

立命館グローバル・イノベーション研究機構

R-GIRO //// RITSUMEIKAN GLOBAL INNOVATION RESEARCH ORGANIZATION



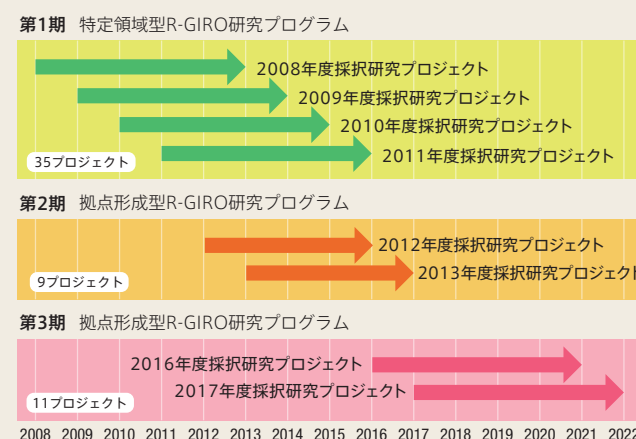
少子高齢化に対応する生命力と 創造性あふれる人間共生型社会

立命館グローバル・イノベーション研究機構 (R-GIRO) の設立理念は持続可能で豊かな社会 (サステナビリティ) の追求であり、2008年の設立以来、持続可能な社会形成のために解決すべき課題に焦点を絞り、教育・研究を通じて社会貢献していくための組織的な機構として活動を進めてきました。

これまでR-GIROはその設立理念にもとづき、「地球の自然回帰を目指した自然共生型社会モデルの形成」に向けた多くの研究成果を創出してきましたが、近年において日本をはじめ多くの先進国に少子高齢化の荒波が押し寄せ、わが国はそれから派生する諸問題に対しても「政策面」のみならず「研究面」からも真剣に取り組まねばなりません。

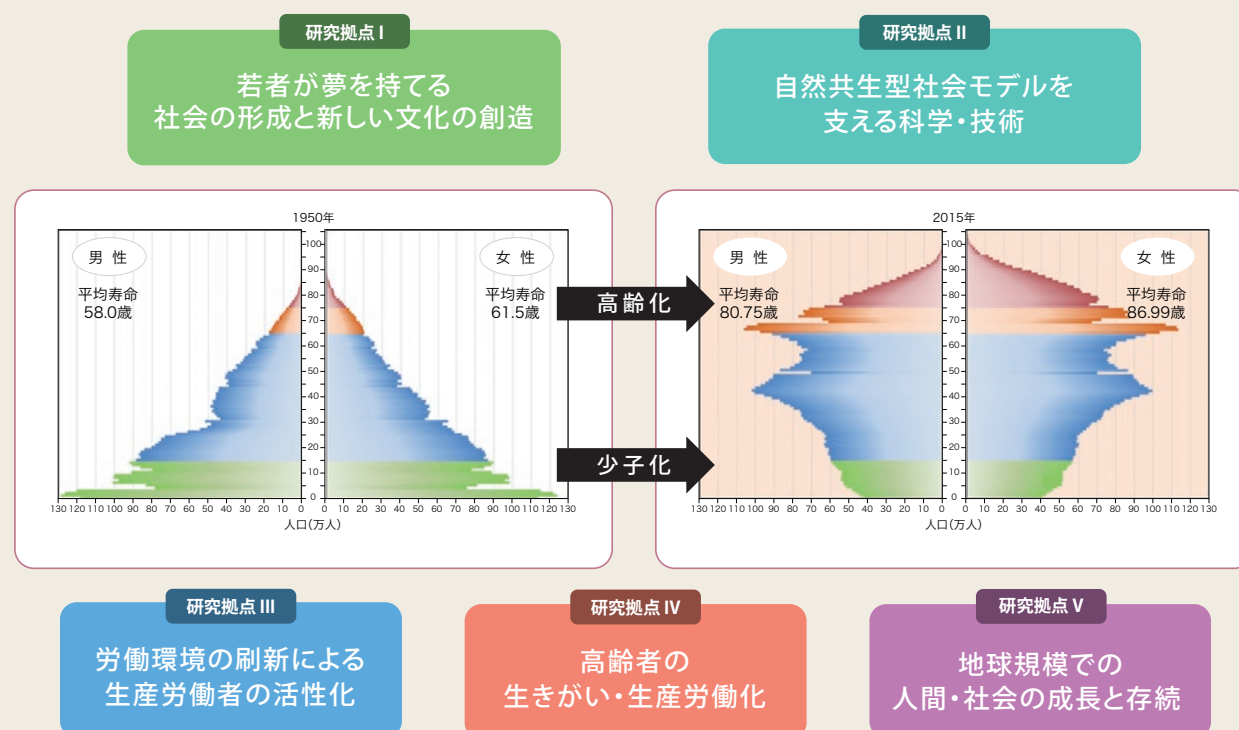
こうした背景を踏まえ、2016年度から始めたR-GIRO研究プログラムでは、「少子高齢化に対応する生命力と創造

性あふれる人間共生型社会モデルの形成」に軸足を置いた「第3期拠点形成型R-GIRO研究プログラム」(研究拠点I～V)を開始し、少子高齢化で解決しなければならない研究課題に向けてアプローチを進めています。



第3期 R-GIRO研究プログラム プロジェクト一覧

研究拠点	プロジェクトテーマ	プロジェクトリーダー	職 名	所 属	研究期間	掲載ページ
I	学融的な人間科学の構築と科学的根拠に基づく対人援助の再編成	矢藤 優子	教 授	総合心理学部	2016年度～2020年度	P3
II	90億人時代に向けた気候変動対応型農業の基盤創生	三原 久明	教 授	生命科学部	2016年度～2020年度	P5
	暮らしのスマート・エネルギーイノベーション研究拠点	峯元 高志	教 授	理工学部	2017年度～2021年度	P7
	有機生命資源の有効利用による電子・光機能材料の創製	前田 大光	教 授	生命科学部	2017年度～2021年度	P9
III	先端材料に基づくロボティクス・イノベーション	川村 貞夫	教 授	理工学部	2016年度～2020年度	P11
IV	からだ活性化総合科学技術研究拠点	小西 聡	教 授	理工学部	2016年度～2020年度	P13
	視機能再構築に向けたシステム視覚科学研究拠点	北野 勝則	教 授	情報理工学部	2016年度～2020年度	P15
	次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点	谷口 忠大	教 授	情報理工学部	2017年度～2021年度	P17
	感覚統合をコアとした健康行動継続学の創成	塩澤 成弘	准教授	スポーツ健康科学部	2017年度～2021年度	P19
V	修復的司法観による少子高齢化社会に寄り添う法・社会システムの再構築	若林 宏輔	准教授	総合心理学部	2016年度～2020年度	P21
	長期的人口分析に基づく持続型社会モデルの研究拠点	矢野 健一	教 授	文学部	2017年度～2021年度	P23



学融的な人間科学の構築と科学的根拠に基づく対人援助の再編成

プロジェクトリーダー

総合心理学部総合心理学科 教授

矢藤 優子 (写真 中央)

グループリーダー

総合心理学部総合心理学科 准教授

安田 裕子 (写真 右中)

産業社会学部現代社会学科 准教授

岡本 尚子 (写真 右)

総合心理学部総合心理学科 准教授

鈴木 華子 (写真 左中)

総合心理学部総合心理学科 教授

サトウタツヤ (写真 左)



乳幼児期から老年期まで人生をシームレスに扱う 新しい対人援助の方策を探究する

乳幼児期から老年期までの各段階をシームレスに扱い
統合的な人間科学と社会実装を目指す

乳幼児期から児童期、青年期、壮中年期、老年期まで、人は人生の各段階でさまざまな困難に直面します。本研究プロジェクトでは、「対人援助」をキーワードに人生の各時期の育ちや学びの過程、さらにそれぞれが抱える課題を学融的に研究し、科学的根拠（エビデンス）に基づいた援助の方策を見出すとともにそれを社会実装していくことを目的としています。

本研究プロジェクトの特長の一つは、人生の各時期に焦点を当てるだけでなく、人生全体を通して考えるべき発達障害・知的障害などの問題を取り上げ、シームレスな対人援助の方策を検討するところにあります。これまで対人援助・発達支援領域では学問の縦割りや細分化によって、人生のある時期のつまずきや障害を次の段階で回復させるといったような柔軟な視点に欠け、長期的な視点で回復を支援していくことは困難でした。しかし現実には幼少期に負ったトラウマが青年期になって顕在化したり、児童期の学習のつまずきが青年期のキャリア形成に影響し、それが後の人生を決定づけるということが往々にして起こります。本研究プロジェクトでは各研究グループが独創的な研究を行うことに加え、人生の各時期をシームレスに扱うことで新しいエビデンスの提供やより効果的な支援を可能にし、こうした社会的・学術的な課題を克服しようとしています。

また人生の時期や対象者のみならず、研究手法をシームレスに扱うことも従来にない取り組みです。神経科学・生理学的手法から個別の対象者に迫る質的研究手法まで発達段階や対象者と不可分に結びついている多様な研究手法をプロジェクト間で相互利用することで、統合的な人間科学とその社会実装を実現します。

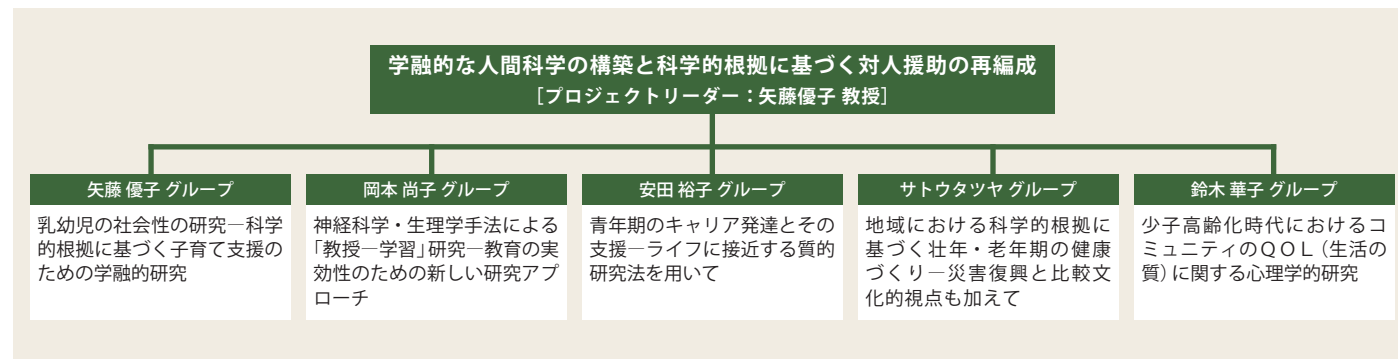
神経科学・生理学的手法、質的・量的手法など
多彩な研究手法を駆使してエビデンスを蓄積する

