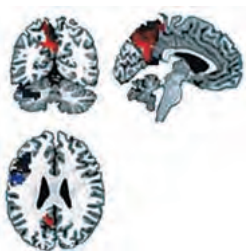
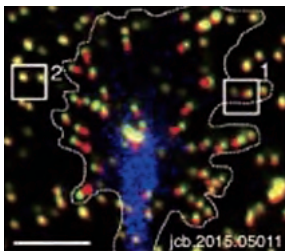
1) 機械学習: 大量のデータから情報を取り出す

- ・ベイズ理論による統計的信号処理
- ・知識発見およびデータマイニング
- ・統計的学習理論
- ・因子解析とスパースモデルによるデータ解析
- ・情報幾何学・情報理論の応用
- ・強化学習の理論と応用



2) 生命数理: 生命現象を数理で解き明かす

- ・細胞の数理モデル構築
- ・病態脳の特徴解析およびマルチモーダル生理指標に基づく治療支援
- ・共感性の神経回路基盤
- ・認知的インタラクションデザイン学
- ・価値基準の共有の数理モデル



3) 信号処理: 数理モデルを工学に応用する

- ・自動車運転行動の数理モデル
- ・構音障害者支援のための音声認識
- ・適応支援ロボティクス
- ・適応信号処理アルゴリズムの開発・解析
- ・ビッグデータ解析による機器の劣化異常診断



研究設備

眼球運動計測装置/脳波・筋電計測装置/モーションキャプチャ装置など。



共同研究・社会活動など

NAISTバイオサイエンス研究科/ATR/Cinet/熊本大学/山口大学医学部/麻布大学獣医学部/東京大学社会心理学教室/九州工業大学/奈良県立医科大学/国立循環器病研究センター/奈良医療センター/OIST/理研BSI/名古屋大学医学系研究科/広島大学大学院医歯薬健康学研究院/(株)デンソー/マツダ(株)/HRI-JP/ダイキン工業(株)/ユニテック工科大学(ニュージーランド)/マヒドン大学(タイ)など。

生体医用画像研究室

URL: <http://icb-lab.naist.jp/index.html>



(写真左から)
教授:佐藤 嘉伸 yoshi@is.naist.jp
准教授:大竹 義人 otake@is.naist.jp
助教:横田 太 f-yokota@is.naist.jp

研究室概要

当研究室では、情報科学と医学の融合により高度に知能化された医用画像計測・処理システムを研究しています。そのため、生体医用画像データベースからの統計学習や生体シミュレーションに基づく「計算医学」の研究を行っています(図1)。



図1 当研究室で行っている「計算医学」研究の全体像

主な研究分野

1) 計算解剖学に基づく仮想人体の構築

医用画像工学が発展し、生きたままの人体内部の臓器・組織の構造やそれらの機能を高精細3次元医用画像として計測することが可能になっています。私たちはこの画像をもとに、多次元画像解析、形状解析、変形解析、統計的モデリング、機械学習、ベイズ推定などの手法・理論を駆使して、計算機内に「仮想人体」を構築する研究をしています(図2)。

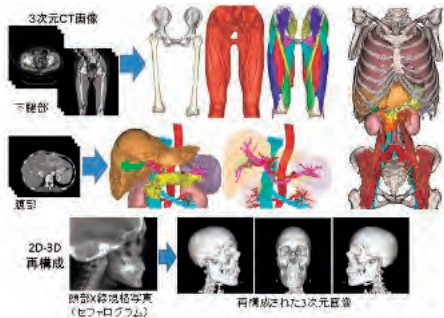


図2 計算解剖学に基づく仮想人体の構築

2) 診断・治療計画における意思決定支援システム

計算機内の仮想人体を使って、過去の患者の手術前の画像やシミュレーションによる予測結果、実際に行った手術記録などをデータベース化し、統計的なモデリングを行っています。これに基づき、治療

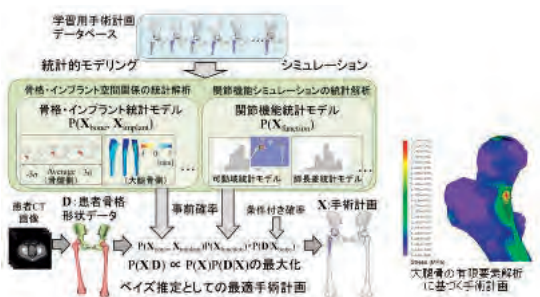


図3 診断・治療計画支援システム

効果とリスクを最適にバランスさせる治療計画を計算機により立案するシステムを開発し、従来の「経験に基づく医学」を「科学的機序とデータ科学に基づく計算医学」に転換することを目指します。(図3)

3) 治療支援システム(手術ナビゲーション)

拡張現実感の技術を用いて実世界の人体と計算機内の仮想人体とを正確に位置合わせて融合します。肉眼では見えない人体内部の三次元構造を仮想人体で把握・予測しながら手術を行えるようにする技術を研究しています(図4)。

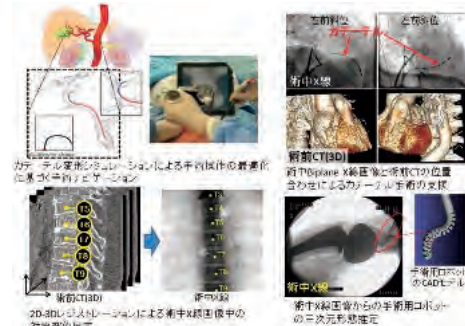


図4 手術ナビゲーションを中心とする治療支援システム

4) 治療効果の評価システム

手術が計画通りに行われたかどうか、また術後の合併症がおこる可能性がないかといった治療効果の評価は、リハビリテーションの計画や次回の手術計画にフィードバックするために重要となります。私たちはこのような医療における品質管理を実現するため、治療効果を定量的に評価するための人体動作解析システムを研究しています(図5)。

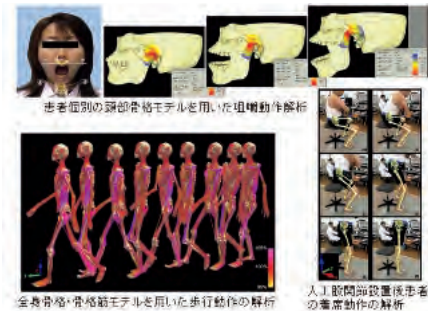


図5 治療効果の評価を目的とした人体動作解析システム

研究設備

PCクラスタ(24CPU、108コア)、ファイルサーバ(90TB)、3次元医用画像システム(Synapse Vincent, Fujifilm Corp.)、光学式/磁気式モーションキャプチャ装置(Polaris Spectra, Polaris Vicra, Aurora, Northern Digital Inc.)、超音波画像診断装置(Aloka)など

外部資金・共同研究など

- ・文部科学省・科研費(新学術領域、基盤C、JSTさきがけ)
- ・大阪大学・医学系研究科、米国・ジョーンズホプキンス大学、スイス・ベルン大学、イラン・テヘラン大学などと共同研究

計算システムズ生物学研究室

URL: http://csblab.naist.jp/kanayalab_j/



(写真左から)
 教授: 金谷 重彦 skanaya@gtc.naist.jp
 客員教授: 杉浦 忠男 sugiura@is.naist.jp
 准教授: Md. ALTAF-UL-AMIN amin-m@is.naist.jp
 客員准教授: 佐藤 哲大 tsato@is.naist.jp
 助教: 小野 直亮 nono@is.naist.jp
 助教: 黄 銘 alex-mhuang@is.naist.jp

研究室概要

ゲノム解析に続く技術の進歩に伴い、種々のポストゲノム実験により得られるようになった多様かつ膨大なデータ（インタクトーム、トランスクリプトーム、メタボローム等）を統合し、生命システムとしての普遍性および多様性の理解を目指すバイオインフォマティクス研究を行っています。また、ナノからマクロにいたる様々な生命機能の計測とその情報処理技術、例えば、顕微バイオイメージング、光ピンセット、医用画像処理など、次世代の科学を拓く生命科学と医療分野の計測システムに関する研究教育に取り組みます。

主な研究分野

1) バイオインフォマティクス

生物の構成要素（代謝物質、タンパク質、遺伝子等）の相互作用の体系的な把握を目指し、DPClus（図1左）、BL-SOM（図1右）などの情報処理アルゴリズムを開発しています。

バイオ情報データベースの構築を行っています。KNApSACK Familyデータベースはメタボロミクス研究の分野で世界から高い評価を受けている二次代謝物データベースです。また、漢方薬やインドネシア生薬（Jamu）、などにおけるさまざまな植物の利用のされ方なども蓄積しています。

次世代シーケンサー（NGS）による遺伝子の発現解析を用い、植物が様々な代謝産物を生産する仕組みについて研究しています。

細胞内の代謝系や遺伝子発現系の振る舞いを計算機シミュレーションによって再現し、モデル化するための研究を行っています。

2) バイオイメージング

生物学分野のみならず医学分野においても重要性を増している細胞レベル～生体分子レベルでのイメージング法（顕微鏡技術）の開発や画像処理技術の開発を行っています。

ミクロン～ナノメートルの大きさの対象物を自由に操作できる光ピンセット技術や細胞や染色体を顕微鏡下で手術する技術を研究開発しています。

ピコニュートン～ナニュートンというレベルの極微小な力を計測することで細胞内の生体分子が発生する力の強さや細胞の力学特性を計測する技術を開発しています。

3) 医用画像処理・生理信号計測

磁気共鳴画像法（MRI）や陽電子断層撮影法（PET）などの医用画像計測機器で得られる画像データから、心臓の冠動脈撮像を自動的に支援する、脳の変成を統計的に解析するといった、診断の支援となる医用画像の処理手法を開発しています。

非侵襲、連続的に体温、心拍、呼吸など生命徴候を計測するセンサー及びそれらを利用したウェアラブル機器を開発しています。更に、連続的な生理信号を利用した概日リズム、縮日リズム等の時間生物学的分析も行っています。

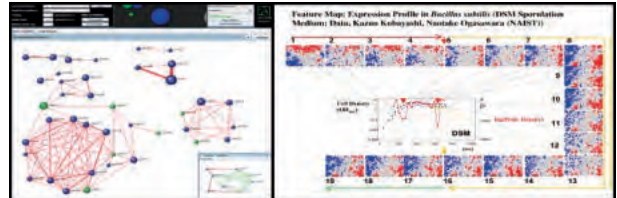


図1 バイオインフォマティクス技術の開発。

(左) DPClusによるタンパク質相互作用に基づいた機能単位予測。

(右) 自己組織化法（SOM）による遺伝子発現情報の時系列パターン解析。

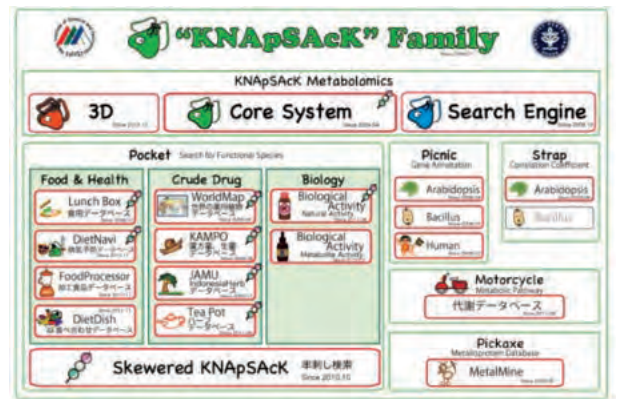


図2 KNApSACK DBホームページ。

http://kanaya.naist.jp/KNApSACK_Family/

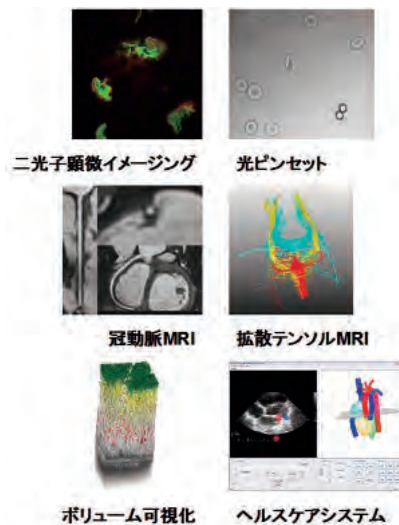
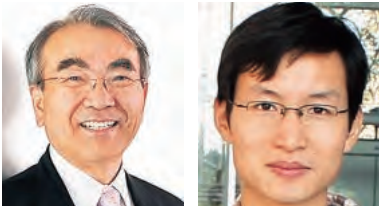


図3 バイオセンシング、バイオイメージング、医用画像処理などの応用例。

ロボットビジョン研究室

URL: <http://rvlab.naist.jp/index-jp.html>



(写真左から)
客員教授: 金出 武雄
特任助教: 伍 洋 yangwu@rsc.naist.jp

研究室概要

本研究室は、研究推進機構の戦略的国際共同研究ネットワーク形成プログラム国際共同研究室整備プロジェクトにより設置された国際共同研究の協力研究室です。コンピュータビジョンの技術を通して、ロボットの性能を強化したり生活の質を向上するような研究をしています。

主な研究分野

1) 障害者・高齢者のための支援技術

ロボットやウェアラブルカメラなどにコンピュータビジョンを応用し、障害者や高齢者を支援します。安全面だけでなく、社会との関わりや生活の質を向上する技術を目指しています。現在は、ウェアラブルカメラを用いて視覚障害者が話し相手の態度や表情を「見る」ことを可能にする研究をしています。将来的には他の障害を持った方のニーズにも対応していく予定です。



2) ウェアラブルカメラとモバイルコンピューティングを用いたFirst-Person Vision

First-Person Visionとは、人が見ているものと同じものをコンピュータ(ロボット)に見せるというものです。正確には、人と同じ視点から映像を撮影することで、人の視界・興味・意志・行動をよりよく理解しようという試みです。データ収集・処理にはウェアラブルカメラとスマートフォンなどの小型デバイスを使用し、外部のリソースと通信する方法を用います。この研究によって、物体のセグメンテーション(領域分割)や追跡、検出、認識といった問題に対して従来より優れた能力を発揮することが期待され、また他にも様々な応用が考えられます。



3) 大量のデータを処理できるスケーラブルな視覚認識

今、時代はビッグデータ。膨大な量のデータを共有・アクセスでき、無数のセンサやデバイスを接続できるようになりました。コンピュータビジョンの世界でも、画像認識の軸足は小規模の限定的なデータから実世界の問題へと移り変わりつつあります。その代表的な課題として、実際の大規模監視システムに役立つような、複数カメラ間での大規模人物照合に取り組みます。同時に画像分類や物体認識といった一般的な課題の研究も行い、大規模視覚認識モデルの構築につなげていきます。また、こうした研究はFirst-Person Visionの研究にも役立つことになるでしょう。



研究設備

・ウェアラブルカメラや他のウェアラブルデバイスなど

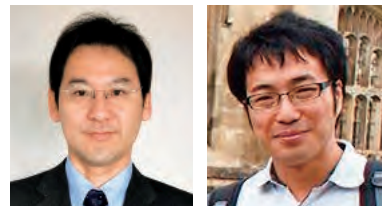
共同研究・学会活動

・カーネギーメロン大学(米)、京都大学、ペンシルベニア大学(米)、ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン(イギリス)、西安交通大学(中国)、廈門大学(中国)、東南大学(中国)など

コミュニケーション学研究室 (NTTコミュニケーション科学基礎研究所)

URL: <http://www.kecl.ntt.co.jp/rps/index.html>

(写真左から)
客員教授: 澤田 宏 sawada.hiroshi@lab.ntt.co.jp
客員准教授: 岩田 具治 iwata.tomoharu@lab.ntt.co.jp



研究室概要

本研究室では、インターネット上にある、あるいは実世界からセンサを通じて得られる多種多様なデータから、有益な情報を知識として抽出する技術に関する基礎研究を行っています。

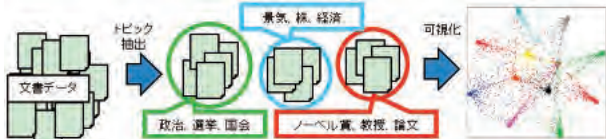
主な研究分野

1) 機械学習とデータマイニング

今日我々が入手できるデータの量は非常に膨大で、人間が一通り目を通して内容を理解・解釈する、という限界をはるかに超えています。従って、そのような膨大なデータを自動的に解析・解釈する方法が必要とされています。

1. 潜在トピック抽出技術

多様な大規模データに内在する隠れた構造(トピック)を抽出するための手法であるトピックモデルとその拡張の研究を行っています。トピックモデルは文書が生成される過程を表現した確率モデルです。トピックモデルを拡張し、可視化や推薦システム、購買ログ解析などへの適用を進めています。



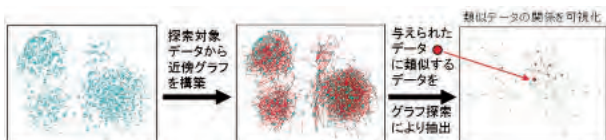
2. 時間変化する関係データの解析・クラスタリング技術

ソーシャルネットワーク上の友人関係や企業間の取引関係など、時間とともに変化する「関係」の情報を対象として、関係ネットワークに潜むコミュニティの発見や関係の時間変化を追跡する技術を研究しています。



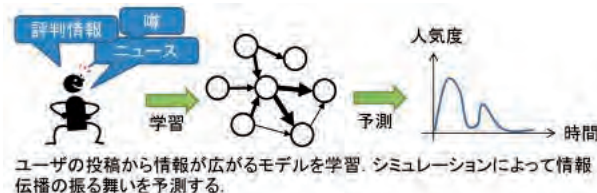
3. 高速類似探索

文書・画像・音声音響信号・記号列等の多様なデータを対象とし、種々の類似尺度を利用できる、近傍グラフを索引構造とする高速類似探索法の研究をしています。近傍グラフの利用は、探索高速化と多様なデータ・類似尺度を利用可能とすることだけでなく、探索結果を容易に可視化することを可能にしています。



4. ソーシャルネットワーク上の情報伝播解析

ニュースや噂、評判情報はソーシャルネットワークを介して伝播します。この現象を確率モデルで表現し、将来のトレンド予測や潜在的な影響関係の推定の研究を行っています。

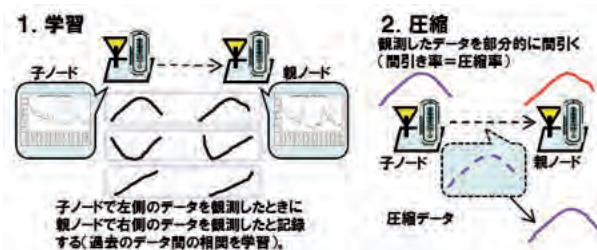


2) センサを用いた実世界マイニング

加速度センサ、照度センサ、GPS、カメラ、マイクロホンなど様々なセンシングデバイスを用いて実世界の状況を観測・解釈して、人間にとって分かりやすい形式で提示するなどのセンサ情報処理に関する研究を行っています。

1. 相関性を利用した効率的なデータ収集

複数のセンサをネットワークとして配置し、実世界の状況を計測して収集するデータには、同じようなパターンが繰り返し現れる、そばにあるセンサではよく似た値が観測される、などといった特徴があります。このようなセンサデータの特徴を活かし、各センサノードで観測されるデータ系列間に内在する相関性を利用することで、データを圧縮して収集する手法を提案しています。フィールド実験により、実際に、無線センサノードのバッテリーの消費を抑えることを確認しました。



計算神経科学研究室 (国際電気通信基礎技術研究所)

URL: <http://www.cns.atr.jp/cns-naist/>



(写真左から)
客員教授:川人 光男 kawato@atr.jp
客員准教授:森本 淳 xmorimo@atr.jp

研究室概要

本研究室では、脳機能の情報処理の観点からの解明と、それに基づく新たな機械知能(人工知能)の実現を目指し、ブレイン・デコーディング、ブレイン・マシン・インタフェース、ニューロフィードバック、ロボット学習などの方法論をもとに最新の機械学習手法を駆使した計算理論的神経科学の研究・教育を行う。



主な研究分野

感覚、運動、コミュニケーション、情動、言語など多岐にわたる脳機能を理解するために、神経生理学、心理学、脳活動非侵襲計測、ロボティクスなど実験的な手法を、計算理論的な枠組みで有機的に統合する。現在、特に下記の研究プロジェクトに参加する学生を募集している。

1) 機械知能のロボット応用

人間がどのように行動決定し、自らの身体を制御しているのかという問題は、いずれも目的指向の意思決定問題として捉えることができる。ヒューマノイドロボットの動作学習を応用例として、意思決定問題に対してデータ駆動でその解を導く強化学習理論を背景とした機械知能の研究開発を行う。



2) ブレイン・デコーディング

脳の信号は、心の状態を表現する「コード」と見なすことができる。機械学習等の情報科学の手法を利用して、脳と心の状態を対応づけるマッピングを同定し、脳が情報をどのようにコード化し、処理しているかを理解する。また、脳信号から心の状態を解読(デコード)することにより、脳でロボットやコンピュータを制御するブレイン・マシン・インタフェースや身体を介さないコミュニケーション技術を開発する。



3) 実環境ブレイン・マシン・インタフェース

日常的な環境下の脳活動を計測して、ストレスや共感などの情動状態を推測する手法を開発します。これにより自然な状態での認知機能の神経基盤に迫ると共に、人材育成などへの脳科学の応用を目指します。



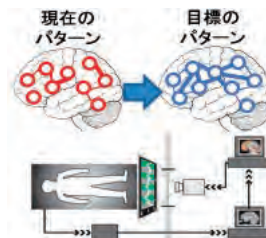
4) 脳のダイナミクスモデル

脳情報処理メカニズム解明のためには、複雑な脳計測データを精度よく計測し、正しく解釈し、適切に情報を集約する必要があります。本研究室では、数理・物理を融合して、脳計測データの精度向上・情報抽出・モデル化のための手法の研究を行っています。開発された手法は、他研究室のプロジェクト進展にも大きく貢献しています。



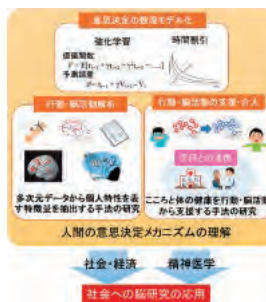
5) 脳活動フィードバック

数理統計技術でfMRI信号の空間パターンを解析し、被験者に実時間でフィードバックすることにより、目標の活動パターンを誘導する方法を用いて、疾患のメカニズムの解明および治療方法の開発を目指します。



6) 意思決定の数理モデル

人間の意思決定のメカニズムを解明するために、脳の計算論に基づいた実験手法や解析手法の研究・開発を行っています。また研究で得られた知見を、精神医学分野や社会経済分野など広く社会へ応用していくことを目指します。



7) BMI外骨格ロボット

運動アシストや産業用途などにおいて、今ロボットが人間と物理的に近いところで協働することが期待されている。そのためには、ヒトとロボットが相互にかつ適応的に協調する共制御の枠組みが必要となる。ブレイン・マシン・インタフェース(BMI)を用いる外骨格ロボットへの応用にむけた、共通制御の枠組みの研究開発を行う。



研究設備

- ・脳活動計測環境
fMRI装置、MEG装置、脳波計(EEG)、近赤外線分光装置(NIRS)
- ・ロボット実験環境
ヒューマノイドロボット、上肢外骨格ロボット、下肢外骨格ロボット
- ・大型実験設備
BMIハウス

共同研究・学会活動

- ・川人: 科学技術振興機構「脳情報の解読と制御」領域統括、日本神経科学会理事
- ・森本: IEEE Robotics and Automation Society、日本神経科学会 各会員

卒業後の進路

- ・国内外大学、国立研究開発法人(産業技術総合研究所など)、総務省、企業 (IBM、日立製作所、日本電気、サイバーエージェント、バンダイナムコ、島津製作所、パナソニックなど)

ヒューマンウェア工学研究室 (パナソニック株式会社)



客員教授: 井上 剛 inoue.tsuyoshi001@jp.panasonic.com

研究室概要

本研究室は、パナソニック株式会社・先端研究本部との産学連携で運営される教育連携研究室です。本研究室での研究を希望する方は、親元研究室との連携の下、京阪奈学研都市の光台地区にあるパナソニック株式会社の研究所において研究活動を行うこととなります。

ヒューマンウェア (Humanware) とは、人間的な知能情報処理、メディア情報処理、柔軟なロボティクス/メカトロニクスを目指すという思いをこめた造語で、「情報の受容・発信の本質は人にある」という考えを基本にしています。従来の情報通信技術は、数学を基礎に、コンピュータ機器・通信機器を研究開発の対象としてきました。しかし、本来、これらの機器を使用する人間を含めた全体的なシステムや仕組みの研究開発が必要です。本研究室では、人間のセンシング技術を中心とした新しいヒューマン・マシンインタフェースの実現を目指した研究に取り組んでいます。

主な研究分野

主な研究分野としては以下のような、ヒューマンセンシングに基づいてユーザの意図や動きを理解する研究を行っています。

1) 眼球運動のセンシングに基づく注視点距離推定技術

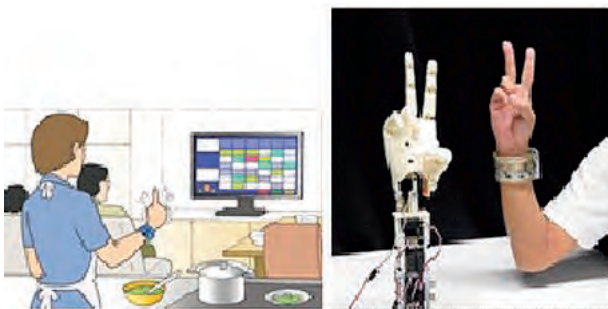
眼球運動のセンシングに基づいて注視点距離を推定する技術を研究しています [1]。眼球運動のセンシングには、眼電位や眼球撮影画像を用います。この技術により、例えば自動遠近両用メガネにおいて、レンズの焦点を手動ではなく、見ただけで切り替えることが可能となります。



自動遠近両用メガネと眼球ガラスのプロトタイプ

2) 前腕センシングに基づくジェスチャ認識技術

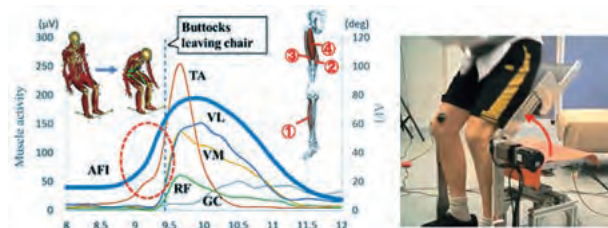
手首の筋電位を計測することで手の形や動き (ジェスチャ) を認識する技術 [2] や、前腕の筋電位を計測することで、手首の関節角度を推定する技術を研究しています [3]。手首に装着したリストバンドを用いて離れた位置にある家電機器を操作したり、ロボットハンドで手と同じ動きを実現することができます。



ジェスチャ認識を用いた家電操作とロボットハンド制御

3) 下肢センシングに基づく起立動作予測技術

筋電位の計測結果を用いた下肢筋肉の活動に基づいて、起立動作を予測する技術を研究しています [4]。スムーズな起立動作支援を行うためには、臀部が座面より離れる (離座) 前から支援を開始する必要があります。さらに、起立動作以外の動作に対して頑健である必要もあります。ユーザの起立動作に合わせた自然で安全な支援装置の実現を目指しています。



起立動作における下肢の筋活動と起立動作支援装置のプロトタイプ

- [1] T. Inoue, S. Bounyong, Y. O. Kato, J. Ozawa: Fixation distance estimation using vergence eye movement for automatic focusing glasses; Proceedings of the 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2013), pp. 4674-4677 (2013).
- [2] 井上 剛, 本山 裕之, 小澤 順: リストバンド型ウェアラブルセンサを用いた家電機器のジェスチャ操作; ヒューマンインタフェースシンポジウム2015論文集, pp. 95-98 (2015).
- [3] H. Motoyama, T. Inoue, J. Ozawa: Estimation of Wrist Angle Using EMG and Hand Movement Direction; Proceedings of the 2016 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE2016), pp. 265-266 (2016).
- [4] T. Inoue, Y. Kato, J. Ozawa: Prediction Sit-to-Stand Movement Using Trunk Angle and Lower Limb EMG for Assist System; Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE2017), pp. 134-135 (2017).

シンビオティックシステム研究室 (日本電気株式会社)

URL: <http://jpn.nec.com/rd/>

(写真なし)
客員教授: 田谷 紀彦

研究室概要

本教育連携研究室は、2016年度より大阪府吹田市のNECブレイインスパイアードコンピューティング協働研究所に設置します。本研究室は、人と共生する情報システムの特徴を検討し、人の意図など知的活動を理解する技術、さらにその知的活動を支援する技術に関し、教育と研究を行うことを趣旨に開設されました。これまで、本研究室ではWeb2.0、クラウドソーシングやSNSなどを超える新たなコミュニケーション・メディアや創造活動の支援という将来有望な実用システム開発し、人と人との共生、人と社会との共生(シンビオシス)の実現を目指す研究や教育に取り組んで来ました。

2016年度からは、引き続き「シンビオシスの実現」という理念の下、新たに、人・社会・環境の共生・調和を実現するために、環境適応力や省エネ性に優れ、使う人にやさしく、次世代のIoTインフラを支える新たなコンピューティングシステム(Brain-Inspired Computing System)の実現を目指す研究をスタートさせます。

Brain-Inspiredとは、「脳に学ぶ」「脳に倣う」という意味です。近年、人工知能やビッグデータ処理技術は急速な進化を遂げています。しかし、人間も含めた生物は、柔軟性、臨機応変な環境適応性、学習、類推、連想という能力面で、いまのコンピューティング技術を凌駕する部分が多々あります。また、人間の場合、脳は通常20Wh前後の電力しか消費しません。このように、コンピューティング研究が脳に学ぶべき点は、能力やエネルギー消費という面だけ見ても多くあり、脳に学ぶことで全く新しいコンピューティングを生み出すチャンスがあると私たちは考えています。

また、人と共生するコンピューティングには、人にやさしく、人をサポートし、人が扱いやすいことが求められます。システムとして考えれば、人の状態や行動特性を勘案したデザインも重要なポイントです。こうした観点から、本研究室では、脳科学ほか様々な関連研究領域と融合した新しいコンピューティング技術の研究に取り組んでいます。

主な研究分野

- ・プログラミングモデル
- ・計算アルゴリズム
- ・計算機アーキテクチャ
- ・ヒューマンファクター
- ・生物行動モデル
- ・インタラクティブな協調・共創モデル

研究テーマの例

1) マルチセンサ人間行動計測

オープンラボでの全ての知的活動や屋外での活動を記録。創造活動を促進した人、モノ、情報との接触を抽出することで、創造に関わる因果関係を分析する。また、ひらめきを含む知的活動を支援システムや新たなコミュニケーション・システムを探索する。



2) 知的行動分析技術

大量に蓄積された知的行動情報から、行動の癖やノウハウなどの暗黙知を自動抽出する。また、健康状態などの本人も気がつかない異常を検出する。

ヒューマン・インタフェース研究室 (株式会社富士通研究所)

URL: <http://www.fujitsu.com/jp/group/labs/>

(写真左から)
客員教授: 早川 昭二 shayakawa@jp.fujitsu.com
客員准教授: 鄭 育昌 cheng.yuchang@jp.fujitsu.com



研究室概要

本研究室は、川崎市の富士通研究所内のメディア処理研究所にあります。メディア処理研究所では人間中心の知的社会を実現するため、人間とICTの接点である「画像・音声・自然言語技術」を活用した、新しいサービス・世界の実現を目指して研究開発を行っています。その中で当研究室では、特に自然言語処理と音声情報処理を中心に、人対人の円滑なコミュニケーションを可能とするヒューマン・インタフェース技術の研究開発を行っています。企業の研究室であることから、適用製品を意識した出口指向の研究開発を行う点に特色があります。当研究室では、事業・製品に繋がった研究開発の様子を間近に見ることができ、幅広い研究開発を行う多様な研究者に直に接しながら研究ができます。配属後は京浜地区にて提供される寮から研究室に通って頂きますが、移動時期等できるだけ柔軟に対応したいと思っておりますのでご相談下さい。

主な研究分野

近年、音声の他に、インスタントメッセージなど、テキストベースによるリアルタイムな「会話」が増えています。また、急拡大するインバウンド市場に向けて、翻訳システムを利用した多言語会話も増えていくと考えられています。単言語の音声・対面の会話と異なって、テキスト会話は文字以外の情報がなく、多言語会話は翻訳過程での情報欠落により、相手の発話に込める意図・感情を把握できなく、人対人の円滑なコミュニケーションを阻害します(図1)。

当研究室は、単言語または多言語のテキストベース会話における意図・感情を正確に伝達する方法の研究を行っています。さらに、テキストベース会話に抱く主観的な印象である「会話の質」を定量化して評価する方法や、評価した「会話の質」を制御するための、発話者への働きかけの研究も行っています。これにより人と人/ICTを高度に結びつける新たなヒューマン・インタフェースに展開していきます。前記目的を達成するため、当研究室で研究している技術の例を以下に紹介します:

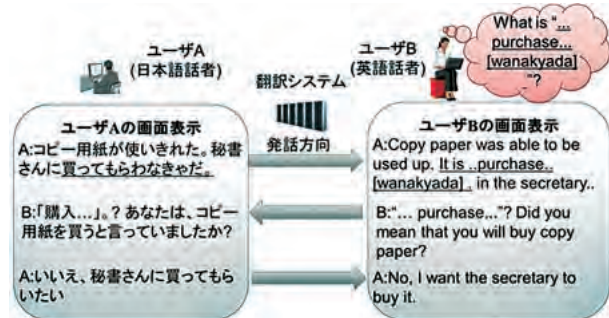


図1: 多言語テキスト会話における発話意図理解支障の事例

1) 概念構造解析技術

概念構造解析技術は、図2のように、表記揺れ、語順揺れなどの表層的な違いを吸収し、自然文を言語非依存の意味的な構造に変換するための技術です。当研究室は本技術を用いて、円滑に会話をすすめるための意味解析、談話・会話解析や、翻訳品質の向上、さらに文書要約、文書校正などへの応用も進めています。

入力テキスト「ちゃんと開けず確認できませんでした」

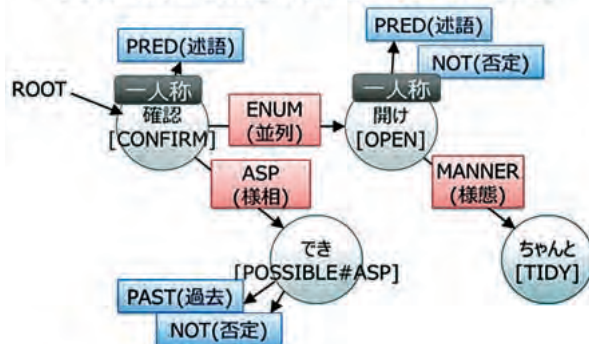


図2: 文の意味を表す概念構造

2) 多言語テキスト会話の発話補正技術

テキストベースの会話では、情報の省略、主語抜き、動詞語尾の崩れなどの計算機で解析困難な表現が頻出します(図1)。当研究室は、概念構造解析技術に基づき、意図伝達の障害になる発話を検出・補正する多言語テキスト会話の円滑化技術を研究しています。例えば、機械翻訳の適用において主語を補完する技術(図3)や、動詞語尾崩れを検出する技術(図4)などの研究を進めています。

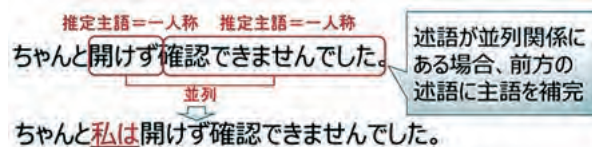


図3: 多言語テキスト会話の発話意図理解支援のための主語補完

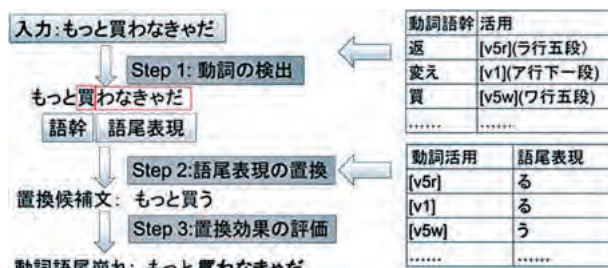


図4: 多言語会話の発話意図理解の支障になる動詞語尾崩れの検出

3) 言葉遣い・話し方(書き方)の評価技術

音声会話における言葉遣いや話し方は、「会話の質」を定量評価するための重要な特徴となります。当研究室では、音声会話における言葉遣いを評価する研究手法を元に、テキスト会話における「会話の質」の評価方法の研究を進めています。言葉遣いと書き方による会話の質への影響を解明することで、より意図・感情を表現できるテキスト会話を実現します。

マルチメディア移動通信研究室 (株式会社NTTドコモ)



客員教授: 奥村 幸彦
客員准教授: 今井 哲朗 (写真なし)

研究室概要

現在、第3世代移動通信(3G)が広く普及しておりますが、本格的なマルチメディアアプリケーションの登場に向けて、移動通信も、移動環境で100Mbps、準静止環境(歩行速度以下)で1Gbpsの無線伝送能力が要求されています。このような大容量マルチメディア移動通信を実現するためには、より広帯域な無線周波数が必要となりますが、無線周波数は有限な資源であるため、さらなる効率的な使用が必要となります。本研究室ではこれらのサービスを実現するための基礎となるマルチバンド・マルチアンテナシステム、電波伝搬、エリア設計とその評価技術などの研究をしています。

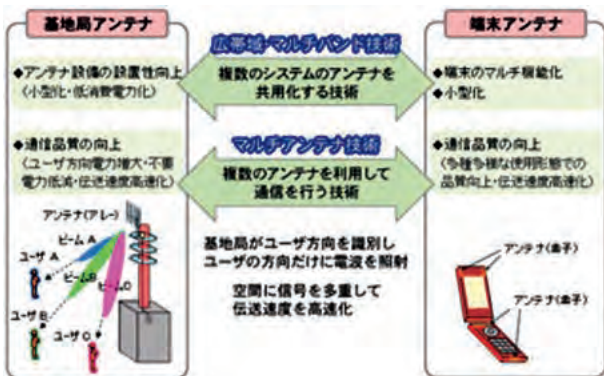
主な研究分野

1) MIMOアンテナ構成法と評価法(屋外アンテナシステム)

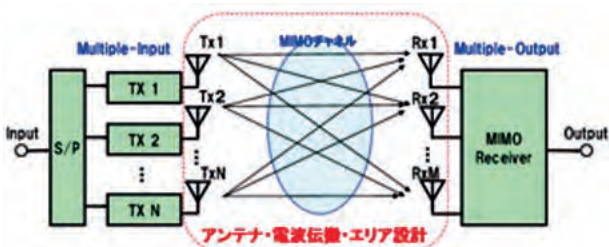
上記を実現する技術のひとつとしてMIMO技術が有力視されています。ここでは、アンテナ・電波伝搬・エリア設計の観点よりMIMOアンテナ構成法と評価法の検討を行います。屋外での電波環境測定、電波暗室でのMIMO電波環境模擬装置による評価、アンテナ試作、システムシミュレーションなどを総合的に取扱い最適なアンテナシステム設計の研究を行います。

2) レピータ干渉低減技術(屋内アンテナシステム)

次世代移動通信システムにおいては、これまで以上に屋内でのサービスの重要性が増してきます。これを実現するためには経済的で効率的な屋内アンテナシステムの構築が必要です。現在はレピータ(中継装置)などが多く用いられていますが、親局アンテナと子局アンテナの干渉を広帯域にわたって低減する技術の確立が求められています。これらの課題を信号処理、電波伝搬、アンテナ技術の観点より研究します。



マルチバンド・マルチアンテナ技術



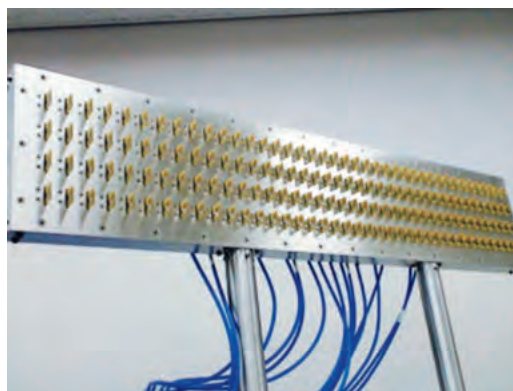
MIMOアンテナ構成法

研究設備

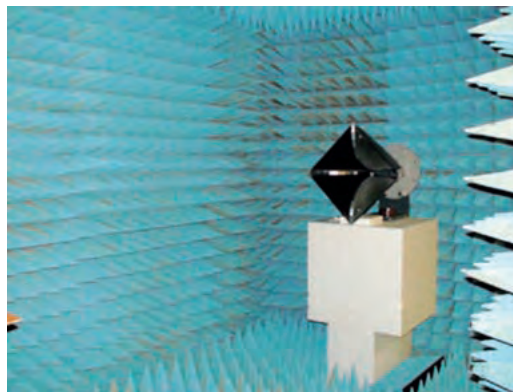
アンテナ・電波伝搬・エリア設計の基本研究に必要なシミュレーション計算機、RF送受信機、電波環境測定装置、電波環境模擬装置、各種アンテナ、アンテナ工作機器および電波暗室(電波無響室)などが利用できます。

移動通信システムにおいてアンテナは必要不可欠なキーデバイスのひとつです。都市部、郊外、山間部などに応じて如何に「圏外」を減らすかは、電波伝搬の把握と最適なアンテナの設計にかかっているといえます。これまでのアンテナはサービスエリアに対して電波を忠実に照射することが重要でしたが、これからのマルチメディア移動通信においては、マルチアンテナによる信号処理を用いて電波を適度的に制御することが求められています。

アンテナ・電波伝搬・エリア設計の研究では、計算機シミュレーションによる解析・設計が広く用いられます。シミュレーションには電磁界理論に基づき様々な手法があり、研究の対象に応じて適宜利用されています。一方で、これらの設計結果の実証には電波実験が欠かせません。特にアンテナ実験の際は周囲環境に左右されずアンテナ固有の性質を的確に評価する必要があります。そのためには理想的な空間が必要となり、これを実現する設備が電波暗室(電波無響室)です。外からの電波を遮断したり中の電波を外に漏らさないために「暗室」、あるいは電波を中で反射させないために「無響室」と呼ばれています。本研究室では、計算機シミュレーションから電波実験までを一貫して実施し、MIMOアンテナ構成法や屋内アンテナシステムの研究を進めていきます。



次世代移動通信のためのマルチバンド・マルチアンテナ



電波暗室(電波無響室)

光センシング研究室 (オムロン株式会社)

URL: http://www.omron.co.jp/r_d/vision/index.html

(写真左から)
客員教授: 諏訪 正樹 suwa@ari.ncl.omron.co.jp
客員准教授: 井尻 善久 yoshihisa_ijiri@omron.co.jp



研究室概要

本研究室ではユビキタスネットワークの入力装置として重要度が高まっているセンシングの研究をおこなう。特に画像データから得られるパターンや立体の認識および光の波動性や偏光を応用した物の質的な認識を中心に、生物の視覚機能にせまるセンシングの研究を幅広くおこなう。これはビジョンセンシングと呼ばれる研究分野であり、なかでもファクトリーオートメーション (FA) やセキュリティ分野へ活用できるビジョンセンシングの研究に注力していく。

主な研究分野

1) 3Dビジョンセンシング

画像から対象の3D情報をセンシングする3DビジョンセンサをFAやセキュリティなど様々な分野で実用化するためのカメラキャリブレーション、計測アルゴリズム等の基盤技術について研究・開発する。

2) 文字・一般物体認識 (Pattern Vision)

「人間に学ぶ」全く新しい概念で文字・物体 (多くが生産現場における部品等) を捉え劇的なコンパクト化を実現する文字・一般物体認識のための基盤技術を研究・開発する。

3) 顔画像センシング (OKAO VISION)

人間の多様な状況を視覚によって捉えることにより、人間重視のソーシャルニーズを満たす画像意味理解技術を提供することを目的とし、そのための技術として人物個人同定、人物動作推定等の基盤技術について研究・開発する。



3Dビジョンセンシングによるひとの動線検出例

4) その他のビジョンセンシング

1) -3) 以外にも画像意味理解技術や対象の「いる・つや」を計測する技術などに関する新たな研究テーマ設定も予定している。



顔画像センシングにおける顔検出例



文字・一般物体認識のFAでの適用例

研究設備

- ・独自のネットワーク環境および計算機群
- ・画像データ収集設備 (暗室、各種照明装置など)
- ・大量画像データベース
- ・距離計測評価装置
- ・3D画像処理装置
- ・カメラ評価装置

共同研究・社会活動など

中国の清華大学、上海交通大学などと共同研究を実施

生体分子情報学研究室 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)



(写真左から)
客員教授:上野 豊 uenoyt@ni.aist.go.jp
客員教授:福井 一彦 k-fukui@aist.go.jp

研究室概要

タンパク質など生体分子の機能とそのメカニズムを探るための、バイオインフォマティクス的手法開発を進めています。大規模計算機を活用した網羅的な探索、さらに実験的データにある情報の欠損を補う解析法の開発など、情報工学的な手法で生命科学における知識発見を目指します。

実験的に機能が解析された分子の立体構造から仕組みを理解するために、分子力場によるシミュレーションが必要です。標的分子の機能を探るため、各種分子生物学的データベースにある関連情報を活用します。情報科学によって実験データにある情報をより深く捕らえる手法を研究します。

主な研究分野

1) タンパク質の相互作用シミュレーション

タンパク質同士または核酸や低分子との複合体における分子認識メカニズムを探るため、複合体の分子動力学および量子化学計算から相互作用を解析します。PDB立体構造データベースに見られる相互作用を網羅的に探索した相互作用の統計をもとに、標的分子とのドッキング予測を試みます。

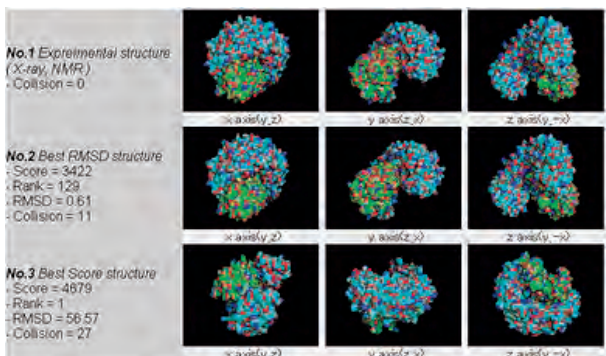


図: タンパク質-タンパク質のドッキング予測計算の例

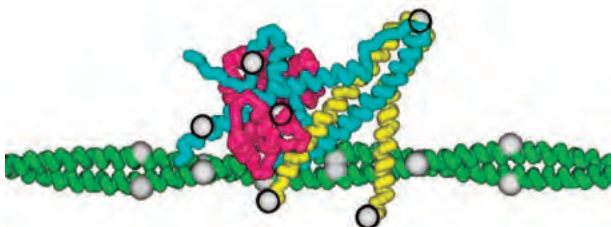


図: 筋収縮を制御するトロポニン・トロポミオシンの相互作用

2) 情報統合基盤の開発

実測されたデータをより効率的に解析するため、解析要素技術を柔軟に組み合わせ可能とするプラットフォームを用いたワークフロー解析基盤を構築します。また既存のデータベースと連携し動作可能とするためセマンティック技術を用いたデータ連携に取り組んでいます。

3) 電子顕微鏡単粒子画像からの構造解析

タンパク質複合体の電子顕微鏡画像を解析するため、加算平均でノイズ除去する粒子像をクラスタリングするアルゴリズムを改良して解析の信頼性を上げたり、不完全な実験データからの解析を試みます。

4) 分子構造モデリングスクリプトの開発

動作しているタンパク質の構造情報を捉えた各種実験データに合う立体構造のモデルを構築し、動作メカニズムを検証します。捉えた構造変化は、タンパク質分子アニメーションで可視化します。これらを効率的に表現できるスクリプト言語の開発と実用化を進めます。

研究環境

本研究室は、平成12年より継続する国立研究開発法人産業技術総合研究所・生命情報科学研究センター (CBRC) との連携活動を中心に展開してきました。東京大学、早稲田大学の連携研究室も併設され、国内外の研究者によるセミナーや生命情報工学の人材養成コースの講義など、センター内外の研究者との交流の場面があります。また、関西地区にある産業技術総合研究所の研究施設に週1日訪問して研究を進めるテーマも可能です。

(研究設備の例)

- ・PCクラスタ (Xeon 88node, storage 260TB, Flex-10/10Gb Ethernet)
- ・AIST Super Green Cloud

デジタルヒューマン学研究室 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)

URL: <http://www.dh.aist.go.jp/jp/>



(写真左から)
客員教授: 多田 充徳
客員准教授: 村井 昭彦

研究室概要

当研究連携講座は、東京お台場にある産業技術総合研究所(産総研)に設置された、人間情報研究部門デジタルヒューマン研究グループ内にあります。当センターでは2001年の設立以来、ヒトの機能の計算モデルを構築することを目指して、国内外の他分野の研究者と学生、総勢30名程度のグループで研究を進めています。当講座では、内部構造までも含めたヒトの形体とその機能的な神経筋骨格構造について、モデル化技術、計算技術、計測・提示技術の3つの観点から研究しています。未来の情報化社会において、システムがヒトと人間環境を理解しサポートすることは、もっとも実現されていない、そしてもっとも重要な機能だと考えられます。デジタルヒューマン技術を用いることで、ヒトの関わるシステムが個人に適合して安全で使いやすくなり、状況に応じて適切なサポートができるようになることを目指しています。

主な研究分野

教育連携講座を担当する多田はデジタルヒューマン技術の専門家として、前述のテーマのうちデータベース及び統計学に基づいた標準・個人デジタルヒューマン生成のためのモデル化と運動計測・解析デバイス・システム開発の研究を行っています。また、デジタルヒューマン研究グループにはヒトの神経筋骨格構造のモデル化と、それを用いたヒトの運動生成・制御メカニズムの解明の研究を行っている研究者もいます。

今年度、本講座で募集する主な研究テーマは以下の2項目です。これらは現在進行形の研究プロジェクトの一部であり、他にも関連する多くの研究テーマが考えられます。テーマ選択の際には、本人の希望を優先します。

1) 解剖学及び計測に基づくポリリメトリックデジタルヒューマンモデルの構築 (図1)

骨格や筋、臓器等の形状や機能に関する解剖学的知見や医用画像に基づき、ヒトの形体や機能をコンピュータ上に再現するためのモデル化技術を研究します。本年は、現在構築しているポリリメトリックデジタルヒューマンモデルに基づき、手足部の詳細化や体幹・腹腔等のモデル化について研究します。



図1: 解剖学及び計測に基づくポリリメトリックデジタルヒューマンモデルの構築

2) デジタルヒューマンモデルに基づく運動生成・制御の理解 (図2)

光学式モーションキャプチャやフォースプレートを用いてヒトの運動を計測し、運動学や動力学により関節角やトルクを計算し、ロボティクスや統計学の手法によりその背後にある運動生成・制御のメカニズムの解明を研究します。本年は、現在構築しているポリリメトリックデジタルヒューマンモデルを用いて日常動作やアスリートパフォーマンスの計測・解析を行い、運動データの統計学的解析や特徴・変容の抽出について研究します。



図2: デジタルヒューマンモデルに基づく運動生成・制御の理解

研究設備

- ・3次元形状スキャナ(足部用、全身用)
- ・モーションキャプチャ (VICON, Optitrack)
- ・ワイヤレス表面筋電計
- ・カセンサ、床反力計
- ・トレッドミル
- ・3Dプリンタ
- ・テレビ会議システム

学生生活

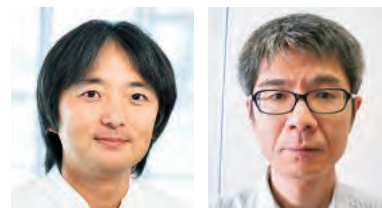
当研究室には2004年から毎年1～2名の学生が在籍し、他大学から受け入れている10～15名の学生と共に研究をしています。外国人研究者や在外研究研究者が多く、国際会議での発表や留学など、国際交流が盛んです。

その他のイベント

- ・研究進捗ミーティング
- ・デジタルヒューマンシンポジウム
- ・DhaibaWorks技術協議会
- ・新年会、忘年会、歓送迎会、反省会など(適宜)

放射線機器学研究室 (国立研究開発法人国立循環器病研究センター研究所)

URL: <http://www.ncvc.go.jp/res/divisions/radiology/>

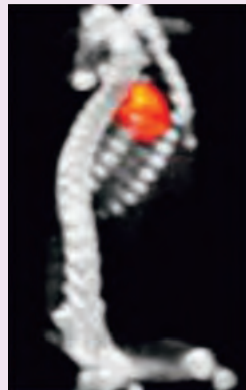


(写真左から)
客員教授: 樋口 隆弘 thiguchi@ncvc.go.jp
客員准教授: 越野 一博 koshino@ncvc.go.jp

研究室概要

本研究室は、国立循環器病研究センター研究所・画像診断医学部との教育連携研究室で、画像診断法の開発と応用研究を行っています。

PET、SPECT、MRIなどの最先端の画像診断技術は、日常の診療で重要な役割を担っていますが、疾患の本質を理解することや、新しい病態の発見にかかる臨床研究にも貢献しています。また、新しい治療法や治療薬の開発においても利用されるに至っています。私たちの研究室は、情報工学に基づく新しい画像処理法と撮像技術の開発を行いながら、診断指標を医療の中で提案し、実証することを目指しています。



高解像度ピンホールSPECT装置を独自に開発し、マウスの機能イメージングに成功しました

新しい画像処理法と撮像技術の開発を行う一方、これらの方法の動物実験評価と臨床応用を行っています。循環器疾患の分野では、多くの治療薬の開発や、再生医療の研究開発がおこなわれていますが、この中で画像診断の技術は、これらの治療技術の有効性を限りなく無侵襲に、繰り返し観察することができるので、重要な役割を担います。中でも微量の放射性同位元素を利用するPETやSPECTなどの核医学手法や、高感度MRI撮像法は、臨床研究や動物実験においても、病態の変化や治療に基づく改善を高感度で観察することができます。私たちは、このための新しい画像撮像法や画像解析手法の開発を行っています。

また、私たちの研究領域は多くの分野にまたがっており、これにかかる医用工学研究者を中心に、医学、生物学、薬学、化学分野の一線の研究者や技術者、医療関係者、各界の企業人が協力しています。ユニークな研究環境であると同時に、多分野研究者・技術者間の情報交換の拠点と

なっています。本研究室では、将来の医療に貢献できる、情報工学出身の若い研究者と技術者の育成を目指しています。



主な研究分野

脳や心筋領域の画像診断技術の開発研究を行っています。情報工学的手法に基づき、新しい画像診断技術の開発や、既存の技術の改良、臨床研究を支える標準化に向けたプログラムの開発が主な分野です。今までに開発された成果の一部は、国内外の臨床診断や多施設臨床研究に貢献しています。

研究設備

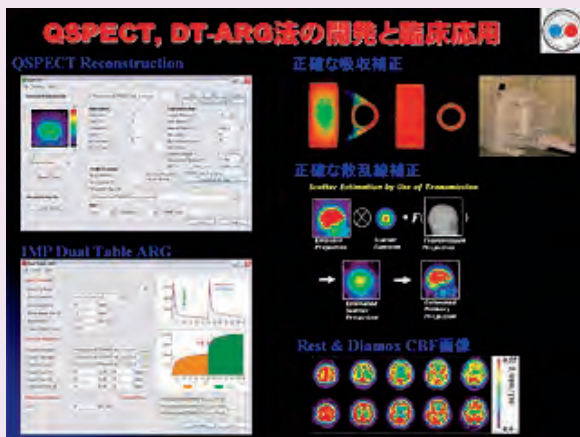
研究用のPET装置、SPECT装置、3テスラMRI装置、血管造影装置、さらにポジトロン放出核種を生成する小型サイクロトロン、有機薬剤合成設備を有しており、最先端の画像診断機器および画像処理プログラムの開発環境が整っています。

共同研究

フィンランド国立PETセンター、東芝(株)、シーメンス・ジャパン(株)、GEヘルスケア・ジャパン(株)、日本メジフィジックス(株)、(株)モレキュラーイメージングラボ、(株)ABX-CRO(独国)など

卒業生、研究員の進路及び就職状況

国立循環器病研究センター研究所、秋田県立脳血管研究センター、カロリンスカ研究所、大阪大学(准教授)、香川大学医学部(准教授)、フィンランドPETセンター、大阪府立成人病センター、GEヘルスケア・ジャパン(株)、(株)島津製作所、(株)モレキュラーイメージングラボ、(株)テルモなど



セキュアソフトウェアシステム研究室 (国立研究開発法人産業技術総合研究所)

(写真左から)
客員教授：大岩 寛
客員准教授：Affeldt Reynald



研究室概要

IoTや組み込み技術の発展により、コンピュータソフトウェアがいわゆる汎用コンピュータだけでなく、自動車、航空機、家電製品、医療機器、工場設備など我々の生活や生命の安全性に直結する機器に組み込まれて使われるようになってきた現代において、システム全体の信頼性を確保することは、きわめて重要な産業上の要請になってきています。また、ソフトウェアの規模が拡大し、複数のシステムが有機的に通信・連携する時代において、利用者がソフトウェアを「見て」安全性を直接確認することが出来ない以上、工学的な手法でシステムチェックに安全なソフトウェアを構築し、さらにその安全性を他人にきちんと説明する根拠立てを作ることが、重要になってきています。本研究室では、ソフトウェアを含むIoTシステムの安全性の担保に必要な技術を研究開発し、産業としての安全なソフトウェア構築手段の体系化を目指します。

主な研究分野

1) IoTや組み込みシステム全体の安全性を担保するための技術

- ・IoTサービスのためのセキュリティアーキテクチャ・基盤システム
- ・システム全体を俯瞰したソフトウェアセキュリティアーキテクチャ
- ・IoT基盤におけるソフトウェアの信頼性担保のための技術

2) ソフトウェアの安全性を担保・説明するための基盤技術

- ・ソフトウェア安全性を論理的に検証する技術（形式検証）
- ・ソフトウェアの正しさを網羅検査する技術（モデル検査）
- ・形式的手法に基づくプログラムテスト
- ・その他、プログラムの意味や安全性を議論するための技術
 - ・プログラムの仕様記述法、数理的技法、形式技法、仕様記述論
 - ・プログラミング言語の理論と実装
 - ・プログラム開発工程の追跡技術
 - ・その他ソフトウェアの解析技術

研究の進め方

まず、それぞれの志向する研究テーマに応じて、必要な情報科学の基礎知識を身につけていただきます。たとえば安全性担保技術については、プログラミング言語理論や形式手法に必要な数学的素養などがそれに当たります。また、計算機アーキテクチャや数理論理学等も、分野によっては知識が必要になります。また、可能な限り企業等との共同研究などに参画していただき、具体的な実例を元にした研究が出来るようアレンジする予定です。例として挙げたようなテーマの他にも、ソフトウェアの信頼性・安全性の向上につながるような内容であれば、可能な限り学生の自主的な取り組みを重視します。修士論文や博士論文のテーマ決定に際しては、相談にはのりますが、最終的には自ら決めていただきます。

産官学連携、国際連携など

本研究室は教育連携研究室ですので、産業技術総合研究所（情報技術研究部門）で研究指導を行います。2年目はつくばセンター（茨城県つくば市）での活動を基本としますが、研究テーマによっては関西センター（大阪府池田市）や臨海副都心センター（東京都江東区）に在籍する研究者も含めて、その分野のエキスパートの支援を受け、より高度な研究を実現することを目指します。研究所で進めている産官学連携活動に参加し、企業との共同研究を体験する機会もあります。

ネットワーク統合運用研究室 (国立研究開発法人情報通信研究機構)

メールアドレス:tblab-info@is.naist.jp



(写真左から)
客員教授:小林 和真
客員准教授:河合 栄治

研究室概要

ネットワーク統合運用研究室は、情報通信研究機構・総合テストベッド研究開発推進センターとの教育連携研究室です。本研究室では、これからのインターネットの進化を実現するために必要となる新しいネットワーク・サービス技術について研究活動を行います。特に、日本が誇る世界最大級の広域テストベッドネットワークJGNを活用し、基盤技術の研究開発から、ベンダーやキャリアなどの産業界も交えて共同で行う大規模実証実験、さらにはそうした新技術の世界展開を実現するための活動を進めていきます。

- ・情報通信研究機構 <http://www.nict.go.jp/>
- ・総合テストベッド研究開発推進センター <http://testbed.nict.go.jp/>
- ・JGN <http://www.jgn.nict.go.jp/>

主な研究分野

1) ネットワーク仮想化技術

インターネットは、通信回線を仮想化することでその利用効率を劇的に向上し、世界中に普及しました。この仮想化の概念をさらに推し進め、ネットワークインフラの高度化を実現することが求められています。例えば、ネットワークインフラを仮想化することで、その一部分(スライスと呼ばれる)を他から隔離した形でユーザに提供することが可能になります。私たちはこれらのネットワーク仮想化技術およびその運用技術の研究開発を進めています(図1)。

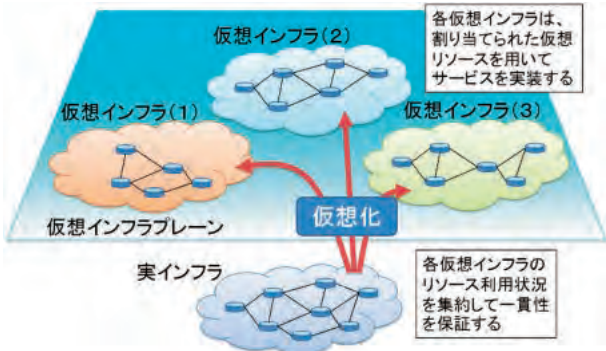


図1: ネットワークインフラ仮想化のモデル

2) 次世代・新世代ネットワーク技術

現在のインターネットは、改良を重ねて通信基盤としての現在の地位を確立しました。一方で、今のインターネットの仕組みでは解決が困難な課題がいくつか残されたままであり、これからの進化の大きな障害となることが予想されています。そこで近年、従来のインターネット技術を大きく変えることでこうした課題の根底からの解決を目指す研究開発が世界中で盛んになってきています。そうした全く新しい技術を広域インフラで実導入し、様々な実証実験を実現するための技術(新世代ネットワークテストベッド技術)について研究開発を行っています。

3) オркестレーション技術

ネットワーク仮想化技術や次世代・新世代ネットワーク技術を基礎とする新しいネットワークインフラでは、様々なリソースをサービス要求に応じて動的に結合する仕組みが必要となります。オーケストレーション技術とは、そうした目的のためにインフラリソースを協調動作させ、最適化するための技術です(図2)。

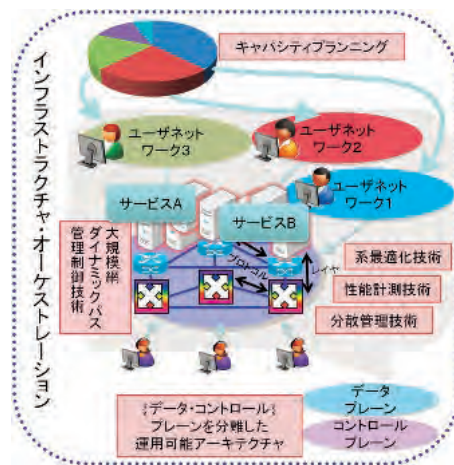


図2: オркестレーション技術

研究設備

- ・超高速広域ネットワークインフラ (JGN)
- ・国内回線、国際回線、基幹ルータ・スイッチ、クラウドインフラ (仮想ホスト、仮想ストレージ)

共同研究・社会活動など

- 連携先である情報通信研究機構はもちろんのこと、様々な大学、企業、組織がJGNを活用して研究活動を進めています。本研究室ではこうした研究活動との連携も行う予定です。
- ・SDN/OpenFlow技術 (日本電気)
 - ・オーバレイ通信技術 (大阪大学)
 - ・クラウド連携技術 (WIDEプロジェクト)

超高信頼ソフトウェアシステム検証学研究室 (国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構)

URL: <http://stage.tksk.jaxa.jp/jedi/JAXA/lab/index.html>
<http://stage.tksk.jaxa.jp/jedi/index.html>



(写真左から)
客員教授: 片平 真史 masa-katahira@is.naist.jp
客員准教授: 石濱 直樹 ishihama@is.naist.jp

研究室概要

今日、組み込みシステムや社会インフラシステムは、国家や人命の安全を支える根幹として位置づけられており、それらの超高信頼性を確保することは社会全体の安全性を高める上での最重要課題の一つです。超高信頼ソフトウェアシステム検証学研究室では、宇宙航空研究開発機構 研究開発部門 第三研究ユニットの持つ、宇宙システムにおける超高信頼性や安全性に関する研究および実践における高い実績にもとづいて、極限環境で正しい動作が求められるソフトウェアの超高信頼性・安全性を実現するためのソフトウェア検証方法論を研究します。特に、現在の重要課題である、複雑分散ソフトウェアシステムの検証網羅性保証(End-to-End評価)に必要な以下の方法論を研究・教育します。これらの研究成果は、宇宙システムに限らない、社会基盤システム全般の超高信頼化への応用が期待されています。

主な研究分野

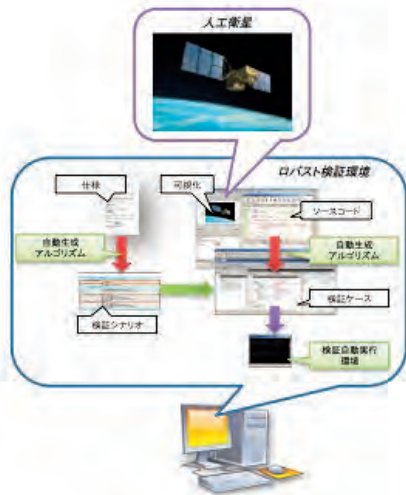
1) 高信頼性・安全性検証手法

・ロバスト性検証技術

仕様外要求を含めたロバスト性検証の要素技術、検証環境の自動生成アルゴリズムや方法論を研究・開発します。

・検証自動化技術

システム構成、運用条件、不具合パターンモデルなどを用いた検証ケース自動生成及び自動合否判定のためのアルゴリズムや方法論を研究・開発します。

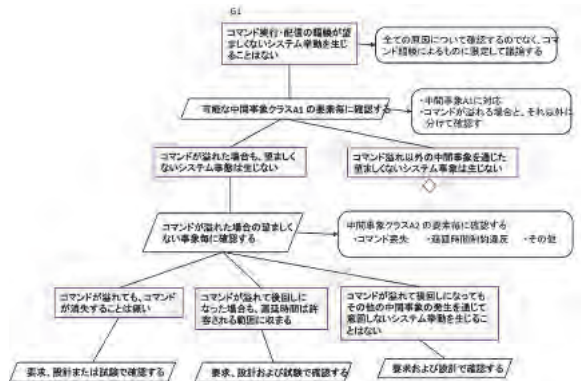


ロバスト性検証技術・自動検証技術の概念図

2) 高信頼性・安全性評価手法

・検証網羅性評価技術

複数のソフトウェアシステムから構成される多種の検証情報に基づきソフトウェアシステム全体のEnd-to-Endの検証網羅性を評価する技術を研究します。



アシュアランスケースを用いた検証網羅性評価

・欠陥伝搬評価技術

ソフトウェアシステム全体の欠陥モードの体系化及びそのシステムへの影響度評価手法を研究・実証します。

研究の進め方

前半は大学の基幹研究室を中心に研究指導し、後半は、JAXAにおける特定の題材をもとに、修士論文のテーマを決定します。まず、基幹研究室においてソフトウェアやソフトウェアを中心とした複合的システムの開発や品質保証技術等の基礎的な知識と技術を身につけていただきます。次に専門演習やJAXAにおけるインターンシップ等を通じて、システムの超高信頼性や安全性を実現するための技術(独立検証妥当性確認(IV&V)、モデルベース検証、システムアシュアランス等)を学びます。

産官学連携、国際連携など

本研究室で身につける知識・技能は宇宙システムだけではなく幅広い分野の組織に求められるものです。人材育成プログラムや産官学連携活動への参加を積極的に支援します。JAXA筑波宇宙センターでのインターンシップ等も企画します。また、テーマによっては、海外宇宙機関との国際共同研究も行います。



情報科学研究科研究設備

空気圧人工筋駆動7自由度マニピュレータ

16本の空気圧人工筋により、7自由度を制御可能なマニピュレータです。その柔らかさを生かして、人間に直接触れながら力学的にアシストを行う研究などに利用できます。



高性能双腕冗長ロボットアーム・ハンドシステム

人と同じ自由度を持つワイヤー駆動式双腕冗長ロボットアームと3指ロボットハンドによって構成されたシステムです。ロボットアームはギヤを用いないワイヤー駆動方式により、人のように滑らかで高速な運動を実現します。また、トルク制御モードでは人との安全なインタラクションを行うことが可能です。一方、ロボットハンドは2本指がリンクして移動する機構により、多種形状ワークのハンドリングを容易に実現します。このシステムにより、人の巧みな運動スキルや物体把持動作に関する技術の研究開発に取り組んでいます。



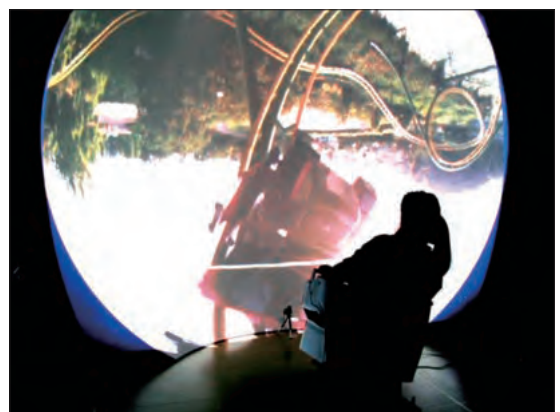
遠隔地間相互臨場感伝送装置

衛星通信装置や無線通信装置を用いて、遠隔地にされたグラフィックワークステーションを相互接続し、VRおよびビデオコンファレンスによる遠隔医療診断などを可能とする通信システムおよび画像処理システムの研究開発に用いられています。MPEG-2によるビデオ画像のエンコーダ/デコーダ装置、VR画像の生成に必要な画像処理ワークステーション、高速通信システム、移動体通信システムによって構成されています。



没入型大型球面ディスプレイ

広視野角・高解像度の画像をユーザに提示するための設備です。本設備は、直径約4mの大型球面ディスプレイ、高解像度広角プロジェクタから構成されています。高解像度全方位カメラによって撮影された全方位動画の再生や屋外三次元モデルを用いたウォークスルーによって、遠隔地の情景の体験や仮想化現実環境をユーザに提示する研究に用いられています。



双腕作業ロボットシステム

日常生活での作業・物体操作を研究するための双腕ロボットシステムです。頭部に装着された2眼カメラシステムをパン・チルトさせて環境の情報を取得することができ、腕部に6自由度、手先に4自由度を有する手腕により器用な動作を実現することができます。またOpenRTMと呼ばれるロボット向けミドルウェアを使用することで、システム構成も柔軟に変更することができます。今後、このロボットシステムを用いて、人の作業知能の解明に取り組んでいきます。



行動メディアシステム

ロボットのような自律機械と人間が同じ空間内に共存する環境では、人間と機械間の相互作用の新たな手法の実現が課題となっています。人間・ロボットの行動を多種類のセンサを用いて実時間で認識するとともに認識した行動情報に基づき行動を生成・提示しインタラクションをおこなうため身長158cm、31自由度をもつアクトロイド、そして複数台カメラ、モーションキャプチャシステムからなるシステムです。



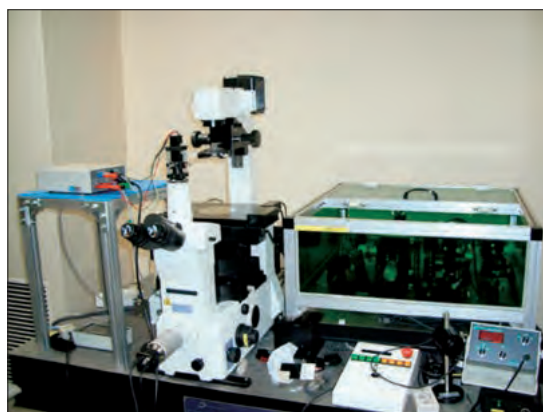
生命機能計測装置

ナノバイオロジーのための研究装置で、倒立型光学顕微鏡をベースにして構成され、顕微鏡下の試料に対してレーザー光を入射し、生体分子から発生する蛍光やラマン散乱光などの分光スペクトルを計測して、イメージングできる装置です。



エバネッセント顕微鏡装置

生体分子の一分子計測のための研究装置で、レーザービームの全反射時に生じるエバネッセント場を用いて基板から200nm程度の距離内にある蛍光分子を励起し、高感度冷却CCDカメラで検出することで一分子イメージングすることができます。また光ピンセットと組み合わせることでフェムトニュートンオーダーの微弱な一分子間の相互作用力を計測することもできます。



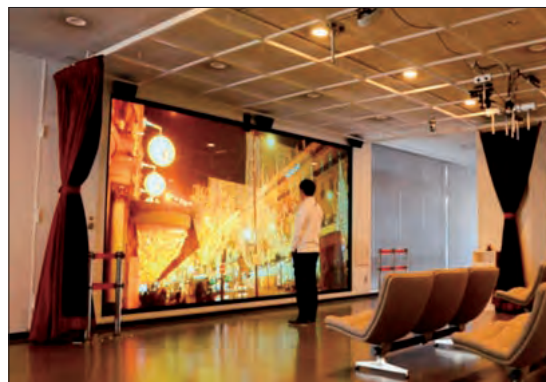
極短パルスレーザ顕微鏡分光装置

細胞内の生体分子について調べるための研究装置で、レーザー光のエネルギーを10兆分の1秒の時間に凝集して発光させて、さらに顕微鏡に入射して集光することで、 $1\text{TW}/\text{cm}^2$ 以上の高エネルギー密度を持つ光の場を作り出し、生体分子や蛍光分子に同時に多数の光子を吸収させて発光現象を起して分光計測したり、細胞膜を切断したりできる装置です。



インタラクティブ超高精細映像研究システム

ハイビジョン映像の4倍の解像度をもつ4K映像の送受信が可能なシステムであり、臨場感のある映像を表示することができます。このシステムを学内外の超高速ネットワークを利用して、遠隔地とのやりとりをその距離を意識することなく行うことができるよう、画像処理技術とネットワーク技術を融合した新世代のマルチメディアシステムの研究開発を行っています。



小規模計算機サーバ

大規模な画像処理やデータマイニング、シミュレーションなどの高度な計算能力を必要とする科学・技術研究を遂行するために利用するシステムで、学内どこからでも利用できます。構成は以下の通りです。

- 大容量共有メモリノード (6ノード)
CPU: Intel Xeon 2.4GHz 80コア、メモリ: 2TiB
- クラスタノード (120ノード)
CPU: Intel Xeon 3.0GHz 20コア、メモリ: 64GiB
- 超並列演算ノード (2ノード)
GPGPU: NVIDIA Tesla K20X 4モジュール、CPU: Intel Xeon 2.6GHz 16コア、メモリ 128GiB
- 大容量データ処理 (Hadoop) ノード (18ノード)
CPU: Intel Xeon 2.2GHz 16コア、メモリ: 64GiB、二次記憶装置: 36TB
- 広帯域分散ファイル (GlusterFS) サーバ
二次記憶装置: 450TiB、スループット: 17GB/s以上

また、ジョブ管理システムや並列計算ライブラリ、各種コンパイラ、各種ソフトウェア開発環境等のさまざまなソフトウェアを備えています。



大規模実験クラウド基盤システム

大規模なクラウド環境をエミュレートすることができるシステムで、135の物理ノード、4式の仮想ノード、1つのネットワーク負荷トラフィック生成ノード、1つのネットワークトラフィック解析ノードから構成されています。



光学式モーションキャプチャシステム・筋骨格シミュレータ

反射マーカの3次元位置情報を最大サンプリング周波数1kHzで精度良く計測することができる、リアルタイム光学式モーションキャプチャシステムです。バイオメカニクスやヒューマン・ロボットインタラクションなどの研究に幅広く活用しています。また、筋骨格シミュレータを用いることで、モーションキャプチャシステムで計測したデータから、全身の筋肉の張力や関節モーメントなどの内部状態を推定することができます。



実世界行動生成装置

人と同じ空間を共有するロボットには、人と同じ環境を行動する能力が求められます。人と似た構造を持つヒューマノイドロボットは、そのような研究をおこなうプラットフォームとして最適です。このヒューマノイドロボットは、実現できる作業の自由度を考慮して、腕部に7自由度、脚部6自由度、全体として計34自由度を持ちながら、身長151cm、体重38kgと小型・スリムなため運用性・適用性に優れています。今後、このヒューマノイドを用いて、知的な全身動作の実現に取り組んでいきます。



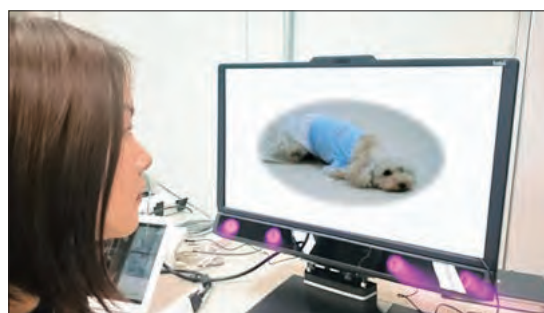
ウェアラブル視線計測システム

このウェアラブル視線計測システムを用いれば、ユーザが自由に動き回るような場合においても、どこをどのよう見ているのか研究・調査することが可能となります。このシステムには前方画像を捉えるシーンカメラが備わっており、その画像と視線位置を照合することで対象者が何を見ていたのか確認することができます。また、このシステムを脳波・心電図・モーションキャプチャシステムなどと同期させて計測することも可能です。二台の視線計測システムを所有しており、それらの間の同時計測も可能となっています。



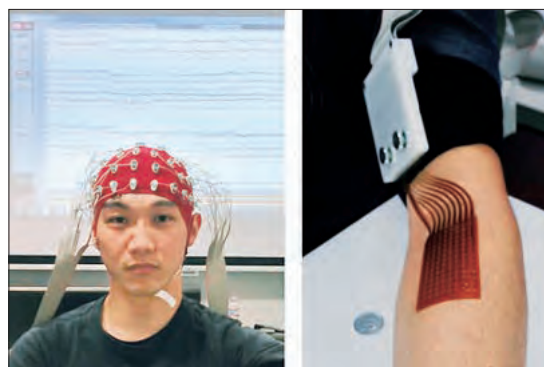
高精度視線計測システム

300Hzのサンプリングレートでの計測が可能な、高精度視線計測システムです。頭部の動きに対しても代償可能となっています。本システムではスクリーンが発する光に基づいて、脳波など様々な生体信号との同期が可能となっています。



多チャンネル脳波および表面筋電図計測システム

このシステムは多チャンネル脳波および表面筋電図の計測に用いられます。ヘッドキャップにピン型のアクティブ電極を差し込むことで脳波計測を開始でき、従来の脳波計測装置より開始までに要する時間を短縮できます。表面筋電図は柔軟な高密度格子状電極を用いて計測できます。この格子状電極を用いることで、表面筋電図トポグラフィを得ることが可能となります。



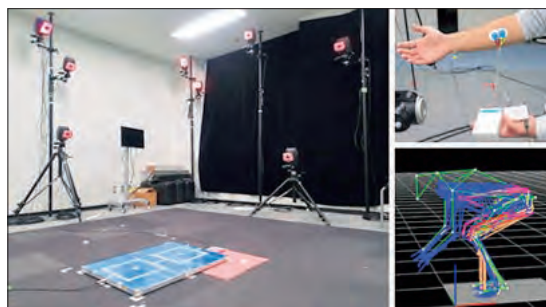
簡易ドライビングシミュレータ

簡易ドライビングシミュレータです。グラス型の視線計測装置と併用することにより、ドライバーの視線を計測することが可能です。運転者がどのような視覚情報処理を行いながら運転しているのか検証する場合などに用います。



光学式モーションキャプチャシステム/床反力計/表面筋電計

光学式モーションキャプチャシステム、床反力計、表面筋電計です。筋骨格シミュレータを用いることで、計測データから全身の関節トルクや筋張力などが推定可能です。



IoTアクセラレーション実験設備

ARMとFPGA/GPUが1チップ化されたSoCボード群です。ARM上で動作するLinuxから、FPGA/GPU/独自開発LSIなどを直接制御して、IoTアクセラレーションに関する実験を行っています。



大規模FPGA実験設備

デスクトップPCのPCIスロットに接続する大規模FPGAボード群です。Intel上で動作するLinuxから、大規模FPGAを制御して、大規模アプリケーションの高速化実験を行うことができます。また、新素材デバイスにより試作した、アナログニューラルネットチップをFPGAに接続する実験も行っています。



大規模シミュレーション基盤

XEON E7-8890-v2を8基(120コア240スレッド)搭載する計算サーバ上でMATLAB+Simulinkを利用しています。回路・アーキテクチャシミュレーション、アプリケーションの並列高速化実験などに使用しています。他に、XEON 40コア、32コア、Xeon Phi搭載サーバ、各種GPU搭載サーバを運用しています。



大規模データリアルタイム処理システム

512GBのメモリを備えた24CPUコアXeon E5-4617@2.8GHzの大規模計算サーバ1台と、256GBのメモリを備えた8CPUコアXeon E5-2643@3.3GHzの計算サーバ4台と、実効容量合計44TBのRAID10大規模ファイルサーバからなるシステムで、言語情報を中心とした大規模データから知識を獲得し、リアルタイムで処理する研究設備です。言語情報に基づいて、高速かつ柔軟にテキストを検索したり、多言語を解析・翻訳したりする研究開発に役立っています。



ユビキタスディスプレイ実験室

ユビキタスディスプレイシステムは、SXGA+プロジェクタ5台、50インチハイビジョンプラズマ3台、42インチ縦型タッチパネルプラズマ2台、ムービングプロジェクタ1台、世界最大級270インチタッチインタフェース&UMU SCREENからなる様々な種類のパネルを組み合わせたシステムです。異なる種類のパネルを組み合わせることで、ミーティングやコミュニケーションを高度化する研究を行っています。



ソフトウェアデータ蓄積システム

実効容量25TBのRAID6HDD+キャッシュ用に1TB超のSSDを備えた超高速高信頼ネットワークストレージと、合計72CPUコアを有するブレードサーバ群を仮想化プラットフォームvSphereにより統合したデータ収集用プライベートクラウドシステムにより構成される。



インテンシブ解析サーバシステム

ハードウェアとして合計32コア/64スレッドの超高速CPUと主記憶256GB、スクラッチデータ保存用超高速SSD480GBを備え、7種の代表的なソフトウェア解析アプリケーションを搭載した解析専用計算機。



ウェアラブル脳活動状態計測装置

頭部に装着した光トポグラフィ方式の脳血流センサによる測定結果を腰に装着した送信装置からWiFi方式の無線LANを通じて記録できる、ウェアラブル(装着可能な)測定装置。



解析結果表示装置

膨大なハイビジョンモニタ6面で構成され、一つの大きな画面、あるいは2x2サイズ1面+独立2面といった具合に表示方式を柔軟に変更できる超大画面モニタ装置。



知能コミュニケーション処理システム

概念辞書獲得、情報信頼性分析、機械翻訳、音声・言語処理、言語外情報分析等の知能コミュニケーション処理の研究に必要な不可欠な大規模Webコーパスを構築し、効率的に共有利用するためのPCクラスタシステムです。高速な演算能力を持つPCクラスタおよび大規模容量を持つファイルサーバから構成されます。

研究用高速ストレージサーバ

音声翻訳などの知能コミュニケーションの研究におけるモデル構築に用いる高速ストレージ装置です。複数台の計算アクセスに高速に対応するため、ファイルシステムのスループットが最大で24Gb/secであり、バッチ処理とインタラクティブ処理に対応が可能で、クライアント数に応じてスケールアウト可能する48TBの高速ストレージサーバで、大量のデータを用いるモデル構築に役立っています。



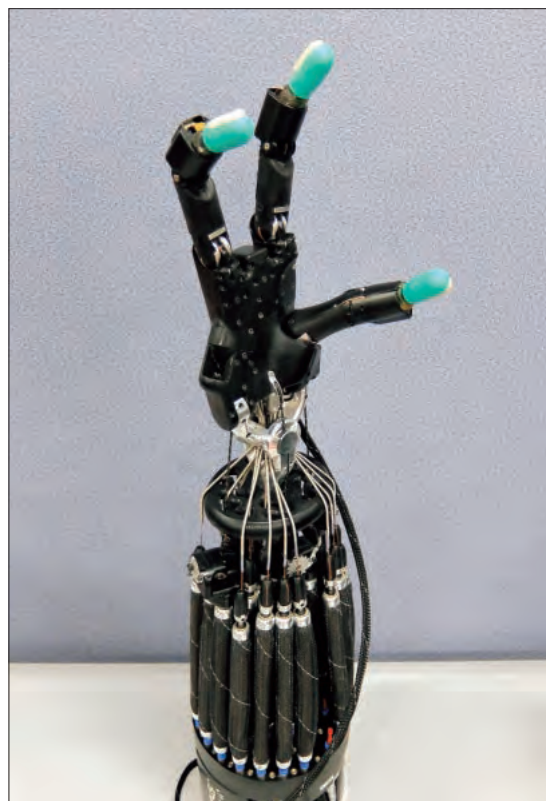
知能コミュニケーション研究用生体計測装置

脳を始めとする生体の計測を行う装置です。32chの記録、バッテリー駆動ができる脳波計測解析装置で、人間のコミュニケーションにおける脳活動、生体反応を計測する知能コミュニケーションの研究に役立っています。



超技巧ロボットハンド

人工筋肉と触覚センサを備えたロボットハンドです。平均的な成人男性の手の大きさに合わせてつくられています。ロボット制御用オペレーティングシステムROS (Robot Operating System) により統合されており、高いコンプライアンスや高感度センシングを必要とする様々な応用用途に利用できます。



大容量高速サーバー

合計592コア、メモリ2.6TBを備えた26ノードクラスターと、110TBのデータを収容できる高速分散ファイルシステムにより、あらゆるコミュニケーションでの大容量データのリアルタイム獲得・処理が可能になります。クラスターは、テキスト・音声データへの高速かつ柔軟なアクセス、多言語テキスト解析・翻訳などの研究に利用されています。

NIRS (Near-infrared spectroscopy)

近赤外光により脳の活動状態をリアルタイムに計測して脳の機能局在を解析する16チャンネルNIRS技術。血液成分のヘモグロビンは光を散乱させますが、そこに酸素がくっついていると、その吸収・散乱の度合いが変化します。NIRSはその度合いを測定し、酸素化ヘモグロビンの濃度変化を計測します。



衛星インターネットカー

衛星回線を利用してアドホックにインターネット通信環境を提供することができる車両です。このシステムは、災害時などに臨時的に通信インフラを提供することが可能です。



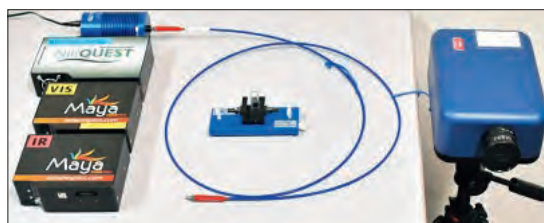
スマートホーム

ユビキタスコンピューティングシステム研究室では、2013年4月より大学内に建設された実験用住宅設備スマートホームを用いて研究を行っています。本設備は、リビング・ダイニング、キッチン、洋室、洗面室、浴室、トイレ、廊下、玄関からなる居住空間で、居住者の活動をセンシングする、ドアの開閉検知、使用電力の計測、温度・湿度の計測、照度の計測、位置の測位などを行うための多数のセンサを備えています。本設備を用いて、新しいセンサの研究、それらをつなぐセンサネットワークの研究、つながったセンサや家電の連携に関する研究、センサによる行動認識の研究、行動認識に基づいた住環境の快適化に関する研究など、基礎から応用に至るまで、さまざまな研究を行っています。



ハイパースペクトルカメラと分光器

これらの装置を用いることで、さまざまな分野で用いられる分光解析を行うことができます。ハイパースペクトルカメラを用いれば、空間解像度が696×520ピクセル、波長分解能が400-1,000nmに対して128バンドの画像を撮影することができます。また、分光器については3種類が利用可能であり、それぞれ200-1,100nm、500-1,375nm、900-2,500nmの波長を取得することができます。



マルチモーダルコミュニケーションロボット

このロボットでは言語的なコミュニケーションだけでなく、ジェスチャーなどの身体性を用いたマルチモーダルな対話に関する研究を行うことができます。また、搭載する視覚、聴覚、触覚センサによって概念獲得の研究にも用いられています。





バイオサイエンス研究科

(平成30年度より「先端科学技術研究科」に統合予定です。)

教育研究分野

研究科の大学院生は入学後、志向する研究分野に応じて、自由に所属研究室を選択することができます。研究室を研究材料や研究内容の観点から分類すると次のようになり、バイオサイエンスの最先端分野のほぼすべてを網羅しています。

材 料 別	
動物系	分子情報薬理学研究室 / 機能ゲノム医学研究室 / 腫瘍細胞生物学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 応用免疫学研究室 / 分子医学細胞生物学研究室 / 幹細胞工学研究室 / 発生医科学研究室 / 器官発生工学研究室 / 細胞シグナル研究室 / 構造生物学研究室 / 遺伝子発現制御研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室 / 細胞成長学研究室 / 疾患ゲノム医学研究室
植物系	植物細胞機能研究室 / 植物発生シグナル研究室 / 植物代謝制御研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 構造生物学研究室
微生物系	植物免疫学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 応用免疫学研究室 / 原核生物分子遺伝学研究室 / システム微生物学研究室 / 細胞シグナル研究室 / ストレス微生物科学研究室 / 膜分子複合機能学研究室 / 微生物分子機能学研究室
物質・システム系	システム微生物学研究室 / 構造生物学研究室 / 膜分子複合機能学研究室 / 遺伝子発現制御研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室

研究内容別	
分子医科学関連	幹細胞工学研究室 / 発生医科学研究室 / 器官発生工学研究室 / 細胞シグナル研究室 / 構造生物学研究室 / 計算生物学研究室
分子遺伝学関連	植物細胞機能研究室 / 植物発生シグナル研究室 / 植物代謝制御研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 機能ゲノム医学研究室 / 腫瘍細胞生物学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 器官発生工学研究室 / 原核生物分子遺伝学研究室 / システム微生物学研究室 / 細胞シグナル研究室 / 遺伝子発現制御研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室 / 疾患ゲノム医学研究室
細胞生物学関連	植物細胞機能研究室 / 植物発生シグナル研究室 / 植物代謝制御研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 分子情報薬理学研究室 / 腫瘍細胞生物学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 応用免疫学研究室 / 分子医学細胞生物学研究室 / 幹細胞工学研究室 / 発生医科学研究室 / 器官発生工学研究室 / 細胞シグナル研究室 / ストレス微生物科学研究室 / 構造生物学研究室 / 膜分子複合機能学研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室 / 細胞成長学研究室
生化学関連	植物細胞機能研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 分子情報薬理学研究室 / 機能ゲノム医学研究室 / 原核生物分子遺伝学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 応用免疫学研究室 / 分子医学細胞生物学研究室 / 幹細胞工学研究室 / 細胞シグナル研究室 / ストレス微生物科学研究室 / 構造生物学研究室 / 膜分子複合機能学研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室
発生生物学関連	植物細胞機能研究室 / 植物発生シグナル研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物共生学研究室 / 幹細胞工学研究室 / 発生医科学研究室 / 器官発生工学研究室 / 遺伝子発現制御研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室 / 細胞成長学研究室
神経生物学関連	分子情報薬理学研究室 / 発生医科学研究室 / 構造生物学研究室 / 神経システム生物学研究室 / 計算生物学研究室
植物分子育種関連	植物細胞機能研究室 / 植物発生シグナル研究室 / 植物代謝制御研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室
ゲノム生物学関連	植物代謝制御研究室 / 植物成長制御研究室 / 花発生分子遺伝学研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 機能ゲノム医学研究室 / 器官発生工学研究室 / 原核生物分子遺伝学研究室 / システム微生物学研究室 / 疾患ゲノム医学研究室
構造生物学関連	分子医学細胞生物学研究室 / 構造生物学研究室 / 膜分子複合機能学研究室
生理活性物質関連	植物細胞機能研究室 / 植物成長制御研究室 / 植物免疫学研究室 / 植物二次代謝研究室 / 植物共生学研究室 / 分子免疫制御研究室 / 応用免疫学研究室 / 幹細胞工学研究室 / 構造生物学研究室 / 膜分子複合機能学研究室 / 神経システム生物学研究室
応用微生物学関連	システム微生物学研究室 / ストレス微生物科学研究室 / 微生物分子機能学研究室
数理生物学関連	計算生物学研究室

研究室及び教育研究分野

植物科学

植物の発生、細胞周期制御、細胞分化、器官形成、遺伝子発現制御、生殖、光合成、情報伝達、ストレス応答、環境応答など植物細胞・個体が有する様々な生命機能の解明を目指す基礎研究から植物生産性増強、環境耐性増強など環境・資源・エネルギー・食糧問題等の解決に向けた応用研究まで、持続的発展が可能な社会の実現を目指した先端的な研究を推進できる研究人材を育成する。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	植物細胞機能 教授 橋本隆 准教授 庄司翼 助教 加藤壮英	植物の細胞骨格、細胞分化、二次代謝を制御する遺伝子の機能について、変異株、形質転換体、培養細胞、細胞内動態観察などを用いて研究・教育を行う。 [キーワード] 微小管、左右性、環境応答、シグナル伝達、二次代謝、有用化合物の代謝工学、傷害応答	P.68
	植物発生シグナル 教授 中島敬二 助教 宮島俊介 助教 郷達明	植物の細胞が固有の機能を獲得するしくみや、生殖細胞が作られるしくみの解明を目指し、分子生物学、トランスジェニック植物、イメージング技術などを用いて研究・教育を行う。 [キーワード] 細胞分化、細胞分裂、遺伝子発現制御、パターン形成、メリステム、胚発生、根、リプログラミング、情報伝達、転写因子、マイクロRNA、シロイヌナズナ、ゼニコケ	P.69
	植物代謝制御 教授 出村拓 准教授 加藤晃 助教 米田新 助教 大谷美沙都	環境・エネルギー問題の解決に向けて、植物細胞の分化制御機構、植物の機能と代謝の調節機構、有用GM植物・樹木の作出に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 木質バイオマス、細胞分化、細胞壁、遺伝子発現制御、樹木バイオテクノロジー、分子育種、植物による有用物質生産	P.70
	植物成長制御 教授 梅田正明 助教 高塚大知 助教 高橋直紀	植物の幹細胞の維持機構とDNA倍加の誘導機構に焦点を当てて、器官成長を続ける植物の成長戦略の解明と食糧や木質バイオマスの増産を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] 植物の器官成長、植物バイオマス、幹細胞、組織再生、細胞周期、DNA倍加、DNA損傷応答、植物ホルモン、シグナル伝達、クロマチン構造、エピジェネティクス、イメージング	P.71
	花発生分子遺伝学 教授 伊藤寿朗 助教 山口暢俊 助教 白川一 助教 和田七夕子	植物の花発生における時空間特異性の遺伝子発現制御機構、複数の遺伝子産物が調和的に機能する分子機構、環境応答性の解明を目指し、エピジェネティクスやその上流シグナル伝達に着目した研究・教育を行う。 [キーワード] 花発生、分子遺伝学、ゲノミクス、合成生物学、クロマチン、エピジェネティクス、シグナル伝達、ホメオティック転写因子、メリステム、環境応答	P.72
	植物免疫学 准教授 西條雄介 助教 晝間敬 特任助教 田島由理	植物が病原型から共生型までさまざまな感染様式をもつ微生物と織りなす巧妙でダイナミックな相互作用を対象とし、植物の免疫制御メカニズムや微生物の感染戦略について分子レベルで解明するための研究・教育を行う。 [キーワード] 植物免疫、パターン受容体、シグナル伝達、環境適応、遺伝子発現の制御と記憶、エピジェネティクス、感染戦略、エンドファイト、植物成長、共進化	P.73
	植物二次代謝 教授 峠隆之 助教 清水崇史	自然界に広く存在する植物二次代謝物の構造多様性の理解し、統合解析や種間比較解析などを用いて有用代謝物の産生に関わる遺伝子群の探索および解明に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 機能ゲノミクス、オミクス統合解析、種間比較、生理活性物質、生合成経路の解明、代謝物の構造多様性、機能付加育種、シンテニー領域解析、新機能獲得と収斂進化	P.74
	植物共生学 特任准教授 吉田聡子	甚大な農業被害をもたらす寄生雑草の駆除方法の開発を目指して、ハマウツボ科寄生植物の寄生の分子機構とその進化のメカニズムを解明するための研究・教育をおこなう。 [キーワード] 寄生植物、ストライガ、植物間相互作用、変異体、吸器形成、トランスクリプトーム解析、ゲノム解析、植物ホルモン、細胞壁、進化、パイオインフォマティクス	P.75

メディカル生物学

動物の発生、細胞増殖制御、細胞分化、器官形成、遺伝子発現制御、情報伝達、恒常性維持、ストレス応答など動物細胞・個体が有する様々な生命機能の基礎研究から神経疾患、代謝疾患、ガンなど様々な疾患原因の解明による出口を見据えた応用研究まで、健康社会の実現を目的とした先端的な研究を幅広く推進できる研究人材を育成する。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	分子情報薬理学 教授 伊東 広 助教 小林 哲夫 助教 梶 紀子	ヒトの身体の恒常性維持や個体形成を司るホルモン・神経伝達物質および細胞増殖・分化因子等による細胞応答の仕組みを解明し、がん・神経疾患・生活習慣病などの診断・治療への展開を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] シグナル伝達機構、Gタンパク質、がん細胞の接着・遊走、分子標的薬、機能性抗体、新規受容体リガンド、神経幹細胞の増殖・分化・遊走、一次繊毛の形成・機能	P.76
	機能ゲノム医学 准教授 石田 靖雅 助教 福田 七穂	ヒトやマウスの免疫系が「自己」と「非自己」を識別する際に PD-1 が果たす生理的役割を明らかにするとともに、マウス嗅覚神経細胞におけるmRNA局在化の分子機構を探索する研究、教育を行う。 [キーワード] PD-1、免疫、がん、免疫療法、嗅覚神経細胞、mRNA局在、mRNAサーベイランス、NMD、翻訳終結、ES細胞、遺伝子トラップ、ノックアウトマウス	P.77
	腫瘍細胞生物学 教授 加藤 順也 助教 横山 隆志	哺乳類細胞の細胞周期制御、細胞老化、細胞分化、アポトーシス、オートファジー、幹細胞制御などに興味を持ち、腫瘍細胞の増殖、分化、生存を制御する分子メカニズムに関する研究・教育を行う。 [キーワード] 細胞周期制御、チェックポイントコントロール、細胞がん化、白血病、血液幹細胞、がん幹細胞、遺伝子改変マウス、細胞老化、細胞分化、アポトーシス、p53、タンパク分解制御、COP9シグナロソーム	P.78
	分子免疫制御 教授 河合 太郎 助教 川崎 拓実 助教 織 大祐	免疫応答の発動メカニズムやその破綻により引き起こされる自己免疫疾患、アレルギー、炎症性疾患などの発症メカニズムを理解するとともに、治療や診断法の開発を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] 自然免疫、シグナル伝達、サイトカイン、炎症、自己免疫疾患、アレルギー、ワクチン開発、ノックアウトマウス	P.79
	応用免疫学 教授 新藏 礼子 助教 中西 慶子	抗体遺伝子の体細胞突然変異とクラススイッチの分子メカニズムについて、大腸菌や腸内細菌から哺乳動物細胞、遺伝子改変マウスを用いて解析し、病気の治療や予防へとつながる研究・教育を行う。 [キーワード] 抗体、体細胞突然変異、クラススイッチ組み換え、抗体工学、粘膜免疫、獲得免疫、B細胞活性化、腸内細菌、ゲノム不安定性、DNA修復	P.80
	分子医学細胞生物学 教授 末次 志郎 助教 塙 京子	脂質膜形態形成および脂質膜を介したシグナル伝達に関して、生体膜の形態機能形成に着目し、タンパク質と脂質分子の共役した細胞内での分子機構を解明することにより、細胞や動物個体に見られる形態形成機構を理解し、かつ、疾患形成を解明することを目指した研究・教育を行う。 [キーワード] 脂質膜、細胞骨格、シグナル伝達、細胞移動、超解像解析、イメージング、X線結晶構造解析、癌、遺伝病、システムズバイオロジー	P.81
	幹細胞工学 教授 栗崎 晃 助教 高田 仁実	発生過程で見られる組織形成のしくみを参考にしながら、幹細胞の分化制御方法を開発し、疾患モデルを構築して病気の発症機構の理解に貢献するとともに、組織再生への応用を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] 幹細胞、ES細胞、iPS細胞、分化、内胚葉、胃腺、肺前駆細胞、がん、組織形成、疾患モデル	P.82
	発生医科学 准教授 笹井 紀明 助教 西 晶子 (堀)	中枢神経系の多様な神経細胞の産生と機能維持の分子機構を知ること为目标に、神経細胞の発生における誘導因子と前駆細胞の反応性の関係を、ニワトリ、マウス胚をモデルとして分子レベルで明らかにするとともに、いったん産生された神経細胞の機能維持のメカニズムを解明する研究・教育を実施する。 [キーワード] 神経発生、神経管、パターン形成、シグナル伝達、ソニック・ヘッジホッグ、ニワトリ、マウス、繊毛、眼科疾患、膜タンパク質	P.83
	器官発生工学 准教授 磯谷 綾子 助教 由利 俊祐	異種キメラや疾患モデル動物を用い、異種及び異種キメラの環境で発生・分化した器官・細胞の機能解析、あるいは異種環境へ移植されたドナーの機能獲得やそれに必要な要因の解明を通して、再生医療につながる研究・教育を実施する。 [キーワード] 臓器形成、発生工学、幹細胞、移植、再生医療、異種キメラ、疾患モデル動物	P.84

基 幹 研 究 室	細胞増殖学 (学生配属はしない)	おもに骨代謝系を対象にして、哺乳類細胞の増殖・分化の制御機構を細胞並びに分子レベルで理解するための研究・教育を行う。 [キーワード] 骨代謝、破骨細胞分化、骨芽細胞分化/増殖、原がん遺伝子、骨代謝治療薬の開発
	★教 授 別 所 康 全 助 教 北 川 教 弘 (石田)	
	神経機能科学 (学生配属はしない)	学習・記憶の分子機構、海馬・大脳皮質の機能を研究・教育する。神経系での分子・細胞のイメージング、行動生理学的解析とその技術の開発を行う。 [キーワード] 学習、記憶、認知機能の分子・生理・動物行動生物学、神経系での分子・細胞のイメージングとその技術開発
	★教 授 稲 垣 直 之 准 教 授 駒 井 章 治	
研 究 室	動物遺伝子機能 (学生配属はしない)	動物の発生を制御する遺伝子の作用機構や転写の調節機構について、ヒトの病気と関連した遺伝子に注目し、ES細胞でのジーントラップなどの新技術も応用した研究・教育を行う。 [キーワード] ヒトの病気の原因遺伝子、骨・軟骨・脳・網膜・筋肉などの発生機構と疾患、ES細胞、ジーントラップ、mRNAサーベイルランスと翻訳終結、転写調節機構、メチル化DNA結合転写因子
	★准 教 授 石 田 靖 雅 助 教 岡 千 緒 助 教 松 田 永 照	
研 究 室	動物細胞工学 (学生配属はしない)	細胞 (酵母、動物細胞) や動物個体 (マウス) のストレス応答に関して、シグナル伝達・遺伝子発現制御の観点からその分子基盤を明らかにする研究・教育を行う。 [キーワード] 小胞体ストレス応答、タンパク質の品質管理、シグナル伝達、細胞質スプライシング、翻訳アレスト、新生鎖、リボソーム、糖尿病、膵島β細胞、腸炎、杯細胞、ゲノム編集、ジフテリア毒素
	★教 授 河 合 太 郎 助 教 都 留 秋 雄	

注) ★印: 兼任

統合システム生物学

生物の遺伝現象、進化、細胞増殖、環境応答、組織・器官形成、発生プロセス、神経ネットワーク形成などを対象に生命現象をシステムとしてとらえ、細胞生物学および分子生物学を基盤とする実験的アプローチと数理解析・数理モデル的アプローチの両面から追求する先端的な研究を推進できる研究人材を育成する。また、従来のバイオサイエンス研究に、情報技術やナノ技術などの新しい手法・視点を導入して、革新的な新たな科学・技術を創造する意欲と能力を持つ人材を育成する。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹	原核生物分子遺伝学	遺伝情報の正確な伝達がどのような仕組みに支えられているのか、あるいはこれとは逆に、不正確な遺伝情報の伝達により引き起こされる突然変異や染色体再編・異常はどのようなプロセスを経て発生するのかについて研究・教育を行う。 [キーワード] DNA複製、DNA修復、DNA組換え、突然変異、染色体の再編、進化、細胞増殖、細胞周期制御、酸素ラジカルによるDNA損傷、DNA損傷応答	P.85
	★教 授 真 木 壽 治 准 教 授 秋 山 昌 広 助 教 古 郡 麻 子		
基 幹	システム微生物学	細胞内機能ネットワークの完全な解明を目指したシステムズバイオロジーの教育・研究を行う。生物学上最も研究蓄積の大きい大腸菌を使い、全遺伝子の相互関係解明を目指したネットワーク生物学を進める。 [キーワード] ネットワークバイオロジー、システムズバイオロジー、ゲノム情報解析、interactome、transcriptome、proteome、metabolome	P.86
	★教 授 森 浩 禎 助 教 武 藤 愛		
研 究 室	細胞シグナル	酵母からヒトまで進化的に保存された細胞内シグナル伝達ネットワークの構造とメカニズムの解明を通して、疾患における細胞機能不全の分子機構の理解を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] リン酸化によるタンパク質機能制御、タンパク質相互作用ネットワーク、酵母分子遺伝学、ゲノム改変技術、細胞イメージング、糖尿病・がん増殖	P.87
	★教 授 塩 崎 一 裕 助 教 建 部 恒 助 教 両 角 佑 一		
研 究 室	ストレス微生物科学	微生物が進化の過程で獲得した様々な「環境ストレス」に対する適応機構について、分子・代謝・細胞レベルで解明し、多様な微生物機能を理解するとともに、微生物育種・物質生産などの技術開発を通して、バイオテクノロジーへの貢献を目指した研究・教育を行う。 [キーワード] 応用分子生物学、分子育種、物質生産、酵素機能改変、ゲノム情報、代謝制御、環境ストレス応答・耐性、シグナル伝達、アミノ酸の生理機能、レドックス制御、タンパク質活性制御、炭酸固定	P.88
	★教 授 高 木 博 史 准 教 授 木 俣 行 雄 助 教 渡 辺 大 輔 助 教 那 須 野 亮		
研 究 室	構造生物学	生命の調和のとれた「複雑さ」や「しなやかさ」の根源にあるタンパク質の高度な分子認識と、ダイナミックな構造変化を通して実現される活性制御や機能変換のメカニズムを、三次元分子構造に基づいて、原子レベルで解明する。 [キーワード] 構造細胞生物学、構造分子医学、構造植物学、化学生物学、蛋白質結晶学、細胞内シグナル伝達、細胞接着・細胞骨格、力学センサータンパク質、薬物標的タンパク質、植物ホルモン受容体	P.89
	★教 授 箱 嶋 敏 雄 助 教 北 野 健 行 助 教 森 智 行		

基 幹 研 究 室	膜分子複合機能学	生体膜を舞台とした基本的な生命現象には様々な膜蛋白質複合体が関わっている。これら複合体が織りなすダイナミックな構造変化に起因する分子メカニズムの解明に向け、新たな研究手法を組み合わせた構造生物学的解析による基礎研究・教育を行う。 [キーワード] 蛋白質科学、構造生命科学、蛋白質輸送、蛋白質立体構造形成、蛋白質相互作用、膜蛋白質複合体、トランスロコン、分子メカニズム、膜輸送体、X線結晶構造解析	P.90
	准 教 授 塚 嶋 智 也 助 教 田 中 良 樹		
	遺伝子発現制御	脊椎動物発生の過程で起こる体節形成や概日時計などの生物リズム、発生過程で起こる細胞運動パターン形成など生命の動的な現象の動作原理を解明することを目的とした研究・教育を行う。 [キーワード] 脊椎動物の体節形成、遺伝子発現の調節、発生過程の時間的制御、概日時計、細胞移動、左右パターン形成、ライブイメージング	P.91
	教 授 別 所 康 全 准 教 授 松 井 貴 輝 助 教 中 畑 泰 和		
	神経システム生物学	神経細胞や組織の形態形成の仕組みを、シグナル伝達、細胞骨格、細胞内輸送の観点から、分子・細胞・発生生物学的手法、力計測及び数理モデルの手法を用いて統合的に解明するとともに、その破綻により引き起こされる疾患の原因解明と治療法開発を目指す研究・教育を行う。 [キーワード] 神経回路、軸索、極性、対称性の破れ、細胞移動、細胞骨格、細胞内分子輸送、牽引力、シグナル伝達、ライブイメージング、ノックアウトマウス、ゼブラフィッシュ、システムバイオロジー、再生医学	P.92
	教 授 稲 垣 直 之 助 教 浦 崎 明 宏 助 教 鳥 山 道 則		
計算生物学	細胞・組織・個体レベルの機能発現の原理を解明することを目的とし、機能を表現する物理量と関連分子の実験データに基づいてそれらの相互作用を数理的に記述するとともに、機能と分子からなる統合的な生物システムについて研究・教育を行う。 [キーワード] 細胞変形、数理モデル、組織形成、機械学習、メカノバイオロジー、統計解析、細胞骨格、疾患の非侵襲診断、機能酵素推定、分子ゆらぎ	P.93	
准 教 授 作 村 諭 一			
細胞機能システム (学生配属はしない)	生命の基本単位である細胞を、ゲノムに書き込まれた遺伝子のネットワークと捉え、そのダイナミックな動態を解明するための研究・教育を行う。 [キーワード] 細胞ゲノムの構造と機能、細胞の情報伝達・転写制御ネットワーク、細菌の必須遺伝子の機能ネットワーク、細菌の細胞周期の制御機構		
★教 授 真 木 壽 治 助 教 小 林 和 夫			
細胞機能学 (学生配属はしない)	有用な微生物機能の分子・細胞レベルでの探索、解析、改良による微生物育種 (酵母、大腸菌、放線菌など)、物質生産 (アミノ酸、酵素、カロテノイド、キラルアルコールなど)、技術開発 (食品、エネルギー、環境関連など) に関する基盤的研究・教育を行う。 [キーワード] 応用分子微生物学、探索・機能解析、分子育種、有用物質生産、酵素機能改変、ゲノム情報、代謝制御機構、ストレス耐性機構、レドックス制御、タンパク質分解、サイトメトリー、代謝工学、タンパク質工学		
★教 授 真 木 壽 治 助 教 小 野 寺 慶 子			

注) ★印:兼任

教育連携研究室

バイオサイエンス専攻の基幹研究室での研究内容に関連し、活発で質の高い研究活動を行っている近畿圏の研究機関と教育研究の連携協定を締結している。これらの研究機関に所属し、学生指導の意欲と能力を持つ研究者に、専攻の客員教授として博士前期および後期課程の学生の研究教育を担当してもらっている。バイオサイエンス専攻の学生は教育連携研究室を配属先として選択することができ、基幹研究室と同様に学位論文研究を行うことが可能である。

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
教 育 連 携 研 究 室	細胞成長学	個体成長と発生タイミングの調節制御に関わる、組織間および細胞内シグナル伝達の分子基盤解明を目指した基礎研究・教育を行う。 [キーワード] 細胞成長・増殖、シグナル伝達、ショウジョウバエ、個体サイズ、発生タイミング、代謝制御 (連携機関名: 国立研究開発法人理化学研究所 多細胞システム形成センター)	P.94
	☆准 教 授 西 村 隆 史		
教 育 連 携 研 究 室	微生物分子機能学	統合オミックス解析と代謝改変により創製した微生物機能を駆使して、バイオリファインリー (バイオマス有効利用とバイオ燃料・グリーン化学品生産等) に関する基礎研究・教育を行う。 [キーワード] 微生物学、分子生物学、ゲノム工学、培養工学、メタボローム解析、メタボリックエンジニアリング、システムバイオロジー、高効率バイオプロセス (連携機関名: 公益財団法人地球環境産業技術研究機構)	P.95
	☆教 授 乾 将 行		

注) ☆印:客員

寄附研究室

奨学を目的とする民間等からの寄附を有効に活用して寄附研究室を設置し、本学の主体性の下に教育研究の進展及び充実を図っている。バイオサイエンス専攻の学生は寄附研究室を配属先として選択することができ、基幹研究室と同様に学位論文研究を行うことが可能である。

寄附研究室	研究室及び教員	教育研究分野	頁
	<p>疾患ゲノム医学</p> <p>特任教授 加藤 菊也 特任准教授 久木田 洋児</p>	<p>ヒトの癌組織の分子生物学、特にゲノム科学の手法を用いた解析により、あたらしい診断治療法開発を目指した研究・教育を行う。</p> <p>【キーワード】 癌の分子診断、分子標的薬、癌免疫療法、トランスクリプトーム、全ゲノム解析</p>	<p>P.96</p>

バイオサイエンス研究科の概要

植物細胞機能研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/hashimoto/>

(写真左から)

教授:橋本 隆 hasimoto@bs.naist.jp

准教授:庄司 翼 t-shouji@bs.naist.jp

助教:加藤 壮英 t-kato@bs.naist.jp

研究・教育の概要

高等植物に特徴的な細胞の機能、シグナル伝達系、遺伝子発現調節についてシロイヌナズナ、タバコ、トマトの変異株や形質転換植物を有効に利用して、基礎から応用技術に至る広範囲の研究を推進しています。

主な研究テーマ

1) 微小管細胞骨格は乾燥ストレスに応答し、再編成する

微小管はチューブリン・モノマーから形成される生体ポリマーであるが、その安定性は内的、外的因子により調節されている。間期植物細胞の細胞膜内側に張り付いている表層微小管は細胞膜上を動き回り、生成と分解を繰り返しながら、細胞種により一定のパターンを形成し、細胞の形を決める。また、乾燥ストレスは表層微小管を分解・再編し、すばやく可逆的な細胞レベルの適応応答を引き起こす(図1、図2)。リン酸化などの細胞内シグナル応答系の解析を通じて、環境刺激応答に対する微小管の安定性の制御や細胞の形を決定する分子機構と植物の環境適応戦略を研究します。