研究では、乳幼児期、児童期、青年期、壮中年期、老年期の5つの時期に分けて研究グループを構成し、各領域の最新の研究手法を駆使するとともに他領域の手法も積極的に採用し、実践のためのエビデンスを蓄積します。

まず乳幼児期を対象とする矢藤グループ（イメージ図のグループ1）では、特に親子の社会的関係に焦点を当てて子どもの育ちと養育者の子育て、またそれらに影響を与える社会的・物理的環境要因を検討します。行動観察や行動計測、生理指標などさまざまな手法で精度の高い定量的データを蓄積し、科学的根拠に基づく子育て支援のあり方を明らかにしたいと考えています。

6ヵ月から36ヵ月の子どもと養育者を対象に、モーションキャプチャを用いて身体の動きと両者の同期性を計測したり、子どもがデジタルペンを使って取り組んだ描画課題を解析し、各行動を定量的に捉えます。こうした行動を捉える研究に加え、養育者および子どもの唾液などを採取し、生理指標を用いた測定も行います。さらには全国規模のWEB調査を実施し、子どもの社会性の発達や育児困難について量的データも収集する他、病院と連携し、妊娠中のエコー画像を用いた胎児期の行動観察も行います。こうして多様な方法で親子の社会的関係を定量化し、両者を取り巻く環境要因を縦断的に調査することで、親子関係の中で生じるつまずきを早期に発見するとともに、早期介入を可能にする子育て支援システムを開発し、社会実装することを目指します。

続く岡本グループ（同グループ2）では児童期に着目し、とりわけ学習者と教育者を対象に教育学的な研究を展開します。脳活動計測などの神経科学的手法や視線計測といった生理学的手法を用いて教師の教授活動と学習者の学習活動の特性を解明しようとしています。まず「個別学習条件」として学



習者が一人で課題解決を行う過程、続いて「教授－学習条件」として学習者の課題解決を教師が適宜助言する過程、さらに「教える－学び合い」条件として学習者同士が学び合いながら課題解決を行う過程に分け、それぞれの行動過程で対象者の脳活動と視線を計測します。この結果をもとに教師の助言や指導の特徴をモデル化するとともに適切な指導や支援のあり方を明らかにし、教育現場に還元することを目指します。

3つめの安田グループ（同グループ3）では、青年期を対象に「ナラティブ」な視点を取り入れた質的研究を行っています。一人ひとりの人生に焦点を当て、個別で多様な人生の物語に迫るのが「ナラティブ・アプローチ」の特長です。「複線径路等至性モデリング（TEM）」と呼ばれるプロセスを捉える質的アプローチの方法論を用いて、青年期のキャリア発達とその支援・教育について考えます。

4つめのサトウグループ（同グループ4）では、壮中年期におけるQOL（quality of life）について研究しています。たとえ同じ世代であってもQOLは個々によって異なるはずだという観点から「個人」に寄り添った調査を行うところに新規性があります。「項目自己決定型」という個別の違いに対応した方法論で対象者のQOLを測定。その結果を個人のQOLを理解するためのカウンセリングツールの開発に役立てます。また健康づくりを通じたQOLの向上にも関心を持ち、福島県のある地域で住民が主体となって実践している健康づくりの取り組みも調査しています。

最後に鈴木グループ（同グループ5）では、老年期を対象に脳活動計測を用い高齢者の認知機能に迫る研究を行います。特に運動抑制の機能低下と関連している変数について、多角的なデータを収集し解析することで、高齢者に

優しい社会作りに繋げていきます。また、少子高齢化に併せて国際化も進んでおり、ダイバーシティに関わる場面における対人援助の重要性も増えています。外国人コミュニティにおけるメンタルヘルスとメンタルウェルネスの調査や地域コミュニティにおける異文化受容の検討、心理症状の国際比較調査を行うことで、多様な背景を持つ人たちが暮らしやすい社会の方向性を見出していきます。

優れた研究を通じて女性研究者を育成するとともに
生涯発達・混合研究法センターの設立を構想

以上のように人生のそれぞれの時期の人の発達を関係性として捉えることに加え、量的研究と質的研究を融合させる研究も他に類を見ません。こうした画期的な試みを通じて科学的根拠に基づくまったく新しい対人援助の方法論を見出すとともに、支援者支援の枠組みを構築し、社会に実装することが最終目標です。将来は人間科学に関するあらゆる方法論や支援者支援のために必要な知識を得ることのできる通過点として機能する国内随一、世界有数の拠点となる「生涯発達・混合研究法センター」を設立することを構想しています。

また本研究プロジェクトでは各グループリーダーを筆頭に研究者の過半数を女性で占めるという方針を立て、急務といわれる女性研究者の育成にも力を注いでいます。各分野の第一線で活躍する女性の研究者を結集し、画期的な研究を実践することで優れたロールモデルを提示し、将来の女性研究者の質の深化・量の拡大の礎となりたいと考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



90億人時代に向けた気候変動対応型農業の基盤創生

プロジェクトリーダー

生命科学部生物工学科 教授

三原 久明 (写真 中央)

グループリーダー

生命科学部生物工学科 准教授

石水 毅 (写真 左)

生命科学部生物工学科 准教授

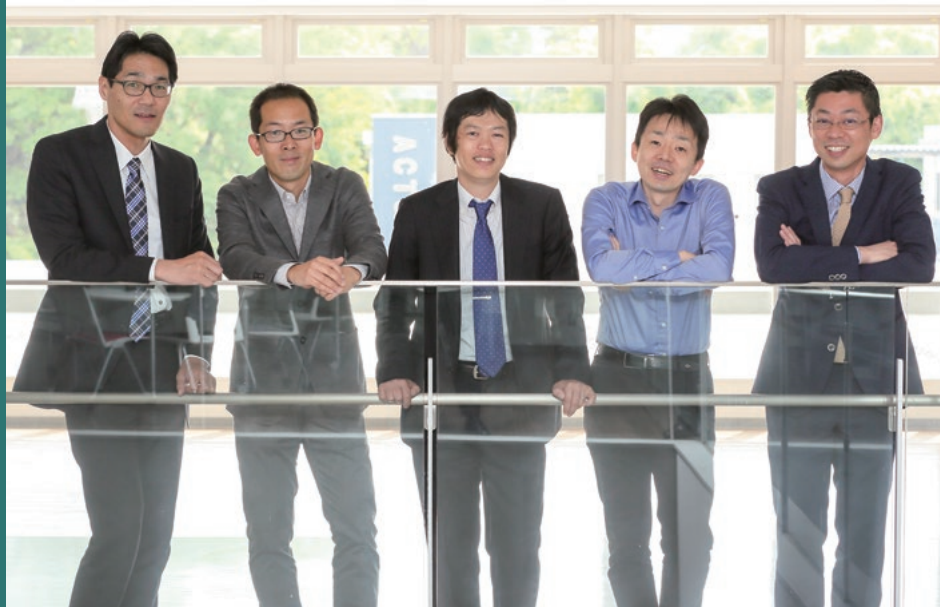
竹田 篤史 (写真 左中)

生命科学部生物工学科 教授

松村 浩由 (写真 右中)

生命科学部生命情報学科 准教授

深尾 陽一朗 (写真 右)



90億人の食を支える「気候変動に強い」次世代農業を創造する

農作物育成に関わる生命現象を解明し

人類の食を持続的に支える農業に資する技術開発を目指す

地球温暖化や気象異常などの気候変動は今、農作物の生育や収穫量に大きな影響を及ぼしています。2050年に世界人口は90億人に達すると予測されており、こうした気候変動の影響に対する懸念が高まる中で、人類を支えるための食とエネルギーをいかに持続的に確保していくかが大きな課題となっています。それに対して一つの解を提供しようとするのが、本研究プロジェクトです。本研究プロジェクトでは、今後も予測困難な気候変動に対応し、人口90億人時代の食とエネルギーを安定的かつ持続的に支えることのできる「気候変動対応型農業」の創造に寄与することを目指しています。その足がかりとして、将来必要となるアグリバイオ技術を予測し、農作物育成に関わる生命現象の解明に根ざした新技術を開発し、持続可能なかたちで社会に受け入れられる道筋をつけることに取り組んでいます。

微生物の働きや植物の分子構造を探究し

植物の成長促進、ストレス耐性、病害耐性の付与に役立てる

研究にあたっては、植物の成長に関わる植物生化学、植物の免疫に関わる植物病理学、植物の分子・原子レベルでの働きに関わる植物構造生物学といった視点の異なる3つの植物科学分野に加え、植物に影響を及ぼす微生物に焦点を当てる応用微生物学、さらには情報科学を用いて植物の解析を行う植物情報学を結集させ、学融合で新技術の開発に挑みます。

まず応用微生物学を専門とする三原グループでは、微生物の植物への多様な作用に着目し、農作物育成における「正の作用の増強」(成長促進)、および農作物育成における「負の作用の軽減」(耐病性、耐ストレス性の付与)の両面