2) 生理活性天然物の合成メカニズム

植物は害虫から身を守る為に、防虫作用のある多様な生理活性天然物を合成し、我々は医薬、嗜好品などに利用しています(図3)。これら有用天然物の合成遺伝子をクリーニングし、植物における代謝経路の改変による有用物質生産系の確立を目指します。また、虫害により傷害ホルモン「ジャスモン酸」のシグナル伝達系が、どのように生理活性天然物に関わる遺伝子群を活性化するかをタバコやトマトなどのナス科有用植物を用いて分子レベルで明らかにします。

主な発表論文・著作

- [1] Thagun et al., *Plant Cell Physiol.* **57**, 961-975, 2016
- [2] Hotta et al., *Plant Physiol.* **170**, 1189-1205, 2016
- [3] Hashimoto, *The Arabidopsis Book*, **13**, e0179, 2015
- [4] Kato et al., *Plant Physiol.*, **166**, 2195-2204, 2014
- [5] Hamada et al., *Plant Physiol.*, **163**, 1804-1816, 2013
- [6] Fujita et al., *Cur. Biol.*, **23**, 1969-1978, 2013
- [7] Shoji et al., *Plant Physiol.*, **162**, 977-990, 2013
- [8] Nakamura et al., *Plant J.*, **71**, 216-225, 2012
- [9] Shoji and Hashimoto, *Plant J.*, **67**, 949-959, 2011
- [10] Shoji et al., *Plant Cell*, **22**, 3390-3409, 2010
- [11] Nakamura et al., *Nature Cell Biol.*, **12**, 1064-1070, 2010
- [12] Komaki et al., *J. Cell Sci.*, **123**, 451-459, 2010
- [13] Nakamura and Hashimoto, *J. Cell Sci.*, **122**, 2208-2217, 2009
- [14] Shoji et al., *Plant Physiol.*, **149**, 708-718, 2009
- [15] Yao et al., *J. Cell Sci.*, **121**, 2372-2381, 2008
- [16] Ishida et al., *Proc.Natl.Acad.Sci.USA*, **104**, 8544-8549, 2007
- [17] Nakajima et al., *Plant Cell*, **16**, 1178-1190, 2004
- [18] Naoi and Hashimoto, *Plant Cell*, **16**, 1841-1853, 2004
- [19] Thitamadee et al., *Nature*, **417**, 193-196, 2002

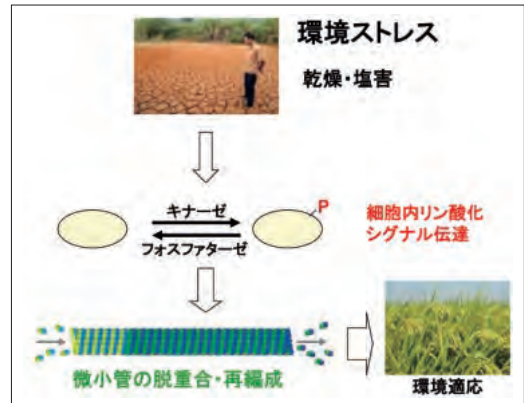


図1 環境ストレスに応答した微小管細胞骨格の再編制御

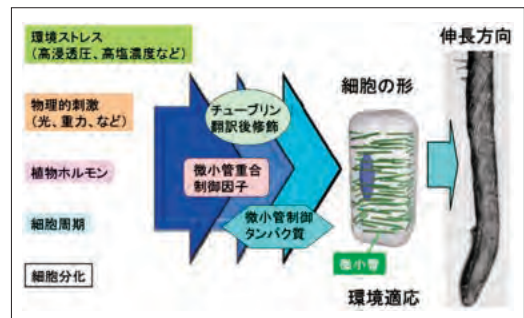


図2 植物の生長、環境変化に応答した微小管細胞骨格の再編と細胞形態の制御

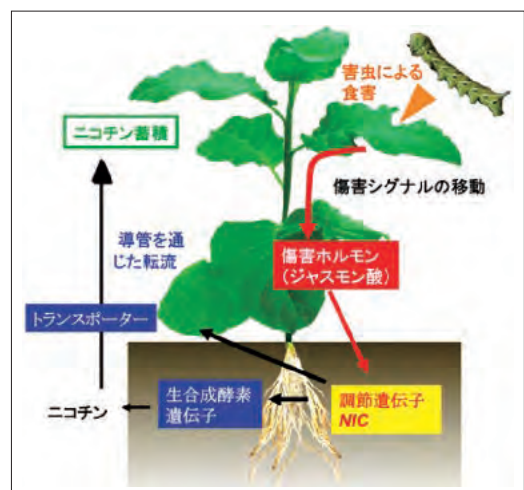


図3 虫害により生じるジャスモン酸傷害ホルモンがタバコやトマトの根において特異的調節遺伝子を活性化し、ニコチンなどの生理活性成分を合成する

植物発生シグナル研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/nakajima/>

(写真左から)

教授: 中島 敬二 k-nakaji@bs.naist.jp

助教: 宮島 俊介 s-miyash@bs.naist.jp

助教: 郷 達明 goh@bs.naist.jp

研究・教育の概要

植物の個体は受精卵という単一細胞に由来し、根や葉や花などの器官内に様々な組織を精密に配置することで形作られます(図1)。この過程では、個々の細胞が器官内の位置に応じて独自の形態や機能を獲得します。一方、生殖生長期には、複雑な多細胞体から単細胞の生殖細胞が作られ、分化全能性が賦与されます(図1)。植物の生活環で個々の細胞が特殊化し、また1つの全能性細胞へと戻る過程は生命の神秘であり、そのメカニズムの解明は、生命科学における最も重要な研究課題の1つです。

植物発生シグナル研究室では、シロイヌナズナやコケ植物を用いて、組織パターンや生殖細胞の形成機構を明らかにする研究に取り組んでいます。特に組織配置を制御する細胞間コミュニケーションや、細胞の分化を機能発現のレベルで捉える研究に取り組んでいます。また植物に共通した初期化(リプログラミング)因子を発見し、これを用いて生殖細胞の形成や多能性の発現機構を解明する研究に取り組んでいます。これらの研究は、基礎生物学のみならず、バイオマス燃料やバイオリファイナリーによる高付加価値物質の生産にも貢献することが期待されます。

主な研究テーマ

1) 根の細胞分化制御: 細胞間シグナルと生長イメージング

植物細胞は細胞壁によって固定されているため、位置や方向を変えることが出来ません。そのため植物の組織形成では、細胞の分裂や分化を精密かつ柔軟に制御する必要があります。私たちは根の細胞どうしが転写因子やマイクロRNAなどの制御因子を直接やり取りすることで、互いの分裂や分化を制御し合っていることを明らかにし、このような発生シグナル伝達経路の機能や普遍性を明らかにする研究を行っています。また根の組織分化を制御するマスター因子を捕え、それらの下流で分化の実体を担う遺伝子群を網羅的に同定しています。成長途上の根における遺伝子発現と、細胞機能の獲得過程を独自のイメージング技術により捉え、細胞分化の実体と個体成長への寄与を明らかにする研究にも取り組んでいます(図2)。

2) 分化全能性の発現機構: 生殖細胞の分化と胚発生

胚発生初期に生殖細胞系列が分離する動物とは異なり、植物の生殖細胞は個体発生の後期に花器官の中に作られます。そのため、花器官の中にある分化した体細胞(somatic cell)を、全能性を持つ生殖細胞(germ cell)へと初期化するスイッチが必要になります。私たちは、植物界に保存された初期化制御因子RKDを発見し、その作用メカニズムの解明を通じて、植物における多能性の発現機構や、生殖細胞の形成機構を明らかにしようとしています。またこの因子を植物細胞の分化誘導や、効率的な繁殖技術に応用する研究にも取り組んでいます(図3)。

主な発表論文・著作

- [1] Nakajima et al., *Nature*, **413**, 307-311, 2001
- [2] Nakajima et al., *Plant Cell*, **16**, 1178-1190, 2004
- [3] Sarkar et al., *Nature*, **446**, 811-814, 2007
- [4] Miyashima et al., *Development*, **138**, 2303-2313, 2011
- [5] Waki et al., *Curr. Biol.*, **21**, 1277-1281, 2011
- [6] Waki et al. *Plant J.*, **73**, 357-367, 2013
- [7] Miyashima et al., *Plant Cell Physiol.*, **54**, 375-384, 2013
- [8] Hisanaga et al., *Curr. Opin. Plant Biol.*, **21**, 37-42, 2014
- [9] Koi et al., *Curr. Biol.*, **26**, 1775-1781, 2016
- [10] Kamiya et al., *Development*, **143**, 4063-4072, 2016

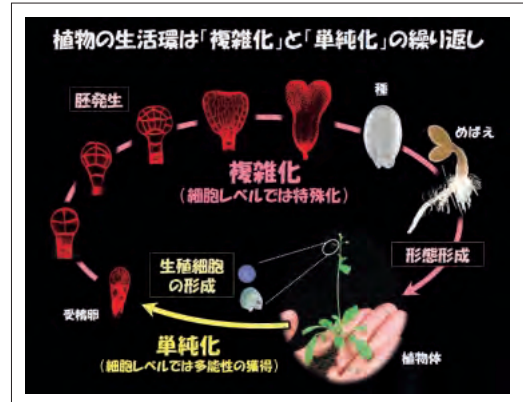


図1 植物の生活環は受精卵からの「複雑化」と、生殖細胞への「単純化」の繰り返しである。そのメカニズムを解明することは、生命科学の最重要課題の1つである。

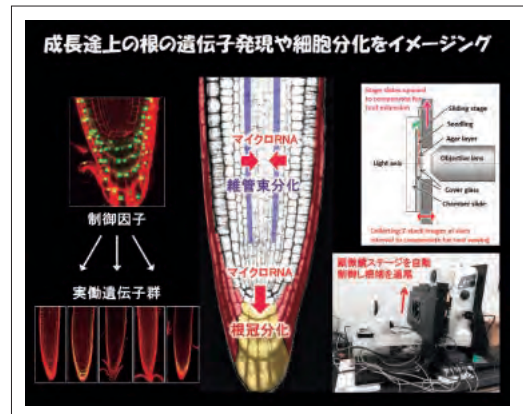


図2 シロイヌナズナの根では、細胞間シグナルを通じて組織配置が決定され、組織分化のマスター制御因子が活性化される。マスター因子を手掛かりに分化の実体を担う遺伝子群を網羅的に捉えることが出来る。それらの機能を遺伝学やイメージング技術を駆使して解明し、組織分化の制御機構を明らかにする。

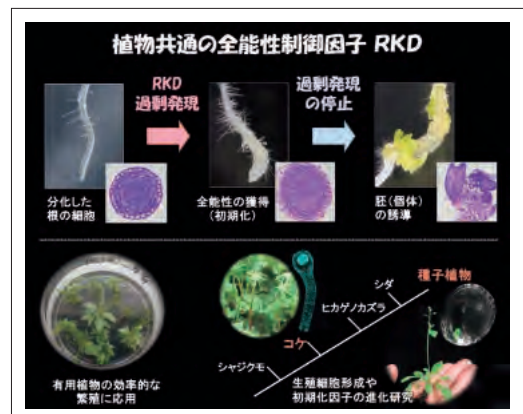


図3 RKDは生殖細胞形成や胚発生の制御因子であり、初期化能を持っている。RKDの機能を明らかにすることで、植物細胞の分化全能性発現機構が明らかになる。また有用植物の効率的な繁殖にも応用できる。

植物代謝制御研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/demura/>

(写真左から)

教授: 出村 拓 demura@bs.naist.jp

准教授: 加藤 晃 kou@bs.naist.jp

助教: 米田 新 arata-yoneda@bs.naist.jp

助教: 大谷 美沙都 misato@bs.naist.jp

研究・教育の概要

持続可能な社会の構築に向けて、エネルギー生産、環境再生、食糧増産に役立つ植物の創出と活用に関する研究と教育を行っています。モデル植物や実用植物のオミクス情報や分子生物学的研究成果をもとに、植物細胞分化の制御機構の解明や、植物遺伝子発現調節機構の解析を行い、有用バイオマス植物作出につながる新規バイオテクノロジーの開発を進めます。

主な研究テーマ

1) 有用バイオマス植物の開発

様々なモデル研究システム(シロイヌナズナや培養細胞)を用いて、木質バイオマスを構成する木質細胞(道管細胞、繊維細胞)の分化を制御するしくみの解明に取り組んでいます。とくに、オミクス(ゲノム、トランスクリプトーム、プロテオーム、メタボローム)情報をベースにした統合的な解析を進めており、これまでに木質細胞の分化を制御する重要な遺伝子や木質バイオマスの本体である植物細胞壁の生合成に関わる遺伝子の発見に成功しています(図1)。現在、これらの成果をもとに、木質バイオマスを改良した有用なバイオマス植物(とくに早生樹木であるポプラ)の開発にも取り組んでいます(図2)。さらに、コケ植物など多様な植物種を用いた進化発生的研究を通して(図3)、有用バイオマス植物作出に向けたより汎用性の高い基盤技術の開発研究を推進しています。

2) 有用トランスジェニック植物の開発(有用物質生産)

これまでに植物への外来遺伝子導入技術が確立され、植物機能を利用・改良する試みが盛んに行なわれていますが、導入遺伝子が不安定に発現しないことや目的タンパク質が高蓄積しない問題があります。これら問題の要因を明らかにするとともに、「①導入遺伝子を不安定に発現させる技術開発」「②翻訳レベルで高発現させる技術開発」に取り組んでいます(図4)。得られた成果を踏まえながら、実際に複数の企業と共同で有用代謝産物、工業用酵素、ワクチンタンパク質などを高生産する植物を作出しています。

主な発表論文・著作

- [1] Ohtani M et al. *J. Exp. Bot.* **68**, 17-26, 2017
- [2] Ohtani M. *J. Plant Res.* **130**, 57-66, 2017
- [3] Ohtani M. et al., *Plant Physiol.* **172**, 1612-1624, 2016
- [4] Okubo-Kurihara E. and Ohtani M. et al. *Sci. Rep.* **6**, 34602, 2016
- [5] Watanabe Y. et al., *Science*, **350**, 198-203, 2015
- [6] Limkul J. et al., *Plant Sci.* **240**, 41-49, 2015
- [7] Yamasaki S. et al., *Plant Cell Physiol.* **56**, 2169-2180, 2015
- [8] Rejab NA. et al., *Plant Biotechnol.* **32**, 343-347, 2015
- [9] Endo H. et al., *Plant Cell Physiol.* **56**, 242-54, 2015
- [10] Ohtani M., *J Plant Res.* **128**, 361-369, 2015
- [11] Ohtani M. et al., *J Plant Res.* **128**, 371-80, 2015
- [12] Nakano Y. et al., *Front Plant Sci.* **6**, 288, 2015
- [13] Yamaguchi M. et al., *Plant Biotechnol.* **32**, 119-123, 2015
- [14] Xu B. et al., *Science*, **343**, 1505-1508, 2014
- [15] Ueda K. et al., *J Biosci Bioeng.* **118**, 434-440, 2014
- [16] Matsui T. et al., *Plant Biotechnol.* **31**, 191-194, 2014
- [17] Numata K. et al., *Plant Biotechnol J.* **12**, 1027-1034, 2014
- [18] Matsuura H. et al., *Plant Cell Physiol.* **54**, 474-483, 2013
- [19] Ohtani M. et al., *Plant Cell.* **25**, 2056-2069, 2013

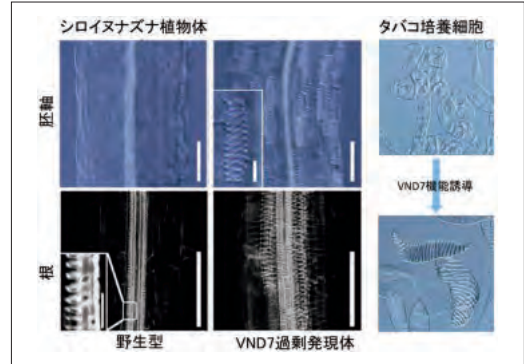


図1 道管細胞分化のマスター転写制御因子VND7
当研究室ではVND7の活性化による道管細胞分化誘導実験系を確立しています。この系を用い、植物細胞壁の生合成や制御に係る遺伝子の解明に取り組んでいます。

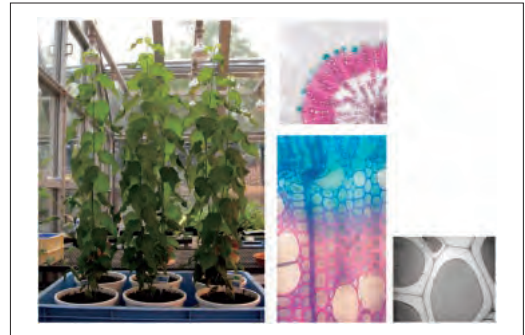


図2 モデル樹木のポプラの木質バイオマスの改良

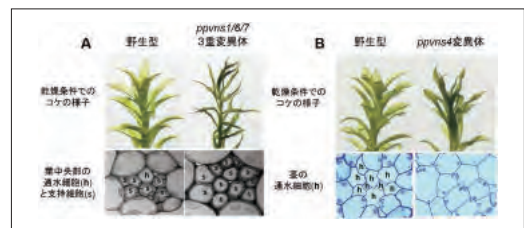


図3 モデルコケ植物ヒメツリガネゴケ変異体
道管細胞分化マスター因子であるVND7のホモログ遺伝子を欠損したppvms変異体では葉や茎の通水細胞(h)が異常になり、水輸送の能力が低下します。さらに支持細胞(s)の細胞壁がうすくなります。

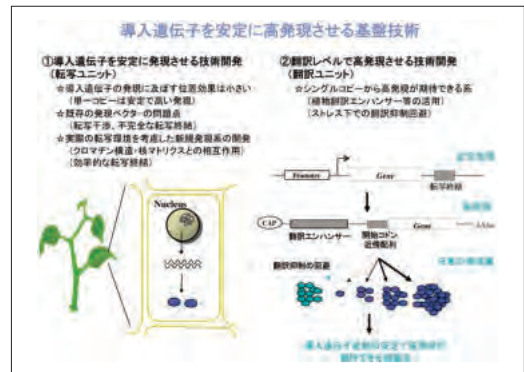


図4 導入遺伝子を不安定に高発現させる基盤技術

植物成長制御研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/umeda/>

(写真左から)

教授:梅田 正明 mumedam@bs.naist.jp

助教:高塚 大知 h-takatsuka@bs.naist.jp

助教:高橋 直紀 naoki@bs.naist.jp

研究・教育の概要

植物は一生を通じて器官形成を続ける生き物です。器官形成を胚発生後すぐに終える動物とは全く異なります。このような植物の成長様式を支える根源は幹細胞とDNA倍加です。私達は、植物の幹細胞がいかにか維持され細胞を生成し続けるのか、また細胞分裂を終えた細胞はどのようにDNA倍加を始め細胞を巨大化させるのか、という点に興味をもち、その分子メカニズムを解明しようとしています。このような研究を通して、植物の成長を支える柔軟かつ頑強な制御システムを理解するとともに、食糧や木質バイオマスの増産に繋がるような新たな技術開発を目指しています。

主な研究テーマ

1) 植物の幹細胞の維持機構

セコイアが3000年以上生き続けるように、植物の寿命は非常に長いです。一方で、植物は一生を通じて成長を続け、個体を大きくする特徴をもっています。このような成長様式は、様々な環境や物理的なストレスに曝されても幹細胞が一生を通じて維持され機能することにより可能となります。しかし、植物の幹細胞の維持機構についてはほとんど知見が得られていません。私達は、幹細胞ニッチを完全に失った際に新たな幹細胞ニッチを再生する機構について明らかにしようとしています。また、環境ストレスにより幹細胞が死滅した際に、新たに幹細胞を再生する機構について解析しています(図1)。これらの研究は、植物に特徴的な分化全能性や組織再生のプロセスの理解に繋がると期待されます。

2) DNA倍加の誘導機構

植物の多くは細胞分裂を終えた後にDNA倍加(細胞周期の分裂期をスキップしてDNA複製のみを繰り返す現象)を行い、細胞を巨大化します(図2)。DNA倍加は器官・個体を大きくする原動力となることから、地球上の植物バイオマス生産のかなりの部分はDNA倍加に依存していると言えます。しかし、DNA倍加の誘導機構については不明な点が多く、その誘発技術も確立されていません。私達は、DNA倍加の誘導に細胞周期の制御だけでなく、クロマチンの構造制御も重要であることを見出しました。この発見により、DNA倍加の誘導機構について全く新たな知見が得られるものと期待されます。また、穀物・果実・樹木でDNA倍加を誘発する技術を開発し、食糧や木質バイオマスの増産に貢献しようとしています(図3)。

主な発表論文・著作

- [1] Weimer A.K. et al., *EMBO J.*, **35**, 2068-2086, 2016
- [2] Takatsuka H. et al., *Plant J.*, **82**, 1004-1017, 2015
- [3] Kobayashi K. et al., *EMBO J.*, **34**, 1992-2007, 2015
- [4] Yin K. et al., *Plant J.*, **80**, 541-552, 2014
- [5] Yi D. et al., *Plant Cell*, **26**, 296-309, 2014
- [6] Takahashi N. et al., *Curr. Biol.*, **23**, 1812-1817, 2013
- [7] Yoshiyama K.O. et al., *EMBO Rep.*, **14**, 817-822, 2013
- [8] Nobusawa T. et al., *PLoS Biol.*, **11**, e1001531, 2013
- [9] Breuer C. et al., *EMBO J.*, **31**, 4488-4501, 2012
- [10] Adachi S. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **108**, 10004-10009, 2011
- [11] Kono A. et al., *Plant Cell*, **19**, 1265-1277, 2007
- [12] Yamaguchi M. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **100**, 8019-8023, 2003
- [13] Umeda M. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **97**, 13396-13400, 2000

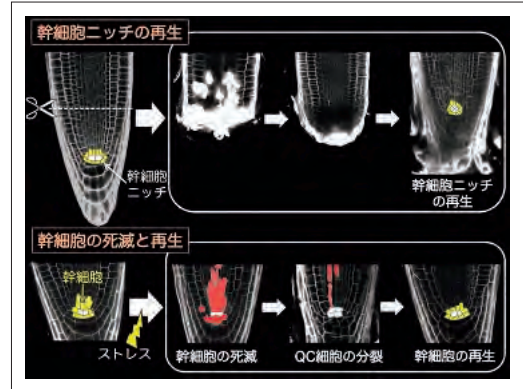


図1 根における幹細胞の再生。

(上) 根の先端を切除し幹細胞ニッチを取り去ると、植物は新たな幹細胞ニッチを再生する。(下) 環境ストレスに曝されると、植物の幹細胞は細胞死を起こす。その後、QC細胞(白色)が分裂して、新たな幹細胞を生み出す。

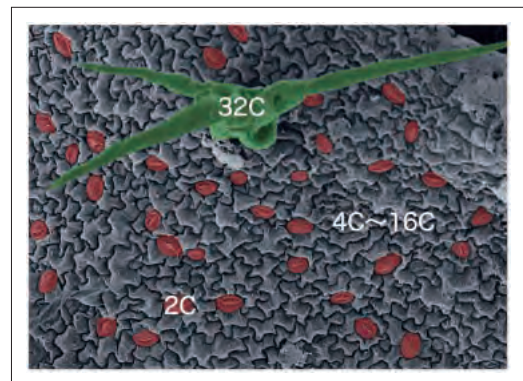


図2 シロイヌナズナの葉表皮を構成する様々な細胞。気孔を作る孔辺細胞(赤)は2C、トライコーム細胞(緑)は32C、その他の細胞は4C~16CのDNA倍加性を持っている。DNA倍加により倍加性が高くなると、細胞が肥大化する。



図3 DNA倍加の誘発による食糧や木質バイオマスの増産技術の開発。

花発生分子遺伝学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/ito/>

(写真左から)

教授: 伊藤 寿朗 itot@bs.naist.jp

助教: 山口 暢俊 nobuy@bs.naist.jp

助教: 白川 一 shirakawa@bs.naist.jp

助教: 和田 セタ子 yu-wada@gtc.naist.jp

研究・教育の概要

奈良先端大を日本の花発生研究の中心地に!

私達は、モデル植物であるシロイヌナズナやイネを用いて花のかたちづくりの研究をしています。花は観賞用として日常に彩りを与えてくれるだけではなく、穀物や果物を作り出す種子植物の生殖器官です。花の発生過程においては、花幹細胞の増殖と分化のバランスがダイナミックに変化するため、発生研究のよいモデル系でもあります(図1)。花の形作りの原理を解明することで、植物分野だけではなく、動物の研究者の方々にも注目してもらえるような研究を世界に発信していくことを目指します。日本の花発生研究の中心地となれるよう、学生さん達を大募集中です。

教育においては、バイオ基礎研究を通して問題に真摯に取り組み、解決していく能力を養います。これによりアカデミックのみならず、企業においても応用力、実行力を発揮することのできる人材の育成を行います。

主な研究テーマ

私達はこれまで、有限成長をする花において幹細胞の増殖と分化をつかさどる時空間特異的な遺伝子発現には、クロマチンレベルの制御が重要な役割を果たしていることを明らかにしてきました。今後は植物の花発生における時空間特異性の制御機構にあわせて、複数の遺伝子産物が調和的に機能する機構、さらには花発生経路の可塑性と頑強性の理解を進めていきます。

1) 花幹細胞の抑制にかかわる転写制御機構の解明

遺伝学的解析から明らかとされた花幹細胞の増殖抑制と分化制御にかかわる転写制御因子であるSUPやCRCの下流のゲノミクス解析を行います。それらのターゲット遺伝子を同定し、時空間特異的な発現制御機構とターゲット因子の作用機構の研究を行います(図2)。これにより、花幹細胞の増殖抑制経路の制御機構を解明していきます。

2) 細胞間のシグナル伝達によるエピジェネティック制御機構

花幹細胞の増殖抑制にかかわる細胞間の情報伝達を行うリン酸化を介したシグナルが、最終的にどのように核内に伝達され、遺伝子の発現に影響を与えるのかを解析します。可視解析、数理解析、合成生物学的解析を含めた包括的な解析により、花幹細胞の制御における調和と可塑性、頑強性の機構を分子レベル、細胞レベル、個体レベルで理解することを目指します(図3左)。

3) 環境応答と順化機構の解明

植物は、動物とは異なり、環境変動に対して非常に柔軟にตอบสนองし、その環境に適応します。高温条件下で活性の高まるヒストン修飾酵素の作用機構などに着目し、植物が環境に対応して、その情報を記憶してメリステムの挙動、分化の様式を変換する機構および、記憶が消去される機構の解明を目指します。さらにこれらの知見を利用して、農業的な視点からより効率的な農作物の開花、結実時期の調節を可能とする基盤技術の構築も目指します(図3右)。

主な発表論文・著作

- [1] Yamaguchi et al., *Plant Physiology*, **170**, 283-293, 2016
- [2] Wu et al., *e-Life*, **4**, e09269, 2015
- [3] Guo et al., *Plant Cell & Physiology*, **56**, 830-842, 2015
- [4] Sun et al., *Science*, **343**, 1248559, 2014
- [5] Gan et al., *Nature Commun.*, **5**, 5098, 2014
- [6] Xu et al., *Nucl. Acids Res.*, **42**, 13749-63, 2014
- [7] Yamaguchi et al., *Science*, **344**, 638-641, 2014
- [8] Xu et al., *Current Biol.*, **23**, 345-350, 2013
- [9] Yamaguchi et al., *Dev. Cell*, **24**, 271-282, 2013
- [10] Yamaguchi et al., *Plant Sci.*, **209**, 64-74, 2013
- [11] Yamaguchi et al., *Plant J.*, **69**, 844-856, 2012
- [12] Ng et al., *PLoS Biology*, **7**, e1000251, 2009
- [13] Sun et al., *Genes Dev.*, **23**, 1791-1804, 2009
- [14] Ito et al., *Plant Cell*, **19**, 3516-3529, 2007

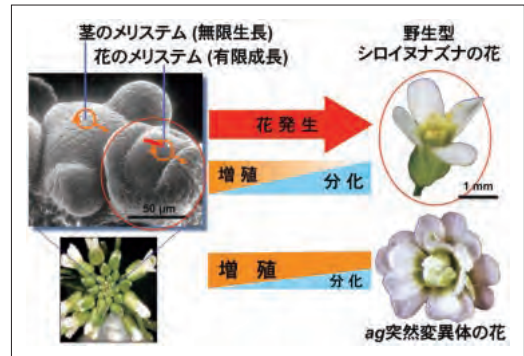


図1 シロイヌナズナの花発生と花弁の増える変異体。植物はメリステムとよばれる領域に自己複製能および全能性を持つ幹細胞を維持している。花のメリステムは無限成長はせず、花発生の過程で増殖停止する。

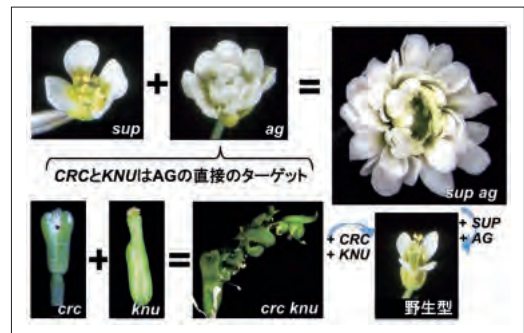


図2 花幹細胞の遺伝学的解析。花幹細胞は複数の制御因子の多段階の反応により制御されており、これらの変異により、非常に大きな種なしの花となる。

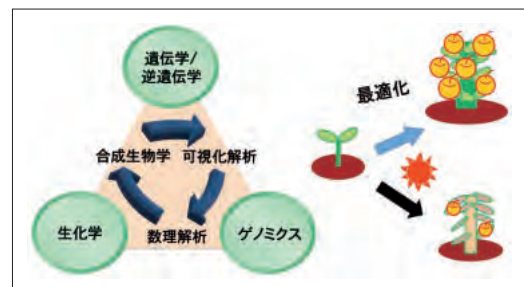
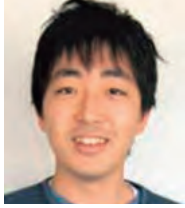


図3 花発生研究のアプローチ法(左)と植物生長の最適化(右)の模式図。時空間特異的な動的ネットワークの包括的解析を通して、調和的に機能する発生制御機構、環境変動にตอบสนองする花発生経路の可塑性と頑強性の解析を行う。さらに環境応答や順化の知見も合わせ活用することで植物生長を最適化する基盤技術の構築を目指す。

植物免疫学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/saijo/>

(写真左から)

准教授: 西條 雄介 saijo@bs.naist.jp

助教: 晝間 敬 hiruma@bs.naist.jp

特任助教: 田島 由理 ytajima@bs.naist.jp

研究・教育の概要

私たちが目にする生物多様性をもたらしたのは、生物同士の相互作用です。植物は、抗原抗体反応に代表されるような獲得免疫を持たずに、一定数の免疫センサーに基づく自然免疫のみで無限に進化し得る多様な微生物の相手をしています。微生物の存在や危険性を認識して植物免疫を制御しているのは、微生物に特有の成分 (MAMPs) や、自らの細胞プロセス異常を表すデンジャーシグナル (DAMPs) を感知するパターン受容体と呼ばれる免疫センサーです。MAMPsやDAMPsを目印に、病原菌の侵入や感染を察知して的確に防御応答を誘導することで身を守っています。一方、ヒトと同様に、植物の体表や組織内にも内生微生物が病気を起こさずに棲息していますが、これら常在菌に対しては強い防御応答は発動されません。私たちは、植物が病原菌と非病原菌を識別する仕組みについて、①パターン受容体によるシグナル伝達や、②防御関連遺伝子の発現制御に着目しながら解明を進めています。また、植物に病気を起こさずに感染する内生菌の中には植物の成長や環境適応を助ける共生菌も知られています。そこで、③内生菌の感染戦略や植物との相互作用について、病原菌との相違点や共通点に着目しながら解明を進めています。これらの取り組みを通して、感染戦略を異にするさまざまな微生物と植物が織り成すダイナミックな相互作用の意義や仕組みを分子レベルで明らかにしていきます。私たちの研究は、持続的な農業を推進する新技術を創製していく上でも極めて重要なものです。

主な研究テーマ

- 1) 微生物や細胞ダメージの認識に基づき誘導される、植物の生体防御システムを明らかにする。特に、MAMP受容体とDAMP受容体のシグナル伝達および両者のクロストークに着目することで、植物が病原菌と非病原菌を識別して防御応答を制御する仕組みを明らかにする。
- 2) 免疫応答の活性化に伴い多くの防御応答関連遺伝子の発現をすばやく同調的にオン・オフする仕組みや、免疫活性化を記憶して次の刺激に対する応答をスムーズにする仕組みを明らかにする。
- 3) 植物と内生微生物 (エンドファイト) の相互作用の意義や内生微生物の感染戦略を明らかにするとともに、植物が微生物との相互作用を介して環境適応を進める仕組みを明らかにする。

主な発表論文・著作

- [1] Yamada et al., *Science*, **354**, 1427-1430, 2016
- [2] Espinas et al., *Front. Plant Sci.*, **7**, 1201, 2016
- [3] Hiruma et al., *Cell*, **165**, 464-474, 2016
- [4] Yamada et al., *EMBO J.*, **35**, 46-61, 2016
- [5] Ross et al., *EMBO J.*, **33**, 62-75, 2014
- [6] Tintor et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **110**, 6211-6216, 2013
- [7] Hiruma et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **110**, 9589-9594, 2013
- [8] Serrano et al., *Plant Physiol.*, **158**, 408-422, 2012
- [9] Saijo, *Cell Microbiol.*, **12**, 716-724, 2010
- [10] Hiruma et al., *Plant Cell*, **22**, 2429-2443, 2010
- [11] Lu et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **106**, 22522-22527, 2009
- [12] Saijo et al., *EMBO J.*, **28**, 3439-3449, 2009
- [13] Saijo et al., *Mol. Cell*, **31**, 607-613, 2008
- [14] Shen et al., *Science*, **315**, 1098-1103, 2007

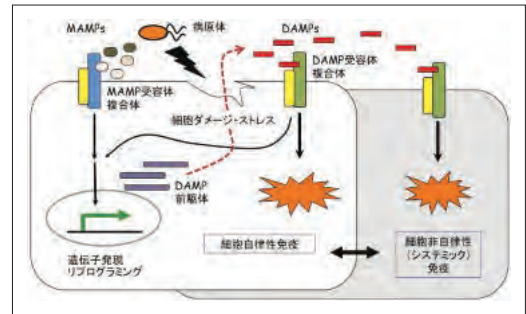


図1 パターン受容体が微生物由来の因子に加えて内生のデンジャーシグナルを感知すると、適切なタイミング・規模で防御応答を誘導して植物は病原体の感染・増殖を抑える。

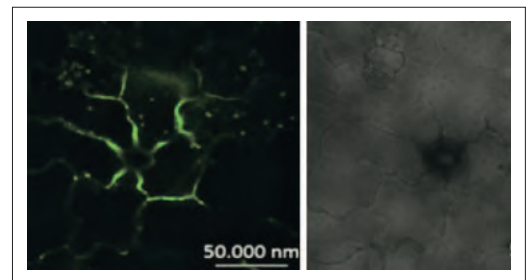


図2 植物のペプチド性デンジャーシグナル因子 (GFPで標識) がダメージを受けた部位の周囲の細胞外スペースへ広がる様子。植物には、細胞間コミュニケーションにより、局所的な病原体感染や細胞ダメージを察知して全身で免疫力を向上させる仕組みが備わっている。

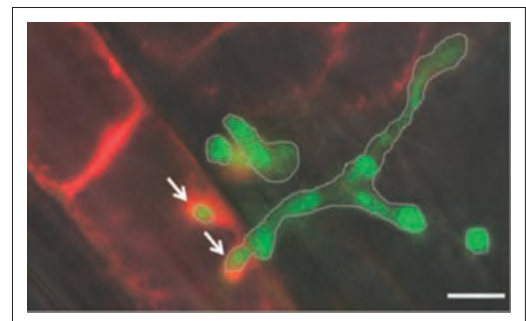


図3 植物は、組織内に侵入した微生物 (内生糸状菌の一種を緑に光るGFPで標識し、菌糸を破線で囲んである) と細胞膜 (赤) で接して相互作用を展開する (矢印)。貧栄養条件下では内生菌の感染によって植物の成長が促進される。バー: 10 μm。

植物二次代謝研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/courses/courses114.html>

准教授: 峠 隆之 tohge@bs.naist.jp
 助教: 清水 崇史 takshim@bs.naist.jp

研究・教育の概要

植物は、多種多様な化学構造を有する二次代謝物を産生することが知られています。二次代謝物は、細胞成長や発生などに直接関与するような必須の成分ではありませんが、その多くが植物内において環境ストレスに対する防御機構などに関与していることが知られています。そのため、植物二次代謝生成経路の遺伝子の多くは、機能獲得・欠損を繰り返す進化の過程で、自生する外部環境に順応できるように選択され、生物種固有に進化したと考えられています。一方で、植物二次代謝物の多くが他の生物に対しても生物活性があることが知られており、医薬品や化粧品などとして用いられています。植物二次代謝研究室では、自然界に広く存在する植物二次代謝物の構造多様性について質量分析計などを用いて解析し、オミクス統合解析や種間比較解析などを駆使して有用代謝物の産生に関わる遺伝子群の探索および新規機能の解明を行っています。研究成果は有用代謝物産生機能付加育種などへの応用が可能です。

主な研究テーマ

1) 植物代謝における多様性の理解と機能ゲノミクス

現在までに100種類以上の植物種についてゲノム配列の解読が完了していますが、産生される二次代謝物の化学構造とその制御機構は非常に複雑で(図1)、遺伝子やタンパク質の配列情報から予測するのは困難です。また、ストレス時のみ産生される代謝物や特定の器官にのみ産生されるもの、また同じ植物種内での自然変異遺伝子多型の違いにより産生される代謝物を含めた生成経路の全体像については、ほとんど明らかとなっていません。そこで、ゲノム配列の解読が完了もしくは遂行されているモデル植物・作物や薬用植物を対象に、様々な器官や近縁種および自然変異体コレクションについて、質量分析計などを用いて代謝物を詳細に解析し、得られた情報をもとに生成経路の全体像を解明しています。さらに、トランスクリプトーム解析、ネットワーク解析、量的形質座位(QTL)解析やゲノムワイド関連解析(GWAS)などを用いてオミクス統合解析を行い、新規遺伝子機能の解明を目的とした機能ゲノミクスを行っています(図2)。また、一次代謝物についても解析を行い、複雑な代謝経路ネットワークをシステムとして総合的に理解する研究にも取り組んでいます。

2) 種間比較と新機能分化ゲノム領域の解析

植物二次代謝物の構造多様性を生み出す要因となっている遺伝子の多くは、新機能分化(neofunctionalization)領域と呼ばれる比較的最近の進化過程で発生したゲノム領域由来であると考えられています。このようなゲノム領域に着目し、シンテニーを利用した種間比較解析を行うことで、より効率的に有用機能遺伝子を発見できると考えています。また、生成経路の発生と種分化との関連性、および植物種の進化過程の軌跡の解明に着目した研究にも取り組んでいます。

主な発表論文・著作

- [1] Tohge et al., *Nat Commun.*, **7**, 12399, 2016
- [2] Tohge et al., *Plant J.*, **83**, 686-704, 2015
- [3] Alseekh et al., *Plant Cell*, **27**, 485-512, 2015
- [4] Tohge et al., *Crit Rev Biochem Mol Biol.*, **48**, 123-152, 2013
- [5] Watanabe et al., *Plant Physiol.*, **162**, 1290-1310, 2013
- [6] Alejandro et al., *Curr. Biol.*, **22**, 1207-1212, 2012
- [7] Tohge & Fernie., *Nat Protoc.*, **5**, 1210-1227, 2010
- [8] Yonekura-Sakakibara., Tohge et al., *Plant Cell*, **20**, 2160-2176, 2008
- [9] Tohge et al., *Plant J.*, **42**, 218-235, 2005

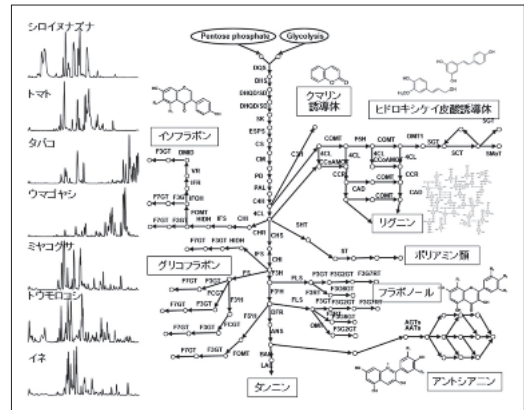


図1 植物二次代謝経路の一つであるフェニルプロパノイド生成経路と植物種間における検出代謝物の多様性

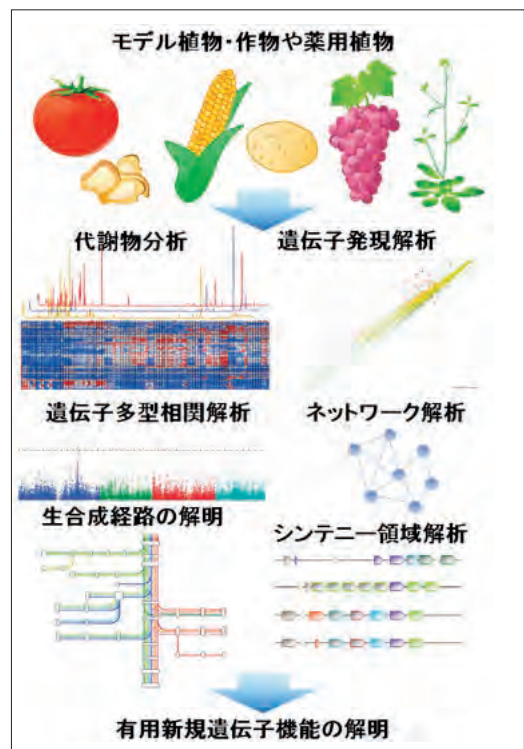


図2 モデル植物や作物などを用いたオミクス統合解析

植物共生学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/yoshida/>

特任准教授: 吉田 聡子 satokoy@bs.naist.jp

研究・教育の概要

世界における重要農業病害—寄生植物—

一般的な高等植物は、太陽の光を浴びて光合成をし、自身の成長に必要な有機栄養を作り出しますが、全く違う方法で生きている植物があります。宿主植物に寄生して、栄養を奪って生活する寄生植物です。中でも、ハマウツボ科の絶対根寄生植物であるストライガやオロバンキは、穀物や野菜に寄生し、アフリカやヨーロッパを中心に甚大な農業被害をもたらしています(図1)。寄生植物はなぜ寄生できるようになったのでしょうか? どうしたら寄生雑草の被害を減らすことが出来るのでしょうか? その解決策をさぐるため、分子遺伝学、細胞生物学、ゲノム科学的手法を駆使して寄生植物の寄生メカニズムの解明に取り組んでいます。

主な研究テーマ

1) 寄生植物の吸器形成遺伝子の単離と解析

ハマウツボ科寄生植物は、宿主植物の根に近づくことと“吸器”と呼ばれる侵入器官を自身の根に発達させ、宿主の根に侵入し、導管をつなげて宿主から水や栄養を奪います(図2)。吸器は寄生植物が独自に進化させた器官です。私達は、ハマウツボ科条件的寄生植物であるコシオガマの変異体ラインを整備し、吸器形成に異常がある変異体を単離しました。次世代シーケンサーを用いて変異体ゲノムを解析することによって、変異体原因遺伝子の同定し(図3)、その遺伝子の機能解析をおこなっています。また、ストライガとコシオガマのトランスクリプトームから、吸器形成時に発現する遺伝子を単離し、逆遺伝学的手法から吸器形成に関わる遺伝子の単離を目指しています。

2) 植物間の低分子化合物を介したコミュニケーション

寄生植物は宿主植物から分泌された低分子化合物を認識して寄生を成立させます(図4)。絶対寄生植物ストライガは、植物の枝分かれ制御や相利共生菌の活性化をする植物ホルモン・ストリゴラクトンを認識し発芽します。一方で、吸器の形成は、細胞壁成分であるリグニンの分解産物によって誘導されます。しかし、コシオガマ変異体の中には既知の誘導物質には応答せず、宿主には寄生できるものがあります。真の吸器誘導物質は何か、変異体を手がかりに探索をおこないます。

3) 寄生植物ゲノムはどう進化したか?

近年の次世代シーケンサー技術革新をうけて、植物ゲノムの解読はより身近なものになってきました。私達は、ストライガとコシオガマの全ゲノムシーケンサーをおこない、寄生植物ゲノムの特徴を調べました。寄生植物は水平伝播によって宿主から遺伝子をもっていること、ストリゴラクトン受容体遺伝子が重複していることなど、様々なことが分かってきました。どうやって植物は新しい遺伝子を得て、増やし、新しい形質を獲得するのか? アフリカの野外で生えているストライガのゲノムはどうなっている? パイオインフォマティクスを用いてゲノムの変遷を解析します。

主な発表論文・著作

- [1] Cui, S. et al., *Plant Physiol*, **170**, 1492-1503, 2016
- [2] Conn, C., et al., *Science*, **349**, 540-543, 2015
- [3] Mutuku, M. et al., *Plant Physiol*, **168**, 1152-1163, 2015
- [4] Yoshida, S. et al., *New Phytologist*, **196**, 1208-1216, 2012
- [5] Yoshida, S. and Shirasu, K., *Curr. Opin. Plant Biol*, **15**, 708-713, 2012
- [6] Ishida, J., et al., *PLoS One*, **6**, e25802, 2011
- [7] Yoshida, S. et al. *Science*, **328**, 1128, 2010
- [8] Yoshida, S. et al. *New Phytologist*, **183**, 180-189, 2009



図1 ストライガ(ピンクの花)に寄生されたソルガム畑(スーダン)

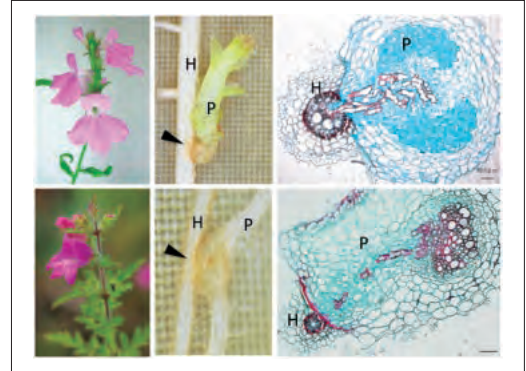


図2 絶対寄生植物ストライガ(上段)と条件的寄生植物コシオガマ(下段)。ストライガは主根の先端、コシオガマは根の側部に吸器(中パネル、鏃)を形成し、宿主根に侵入する。右パネルは切片像。H: 宿主植物、P: 寄生植物。

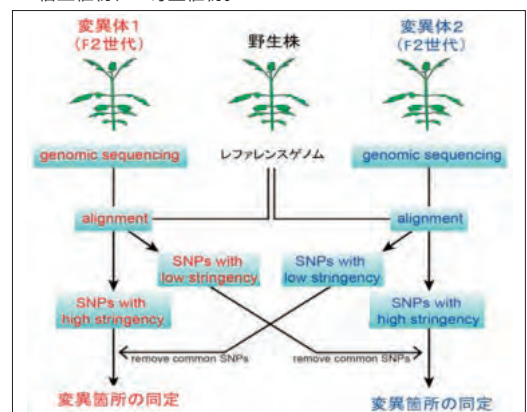


図3 次世代シーケンサーを用いたコシオガマ変異体原因遺伝子同定方法

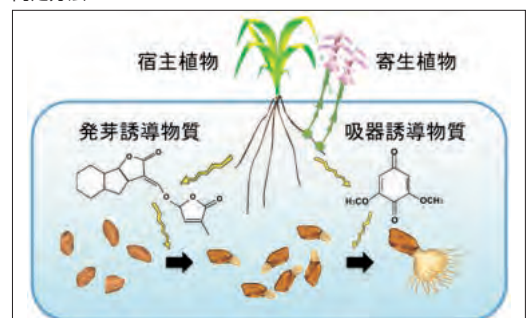


図4 宿主根から分泌される低分子化合物が寄生に作用する。

分子情報薬理学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/itoh/>

(写真左から)

教授:伊東 広 hitoh@bs.naist.jp

助教:小林 哲夫 kobayt@bs.naist.jp

助教:梶 紀子 nkaji@bs.naist.jp

研究・教育の概要

ヒトの身体は60兆個の細胞、その集合体である組織、器官から構成され、それらの連携により生命活動が維持されています。ホルモン、神経伝達物質、細胞増殖・分化因子などによって多彩な細胞応答が引き起こされますが、応答にいたるシグナル伝達経路は複雑なネットワークを形成しています。一方、種々の疾患においてシグナル伝達系の異常が見出され、またシグナル伝達系の構成因子を標的とする薬剤が数多く用いられています。本研究室では、シグナルを受けた細胞の応答の分子機構の解明、および神経疾患、癌その他の疾患の病因究明と、その治療へ向けた研究を進めています。

主な研究テーマ

1) Gタンパク質共役受容体を介するシグナル伝達機構

Gタンパク質共役受容体 (G protein-coupled receptor, GPCR) は $\alpha\beta\gamma$ の3つのサブユニットより成る3量体GTP結合タンパク質 (Gタンパク質) を活性化し、細胞内へシグナルを伝達します (図1)。GPCRを介するシグナルは、神経系、内分泌代謝系、免疫系、個体形成など、様々な生体を統合するシステムに必須の機構です。しかしGPCRシグナルの制御機構およびその生理機能において不明な部分が多く残されています。新規GPCRシグナル制御分子の同定と機能解析から、シグナル構成因子を標的とした創薬への発展を目指しています。

2) 神経幹細胞の自己複製と分化、遊走の制御機構

神経細胞、グリア細胞のいずれにも分化できる神経幹細胞の自己複製、分化、遊走のメカニズムなど多くのことが不明です。神経幹細胞や脳切片の培養系とタイムラプス蛍光顕微鏡を用いて分子の動態を詳細に解析し、神経発生過程におけるダイナミックな分子制御の解明に取り組んでいます (図2)。

3) 抗体を用いたオーファンGPCRの活性化機構および機能の解析

ゲノム上1000近くあるGPCRのうち100種類以上が未だ生体内のリガンドが不明なオーファン (孤児) 受容体です。私共はオーファンGPCRに対する抗体を作成し、細胞応答を惹起するアゴニストのように働く抗体、また癌細胞あるいは神経幹細胞の遊走を阻害する抗体を得ました (図3)。リガンドの探索とともに、それらの抗体を用いてオーファンGPCRの機能解析と抗体医薬への展開を目指した研究を進めています。

4) 一次繊毛の形成メカニズムと細胞機能の解析

ほぼ全ての哺乳動物細胞に存在する一次繊毛は、細胞外のシグナルを受容するアンテナとして機能し、その破綻が多くの疾患を惹き起こします。しかし、一次繊毛の形成・機能を制御する分子メカニズムは殆ど分かっていません。この課題に取り組むことで、将来的な疾患治療への展開を目指しています。

5) 上皮形態形成を制御するシグナル伝達機構の解析

上皮組織は器官の表面を覆う組織で、発生過程において管状や嚢胞状の複雑な形態へと変化します。このような上皮組織の形態形成には細胞の増殖、移動、接着、極性形成などの様々な過程が厳密に制御される必要がありますが、その分子メカニズムには不明な部分が多く残されています。上皮組織の破綻はがんの浸潤・転移とも密接に関連しており、上皮形態形成の分子機構を明らかにすることで新たながん治療法の開発を目指したいと考えています。

主な発表論文・著作

- [1] Kobayashi T. et al., *EMBO Rep.*, **e201541922**, 2016
- [2] Ohta S. et al., *Biol. Pharm. Bull.*, **38**, 594, 2015
- [3] Kobayashi T. et al., *J. Cell Biol.*, **204**, 215, 2014
- [4] Jenie RI. et al., *Genes Cells*, **18**, 1095, 2013
- [5] Toriyama M. et al., *J. Biol. Chem.*, **287**, 12691, 2012
- [6] Kobayashi T. et al., *Cell*, **145**, 914, 2011
- [7] Kobayashi T. et al., *J. Cell Biol.*, **193**, 435, 2011
- [8] Nishimura A. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **107**, 13666, 2010
- [9] Tago K. et al., *J. Biol. Chem.*, **285**, 30622, 2010
- [10] Nagai Y. et al., *J. Biol. Chem.*, **285**, 11114, 2010
- [11] Nakata A. et al., *EMBO Rep.*, **10**, 622, 2009
- [12] Mizuno N. & Itoh H., *Neurosignals*, **17**, 42, 2009
- [13] Iguchi T. et al., *J. Biol. Chem.*, **283**, 14469, 2008
- [14] Urano D et al., *Cell Signal.*, **20**, 1545, 2008
- [15] Sugawara et al., *Cell Signal.*, **19**, 1301, 2007
- [16] Nishimura A. et al., *Genes Cells*, **11**, 487, 2006
- [17] Mizuno N. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **102**, 12365, 2005
- [18] 伊東 広 他, *生化学*, **85**, 531, 2013
- [19] 伊東 広, *実験医学*, **31**, 382, 2013

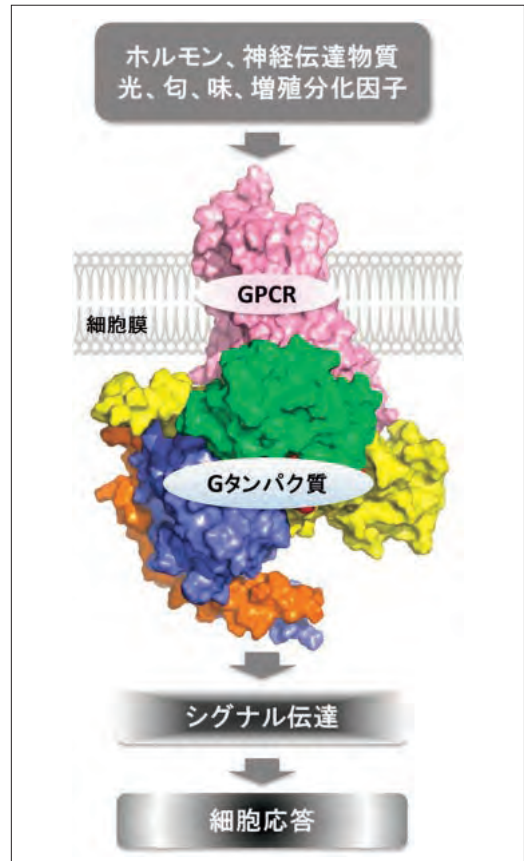


図1 Gタンパク質共役受容体を介するシグナル伝達

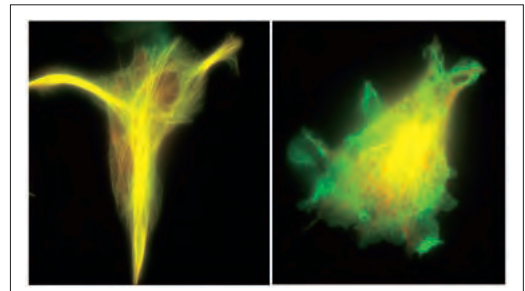


図2 神経前駆細胞におけるGタンパク質/リン酸化シグナルによる細胞骨格のダイナミックな動態変化

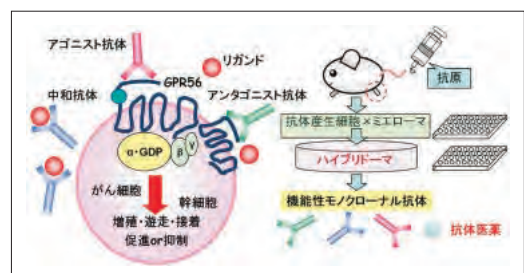


図3 オーファンGPCRに対する機能性抗体の作成とシグナル伝達の解析および抗体医薬への展開

機能ゲノム医学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/ishida/>

(写真左から)
准教授:石田 靖雅 ishiday@bs.naist.jp
助教:福田 七穂 nanahof@bs.naist.jp

研究・教育の概要

ヒトやマウスなどの生物種でゲノムシークエンスが決定された今、人類に残された大きな課題は、ゲノム機能の解明です。この目的のために私たちは、高等動物(マウスなど)の個体レベルで特定遺伝子の機能を不活性化し、そこに出現する病態を解析することにより、不活性化した遺伝子の生理的な役割を明らかにします。私たちの研究グループは、ヒトやマウスの免疫系と神経系における高次認知機能の秘密を分子レベルで解明することを目指し、日々の研究活動に励みます。

主な研究テーマ

1) PD-1による免疫学的「自己」の再定義

1992年、石田らによってPD-1が発見されて以来、抗原刺激により活性化されたTリンパ球上に発現されるPD-1が、免疫応答を負に制御する事実が明らかにされてきました。最近では、PD-1経路の遮断に基づく癌の免疫療法の世界中の病院で実施され、多くの患者さんに朗報がもたらされています(Cell 162、937、2015)(図1)。私たちは、ヒトやマウスの免疫系が「自己」と「非自己」を識別する際にPD-1が果たす生理的役割について、様々な角度から研究を進めます。

2) 神経細胞におけるmRNA局在化機構の解明

多くのmRNAは細胞質で翻訳され、その結果生じたタンパク質が必要な場所へと運搬されます。その一方で、特定のmRNAは、必要な場所へ運ばれた後に局所的に翻訳されることが知られています。このようなmRNAの局在化は、胚発生や細胞の非対称分裂など、多様な現象で重要な働きを担っています。匂いの受容を司る嗅神経細胞では、嗅覚受容体をコードするmRNAが軸索末端に局在しています(図2)。私たちは、この嗅覚受容体mRNAの局在化の仕組みや、嗅神経細胞の機能や形成における働きを明らかにするために、RNA結合タンパク質に着目して研究を進めています。

3) 新しい遺伝子トラップ法の開発

従来は、ランダムな遺伝子トラップ法により、マウス未分化ES細胞中で発現しない組織特異的遺伝子を完全に破壊することは不可能でした。しかし、私たちが nonsense-mediated mRNA decay (NMD) の抑制に基づく新しい遺伝子破壊法「UPATrap」を開発し、それが初めて可能になりました(図3)。私たちはこの手法を発展させ、免疫細胞や神経細胞などで特異的に発現する遺伝子をES細胞中で網羅的に破壊することを目指します。興味深い遺伝子を破壊できたES細胞からはノックアウトマウスを作製し、その表現型を解析します。

主な発表論文・著作

- [1] 石田靖雅, *現代化学*, **551**, 24-27, 2017
- [2] 石田靖雅, *肝胆臓*, **73**, 317-322, 2016
- [3] 石田靖雅, *細胞工学*, **33**, 1038-1041, 2014
- [4] Fukuda N. et al., *PLoS Genet.*, **9**, e1003858, 2013
- [5] Shigeoka T. et al., *Nucleic Acids Res.*, **40**, 6887-6897, 2012
- [6] Mayasari N. I. et al., *Nucleic Acids Res.*, **40**, e97, 2012
- [7] Shigeoka T. et al., *Nucleic Acids Res.*, **33**, e20, 2005
- [8] Matsuda E. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **101**, 4170-4174, 2004
- [9] Ishida Y. and Leder P., *Nucleic Acids Res.*, **27**, e35, 1999
- [10] Ishida Y. et al., *EMBO J.*, **11**, 3887-3895, 1992

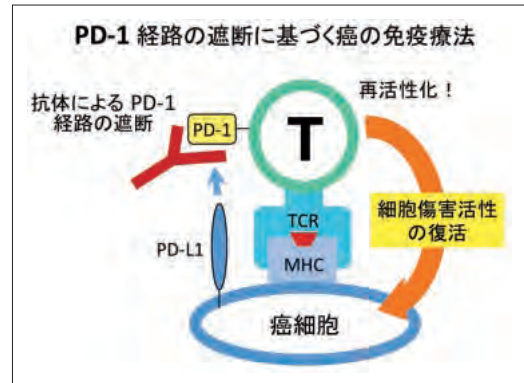


図1 PD-1の働きを負に調節することにより、癌細胞に対する細胞性免疫応答を有効に引き出すことができる。

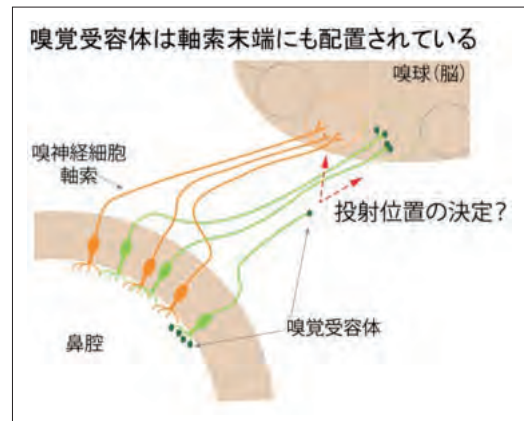


図2 嗅覚受容体は嗅神経細胞の軸索末端にも存在している。この配置は嗅覚受容体mRNAの局在化を介すると考えられるが、その機構や生理的役割は不明である。

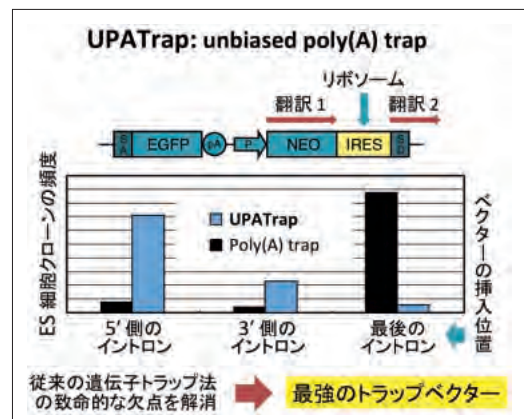


図3 標的細胞中の非発現遺伝子をランダムに、しかも完全に破壊することを可能にしたUPATrap法。

腫瘍細胞生物学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/kato/>

(写真左から)
 教授:加藤 順也 jkata@bs.naist.jp
 助教:横山 隆志 yokoyama-t@bs.naist.jp

研究・教育の概要

腫瘍細胞の増殖、分化、生存を制御する分子メカニズムについての研究を行っています。研究の分野としては、細胞周期制御、細胞老化、細胞分化、アポトーシス、オートファジー、幹細胞制御などが含まれます。これらの分野の研究から腫瘍細胞の特性を明らかにし、その成果は癌の診断や治療、再生医療に役立ちます。実験系としては、(1) マウスやヒトの株細胞を用いたin vitro培養系、(2) ノックアウトマウスやトランスジェニックマウスを利用したマウスモデルシステムを併用します。

主な研究テーマ

1) 腫瘍細胞の増殖、分化、生存を制御する分子メカニズム

・細胞周期制御とチェックポイントコントロール

細胞が増殖するか、あるいは、分化などに向かうかは細胞周期のG1期で決定されます。そのため、癌細胞ではG1期の進行を制御する因子(サイクリンD1/E、Cdk2/4、Cdkインヒビター p27/p21、Rb癌抑制蛋白質など)の変異が多く見られます。ここではこれらの因子の分子機能を調べます。

放射線や化学物質によりDNAに損傷が起こると、細胞周期を止め修復を行います。このチェックポイントコントロール機構で重要な役割を果たすのが、癌抑制遺伝子産物p53です。私たちはp53を制御する新しいシグナル経路を見つけ、その分子機構を調べています。

・細胞老化、細胞分化、アポトーシス、オートファジー

細胞の癌化には、細胞周期の異常以外にも、老化、分化や死のメカニズムが脱制御される必要があります。私たちは、老化誘導、分化誘導や細胞死誘導できる培養系を用いて、癌化と関係する老化阻害、分化阻害やアポトーシスの仕組みについて調べています。また、近年、細胞癌化とオートファジーの関係が注目されています。私たちはオートファジーが癌抑制に働く事を見いだしました。

2) 白血病と癌の幹細胞

血液の癌のうち、AML(急性骨髄性白血病)、MDS(骨髄異形成症候群)、CML(慢性骨髄性白血病)に興味を持ち、その原因遺伝子の分子機構と白血病の発症機構を研究しています。また、近年注目されている癌の幹細胞(白血病幹細胞)にも焦点を当て、正常の造血幹細胞がいかにして癌化(白血病化)するかについて明らかにしようとしています。

3) COP9シグナロソームによる広域タンパク分解制御と癌化の抑制

COP9シグナロソームは幅広い種類のユビキチンリガーゼを同時に制御する能力を持っています。私たちは、COP9シグナロソームの活性を抑える事で細胞の癌化を止めることができる事を見つけました。

主な発表論文・著作

- [1] Kato JY and Yoneda-Kato N., *BioMolecular Concepts*, **1**, 403, 2010
- [2] Kato JY and Yoneda-Kato N., *Genes to Cells*, **14**, 1209, 2009
- [3] 加藤順也, 加藤規子, *細胞周期フロンティア* (共立出版)
- [4] 加藤順也, 加藤規子, *実験医学*, **28**, 463, 2010
- [5] 加藤順也, 加藤規子, *細胞工学*, **28**, 1166, 2009
- [6] 加藤順也, *細胞周期集中マスター*, **63**, 2006
- [7] Yoneda-Kato N. et al., *Mol. Cell Biol.*, **28**, 422, 2008
- [8] Yoneda-Kato N. et al., *EMBO J.*, **24**, 1739, 2005
- [9] Tomoda K. et al., *Nature*, **398**, 160, 1999
- [10] Kato J-Y. et al., *Cell*, **79**, 487, 1994

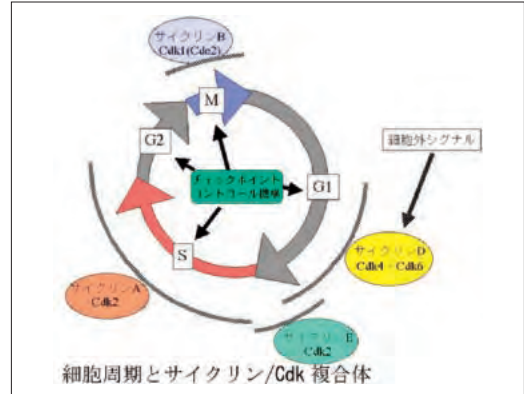


図1 細胞周期とサイクリン/Cdk複合体

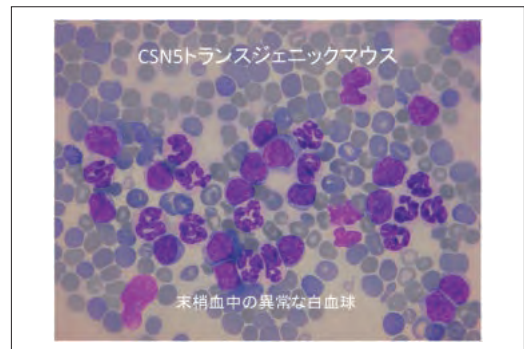


図2 CSN5トランスジェニックマウスの末梢血中の異常な白血球



図3 マウスに癌細胞を導入して形成した腫瘍

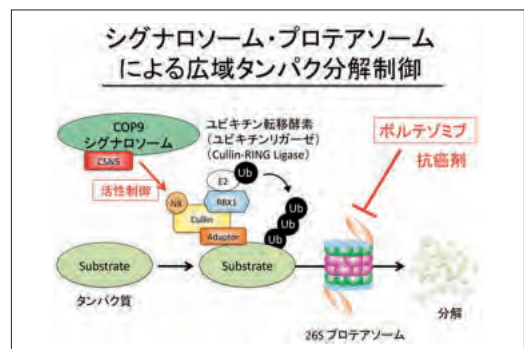


図4 シグナロソーム・プロテアソームによる広域タンパク分解制御

分子免疫制御研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/kawai/>

(写真左から)

教授:河合 太郎 tarokawai@bs.naist.jp

助教:川崎 拓美 kawast01@bs.naist.jp

助教:織 大祐 dori@bs.naist.jp

研究・教育の概要

自然免疫はウイルスや細菌といった病原体の感染初期に発動する生体防御システムであり、マクロファージや樹状細胞が中心的な役割を果たしています。これら自然免疫担当細胞は病原体の侵入を察知すると、炎症性サイトカインやI型インターフェロンなどの産生を誘導し、炎症や抗ウイルス反応の惹起、感染局所への免疫細胞の動員、貪食や殺菌等を行います。さらに、自然免疫は、T細胞応答や抗原特異的抗体産生といった獲得免疫の誘導にも必要な応答です(図1)。自然免疫による病原体認識機構は長らく不明でしたが、1996年のショウジョウバエにおけるTollと呼ばれる膜型分子の発見と1998年のヒトにおけるToll様受容体(Toll-like receptor; TLR)ファミリーの発見(いずれも2011年ノーベル賞)を機に、急速に進みました。TLRはヒトで10種類(TLR1-10)、マウスで12種類(TLR1-9、11-13)存在しており、それぞれ異なる病原体成分(例:細菌のリポ多糖、リポ蛋白質、フラゲリン蛋白質やウイルスのRNAやDNAなど)を認識する受容体として機能しています(図2)。近年では、TLR以外にも、細胞質内でウイルス感染を認識するRIG-I-like receptors (RLRs)ファミリーといった病原体認識分子も同定されています(図3)。重要なことに、自然免疫は病原体のみならず自己成分や環境因子にも反応し炎症を誘導することや、自然免疫系の破綻が自己免疫疾患やアレルギー、炎症性疾患に繋がることが最近の研究から示唆されています(図4)。私達は、自然免疫の全貌を明らかにすることに加え、自然免疫が関与する疾患の制御法の確立や効率的に獲得免疫誘導なワクチンの開発を目指しています。

主な研究テーマ

1) 自然免疫受容体を介したシグナル伝達経路の解析

TLRやRLRを介した自然免疫応答を制御する分子の同定や分子間相互作用などの解析を通して、病原体の侵入から排除に至る流れの理解を目指しています。

2) 新たな自然免疫認識機構や炎症誘導機構の解析

自然免疫は病原体のみならず傷害を受けて死滅した細胞の成分(DNA、RNA、タンパク質、脂質など)に対しても応答し、炎症性疾患や自己免疫疾患を誘導することが分かってきました。しかしながら、これら自己成分がどういった機構(分解、切断、修飾、構造変化、局在変化など)で自然免疫受容体のアゴニストとして質的あるいは量的に変化するのかその破綻機構については不明です。私たちは、こうした自己成分認識や炎症誘導メカニズムの理解を目指しています。また、自然免疫はアスベストや花粉といった環境因子に対しても反応します。こうした環境因子に対する認識機構を明らかにすることを目指しています。

3) 新たな免疫制御法の確立

自然免疫受容体下流シグナル伝達経路の活性化制御可能な核酸、蛋白質、脂質などを用いた新たな免疫制御法の確立を目指しています。最近、細胞内脂質の1つイノシトール5リン酸(PI5P)がRLRのシグナル伝達経路に作用することでウイルスに対する自然免疫応答を制御していることを見いだしました(図3)。合成イノシトール5リン酸をマウスに投与すると抗原特異的な抗体量が上昇することから、ウイルスに対する新たな免疫賦活化剤(ワクチンアジュバント)としての利用が期待されています。

主な発表論文・著作

- [1] Kitai Y et al, *J Immunol*, 2017, in press
- [2] Kitai Y. et al, *J Biol Chem*, **290**, 1269-1280, 2015
- [3] Kuniyoshi K. et al, *Proc Natl Acad Sci USA*, **111**, 5646-5651, 2014
- [4] Kawasaki T, et al, *Cell Host Microbe*, **14**, 148-158, 2013
- [5] Zou T, et al, *Immunity*, **38**, 717-728, 2013
- [6] Kondo T. et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **110**, 2969-2974, 2013
- [7] Kawai T. et al., *Immunity*, **34**, 637-650, 2011
- [8] Kawai T. et al., *Nat Immunol*, **11**, 373-384, 2010
- [9] Tsuchida T. et al., *Immunity*, **33**, 765-776, 2010
- [10] Kawai T. et al., *Nat Immunol*, **7**, 131-137, 2006
- [11] Kawai T. et al., *Nat Immunol*, **6**, 981-988, 2005
- [12] Kawai T. et al., *Nat Immunol*, **5**, 1061-1068, 2004
- [13] Kawai T. et al., *Immunity*, **11**, 115-122, 1999

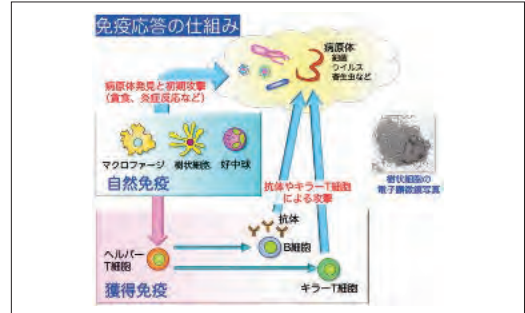


図1 免疫応答の概念図。免疫系は自然免疫と獲得免疫に大別される。自然免疫は病原体の発見と初期攻撃を行う防御システムであり、マクロファージや樹状細胞が中心的役割を果たしている。獲得免疫は、ヘルパーT細胞、キラーT細胞や抗体産生細胞により形成され、病原体に対して高い特異性を有している。獲得免疫の誘導には自然免疫の活性化が必要となる。

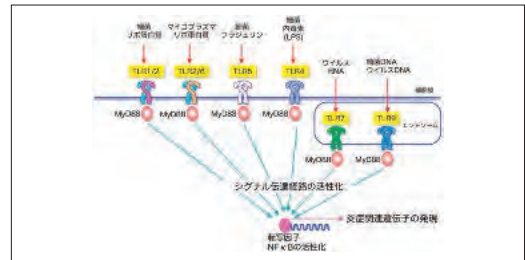


図2 TLRによる病原体認識。TLRは細胞表面やエンドソーム膜に局在しており様々な病原体成分を認識する。その後、細胞内アダプター MyD88を介してシグナル伝達を開始し、最終的に炎症等の自然免疫応答を惹起する。

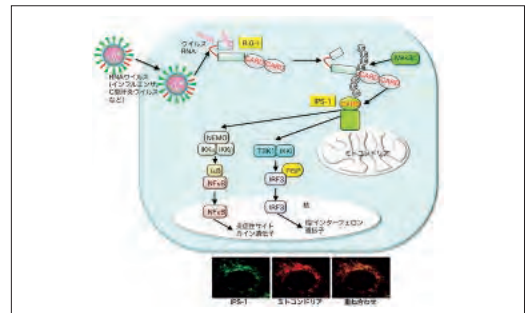


図3 RLRによるウイルス認識。RLRファミリーの1つRIG-Iは細胞内に侵入してきたウイルス由来のRNAを認識する。RIG-Iはミトコンドリアに局在するアダプター分子IPS-1と結合し、下流シグナル伝達経路を活性化する。

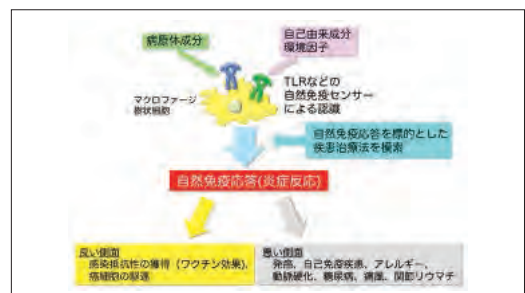


図4 自然免疫と疾患の関連。自然免疫は病原体や癌細胞の排除という良い側面に加え、様々な疾患に関与する負の側面も併せ持つ。

応用免疫学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/shinkura/>



(写真左から)

教授：新藏 礼子 rshinkura@bs.naist.jp

助教：中西 慶子 knakanishi@bs.naist.jp

研究・教育の概要

私たちの身体を病原体や毒素から守る免疫システムは大きく自然免疫と獲得免疫に分けられます。私たちは獲得免疫系のなかでも特にBリンパ球が産生する抗体に注目して研究を進めています。抗原刺激を受けたBリンパ球は活性化されるとactivation-induced cytidine deaminase (AID) という酵素を発現し、抗体遺伝子を多様化し高親和性抗体を産生する体細胞突然変異を誘導します。抗体の抗原結合力を変化させる体細胞突然変異とともに、抗体の攻撃力を変えるクラススイッチ現象は感染防御に重要な役割を担っています。体細胞突然変異もクラススイッチもAIDが必要で、AIDによるDNA切断が引き金となって抗体遺伝子に変異が導入されます。本来生物に備わっているDNA修復機構を抑え、AIDが関わるとなぜ抗体遺伝子に高率に変異が入るのか、その分子機構はまだはっきりわかっていません。DNA変異はゲノム安定性に対する大きな危険要素となり、これがうまくコントロールされないで細胞のがん化を引き起こします。私たちは体細胞突然変異とクラススイッチのうち体細胞突然変異だけが特異的に障害されるAID変異体を見つけ、これを手掛かりに体細胞突然変異の分子メカニズムを明らかにします。新しい抗体を作るメカニズムを探りながら、基礎研究の成果を病気の治療に役立てることを目指します。

主な研究テーマ

1) 腸管IgA抗体による腸内細菌制御機構の解明

腸内細菌叢の乱れが多くの病気を引き起こしていることが注目されており、腸内細菌叢を改善することが病気の治療や予防に重要です。腸管に分泌されるIgA抗体は腸内細菌を識別して腸内細菌叢を制御しているといわれていますが、その詳細な機構はわかっていません。私たちは腸炎の原因菌だけを抑制する可能性のあるIgA抗体をマウスの腸から分離しました。何百種類の腸内細菌を制御するのに、このモノクローナルIgA抗体は何を認識しなぜその分子を認識すると腸内細菌叢の状態が改善するのかを明らかにします。腸内細菌の乱れを改善する新薬としてIgA抗体を飲む抗体医薬として実現化させます。

2) 体細胞突然変異機構の分子レベルでの解析

AIDのN末変異体(G23S、23番目のグリシンがセリンに変異)はクラススイッチを誘導できるけれども、体細胞突然変異は特異的に大きく障害されることをin vitro実験だけでなくノックインマウスを作成して私たちは確認しました。AIDのN末は体細胞突然変異を誘導するのに必要な補因子の結合部位ではないかという仮説を立て、補因子の探索を進めています。

3) IgAへ選択的にクラススイッチさせる誘導物質の探索

IgA抗体は粘膜などで分泌され粘膜防御の主役です。一方、IgE抗体が粘膜で産生されると花粉症などのアレルギー反応の原因となります。もし花粉などの抗原刺激を受けたときに粘膜のB細胞をIgEではなくIgAにクラススイッチさせることができれば、アレルギー反応を抑制するだけでなく、同じ抗原をIgAがブロックすることができます。IgAへ選択的にクラススイッチを誘導する物質の探索を進め、アレルギーの治療薬候補としたいと考えます。

主な発表論文・著作

- [1] Okai S. et al., *Nat. Microbiol.*, **4**, 16103, 2016
- [2] Wei M. et al., *Nat. Immunol.*, **12**, 264-270, 2011
- [3] Shivarov V. et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **105**, 15866-15871, 2008
- [4] Shinkura R. et al., *Nat. Immunol.*, **5**, 707-712, 2004
- [5] Shinkura R. et al., *Nat. Immunol.*, **4**, 435-441, 2003
- [6] Shinkura R. et al., *Nat. Genetics*, **22**, 74-77, 1999

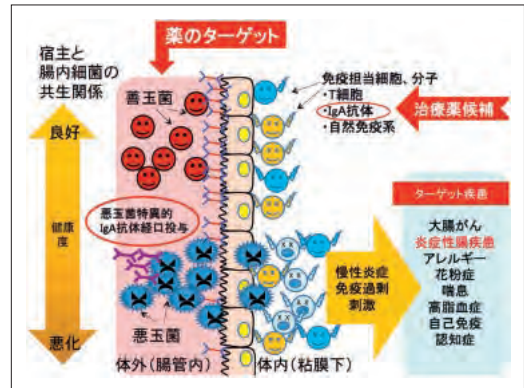


図1 飲むだけで腸内環境を整え病気を治す、身体に優しい抗体医薬の開発

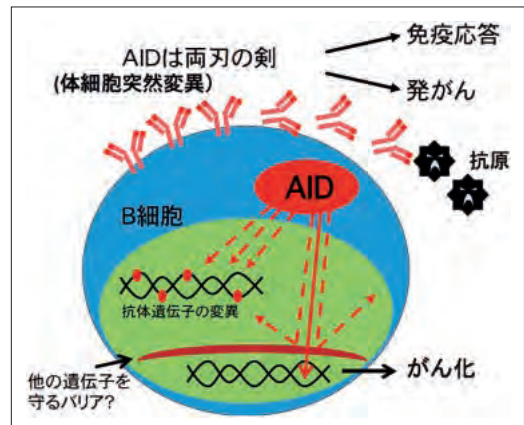


図2 AIDの2面性。新たに強力な抗体を作るが、一方で標的を誤ると細胞のがん化につながる遺伝子変異を産む。

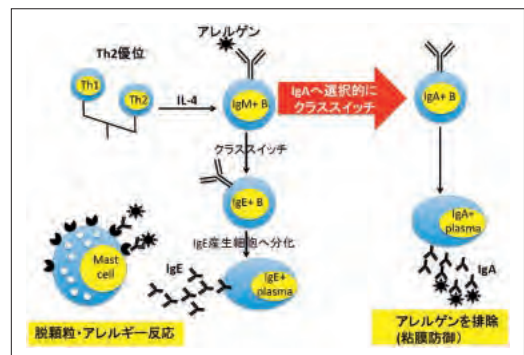


図3 IgAへの選択的クラススイッチ



(写真左から)

教授: 末次 志郎 suetsugu@bs.naist.jp助教: 埴 京子 hanawa@bs.naist.jp

研究・教育の概要

細胞膜は細胞の内外を区切り、細胞が生命として成り立つために必要不可欠な構造物です。細胞膜は、細胞の受ける様々な刺激を受容するために重要であると思われま。しかし、その細胞膜とその結合タンパク質のどのような組み合わせが、細胞を形作り、また、刺激に対する応答を可能にしているのか、不明な点が多く残されています。我々の研究室は、増殖と形態的な変化において細胞膜を細胞内シグナリングに接続している膜結合性タンパク質を研究します。細胞膜を構成する脂質分子の性質もまた、膜結合性タンパク質を使って調べられます。脂質分子の性質には、親水性の頭部の多様性のほか、脂肪酸の飽和または不飽和が含まれます。特に脂肪酸の性質は、栄養学的には注目されていますが、その細胞内シグナリングへの接続様式は明らかではありません。

主な研究テーマ

1) 細胞膜の形態を形成するタンパク質と細胞膜の形態に依存した細胞内シグナル伝達、特に細胞のがんとの関連

重要な疾患である癌形成やさまざまな疾患において、細胞の形態変化が伴います。細胞の分化、初期化においても同様です。しかし、脂質膜の結合タンパク質がどのように変化、あるいは活性制御を受け、クラスリン被覆小孔、カベオラ、フィロポディア、ラメリポディア、ポドソームなどの細胞小器官の形成に異常が生じ、このような細胞の形態変化が生じるかについてはほとんどわかっていないと言ってよいと思います。本研究室では、これまで研究してきたBARタンパク質などの膜結合性タンパク質や脂質膜の裏打ちとして広く存在するアクチン細胞骨格による細胞構造構築とその細胞内シグナリングにおける役割を明らかにします。膜結合性タンパク質による膜の形態形成の試験管内での再構成を行い、ついで、再構成により得られた知見と細胞機能の相関を調べます。

2) 脂質結合タンパク質の探索と構造機能解析

ゲノムの解読が進んだ現在においても、ゲノムに直接記述されていない脂質や脂質膜の役割と形態形成は、全貌すら明らかではありません。脂質や脂質膜はタンパク質によって制御されているはずですが、脂質結合タンパク質の全体像は明らかにされていません。新しい脂質結合タンパク質を同定していくことで、脂質および脂質膜の新たな作用機序、形態形成機序の同定を目指します。

3) 細胞膜における脂肪酸の飽和度の重要性

細胞膜を理解するためのもう一ポイントは、脂質の脂肪酸の重要性です。栄養分の中の飽和であるか不飽和脂質の重要性がよく知られています。しかし、この重要性は、細胞内シグナリングとして分子レベルでは理解されていません。我々は、脂肪酸がどのように膜結合性タンパク質と結合し、癌化やその他の細胞内シグナリングにどのように関わっているか、調べます。

主な発表論文・著作

- [1] Senju, Y., et al., *Journal of Cell Science*, **125**, 2766-2780, 2015
- [2] Takahashi et al., *Nature Communications*, **5**, 4994, 2014
- [3] Suetsugu et al., *Physiological Reviews*, **94**, 1219-1248, 2014
- [4] Oikawa, T., et al., *PLoS One*, **8**, e60528, 2013
- [5] Suetsugu, S. and Gautreau, A., *Trends in Cell Biology*, **22**, 141-150, 2012
- [6] Senju, Y., et al., *Journal of Cell Science*, **124**, 2032-2040, 2011
- [7] Shimada, A., et al., *FEBS letters*, **584**, 1111-1118, 2010
- [8] Takano, K., et al., *Science*, **330**, 1536-1540, 2010
- [9] Takano, K., et al. *EMBO journal*, **27**, 2817-2828, 2008
- [10] Scita, G., et al. *Trends in Cell Biology*, **18**, 52-60, 2008
- [11] Shimada, A., et al. *Cell*, **129**, 761-772, 2007
- [12] Takenawa, T. and Suetsugu, S. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, **8**, 37-48, 2007
- [13] Suetsugu, S., et al. *Journal of Biological Chemistry*, **281**, 35347-35358, 2006
- [14] Suetsugu, S., et al. *Journal of Cell Biology*, **173**, 571-585, 2006

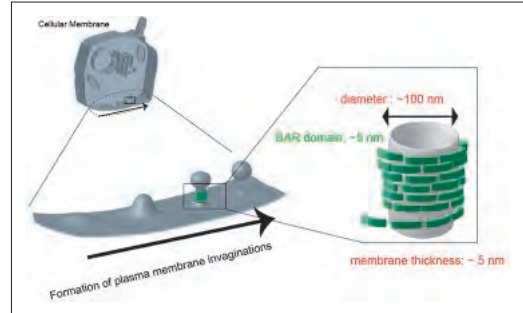


図1 BARドメインタンパク質の分子集合モデル。BARドメインは、突起（糸状仮足と膜状仮足を含む）及び、ミクロン以下のスケール嵌入部（例えばクラスリンで被覆した穴とカベオラ）のポリマーとして機能します。クラスリン被覆小孔とカベオラのための典型的な大きさは、それぞれ、直径100-200nmと、直径50-100nmです。BARドメインは、3-6nmの直径の20-25nmの弧として近似できます。膜の厚さは、一般的におよそ5nmです。

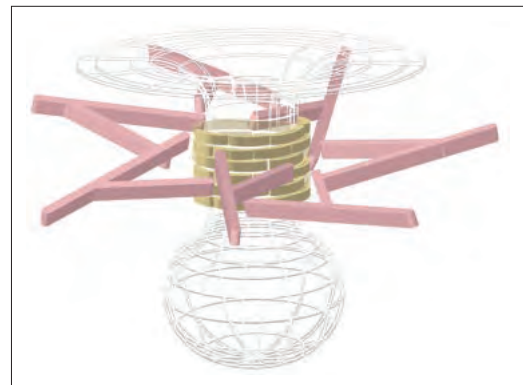


図2 脂質膜上での脂質膜の形態形成を行うタンパク質の集積のモデル。膜結合タンパク質（黄）タンパク質は脂質膜（ワイヤーフレームで表示）の微細構造に対するナノスケールの鑄型となる。また、アクチン細胞骨格（ピンク）は膜構造を大まかに支えると考えられます。

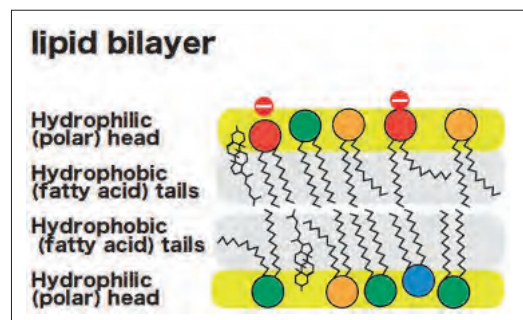


図3 細胞膜の概略図。 各々の脂質分子は、1つの親水性頭と2つの疎水性脂肪酸尾から成ります。頭部（例えばセリン、エタノールアミンなど）と異なる飽和度の脂肪酸（例えばパルミチン酸（飽和）、オレイン酸（不飽和）、など多数）の組合せの種類が、あります。

幹細胞工学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/courses/courses215.html>



教授: 栗崎 晃 akikuri@bs.naist.jp
 助教: 高田 仁実 htakada@bs.naist.jp

研究・教育の概要

ES細胞やiPS細胞などの多能性幹細胞は、無限の増殖能と体の全てを構成する細胞への分化能を併せ持つ特殊な幹細胞であり、その能力ゆえに再生医療や創薬などへの応用が期待されています。一方、幹細胞を利用する側の視点で考えると、多能性幹細胞は成体の様々な細胞へと分化しうる非常に強力な分化能を持つ細胞であるので、この分化能力をワンステップずつ精密にコントロールしながら、目的細胞へと分化させて行くことが重要になります。このような幹細胞の分化方法には必ずしも正解があるわけではないのですが、発生過程では各臓器が非常に高い精度で息をのむほど美しい3次元構造が形成されることから、臓器発生のしくみを理解することが、多能性幹細胞の分化方法を開拓する上でよいヒントとなります。本研究室では、特に胃や肺などの組織形成のしくみの解明を進めつつ、幹細胞の分化制御方法を開発し、さらに疾患モデルや組織再生への応用を目指した研究を行っています。

主な研究テーマ

1) 胃組織の形成と疾患

胃は、主要な消化器官ですが、その発生のしくみは意外とわかっていません。発生初期の内胚葉から一本の消化管が形成され、胃の予定領域が決定され、さらに成熟分化して胃の内側に胃腺と呼ばれる円柱状上皮構造がびっしりと形成されると考えられていますが、そのメカニズムはあまりわかっていないのです。私たちは、最近マウスES細胞から試験管内で胃組織を丸ごと分化させる方法を報告しました(図1)。この幹細胞分化方法は、胃の組織が形成されるしくみを調べるための強力な検証ツールになります。また、胃癌などの疾患は、あまり良い動物モデルが存在しないことから、このような試験管内で作製した胃組織はがんなどの病気の発症機構を調べる上でも有用だと考えられます(図2)。私たちは、胃の発生のしくみを解析しつつ、この試験管内分化モデルを利用して分化のメカニズムを検証するとともに、疾患発症機構の解明にも取り組んでいます。

2) 肺組織の分化と組織再生

肺は、胃と同じく、発生初期の内胚葉から形成された消化管から、肺の元となる肺芽が出芽し、増殖しながら枝分かれして発生していきます(図3)。最近、ヒトiPS細胞から肺の組織細胞を分化させる方法が検討されていますが、私たちも肺前駆細胞や気管支織毛上皮細胞を分化させる方法の開発を進め、その分化制御のしくみを明らかにするための研究を進めています。

3) がん組織における幹細胞

膵臓がんは、早期発見が難しく予後が非常に悪いがんとして知られており、抗がん剤を投与しても十分な効果が得られない場合が多い難治がんです。最近、がん組織の中には、少量のがん幹細胞が存在することが示唆されています。私たちは、細胞分化の視点から、がん幹細胞を減少させる方法とそのメカニズムについて研究を進めています。

主な発表論文・著作

- [1] Noguchi TK et al., *Nature Cell Biology*, **17**, 984-993, 2015
- [2] Watanabe-Susaki K et al., *Stem Cells*, **32**, 3099-3111, 2014
- [3] Seki Y et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **107**, 10926-10931, 2010
- [4] Nakanishi M et al., *FASEB J*, **23**, 114-122, 2009
- [5] Satow R et al., *Developmental Cell*, **11**, 763-774, 2006
- [6] Kurisaki A et al., *Mol. Cell. Biol.*, **26**, 1318-1332, 2006
- [7] Kurisaki A et al., *Mol. Biol. Cell*, **12**, 1079-1091, 2001

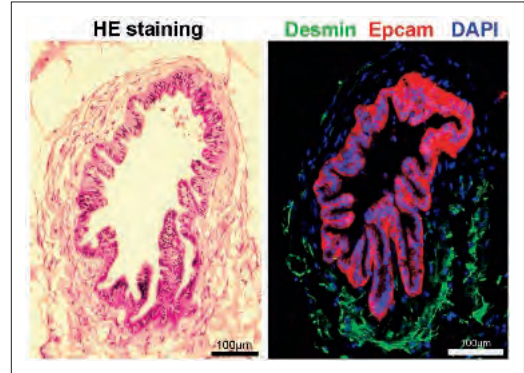


図1 マウスES細胞から試験管内で3次元培養により分化させた胃組織。左図は、分化培養開始後56日目の胃組織の組織切片像。右図は、胃の上皮組織をEpcam抗体(赤)、間質組織をDesmin抗体(緑)、核をDAPI(青)で免疫蛍光染色した切片像。間質組織で覆われた胃腺構造を有する胃組織を試験管内で分化させることができる。

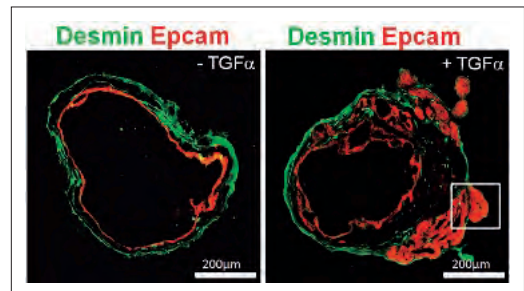


図2 マウスES細胞から胃組織を分化させる培養法を応用した胃の疾患モデル。左は正常モデルであり、右は胃粘膜の異常な肥厚を伴うメネトリエ病(胃巨大皺壁症)のモデル。分化28日目から細胞増殖因子であるTGFαをES細胞で発現させて培養することで、試験管内で胃の疾患モデルを作製することができる。

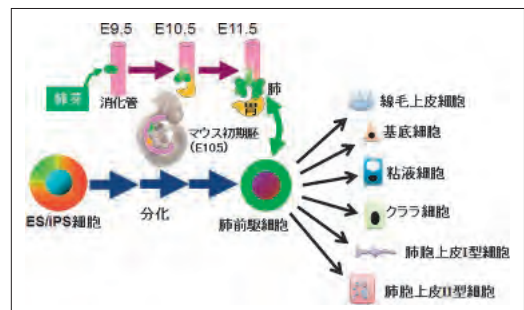


図3 マウス初期発生過程で見られる肺の元となる肺芽の内部には、成体の肺の様々な機能性上皮細胞に分化する肺前駆細胞が誘導されてくる。この肺前駆細胞と同等の細胞を、多能性幹細胞であるES細胞やiPS細胞から試験管内で分化させることができる。

発生医学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/sasai/>

(写真左から)
准教授: 笹井 紀明 noriakisasai@bs.naist.jp
助教: 西(堀) 晶子 akikonishi@bs.naist.jp

研究・教育の概要

多様な神経細胞の産生と、その機能維持の分子メカニズム

中枢神経系には多様な神経細胞やその前駆細胞が存在し、その多くが発生過程において産生され、正確に配置されます。私たちの研究室はこの分子機構を解明することを主要な目標にしています。神経細胞の分化と配置は、細胞外部からの誘導因子(分泌因子)と、それに対する前駆細胞の多様な反応により達成されます。本研究室では、この誘導因子と細胞の反応性の関係、また誘導因子によって制御される2次シグナルについて、ニワトリやマウス胚をモデルとして用いて分子レベルで明らかにします。また、いったん産生された神経細胞の機能を維持するメカニズムを知ることも重要です。私たちは、発生学研究から得られた新規の細胞生物学的原則を応用し、現在治療法が確立されていない難病に対してその原理を解明することを目指します。

主な研究テーマ

1) 神経管のパターン形成における神経前駆細胞の性質の変遷に関する研究

脊椎動物の体幹部には脊髄の原基である神経管が存在し、感覚神経、運動神経やそれらをつなぐ在神経など多様な神経細胞が整然と配置(パターン化)されています。このパターン形成には、モルフォゲンと呼ばれる分泌因子(シグナル因子)が関わっており、濃度依存的に細胞の運命を決定することが知られています。一方で、シグナル分子の受け手である神経前駆細胞の性質も時々刻々と変化し、同じシグナルに対しても異なる反応を示します。この反応様式は、「コンピテンス」と呼ばれ、古典発生生物学上の大きな仮説の1つとなっています。私たちは、このモルフォゲンとコンピテンスの関係を詳細に知ることで、どのようにして比較的少数のシグナル分子から多くの細胞が産出されるのかの分子メカニズムを知ることを目標にしています。

2) ソニック・ヘッジホッグ(Sonic Hedgehog; Shh)の細胞内シグナル伝達に関する研究

腹側神経管のパターン形成を制御しているShhは、(i)細胞にシグナルが導入されるときに、細胞表面に出現する繊毛を介して行われ、また(ii)ターゲット遺伝子の発現が開始されるまでにかかる時間が、他のシグナル分子に比べて非常に長いなど、ユニークなシグナル伝達様式を持ちます。そこで、Shhの細胞内シグナルに関わるタンパク質を同定するほか、単分子レベルでShhシグナルに関わる因子を追跡することにより、その挙動を詳細に調べます。さらにそのシグナル伝達のスピードとパターン形成の関係を明らかにします。

3) 神経細胞の機能維持に関する研究

いったん産出された神経細胞の機能を維持することも重要です。たとえば、ある膜タンパク質をコードする遺伝子に変異が起こることにより、遺伝性の眼科疾患をはじめとする多くの病態が引き起こされることが明らかになっていますが、そのメカニズムは現在のところ不明なままです。私たちは、モデル動物や細胞生物学的解析を用いてこの原因を突き止め、細胞の機能維持や、疾病に対する治療法や予防法を提案することを目指しています。

主な発表論文・著作

- [1] Luehders et al., *Development*, **142**, 3351-3361, 2015
- [2] Hori et al., *Molecular Biology of the Cell*, **26**, 2005-2019, 2015
- [3] Dellett et al., *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, **56**, 164-176, 2015
- [4] Sasai et al., *PLOS Biology*, **12**, e1001907, 2014
- [5] Hori et al., *EMBO Reports*, **15**, 175-184, 2014
- [6] Sasai et al., *WIREs Dev Biol*, **1**, 753-772, 2012
- [7] Dessaud et al., *PLOS Biology*, **8**, e1000382, 2010
- [8] Ribes et al., *Genes and Development*, **24**, 1186-1200, 2010

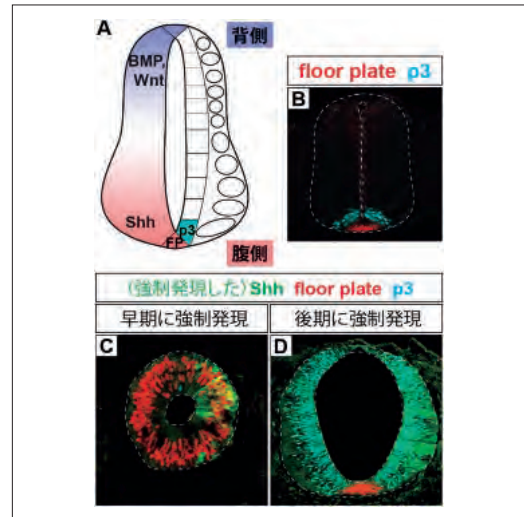


図1 (A) 体幹部の神経管の断面図。背腹軸に沿って、少なくとも13種類の前駆細胞領域に分けられる。(B) 底板領域とp3前駆細胞領域が抗体染色で分離できる。(C, D) Shhを時期特異的に強制発現したときの表現型。早い時期にShhを強制発現すると神経管のほぼすべての細胞が底板細胞(floor plate; 赤色)に変化した(C)が、後期に強制発現するとp3神経前駆細胞(水色)に分化した(D)。このことは、神経前駆細胞が同じShhに対して時間依存的に異なる反応を示したことを意味する。

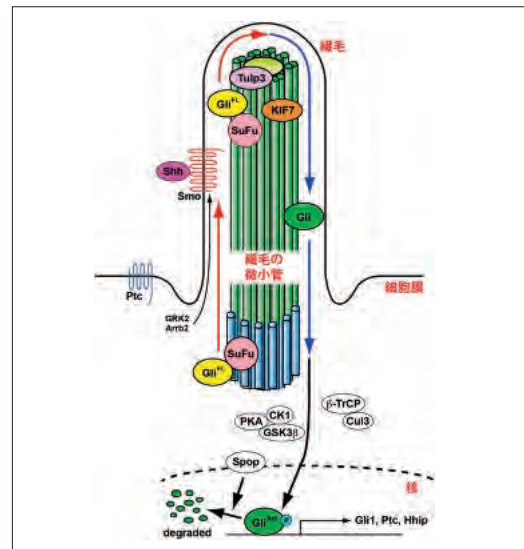


図2 ソニック・ヘッジホッグ(Shh)のシグナルが、繊毛を介して核へと伝達される様子。

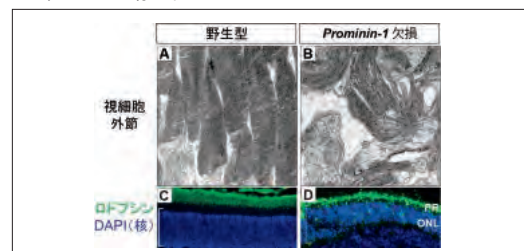
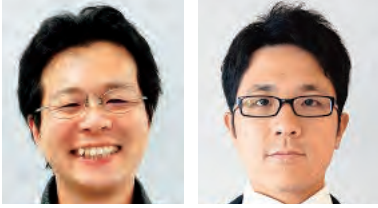


図3 Prominin-1 (Prom1)の遺伝子欠損マウスの、視神経における表現型。(A, B) 外節と呼ばれる領域が崩壊し、(C, D) ロドプシンの細胞内の局在異常が認められた。

器官発生工学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/isotani/>



(写真左から)

准教授: 磯谷 綾子 isotani@bs.naist.jp

助教: 由利 俊祐 shunsuke.yurii@bs.naist.jp

研究・教育の概要

哺乳類において、精子と卵子が融合した受精卵は、8細胞期胚まで、すべての細胞に分化することができる万能性を持ち、着床直前の胚盤胞期になると、将来、胎盤になる栄養膜細胞と、様々な組織や臓器へと分化する内部細胞塊に運命が分かれます。内部細胞塊から樹立された胚性幹細胞 (ES細胞) は、胎盤組織以外であれば、生殖細胞を含むどんな細胞にでも分化できる多能性を持ち、この性質は、再生医療研究を大きく後押しし、誘導型多能性幹細胞 (iPS細胞) の発見にも繋がりました。初期胚、ES/iPS細胞と発生工学技術を組み合わせ、動物モデルを通して、再生医療に繋がる基礎研究を目指します。

主な研究テーマ

1) 異種キメラを用いた臓器形成モデル

胚盤胞とES細胞を用いれば、マウスとラットの細胞を個体の中に合わせ持つ異種キメラが誕生させることができます (図1、2)。胸腺のないヌードマウスの胚盤胞とラットのES細胞を用いて異種キメラを作ると、胸腺がラットの細胞で構築されることが分かりました。つまり、異種キメラの系を用いれば、ES細胞やiPS細胞から、複雑な3次元構造を持つ臓器を作ることができます。異種キメラ内に作られたラットの胸腺は、T細胞を成熟させることが分かりました (図3) が、マウスよりも小さく非自己を排除するT細胞ができていのかどうかはまだ明らかになっていません。一方、マウスの胚にラットのES細胞を注入した異種キメラの精巣内には、マウスだけでなく、ラットの精子もできますが、これらの精子は同種の卵子と受精させると、次世代が誕生することが分かっています。このように、異種キメラの体内で作られた臓器・組織、細胞が正しく働いているかを明らかにすることは、再生医療に結びつけるためにも、今後の重要な課題になります。異種キメラの系を用いて、様々な臓器形成モデルの確立を試み、臓器・組織、細胞が正常に機能するために必要な要因を明らかにしていきます。

2) 新規動物モデルの開発

近年、次世代遺伝子改変技術として注目されているゲノム編集技術 (CRISPR/Casシステムなど) を用いれば、簡単に遺伝子破壊動物を作製できるようになりました。この技術をES細胞 (または、iPS細胞) と組み合わせれば、より複雑な遺伝子改変を行えるようになります。

単に遺伝子改変を行ったヒトの疾患モデル動物だけでなく、遺伝子工学・細胞工学・生殖工学を駆使して生命科学のブレイク・スルーに繋がるような新たな動物モデルの開発を目指します。

主な発表論文・著作

- [1] Isotani et al., *Sci Rep*, **6**, 24215, 2016
- [2] Miyata et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, 2016, in press
- [3] Miyata et al., *Science*, **350**, 442-445, 2015
- [4] Mashiko et al., *Sci Rep*, **3**, 3355, 2013
- [5] Isotani et al., *Genes Cells*, **16**, 397-405, 2011
- [6] Okada et al., *Nat Biotechnol*, **25**, 233-237, 2007
- [7] Inoue et al., *Nature*, **434**, 234-238, 2005
- [8] Isotani et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **102**, 4039-4044, 2005

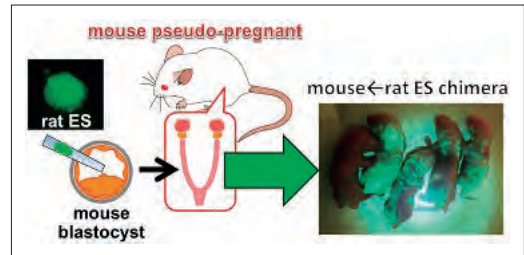


図1 異種キメラの作出方法

マウスの胚盤胞にGFP遺伝子によって緑に光るラットのES細胞を注入して、偽妊娠マウスの子宮に移植すると、ラットの細胞 (緑) を持つ異種キメラが誕生する。



図2 大きさの異なるマウスとラットの異種キメラ
ラットの胚盤胞にマウスのES細胞を注入して作製したラットサイズの異種キメラ (上) と、マウスの胚盤胞にラットのES細胞を注入して作製したマウスサイズの異種キメラ (下)。

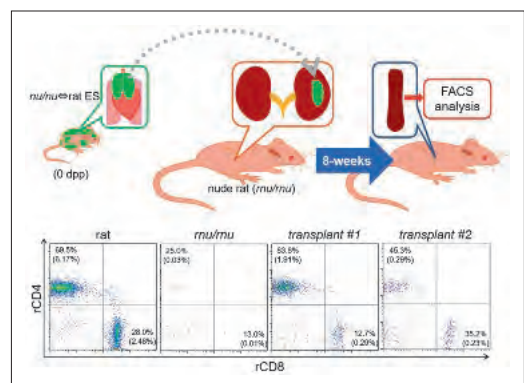


図3 異種キメラで作られたラットの胸腺の機能

ヌードマウスにラットのES細胞を注入して作成した異種キメラのラットの胸腺は、胸腺を持たないヌードラットの腎皮下に移植すると、成熟したT細胞 (rCD4⁺/rCD8⁻、またはrCD4⁻/rCD8⁺) が出現する。

原核生物分子遺伝学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/maki/>



(写真左から)

教授: 真木 寿治 maki@bs.naist.jp

准教授: 秋山 昌広 akiyamam@bs.naist.jp

助教: 古郡 麻子 furukori@bs.naist.jp

研究・教育の概要

私たちの研究室では、親(親細胞)から子(娘細胞)への遺伝情報の正確な伝達かのような仕組みに支えられているのか、あるいはこれとは逆に、不正確な遺伝情報の伝達により引き起こされる突然変異はどのようなプロセスを経て発生するのかについて研究を進めています。DNAおよび生命の基本的問題や生物進化の分子機構に強い興味を持つ若い人達に、将来独立した研究者として活躍できる力を養える教育にも全力を注いでいます。

主な研究テーマ

1) 突然変異の発生と抑制の分子機構 (図1)

- ・DNA複製エラーの発生メカニズムと修復機構
- ・活性酵素や栄養環境により生じる突然変異

2) 染色体およびゲノムの維持と再編の分子機構 (図2)

- ・遺伝子組換えの制御機構
- ・DNA損傷応答や細胞周期チェックポイントの役割

3) DNA複製装置の構造と機能の解明 (図3)

- ・DNAポリメラーゼの生化学的機能
- ・複製フォークの進行の動態や、進行阻害の回復過程

これまでの研究から、DNA上の小さな変化(点突然変異)の発生には、DNA複製の誤り、言い換えると「複製エラー」が第一番目の原因であることが分かってきました(図1)。これに加えて、細胞内での酸素呼吸などで生じる活性酸素などがDNAに傷を与え(図1の自然DNA損傷)、その結果として複製エラーが誘発されることも突然変異の重要なもう一つの原因となっています。ただし、これらの複製エラーやDNA損傷の大部分は、細胞が持つ多数のDNA修復機構(図1、図2)やDNA損傷応答機構(チェックポイント機構)により巧妙にかつ高い効率で取り除かれ、普通の環境中で生育する細胞の突然変異(自然突然変異)は非常に低い頻度でしか生じないように制御されています。私たちは、酸化損傷と修復機構のDNA合成エラーが希に生じる自然突然変異の重要な原因であることを、大腸菌(図4-C)を使って明らかにしてきました(図4-A)。

私たちは、「遺伝情報の正確な伝達機構」や「突然変異の発生機構の解明」が生物の本質的な理解に必須であるにも拘わらずほとんど手が付けられていない課題であると考えています。また、この問題にアプローチするためには、DNA複製装置の働き(図3)やゲノム上の複製フォークの動態(図4-D)についても理解を深めることが重要です。以上の観点から、材料としては主に大腸菌(図4-C)を用いて、分子遺伝学と本格的な生化学的手法(図4-A、B)を駆使しながら多面的な研究を精力的に推進しています。

主な発表論文・著作

- [1] H. Maki, *Annual Review of Genetics*, **36**, 279-303, 2002
- [2] K. Hasegawa et al., *Genes to Cells*, **13**, 459-469, 2008
- [3] S. Ide et al., *Science*, **327**, 639-696, 2010
- [4] M. Ikeda et al., *Nucleic Acid Res.*, **42**, 8461-8472, 2014
- [5] KW. Tan et al., *Nucleic Acid Res.*, **43**, 1714-1725, 2015
- [6] HP. Lai et al., *Genes to Cells*, **20**, 817-833, 2015
- [7] C.T. Lim et al., *Nucleic Acid Res.*, **43**, 9804-16, 2015
- [8] M.T. Akiyama et al., *Genes to Cells*, **21**, 907-914, 2016

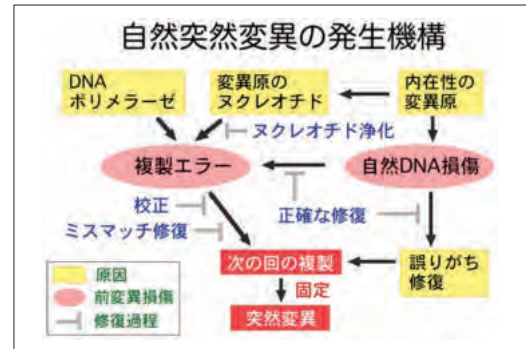


図1 自然突然変異の発生原因として複製エラーと自然DNA損傷が重要です。これらの原因による突然変異の発生は多段階の機構で抑制されています。

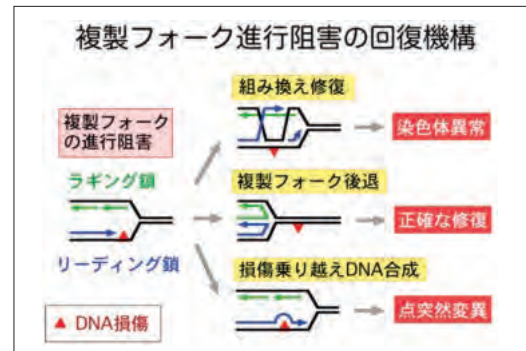


図2 DNA損傷により複製フォークの進行が阻害された時、その解消法には組換え修復、複製フォーク後退、損傷乗り越えDNA合成の3つがあります。

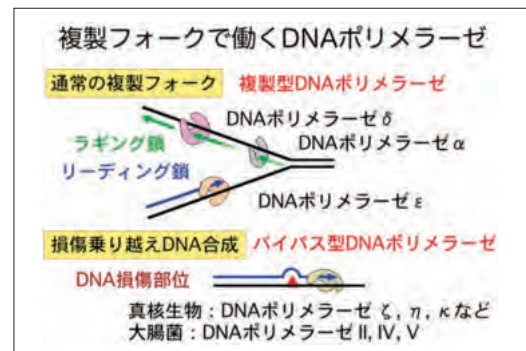


図3 真核生物の複製フォークでは、三種類の複製型DNAポリメラーゼが協調して効率良いDNA複製を行い複製エラーの発生を低く抑えています。DNA損傷で停止した複製フォークでは、真核生物でも大腸菌でも特別なバイパスDNAポリメラーゼが働きます。



図4 突然変異の研究(A)、複製酵素の精製と生化学的解析(B)、細胞生物学(C)、複製フォークの進行速度の一分子解析(D)を、大腸菌を用いて行っています。

システム微生物学研究室

URL: http://ecoli.naist.jp/www_Lab/

(写真左から)
教授: 森 浩禎 hmori@gtc.naist.jp
助教: 武藤 愛 muto@bs.naist.jp

研究・教育の概要

学生にとって重要な事は、自分で考え、行動できる人になることです。大学院は、実際の研究現場です。研究の楽しさとともに、厳しさも経験しながら何をなすべきかを自分で考えることができる学生を目指します。

20世紀後半の分子生物学は爆発的に生命現象の分子機構を明らかにしました。一方で、現在でも細菌の振る舞いひとつ予測する事は困難です。それは、今までの研究が生物を構成する遺伝子やタンパク質など“部品”としての構造や機能解明が中心の研究であったのに対して、遺伝子間の複雑な相互関係は、未だほとんど手つかずの状態だからです。“部品”は繋がり合って、機能を持ち、さらに大きな繋がりで細胞ができています。これらの複雑な相互作用を明らかにする事で細胞を理解しようと考えています。

生物を構成する部品の数は膨大です。現在の生物学では情報科学の手法が必要不可欠です。私たちの研究室では生物を用いた実験と、そこから生み出される大量の実験情報から情報科学的手法を用いて生物学意味抽出を目標に研究を進めています。

主な研究テーマ

1) 網羅的リソース構築

近年の配列決定技術の驚くほどの進歩により、ゲノム配列決定の壁は非常に低くなりました。しかし、その配列解析から予想される遺伝子及び遺伝子群の機能の実験検証は、いまだに大きな課題です。それを可能にするのは、網羅的なクローンや欠失株ライブラリーなどのリソース (Kitagawa, 2005; Baba, 2006) と新たな方法論の開発です。現在も、新たな研究目的に必要なリソースはすぐに自前で揃える体制を構築してきました。大腸菌システム生物学において、私たちのリソースは世界標準となっており、これなしにシステム生物学は進められないと言っても過言ではありません。