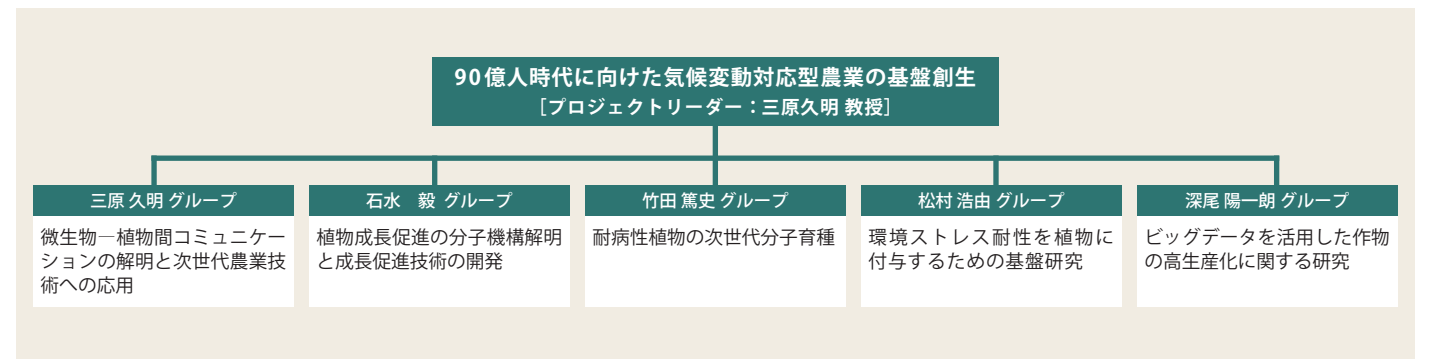
に役立つ研究および技術開発を進めています。

土壌微生物の働きに関する既存研究の多くは、土壌に落ちた枯葉などの有機物を分解して無機物に変えることで土壌を肥沃にするなど、土壌環境における植物への間接的な作用の究明に終始してきました。ところが近年、微生物が植物に直接的にも作用することが明らかになってきました。そこで本グループでは、微生物と植物間のコミュニケーションにリジンやピペコリン酸といったアミノ酸が関与する可能性があることに着目。D-アミノ酸やピペコリン酸の代謝を基軸とした微生物-植物間コミュニケーションの機構を解明し、その成果を植物の成長促進や、病原菌・ストレスに対する耐性を付与する技術開発に応用します。

また微生物が土中金属の代謝に影響を及ぼすことにも注目し、金属代謝機構と植物への作用の詳細を解明しようとしています。希土類元素(レアアース)の植物への作用を研究する石水グループと連携し、研究成果を植物成長促進に応用することを目指します。さらに安全で環境負荷の少ない新たな微生物農業を開発し、植物の耐病性付与へも応用したいと考えています。

続く石水グループでは、植物の成長促進のメカニズムを分子レベルで解明し、それをもとに成長促進技術を開発しようとしています。その一つとして石水が確立してきた糖鎖解析技術を背景に、植物成長に直接関係する細胞壁多糖の合成に関わる酵素を探索しています。もう一つは植物成長に関わる外的要因として、希土類元素に着目しています。希土類元素を土壌に添加すると、植物の成長が促進されることを突き止め、植物成長を最大限促進するため、17種類ある希土類元素の中で安全で最も使用しやすく、効果の高い元素を探し当てようと取り組んでいます。また三原グループと連携し、微生物の金属代謝機構についての知見を参照しながら、このメカニズムの解明にも取り組みます。

竹田グループでは、植物成長を阻害する「負の作用の軽減」に取り組んでい



ます。ゲノム編集技術の登場によって、遺伝子組換え体扱いを受けない病害抵抗性植物の作出が可能になってきましたが、まだ越えなければならない壁があります。まず病原体ごとに感染機構を明らかにし、感染に必要な宿主因子を同定します。次に、対象とする植物種でゲノム編集を可能にする系を確立するため、ピーマンに感染するウィルスの感染機構と宿主因子を同定し、ゲノム編集によってそのウィルスが感染できないピーマンの作出を試みています。そして最後に、消費者に誤解されないよう安全性や制度、倫理などに関わる諸課題を整理し、正しい知識を地道に普及する必要があります。そのために国際法学の専門家も参画し、国際環境法や気候変動条約、生物多様性条約など国際社会の規範に則って普及を阻む障壁を取り除き、法的側面の理論を盤石なものとしします。

4つめの松村グループでは、気温上昇など気候変動による環境ストレスに対応する耐性を植物に付与するための基礎研究を行っています。具体的には、高熱に強いトウモロコシなどのC₄植物に着目し、その作用機構を分子レベルで解明しようとしています。その情報を基盤として、熱ストレスに強い植物の遺伝子の一部を導入したイネを作出し、熱ストレス耐性を高める実験を行います。同時に、砂漠の緑化に寄与するため、熱帯植物に有用産物を生産させる能力を付与することも試験します。熱帯植物であるトチュウは高温耐性を有していることから、砂漠の緑化に役立つ植物として注目されています。そして、トチュウは天然ゴムを蓄積しこれを利用する研究も進められています。しかし、トチュウが天然ゴムを蓄積する能力は高くなく、またその生合成メカニズムは未だに不明です。そこで本研究では、熱帯植物トチュウが、天然ゴムをどのような分子メカニズムで蓄積するかを原子・分子のレベルで解明します。さらに、それらの情報を元にして、天然ゴムを高生産する熱帯植物を作出する予定です。

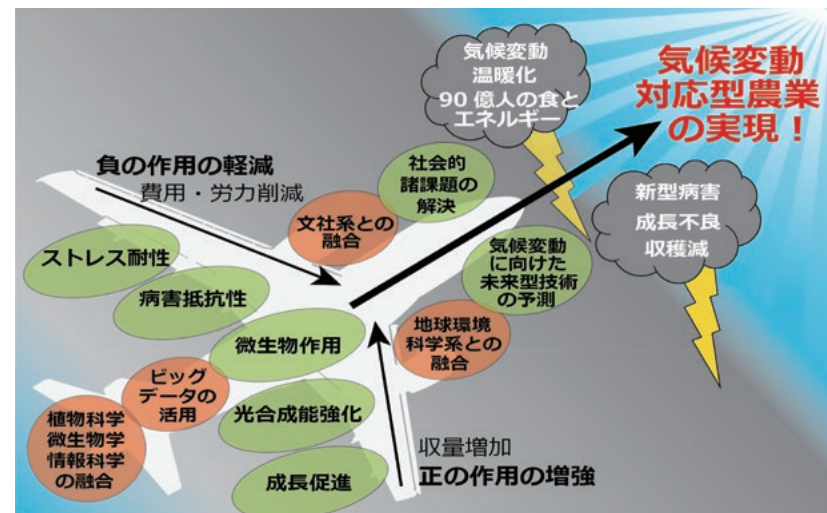
最後に深尾グループでは、ビッグデータを活用して作物の増収につながる研究を進めています。その一つとしてイネ圃場から遺伝子発現データを収集してシミュレーション解析を行い、白未熟粒が発生する可能性の高い圃場を特定、米の品質と生産性向上につなげようとしています。またミネラルストレス耐性機構の解明として、垂鉛欠乏に応答する遺伝子を同定し、機能を解析することで、植物における包括的な垂鉛欠乏耐性機構を明らかにしようとしています。さらに大規模ケミカルライブラリーを活用して高温ストレスやミネラルストレスといった複合ストレスに強い化合物を探索。それを易分解する化合物に改変することで作物の収量増加を可能にするとともに、ストレス影響下での減収軽減法の確立も目指します。加えて、今後の気候変動が農作物の育成に与える影響をシミュレーション解析によって予測し、将来的な食料の生産性向上に寄与したいと考えています。

地球規模での気候変動を予測し

将来に必要とされる科学技術を模索する

各グループの基礎研究の成果をもとに、農家や企業とも連携し、社会実装可能な技術へと洗練していきます。加えて本研究プロジェクトが目向けるのは、眼前の課題だけではなく、気候学の専門家が参画し、2050年、さらにその先の気候変動を予測し、地球規模での気候変動を見えた上で将来に必要とされる科学技術を模索します。従来のように経験則に頼るのではなく、科学的裏付けに基づいて技術を開発し、気候変動や複雑に変容する社会情勢に直面しても、それに左右されない次世代アグリバイオ技術を創出したい。それは、「21世紀の農業革命」ともいうべきインパクトを与えるものとなるはずです。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



「21世紀の農業革命」に繋がる科学技術を創出する

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

暮らしのスマート・エネルギーイノベーション研究拠点

プロジェクトリーダー

理工学部電気電子工学科 教授

峯元 高志 (写真 中央)

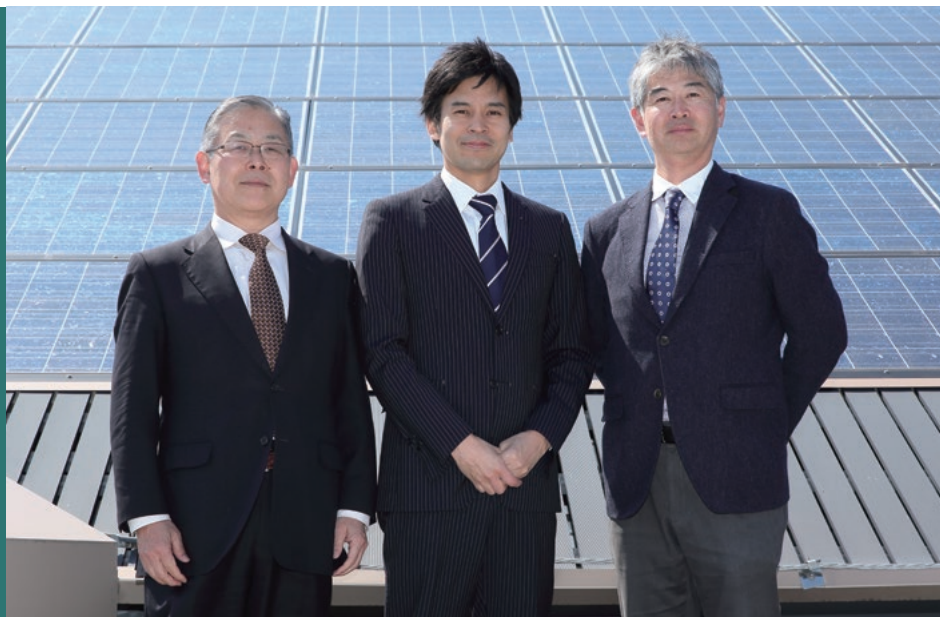
グループリーダー

理工学部電子情報工学科 教授

福井 正博 (写真 左)

経済学部経済学科 教授

島田 幸司 (写真 右)



「暮らしのスマート化」を持続可能な自然エネルギーで実現するデバイス・技術・社会システムを創成

持続可能な自然共生型エネルギーを用いて「暮らしのスマート化」を実現するための技術・学術を研究する

本研究プロジェクトでは、少子高齢社会において必要とされる「暮らしのスマート化」と「暮らしを支えるエネルギーの自然共生的な持続供給」に貢献するための新技術・新学術研究に取り組んでいます。

地球規模でのエネルギー需要の増大に伴う化石燃料の枯渇や環境汚染といった問題は依然として解決されておらず、環境負荷の少ない持続的な自然共生型エネルギーに対する需要はますます大きくなっています。そうした現代において高齢者の生活をアシストすることはもとより誰にとってもより便利かつ快適な生活を実現するため、住居（暮らし）の機械化・情報化・知能化を進める上では、電力をはじめとしたエネルギーの効率的な使用も重要な課題の一つとなります。本研究プロジェクトでは、エネルギー、最適制御・知能化に関わる技術を通じて持続可能な自然共生型エネルギー（クリーンエネルギー）を用いた「自然共生型システム」を創造し、「暮らしの質の向上」を実現したいと考えています。

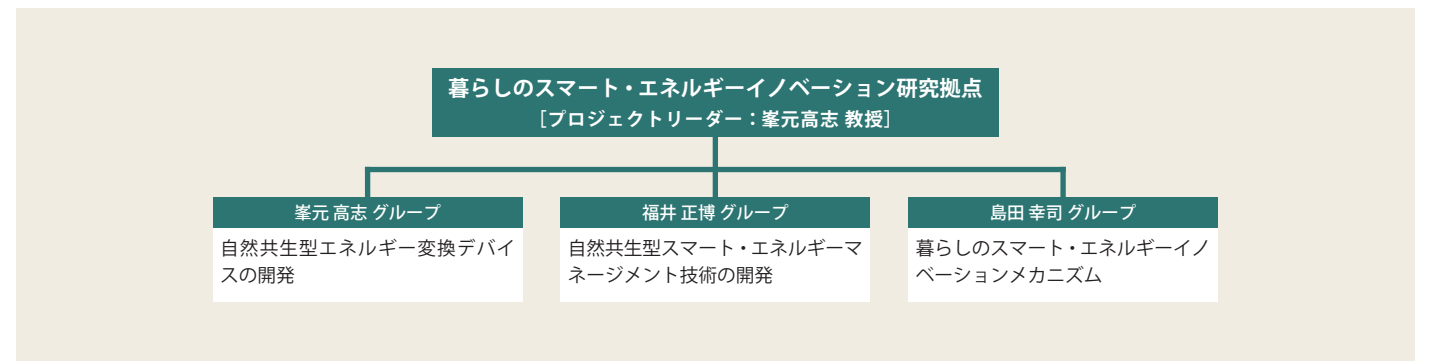
具体的には、持続可能な自然共生型エネルギーとして太陽光発電、バイオ燃料電池に焦点を当て、自然エネルギーを電力エネルギーに変換し、電力を「作る」技術・デバイス、続いて作った電力を「効率よく使う」ための蓄電やエネルギーマネジメント技術、さらにより広域で電力を融通し合うための電力管理や取引メカニズムの研究に総合的に取り組み、社会実装することを最終目的に据えています。

デバイス開発からエネルギーマネジメント技術開発、さらに社会システムの創成までを総合的に取り組む

研究においてはエネルギー変換デバイス開発、エネルギーマネジメント技術開発、およびエネルギーイノベーションメカニズム研究の3つのグループで進めています。

まず峯元グループでは、電力エネルギー変換デバイスとして太陽電池とバイオ燃料電池の開発を行います。中でも注力するのは化合物薄膜太陽電池の開発です。現在市場の約9割を占めている太陽電池は、結晶Si（シリコン）を材料に作られています。しかしSiはその生成プロセスで高エネルギーを必要とすることから低コスト化に限界があります。それに対して峯元グループではシリコンを使わず、銅（Cu）、硫黄（S）といった豊富にある元素や有機材料をはじめ、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、セレン（Se）などを材料としたCu(In,Ga)(S,Se)₂太陽電池の開発を続けてきました。Cu(In,Ga)(S,Se)₂太陽電池はすでに実験室レベルで22%という高い変換効率の実証されており、商業生産も進んでいます。本グループでは太陽電池薄膜の光吸収層（p型半導体層）とその上のバッファ層（n型）との親和性を高めるなどを通じて高効率化を図るとともに、新たな透明電極材料を開発するなど新規材料開拓にも取り組み、理論限界に迫る変換効率24%の達成を目指します。加えて生成プロセスにInなどのレアメタルを用いないCu₂SnS₃やSnS太陽電池の開発も進めています。また本研究プロジェクトでは自動車などのモビリティを利用した送配電システムの導入も構想していることから、自動車のルーフなど曲面に塗布可能な柔軟性に優れた薄膜の開発も進めています。もう一方では木材など有機物の廃材を燃料として発電するバイオ燃料電池の開発も行います。

続いて福井グループでは、作った電力を「効率的に使う」という観点から、



蓄電システムおよび高信頼・高効率な知的電源管理システムの開発を進めています。自然エネルギーを利用した発電システムは天候や時間によって発電量にバラツキがあるため、電力を有効に利用するには蓄電技術が欠かせません。本グループではそのための蓄電デバイスとともに、電力をより有効に利用するための小型で高効率な直流変換器の開発に取り組んでいます。加えてこうした蓄電・電力変換デバイスの安全性を高め、高効率化、長寿命化を実現するには太陽電池や燃料電池を含めてトータルに最適制御するバッテリーマネジメントシステムが必要です。本グループでは蓄電池内部の温度や蓄電状態、劣化状態を高い精度でセンシング・制御し、熱による事故を完全に防ぐ技術を開発。さらに端末センサーと通信、ホストコンピュータを組み合わせたIoTデバイスで、蓄電池の劣化診断や温度上層などの異常検知、熱暴走による事故防止を可能にする高信頼・高効率な知的電源保守管理システムを完成させます。

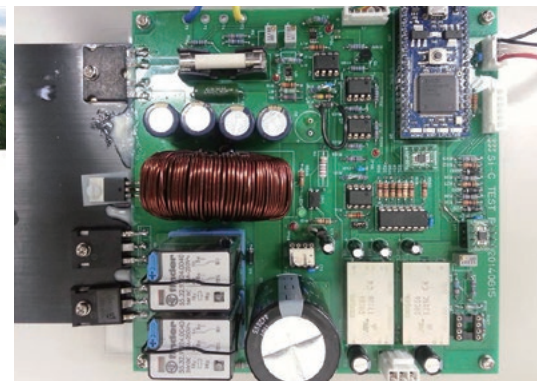
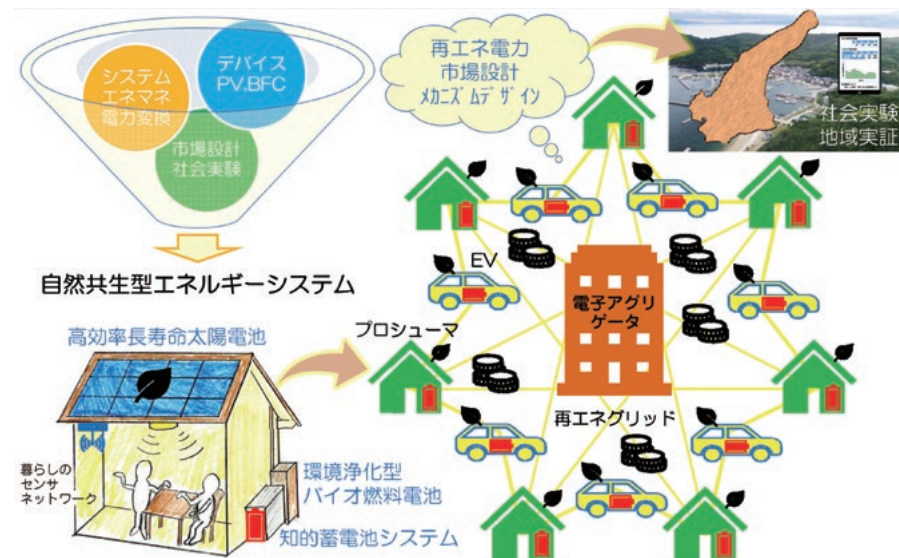
3つ目の島田グループは、再生可能エネルギーを地域に大量導入した後、安定した電力供給を継続するための「予測型エネルギー管理メカニズム」を明らかにすることに加え、再生可能エネルギーの新たな取引市場をデザインし、社会システムとして実装するための研究を行っています。まずシステム制御の観点から、気象・気候の変動による再生エネルギーの発電量や需要を高精度に予測する統計的モデルを構築しようとしています。さらにその予測に基づいて、発電と消費の両方を行う「プロシューマー（prosumer）」（家庭・小規模事業者）、予備電力の確保や余剰電力バッファのための分散型電源（蓄電池）を組み込んで需給バランスを保ち、電力をうまく融通し合いながら地産地消を実現するエネルギー管理アルゴリズムの構築を目指します。

一方で再生エネルギー大量導入にあたっては、取引市場が未成熟で安定供給のためのバックアップ電源容量の不足を補う手だてがないという課題があり、プロシューマー間取引や、電力不足の際のバックアップ機能を担う卸電力市場を取り入れた取引市場の創成が待たれています。本グループでは地域の気象条件や需要変動をもとにプロシューマーの行動を解明し、最適な電力取引のメカニズムを理論的に検討します。さらに福岡県みやま市や兵庫県の淡路島など、自治体が主体となって再生可能エネルギーによる電力需給を推進する自治体に理論研究の成果を導入し、実証実験を実施。理論から導き出されたメカニズムデザインの有効性を地域で実証し、社会実装に近づきます。

独創的な研究プロジェクトで革新的なデバイス開発のみならず予想もつかない新技術・新学術の創出も可能に

クリーンエネルギーの有効活用は地球規模で重要な課題の一つであり、国内外に多くの先進研究機関でも次世代蓄電技術や次世代エネルギーの研究が進められています。しかし少子高齢社会を見据えて「暮らしのスマート化」という具体的なテーマに絞り、理工系から人文系分野まで広域な学術分野が融合してデバイス開発からエネルギーマネジメント、社会システムの設計までを総合的に研究する例は他にありません。こうした独創的な研究プロジェクトだからこそ革新的なデバイスや技術はもとより、現時点では予想もつかない新しい技術や新たな学術の創出も可能になると期待しています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