2) 細胞内ネットワークの解明

細胞の中の反応はつながり合い、ネットワークを構成しています。遺伝子の損傷は、局所的な機能欠損にとどまらず実に様々な影響をもたらす訳です。構築した一遺伝子欠失株ライブラリーを用いて、単一遺伝子欠失による表現型の変化を定量化するだけでなく、システムティックな2重欠失の組合せを導入する方法を開発し、解析を進めています。これには二種類の大腸菌間で染色体の交換が行なわれる接合という現象を利用します。small RNA遺伝子欠失株ライブラリーも構築し、タンパク質コードの遺伝子と共に2重欠失株を作製し、細胞内機能ネットワークの解明を進めています。

3) 代謝経路ネットワークの定量的解析とモデル化

私たちは、代謝経路の定量的解析を目的に、炭素源からエネルギーやアミノ酸を合成する中心代謝経路(解糖系、TCA回路など)に焦点を当てて解析を行っています。遺伝子改変を行い、蛍光により目的の酵素量を一細胞レベルで測定することを可能にしています。細胞レベルの酵素量の発現変動など、個々の細胞の発現の違いなども解析を行い、モデル化とシミュレーションを進めています。

4) 接合による異種間DNA移動システムの構築

私たちは、大腸菌間で遺伝子欠失を接合により非常に効率的に移動させる技術開発を進めてきました。接合自体は大腸菌本来の機能ではなく、外来性プラスミドに依存した機能です。このシステムは水平移動の原動力の一つでもあり、耐性菌の拡大など、医学的に重要な課題でもありますが、この系を活用する事で、これまでに考えられないサイズのDNAを種を超えて移動させる事が可能になります。現在は特に放線菌を対象に大規模遺伝子移動システムの構築を行っています。放線菌は2次代謝産物合成など、非常に有用な生産菌ですが、ゲノム解明は終了していながら、形質転換の効率が非常に悪い事など問題を抱えています。接合の系を使うことで、遺伝子改変など、大腸菌の強みを活用し、放線菌などの有用微生物の改変を行います。

主な発表論文・著作

- [1] Rajagopala SV, et al., *BMC Genomics*, **11**,470, 2010
- [2] Aono E, et al., *Mol Biosyst*, **6**,1216-1226, 2010
- [3] Typas A, et al., *Nat Methods*, **5**, 781-787, 2008
- [4] Butland G, et al., *Nat Methods*, **5**, 789-795, 2008
- [5] Baba T, et al., *Mol Syst Biol*, **2**, 2006 0008, 2006
- [6] Arifuzzaman M, et al., *Genome Res*, **16**, 686-691, 2006
- [7] Kitagawa M, et al., *DNA Res*, **12**, 291-299, 2005

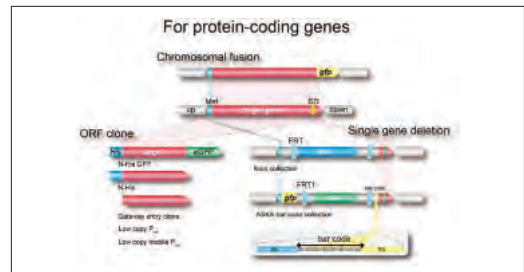


図1 開発したリソース

対象とする遺伝子のプラスミドクローンライブラリーを3種、現在開発中の低コピープラスミドが1種類、そして薬剤耐性遺伝子と置換えた遺伝子欠失株ライブラリー2種類を作製し、公開している。

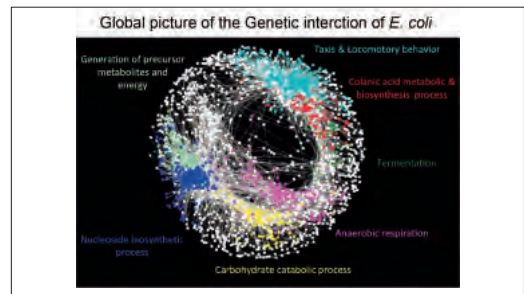


図2 2重遺伝子欠失株作製による遺伝的ネットワーク解析の結果 400遺伝子と全4000遺伝子の遺伝的相互作用を2重欠失株作製による定量化したもから、全体の相互作用地図を作成したもの。機能は色分けで示しており、同一の色は同一の機能に分類される遺伝子群。

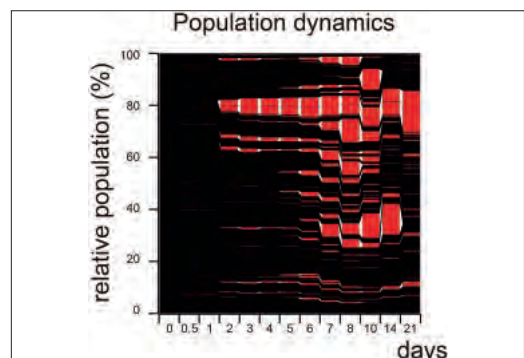


図3 barcodeを利用した欠失株のポピュレーション変動

Barcodeを導入した大腸菌一遺伝子欠失株ライブラリーを用いて、3週間LB栄養培地で培養し続けた培地中での各欠失株のポピュレーションの変動を、barcodeを利用して定量化した。

細胞シグナル研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/shiozaki/>

(写真左から)

教授: 塩崎 一裕 kaz@bs.naist.jp助教: 建部 恒 htatebe@bs.naist.jp助教: 両角 佑一 y-morozumi@bs.naist.jp

研究・教育の概要

さまざまな刺激、環境を感じてその情報を伝達、処理する細胞内の情報ネットワークの解明をめざしています。特に糖尿病などの代謝病やガン等における細胞増殖異常にかかわる細胞内シグナル伝達経路の分子レベルでの理解は、新たな治療法の開発や新薬の細胞内標的の発見に欠かせません。遺伝子/ゲノム操作が容易に行える分裂酵母(図1)をモデル生物として新しいシグナル伝達因子を発見、解析し、ヒト細胞の相同因子の理解を迅速に進めます。分子遺伝学、細胞生物学、生化学などを組み合わせた多面的アプローチを通じて論理的に研究をデザインする能力を養い、また当初カリフォルニア大学で開設された当研究室では国際的な科学コミュニティーの一員として活動できる学生・研究者の育成に重点を置いています。

主な研究テーマ

1) TOR (Target Of Rapamycin) シグナル経路の解明

免疫抑制剤rapamycinの細胞内標的分子として発見されたTORタンパク質は、複数のサブユニットとTOR complex 2 (TORC2) と呼ばれる複合体を形成し、インスリンによる刺激を伝達するシグナル経路で働いていることが明らかになっています(図2)。この経路の活性化は糖尿病治療につながる可能性がありますが、TORC2の活性化メカニズムは未だ不明のままです。私たちは、分裂酵母のTORC2をモデルとした実験系を確立し、TORC2活性化因子の探索を行っています。

2) ストレスを感知するMAPキナーゼの制御と機能

環境からのストレスを感知、適応するメカニズムは生物にとって必須ですが、化学・放射線療法にさらされたガン細胞でも同じメカニズムが活性化されています。その中心となるのがストレス刺激で活性化されるMAPキナーゼとよばれるタンパク質リン酸化酵素です。分裂酵母におけるゲノムワイド アプローチを用いながら、ストレスを感知するセンサーからMAPキナーゼの活性化に至るシグナル伝達経路の解明に取り組んでいます。

主な発表論文・著作

- [1] Hatano T. et al., *Cell Cycle*, **14**, 848-856, 2015
- [2] Morigasaki S. et al. *Mol. Biol. Cell*, **24**, 1083-1092, 2013 (Faculty of 1000 Prime の推薦論文)
- [3] Tatebe H. et al., *Curr. Biol.*, **20**, 1975-1982, 2010 (記者発表)
- [4] Shiozaki K., *Sci. Signal.*, **2**, pe74, 2009
- [5] Morigasaki S. et al., *Mol. Cell*, **30**, 108-113, 2008 (Faculty of 1000 Biologyの推薦論文)
- [6] Tatebe et al., *Curr. Biol.*, **18**, 322-330, 2008
- [7] Ikeda et al., *Cell Cycle*, **7**, 358-364, 2008
- [8] Wang L. & Shiozaki K., *FEBS Lett.*, **580**, 2409-2413, 2006
- [9] Wang L. et al., *Mol. Cell. Biol.*, **25**, 3945-3955, 2005 (Faculty of 1000 Biologyの推薦論文)
- [10] Tatebe et al., *Curr. Biol.*, **15**, 1006-1015, 2005 (Faculty of 1000 Biologyの推薦論文)
- [11] Ikner A. & Shiozaki K., *Mut. Res.*, **569**, 13-27, 2005
- [12] Tatebe H. & Shiozaki K., *Mol. Cell. Biol.*, **23**, 5132-5142, 2003
- [13] Nguyen A.N., *Mol. Biol. Cell*, **13**, 2651-2663, 2002
- [14] Santos J.L. & Shiozaki K., *Science's STKE*, **98**, re1, 2001

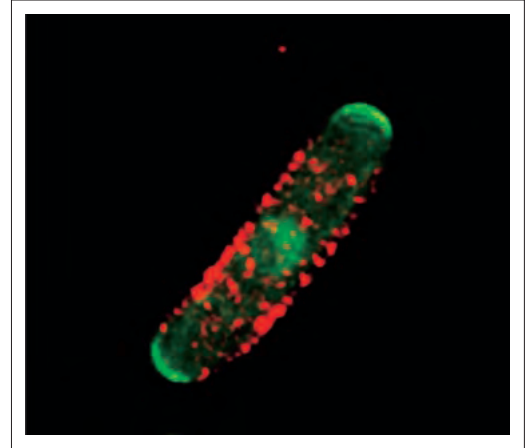
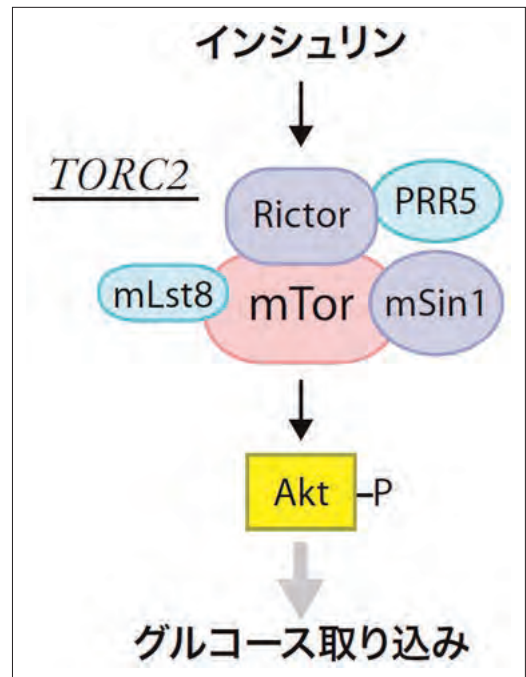
図1 分裂酵母 *Schizosaccharomyces pombe*

図2 TORC2複合体はインスリン刺激にตอบสนองして細胞のグルコース取り込みを誘導するシグナル伝達経路で働いています。

ストレス微生物科学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/takagi/>



(写真左から)

教授: 高木 博史 hiro@bs.naist.jp

准教授: 木俣 行雄 kimata@bs.naist.jp

助教: 渡辺 大輔 d-watanabe@bs.naist.jp

助教: 那須野 亮 r-nasuno@bs.naist.jp

研究・教育の概要

微生物のバイオサイエンスを基盤に、新たなバイオインダストリーへの展開を目的とした「応用分子微生物学」に関する研究・教育を行います。

具体的には、酵母などの微生物が有する様々な細胞機能システムについて、環境ストレス（酸化・還元、高温、冷凍、乾燥、浸透圧、エタノール、低栄養など）への新しい適応機構を中心に、分子・代謝・細胞レベルで詳細な解析を行ない、微生物の複雑かつ巧妙な機能に対する理解を深めます。また、私たちが見出した基礎的な研究成果を有用な微生物育種、物質生産などの技術開発に応用し、食糧、エネルギー、環境、生命に関連するバイオテクノロジーに貢献することを目指しています。

主な研究テーマ

1) 酵母における新規なストレス応答・耐性機構の解明 (図1、2、3)

高等生物のモデルとして、また発酵食品・バイオエタノール等の製造にも重要な酵母を用いて、私たちが新たに見出した、様々な環境ストレスに対する細胞の応答・耐性の分子機構を解明します (バイオサイエンス)。微生物は、進化の過程でストレスを迅速に認識し、かつ正確に処理するシステムを獲得しており、微生物の研究によって、環境適応や生命応答の「全体像」を捉えることも可能です。

- ・プロリンの生理的役割と細胞内オルガネラへの輸送機構
- ・プロリン/アルギニン代謝を介した一酸化窒素 (NO) の生成機構と生理機能
- ・ユビキチンシステムによる異常タンパク質の修復・分解機構

2) ストレス応答・耐性機構の産業酵母の育種への応用 (図4)

微生物による発酵生産過程は細胞にとってストレス環境であるため、微生物の有用機能 (エタノール、炭酸ガス、味・風味成分、アミノ酸、有機化合物の生産など) が制限され、発酵生産力にも限界があります。そこで、私たちが見出した基礎的知見を活用し、ストレス耐性を高めた産業酵母の育種に応用する研究を進めています (バイオテクノロジー)。

- ・ストレス耐性機構を介したアルコール発酵調節機構
- ・ストレス耐性機構の高機能化と高度利用による産業酵母の育種

3) 大腸菌におけるシステインおよび硫黄代謝化合物の代謝調節機構・生理機能の解明

主な発表論文・著作

酵母のバイオサイエンス

- [1] Tatehashi Y. et al., *FEBS Lett.*, **590**, 2906-2914, 2016
- [2] Yoshikawa Y. et al., *Nitric Oxide-Biol. Chem.*, **57**, 85-91, 2016
- [3] Astuti R. I. et al., *Nitric Oxide-Biol. Chem.*, **52**, 29-40, 2016
- [4] Nasuno R. et al., *J. Biochem.*, **159**, 271-277, 2016
- [5] Watanabe D. et al., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **463**, 76-81, 2015
- [6] Wijayanti I. et al., *J. Biochem.*, **157**, 251-260, 2015
- [7] Nasuno R. et al., *PLoS One*, **9**, e113788, 2014
- [8] Oshiro S. & Takagi H., *FEMS Yeast Res.*, **14**, 1015-1027, 2014
- [9] Shiga T. et al., *Eukaryot. Cell*, **13**, 1191-1199, 2014
- [10] Nasuno R. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **110**, 11821-11826, 2013
- [11] Nishimura A. et al., *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **430**, 137-143, 2013
- [12] Sasaki T. & Takagi H., *Gene Cells*, **18**, 459-475, 2013
- [13] Nomura M. & Takagi H., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **101**, 12616-12621, 2004
- [14] Hoshikawa C. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, **100**, 11505-11510, 2003

酵母のバイオテクノロジー

- [1] Watanabe D. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **82**, 340-351, 2016
- [2] Takagi H. et al., *J. Biosci. Bioeng.*, **119**, 140-147, 2015
- [3] Watanabe D. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **78**, 4008-4016, 2012
- [4] Sasano Y. et al., *Microb. Cell Fact.*, **11**, 40, 2012

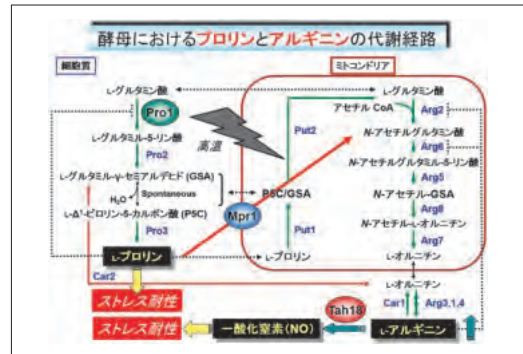


図1 酵母におけるプロリンとアルギニンの代謝経路

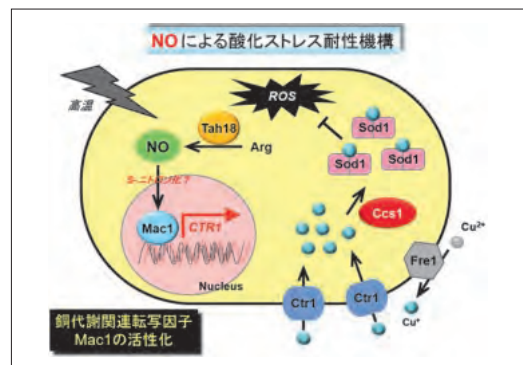


図2 酵母に見出した一酸化窒素による酸化ストレス耐性機構

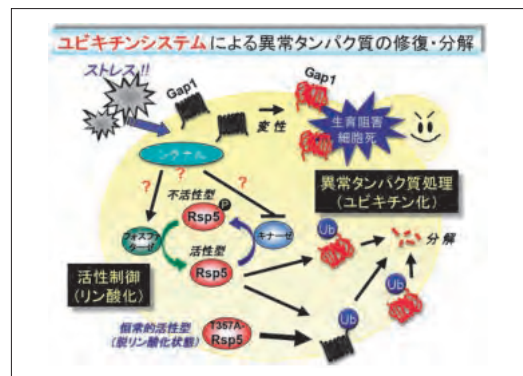


図3 酵母ユビキチンリガーゼRsp5の分子機能

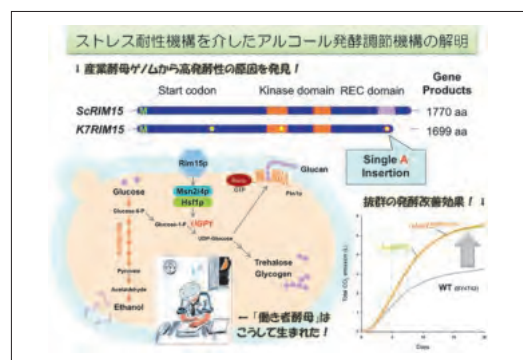
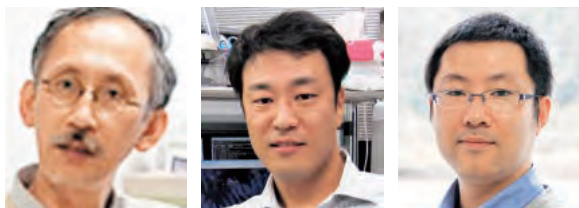


図4 酵母のストレス耐性機構を介したアルコール発酵調節

構造生物学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/hako/>



(写真左から)
 教授: 箱嶋 敏雄 hakosima@bs.naist.jp
 助教: 北野 健 kkitano@is.naist.jp
 助教: 森 智行 t-mori@bs.naist.jp

研究・教育の概要

本研究室では、大学院大学であることの優位性を生かして、最先端領域での「研究漬け」・「研究三昧」を基本として世界に発信できる研究を通して教育します。研究は「一番でないという意味がありません」ので、なれるように鍛え上げます。具体的には、以下の研究を通して、ポストゲノムのタンパク質研究の時代に活躍できる人材の養成を目指しています。

タンパク質は複雑な3次元立体構造を形成してはじめてその分子機能を獲得するので、タンパク質の分子機能を理解するためには、原子レベルでの立体構造情報が不可欠です。本研究室では、生物を生体分子の立体構造から理解しようとする研究(構造生物学)を、X線結晶構造解析と生物物理学や生化学的な機能解析を組み合わせることで推進しています。生命体は限られた数のタンパク質の機能で構成されています。これらの分子群の理解なしに、生命体のからくりが見える道理は全くないのです。構造生物学によって得られる複雑な生体分子の精密な知識は、基礎生物学としての価値のみならず、医学・薬学あるいは農業・産業への応用を開く最高の英知です。

1) タンパク質のX線結晶構造解析

タンパク質やその複合体の結晶を作成し、結晶のX線回折データを解析することにより、立体構造を原子レベルで調べます。X線実験には、世界最高レベルの放射光施設 SPring-8 を利用します。X線解析では、分子量の制限なく大きな複合体の構造決定が可能です。分子モデルの構築には、高性能グラフィックワークステーションを用います。

2) タンパク質の生物物理学的・生化学的機能解析

試料であるタンパク質は、遺伝子組み替え技術を用いて大腸菌や昆虫細胞で大量生産して、最新のクロマトグラフィー技術を用いて精製・調製します。構造解析に加えて、これらのタンパク質の物理化学的手法による相互作用解析を行います。これらの研究手法に関して、しっかりしたトレーニングを積んで初めて「タンパク質研究の専門家」になれるのです。

主な研究テーマ

- 1) 薬物標的等の医学的に重要なタンパク質の構造と機能
- 2) Gタンパク質等の細胞内情報伝達タンパク質の構造と機能
- 3) 細胞骨格・細胞接着を制御するタンパク質の構造と機能
- 4) DNA修復タンパク質の構造と機能
- 5) 植物ホルモン受容体とシグナル伝達タンパク質の構造研究

主な発表論文・著作

- [1] Hirano et al., *Nature Plants*, **4**, in press 2017
- [2] Chamberlain et al., *Nature Struct. Mol. Biol.*, **21**, 803-809, 2014
- [3] Hirano et al., *EMBO J.*, **30**, 2734-2747, 2011
- [4] Terawaki et al., *EMBO J.*, **29**, 236-250, 2010
- [5] Kitano et al., *Structure*, **18**, 177-187, 2010
- [6] Murase et al., *Nature*, **456**, 459-463, 2008
- [7] Yamaguchi et al., *Structure*, **14**, 589-600, 2006
- [8] Sakurai et al., *EMBO J.*, **24**, 683-693, 2005
- [9] Hamada et al., *EMBO J.*, **22**, 502-514, 2003
- [10] Maita et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **99**, 1212-1217, 2002
- [11] Fujii et al., *Nature Struct. Biol.*, **7**, 889-893, 2000
- [12] Hamada et al., *EMBO J.*, **19**, 4449-4462, 2000
- [13] Maesaki et al., *Mol Cell*, **4**, 793-803, 1999
- [14] Fujii et al., *EMBO J.*, **19**, 5028-5041, 1999
- [15] Hiriotsu et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **96**, 12333-123338, 1999
- [16] Shimizu et al., *EMBO J.*, **16**, 4689-4697, 1997
- [17] Kato et al., *Cell*, **88**, 717-723, 1997
- [18] Hakoshima et al., *Proc Natl Acad Sci USA*, **78**, 7309-7313, 1981

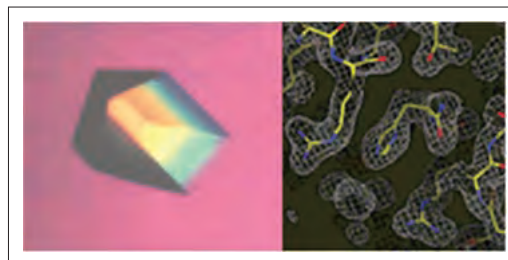


図1 タンパク質の結晶(左)とX線解析から得られた電子密度図(右)

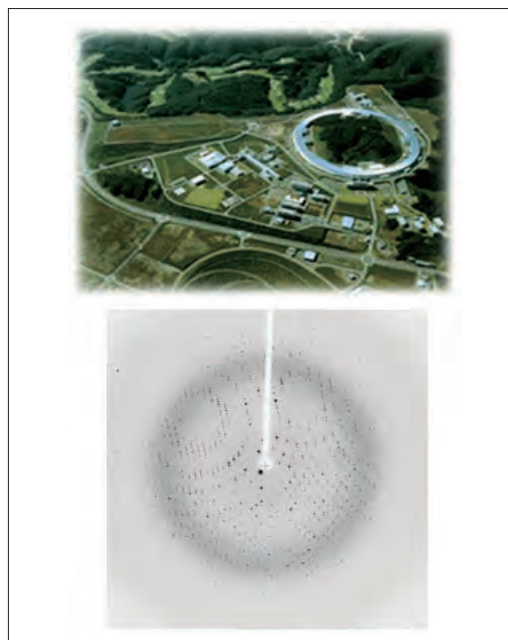


図2 X線強度データ収集の実験をする兵庫県播磨市の大型放射光施設 SPring-8(上)と、得られるX線回折パターン(下)

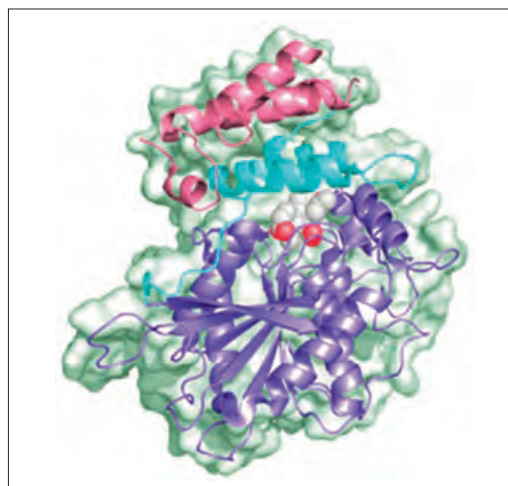
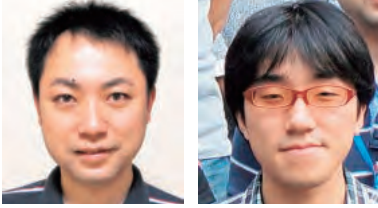


図3 植物ホルモン“ジベレリン”(白と赤の空間充填モデル)とその受容体GID1(青)と下流のエフェクター分子DELLA(桃)の三者複合体の構造(論文[6])

膜分子複合機能学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/tsukazaki/>

(写真左から)
准教授:塚崎 智也 ttsukaza@bs.naist.jp
助教:田中 良樹 yotanaka@bs.naist.jp

研究・教育の概要

2013年4月にスタートした研究室です。生体膜を舞台とした基本的な生命現象には様々な膜蛋白質が関わっています。これらが織りなすダイナミックな構造変化に起因する分子メカニズムの解明に向け、新たな研究手法を組み合わせた構造生物学的解析による基礎研究・教育を行います。

主な研究テーマ

1) Sec膜蛋白質複合体の作動機構を原子レベルで可視化

Sec膜蛋白質複合体は、細菌の細胞質膜や真核生物の小胞体膜に存在し、新規に合成された蛋白質の膜透過に必要な装置です(図1)。蛋白質の膜透過の仕組みについては、後にノーベル賞の受賞に結びついた、1975年にブローベルらが発表した「シグナル仮説」をはじめ、現在に至るまで数多くの研究結果が発表されています。細菌では、SecA ATPase、SecYEG、SecDFからなる巨大な複合体が、細胞質で合成されたばかりの蛋白質をペリプラズム空間へと輸送します(図2)。この機構は細菌にとって必須であることから、Sec蛋白質を標的とした新しいタイプの抗生物質の研究も進められています。当研究室の塚崎らは、すべてのSec因子の構造をX線結晶構造解析により決定し、構造情報に基づく機能解析を進め、蛋白質膜透過反応時に起こる構造変化を明らかにしてきました。今後は研究を進展させ、Sec膜蛋白質複合体の構造を原子レベルで解明し、その構造情報に基づき新たなモデルの提唱を行います。また、蛋白質膜透過反応の完全理解の為に、時間に依存した反応を見る必要があります。蛍光などを利用した新しい一分子観察の技術を用い、時間に依存した構造変化を詳細に解析する予定です。本研究では、複合体の構造情報と新たな手法を用いた一分子観察のデータを統合し、生命必須の蛋白質膜透過反応を動画として可視化するのが目標です。

2) イオン輸送体などの緻密なメカニズムの解明

細胞は生体膜によって、外界と細胞内や細胞内小器官を隔てています。膜蛋白質の働きにより、細胞は薬剤などの物質の取り込み・排出、情報伝達、エネルギー合成等を行っています。このような膜蛋白質の分子機構の詳細な解明には立体構造が不可欠です。これまでに田中からは、いくつかの膜輸送体(図3 輸送体の模式図)に着目し、その構造解析を進めてきました。輸送体が適切に機能するメカニズムの解明には、「その機能の本体である輸送の機構」「輸送する基質の識別機構」「輸送の制御機構」この3点を理解する必要があり、原子分解能での構造決定がそのための強力な手段となります。本研究では、重要なイオン輸送体について、構造面からの理解を目標として研究を行っています。これらの成果は生体内における薬剤の取り込み・排出を理解するための基盤情報ともなります。

主な発表論文・著作

- [1] Tanaka, Sugano et al., *Cell Rep.* **13**, 1561-1568, 2015
- [2] Kumazaki K., Kishimoto T., Furukawa A. et al., *Sci. Rep.* **4**, 7299, 2014
- [3] Kumazaki K., Chiba S., Takemoto M., Furukawa A. et al., *Nature*, **509**, 516-520, 2014
- [4] Tanaka Y. et al., *Nature*, **496**, 247-251, 2013
- [5] Tsukazaki T. et al., *Nature*, **474**, 235-238, 2011
- [6] Tsukazaki T. et al., *Nature*, **455**, 988-911, 2008
- [7] Hattori M., Tanaka Y. et al., *Nature*, **448**, 1072-1075, 2007
- [8] Vassylyev D.G., Mori H., Vassylyeva M.N., Tsukazaki T. et al., *J. Mol. Biol.* **364**, 248-258, 2006

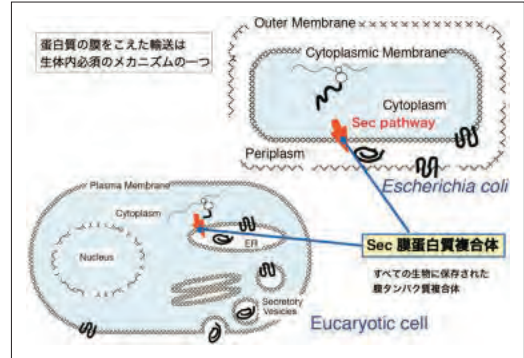


図1 すべての生物に保存されたSec経路:細胞質で合成された膜透過前駆体蛋白質はSec膜蛋白質複合体を經由して、しかるべき場所へ輸送される。

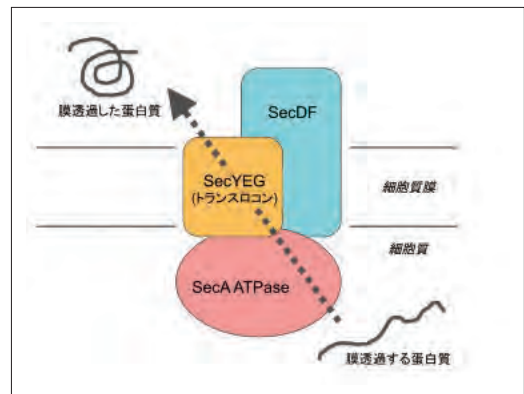


図2 蛋白質の膜透過:SecA ATPaseがATPの加水分解のエネルギーを利用したダイナミックな構造変化により段階的に蛋白質を膜透過させる。

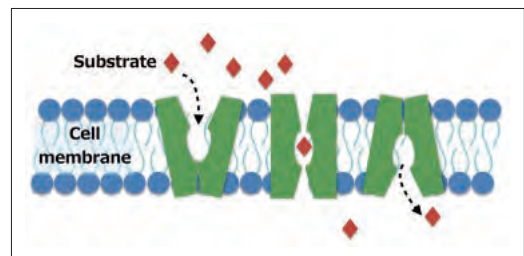


図3 膜輸送体による基質の取り込みの模式図

遺伝子発現制御研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/bessho/>



(写真左から)

教授: 別所 康全 ybessho@bs.naist.jp

准教授: 松井 貴輝 matsui@bs.naist.jp

助教: 中畑 泰和 yasu-nakahata@bs.naist.jp

研究・教育の概要

脊椎動物をはじめとする多細胞生物のからだは、遺伝子(ゲノム)/代謝/細胞/細胞社会/器官/個体といった階層構造をとっています(図1)。細胞外の情報をもとに、細胞は遺伝子・代謝ネットワークを使ってゲノム情報を読み出し、その結果として分化や分裂、運動などの細胞のふるまいが制御されます。細胞は相互に情報交換を行ない、細胞集団の大きさ、細胞数、かたちなどを感知し、遺伝子・代謝ネットワークのレベルに情報をフィードバックすることによって、形づくりに代表される高次生命機能を営んでいると考えられています。私たちは、遺伝子・代謝ネットワーク→細胞のふるまいの方向だけでなく、細胞のふるまい→遺伝子・代謝ネットワークの方向の制御など階層を超えたフィードバック制御を含んだ生物の形づくりのシステムを理解することを目指しています。

主な研究テーマ

1) 体節形成過程をモデル系とした生物時計の研究

脊椎動物の発生中期の構造物である“体節”は椎骨などの繰り返し構造のもとになっており、周期的な分節化によってつくられます。この周期性は遺伝子発現の振動の周期を使って制御されています。私たちはこの生物時計の分子メカニズムを明らかにしてきました(図2)。個々の細胞の遺伝子発現の振動、すなわち生物時計は細胞間で同調して働いています。私たちは細胞が相互に作用して生物時計を同調させるメカニズムを明らかにしようとしています。

2) 発生過程の細胞移動に注目した細胞の社会的ふるまいの研究

動物の発生過程では、細胞は複雑に移動し、相互に作用しながら集合し、正確な大きさ、かたちを持つ組織や器官が形成されます。ゼブラフィッシュの胚は透明であることなどから細胞移動やシグナル活性などのライブイメージングに適した系です。私たちはゼブラフィッシュを用いて細胞の社会的ふるまいを明らかにし、組織や器官のかたちと大きさが決定される原理の解明に取り組んでいます(図3)。

3) 概日時計をモデル系とした生物リズムの研究

地球上のすべての生物は地球の自転に一致したリズムを持ち、環境に適応しています。遺伝子ネットワークを利用して遺伝子の発現の振動が作り出され、それが概日リズムとしてさまざまな生命現象を制御しています。近年、このリズムが遺伝子発現だけでなく、代謝ネットワークと相互制御していることが明らかになりました(図2)。私たちは概日リズム、体節形成のリズムなど、生物リズムのしくみとその影響について研究しています。

主な発表論文・著作

- [1] Akiyama R. et al., *Development*, **141**, 1104, 2014
- [2] Retnoaji B et al., *Development*, **141**, 158, 2014
- [3] Matsui T. et al., *Development*, **139**, 3553, 2012
- [4] Kim W. et al., *Mol Biol Cell*, **22**, 3541, 2011
- [5] Matsui T. et al., *PNAS*, **108**, 9881, 2011
- [6] Nakahata Y. et al., *Science*, **324**, 654-657, 2009
- [7] 別所康全, *システム/制御/情報*, **51**, 493-498, 2007
- [8] 別所康全, *細胞工学*, **7**, 755-758, 2007

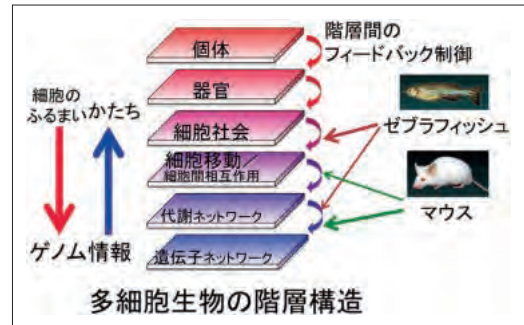


図1 多細胞生物のからだは複数の階層から構成されている。

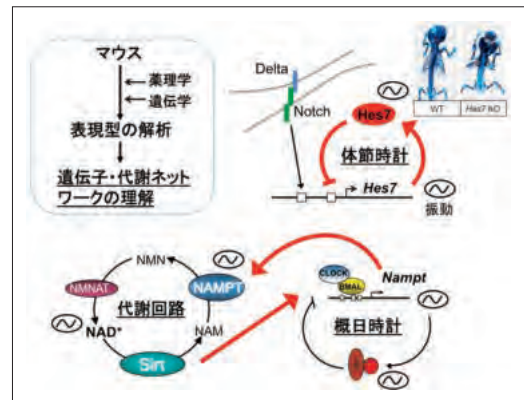


図2 マウスをモデル動物として、生物リズムのしくみを解析しています。これまでに私たちは、体節時計の遺伝子ネットワークを明らかにしてきました。最近私たちは、概日時計と代謝回路に相互作用があることも発見しました。

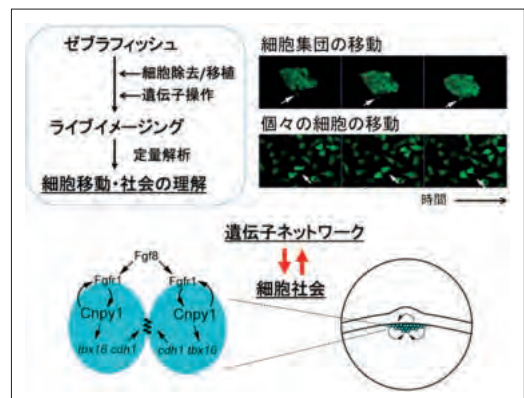


図3 ゼブラフィッシュをモデル動物として、細胞集団形成や細胞移動のしくみを解析しています。細胞集団が形成される際に、遺伝子ネットワークが集団形成制御することは良く知られていました。この作用に加えて、細胞集団形成が遺伝子ネットワークに影響を与えることを発見しました。

神経システム生物学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/inagaki/>



(写真左から)

教授: 稲垣 直之 ninagaki@bs.naist.jp

助教: 浦崎 明宏 aurasaki@bs.naist.jp

助教: 鳥山 道則 toriyama@bs.naist.jp

研究・教育の概要

私たちの脳神経系は精巧な神経回路網を形づくっています。そして神経細胞同士が回路網を介してコミュニケーションをとることにより、ヒトは感じたり、考えたり、うまく運動したりできるわけです。

本研究室では、神経極性形成・軸索形成・ガイダンス、細胞移動といった脳内における神経回路網形成の重要なステップに焦点を絞り、これらの分子機構を解析しています。また、プロテオミクス、細胞内1分子計測、ライブイメージング、光ピンセット、ノックアウトマウス、ゼブラフィッシュ、コンピュータを用いたモデリングを取り入れて解析を進めており、障害を受けた軸索再生などの脳神経疾患の治療法の開発につながることを目指しています。

主な研究テーマ

1) 神経細胞の極性形成と軸索形成・ガイダンスの分子機構

神経細胞は脳内においてコンピュータの半導体のように働きます。そのためには神経細胞のもつ極性(方向性)が重要です。神経細胞は一本の軸索と複数の樹状突起を持ち、樹状突起で情報を受け取り、軸索の終末より情報を出力します。その結果、神経細胞でのシグナルの流れには樹状突起から軸索への方向性が生じます(図1)。神経極性が生み出される仕組みや、軸索形成・ガイダンスの機構を、本研究室で発見されたタンパク質シンガー(図2)やシューティン(図3)の働きを解析して調べています。

2) 軸索伸長や細胞移動のために細胞が牽引力を生みだすしくみ

私たちの体は運動するために筋肉が生み出す力を利用しますが、細胞が突起をのぼしたり移動するために、どの様にして力を生み出すのかよくわかっていません。最近、シューティン(図3)が軸索を伸ばすための牽引力を生み出すことを見出しました。現在、マイクロ粒子やナノ粒子を用いた力の計測システムと分子イメージングを併用して、神経細胞がいかにして軸索伸長や細胞移動のための力を生み出すのかを解析しています。

3) 細胞のパターン形成のための基本原理の解明

以上のテーマに加えて、神経細胞の形態形成の研究を通じて、「対称性の破れ」、「フィードバックループ」、「側方抑制」、「細胞のサイズと長さのセンシング」(図3)、「分子のゆらぎ」といった生物のパターン形成のための基本原理を分子レベル・数理数式レベル(図4)で解明し(論文2、3参照)、生物の形づくりのしくみを深く理解することを目指しています。

主な発表論文・著作

- [1] Katsuno H. et al., *Cell Reports* **12**, 648-660, 2015
- [2] Kubo Y. et al., *J. Cell Biol.* **210**, 663-676, 2015
- [3] Toriyama M. et al., *Curr. Biol.*, **23**, 529-534, 2013
- [4] Nakazawa H. et al., *J. Neurosci.*, **32**, 12712-12725, 2012
- [5] Inagaki N. et al., *Dev. Neurobiol.*, **71**, 584-593, 2011
- [6] Toriyama M. et al., *Mol. Syst. Biol.*, **6**, 394, 2010
- [7] Shimada T. et al., *J. Cell Biol.*, **181**, 817-829, 2008
- [8] Urasaki A. et al., *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* **105**, 19827-19832, 2008
- [9] Mori T. et al., *J. Biol. Chem.*, **282**, 19884, 2007
- [10] Toriyama M. et al., *J. Cell Biol.*, **175**, 147-157, 2006
- [11] Oguri T. et al., *Proteomics*, **2**, 666-672, 2002
- [12] Fukata Y. et al., *Nature Cell Biol.*, **4**, 583-591, 2002
- [13] Inagaki N. et al., *Nature Neurosci.*, **4**, 872-873, 2001
- [14] 稲垣直之 他, *生化学*, **79**, 799-802, 2007

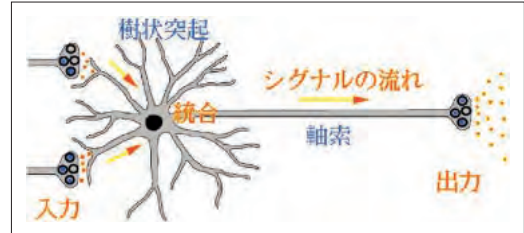


図1 神経細胞の極性とシグナルの流れ

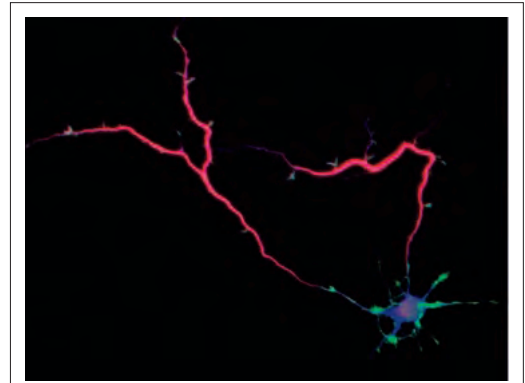


図2 細胞内のタンパク質シンガーの量を減らすと神経極性形成に異常がおこり、複数の軸索(赤)ができます。

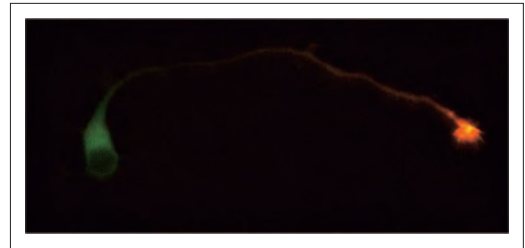


図3 神経軸索内のシューティンの分子拡散(赤)が軸索の長さのセンシングに重要な役割を果たすと考えられます。

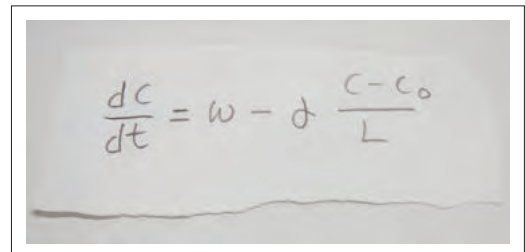


図4 神経突起内のシューティンの動きを記述する微分方程式。細胞内の分子の動きを定量的に計測して数式で記述することは、細胞の形づくりを深く理解することに役立ちます。

計算生物学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/courses/courses311.html>



准教授: 作村 諭一 saku@bs.naist.jp

研究・教育の概要

本研究室では、実験観測データを数的に解析することで、表現型と分子の間にある法則を導き出すことを目的としています。分子と表現型を定量的に関連付けることで、様々な物理量間の相互作用として生命機能を解明します。こうした研究を通し、データの分析方法の習得と自主的な思考の訓練をしていきます。

主な研究テーマ

1) 細胞の変形と移動のシステムバイオロジー

神経細胞が生み出す活動電位は、膜タンパクと膜電位からなるシステムの側面です。同様に、細胞の変形や移動は、分子・力・形態からなるシステムの側面と見ることができます(図1)。こうした異なる物理単位のシグナルによるシステムを解明するためには、分子・力・形態に関する実験データを解析し、これらシグナル間の数理的関係を導き出すことが重要です。本研究室では、以下のテーマについて取り組んでいます。

- ・細胞骨格形成および力を制御する分子と細胞変形のシステム解明
- ・基質の硬さ依存性の細胞走性
- ・膜電位依存性の神経軸索誘導の原理解明

2) 生体組織形成のシステムバイオロジー

数十個程度の細胞からなる生体組織は、細胞間のコミュニケーションが必要です。細胞どうしによるシグナル交換、各細胞によるシグナル変換、表現型として形成された生体組織が一体となってシステムを構成していると見なすことができます(図2)。こうしたシステムを、実験データを導入した数値解析によって解明することを目的とします。本研究室では、以下をテーマとしています。

- ・脊椎動物の発達における細胞間協調
- ・細胞移動の原理に基づく血管新生

3) 機械学習を用いた表現型に関わる重要要素の推定

細胞や個体には個性があり、観察精度を上げててもデータは複雑なままであることがよくあります。そのため、複雑なデータから細胞や個体に共通した知見を抽出することは、もはや研究者の直感では難しくなっています。本研究室では、以下のテーマについて、計算機で分子と表現型の関係性を定量的に構築し、そこから一般的な知見を抽出することを目指しています。

- ・膜電位を用いた重要な分子シグナルフロー推定(図3)
- ・ヒトの呼気成分を用いた病状推定
- ・酵素阻害剤に対する応答データを用いた重要酵素推定

主な発表論文・著作

- [1] Sakumura et al, *Sensors*, **17**, 2017
- [2] Okimura et al, *Cell Adhesion & Migration*, **10**, 331-341, 2016
- [3] Katsuno et al, *Cell Reports*, **12**, 1-13, 2015
- [4] Fujimuro et al, *Scientific Reports*, doi:10.1038/srep06462, 2014
- [5] Pham et al, *Mol. Microbiol.* **90**, 584-596, 2013
- [6] Toriyama et al, *Curr. Biol.* **23**, 529-534, 2013
- [7] Kim et al, *Mol. Biol. Cell*, **22**, 3541-3549, 2011
- [8] Toriyama et al, *Mol. Syst. Biol.*, doi: 10.1038/msb.2010.51, 2010
- [9] Tsukada et al, *PLoS Comput. Biol.*, **4(11)**, 2008
- [10] Naoki et al, *Mol. Syst. Biol.*, **1**, 0027, 2005
- [11] Sakumura et al, *Biophys. J.*, **89**, 812-822, 2005

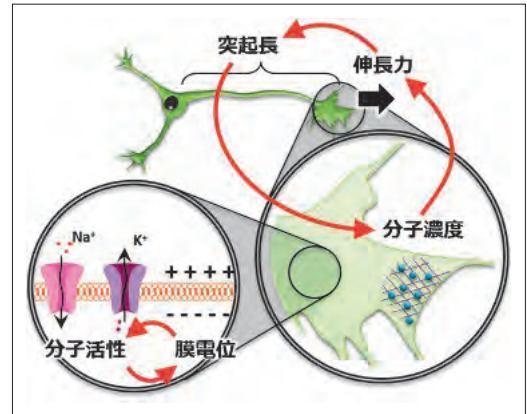


図1 膜電位・分子からなるシステム、神経突起長・力・分子からなるシステムの例。様々な物理量(表現型)へのシグナル変換は、実験データから導出される。これらのシグナル変換を組み合わせればシステムが再構成される。

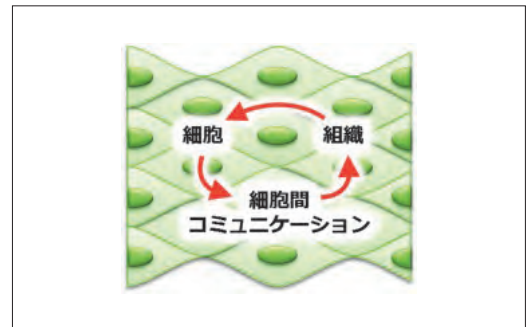


図2 各細胞は、組織を無視した動きはできないため、組織形成は、細胞・細胞間コミュニケーション・組織からなるシステムとして見なすことができる。その一側面としての組織形成を解明する。

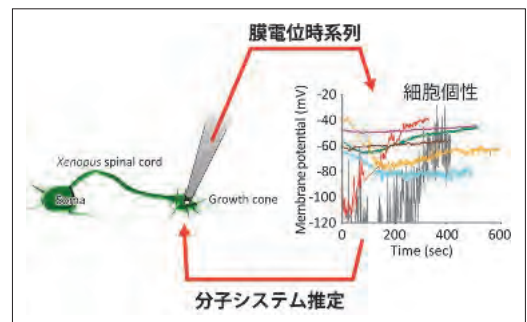


図3 膜電位時系列から細胞内分子システムの推定。細胞内の分子間相互作用を調べる実験は非常に困難であるが、膜電位計測は比較的容易である。膜電位時系列を用い、計算機により細胞内分子システムを推定する。

細胞成長学研究室

URL: <http://www.cdb.riken.jp/research/laboratory/nishimura.html>

客員准教授: 西村 隆史 t-nishimura@cdb.riken.jp

研究・教育の概要

多くの多細胞生物は、成長過程において器官や体の大きさが遺伝学的に決められています。一方で、細胞の増殖や発育のタイミングは、温度や栄養源という外部環境によっても影響を受けます。一定の姿形を持つ動物の発育は、外界シグナルに対する感知システムと、それに対する組織間シグナル伝達により、柔軟に適應できるようになっています。本研究室では、ショウジョウバエと哺乳類培養細胞をモデル系として、代謝制御による成長と発育タイミングの制御機構について研究を行っています。特に、生化学および遺伝学的なアプローチで、栄養源認識システムと細胞間シグナル伝達の実体について、体系的な理解を目指しています。

主な研究テーマ

1) 内分泌ホルモンによる個体成長と発育タイミングの制御

ショウジョウバエは幼虫期において、栄養依存的に数百倍の大きさに成長します。ある一定の大きさに成長すると、末梢組織のサイズや貯蔵栄養分など、様々な要因による制御機構により、幼虫は摂食を停止し、蛹期への変態が誘導されます(図1)。個体成長と発育のタイミングは、インスリンやステロイドホルモンを中心とした内分泌シグナルにより、厳密に制御されています(図2)。私たちは、栄養依存的な個体成長と、成長に伴う発育タイミングの制御に関わるシグナル伝達機構を解析しています。また、成長を促進する内分泌ホルモンの発現を誘導する餌中の栄養成分の同定や内生的・外来的要因の関わりについて解析しています。

2) 発育進行と環境適応における糖代謝の重要性

生物個体の発育過程において、成長と代謝、そして発育タイミングが複雑に関わり合い、最終的な生物個体のサイズが規定されます(図1)。私たちは、発育進行と環境適応における、糖代謝の重要性と内分泌ホルモンによる代謝調節の仕組みを解析しています。特に血糖トレハロースと貯蔵糖グリコーゲンに着目し、幼虫期から非摂食期である蛹期への発育進行における生理的役割を解析しています。

3) 神経幹細胞の分裂開始と停止機構

発生過程において、組織は時期特異的に増殖分化を行います。私たちは、発生過程特異的な細胞増殖の制御機構を理解することを目的とし、ショウジョウバエ神経幹細胞に着目しています。ショウジョウバエの成虫脳は神経幹細胞を持たず、全ての神経細胞は幼虫期と蛹期に生み出されます(図3)。神経幹細胞がどのような機構で分裂を開始し、また分裂を止めるのか、中枢脳神経幹細胞をモデル系として解析を行っています。

主な発表論文・著作

- [1] Yoshida M. et al., *Sci Rep*, **6**, 30582, 2016
- [2] Okamoto N. et al., *Dev Cell*, **35**, 295-310, 2015
- [3] Matsuda H. et al., *J Biol Chem*, **290**, 1244-1255, 2015
- [4] Okamoto N. et al., *Genes Dev*, **27**, 87-97, 2013
- [5] Okamoto N. et al., *PNAS*, **109**, 2406-2411, 2012
- [6] Wirtz-Peitz F. et al., *Cell*, **135**, 161-173, 2008
- [7] Nishimura T. et al., *Dev Cell*, **13**, 15-28, 2007
- [8] Nishimura T. et al., *Nat Cell Biol*, **7**, 270-277, 2005
- [9] Nishimura T. et al., *Nat Cell Biol*, **6**, 328-334, 2004
- [10] Nishimura T. et al., *Nat Cell Biol*, **5**, 819-826, 2003

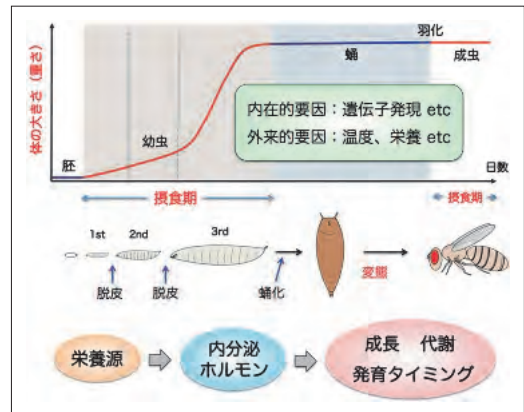


図1 ショウジョウバエ発育過程における成長曲線。生物の大きさは成長率と成長期間により規定される。成長は外来的要因により影響を受けるが、内分泌ホルモンによる調節で柔軟に適應できる仕組みを備えている。



図2 個体成長に異常をきたすショウジョウバエ変異体。成長促進作用のあるインスリン欠損個体では、体サイズが小さくなる。脳インスリン産生細胞 (IPCs) 除去個体とインスリン受容体 (DlnR) 変異体を示す。

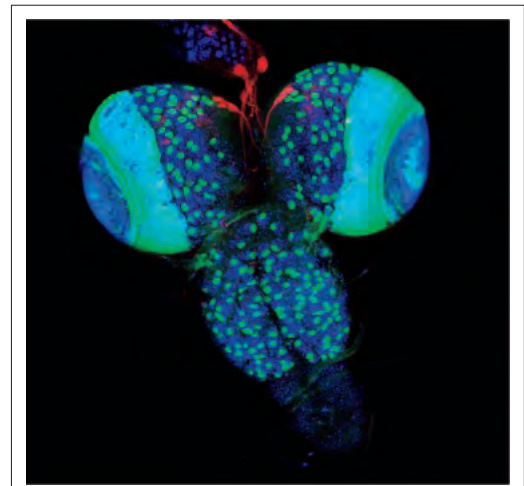


図3 ショウジョウバエ幼虫の脳組織。神経幹細胞を緑色、インスリン産生細胞 (IPCs) を赤色で示す。

微生物分子機能学研究室

URL: <http://www.rite.or.jp/>

客員教授: 乾 将行 inui@rite.or.jp

研究・教育の概要

近年CO₂の増加による地球温暖化やエネルギー資源問題が社会問題として大きく取り上げられています。これらは先進国のエネルギー消費や途上国の経済発展など国境を越えた問題に起因しており、それらの解決には単なる技術開発だけでなく、グローバルな生産・消費システムの理解など幅広い知識が必要です。微生物分子機能学研究室ではこれらの認識を踏まえ、「植物」を原料とし、「微生物」を用いたバイオプロセスに対する一貫した研究開発を行い、バイオマスを有効に利用した再生可能資源による循環型および低炭素社会の実現を目指した技術開発に取り組んでいます。

主な研究テーマ

1) バイオリファイナリー基盤技術の確立

バイオリファイナリーとは、再生可能資源であるバイオマスからバイオプロセスにより化学品や燃料を生産するコンセプトで、循環型社会構築への大きな役割が期待され、米国では、国家科学戦略として技術開発が進められています(図1)。微生物分子機能学研究室ではアミノ酸工業生産に広く用いられているコリネ型細菌を利用した高効率バイオプロセス「増殖非依存型バイオプロセス」を開発しました。高生産性のkeyは、微生物細胞の分裂増殖を人為的に停止した状態で化合物を製造させることにあります。遺伝子レベルで機能改良した微生物細胞を大量に調製し、反応槽に高密度に充填、分裂増殖を停止させた状態で高速度の反応を行います。微生物細胞をあたかも化学プロセスにおける触媒のように利用、通常の化学プロセスと同等以上の生産性(space time yield; STY、単位反応容積の時間あたりの生産量)が実現されます(図2)。生産性の飛躍的向上を目指して、トランスクリプトーム解析やメタボローム解析、遺伝子ネットワーク解析等を統合して代謝経路の設計を行うシステムバイオロジーに取り組み、生産物に最適な微生物細胞を創製しています(図3)。

2) バイオエネルギー及びグリーン化学品生産

増殖非依存型バイオプロセスを利用して、稲わらやコーンストローバなどの非食料バイオマスからバイオエタノールを製造する基盤技術を確立し、米国エネルギー省研究所(NREL)と共同で実用化を目指した研究開発を進めています。この他、次世代燃料として期待されるバイオブタノールや、種々な産業で用いられる各種ポリマー原料となる有機酸、アルコール、芳香族化合物等の各種グリーン化学品の生産基盤技術にも取り組んでいます。