SiCトランジスタを使った小型高効率充電器

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

有機生命資源の有効利用による電子・光機能材料の創製



プロジェクトリーダー

生命科学部応用化学科 教授

前田 大光 (写真 中央)

グループリーダー

薬学部創薬科学科 准教授

土肥 寿文 (写真 左)

生命科学部応用化学科 教授

民秋 均 (写真 右)

科学・技術の進展を導く 革新的な新規有機物質の創製に挑む

合成化学を基盤として既存にない有機物質を創製し
新たな電子・光機能を発現する革新的材料を開発する

医薬品・香料などの身近にある物質から、液晶や半導体などの電子・情報材料まで、有機材料は社会・産業のあらゆる領域で活用されていますが、近年とりわけ電子・光機能性材料の可能性に対する期待が高まっています。有機物質は原子・分子レベルから設計・合成することが可能であり、その配置を制御しやすいことに加え、無機材料と比べて原料が比較的安価であるなどの利点があります。また現在機能性材料の原料として用いられている有機資源の大部分は石油や石炭をもとに作られており、限られた化石資源や生命資源を有効活用する意味でも、より効率的に合成できる有機材料の開発が期待されています。何より地球環境におけるあらゆる現象は原子・分子の適切な配置が基盤となっており、その制御が実現できれば、人類が直面する多くの課題を本質的に解決するようなイノベーションをもたらすことも可能になるはずです。

そうした使命感のもと、本研究プロジェクトでは、合成化学を基盤としてこれまでにない有機物質を創製することによって、電子・光機能性をはじめ多様な物性を発現する機能性材料を開発することをめざしています。物質創製において多種多様な手法を徹底的に検討し、原子レベルでの適材配置による物質の精密な設計・合成、さらには分子レベルでの適材配置による集合体や高次構造の形成を通して、機能性材料として最適化することを目標に据えています。

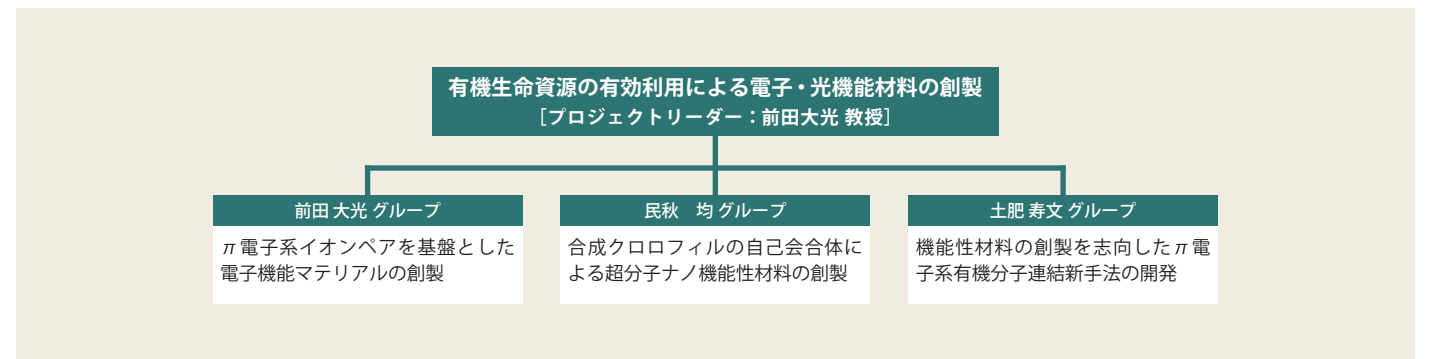
「有機化学」を共通項に多様な専門性を持つグループが
ダイナミックに融合・連携しながら研究を推進

本研究プロジェクトには「有機化学」を共通項とし、物理有機化学、生物有機化学、有機合成化学という専門領域の異なる3グループが参画し、互いの技術や知見を活かしあうことで、既存研究では得られない成果を見出そうとしています。

まず前田グループは、有機合成による π 電子系イオンペアを基盤として電子機能を有するさまざまなマテリアルの創製に挑んでいます。前田はこれまで π 電子系(π 共役系)を構成する分子の中でもイオン種との相互作用(会合)能を有するピロール環に着目し、 π 電子系分子の合成に取り組んできました。 π 電子系イオンの中でも負電荷を持つ π 電子系アニオンは反応性が高いため合成するのが難しく、その分子集合化の制御は世界的にもチャレンジングなテーマです。

前田はアニオンとの会合能を持つ π 電子系の設計・合成を実現し、それを疑似的な π 電子系アニオンとして利用することで対カチオンと交互に積層させた電荷積層型集合体の形成に成功し、さらに同一イオン種が並列に積層した電荷種分離配置型集合体の形成も可能にしています。さらにこれらの集合体構造を有する超分子ゲルや液晶への展開方法も見出しています。本グループではこうした成果をもとに、土肥グループがノウハウとして持つ新規の π 電子系骨格連結法も取り入れ、さまざまな π 電子系分子の合成・配置を試み、新たな物性を有する物質を創製することをめざします。

民秋グループでは、さまざまな有機合成手法を使って会合性クロロフィルを合成し、この会合性を利用した超分子ナノ機能性材料の創製に取り組んでいます。分子の自己集積化(会合)によって形成されるナノ構



造体は次世代の材料科学のブレークスルーとなるとして大きな期待が寄せられています。

民秋が研究対象とするクロロフィル(葉緑素)は植物の光合成で光を吸収・伝達するアンテナの役割を担っている色素分子です。民秋は光合成の光捕集機能やエネルギー伝達のメカニズムを解明し、その特性を活用して人工光合成システムの構築をめざす研究において世界をリードしています。これまでにクロロフィル金属錯体を用いて数多くのJ型クロロフィル会合体を系統的にかつ簡便に得る方法を開発してきました。本グループでは、緑色嫌気性光合成細菌の持つクロロフィルをモデルとしてこれまでにない会合性クロロフィルを人工的に合成しようとしています。さらに合成クロロフィルの自己集積(会合)能を利用して会合度や大きさ、ナノ構造を制御することで、新しい物性を有する超分子自己会合体を創製します。これらの会合性クロロフィルを新たな機能を持った超分子材料の開発につなげるとともに、まだ誰も達成していない人工光合成系の創製に近づきたいと考えています。

土肥グループでは、 π 電子系有機分子連結において新たな手法を開発し、既存にない分子骨格を持つ物質の合成をめざしています。土肥らの研究室ではクロスカップリング反応を用いた有機合成手法の開発において先進的な研究を行っています。とりわけ異なる芳香環を結合させるクロスカップリング反応の研究で他をリードしており、これまでに超原子価ヨウ素の特異な性質を利用し、フェノール類やアルキルベンゼン類、ヘテロ芳香環などの直截的な化学変換に成功しています。

土肥は、これまでの成果を活かし、本来クロスカップリングでは不可欠

なレアメタルなどの希少な化学資源を用いずに有用な骨格を構築する新規合成法を実現し、新規物質の合成を試みます。その一つとして芳香環の連結を制御しながら連続的に行う「繰り返し連結法」を進展させ、高度に構造制御された混合オリゴアレーン類の簡便な合成法の確立に取り組みます。新たに開発した手法を用いて合成した新規骨格の物質を他の前田・民秋グループの研究素材として展開していきます。

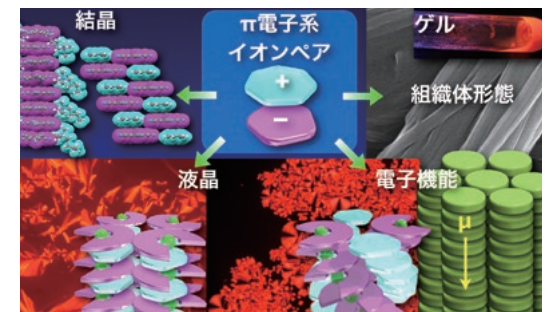
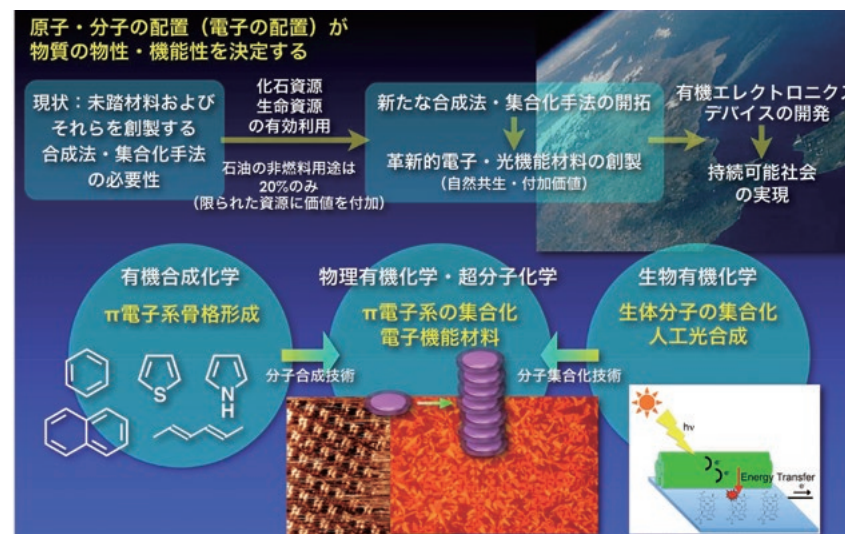
これまでにない原理に基づいて新規有機材料を開発し
科学・技術の進展と産業の発展に貢献したい

3グループでの研究を通じて物質の原子・分子レベルでの相互作用(結合・会合)と発現する物性・機能性の相関を整理し、多種多様な物質・材料ライブラリーの構築も可能にしたいと考えています。

科学・技術や産業をさらなる発展に導くには、既存の機能性物質の改良に留まらず、まったく新しい原理に基づいて既存にない物質を創製し、既存にない機能を発現させる必要があります。それには素材の化学的な性質や特異性を十分理解し、原子・分子レベルからマテリアル開発の方法論を根本的に考えていく基礎研究が欠かせません。

今日有機化学分野は専門が細分化され、専門の垣根を超えた融合や連携はかつて多くはありません。本研究プロジェクトでは身近な環境で3分野が緊密かつダイナミックに連携することでアイデアを創発し、既存の研究を凌駕する有機物質の創製が実現できると期待しています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



π 電子系イオンからなる集合体および電子機能性マテリアル

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

先端材料に基づくロボティクス・イノベーション

プロジェクトリーダー
理工学部ロボティクス学科 教授
川村 貞夫 (写真 左3人目)

グループリーダー
理工学部ロボティクス学科 教授
平井 慎一 (写真 左1人目)

生命科学部応用化学学科 教授
堤 治 (写真 左2人目)

理工学部ロボティクス学科 准教授
岡田 志麻 (写真 右3人目)

理工学部ロボティクス学科 教授
馬 書根 (写真 右2人目)

理工学部ロボティクス学科 教授
小澤 隆太 (写真 右1人目)



有機材料が広げる柔らかく、軽く、小さいロボットの可能性

ロボティクス分野と材料工学分野が連携し
新規材料を使った新しいロボティクスを創造する

20世紀後半のコンピュータの発達と足並みをそろえるようにロボティクスは加速度的に進化を遂げてきました。いまや世界で100万台以上もの産業用ロボットが利用され、ものづくりの現場になくはならないものとなっています。しかしその一方でロボティクスにおける根本的な課題も浮き彫りになってきました。その最たるものが金属材料を使った剛体を基盤とするロボットの実現方法です。構造物、センサ、アクチュエータのいずれの材料にも金属が使われるため、ロボットは硬く、重く、大きくなる上、関節部の柔軟性や滑らかな動きにも限界があり、こうしたデメリットが多様な分野への展開を阻んでいます。本研究プロジェクトでは、金属材料に代わる先端材料を導入することでロボティクスを基礎理論から再構築するとともに機構設計や制御、利用方法を刷新し、課題の解決を目指しています。

本研究プロジェクトの強みの一つは、ロボティクス分野の研究者に加え、これまでに例のない材料工学の研究者が参画していることです。このような連携を通じて新しいロボティクスを創造できると期待しています。

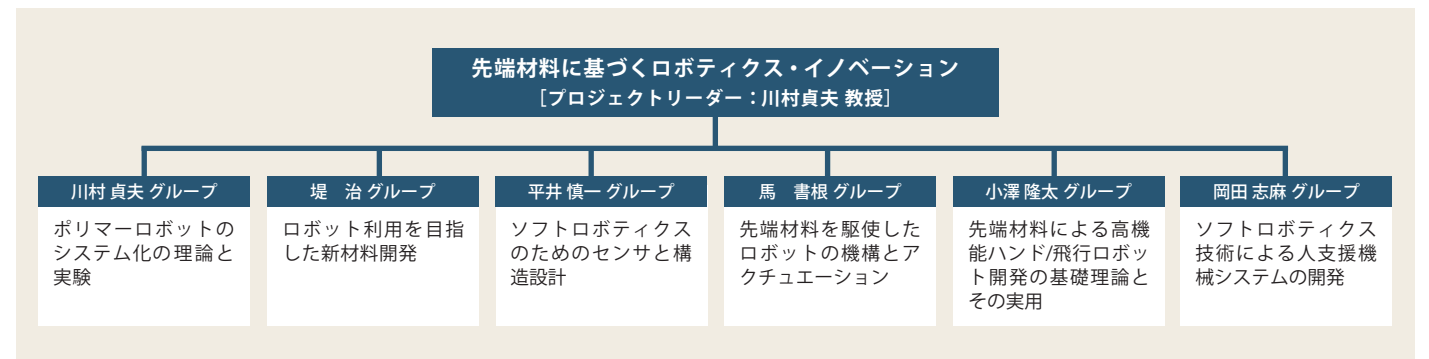
ロボティクス分野になかった有機材料を使って
柔らかいアクチュエータや小型センサを開発する

本研究プロジェクトでは、6つのグループに分かれて研究を進めます。まず各グループの研究開発の要となる新規材料の開発・提供を担うのが、堤グループです。堤はこれまで高分子や分子集合体を基盤材料に用いて光・電子機能材料の開発に取り組んできました。その成果を生かし、ロボットの軽量化、小型化、柔軟化に貢献する有機材料の開発を進めていま

す。その一つとして力点を置くのが、液晶です。堤は刺激を与えると凝集構造が変化するという液晶の性質を利用し、外部刺激によって発光色が変化する材料の開発に成功する他、フォトクロミック化合物を用いた光応答性の液晶材料も開発しています。本グループではこれらの技術を利用してナノスケールの応力センサや圧力センサを開発し、ロボットへの実装を検討します。またロボットを動かす粘性・弾性要素を担う新有機材料も開発していきます。

続いて川村グループでは、これまでロボティクス分野ではあまり利用されてこなかった高分子材料を用いて「オールプラスチック」のロボットを実現しようとしています。川村は、すでにプラスチック膜材料を使った極軽量、柔軟な空気圧駆動インフレータブルロボットアームを完成させるなど、金属材料を使わない機構や制御法の開発で実績を重ねています。本グループでは、ポリウレタン材料や圧電材料などを利用した柔軟な接触センサや力センサを開発しようとしています。いずれは精緻な位置制御や力の制御をすべて高分子材料で実現し、「オールプラスチック材料」のロボットアームの開発を目指します。

次に平井グループでは、高分子材料を利用した「柔らかい」アクチュエータやロボット機構の開発に取り組んでいます。目下進めているのが「食品ハンドリング」技術の開発です。形状や固さが多様な食品を掴むには、形状や位置のバラツキに対応すると同時に、食品をつぶさないよう掴む力にも精緻な制御を必要とします。平井は位置決め誤差を吸収する方法を開発することに加え、柔軟物の把持に適した把持方法を探索。張力や圧力によって糸の電気抵抗が変化する性質を持つ感圧導電糸を使い、物体をソフトに掴むロボットハンドの設計・製作に取り組んでいます。実現すれば、いまだ人の手によって行われている惣菜の弁当箱へのピッキング作業など食品加工現場の自動化に貢献できます。



一方馬グループは、管内などの狭隘環境を進むヘビ型管内検査ロボットや、水中や泥水、ガレキなどの悪路にも対応できる移動ロボットなど、これまで「硬い」金属材料を使って自由度の高いロボットの開発に成功してきました。本グループでは、この「硬」機械金属要素に新素材の「軟」要素を取り入れることで、新しい可能性を追究します。関節部やアクチュエータ、本体フレームに剛体に代わって非線形粘弾性を持つ新素材を活用することで機能を高めたり、環境適応性を向上させる他、省アクチュエータ化、小型化・軽量化を実現しようとしています。加えて、新素材を使ったロボットを製造するのに欠かせない設計理論の確立も目指します。将来的には体内マイクロマシンなど極限まで小型化・軽量化したロボットの開発にも可能性を広げたいと考えています。

5つめの小澤グループでは、柔らかく軽量な先端材料をロボットシステムへ応用することで、高機能化を図ります。その代表として着目するのが、無人飛行艇 (UAV) とロボットハンドです。材料分野との連携によって先端材料をこれらに導入することで、UAVに搭載可能な軽量なロボットアームやハンドを開発します。また、高分子材料などによって、作業の状況を把握できる皮膚を持ったロボットハンドや接触作業を滑らかに行うための柔らかな皮膚を持ったロボットハンドを開発し、高機能で柔らかなハンドリングやマニピュレーションの実現を目指します。

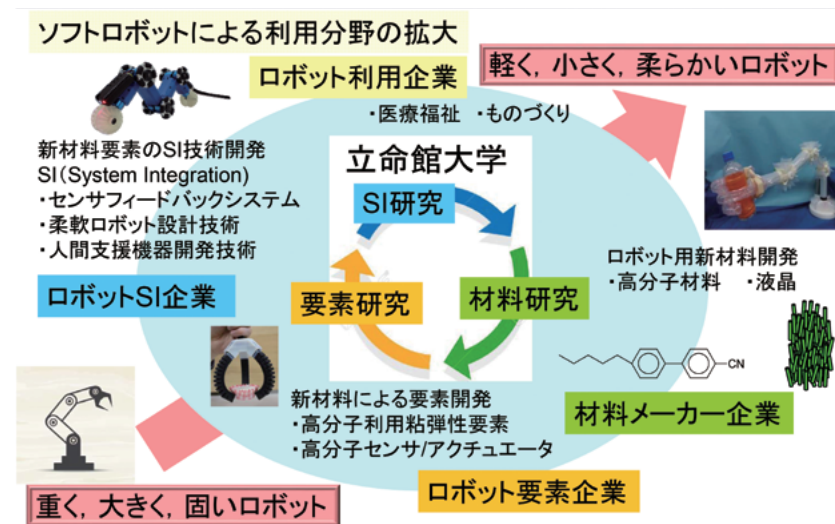
最後に岡田グループでは、開発された先端材料を十分に活用し、ソフトロボティクス技術による人支援機械システムの開発とその実用を考えます。まず、ソフトロボットによる人身体的位置/姿勢変化の科学と技術を

構築します。特に、実利用として「睡眠」を対象として、快眠誘導によって心身の健康を増進するためのポリマーロボットの開発を進めています。次に、ヒトセンシングにおけるセンサ/アクチュエータ設置問題の解決を検討します。他のグループのソフトロボティクスの研究成果を人支援機械開発に結びつけます。さらに、他のグループの成果を活用して、ソフトロボティクス技術における直観的な操作のためのインターフェース開発を行います。このように、新材料、センサやアクチュエータ、ソフトロボットを研究する他グループと密に連携し、知見を共有しながら開発を進めています。

世界にまだない小型・軽量・柔軟なロボットを開発し
サービス、医療、エンターテインメントへ可能性を広げる

これまで連携のなかったロボット工学分野と材料工学分野が連携することで、単独ディシプリンでは決して生まれることのなかった新しい発想や新しい材料を創出し、ロボット開発にイノベーションを起こすことが目標です。さらにはこれらの研究を通じて、世界的にもまだ実現していない小型・軽量・柔軟なロボットのシステム統合の技術や科学を確立し、産業用ロボット分野のみならず、サービス、福祉、医療、生活支援、エンターテインメントなど新しい分野でのロボット利用と市場開拓の可能性を広げたいと考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