主な発表論文・著作

- [1] Kogure T. et al., *Metab Eng*, **38**, 204-216, 2016
- [2] Kubota T. et al., *Metab Eng*, **38**, 322-330, 2016
- [3] Jojima T. et al., *Fermentation*, **2**, 5, 2016
- [4] Toyoda K. et al., *Mol Microbiol*, **100**, 486-509, 2016
- [5] Maeda T. et al., *Mol Microbiol*, **99**, 1149-1166, 2016
- [6] Toyoda K. et al., *Appl Microbiol Biotechnol*, **100**, 45-60, 2016
- [7] Jojima T. et al., *Bioengineered*, **6**, 328-334, 2015
- [8] Kuge T. et al., *J Bacteriol*, **197**, 3788-3796, 2015
- [9] Tanaka Y. et al., *J Bacteriol*, **197**, 3307-3316, 2015
- [10] Watanabe A. et al., *Appl Environ Microbiol*, **81**, 4173-4183, 2015
- [11] Tsuge Y. et al., *Appl Microbiol Biotechnol*, **99**, 5573-5582, 2015

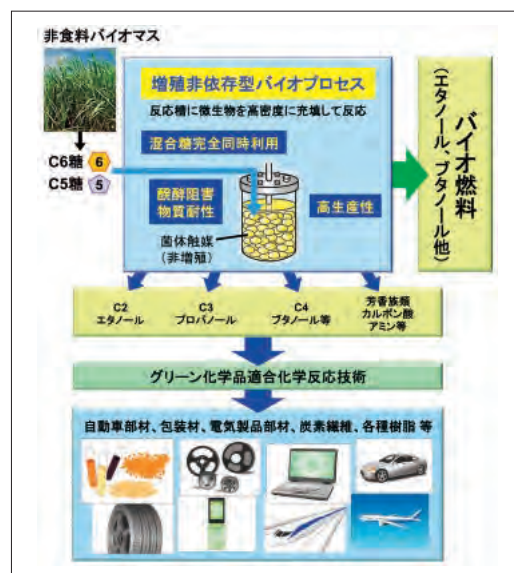


図1 バイオリファイナリーの概念図



図2 増殖非依存型バイオプロセスと従来法との比較

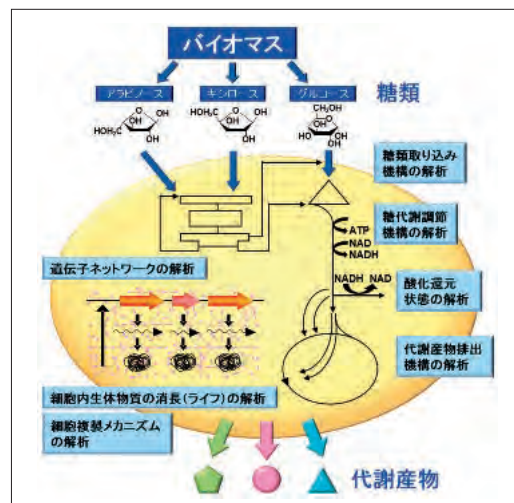


図3 システムバイオロジーを駆使した微生物の創製

疾患ゲノム医学研究室

URL: <http://bsw3.naist.jp/courses/courses501.html>

(写真左から)
特任教授: 加藤 菊也
特任准教授: 久木田 洋児

研究・教育の概要

本研究室では高度な遺伝子及びゲノム解析技術をベースに癌の遺伝的構造の解明と、その成果の臨床応用を行っています。特に次世代シーケンサーに関する実験とバイオインフォマティクスの基礎を学ぶことができます。

主な研究テーマ

1) 非侵襲性個別化医療

個別化医療は、従来の診断法ではわからない薬剤感受性などの性質を遺伝子検査で明らかにして治療選択に結びつける、という現代医療の新しいコンセプトです(図1)。例えばイレッサという抗がん分子標的薬ではEGFRに変異のある肺がん患者さんのみ投与しますが、この遺伝子検査は保険適用になり、既に個別化医療は現実のものとなっています。しかしながら、これらの検査にはがん組織の採取が必須であり、そのための生検はしばしば患者さんにとって大きな負担になっています。血液検査など非侵襲検査で代替できれば、医療に大きく貢献することになります。

そこで血中遊離DNAに着目し、その中の腫瘍由来DNA(血中腫瘍DNA、circulating tumor DNA)から肺がん細胞由来のEGFR変異の検出を試みました。しかしこのようなDNAは極微量であるため、通常の方法では検出できません。当研究グループでは次世代シーケンサーを用いて血漿DNAのEGFR遺伝子をPCR増幅し10万回以上配列決定を行い、変異を探索する方法を確立しました。成人病センター呼吸器内科との共同研究で実地臨床に使えるレベルであることを確認、現在実用化段階に入っています。

2) 高精度塩基配列決定技術の開発

現在の塩基配列決定技術は配列決定精度に問題があり、とくに血中腫瘍DNA中の希少変異検出には不十分です。私達はこの問題を解決するために新しい塩基配列決定法NOIR-SeqS(non-overlapping integrated read sequencing system)を開発しました(図3)。塩基配列決定精度が通常の次世代シーケンシングと比較して60-100倍向上します。この方法で血中腫瘍DNAの変異検出に応用しています。

主な発表論文・著作

- [1] Kato K. et al., *Sci Rep.*, **6**, 38639, 2016
- [2] Kukita Y. et al., *Cold Spring Harb Mol Case Stud.*, **2**, a001032, 2016
- [3] Nakanishi K. et al., *Cancer Med.*, **5**, 2513-2521, 2016
- [4] Kato K. et al., *Sci Rep.*, **6**, 29093, 2016
- [5] Imamura F. et al., *Lung Cancer*, **94**, 68-73, 2016
- [6] Uchida J. et al., *Cancer Sci.*, **107**, 353-358, 2016
- [7] Uchida J. et al., *Clin. Chem.*, **61**, 1191-1196, 2015
- [8] Kukita Y. et al., *DNA Res.*, **22**, 269-277, 2015
- [9] Kukita Y. et al., *PLOS ONE*, **8**, e81468, 2013
- [10] Taniguchi K. et al., *Clin. Cancer Res.*, **17**, 7808-7815, 2011
- [11] Kato K., *Nucleic Acids Res.*, **25**, 4694-4696, 1997

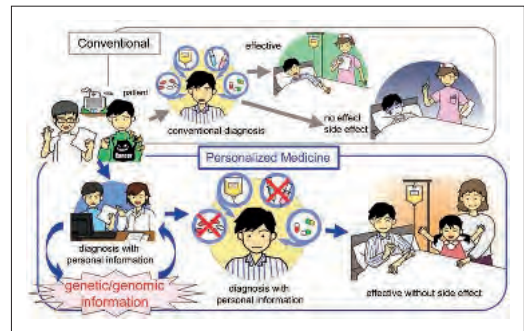


図1 個別化医療

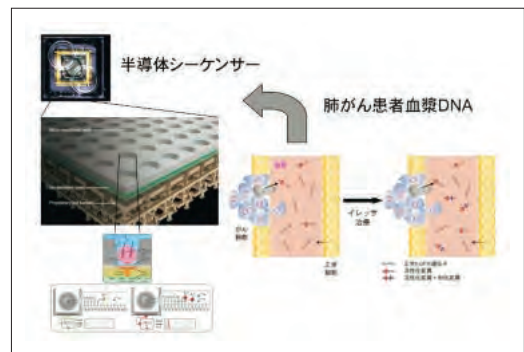


図2 非侵襲性遺伝子検査。血漿DNA中のEGFR遺伝子を増幅し次世代シーケンサーで配列決定、肺がん組織由来の変異を検出する。

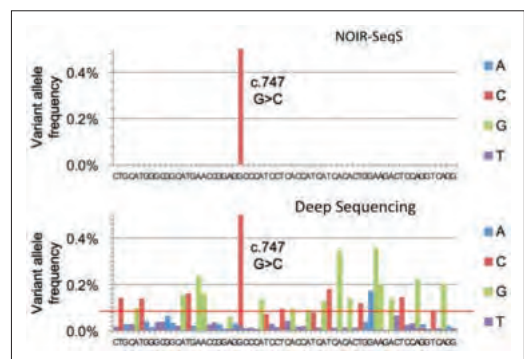
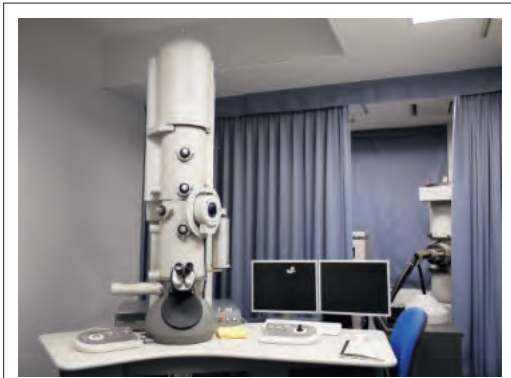


図3 NOIR-SeqSの例。上段、NOIR-SeqS。下段、通常の次世代シーケンシング。バックグラウンドエラーが抑えられ正確な塩基配列決定ができるようになっている。

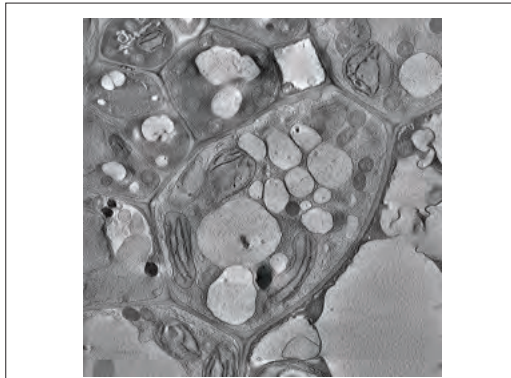
バイオサイエンス研究科・ 遺伝子教育研究センター設備機器

透過型電子顕微鏡

透過型電子顕微鏡 (TecnaiF30) は細胞の微細構造やタンパク質粒子の構造を300kVの加速電圧により、高分解能で観察できる装置です。HAAD検出器を装着しており、走査透過電子顕微鏡法 (STEM) による厚切り樹脂切片のトモグラフィー解析により、細胞内微細構造の3次元解析が可能です。また、クライオ条件下でタンパク質粒子等の構造を観察することもできます。



透過型電子顕微鏡



撮影画像例

走査型電子顕微鏡

走査型電子顕微鏡 (Quanta250) は生物試料の表面構造を高分解能で観察し、同時に組織・細胞表面のX線分析を行なう装置です。低真空と高真空の両条件下で観察でき、常温、低温、クライオ条件下で観察できます。試料を固定や臨界点乾燥などの前処理なしに直接観察することができますので、前処理や電子線によりアーティファクトが生じ易いサンプルを観察できます。



走査型電子顕微鏡



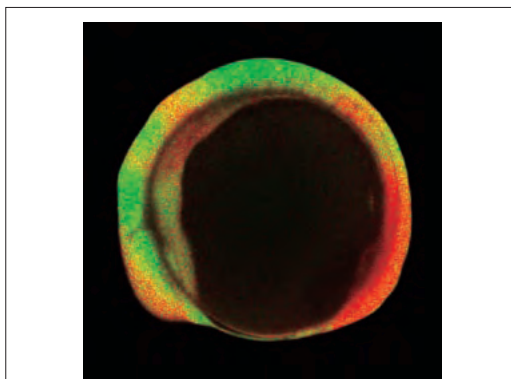
撮影画像例

共焦点レーザー顕微鏡

蛍光ラベルされた細胞内の構造を、生きたまま見ることができる顕微鏡システムです。多色蛍光観察、三次元立体構造解析、タイムラプス観察、光刺激実験など様々なライブイメージング実験に活用できます。Zeiss LSMシリーズ (LSM700、LSM710、LSM7Duo)、Olympus FV-1000を設置しています。



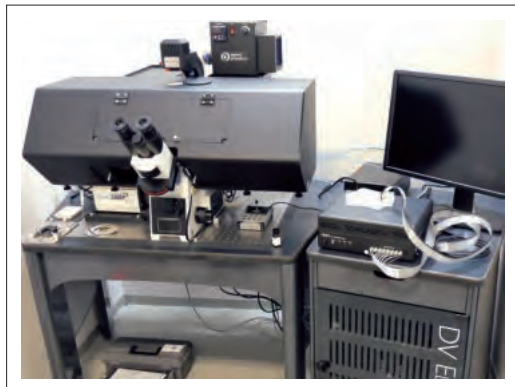
共焦点レーザー顕微鏡



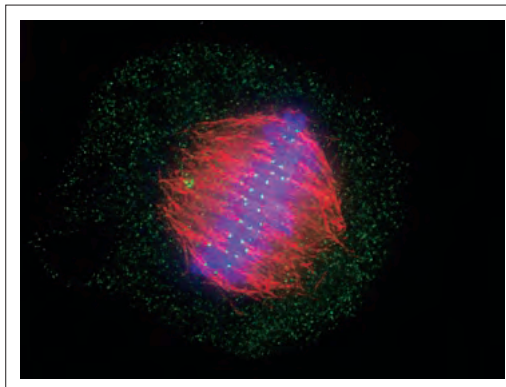
撮影画像例

高解像3D蛍光イメージングシステム

可視光による光学限界解像度(約200nm)で観察可能な蛍光顕微鏡システムで、多色蛍光観察、三次元立体観察、タイムラプス観察を行なうことができます。さらに、高性能コンピュータを用いたデコンボリューション処理により、焦点外からの光を除去した鮮明な画像の取得も可能です。



高解像3D蛍光イメージングシステム



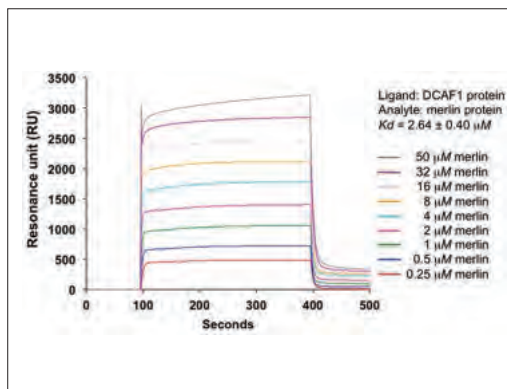
撮影画像例

生体分子間相互作用解析装置

搭載した表面プラズモン共鳴センサーとマイクロ流路系を利用して、タンパク質や核酸(DNAやRNA)などの分子間に生じる相互作用を高感度でリアルタイムに検出できます。得られたセンサーグラムから、付属のソフトウェアを使用して、物質間の結合定数(K_a)や解離定数(K_d)の算出といった定量的な相互作用解析や速度論的解析が可能です。



生体分子間相互作用解析装置



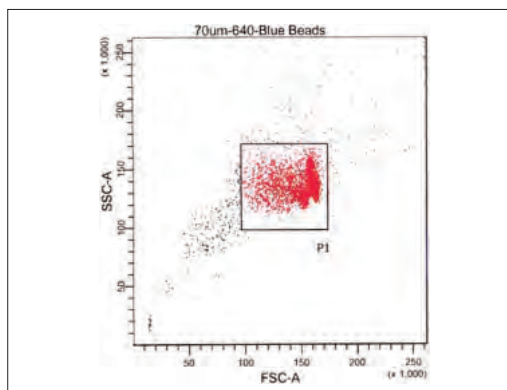
データ例

フローサイトメーター

細胞や微生物の解析・分離が、効率よく自動のできるフローサイトメーターを設置しています。発現レベルの低い蛋白質や、希少な細胞を検出測定でき、個々の標的粒子を分取できる高速ソーティング機能や複数の蛍光標識抗体によるマルチカラー解析にも対応しています。Ariaは動物細胞と植物細胞の専用機があり、簡便な解析にはAccuriが使用できます。



フローサイトメーター



データ例

次世代シーケンサー

2500万個のDNA断片を75～600塩基程度、同時並行で読み取ることができる装置です。シーケンシングにかかる作業や装置の操作が簡略化されており、簡単に次世代シーケンシングを行うことができます。1回のランは8～48時間、DNAの変異解析や転写産物の発現解析などに利用可能です。Illumina MiSeqを備えており、CLC Genomics Workbenchソフトウェアを利用しての解析も可能です。



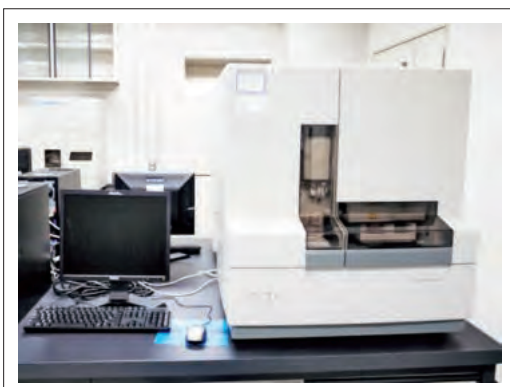
次世代シーケンサー



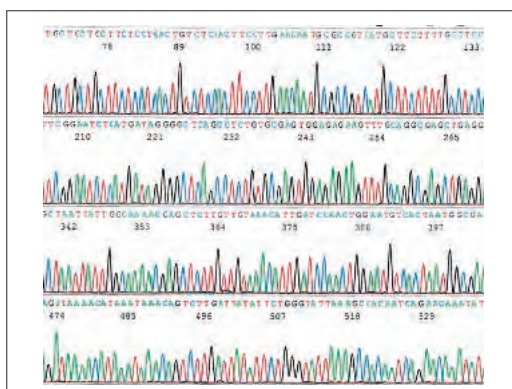
データ例

DNAシーケンサー

遺伝情報の基盤となるDNA塩基配列を自動的に、正確かつ大量に決定する装置です。1塩基多型解析やAFLPなどの多様なスクリーニングやフラグメント解析に利用できます。1サンプルから16サンプルまで、解析サンプル数の異なるシーケンサーが数台あります。



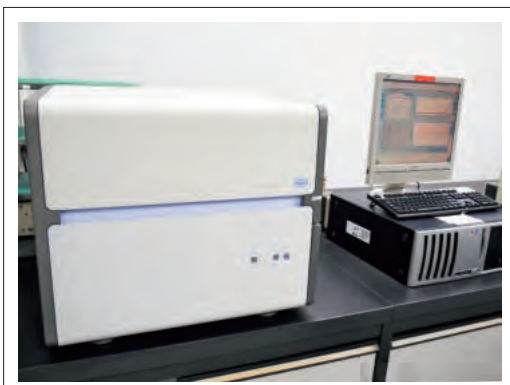
DNAシーケンサー



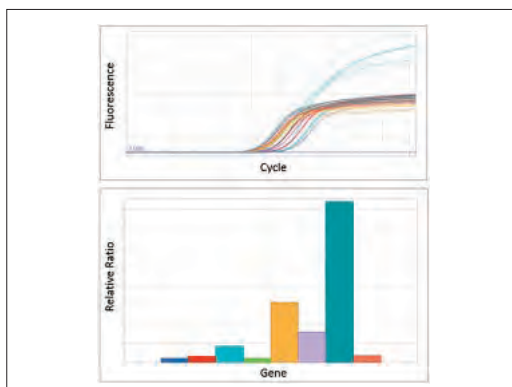
データ例

リアルタイムPCRシステム

遺伝子発現をリアルタイムでモニタリング解析できる装置です。電気泳動不要で、核酸の定量的・定性的解析やジェノタイプング、SNPs解析などが可能です。ほとんど全ての蛍光色素が利用可能で、マルチプレックスアッセイにも適しています。近年では、RNAiやmicroRNAの解析にも多く利用されています。384・96ウェルプレートや8連チューブで解析できます。



リアルタイムPCRシステム



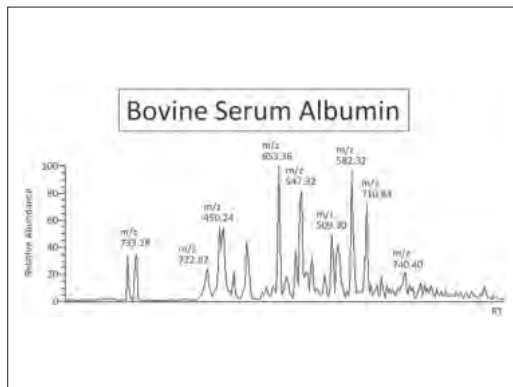
データ例

質量分析計

タンパク質の同定および定量分析や翻訳後修飾分析、低分子化合物の精密質量測定を行います。nanoLCやGCを接続し、ハイスループットに効率的かつ迅速な分析が可能です。様々な種類の質量分析計Ion Trap-Orbitrap型 (LTQ-Orbitrap XL)、トリプル四重極型 (TSQ Vantage)、MALDI-TOF型 (Autoflex)、二重収束型 (JMS-700 MStation) があります。



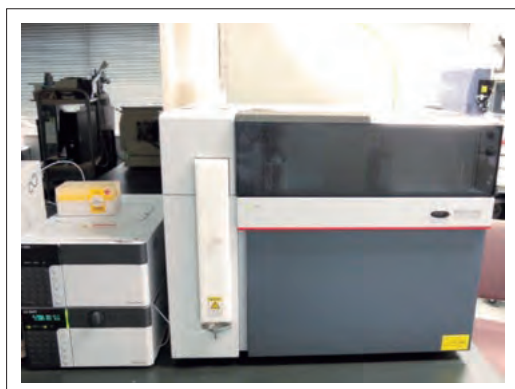
質量分析計



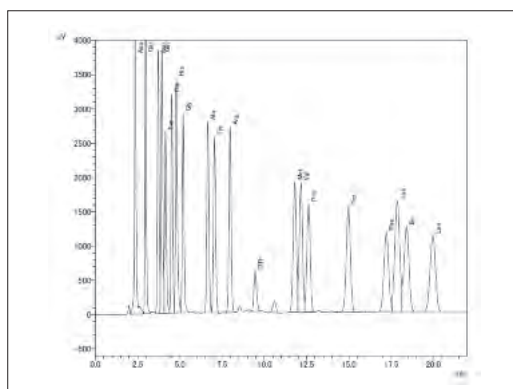
データ例

プロテインシーケンサー

プロテインシーケンサー (PPSQ-31A) はタンパク質やペプチドのアミノ酸配列を決定する装置です。エドマン分解法により、N末端側から1残基ずつアミノ酸を遊離し、遊離したアミノ酸をHPLC分析する事でアミノ酸配列を自動で決定できます。



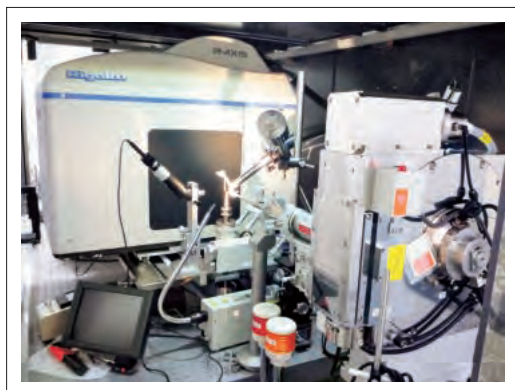
プロテインシーケンサー



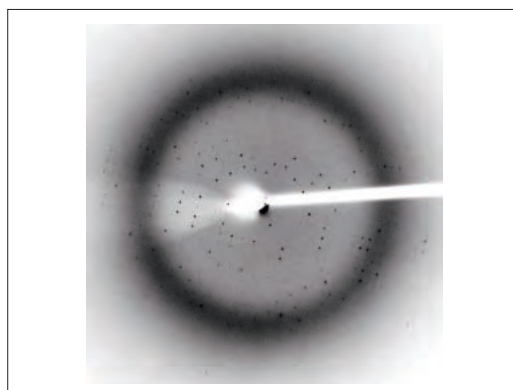
データ例

高輝度X線結晶構造解析装置

実験室として世界最高輝度を誇るX線発生装置FR-Xと、イメージングプレートを3枚装備した高速X線検出器R-AXIS VIIを搭載した生体高分子用のX線回折装置です。低温吹付装置によって93K (-180°C) までの低温でX線回折データを取得して、生体分子の高精度な立体構造解析を行うことが可能です。



高輝度X線結晶構造解析装置



撮影画像例

液体窒素凍結保存システム

液体窒素凍結保存システムは、液相タンクと気相タンクがあり、各種細胞や動物受精卵・精子などを液体窒素中で半永久的に保存できます。



液体窒素凍結保存システム



保存容器内

植物温室

遺伝子組換え植物と非組換え植物を栽培できる大型の温室が2棟あります。各部屋や人工気象室は、温度や照度、湿度を設定することができます。様々な植物を多様な生育条件で栽培することができます。



植物温室外観



栽培室

動物実験施設

本学で行われる研究および教育のための利用を目的とした動物実験施設です。微生物学的に管理された実験動物が飼育されています。また動物実験を行うための環境が整備され、専門の職員による技術提供も行っていきます。利用者は定められた規則を遵守し、適正な自主管理のもと動物福祉に配慮した動物実験を行っています。



動物実験施設外観



飼育室

放射線実験施設

放射性同位元素はその使用が法律で厳しく規制されていますので、放射線実験施設の管理区域内でのみ取り扱うことができます。教育訓練を受け、許可された人のみ入室可能です。放射性同位元素は、ごく微量なサンプルの分析・解析には、非常に感度がよく、トレーサー実験や細胞増殖測定に用いられています。



放射線実験施設外観



管理区域内



物質創成科学研究科

(平成30年度より「先端科学技術研究科」に統合予定です。)

研究室及び教育研究分野

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
基 幹 研 究 室	量子物性科学 (柳・香月グループ) 教 授 柳 久 雄 准 教 授 香 月 浩 之 助 教 石 墨 淳 助 教 富 田 知 志	分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜などのナノメートル構造物質の光学的・量子的性質をレーザー分光や顕微分光、プローブ顕微鏡などの手法を用いて測定・解析することにより、新しい光機能材料の創成に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 量子効果、分子性結晶、ナノ粒子、超薄膜、有機レーザー、ハイブリッド太陽電池、発光ダイオード、量子ドット、メタ物質、顕微分光、コヒーレント制御、時間分解分光、フェムト秒レーザー、ラマン分光	P.108
	凝縮系物性学 (大門・服部グループ) 教 授 大 門 寛 准 教 授 服 部 賢 助 教 武 田 さ くら 特 任 助 教 田 口 宗 孝 之 特 任 助 教 松 田 博 之	固体表面に原子・分子を吸着して形成する表面ナノ物質や固体の物性(電気伝導・磁性・光・反応)を、その基礎となる原子構造や電子状態から解明する多様な装置を用いた研究・教育を行う。また目的に応じ新しい解析手法・装置の開発も行う。 [キーワード] 固体表面、強相関物質、表面超構造、表面電気伝導、表面磁性、表面発光、表面分子吸着、電子刺激脱離、(断面)走査トンネル顕微鏡、電子回析、電子エネルギーバンド、角度分解光電子分光、フェルミ面、ホールサブバンド、歪半導体、二次元光電子分光、光電子回折、立体原子写真、光電子ホログラフィー、XAFS 光電子回折分光、放射光、円偏光、光電子顕微鏡、三次元逆格子マッピング、第一原理計算、ラマン分光	P.109
	高分子創成科学 (藤木グループ) 教 授 藤 木 道 也	発光性光学活性高分子システムの設計・合成・物性・光機能相関を解明する。 [キーワード] 円偏光、光学活性、らせん、半導体高分子、発光、ポリシラン、 π 共役高分子、フタロシアニン、鏡像対称性の破れ、物理吸着	P.110
	光機能素子科学 (太田・徳田グループ) 教 授 太 田 淳 准 教 授 徳 田 崇 助 教 笹 川 清 隆 助 教 野 田 俊 彦 特 任 助 教 春 田 牧 人	人工視覚や脳内埋植デバイスなど、バイオ医療応用に向けた先端半導体技術と光技術を融合したフォトニックデバイスの創出を目指して、光ナノサイエンス技術の実験と理論の両面から研究・教育を行う。 [キーワード] イメージセンサ、フォトニックデバイス、人工視覚デバイス、体内埋植デバイス、脳内埋植デバイス、バイオメディカルフォトニックLSI、蛍光検出、CMOS集積回路、生体適合性材料、MEMS、 μ TAS、オプトジェネティクス、デジタルELISA	P.111
	情報機能素子科学 (浦岡・石河グループ) 教 授 浦 岡 行 治 准 教 授 石 河 泰 明 助 教 上 沼 睦 典 助 教 藤 井 茉 美 特 任 助 教 Bermundo Juan Paolo Soria	ディスプレイ、メモリ、LSIなど、次世代の情報機能をもつ半導体素子、電子デバイスの研究を行う。また、高効率な太陽電池や熱電変換素子など、エナジーハーベスティングのキーデバイスを薄膜技術を駆使して実現する。 [キーワード] 薄膜トランジスタ、ディスプレイ、フレキシブルデバイス、酸化物材料、システムオンパネル、メモリ、LSI、バイオ系材料、微細加工プロセス、発光素子、EL素子、ナノ粒子、High-K、誘電体、高周波通信デバイス、パワーデバイス、プリント、太陽電池、熱電素子、電子ビーム描画、フォトリソグラフィ	P.112
	反応制御科学 (垣内・森本グループ) 教 授 垣 内 喜 代 三 准 教 授 森 本 積 助 教 谷 本 裕 樹	光や金属触媒を用いた有機合成反応の新しい制御法の開発、および、それを活用した生理活性有機化合物や機能性有機材料の創成に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 有機合成化学、有機光化学、有機金属化学、構造有機化学、触媒化学、多環式有機化合物、タキソール、生理活性天然物、アルカロイド、ゲルマニウム、炭素骨格変換、不斉光付加環化反応、マイクロリアクター、光解離性保護基、有機金属錯体、均一系触媒反応	P.113
	バイオメディック科学(学生配属はしない) (菊池グループ) 教 授 菊 池 純 一 助 教 安 原 主 馬	生体系に学び、生体系を超える人工ナノ組織体としての分子デバイスを開発し、物質科学、情報科学、生命科学などを融合した次世代ナノサイエンスの創成を目指して研究・教育を行う。 [キーワード] 人工多細胞組織体、分子デバイス、分子通信インターフェース、時空間分子認識、人工細胞膜マトリックス、人工シグナル伝達系、人工膜輸送、ナノバイオリアクター、バイオインスパイアードシステム、細胞膜ダイナミクス、両親媒性分子	P.114
	超分子集合体科学 (廣田・松尾グループ) 教 授 廣 田 俊 准 教 授 松 尾 貴 史 助 教 長 尾 聡 助 教 山 中 優 特 任 助 教 太 虎 林	生体超分子の構造・機能メカニズムを解明するとともに、生物が発揮している素晴らしい機能を化学的に発現し、それを利用する新技術の開発を行う。 [キーワード] 超分子科学、生体分子科学、ナノバイオテクノロジー、生物無機化学、生物有機金属化学、タンパク質科学、生物物理化学、光化学、生体機能関連化学、有機合成化学、錯体化学、触媒反応、光スイッチング技術、機能制御、酵素反応、金属タンパク質、DNA、分光法、機能性材料、メディシナルケミストリー、タンパク質構造異常病、薬学	P.115

基 幹 研 究 室	光情報分子科学 (河合・中嶋グループ) 教授 河合 壯 准教授 中嶋 琢也 助教 野々口 斐之	光に応答し光を制御する分子・高分子材料および有機分子と強く相互作用する半導体ナノ材料の合成・開発と解析評価方法について研究を進め、未来の情報、エネルギー技術を担う分子システムの構築を目指します。 [キーワード] 光化学、機能分子材料合成、フォトクロミズム、分子キラリティー、導電性高分子、発光性金属錯体、ナノ結晶、エレクトロクロミズム、センサー分子、熱電変換材料、ナノワイヤー、イオン性液体、ナノチューブ、電気化学	P.116
	有機光分子科学 (山田・荒谷グループ) 教授 山田 容子 准教授 荒谷 直樹 助教 鈴木 充朗 特任助教 林 宏暢	有機薄膜太陽電池、有機薄膜トランジスタなどに利用可能な有機半導体材料・分子性ナノグラフェン・グラフェンナノリボンや近赤外領域に吸収をもつ色素、発光材料、光応答性分子の開発を目的に、新規 π 共役拡張芳香族化合物を設計・合成し、物性評価と機能開発を通じて、研究・教育を行う。 [キーワード] 機能性有機材料、有機半導体材料、機能性色素、有機薄膜太陽電池、有機電界効果トランジスタ、アセン、ポルフィリン、フラレン、有機多孔性材料、グラフェン、グラフェンナノリボン、カーボンナノチューブ、近赤外発光、構造有機化学、有機光化学、X線結晶構造解析	P.117
	センシングデバイス (柳田・河口グループ) 教授 柳田 健之 准教授 河口 範明 助教 岡田 豪樹 助教 河野 直樹	放射線計測を主な目的としたバルク無機単結晶、セラミックス、ガラス蛍光体を開発し、光物性、シンチレーション特性、輝尽・熱・残光特性に関する電子物性を中心とした研究・教育を行う。特性の良い材料を発見した場合は、搭載センサーや装置開発を行うと共に、新規物性計測用装置の開発も行う。 [キーワード] 放射線誘起蛍光体、シンチレータ、輝尽蛍光、熱蛍光、残光、応力発光、光物性、量子エネルギー変換、衝突電離、放射線計測、放射線検出器、量子ビーム、X線、ガンマ線、中性子、真空紫外光、近赤外光、光電変換素子、画像医療診断装置、セキュリティ装置、個人被ばく線量計、高エネルギー物理用検出器、シンクロトロン放射光	P.118
	有機固体素子科学 (中村・辨天グループ) 教授 中村 雅一 准教授 辨天 宏明 助教 小島 広孝 特任助教 Jung Min-Cherl	有機薄膜成長の制御と構造評価、有機材料特有の「やわらかい」電子物性の制御とデバイス応用、および、独自計測技術の開発とそれによる未解明現象の理解を柱とし、未来のフレキシブルエレクトロニクスや環境発電のための新しいデバイスを創出するための研究・教育を行う。 [キーワード] 有機半導体(低分子/高分子)、有機薄膜成長、自己組織化プロセス、走査型プローブ顕微鏡、放射光GIXD、電気的分光法、THz時間領域分光法、量子化学計算、分子動力学シミュレーション、有機薄膜トランジスタ、有機太陽電池、THzイメージングセンサ、フレキシブル熱電変換素子	P.119
	生体プロセス工学 (細川グループ) 教授 細川 陽一郎 助教 片山 健夫 助教 安國 良平 特任助教 飯野 敬矩	レーザー技術、流体技術、顕微鏡技術を駆使した、細胞やタンパク質などの微小な生体材料を高速かつ高精度に操作する方法を開発し、これらの操作により生体材料にもたらされる諸現象を力学と生理学の両側面から明らかにし、工学に応用するための研究・教育を行う。 [キーワード] フェムト秒レーザー、マイクロ流路、光学顕微鏡、原子間力顕微鏡、動物細胞、植物細胞、微生物、蛋白質、水分子、有限要素解析、セルソーター	P.120
	分子複合系科学 (上久保グループ) 教授 上久保 裕生 助教 山崎 洋一 助教 林 有吾	蛋白質分子集団が示す自律的集合離散現象に注目し、蛋白質科学及び生物物理学を基礎として、創薬のターゲットとなり得る蛋白質分子複合系の理解や次世代蛋白質分子複合材料の開発に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 分子複合系、蛋白質科学、生物物理学、構造生物学、蛋白質設計工学、X線溶液散乱、X線結晶構造解析、中性子結晶構造解析、低温分光法、振動分光法、蛍光寿命測定、組換えDNA技術、人工蛋白質、構造蛋白質、蛋白質輸送システム、神経軸索伸長システム、光情報変換システム、分子間相互作用、分子内相互作用、動的秩序解析	P.121
	ナノ構造磁気科学 (細糸グループ) 准教授 細糸 信好 助教 重城 貴信	特異な磁気物性を示すナノ構造膜・多層膜を作成し、原子、電子レベルでの構造と物性の解明、新規磁性材料開発につながる機能性発現機構の解明などの基礎的研究・教育を行う。 [キーワード] ナノ構造磁性、表面・界面磁性、伝導電子の誘起磁性、間接交換結合、巨大磁気抵抗効果、スピンエレクトロニクス、磁気構造解析、共鳴X線磁気分光・散乱、放射光	P.122
	高分子設計化学 (安藤グループ) 准教授 安藤 剛 助教 寺田 佳世 助教 小林 未明	高分子の精密合成技術を駆使し、新しい機能性材料の設計・創製を目指した教育・研究を行っています。例えば、新しい生体適合性材料、組織再生用足場材料、医薬、新治療方法等に繋がる基盤材料の創製を行っています。 [キーワード] 精密設計高分子、らせん形成高分子、人工コラーゲン分子、血液適合性材料、抗菌性材料、インテリジェントマテリアル、光応答性マテリアル、ペプチド、生体適合性デバイス、遺伝子治療、人工足場材料、X線がん治療、医薬、DDS、低温大気圧プラズマ、細胞分化	P.123

特 定 課 題 研 究 室	グリーンナノシステム (学生配属はしない) (松井グループ)	非破壊・原子サイト選択的な光電子回折分光法を始めとする諸分析法や分析器を開発し、局所物性の発現機構解明に取り組み、界面現象を応用した機能性物質・デバイス開発につなげるための研究・教育を行う。 [キーワード] 局所電子状態、原子軌道、光電子回折分光、全方位分解光電子分光、界面・表面、放射光、分析器開発、磁性薄膜、層状超伝導、光触媒欠陥サイト、半導体デバイス界面	P.124
	ナノ高分子材料 (網代グループ)	分子技術の概念に基づき、分子設計、高分子合成、高分子間相互作用、およびナノ構造制御の各ステージにおける課題に取り組み、医療材料やエネルギー関連材料に着目して、機能性高分子材料の創出に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 環境適合材料、生体適合材料、生分解性高分子、バイオマテリアル、ゲル、高分子構造制御、高分子間相互作用、高分子材料、ナノ構造、分子設計、分子技術、刺激応答性	P.125
	マテリアルズ・インフォマティクス (畑中グループ)	量子化学計算を用いて化学反応や機能性材料のメカニズムを明らかにし、得られたデータを機械学習やデータマイニングの技術を用いて解析することで、新規材料開発の指針の構築につながる研究・教育を行う。 [キーワード] 電子状態計算、量子化学、自動反応経路探索、反応機構解析、データベース、データマイニング、機械学習、不斉触媒、金属触媒、表面反応、蛍光体、発光プローブ、磁性材料	P.126

連携研究室

	研究室及び教員	教育研究分野	頁
連 携 研 究 室	メゾスコピック物質科学	メゾスコピック領域における新しい物理現象、特に薄膜の形態にすることで発現する新奇物性の開拓およびそのデバイス化を目指して、次世代のエネルギー変換材料/デバイスに関する研究開発・教育を行う。 [キーワード] ナノテクノロジー、薄膜化技術、強相関電子系材料、熱電変換材料、強誘電体材料、磁性材料、マルチフェロイック、固体イオニクス材料、薄膜電池材料 (連携機関名: パナソニック(株) 先端研究本部)	P.127
	☆教授 藤井 映志		
	☆教授 足立 秀明 ☆准教授 浅野 哲也		
	知能物質科学 (学生配属はしない)	高度ネットワーク社会、クリーンエネルギー・環境適応社会のニーズに適合し、新規デバイスを創出する材料(表示材料・半導体材料)の創成。 [キーワード] 酸化物薄膜、ナノ粒子、量子ドット半導体、光電変換材料 (連携機関名: シャープ(株) 研究開発事業本部)	P.128
	機能高分子科学	眼の疾患をターゲットとし、医薬有効成分が疾患部位で最大限に効果を発揮できるような薬物送達システムを考案し、有機合成などの手法を用いながら、その実用化を目指した創剤研究を行う。 [キーワード] 創薬科学、製剤学、有機合成化学、医薬品化学、薬物動態学、物理化学、分子生物学、薬理学 (連携機関名: 参天製薬(株))	P.129
	☆教授 本田 崇宏 ☆教授 榎本 裕志 ☆准教授 岡部 高明	CO ₂ 分離回収・固定化技術の実用化および水素エネルギー社会の構築を主たるテーマとし、地球温暖化問題の解決に向けた基盤技術(材料開発、ナノ構造制御技術)および実用化技術(プロセス開発、システム設計)に関する研究・教育を行う。 [キーワード] 地球温暖化、CO ₂ 分離回収・固定、新エネルギー(水素)、膜分離、吸着法、吸収法、ナノ構造制御、コンピュータケミストリー、プロセスシミュレーション (連携機関名: (公財) 地球環境産業技術研究機構)	P.130
	環境応応物質学		
	☆教授 余語 克則 ☆教授 後藤 和也 ☆准教授 山田 秀尚		
	感覚機能素子科学	マイクロマシニング技術や放射線検出器などのセンサ・デバイス関連やナノ機能材料の基盤技術研究と、それらの技術を統合・集積化した超小型化学分析システム(μ TAS)、医用画像診断装置、非破壊検査装置などの高機能システム開発に関する研究・教育を行う。 [キーワード] マイクロマシニング技術、 μ TAS (Micro Total Analysis Systems)、放射線検出器、医用画像診断装置、非破壊検査装置、生体親和性機能材料 (連携機関名: (株) 島津製作所基盤技術研究所)	P.131
	☆教授 北村 圭司 ☆教授 叶井 正樹 ☆准教授 堀池 重吉	材料創製および改質技術を基盤として、産業界の抱える課題に向き合い、次世代の電子・光・エネルギーデバイス実現の鍵となる材料および地球環境に配慮した材料・技術に関する研究開発・教育を行う。 [キーワード] 超ハイブリッド材料、蓄エネルギー材料、ナノ材料、薄膜・微粒子・ファイバー、めっき、界面制御技術、放熱制御技術、二次電池、微細回路基板、バイオマス (連携機関名: (地独) 大阪市立工業研究所)	P.132
先進機能材料			
☆教授 上利 泰幸 ☆教授 藤原 裕 ☆准教授 高橋 雅也			

注) ☆印: 客員

物質創成科学研究科の概要

量子物性科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/optics/index-j.html>

(写真左から)

教授: 柳 久雄 yanagi@ms.naist.jp

准教授: 香月 浩之 katsuki@ms.naist.jp

助教: 石墨 淳 ishizumi@ms.naist.jp

助教: 富田 知志 tomita@ms.naist.jp

研究室概要

電子をナノメートル(10億分の1メートル: 10^{-9} m)サイズの空間に閉じこめると、その波としての性質が著しく現れます。例えば、有機分子は原子が結合したナノメートル空間に電子を閉じ込めたまさに量子箱です。また、半導体ナノ粒子は、量子効果によりバルク固体とは異なった色を示します。これらの量子物質の性質は、分子構造や形状、サイズによって変化します。さらに、量子物質を規則正しく配列し、それらの間にコヒーレンスが生まれると、様々な新しい光学的・電磁気学的現象が得られます。

本研究室では、量子効果の現れる分子、結晶、ナノ粒子、超薄膜を研究対象とし、超高速レーザー分光や種々の顕微鏡法によって、その性質を量子力学的立場から明らかにするとともに、将来の量子情報技術へ利用される新物質や光デバイスへの応用を目指しています。

主な研究分野

1) 有機エレクトロニクス&フォトンクス

有機分子の配列や集合体構造を制御することにより、高効率の有機レーザーや発光トランジスタ、有機太陽電池を創製する(図1)。

2) 分子性結晶中でのコヒーレント制御

固体パラ水素結晶、有機半導体結晶など量子性の高い結晶を対象とし、その量子状態をフェムト秒レーザーを用いて時空間的に制御、観測する事を目指す(図2)。

3) ナノ構造物質の光物性

環境に対応したナノ粒子、不純物をドーブしたナノ粒子などナノ構造物質の光機能性を吸収、発光、顕微分光(単一粒子分光)、時間分解分光、ラマン分光測定により明らかにする(図3)。

4) メタ物質フォトンクス

ありふれた材料を用いながらも、ナノ粒子や超薄膜など形や、役割分担、相互作用を工夫することで、電磁波を「錯覚」させ、自然界にはない機能を持つ人工物質(メタ物質)を実現する(図4)。

研究設備

波長可変パルスレーザーシステム、フェムト秒時間分解分光装置、近接場光学顕微鏡、共焦点レーザー顕微鏡、原子間力顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡、走査型電子顕微鏡、半導体特性評価装置、真空プローバ

共同研究・社会活動など

京都工芸繊維大学、産業技術総合研究所、分子科学研究所、神戸大学、静岡大学、カリアリ大学、ギーセン大学、理化学研究所、他

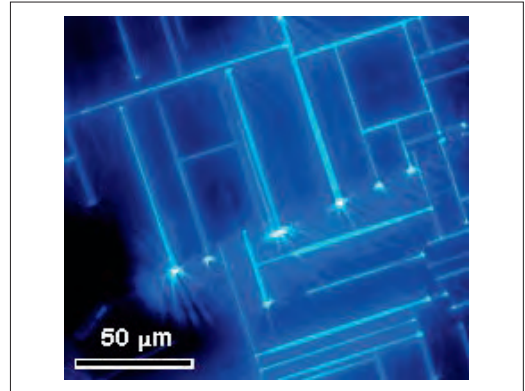


図1 分子結晶を用いた有機レーザー



図2 Cuセル中に成長させた固体パラ水素結晶

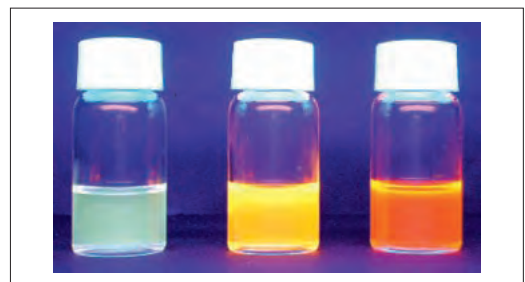


図3 不純物ドーブ半導体ナノ粒子DAペア発光

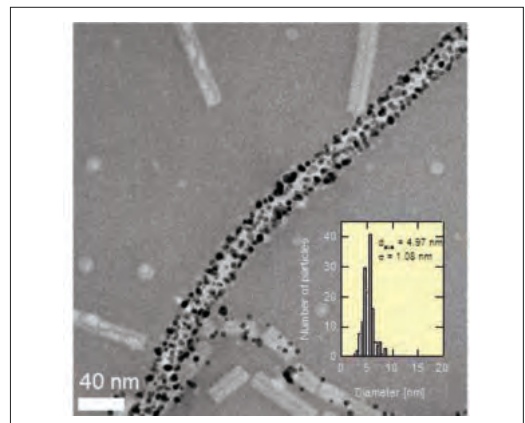


図4 TMV-金ナノ粒子複合体

凝縮系物性学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/daimon/index-j.html>

(写真左から)

教授: 大門 寛 daimon@ms.naist.jp

准教授: 服部 寛 khattori@ms.naist.jp

助教: 武田 さくら sakura@ms.naist.jp

特任助教: 田口 宗孝 mtaguchi@ms.naist.jp

特任助教: 松田 博之 hmatsuda@ms.naist.jp

研究室概要

ナノメートル以下のサイズになると、量子化の影響で、全ての物質は通常とは異なる性質を示す。それらは省資源・ナノテクに必須な微小新材料であり、固体表面においては原子レベルで人工的に製作できる。当研究室では、そのような表面ナノ新物質や強相関物質などの原子構造や電子構造を研究する表面・固体物性をテーマとしている。二次元光電子分光など独自の手法が特徴である。半導体表面超格子構造や強相関物質、また、触媒、分子デバイスなどに重要な分子吸着表面などを研究対象としている。

主な研究分野

1) 表面ナノ物質の原子配列構造解析、立体視

SPring-8の円偏光軟X線と、独自の分析器DIANAを組み合わせ、原子配列の立体写真撮影や、光電子回折(PED)を用いて特定の原子の周りの原子配列を解析している(図1、2)。その他、走査トンネル顕微鏡(STM)(図3)、反射高速電子回折(RHEED)、三次元逆格子空間マッピング(図4)などを駆使して構造解析を行っている。

2) 光電子分光(PES)による電子エネルギーバンドの詳細測定

直線偏光放射光を用いて、エネルギーバンドやフェルミ面を3次元マッピングし、その電子軌道を解析している(図5)。また、超高分解能分析器SES2002と超高真空ラマン分光を用いて反転層中のホールサブバンド(図6)やスピン分離バンド、歪み半導体(図7)のバンド分散を調べている。

3) 表面ナノ物質の電気伝導、磁性、発光

表面ナノ物質系の表面電気伝導を4端子法、表面磁性をSMOKE、表面制御発光を超高真空下のPL法で測定している。

4) 表面上の分子反応・原子挙動の解析

表面超構造上での、NO_xやアミノ酸などの分子吸着や脱離を、STM、AES、LEED、TPD、ESD、第一原理計算で調べている(図8)。

5) 新装置の開発

広角対物レンズ立体視光電子顕微鏡などの新装置を開発している。

研究設備

・二次元表示型光電子分光装置(DIANA)世界唯一(図1)

試料から放出された、あるエネルギーの粒子の角度分布を歪み無く表示できる。SPring-8と立命館大学にて計2台使用している。

・試料作成複合評価システム 世界最大(図9)

3台の「新物質作製装置」で作製した表面新物質を5台の評価・解析装置に超高真空搬送路で搬送する世界最大の複合評価システム。

共同研究・社会活動など

国内外との共同研究、SPring-8、立命館大学SRセンターなどを利用。

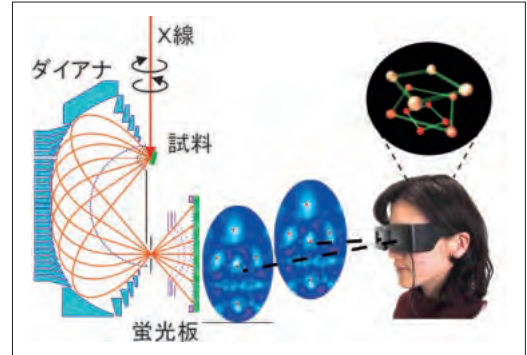


図1 二次元光電子分析器(DIANA)を立体原子顕微鏡として用いた原子配列の立体視

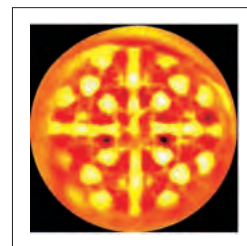


図2 NiOの光電子回折パターン

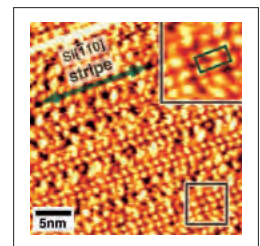


図3 β -FeSi₂表面のSTM像

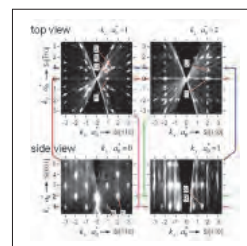


図4 三次元逆格子マップ

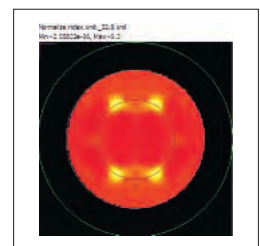


図5 ZrB₂価電子帯の構成原子軌道解析

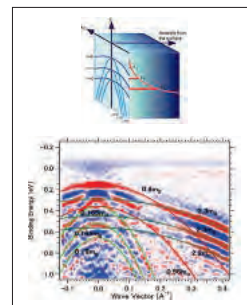


図6 ホールサブバンド

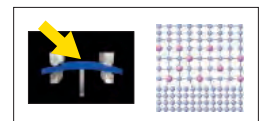


図7 一軸及び2軸引っ張り歪み半導体

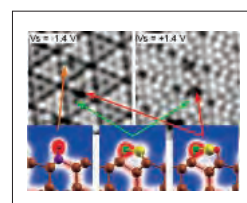


図8 解離吸着分子のSTM観測と第一原理計算

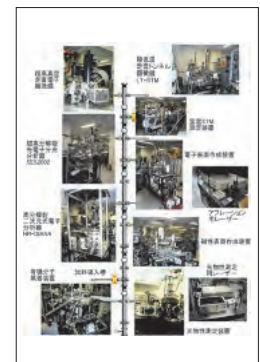


図9 試料作成複合評価システム

高分子創成科学研究所

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/fujiki/>



教授: 藤木 道也 fujikim@ms.naist.jp

研究室概要

化学の常識に挑む...水の惑星地球に誕生した生命の起源に研究のヒントを得ながら、次世代の発光性高分子の設計-構造-機能相関解明の研究を推進しています。

主な研究分野

1) 円偏光発光高分子のゼロ段階合成

生物不斉資源であるテルペンを溶媒にして、高い蛍光量子収率で円偏光発光性高分子を設計・創成しています。成果は新聞や学術雑誌のハイライトに選ばれています。

2) 鏡像対称性の破れ: 不斉の起源に迫る

鏡像対称性を破る不斉な物理力や不斉な化学力の起源に学び、不斉の発生・増幅・転写・反転・機能の発現と制御、絶対不斉合成に関する基礎研究を行っています。成果は現代化学(東京化学同人)、パリティ(丸善)に解説記事として掲載されています。*Chemical Communications* (RSC)の表紙を飾りました。

3) 発光高分子-セラミックス複合材料のゼロ段階合成

発光高分子とセラミックスを組み合わせた発光性コアシェル型複合材料をゼロ段階で創成する研究を行っています。

研究室所有研究設備

居室・実験室が分離された快適空間と1人1台のMac、Windows環境。紫外・可視分光計、蛍光分光計、円二色分光計、円二色蛍光光度計、分子量測定装置、高速液体クロマトグラフィー、ガスクロマトグラフィー、グローブボックス、旋光計、粘度計、屈折率計、ファイバー分光器付き蛍光顕微鏡、計算化学環境(Gaussian09, Conflex)など。

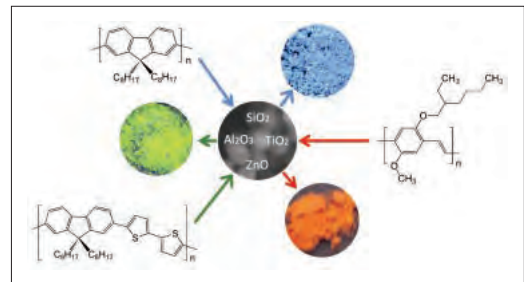
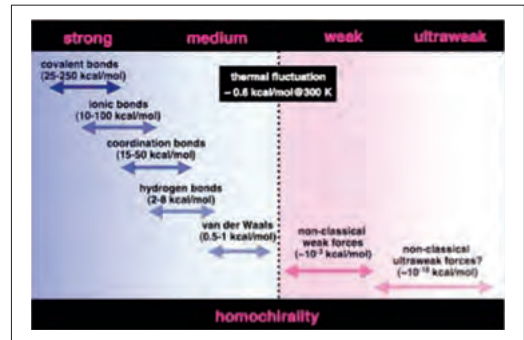
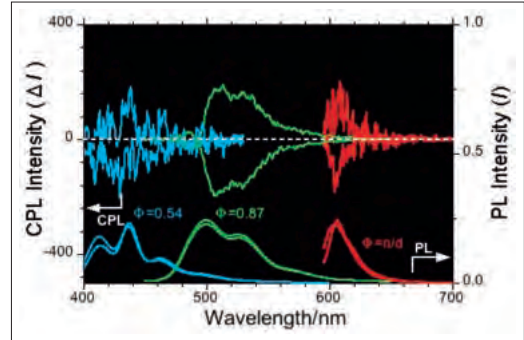
共同研究・社会活動・所属学会

研究費: 科学研究費補助金など。

共同研究: (国内) 近畿大学、千歳科学技術大学、北海道大学など。

(国外) 韓国・慶北大学、中国・蘇州大学、イスラエルワイツマン科学研究所など。

所属学会: 高分子学会、日本化学会、アメリカ化学会、ケイ素化学協会、光化学協会など



光機能素子科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/pdslab/index-j.html>



(写真左から)

教授: 太田 淳 ohta@ms.naist.jp

准教授: 徳田 崇 tokuda@ms.naist.jp

助教: 笹川 清隆 sasagawa@ms.naist.jp

助教: 野田 俊彦 t-noda@ms.naist.jp

特任助教: 春田 牧人 m-haruta@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、高度情報化社会・超高齢化社会で中心的役割を担う画像情報を高速かつ柔軟に処理するための新しい光機能性の物質科学と素子機能創成の研究開発を目指します。

主な研究分野

現行の進んだ半導体集積回路技術とフォトニクスを融合したフォトニックLSIデバイスを基本に、光機能材料・デバイス構造・フォトニクス技術の課題を理論と実験の両面から解明し、新しい機能を創出していきます。研究項目の具体例は以下の通りです。

1) バイオメディカルフォトニック材料・デバイスの研究開発

・Si-LSI技術を基にしたフォトニックバイオLSI。具体的には視覚再生を目指した人工視覚デバイス(図2)や記憶メカニズム解明や機能性脳疾患治療に向けた脳内埋込型デバイスの研究開発(図3)。

2) マイクロメカニカルフォトニックデバイスの研究開発

・フォトニックLSI技術とマイクロメカニクスを融合したデバイス。具体的には偏光計測機能を内蔵したフラッシュメモリー応用に向けたSi-LSI上マイクロ回路デバイス(図4)。

3) 高性能イメージセンサ及びその応用システムの研究開発

・デカノメータLSI世代のSystem On Chip技術に基づく高性能なCMOSイメージセンサ及びその応用システム。具体的には、Optogenetics応用に向けた新しいバイオメディカルフォトニックLSIやナノフォトニクスに基づく新しい光機能素子、デジタルELISA用センサなど。

研究設備

① フォトニックデバイス作製・評価設備:

DRIE、RIE、等方性ドライエッチャー、抵抗加熱蒸着装置、スパッタ装置、バリレンコーター、アッシャー、ワイヤーボンダー(ウェッジ、ボール)、フリップチップボンダー、ダイボンダー、レーザー加工機、レーザーリペア、マスクアライナー(密着、両面、縮小投影)、SEM。