プラスチック膜材料を使ったインフレータブルロボットアーム

Contact
立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス 077-561-3412 (平日9:00～17:30)

からだ活性化総合科学技術研究拠点

プロジェクトリーダー

理工学部機械工学科 教授

小西 聡 (写真 中央)

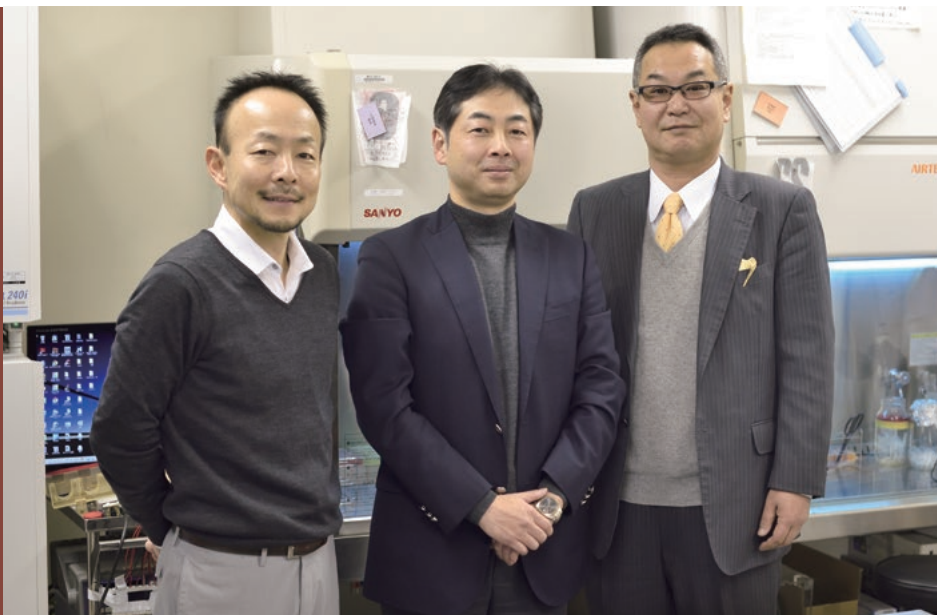
グループリーダー

スポーツ健康科学部 スポーツ健康科学科 教授

藤田 聡 (写真 左)

薬学部薬学科 教授

藤田 卓也 (写真 右)



工学、薬学、生理学の融合が生み出す「からだを活性化する」新技術

「筋機能」を中心に人のからだの活性化と
そのためのツール・技術の開発に挑む

本研究プロジェクトでは、「人のからだを活性化すること」を最終目的に、そのための科学技術の実現と社会実装に取り組んでいます。とりわけ高齢化の進む現代社会において重要なテーマとして着目するのが、「筋機能」です。加齢に伴う骨格筋量と筋機能の低下は「サルコペニア」と呼ばれ、骨折や寝たきりのリスクを増大するだけでなく、糖尿病や心疾患といった生活習慣病に関わる重篤な疾患を引き起こすリスク因子として認識されています。本研究プロジェクトでは、筋機能に焦点を当てながら、からだを元気にする方策を探究するとともに、実現技術の研究開発に取り組めます。プロジェクトの研究結果がサルコペニアの予防や生活習慣病対策に活用されることにより、高齢者のQOLの向上や健康寿命の延長、ひいては国家的な課題である医療・介護費の低減に寄与することが期待できます。最先端の学術的な成果を医療や創薬、健康分野に実装することを通して、産業への貢献を考えています。

サルコペニアの予防を目指すとともに
遺伝子や幹細胞、マイクロマシンを使った技術を開発

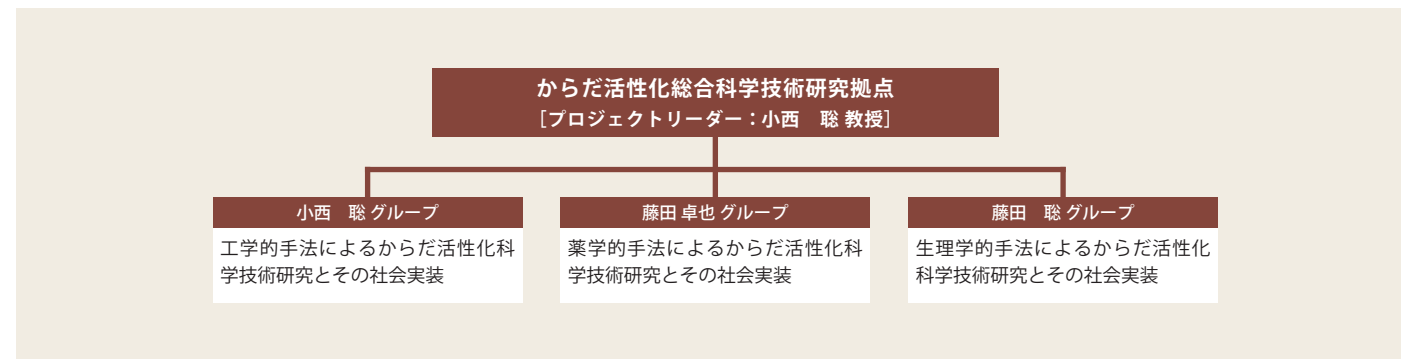
からだを活性化する方法には、薬剤やサプリメントなどの活性化物質を経口や経皮から摂取したり、注射などで血管や皮下に投入する他、最近では、血管に遺伝子を注入する遺伝子治療や幹細胞を標的場所に直接投入するといった新しい手法も注目されています。本研究プロジェクトでは、骨格筋や心筋を肥大・成長させるため、運動や栄養摂取の他、幹細胞の直接投入、物質的な刺激を与えるなどさまざまな手法を検討します。ま

た遺伝子や幹細胞、マイクロマシンなどの特徴ある技術を駆使した独創的な手法の実現のために必要なツールの開発にも取り組みます。これらの活動においては、工学、薬学、生理学の3つの異なる分野が連携し、各々の持つ技術を融合して難題に挑んでいます。

まず、生理学のアプローチで筋肉を維持・成長させる方法を見出し、サルコペニアの予防のみならず、加齢に伴うさまざまな疾患の予防・改善を目指すのが藤田（聡）グループです。人や動物モデルに加えて培養細胞を使った実験で骨格筋に対する運動刺激の効果や機能性食品などの食因子による筋肥大効果を検討し、そのメカニズムを解明します。また高齢のモデル動物を用いて、加齢に伴う骨格筋の形態の変化や、糖・脂質代謝、脳機能への影響を評価し、最適な運動や栄養介入の方法を分子レベルで評価します。特にからだの活性化因子として注目するのが、「間葉系幹細胞（MSC）」です。MSCは筋肉、神経、すい臓、脂肪など体を構成する組織の細胞に分化する多分化能を持つ幹細胞で、筋機能の改善のみならず、糖尿病改善などが期待されます。このMSCを高齢モデル動物の体内に投与し、骨格筋の形態変化や糖代謝調整への効果を明らかにします。

一方で、人による臨床試験も予定しています。若年、および高齢の被験者を対象に、運動機能の改善を目的とした運動や、短期・長期で機能性食品の投与を行い、血液や骨格筋組織を分析。運動・栄養などの活性化刺激に対する応答性の違いを調べようとしています。こうした運動・栄養指導と先述の幹細胞の投入などとの最適な組み合わせを見出すことで、サルコペニアとその関連疾患の予防・改善を飛躍的に進歩させることを目指します。

藤田（聡）グループの研究を推進し、社会実装を実現するためには、それに適したツールの開発も欠かせません。それを担うのが、藤田（卓）グループ、小西グループです。藤田（卓）グループでは、薬学的な視点から薬物、遺伝子、細胞などを体内の標的場所に的確に運ぶデリバリー技術の研



究に取り組んでいます。特に遺伝子や幹細胞を投入する新手法では、体内の標的組織に確実に活性化因子を届ける技術が必要です。例えば磁性を付与したリボソームを幹細胞に導入し、磁性によって幹細胞を標的組織に運ぶデリバリー技術の開発もその一つです。また小西グループの持つマイクロマシンやドラッグデリバリー技術との融合により、遺伝子や細胞集積のための生体内埋め込み型のナノデバイスや、熱や圧力、電磁的な刺激などの外部刺激を与える体内マイクロマシンの開発を目指しています。

特に注力するのが間葉系幹細胞（MSC）を活用するための技術開発です。先述の通りMSCは分化することで損傷組織を保管し、組織を修復する働きがあり、また同様の役割を果たすiPS細胞、ES細胞に比べて安全性に優れているため、すでに多くの臨床試験が進められています。しかし組織に移植した際の細胞の組織集積性はまだ十分とはいえず、損傷部位への集積性や生着・分化を促進するための新たな技術が求められています。そこで小西グループと連携し、MSCを標的組織にデリバリーする技術の研究に加え、目的とする組織に分化させるため、オンチップ環境で生体因子環境の最適化を評価するデバイスの開発にも取り組んでいます。これが成功すれば、MSCの導入を阻む課題を克服するための大きなブレークスルーになり得ます。

最後に小西グループでは、これまで培ってきたセンサやマイクロマシン、マイクロロボティクス研究のポテンシャルを生かし、ドラッグデリバリー技術や体内マイクロマシン、低侵襲活性化ツールの開発を進めています。例えば、藤田（聡）グループが行う臨床試験では、サンプル収集が困