② フォトニックLSI設計・評価設備:

SPECTRA)、半導体パラメータアナライザ、データジェネレータ、ロジックアナライザ、ネットワークアナライザ、マニュアルプローバ、蛍光顕微鏡、電気生体実験設備、細胞培養設備等。

共同研究・社会活動など

- ・共同研究: 大阪大学医学部眼科、(株)ニデック、生理研、京都大学医学研究科
- ・日本学術振興会第125、131、174、179委員会、JSTさきがけアドバイザー
- ・応用物理学会、電気学会、映像情報メディア学会

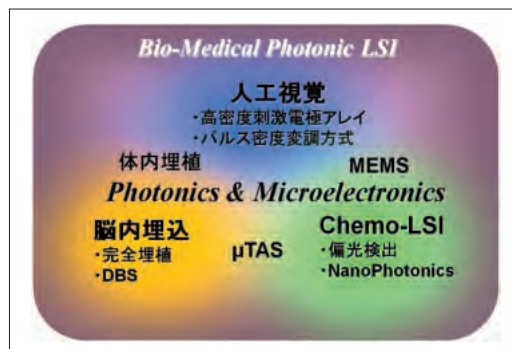


図1 研究室研究内容

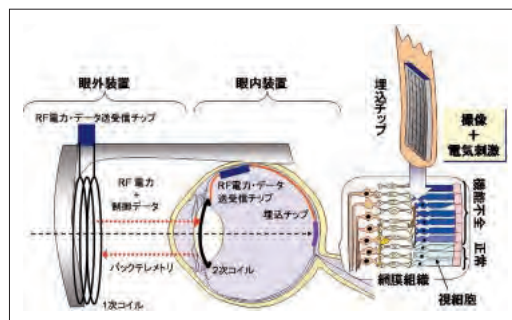


図2 人工視覚システム

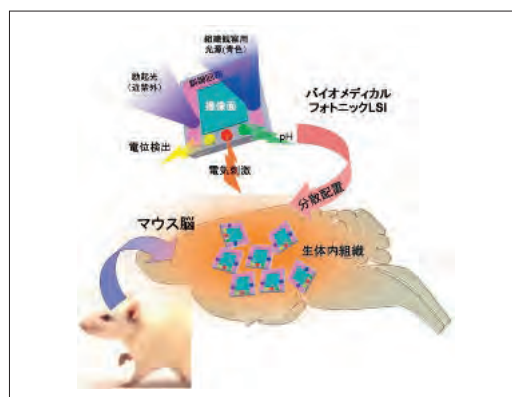


図3 脳内埋込デバイス

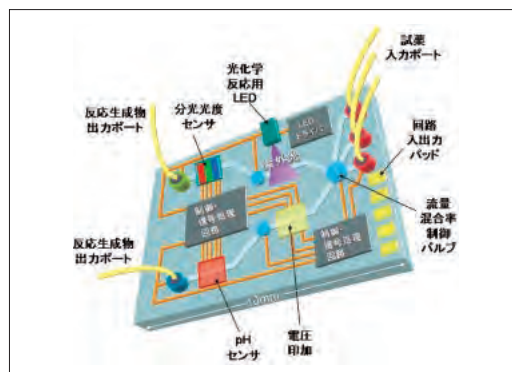


図4 Chemo-LSIシステム

情報機能素子科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/uraoka/index-j.html>

(写真左から)

教授: 浦岡 行治 uraoka@ms.naist.jp准教授: 石河 泰明 yishikawa@ms.naist.jp助教: 上沼 睦典 uenuma@ms.naist.jp助教: 藤井 茉美 f-mami@ms.naist.jp特任助教: Bermundo Juan Paolo Soria
b-soria@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、半導体材料を基盤として、次世代情報化社会を支える情報機能素子を研究します。“ものづくり”を基本として、新しい材料、新しいプロセスを積極的に導入し、新機能、高性能な半導体デバイスやディスプレイを世界に向けて発信します。

- (1) シリコン、化合物、酸化物半導体をベースにディスプレイ、メモリ、LSI、太陽電池など幅広い応用分野をカバー
 - (2) 生体超分子、環境対応材料など新しい材料を導入し、物質科学に基づいた新機能を実現
 - (3) 素子の設計から作製、評価、理論解析、プレゼンテーションまで、実社会で即戦力となる一貫した研究能力の養成
- を3つの柱として、基礎から応用にわたる教育・研究を行います。

主な研究分野

1) レーザを用いたシリコン薄膜の低温結晶化技術

高性能なスイッチング素子をガラス基板・プラスチック基板上に形成し、ウェアラブルコンピュータの実現を目指します。

2) 蛍光体微粒子、酸化物半導体を用いたフレキシブルディスプレイ

ナノスケールのZnS微粒子を発光源に、ZnOなどの酸化物半導体を駆動回路に用いたフレキシブルディスプレイを実現します。

3) タンパクなど自己組織化材料を用いた新機能素子の実現

均一性、配置制御性を有したタンパクを使って、メモリ、バイオセンサー、MEMSなどへの応用を展開します。

4) プリント技術を駆使したベンダブルデバイス

エレクトロスプレー法やナノインプリントなどのプリント技術によるベンダブルデバイスを実現します。

5) 高効率熱電変換素子

ナノドットや酸化物半導体材料を用いた熱電変換素子の高効率化をめざします。

研究設備

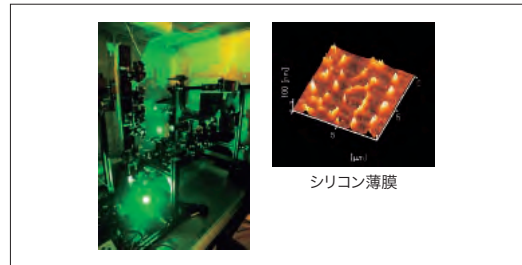
- ・クリーンルーム、レーザ結晶化システム、リソグラフィ装置
- ・光学特性、半導体デバイス測定装置、デバイスシミュレータ

共同研究・社会活動など

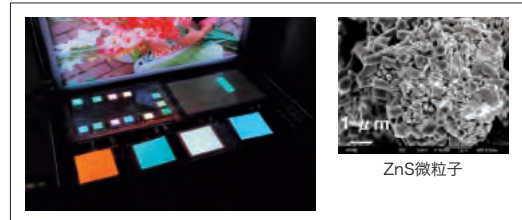
- ・Panasonic、日産化学、住友化学、住友電工、味の素など
- ・SSDM、MRS、AMFPD、IDW、ITC、IMFEDK国際会議



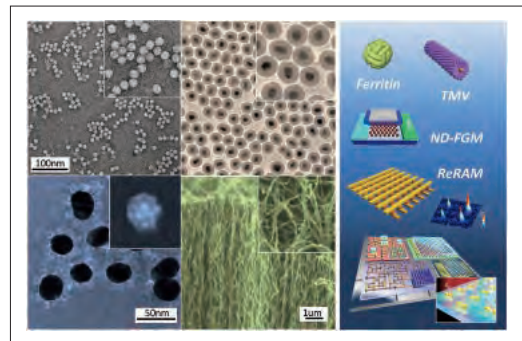
次世代機能集積素子システムオンパネル



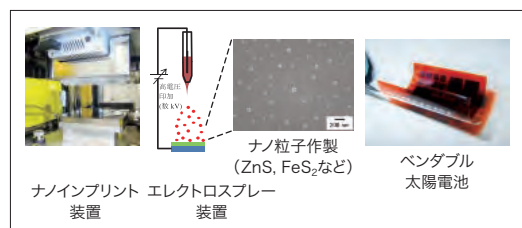
シリコン薄膜のレーザ結晶化システム



無機ELを用いたフレキシブルディスプレイ



バイオの技術を用いた未来の半導体デバイス



プリント技術によるベンダブルデバイス

反応制御科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/kakiuchi/index-j.html>



(写真左から)
 教授: 垣内 喜代三 kakiuchi@ms.naist.jp
 准教授: 森本 積 morimoto@ms.naist.jp
 助教: 谷本 裕樹 tanimoto@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、「物質を創成すること」を目的とした、有機合成反応の新しい制御法の開発と、その応用による、複雑な多環式有機化合物の合成と機能発現に関する研究、高機能性錯体の合成と新しい触媒反応の開発を行います。

主な研究分野

- 1) 生理活性化合物や機能性有機材料など、多様な機能を有する多環式有機化合物を合成する新しい方法論の開発を目指します。
 - ・生理活性天然物の立体選択的合成研究 (図1)
 - ・窒素官能基を利用した新分子変換法と生理活性分子合成 (図2)
 - ・高周期元素を導入した環状アセチレン材料の合成と解析 (図3)
 - ・不斉光反応による光学活性多環式化合物の合成研究
- 2) 有機合成技術を駆使した有機光マイクロデバイスの開発を行います。本研究科光機能素子科学研究室と共同研究
 - ・有機光反应用流通式マイクロリアクターの開発 (図4)
- 3) 環境に優しい有機合成プロセスの開発を目指します。
 - ・外部試薬を必要としない脱保護反応: 光解離性保護基 (図5)
 - ・環境調和型因子を利用した高選択的不斉光反応の開発
- 4) 遷移金属錯体触媒を用いて、未利用炭素資源の新しい利用法を開発します。
 - ・ホルムアルデヒド (図6)、糖類、CO₂の合成化学的新規利用法

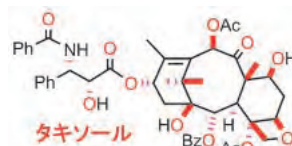
研究設備

- ・各種分析機器
500MHz NMR、GC (MS)、HPLC、FTIR、UV-vis、蛍光光度計、旋光計
- ・精密合成用機器
リサイクル分取HPLC、中圧分取HPLC、低温恒温槽、光反応装置
グローブボックス、マイクロリアクター、超臨界CO₂反応装置

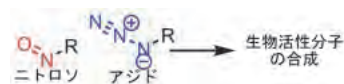
共同研究・社会活動など

日本化学会、アメリカ化学会、有機合成化学協会、光化学協会
 近畿化学協会、触媒学会、インドネシア大学 (インドネシア)
 イズミル大学 (トルコ)、ジェームス・クック大学 (オーストラリア) 高麗大学 (韓国)、大阪大学、筑波大学、宇部工業高等専門学校
 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

抗ガン活性天然部の合成 (図1)



新しい窒素官能基の利用法の開発 (図2)



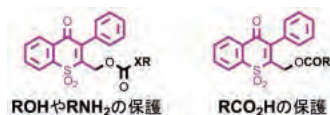
新しいゲルマニウム材料の開発 (図3)



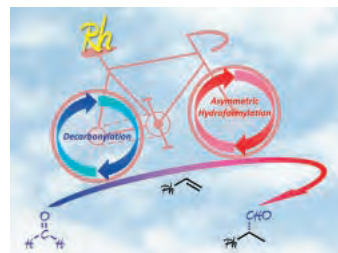
不斉光 [2+2] 反応の開発と光マイクロリアクターへの応用 (図4)



光解離性保護基 (図5)



ホルムアルデヒドを用いた新合成反応 (図6)



バイオミメティック科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/kikuchi/index-j.html>



(写真左から)
教授: 菊池 純一 jkikuchi@ms.naist.jp
助教: 安原 主馬 yasuhara@ms.naist.jp

研究室概要

当研究室では、生体系に学び、生体系を超える新しい分子材料、分子システムの開発を通じて、物質科学が生命科学ならびに情報科学と融合した新しい研究領域の開拓を目指しています。

主な研究分野

1) 新規バイオ・ナノマテリアルとしてのセラソームの開発

人工細胞膜の表面を原子1層だけセラミックコーティングした新規のナノカプセル「セラソーム」を開発し、そのバイオ・ナノマテリアルとしての可能性を探求しています。例えば、セラソームの有する高い構造安定性を利用して、人工多細胞システムの構築、人工細胞の磁気マニピュレーション、高効率遺伝子導入法の開発などの研究を行っています。

2) 人工細胞を用いる次世代型情報通信システムの開拓

生体には無配線かつナノスケールで情報処理を行うシステムがあります。この生体系に学ぶことで、酵素や受容体などを組み込んだ人工細胞を用いて情報処理が可能な分子デバイスを開発しています。さらに、これら人工細胞の有機的な組織化・関係によって、情報媒体として分子を用いる未来の通信システム「分子通信」を開拓しています。

3) 細胞膜ダイナミクスの誘導による生体機能の制御

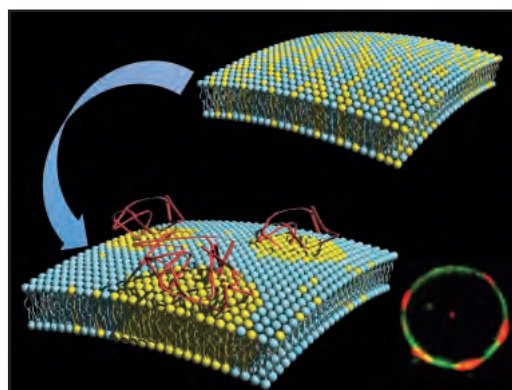
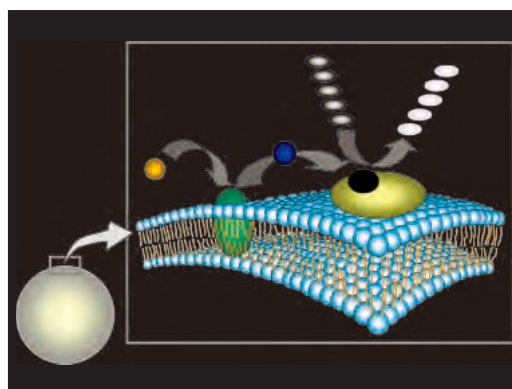
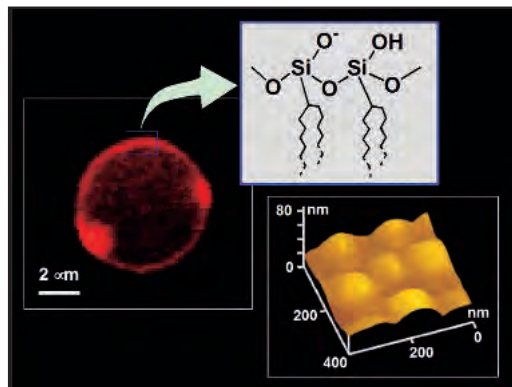
外部刺激に応答して誘導される、細胞膜の形態変化や細胞膜内での分子集合体の形成は多くの細胞機能や疾病と関連する重要な分子機構です。天然に存在する膜作用性分子を規範として、細胞膜ダイナミクスを誘導することのできる分子をデザイン・合成し、実際に生体機能を制御する手法を開発しています。

研究設備

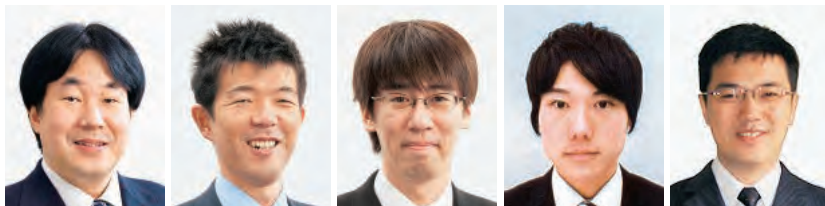
分光分析装置 (UV、CD、FT-IR、DLS、蛍光、瞬間マルチ測光システム、表面・界面分光分析装置など)、合成機器一式 (リサイクル分取HPLCなど)、超高感度示差走査熱量分析計、ゼータ電位計、走査プローブ顕微鏡、全反射蛍光顕微鏡、電気化学測定装置、生体分子間相互作用測定装置など

共同研究・社会活動など

- ・ミシガン大学、カリフォルニア大学サンフランシスコ校 (米国)、北京大学、遼寧大学 (中国)、京都大学、九州大学、企業各社、学内および研究科内の他研究室など
- ・日本化学会 (生体機能関連化学部会、コロイドおよび界面化学部会、バイオテクノロジー部会)、アメリカ化学会、高分子学会、有機合成化学協会、日本ゾルゲル学会、生物物理学会、光化学協会など



超分子集合体科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/hirota>

(写真左から)

教授: 廣田 俊 hirota@ms.naist.jp准教授: 松尾 貴史 tmatsuo@ms.naist.jp助教: 長尾 聡 s-nagao@ms.naist.jp助教: 山中 優 mymnk@ms.naist.jp特任助教: 太 虎林 h-tai@ms.naist.jp

研究室概要

生体内では、タンパク質、DNA、糖などの生体分子が相互作用して超分子集合体を形成し、生命活動を維持しています。当研究室では、分子レベルでの化学的知識に基づき、様々な分光分析、タンパク質工学、有機合成を駆使して、生体超分子の分子デザインとその応用利用を目指した研究をしています。具体的には、生物が発揮している素晴らしい性質を利用した次世代機能性超分子の創成、非天然機能を有する人工タンパク質の創成、酵素の反応機構の解明、生理活性分子の機能解明、更に、フォールディング異常病（アルツハイマー病や狂牛病など）の原因であるタンパク質構造変性メカニズムの解明と、その知見に基づくタンパク質変性阻害法の探索を行っています。

主な研究分野

1) 機能性生体超分子の創成

タンパク質を自在に操り、生体超分子を作製する技術はまだ確立されていません。私達は新しい概念でタンパク質をパズルのピースのように捉え、機能性タンパク質超分子の開発を行っています(図1)。また、HeLa癌細胞の細胞膜を破壊するタンパク質超分子を作製することにも成功しました。(図2)。

2) フォールディング異常病の分子機構解明とその阻害法開発

アルツハイマー病やパーキンソン病、狂牛病などのフォールディング異常病(コンフォメーション病)のタンパク質構造異常化の分子機構は不明のままです。これらの疾病に関連するタンパク質変性機構を分子レベルで調べ、その阻害法を研究しています。

3) 水素分解・合成酵素の反応機構の解明

水素は将来エネルギーとして期待され、その効率的な分解・合成法の開発は急務です。そこで、生物が有する水素酸化還元酵素(ヒドロゲナーゼ)の分子機構の解明を、レーザー光と各種分析法(IR, ESR)を用いて行っています(図3)。

4) メディシナルケミストリーを指向した生理活性分子の機能解明

メディシナルケミストリーの観点より、生理活性小分子の機能発現機序の解明と、その知見を基にした精密分子設計および合成を行っています。

5) 合成化学の手法を駆使した機能性タンパク質の創成

合成化学および生化学的アプローチの相補性を活かした生体分子設計を研究しています。有機/錯体合成により、有機金属錯体を有する非天然酵素(図4)、タンパク質ダイナミクスに基づく機能スイッチング(図5)など、ユニークな機能を持つ「分子デザインを基盤とした機能性生体分子の創成」を実施しています。

研究設備

共鳴ラマン装置、ステップスキャンFT-IR(時間分解測定可能)装置、ナノ秒過渡吸収測定装置、ストップフロー装置、倒立蛍光顕微鏡、PCR、HPLC、FPLC、GC、グローブボックス、示差走査熱量計(DSC)、各種分子生物学実験機器、各種タンパク質精製機器など本研究室所有機器の他、共通機器を利用。

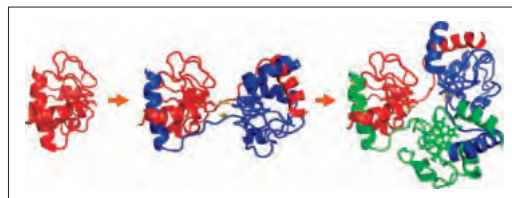
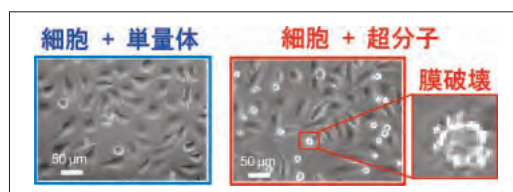
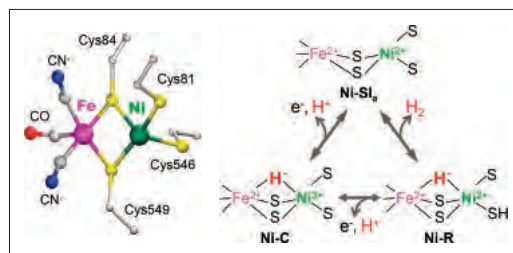
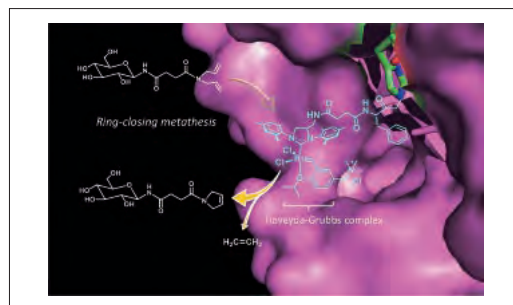
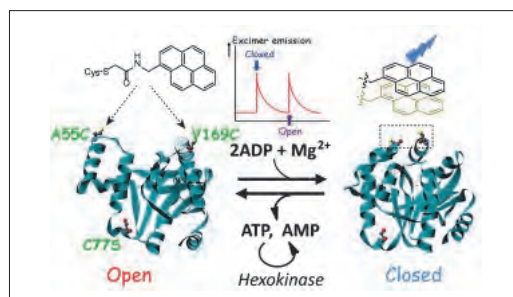


図1 新規タンパク質超分子の創成

(*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2015; *Protein Sci.*, 2015; *PLoS One*, 2015; *Mol. BioSyst.*, 2015; *Chem Sci.*, 2015; *Sci. Rep.*, 2016)

図2 タンパク質超分子によるHeLa細胞の膜破壊
(*ChemBioChem*, 2014)図3 水素酸化還元酵素ヒドロゲナーゼの活性部位構造と推定反応機構
(*Angew. Chem. Int. Ed.*, 2014; *J. Phys. Chem. B*, 2015)図4 有機金属錯体を有する非天然酵素
(*Chem. Commun.*, 2012; *Organometallics*, 2013)図5 タンパク質ダイナミクスに基づく機能スイッチングシステムの構築
(*Bioconjugate Chem.* 2013)

光情報分子科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/kawai/>

(写真左から)

教授: 河合 壯 tkawai@ms.naist.jp

准教授: 中嶋 琢也 ntaku@ms.naist.jp

助教: 野々口 斐之 nonoguchi@ms.naist.jp

研究室概要

将来の通信、記録、センシング、バイオイメージングなど幅広い情報技術の飛躍に向けてナノメートルレベルの分子デバイスや低次元材料に期待が寄せられています。本研究室では、光を当てると色が変わるフォトクロミック分子や、半導体ナノ粒子、ナノカーボン、キラル発光材料など様々な個性を持った分子や材料の合成、開発を行っています。

主な研究分野

1) フォトクロミック分子、 π 共役分子の開発

光応答性のターアリーレン系分子を開発しています。フォトクロミックターアリーレンの分子構造-機能相関などの基礎研究に加え、世界最高効率のエレクトロクロミズムを示す分子 (*Chem. Eur. J.* 2016) や、その構造をベースにした光酸発生剤 (*J. Am. Chem. Soc.* 2015, *Chem. Eur. J.* 2016, *J. Org. Chem.* 2016) の開発などを進めています。

2) フレキシブル熱電変換材料の開発

カーボンナノチューブからなるフレキシブルな熱電発電材料等の開発を進めています。特にカーボンナノチューブと有機分子・高分子さらにはイオンとの相互作用に注目し、電子移動に伴う電子キャリアの注入とn型化やその安定化に関する基盤学理を探索するとともに、環境にやさしく軽量フレキシブルな熱電発電材料の実現に向けて世界をリードする研究を展開しています (*Sci. Rep.*, 2013, *Chem. Sci.*, 2015, *Adv. Funct. Mater.* 2016, *Small* 2017)。

3) キラル超分子の自己集合制御と円偏光発光

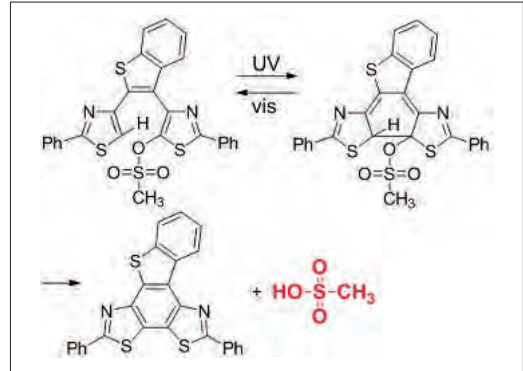
円偏光発光 (CPL) を検出する顕微鏡システムとともに、CPL特性を示すキラル分子・キラル超分子材料の開発を進めています。分子の自己集合に応じたCPL特性の増強 (*J. Phys. Chem. Lett.* 2014, 2015) や、自己集合構造とCPL特性の自在制御 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2015, *Chem. Commun.* 2016) を行っています。

4) 半導体ナノ結晶の表面設計と自己集合制御

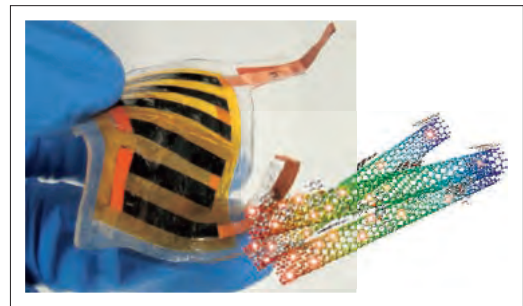
半導体ナノ結晶や金属ナノ粒子の表面構造を設計することで、イオン液体によく分散するナノ粒子とその複合材料の作製と構造評価 (*Polym. J.* 2015)、異方性形状を有するナノ粒子の水中における自己組織化構造の構築 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2016) について研究を進めています。

研究設備

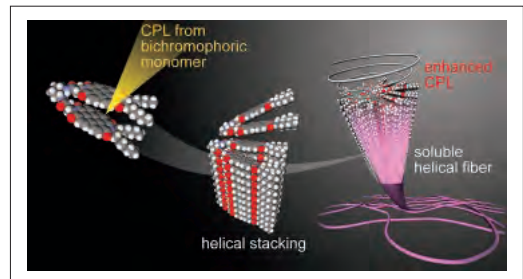
円偏光蛍光顕微鏡計測装置、可視近赤外分光計測装置、赤外顕微鏡、GPC・各種HPLC、振動円二色性分光光度計 (VCD)、熱電特性評価装置、熱分析装置 (DSC、TGA)、量子化学計算用PC他



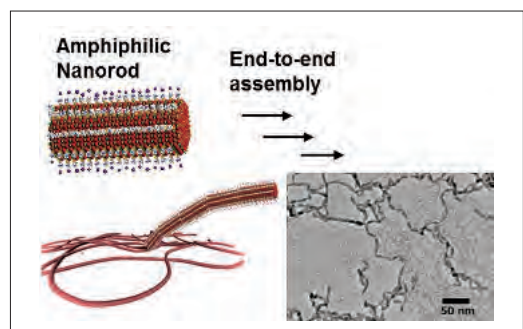
新原理に基づく光酸発生分子



フレキシブル熱電発電シート



キラル分子の自己集合によるCPL増幅



半導体ナノロッドの自己集合

有機光分子科学研究室

URL: http://mswebs.naist.jp/LABs/env_photo_greenmat/index.html

(写真左から)

教授:山田 容子 hyamada@ms.naist.jp

准教授:荒谷 直樹 aratani@ms.naist.jp

助教:鈴木 充朗 msuzuki@ms.naist.jp

特任助教:林 宏暢 hhayashi@ms.naist.jp

研究室概要

新規機能性材料の開発を目的に、有機薄膜太陽電池などに利用可能な有機半導体材料や近赤外領域に吸収をもつ色素、新規骨格を有する新しい芳香族化合物を設計・合成し、特性評価やデバイス評価を行う。

主な研究分野

1) 有機エレクトロニクス材料の開発

太陽電池やトランジスタなどへの応用をめざし、革新的な有機半導体を開発する。特に、可溶性前駆体を基板に塗布した後、光を照射することで不溶性低分子半導体薄膜へと変換するユニークな「光変換前駆体法」を基軸に、材料合成～デバイス作成を網羅する包括的な研究を行う。(図1)

2) 斬新な形状・機能性を有するπ共役分子の構築

十分にπ共役系が拡がりかつ化学的に安定な、ユニークな形状をもつオリゴアセンなどの多環芳香族炭化水素の新規合成法を開拓する。またその材料の特長を活かした光機能性色素・電子素子の開発および高効率の近赤外発光材料の合成を目指す。(図2)

3) 新規ナノカーボン材料の合成と機能開拓

次世代デバイスの基幹材料になりうる、新規ナノカーボン材料の創成を目指す。特に、優れた電子物性が予想されるグラフェンナリボンに着目し、有機合成によるグラフェンナリボン前駆体の合成と、原子レベルでの構造・物性を評価できる技術を組み合わせた材料開発を展開する。(図3)

研究設備

可視近赤外分光計測装置、絶対蛍光量子収率測定装置、ESI質量分析装置、走査型プローブ顕微鏡、偏光顕微鏡、昇華精製装置、単結晶及び粉末X線結晶構造解析装置、蒸着装置、GPCなど

共同研究・社会活動など

- ・JST 戦略的創造研究推進事業CREST「革新的デバイス創製のためのグラフェンナリボンのテラーメイド合成」(H27～H32)
- ・新学術領域研究「3D活性サイト科学」(H26～H31)
- ・共同研究: 愛媛大、千葉大、関西学院大、神戸大、東大、京大、阪大、富士通研究所、Empa (スイス)、香港中華大、シンガポール国立大、南洋理工大 (シンガポール)、Fritz-Haber Institute of the Max-Planck Society (ドイツ) など
- ・所属学会: 日本化学会、光化学協会、基礎有機化学会、応用物理学会M&BE分科会、アメリカ化学会、イギリス王立化学協会、など

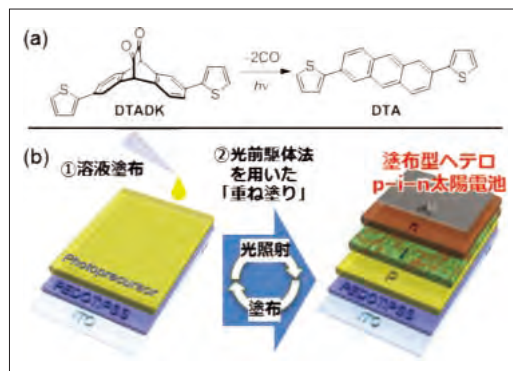


図1 光変換前駆体法を用いたp型有機半導体の合成例 (a) と積層型有機太陽電池作成の概念図 (b)

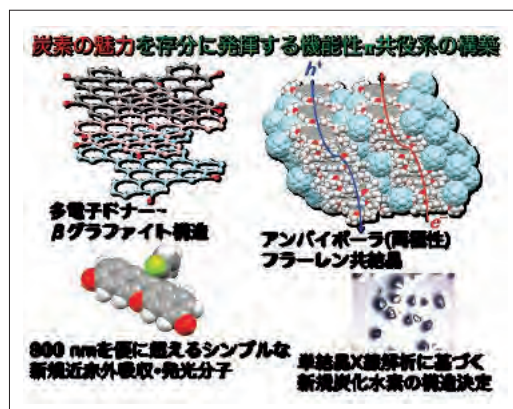


図2 ユニークな多環芳香族炭化水素

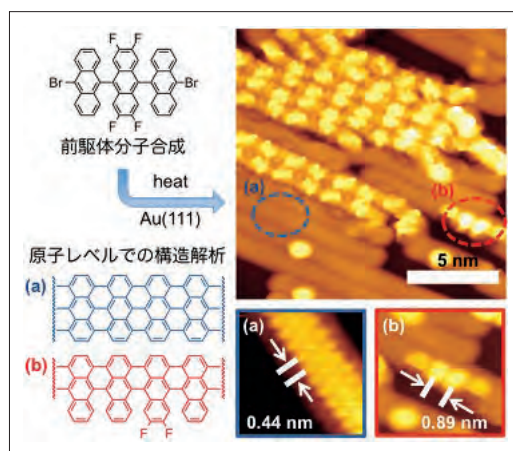


図3 グラフェンナリボンの合成と原子レベルでの構造解析

センシングデバイス研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/yanagida/index.html>

(写真左から)

教授: 柳田 健之 t-yanagida@ms.naist.jp

准教授: 河口 範明 n-kawaguchi@ms.naist.jp

助教: 岡田 豪 go-okada@ms.naist.jp

助教: 河野 直樹 n-kawano@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では、主として放射線計測を目的として、画像医療、セキュリティ、個人被ばく線量計用の蛍光体およびセンサーを研究します。バルク無機単結晶、セラミックス、ガラスの合成から物性計測、更には特性の良好な材料を用いてデバイス化までを行い、社会に貢献します。

- (1) バルク無機単結晶、透明/不透明セラミックス、ガラスの合成と詳細な物性計測、量子エネルギー変換の理解・制御
- (2) センサーとしての実用化を目標とし、必要に応じて有機蛍光体までを対象とした、シンチレーション、輝尽・熱蛍光、RPL といった放射線誘起蛍光特性の評価
- (3) 量子エネルギー変換や衝突電離現象といった基礎過程から産学連携に基づく実社会への応用研究を通じ、研究力のみならず実社会で通用する能力の涵養を3つの柱として、研究・教育を行います。

主な研究分野

1) バルク無機単結晶、セラミックス、ガラスの合成

数mmから数cmまでのバルク無機蛍光体の合成を行います。

2) 光物性の計測

研究室で合成、もしくは共同研究先から提供された蛍光体材料の光物性を計測します。

3) 放射線誘起蛍光特性の計測

シンチレータ、輝尽蛍光、熱蛍光、RPL といったホスト-発光中心間での量子エネルギー変換を真空紫外から近赤外の多波長、ps-sの多スケール、400~700Kの多様な温度域で計測します。

4) 放射線検出器の開発

画像医療 (X線CT、PET、SPECT)、セキュリティ (空港の手荷物検査器など)、資源探査、高エネルギー物理学用のセンサーを開発します。

5) 一般蛍光体の開発

放射線計測用から派生し、長残光蛍光体、応力発光体などの無機一般蛍光体の開発を行います。

研究設備

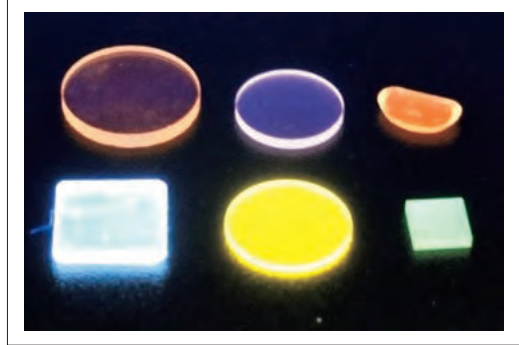
FZ炉、SPS炉、BS炉、電気炉、静水圧プレス、XRD、分光光度計、FTIR、反射率計測装置、PL装置、PL絶対量子収率計、PL蛍光寿命計、ラマン、輝度計、シンチレーションスペクトル (110~1650nm)、パルスX線ストリーク、X線残光計、温度依存性計測機 (400~700K)、熱蛍光装置、シンチレーション発光量計測装置、I-V・C-V計、恒温槽

共同研究・社会活動など

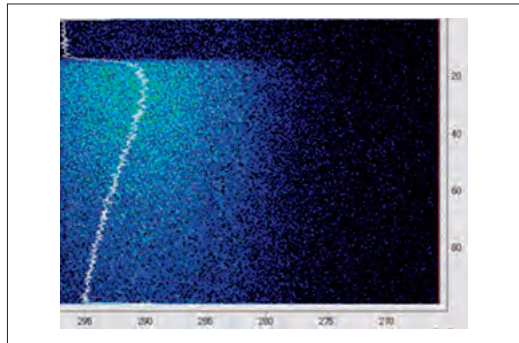
学术界: 東大、京大、東北大、名大、名工大、金沢工大、Univ. of Saskatchewan、産総研など

産業界: 日本結晶光学、三井金属鉱業、トクヤマ、日立金属、神島化学工業、日立製作所、NTN、千代田テクノロ、オキサイドなど

社会活動: 応用物理学会放射線分科会、日本学術振興会186委員会、次世代先端光科学研究会など



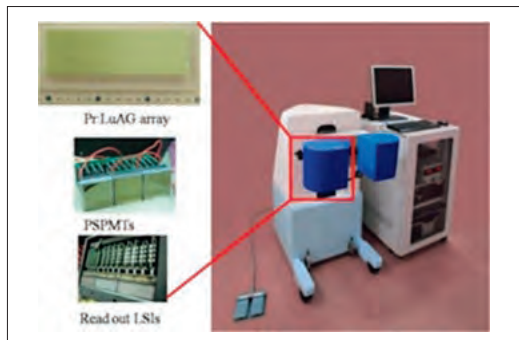
1) バルク無機蛍光体の開発



2) 光物性評価



3) センサー開発



4) 装置開発

有機固体素子科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/greendevic/>

(写真左から)

教授: 中村 雅一 mnakamura@ms.naist.jp

准教授: 辨天 宏明 benten@ms.naist.jp

助教: 小島 広孝 kojimah@ms.naist.jp

特任助教: Jung Min-Cherl mcjung@ms.naist.jp

研究室概要

Electronics on Any Surface!

これが我々の研究のキャッチフレーズです。丸めて持ち運べる電子機器、体にまとうだけで発電する布、場面に合わせて最適な色の光で発電する紙のような太陽電池など、様々な「表面」に多様なエレクトロニクスの機能を付加してゆくことで、私たちのくらしはより快適で豊かなものになります。物性物理、電子工学、表面科学、高分子物性、分子科学などをベースに、有機固体のもつ多彩な相互作用を解明し、有機エレクトロニクスとして応用することでこれらを実現させます。世界唯一の評価装置や理論計算による、独創的な研究アプローチも特徴の一つです。学生一人一人の興味と適性に応じて、物質に関わる基礎的な研究から実際に動作するデバイスまで、幅広いテーマ設定を行います。

主な研究分野

1) 「やわらかい」熱電材料の創出

生活環境や人体からの排熱を電気エネルギーに変換する環境発電素子として、従来概念を覆す有機熱電材料やフレキシブル熱電変換素子の創出に取り組んでいる。糸状の熱電材料が形成しやすいというカーボンナノチューブの特徴を活かしたまま、チューブ間に特殊なタンパク質による単分子接合を形成することで熱伝導率が1/1000に抑制されるナノ複合材料(図1)や、当研究室で発見された有機低分子材料における巨大ゼーベック効果の機構解明と制御(図2)などについて、先端計測・物性理論・計算化学を総動員して研究を進めている。

2) 有機半導体材料におけるキャリア輸送過程の解明

AFMポテンショメトリなどの世界唯一の評価法を開発するとともに、有機半導体材料の構造と電子機能に対する真の理解を進めるための研究を行っている。

3) 次世代プラスチック太陽電池の開発

次世代の新型太陽電池として期待されるポリマー太陽電池の研究開発に取り組んでいる。特に、ナノメートルの局所空間領域における光電変換機能を可視化することで太陽電池の動作機構を分子レベルで解明している。(図3)

4) OFET構造を応用したテラヘルツイメージングデバイスの創出

有機半導体薄膜に再現性よく現れるバンド端ゆらぎポテンシャルを利用したテラヘルツ (THz) 波イメージングデバイスの実現に取り組んでいる。THz波センシングの素過程を確認するなど、応用を指向した基礎的研究を行っている。(図4)

研究設備

独自開発装置: 原子間力顕微鏡ポテンショメトリ、熱電特性評価装置(三種類)
THz時間領域分光装置、有機無機多元蒸着装置、高速分子線蒸着装置ほか

汎用装置: 走査型プローブ顕微鏡、熱伝導率評価装置、化学計算クラスタほか

共同研究・社会活動など

所属学協会: 応用物理学会、日本表面科学会、高分子学会、光化学協会、分子科学会、日本熱電学会、Materials Research Society (アメリカ) ほか

最近の共同研究: 岩手大学、東北大学、東京工業大学、南山大学、京都大学、大阪大学、熊本大学、テルアビブ大学(イスラエル)、シンガポール国立大学(シンガポール)、浙江大学(中国)、香港大学、高輝度光科学研究センター、パナソニック、東レ、日本化薬、富士フイルム、味の素ほか

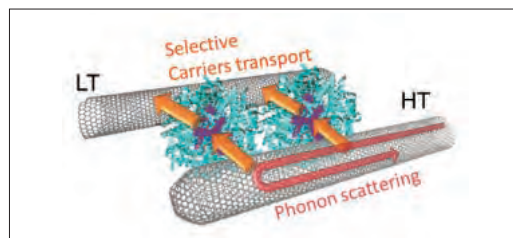


図1 カーボンナノチューブを無機粒子内包かご状タンパク質で接続した熱/電荷輸送独立制御ナノ構造

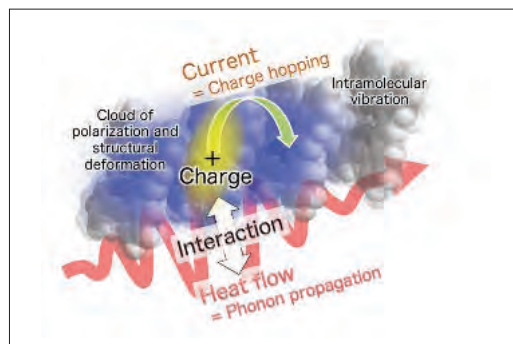


図2 巨大ゼーベック効果の概念図: 分子性固体に特有の電流-熱流相互作用

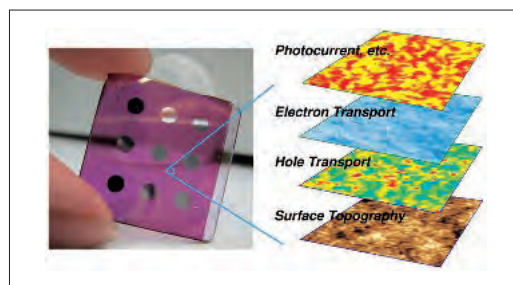


図3 プラスチック太陽電池の光電変換機能をナノ空間で“みる”

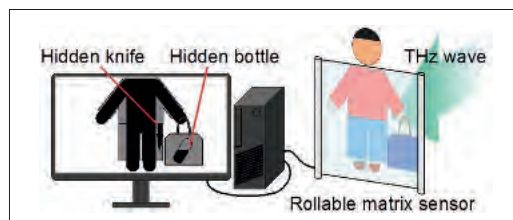


図4 ローラブルなマトリクス型THz波センサによる手荷物検査のイメージ図

生体プロセス工学研究室

URL: http://mswebs.naist.jp/LABs/env_photo_greenbio/index.html



(写真左から)

教授: 細川 陽一郎 hosokawa@ms.naist.jp

助教: 片山 健夫 tkatayam@ms.naist.jp

助教: 安國 良平 r-yasukuni@ms.naist.jp

特任助教: 飯野 敬矩 i-takanori@ms.naist.jp

研究室概要

高強度のレーザーを顕微鏡下で生体試料に集光したときに誘導される強励起現象、流体に誘導される力学作用を解明し、それらを細胞や蛋白質をナノレベルで操作・計測するための検出方法として駆使することで、生命現象を、細胞及び蛋白質レベルで、物理学的な観点から理解しようとしています。さらには、これらの手法を基礎とした医学・生物学分野のための装置の開発にも取り組んでいます。

主な研究分野

1) 超短パルスレーザーを駆使して細胞・物質を操作する研究

1秒間に30万キ口進める光が1ミクロン程度しか進めない極めて短い時間に光を集中させた超短パルスレーザーを顕微鏡下で集光すると、光エネルギーが時間的・空間的に極限にまで濃縮されます。このエネルギーが濃縮された光を細胞や水溶液に作用させると、1ミクロン程度の大きさの集光点で微小な爆発現象が引き起され、微小空間に強い衝撃波が伝搬し、細胞や微小生体試料に衝撃力として作用します。この力を細胞に作用させることにより、単一細胞同士の接着力を測定したり、単一細胞へ遺伝子を導入したりすることに成功しています。さらに、レーザー誘起衝撃力による操作技術と原子間力顕微鏡による検出技術を融合し、衝撃力自身や微細生体試料の力学的性質を明らかにしようとしています(図1)。これらの細胞操作・計測技術は世界的に斬新なアイデアであり、多くの医学・生物学分野の研究者と連携して研究を進めています。

2) レーザー操作技術を駆使した装置開発研究

近年、超短パルスレーザーの操作性が飛躍的に向上し、医療・生物学分野の研究者にも容易に利用できる装置になり、その用途が拡大しています。当研究室では、上記の基礎研究により見いだされた超短パルスレーザーが細胞・物質に及ぼす作用に関する知見を基盤に、ナノ・マイクロレベルでの細胞操作技術により実現される、未来を見据えた革新的な医療・バイオ機器の開発研究にも取り組んでいます(図2)。

研究設備

顕微フェムト秒レーザー照射システム(高出力フェムト秒レーザー、顕微鏡、高速カメラ)、共焦点顕微分光システム、原子間力顕微鏡、細胞培養施設

共同研究・社会活動など

バイオサイエンス研究科、東京大学、京都大学、近畿大学、東京工業大学、東京学芸大学、東北大学、神戸大学、基礎生物学研究所、陽明大学(台湾)、国立交通大学(台湾)、UCLAなど

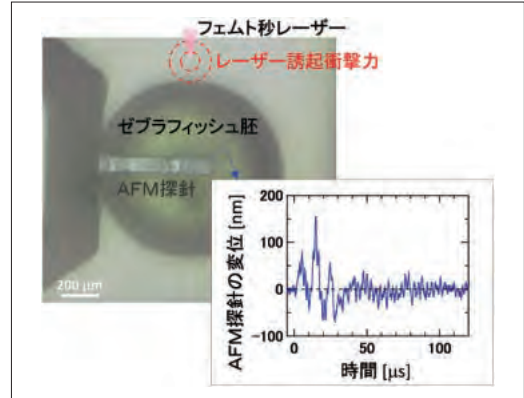


図1 レーザー誘起衝撃力によるゼブラフィッシュ胚の過渡振動の誘導と原子間力顕微鏡(AFM)による振動の検出。AFMにより検出されたナノレベルの振動を解析することにより、発生段階にある微小な生体試料の形態変化と力の変遷を明らかにしようとしています。

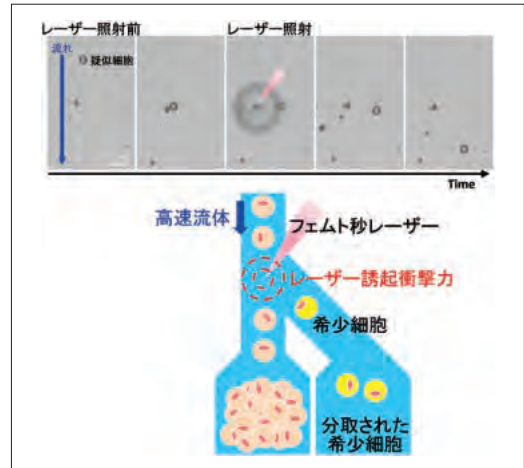


図2 レーザー誘起衝撃力を利用した高速細胞分取。マイクロチップ中を高速に流れる細胞を高速イメージングにより選別し、希少で付加価値の高い細胞を分取しようとしています。レーザー誘起衝撃力を用いた方法により、世界最速の分取装置の開発に挑んでいます。

分子複合系科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/kamikubo/index.html>

(写真左から)
 教授: 上久保 裕生 kamikubo@ms.naist.jp
 助教: 山崎 洋一 yamazaki@ms.naist.jp
 助教: 林 有吾 h-yugo@ms.naist.jp

研究室概要

様々な分子が協奏的に作用することによって、個々の分子では成し得ない高度な機能を発現することができます。生命システムではこの特性を巧みに利用しています。本研究室では、生命活動の中核を担う蛋白質分子集団が示す自律的集合離散現象に注目し、創薬のターゲットとなる蛋白質分子複合系の理解と新規蛋白質分子複合材料の開発を進めています。

主な研究分野

1) 蛋白質分子集団が示す動的秩序の解析

蛋白質集団は自律的な集合離散を繰り返すことによって高度な機能を実現しています。蛋白質が示す機能性を分子レベルで理解するためには、多種多様な蛋白質が共存する環境で、個々の蛋白質の状態変化や蛋白質間の相互作用の変調を解析する必要があります。本研究室では、従来法では困難だった、多成分平衡状態を解析する新規手法を開発することによって(図2)、情報伝達システム、蛋白質輸送システム、神経軸索伸張システム等の創薬のターゲットとなり得る分子集団(図1)が示す分子機構の理解を進めています。

2) 新規分子複合系材料の開発

シルク等の天然由来の機能性材料も、その構成要素は蛋白質です。天然のシルクでさえ、未だ人工合成材料では越えられない特性を兼ね備えています。さらに、蛋白質はアミノ酸配列を改変することで機能改良が可能であるため、人工的に改変したシルク蛋白質は次世代材料として期待されています。本研究室では、蛋白質分子複合系が示す自己組織化能に着目し、素過程を理解し応用することで、天然を超える新規蛋白質分子複合系材料の開発を実現します(図1・3)。

3) 蛋白質の動作機構の解明と人工蛋白質の創成

蛋白質集団が示す動的秩序や自己組織化的な分子会合は、構成要素である個々の蛋白質の動作によって制御されています。特に、蛋白質分子内で生じるプロトン移動は蛋白質の構造転移を引き起こす主要な因子と考えられており、その意味で蛋白質は一種のプロトニクスデバイス(図4)と言えます。本研究室では、蛋白質の動作機構を明らかにすると同時に、動作する人工蛋白質の創成法の実現を目指しています。

研究設備

X線溶液散乱測定装置、X線結晶構造解析装置、顕微/赤外吸収分光装置、円二色性分散計、蛍光光度計、紫外可視分光光度計、低温分光測定システム、動的散乱測定装置、燐光寿命計測システム、ナノ秒蛍光寿命計測システム、共焦点レーザー顕微鏡、全反射蛍光顕微鏡、DNAシーケンサー、PCR、プラスミド調製ロボット、μ流路型自動サンプリングシステム

共同研究・外部資金

国内外での共同研究多数(USA, Denmark等)・民間共同研究(Spiber Inc.) / 新学術領域「動的秩序と機能」・ImPACT「超高機能構造タンパク質による素材産業革命」他

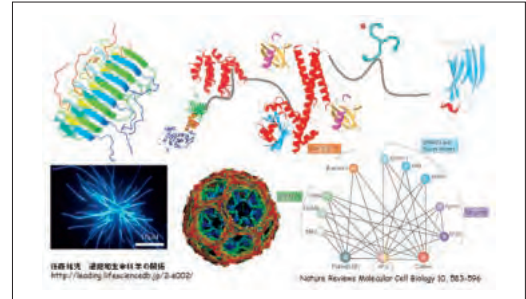


図1 様々な分子複合系

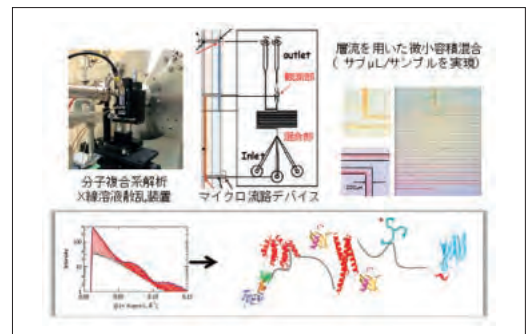


図2 μ流路を活用した相互作用/構造解析法の開発

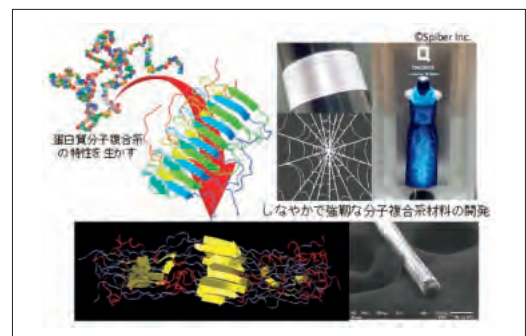


図3 新規蛋白質分子複合系材料の開発

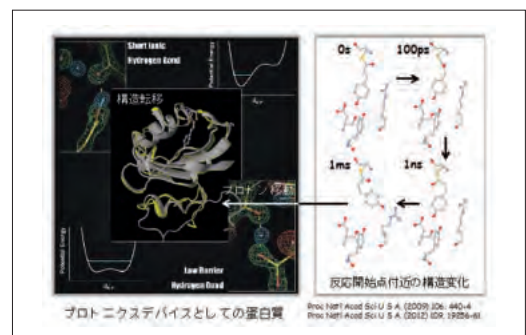


図4 蛋白質の動作を可能にするプロトニクスの解析

ナノ構造磁気科学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/hosoito/index.html>



(写真左から)

准教授: 細糸 信好 hosoito@ms.naist.jp

助教: 重城 貴信 jujo@ms.naist.jp

研究室概要

本研究室では磁気機能性を示すナノ構造磁性/非磁性金属多層膜を真空蒸着法、スパッタ法などで作製し、磁気機能性が発現する過程を多層膜の磁性層および非磁性層の磁気構造変化に焦点を当てて研究している。放射光X線を用いたナノ構造磁性の基礎的、実験的研究が本研究室の大きな特徴である。

主な研究分野

放射光を用いた共鳴X線磁気散乱法を主要な実験手法として以下のような研究を行っている。

1) 非磁性層伝導電子の誘起磁性

間接交換結合、垂直磁気異方性、間接交換バイアス効果などの発現に重要な役割を果たす非磁性層伝導電子の誘起磁性を明らかにする。

2) 元素選択的なベクトル磁化過程

磁気機能性ナノ構造膜は複数の磁性層、非磁性層から構成される。非磁性層を含む各構成層の元素ごとの磁化過程を磁場に平行な磁化成分だけでなく直交磁化成分も含めて明らかにする。

3) 交換バイアス膜の界面磁性

反強磁性層に接した強磁性層は磁化曲線が磁場方向にシフトすることがある。このような交換バイアス効果の発現の鍵を握る反強磁性層の界面数原子層の磁性を明らかにする。

4) 放射光を利用した磁性測定技術開発

放射光を用いてナノ構造磁性膜を研究するのに必要な測定技術、解析手法を開発する。

研究設備

電子ビーム加熱超高真空蒸着装置、マルチターゲット・スパッタリング装置、温度可変振動試料型磁気測定装置、磁気抵抗測定装置、放射光X線散乱実験用電磁石(二台)、CCD二次元X線検出器

共同研究・社会活動など

共同研究: 高輝度光科学研究センター (SPring-8)、東北大学工学研究科、京都大学化学研究所、奈良高専機械工学科など

所属学会: 日本物理学会、日本磁気学会

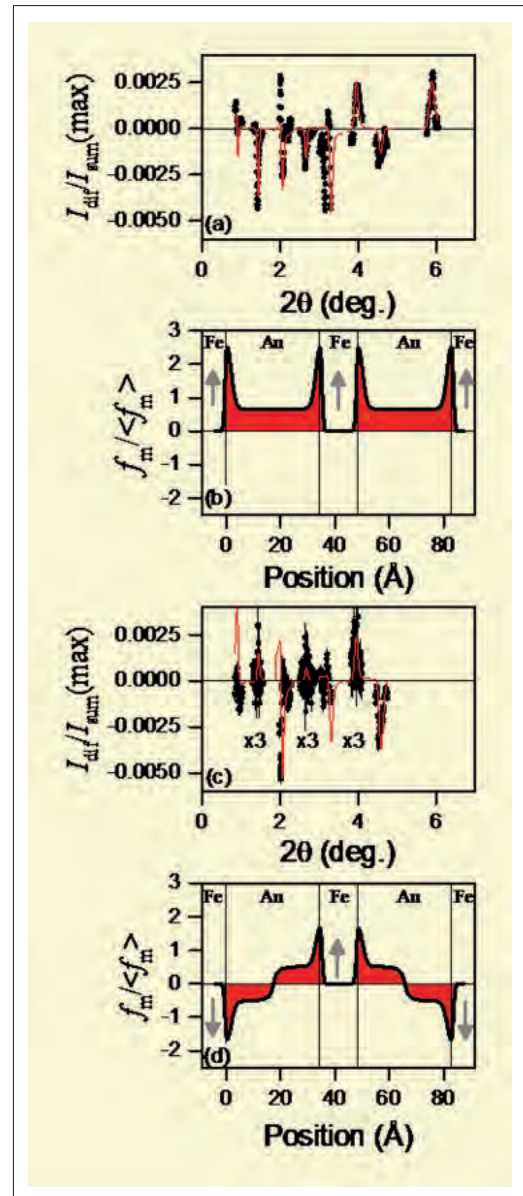


図1 反強磁性間接交換結合を示すFe/Au多層膜のAu L_3 吸収端共鳴X線磁気散乱パターンとAu層誘起磁気構造。(a)、(b)はFe磁化平行状態、(c)、(d)はFe磁化反平行状態の結果。

高分子設計化学研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/ando/index-j.html>



(写真左から)
准教授: 安藤 剛 tando@ms.naist.jp
助教: 寺田 佳世 kterada@ms.naist.jp
助教: 小林 未明 mime@ms.naist.jp

研究室概要

高分子の精密合成技術を駆使し、世の中を支える新規な機能性材料を設計、創製する教育研究を行います。例えば、信頼性の高い新規医療デバイス、再生医療の基盤となる材料、新しい治療方法、新しい医薬やDDS等への応用につながる研究を行います。そのため、有機化学、高分子科学、分子生物学、医学、薬学等の幅広い学問分野の知識・技術を生かして、機能性材料の分子設計と合成、評価を行います。これらの研究教育を通して、研究をリードできる研究者の育成を目指しています。

主な研究分野

1) 精密分子設計に基づく生体適合性材料の創成

生体分子と材料の相互作用を分子レベルで解析し、それらに基づき生体適合性高分子材料を設計し、精密重合法によりそれらを合成します。例えば、従来不可能であった小口径人工血管を可能にする画期的な抗血栓性材料(図1)や生体組織に積極的に働きかける機能性材料の創成を目指します。

2) らせん形成高分子の刺激応答性を活用した薬剤送達システムの開発

人工らせん高分子として知られる置換ポリアセチレンを用いて、温度やpHに応答する薬剤キャリアの創成を目指します。例えば、カチオン性ポリアセチレンを用いた刺激応答性遺伝子キャリアを合成しています(図2)。様々な薬剤への適用に鑑み、サイズの異なる新規らせん高分子の創成も行います。

3) 低温常圧プラズマを用いた皮膚治療メカニズムの解明

プラズマ発生装置を用いた新しい治療法を目指し、豊田工業大学と共同で、デバイスの開発を行っています(図3)。ドイツでは皮膚疾患治療のための臨床研究が進んでいますが、詳しい分子メカニズムは不明です。皮膚細胞に加え、モデル生物である酵母も利用して、分子細胞生物学的なアプローチでプラズマ医療のメカニズムを解明し、応用を目指します。

研究設備

高速液体クロマトグラフ(HPLC、GPC)、蛍光・吸光・発光プレートリーダー、ペプチド全自動合成装置、FE-SEM-EDX、紫外・可視・赤外分光解析システム、共焦点レーザー顕微鏡、セルソーター、円二色性分散計、走査型プローブ顕微鏡、真空ライン重合装置、フラッシュクロマト精製装置、凍結マイクローム、大気圧プラズマ発生装置、X線照射装置、細胞培養設備等

共同研究・外部資金

- ・所属学会: 高分子学会、日本化学会、バイオマテリアル学会、再生医療学会、日本応用物理学会、アメリカ化学会、米国材料研究学会等
- ・共同研究: 京都大学、名古屋大学、(財)医学研究所北野病院、豊田工業大学、ミシガン大学(米国)、ガジャ・マダ大学(インドネシア)、チュラロンコン大学(タイ)、Duke-NUS(シンガポール)、ダイキン工業(株)等
- ・大学発ベンチャー: (株)PHG

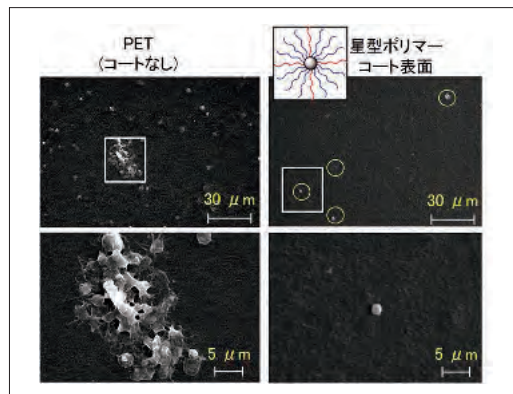


図1 血液適合性星型ポリマーコート表面(血小板粘着を大幅に抑制)

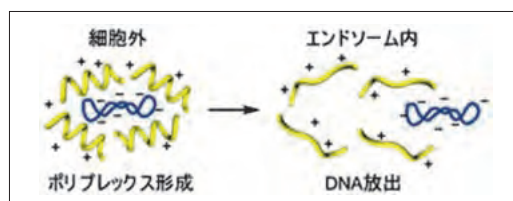


図2 刺激応答性遺伝子キャリアの創成

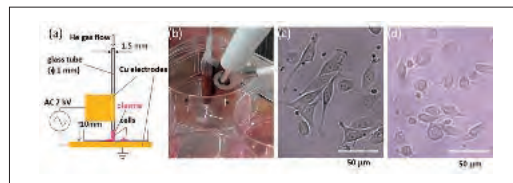


図3 (a) プラズマ発生装置 (b) 細胞への照射 (c, d) 照射前後のNIH3T3細胞

グリーンナノシステム研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/matui/index-j.html>



准教授: 松井 文彦 matui@ms.naist.jp

研究室概要

Innovations in Green Nanosystem Science by Local Atomic Property Characterization

異種の固相が相接する界面領域では、異方的な構造歪みや特殊な組成分布により、光熱起電力や磁性など新奇機能・物性が現れます。当研究室では、**原子レベルからのなぞとに挑戦!**をキーワードとして、非破壊・原子サイト選択的な光電子回折分光法を始めとする諸分析法や分析器を開発し、局所物性の発現機構解明に取り組み、界面現象を応用した機能性物質・デバイス開発で鍵となる知見の発掘を目指します。

主な研究分野: 光・界面局所物性サイエンス

1) 光電子回折に関わる諸現象の解明と分析手法開発

局所電子物性を原子レベルで解析する独自の手法: 光電子回折法に関わる様々な現象発現機構を解明し、手法の信頼性確立に力を入れています。最近ではエネルギー損失電子角度分布に現れる「ネガコントラスト模様」や共鳴Auger電子回折模様の円二色性発現を発見しました。これらは、新たな分析法開発のヒントになります。化合物の価電子帯の元素別状態密度解析法や原子軌道解析法はその一例です。

2) 新分析器の開発

光電子回折・ホログラフィーや光電子分光測定のための新たな小型・高エネルギー分解能の表示型分析器を開発中(特許申請中)。原子構造解析にとどまらず、表面組成深さ分析や他の測定装置・測定手法との組み合わせによる複合解析が可能になります。

3) 光で解明: 機能性材料界面の原子構造と局所電子物性の発現機構

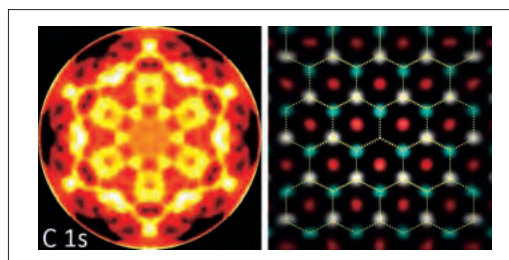
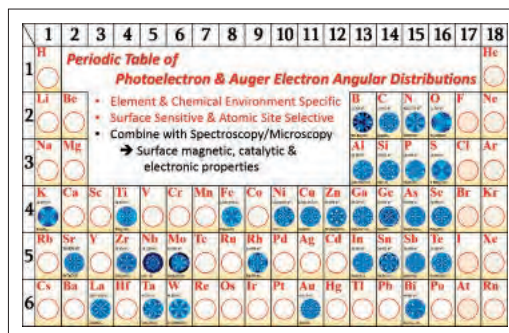
上記の手法・分析器による物性評価を軸に、機能性材料・実デバイス界面: グリーンナノシステムの局所電子物性の発現機構の解明に取り組みます。学内外のグループとの共同研究を通じ、新奇材料開発サイドに有用な知見をフィードバックし、グリーンサイエンスを推進します。

最近の研究例

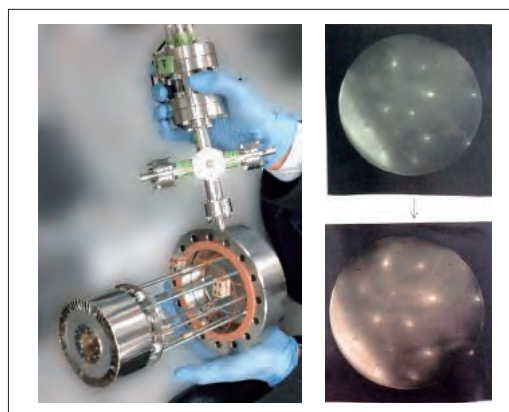
- *鉄系超伝導体層状物質の原子構造決定
- *TiO₂光触媒機能発現の鍵となる酸素欠損サイト由来の電子状態の検出
- *SiCパワーデバイス界面の原子構造とパッシベーション機構の解明
- *Ni薄膜の垂直磁化起因の原子軌道特定
- *黒鉛層間化合物超伝導体の劈開表面の挿入原子局所構造の可視化

共同研究・社会活動など

- ・学内外 (JASRI/SPRING-8、静岡大学、岡山大学、Zürich大学など) の共同研究をベースにした新機能性材料の開発を推進していきます。
- ・物理学会、表面科学会、放射光学会に所属



左: Ca_xK_{1-x}C_yの光電子角度分布。
右: ホログラフィーによる実空間原子配列の再生



左: 掌サイズ電子回折分析器。
右: 回折模様



ナノ高分子材料研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/ajiro/index-j.html>



特任准教授：網代広治 ajiro@ms.naist.jp

研究室概要

高分子材料では、構造を制御すると、高分子間相互作用が効果的に発現して高い性能や機能が発揮されます。そのため高分子材料では、「分子設計」「高分子構造制御」「高分子間相互作用」「高性能化・機能化」という4つのステージが重要です。本研究室では、特に高齢化社会に対する医療材料や、次世代のエネルギー関連材料に着目して、分子レベルでモノマーを設計し、高分子合成およびナノ構造制御を通じて、機能性高分子材料の創製を行います。

主な研究分野

1) 医療を支える機能性バイオマテリアルの創製

生分解性高分子を骨格として、感熱応答性や光応答性を付与した複機能性高分子材料の創製や、高分子の架橋化による力学的強度の付与など、新しい医療材料創製に取り組んでいます。例えば、トリメチレンカーボネート (TMC) では、分解後も酸性有機化合物を放出しない特徴があり、エステルフリー構造に着目した材料創製を行っています (図1)。

2) エネルギー技術を支える高分子材料の創製

N-位に直接ビニル基が結合したN-ビニルアミドを骨格として、両親媒性を制御した高分子合成を行い、水素結合に関わる機能性材料の構築を目指しています (図2)。例えば、パイプラインを閉塞するガスハイドレートの生成防止剤としての利用や、水素結合に基づく蓄熱性を制御可能な高分子材料創製を目指しています。

3) ナノ構造制御

高分子間相互作用を上手く使って、ナノ薄膜やナノ粒子など、ナノレベルの構造体を調製しています (図3)。例えばポリ乳酸は、ステレオコンプレックスを形成し、これを界面に用いることで選択的接着材を検討しています。また、難水溶性薬剤を担持した材料や、動的に構造変化するナノ構造体の調製に取り組んでいます。

研究設備

有機合成施設、赤外分光光度計、紫外可視分光光度計、レオメータ、分子量分析装置2台、水晶発振器、破断試験機、接触角計、示差熱分析装置、熱重量分析装置、蛍光顕微鏡など

共同研究・社会活動・所属学会など

研究費：科学研究費補助金、JSTさきがけ 等

共同研究：(国内) 大阪大学、福井大学、近畿大学

(国外) タイ国・チュラロンコン大学、カセサート大学、ノルウェー国・シュタヴァンガー大学、英国・リーズ大学、中国・江南大学、独国・アーヘン工科大学 等

所属学会：高分子学会、日本化学会、日本バイオマテリアル学会 等

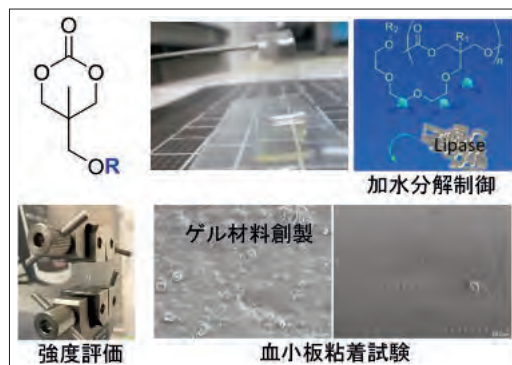


図1 TMC誘導体による高分子材料創製

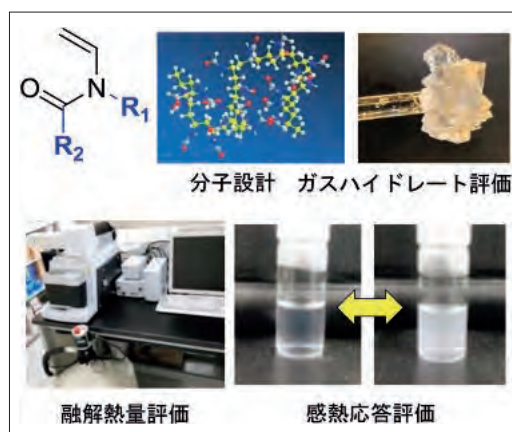


図2 N-ビニルアミド誘導体による高分子材料創製

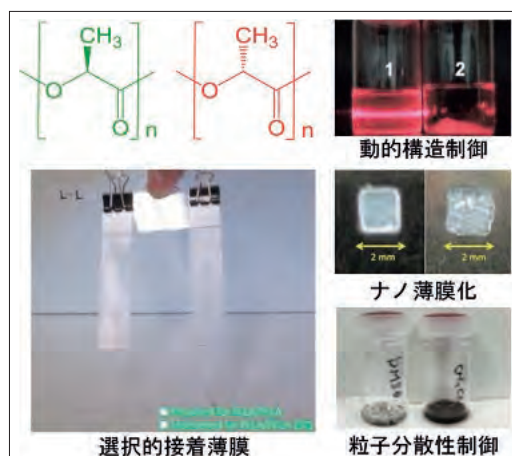


図3 ナノ構造制御による粒子や薄膜の創製

マテリアルズ・インフォマティクス研究室

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/hatanaka/index-j.html>



特任准教授: 畑中 美穂 hatanaka@ms.naist.jp

研究室概要

新しい機能性材料を効率良く設計するためには、そのメカニズムの情報が不可欠です。本研究室では、量子化学計算を用いた様々な現象のメカニズムの解明を行うと共に、量子化学計算の結果をデータベース化し、機械学習やデータマイニングの技術を駆使した解析を行うことで、新規材料設計の指針を構築することを目指します。研究の対象は、触媒、発光材料、磁性材料など、学生一人ひとりの興味と適性に合わせて設定します。

主な研究分野

1) 自動反応経路探索を用いる反応機構の解明

従来の計算化学における反応機構の研究では、反応中のエネルギー変化を、研究者が予想した経路に沿って調べるという方法が用いられてきました。本研究室では、自動反応経路探索の一つである人工力誘起反応法を駆使することで、中間体や遷移状態を含む反応経路全体を自動的に探索させ、様々な化学反応のメカニズムを明らかにします。

2) 発光材料の機構解明と分子設計指針の構築

発光材料の中でも、ランタノイドを含む化合物は、ディスプレイから生体内センサーまで、幅広い分野で応用されています。このようなランタノイド材料の発光特性を近似的に見積もる方法を独自に開発し、様々な発光材料の機構解明や分子設計に応用します。

3) インフォマティクス技術の活用による新規材料設計

既知の化合物だけでなく、未知の化合物に対して反応経路や物性値の量子化学計算を行い、その計算結果をデータベース化することで、新しい反応系や機能性材料を発掘することを目指します。更に、機械学習やデータマイニング等のインフォマティクスの技術を駆使することで、材料設計の「鍵」となる因子を抽出し、新しい材料設計指針を構築することを目指します。

研究設備

スーパーコンピュータシステム (研究室専用コンピュータと京都大学・分子科学研究所等の全国共同利用コンピュータ) を使用します

最近の研究例

温度によって発光色が変わるカメレオン温度センサーの機構解明
不斉触媒を用いる向山アルドール反応の立体選択性発現機構の解明

共同研究・社会活動・所属学会など

研究費: 科学研究費補助金・JSTさきがけ 等

共同研究: 北海道大学・東京大学・東京工業大学・東京理科大学・埼玉大学・青山学院大学・東京農工大学・分子科学研究所・京都大学・近畿大学・愛媛大学・企業各社 等

所属学会: 日本化学会・分子科学会・理論化学研究会 等

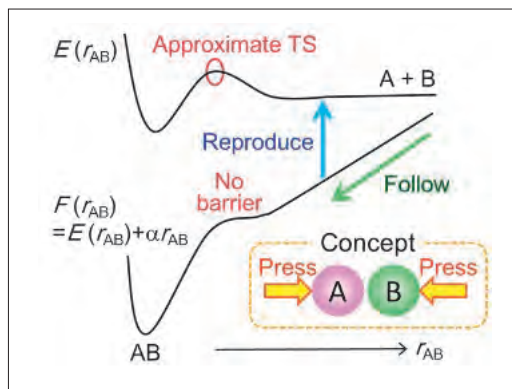


図1 人工力誘起反応法の概念図

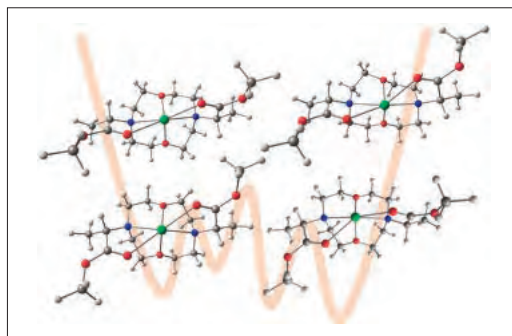


図2 自動反応経路探索によるコンフォメーション解析

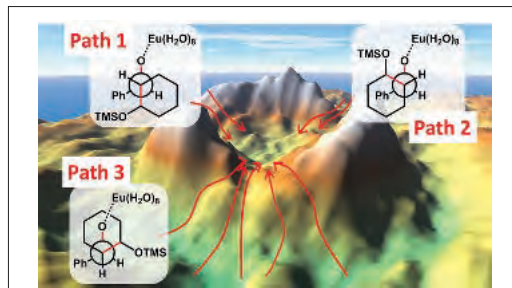


図3 遷移状態の網羅的な探索による立体選択性発現機構の解析

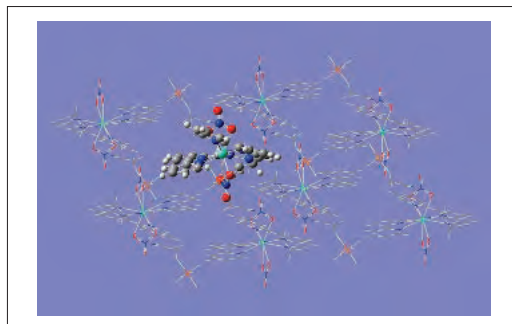


図4 ランタノイド発光材料の消光過程におけるエネルギー・構造変化の解析

メゾスコピック物質科学研究所 (パナソニック(株)先端研究本部)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/panasonic/top/top.html>



(写真左から)

客員教授: 藤井 映志 fujii.e710@jp.panasonic.com

客員教授: 足立 秀明 adachi.hide@jp.panasonic.com

客員准教授: 浅野 哲也 asano.tetsuya001@jp.panasonic.com

研究室概要

当研究室では、メゾスコピック領域における新しい物理現象、特に薄膜の形態にすることで発現する新奇物性の開拓、およびそのデバイス化に関する研究を行っています。具体的には、機能的な酸化物に代表される強相関電子系材料を研究対象として取り扱い、薄膜の特徴を活かした新奇物性の探索と、その機能を利用した高性能デバイス実現に係る研究開発を行っています。機能物性としては、強誘電性、強磁性、超伝導、熱電変換、光電変換、イオン伝導、電気化学現象などを対象とし、図1に示すような原子層レベルで制御を行ったメゾスコピック材料の合成と新機能創出の検証を通して、研究を推進しています。

主な研究分野

1) 電気化学・イオンロニクス材料研究

原子層が単結晶的に配列したエピタキシャル固体電解質の積層構造を作製し、固体中におけるイオンの基礎的な振る舞いや、電気化学反応への寄与の解明を目指した研究を進めています。具体的には固体電解質内に形成される電気二重層を利用した固体イオンロニクスデバイス(図2)を作製し、イオンと電子の相互作用に起因する新奇物性発現を目指した研究を行っています。

2) スピン・強相関エレクトロニクス材料研究

メゾスコピックレベルで発現する強相関系材料の機能解析を基に、従来の電子デバイスにはない電子とスピンの相互作用に着目した新デバイスの創出を目指しています。この種の材料は自己組織的に層状構造が成長しやすいため、薄膜技術の特徴を活用することで図3に示した傾斜積層層の特異な構造構築が可能となり、非対角熱電効果のような新現象に基づく新しいデバイス実現の研究を行っています。

研究設備

スパッタ成膜装置、レーザーアブレーション成膜装置、原子層堆積装置、真空蒸着機、電界放射型走査電子顕微鏡、原子間力顕微鏡、熱処理炉、エッチング装置、物理特性測定装置、熱電性能測定装置、デバイス電気特性測定装置など

共同研究・社会活動など

- ・国内外の幾つかの大学や公的研究機関と共同研究を実施し、新機能材料/デバイスに関する先端研究を強力に推し進めています。
- ・所属学会: 応用物理学会、日本セラミックス協会、電気化学会など

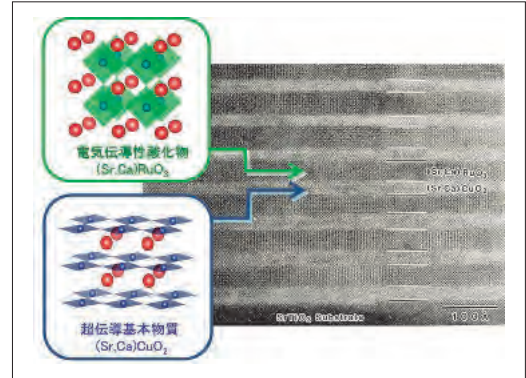


図1 原子層レベルの積層制御薄膜

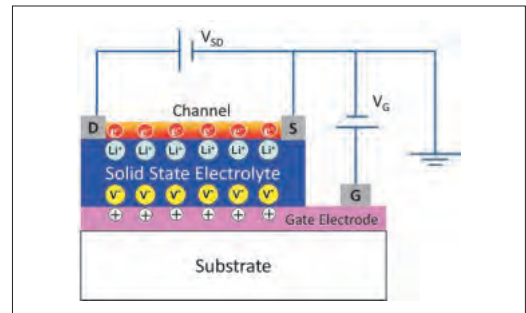


図2 エピタキシャル積層構造の固体イオンロニクスデバイス

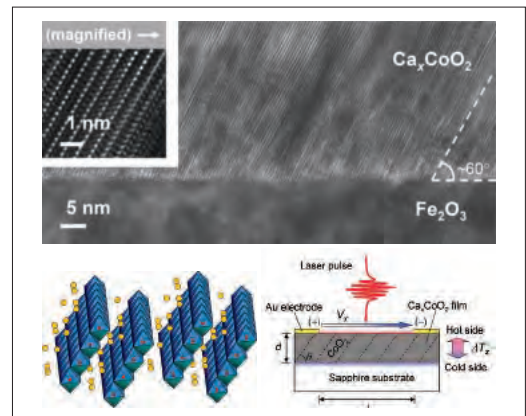


図3 薄膜化技術により傾斜積層構造を実現した強相関電子系熱電デバイス

知能物質科学研究所 (シャープ(株)研究開発事業本部)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/sharp/index-j.html>



(写真左から)
客員教授: 和泉 真 makoto.izumi@sharp.co.jp
客員准教授: 岩田 昇 iwata.noboru@sharp.co.jp

研究室概要

本研究室では、2人の教員がそれぞれの専門分野で新しいデバイスと材料研究を行っています。

ナノサイズ化した半導体、および、酸化物薄膜を用いたディスプレイ向けの応用技術研究です。

主な研究分野

1) 光電気変換材料

発光素子、太陽電池等のエネルギー分野では、光-電気の相互変換が重要な役割を果たします。量子ドット半導体など、ナノメートル程度の微小領域で結晶の構造制御により、電子準位の制御を行い、光、電場等の外場に対して敏感に応答する半導体材料を研究しています。

2) 導電性酸化物材料

薄型テレビや携帯電話のディスプレイなど、薄型表示装置は幅広く用いられており、高精細、高速応答、低消費電力など高性能化が求められています。本研究室では、薄膜プロセスを利用した導電性酸化物材料の作製を行い、薄型表示装置に向けた新規発光デバイスの研究を行っています。

研究設備

1. 製膜装置 ・スパッタ装置 (3元、5元マグネトロン)
・有機膜製膜装置
2. 測定装置 ・分光器、エリプソメータ
・光吸収、PL測定装置
3. 解析装置 ・蛍光X線、X線回折
・AFM



シャープ(株)研究開発事業本部



有機膜製膜装置



パワーマネジメント評価装置



蛍光X線

機能高分子科学研究室 (参天製薬株)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/santen/kinohome/framepage1.html>



(写真左から)

客員教授: 本田 崇宏 hondat@ms.naist.jp

客員教授: 榎本 裕志 hiroshi.enomoto@santen.co.jp

客員准教授: 岡部 高明 komei.okabe@santen.co.jp

研究室概要

本研究室では創薬ターゲットとして、病態の発症や増悪に深く関わっているプロテインキナーゼに着目し、新規な低分子化合物を合成して、新たな医薬品のリード化合物や医薬品開発候補の創成を目指しています。またこれらの有効成分の効果を最大限に発揮させる製剤 (薬物送達システム) の開発も行っています。

主な研究分野

リード化合物の探索および最適化ではコンビナトリアルケミストリーが有用です。我々は樹脂 (TFPレジン) を用いた方法により1,4-ベンゾオキサジン-3-オン誘導体のライブラリー合成を効率的に行い、がんや加齢黄斑変性などの治療薬のターゲットとして注目されている血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) レセプターチロシンキナーゼに作用する化合物を見出しました (図1、化合物1)。一方、分子内非結合性 (S-O、S-N、O-N) 相互作用を有する誘導体 (図1、化合物2、3) のデザインと合成を行い、それらのキナーゼ阻害活性評価を行って、その安定なコンフォメーションと阻害活性に相関があることをX線結晶構造解析やドッキングシミュレーションなどを利用して考察しています。また新しい試みとして、これら低分子医薬品などが体内 (疾患部位) で最大限に効果を発揮できるような薬物送達システム (DDS) を考案し、その実用化の検討にも取り組んでいます。その一例として関節や眼内に投与することにより長期間薬物を徐放する製剤の開発を検討しています (図2)。例えば、アスコルビン酸誘導体を用い、体内でゲルを形成させることにより、薬物を徐放させることができる *in situ* 型デポシステムの開発を行い、効能評価を実施することにより医薬品の製剤としての可能性を検討しています (図3)。

研究設備

液相・固相対応バラレル合成装置、フラクションコレクター連動クロマトグラフィー装置、FT-IR赤外分光光度計、液相対応12連バラレル合成装置、FT-NMR (400MHz)、LC-MS、液相・固相対応バラレル合成装置 以上 参天製薬 (株) 奈良研究開発センター所有

【共通設備】

FT-NMR (270、300、600MHz)、有機低分子X線構造解析装置
二重収束型質量分析計 以上 物質創成科学研究科所有

共同研究・社会活動など

他企業等

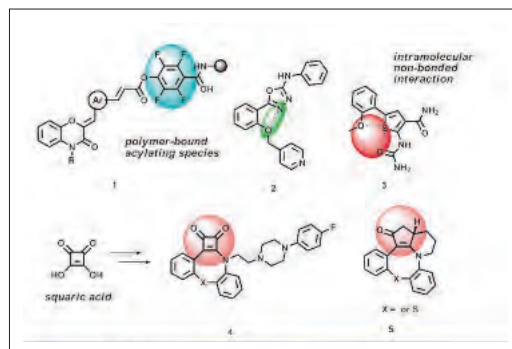


図1 Compounds synthesized in our laboratory

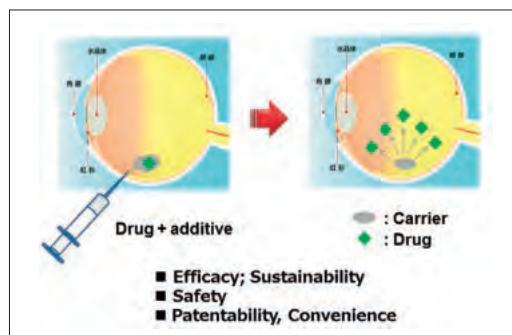


図2 New DDS for the eye disease

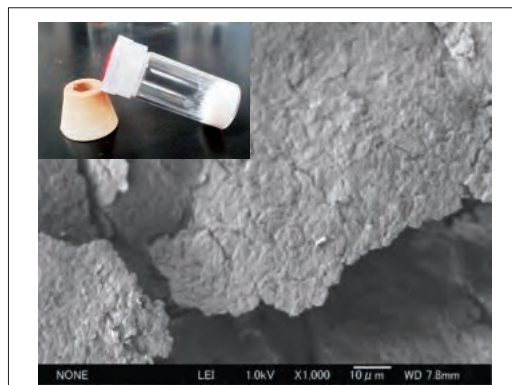


図3 Injectable gel for DDS using ascorbic acid ester derivative and its SEM image.

環境適応物質学研究室 ((公財)地球環境産業技術研究機構)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/rite/index.html>



(写真左から)

客員教授: 余語 克則 yogo@rite.or.jp

客員教授: 後藤 和也 goto.ka@rite.or.jp

客員准教授: 山田 秀尚 hyamada@rite.or.jp

研究室概要

当研究室は、(公財)地球環境産業技術研究機構RITEのスタッフが担当し、地球温暖化および水素エネルギー社会構築に係わる基礎・応用研究に取り組んでいます。特に、無機材料を主たる研究対象とし、温暖化対策技術の一つであるCCS(二酸化炭素回収貯留)での実用化を目標に、CO₂分離回収性能に優れた新規材料(ゼオライト、メソ多孔体、炭素MOF等)の研究開発を進めています。また、近年は燃料電池や水素発電等への期待が高まっており、水素製造や分離精製に適用する高性能水素分離膜材料(パラジウム膜、シリカ膜、ゼオライト膜等)の研究にも注力しています。

主な研究分野

1) 地球温暖化対策のためのCO₂分離回収技術開発

- ・ゼオライト ・メソ多孔体 ・炭素系材料
- ・MOF (Metal organic Framework)、など

2) 水素エネルギー社会構築に向けた新規材料開発

- ・パラジウム (Pd) 薄膜型水素分離膜
- ・シリカ膜 ゼオライト膜、など

3) 計算化学、シミュレーションによる研究開発

- ・分子シミュレーション ・量子化学計算
- ・プロセスシミュレーション、など

研究設備

RITE(京都府木津川市木津川台9-2)内の各分析機器および本学の共通設備を活用

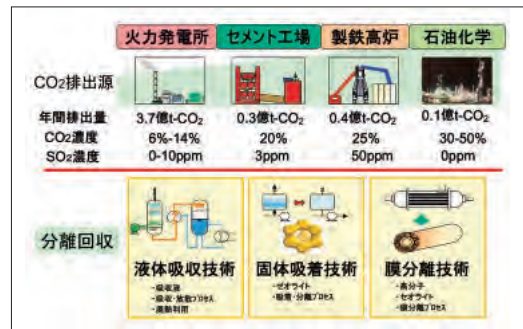
X線光電子分光装置(XPS)、走査型トンネル顕微鏡(STM)、走査型電子顕微鏡(FE-SEM)、透過型電子顕微鏡(TEM)、FT-IR、UV-VIS、HPLC、TG-DTA、XRD、共焦点レーザー顕微鏡、2成分ガス吸着測定装置等

共同研究・社会活動など

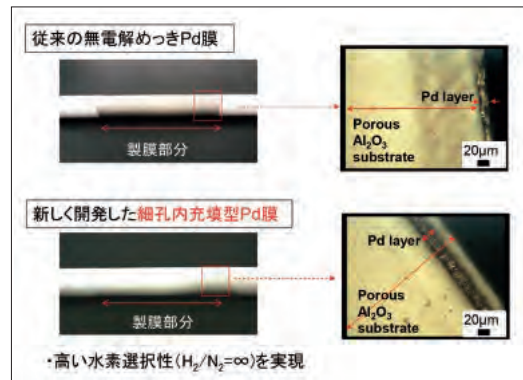
日本化学会、化学工学会、触媒学会、ゼオライト学会、資源エネルギー学会、膜学会、吸着学会などで活動。また、国内外の研究機関と共同研究を実施(AIST、JAXA、東北大学、宇都宮大学、広島大学、ノルウェー NTNU、米NETL、スタンフォード大など)。



RITE本部 (<http://www.rite.or.jp/>)



CO₂発生源とCO₂分離回収技術



高性能水素分離膜の開発

感覚機能素子科学研究所 (株島津製作所 基盤技術研究所)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/shimadzu/index-j.html>



(写真左から)

客員教授: 北村 圭司 kitam@shimadzu.co.jp

客員教授: 叶井 正樹 masakik @shimadzu.co.jp

客員准教授: 堀池 重吉 shoriike@shimadzu.co.jp

研究室概要

マイクロマシニング技術などセンサ・デバイス関連の基盤技術研究を実施するとともに、それを用いて作製した電気泳動チップ、細胞培養チップ(図1参照)やマイクロリアクター、電気浸透流ポンプ、気液分離チップなどのいろいろなデバイス研究を行なっています。さらに、それらの技術を統合・集積化することで、高機能な超小型化学分析システム(μ TAS: Micro Total Analysis Systems)の実現に取り組んでいます。また、医療・診断分野や非破壊検査分野への応用を目指した放射線検出器や(図2参照)、生体親和性機能材料(図3参照)についても研究を行なっています。

主な研究分野

半導体製造プロセス技術を応用して、シリコン基板やガラス基板にサブ μ mオーダーの微細加工(マイクロマシニング)を施すことで、化学分析や化学操作(反応や抽出など)を行なう μ mサイズの三次元構造を持つ機能デバイスを開発しています。また、それらの機能デバイスを基板上に集積化して、DNA分析システム、リアルタイム細胞機能解析システム、オンサイト環境分析システム、可搬型分析システムなどの、複雑な機能を有する μ TASの実現を目指して、基盤技術研究に取り組んでいます。また、がんの早期発見など医療・診断分野や工業用製品・材料などの非破壊検査分野への応用を目指して、放射線検出器や信号処理回路の研究を行っています。さらに、生体親和性高分子を用いた再生医療向け機能材料などのバイオ関連技術についても取り組んでいます。

研究項目の具体例

- ・マイクロマシニング技術
- ・超小型化学分析システム
- ・マイクロリアクター、マイクロポンプ
- ・オンサイト環境分析システム
- ・気液分離チップ、細胞培養チップ
- ・放射線検出器、信号処理回路
- ・生体親和性機能材料

研究設備

- ・各種成膜(スパッタ、蒸着)装置
- ・露光装置(アライナ、EB露光)
- ・ドライエッチング装置
- ・放射線計測装置

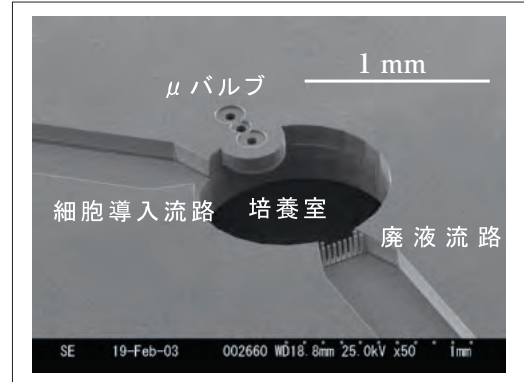


図1 細胞機能解析システム用細胞培養チップ

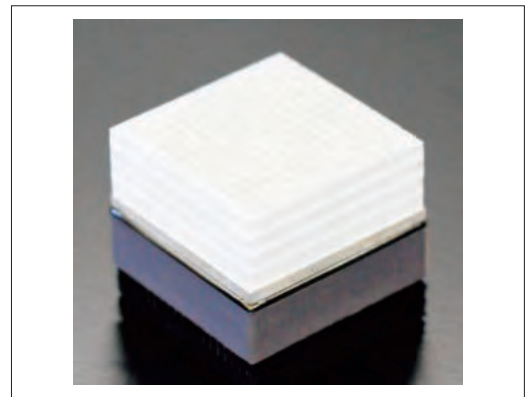


図2 医療用3次元放射線検出器

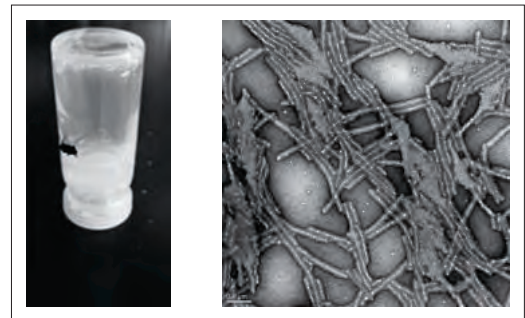


図3 再生医療応用に向けた生体親和性ゲル

先進機能材料研究室 ((地独) 大阪市立工業研究所)

URL: <http://mswebs.naist.jp/LABs/omtri/index.html>



(写真左から)

客員教授: 上利 泰幸 agari@omtri.or.jp

客員教授: 藤原 裕 fujiwara@omtri.or.jp

客員准教授: 高橋 雅也 masataka@omtri.or.jp

研究室概要

本研究室では、大阪市立工業研究所が長年培ってきた材料創製及び改質の科学的知見と技術を基盤として、次世代の電子・光・エネルギーデバイス実現の鍵となる材料や地球環境に配慮した材料・技術の開発を行います。

技術基盤としてボトムアップ型のナノテクノロジーはもとより、有機合成技術・高分子合成技術、セラミックス合成技術、超ハイブリッド材料(ナノコンポジット材料)創製技術、さらに表面処理技術を駆使し、環境負荷の低減及びエネルギー転換をも視野に入れた材料開発を行います。

主な研究分野

次世代デバイスへの実用化や技術イノベーションの創出をめざして、産業界の抱える課題に向き合った研究開発を行います。注力する課題の一例は以下のとおりです。

電子デバイスの微細化により増大する発熱と電子機器の小型化(LED照明やスマートフォン、パワーデバイス等)による熱のこもりのために、より優れた放熱制御技術が強く求められています。

電子デバイスの微細化およびフレキシブルデバイスの実現により、それを搭載する回路基板に用いる材料の革新が求められています。

ユビキタスな(どこでも使える)デバイスへの要望が高まり、超小型電子機器に内蔵できる安全な二次電池の開発が求められています。

研究項目の具体例

- ・サーマルマネージメント材料(高放熱性材料など)の創製と応用展開
- ・地球環境に配慮したバイオマスプラスチックの創製と実用化
- ・高分子/金属界面の高度制御技術の開発と超微細フレキシブル回路基板への展開
- ・表面処理技術を利用したリチウムイオン電池用ナノ構造電極の開発
- ・次世代全固体リチウムイオン二次電池のための材料開発とシート型全固体電池への展開

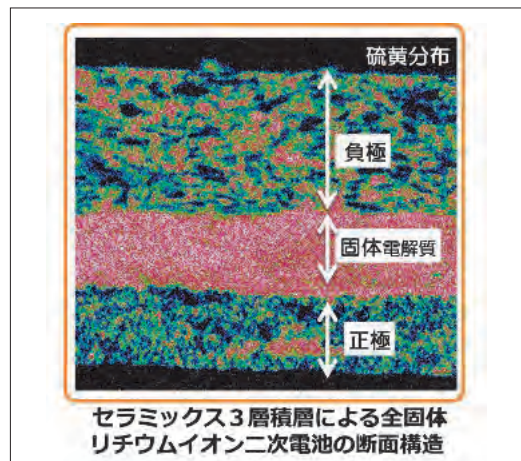
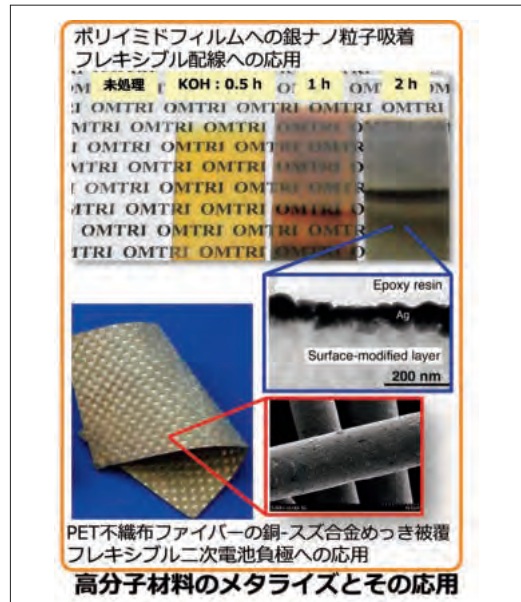
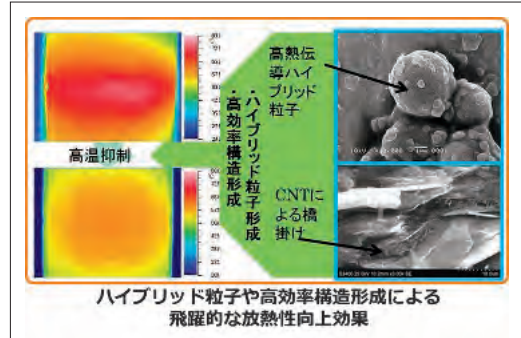
研究設備

大阪市内 森之宮の大阪市立工業研究所を研究拠点として、大阪市立工業研究所が所有する研究設備も活用します。

共同研究・社会活動など

国家プロジェクト 先端的低炭素化技術開発(JST-ALCA)に参画。

多数の企業との共同研究、日常的に多分野の企業技術者や大学の研究者と連携して研究開発を推進。



物質評価解析・質量分析装置群

物質や材料の構造、組成や多様な性質を評価・解析するための施設群です。

透過型電子顕微鏡 (TEM) 装置群

最高300kVの高電圧によって加速された電子線を試料に照射し、透過する電子線を結像させて、試料の拡大像や結晶性に関する情報を取得する装置です。集束した電子ビームを走査しながら試料に照射して拡大像を得る走査透過電子顕微鏡や電子線トモグラフィー、クライオ観察、試料から放出されたX線や非弾性透過電子を用いたサブナノメートルスケールの元素分析などに対応可能な3装置から構成されています。



透過型電子顕微鏡



Si単結晶(110)面の超高分解能観察像

二次イオン質量分析装置 (SIMS)

集束したセシウムイオンあるいは酸素イオンを試料に照射し、そのときに生じる二次イオンを用いて質量分析する装置です。半導体やセラミックスなどに含まれる微量元素の検出や深さ方向の分布を解析することが出来ます。



二次イオン質量分析装置

X線回折構造解析装置群

X線の回折現象から多様な材料の結晶構造を解析する装置です。反射率測定も可能な高出力の粉末・薄膜用X線構造解析装置、錯体・有機低分子などの数十ミクロン程の微小結晶を測定できる微小結晶X線構造解析装置、さらにタンパクなどの巨大分子や分子集合体の解析に威力を発揮するX線小角散乱装置を備えた超分子X線構造解析装置などが設置されています。



微小結晶X線構造解析装置

超伝導NMR測定装置群

核磁気共鳴現象を利用して分子の構造を解析する装置です。高分解能測定に特化した600MHz超伝導NMR測定装置をはじめ、温度可変測定、多核測定、磁場勾配パルスを用いた二次元測定に対応した500MHz、400MHzおよび300MHzの各超伝導NMR測定装置が設置されています。また、CPMAS法を用いて固体サンプルの測定ができる固体400MHz超伝導NMR測定装置も設置されています。



固体400MHz超伝導NMR装置

質量分析装置群

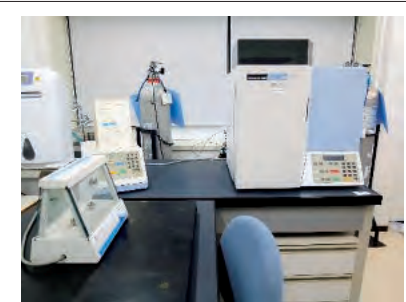
分子や元素の質量を測定して、材料の元素組成を解析する装置群です。生体分子や高分子などにも対応したMALDI-専用飛行時間型質量分析計 (TOF-MS)、高精度なスパイラル型TOF-MS、不安定な化学種も高感度で計測できるFABをはじめ多様なイオン化法に対応可能な二重収束型質量分析装置が設置されています。さらに溶液中の微量元素の多元素同時定量に威力を発揮する誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) が設置されています。



MALDI-SpiralTOFMS

全自動元素分析装置

有機分子材料などに含まれる炭素・水素・窒素の含有率測定を行う装置です。技術職員による依頼測定により運用されています。



全自動元素分析装置

蛍光X線元素分析装置

固体や液体などの試料から蛍光として放射されるX線を分析することで非破壊かつ高精度の元素分析が可能です。



蛍光X線元素分析装置

表面観測装置群

物質や材料の表面を観測するための装置群です。ナノメートルスケールの解像度や多様な分析技術により、材料の表面を多角的に解析することが出来ます。

複合型表面組成分析装置群 (XPS/AES)

X線 (XPSの場合) もしくは電子線 (AESの場合) を使って試料中の元素や電子状態を解析することが出来ます。XPSとAESの併用により多角的な元素分析が可能なほか、高分解能のXPS専用機も運用されています。



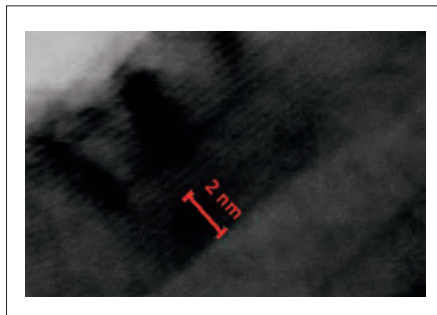
複合型表面組成分析装置 (XPS/AES)

走査電子顕微鏡群

数nmに集束した電子線で試料表面を走査し、発生した二次電子を検出して拡大像を得ることが可能な高性能の電子顕微鏡です。EDSによる微小領域の元素分析、高解像度走査透過電子顕微鏡 (SETM) 像の同時観察、結晶方位観察などに対応する2台の電子顕微鏡設備に加えて、二次電子像機能に加えて高分解能元素マッピングを行うEPMA専用機および微小電気計測機能を有するナノプローバーが運用されています。



電界放射型走査電子顕微鏡



多層カーボンナノチューブのSTEM像

走査プローブ顕微鏡群 (SPM)

原子間力 (AFM) やトンネル電流 (STM) を利用して、試料の表面形状をナノレベルの分解能でイメージングする装置です。液中での測定や、試料表面の磁化や電位の分布といった物性測定にも対応しています。



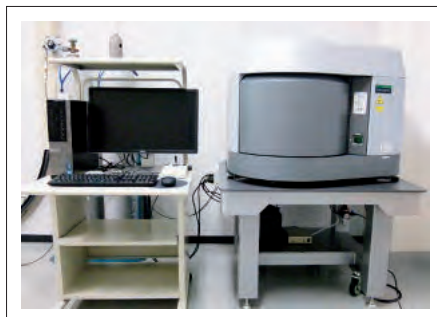
走査プローブ顕微鏡 (SPM)

分光分析装置群

物質の組成や構造の解析に加えて、光と物質の相互作用を解明する目的で多様な分光分析機器が設置されています。

顕微レーザーラマン分光光度計群

マイクロメータスケールの微小領域のラマン分光により、材料の構造、組成および電子状態を解析することが可能です。多波長レーザー光源や3次元ステージを装備しています。



顕微レーザーラマン分光光度計

円二色性分散計

生体関連などの光学活性分子の円二色性を評価する装置です。



円二色性分散計

フェムト秒Ti-Sapphire&蛍光寿命測定装置

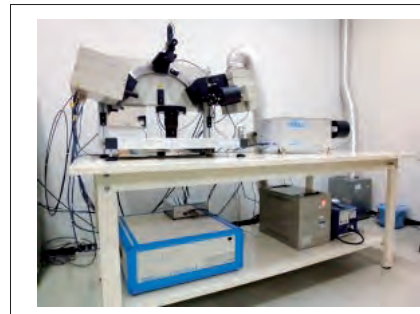
パルス幅100fsecの波長可変超短パルスレーザーと5psecの時間分解能を有するストリークスコープからなる蛍光寿命測定装置です。分子や半導体材料における電子励起状態や超高速の緩和現象を解析することが出来ます。室温から10Kまでの低温測定用にクライオスタットも備えています。



フェムト秒Ti-S&蛍光寿命測定装置

分光エリプソメーター

入射光と反射光の偏光状態の変化から薄膜試料の膜厚、屈折率、消衰係数などを高精度で評価する装置です。



分光エリプソメーター

精製・成膜・加工装置群

半導体をはじめとする多様な材料の薄膜化、加工および精製ための設備が配備されています。多くはクリーンルーム内に収容されています。

複合酸化物薄膜形成装置

複数の酸化物ターゲットに高電圧をかけてイオン化させたアルゴンガス等を衝突させ、弾き出されたターゲット材料を対向する基板上に堆積させることで様々な組成の機能性薄膜材料を作製する装置です。



複合酸化物薄膜形成装置

集束イオンビーム加工装置 (FIB)

集束したガリウムイオンを照射することにより、試料の微細加工ができる装置です。イオン照射時に生じる二次電子を検出して試料表面の像を得ることもできます。試料からTEMで観察する部分をピックアップするためのマイクロサンプリングシステムを装備しています。



集束イオンビーム加工装置

高純度金属スパッタ装置

白金、銅、金およびチタンなどの多様な金属薄膜をスパッタ法により成膜することが出来ます。



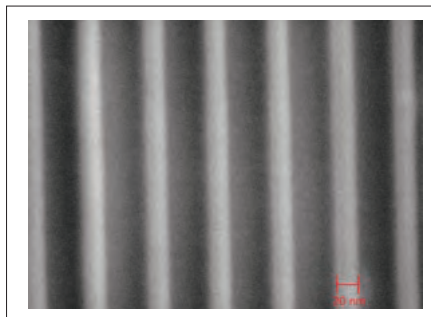
高純度金属スパッタ装置

TFE電子ビーム描画装置

極細電子ビームにより、10nmオーダーの超微細描画ができます。描画パターンの評価にSEMとしても充分活用できる観察機能も併せ持っています。



TFE電子ビーム描画装置



電子ビーム加工パターン (40nmピッチ)

縮小投影露光装置

マスクパターンの精密転写による微細パターン形成が可能な露光装置です。非接触で露光でき、段差があるものや割れやすい半導体素子、光素子等の作製に威力を発揮します。



縮小投影露光装置

クリーンルーム

大気中に存在するゴミ・ホコリを超高性能フィルタで取りのぞいて清浄雰囲気下で物質の創成ができます。クリーン度はCLASS 1000です。レジスト塗布、マスクの位置合せ、露光、現像など微細デバイス作製に対応可能なイエロールームはCLASS 100レベルの清浄度です。特定高圧ガスを使用するマスク製作、酸化・拡散工程に対応した高圧実験室も設置されています。



クリーンルーム

個人用コンピューター

大学院学生およびスタッフに全学の高速ネットワークに接続されたPCが配布され研究データ解析や論文執筆、情報収集に活用されています。また、各PCから最新のジャーナルや化合物・文献検索システムにアクセスすることができます。

マテリアル・シミュレーション・アナリシスシステム

“Gaussian”や“MaterialsStudio”といったシミュレーションソフトを使用して分子設計や分子の性質を予測したり、物質を構成する原子や分子構造が物質の特性や挙動にどのように関係しているのかを予測するための高性能なコンピュータシステムです。

教員索引

情報科学研究科

教員名	ページ番号	教員名	ページ番号	教員名	ページ番号
Affeldt Reynald	42	川人 光男	33	早川 昭二	36
Christian Sandor	20	川原 純	27	林 優一	15
Doudou Fall	14	神原 誠之	23	東野 武史	19
Duong Quang Thang	19	清川 清	22	樋口 隆弘	41
Graham Neubig	18	久保 孝富	28	福井 一彦	39
Juntao Gao	11	久保 尋之	21	藤川 和利	16
Md. Altaf-Ul-Amin	30	伍 洋	31	藤本 大介	15
Plopski Alexander	20	黄 銘	30	藤本 まなと	10
Raula G. Kula	12	越野 一博	41	船富 卓哉	21
Sakriani Sakti	18	小林 和真	43	松原 崇充	26
Tran Thi Hong	8	小林 泰介	26	松本 健一	12
新井 イスマイル	16	佐々木 博昭	28	松本 裕治	17
荒川 豊	10	笹部 昌弘	27	水本 旭洋	10
荒牧 英治	24	佐藤 哲大	30	南 裕樹	26
飯田 元	13	佐藤 智和	22	宮本 大輔	14
池田 和司	28	佐藤 嘉伸	29	向川 康博	21
石尾 隆	12	澤田 宏	32	村井 昭彦	40
石濱 直樹	44	柴田 直樹	11	森本 淳	33
井尻 善久	38	進藤 裕之	17	安本 慶一	10
市川 昊平	13	新保 仁	17	山本 豪志朗	20
伊藤 実	11	杉浦 忠男	30	油谷 暁	16
井上 剛	34	杉本 謙二	26	横田 太	29
井上 美智子	9	鈴木 優	18	吉野 幸一郎	18
猪俣 敦夫	16	須藤 克仁	18	吉本 潤一郎	28
伊原 彰紀	12	諏訪 博彦	10	渡場 康弘	13
今井 哲朗	37	諏訪 正樹	38		
岩田 具治	32	高井 利憲	13		
上野 豊	39	高松 淳	25		
大岩 寛	42	武富 貴史	20		
大下 福仁	9	多田 充徳	40		
大竹 義人	29	田中 賢一郎	21		
小笠原 司	25	田中 宏季	18		
岡田 実	19	田中 康	13		
奥村 幸彦	37	爲井 智也	28		
小蔵 正輝	26	田谷 紀彦	35		
小野 直亮	30	張 元玉	27		
垣内 正年	16	崔 恩瀨	13		
笠原 正治	27	張 任遠	8		
檜原 茂	14	鄭 育昌	36		
片平 真史	44	丁 明	25		
加藤 博一	20	中島 康彦	8		
門林 雄基	14	中島 悠太	22		
金出 武雄	31	中田 尚	8		
金谷 重彦	30	中村 哲	18		
河合 栄治	43	能地 宏	17		
河合 紀彦	22	萩田 紀博	23		
川上 朋也	11	畑 秀明	12		

バイオサイエンス研究科

教 員 名	ページ番号	教 員 名	ページ番号
秋山 昌広	85	那須野 亮	88
石田 靖雅	77	西（堀） 晶子	83
磯谷 綾子	84	西村 隆史	94
伊藤 寿朗	72	箱嶋 敏雄	89
伊東 広	76	橋本 隆	68
稲垣 直之	92	塙 京子	81
乾 将行	95	晝間 敬	73
梅田 正明	71	福田 七穂	77
浦崎 明宏	92	古郡 麻子	85
大谷 美沙都	70	別所 康全	91
織 大祐	79	真木 壽治	85
梶 紀子	76	松井 貴輝	91
加藤 菊也	96	宮島 俊介	69
加藤 晃	70	武藤 愛	86
加藤 順也	78	森 智行	89
加藤 壮英	68	森 浩禎	86
河合 太郎	79	両角 佑一	87
川崎 拓実	79	山口 暢俊	72
北野 健	89	由利 俊祐	84
木俣 行雄	88	横山 隆志	78
久木田 洋児	96	吉田 聡子	75
栗崎 晃	82	米田 新	70
郷 達明	69	和田 七夕子	72
小林 哲夫	76	渡辺 大輔	88
西條 雄介	73		
作村 諭一	93		
笹井 紀明	83		
塩崎 一裕	87		
清水 崇史	74		
庄司 翼	68		
白川 一	72		
新藏 礼子	80		
末次 志郎	81		
高木 博史	88		
高田 仁実	82		
高塚 大知	71		
高橋 直紀	71		
田島 由理	73		
建部 恒	87		
田中 良樹	90		
塚崎 智也	90		
出村 拓	70		
峠 隆之	74		
鳥山 道則	92		
中島 敬二	69		
中西 慶子	80		
中畑 泰和	91		

物質創成科学研究科

教員名	ページ番号
Bermundo Juan Paolo Soria	112
Jung Min-Cherl	119
上利 泰幸	132
浅野 哲也	127
網代 広治	125
足立 秀明	127
荒谷 直樹	117
安藤 剛	123
飯野 敬矩	120
石河 泰明	112
石墨 淳	108
和泉 真	128
岩田 昇	128
上沼 睦典	112
浦岡 行治	112
榎本 裕志	129
太田 淳	111
岡田 豪	118
岡部 高明	129
垣内 喜代三	113
片山 健夫	120
香月 浩之	108
叶井 正樹	131
上久保 裕生	121
河合 壯	116
河口 範明	118
河野 直樹	118
菊池 純一	114
北村 圭司	131
小島 広孝	119
後藤 和也	130
小林 未明	123
笹川 清隆	111
重城 貴信	122
鈴木 充朗	117
太 虎林	115
大門 寛	109
高橋 雅也	132
田口 宗孝	109
武田 さくら	109
谷本 裕樹	113
寺田 佳世	123
徳田 崇	111
富田 知志	108
長尾 聡	115
中嶋 琢也	116
中村 雅一	119

教員名	ページ番号
野田 俊彦	111
野々口 斐之	116
畑中 美穂	126
服部 賢	109
林 宏暢	117
林 有吾	121
春田 牧人	111
廣田 俊	115
藤井 映志	127
藤井 茉美	112
藤木 道也	110
藤原 裕	132
辨天 宏明	119
細糸 信好	122
細川 陽一郎	120
堀池 重吉	131
本田 崇宏	129
松井 文彦	124
松尾 貴史	115
松田 博之	109
森本 積	113
安國 良平	120
安原 主馬	114
柳 久雄	108
柳田 健之	118
山崎 洋一	121
山田 秀尚	130
山田 容子	117
山中 優	115
余語 克則	130



奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology
無限の可能性。ここが最先端 — Outgrow your limits —