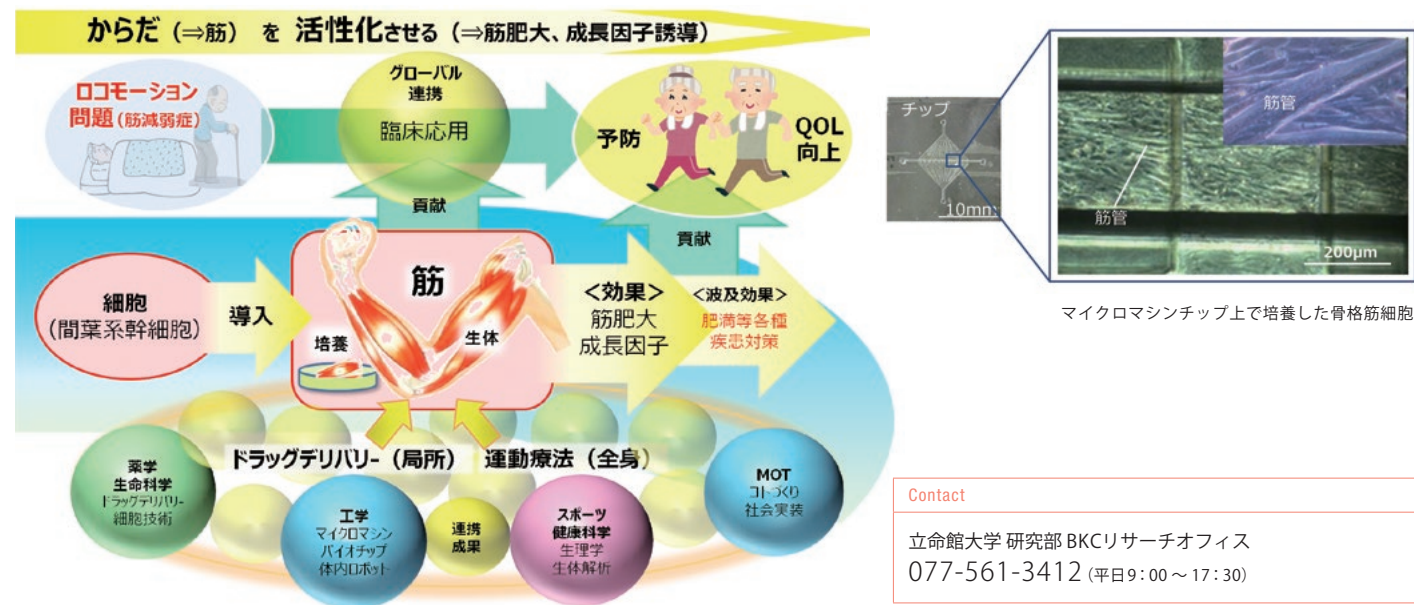
難であることが課題となっています。血液や骨格筋組織の採取は痛みを伴うために抵抗が大きい上、専門技術を持つ限られた機関でしか扱えないためです。そこで本グループでは、低侵襲で血液や組織といった生体標本を採取できるデバイスや生体センシング技術を開発し、この課題の克服を目指しています。またこれまでに遺伝子を標的組織にデリバリーする体内埋め込み型のマイクロマシンの開発や人工腸管のようなオンチップ生命体の開発実績を重ねています。こうした研究の蓄積を生かし、先述の藤田（卓）グループと連携し、新たなドラッグデリバリー技術や体内マイクロマシンの開発を進めています。

異分野を融合したプロジェクトの特徴を生かし
医工薬の連携を橋渡しできる若手人材の育成にも取り組む

以上のように、からだを活性化するデバイスや技術を開発するとともに、社会実装することまでを目標に据えています。

加えて「異分野融合」というプロジェクトの環境を生かし、複数の専門性を有し、医工薬連携を橋渡しできる若手人材の育成にも取り組みます。産業界でもこれまでのような専門性を追求する技術開発だけでなく、異分野との連携・融合によってイノベーションを創出することが求められています。確かなプライマリプロフェSSIONナルを持ちつつ第二、第三の専門性を獲得し、異分野と連携できる。そうした力を持った若手研究者を育成することも本研究プロジェクトの役割だと考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



視機能再構築に向けたシステム視覚科学研究拠点



プロジェクトリーダー

情報理工学部情報理工学科 教授

北野 勝則 (写真 中央)

グループリーダー

生命科学部生命医科学科 准教授

川村 晃久 (写真 左)

薬学部創薬科学科 教授

小池 千恵子 (写真 右)

再生医療技術による「眼」の再生を可能にする 数理モデルを構築

再生医療、神経科学、情報科学の3領域が融合
iPS細胞で網膜機能を再構築し、眼疾患の治療に生かす

「眼」(網膜)は、視覚情報を脳に伝達する中枢神経系の一つです。本研究プロジェクトでは、iPS細胞を使ってこの網膜機能を再構築することで視覚情報伝達のメカニズムを解明し、その数理モデルを構築するとともに視覚再生技術の高度化に取り組んでいます。

高齢化に伴い、加齢黄斑変性症など網膜疾患は年々増加しています。網膜疾患は直接死に至らないものの人々のQOL (quality of life) を著しく低下させる上、医療・介護費の増大など社会的負担を増すことにもつながるため、網膜再生技術の向上は社会的にも大きな意味を持っています。

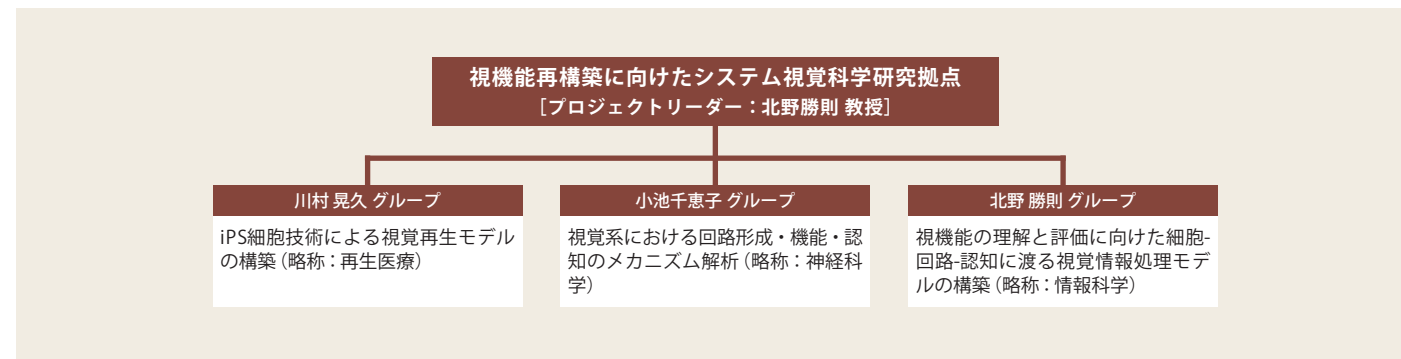
また先ごろ網膜疾患に対して人類初のiPS細胞の臨床応用が成功したことが伝えられましたが、いまだ網膜機能を十分に再構築するには至っていません。もしそれを実現できれば、iPS細胞技術を筆頭に日本が高い競争力を持つ再生医療分野をさらに進展させるものとして世界に大きなインパクトを与えることが期待されます。本研究プロジェクトでは網膜再生研究で世界をリードする理化学研究所と連携し、iPS細胞精製技術に磨きをかけます。加えて本研究プロジェクトの特長は、iPS細胞研究の成果を臨床応用に直結させ、経験的治療で終わらせるのではなく、情報系・生物系・工学系・心理系といった異分野が融合して網膜回路形成や機構を明らかにし、網膜治療に実用可能な神経回路の計算モデルを構築するところにあります。これにより、より高効率で高品質な再生網膜の開発が可能になります。

iPS細胞を使った網膜組織の再生、網膜機能の解析を経て
網膜神経回路シミュレーションモデルを構築する

研究にあたっては、再生医療、神経科学、情報科学の3つのグループが連携しながら進めます。まず再生医療グループがiPS細胞樹立技術を開発し、それをもとに3次元網膜組織を作製します。それを用いて神経科学グループが網膜機能を解析し、その結果を材料として情報科学グループが網膜機能のシミュレーションモデルの構築を目指します。

最初に再生医療研究を担う川村グループでは、iPS細胞樹立における問題点を克服してさまざまな動物種からiPS細胞を樹立し、3次元網膜組織の作製に挑みます。iPS細胞の樹立技術はいまだ完全には確立されておらず、作製効率の悪さや分化能の低さ、さらにはがん化する危険など安全性にも課題を残しています。川村は、これまでにiPS細胞の作製過程を詳細に解析する独自の手法を見出しています。この成果を生かし、本グループでは理化学研究所と共同でiPS細胞が形成されるメカニズムを解析し、とりわけ視神経への分化誘導に優れ、がん化リスクの低い高品質で安全性の高いiPS細胞株の作製技術を開発します。次にこの技術を使い、ヒト、そしてマウスやジリスといったげっ歯類の体細胞から実際に高品質iPS細胞を作製し、他グループに研究材料として提供します。中でもジリスは、全視細胞の70%を錐体視細胞が占めているのが特徴です。錐体視細胞は光情報を神経シグナルに変換する視細胞の一つで、鮮やかな色彩を捉えることに関与しており、ジリスの視細胞はヒトの網膜の機能を明らかにする上で極めて有効なモデルです。

次に神経科学を専門とする小池グループは、網膜回路を構成する一細胞から網膜組織、視神経の投射先を介した認知応答までを研究対象としており、分子から組織・個体に対して視機能という側面から、階層横断的



解析を行います。網膜は哺乳類にとって唯一の光感受性器官です。「光」という入力刺激が視細胞で神経シグナルに変換され、神経節細胞を伝って脳へと出力(伝達)します。このように、入力刺激から出力刺激までの経路を辿りやすい網膜は、中枢神経系のシナプスを介した情報伝達のメカニズムを解析する格好のモデルといえます。本グループでは、川村グループから提供されたiPS細胞由来の網膜を用いて中枢神経系のシナプス形成分子機構を解明するとともに、色彩を捉えることに関与する錐体視細胞、物の形を捉えることに関与する双極細胞間のシナプスが形成される機構を分子レベルで解き明かします。次に、電気生理学的技術を使って細胞レベルから細胞間ネットワークまでを解析し、視覚機能を明らかにします。最後に実際に遺伝子改変マウスなどを使って視覚行動を分析し、収集したデータを数理モデル構築に役立てます。

最後に情報科学研究者が中心となった北野グループでは、細胞レベル、網膜回路レベル、そして認知レベルの3階層でモデルを構築。光を受容する入力部分の詳細な機構から中枢における視覚の特性について、医療などへの応用を可能にするシミュレーションモデル・評価基準の確立を目指します。まず細胞レベルでは、光に対する反応特性を捉える極めて高精度な光電位変換モデルを実現しようとしています。さらにそれを発展させ、エネルギー代謝や生体環境の維持も含めた網膜生理機能モデルを構築します。次に網膜回路レベルでは、主に時間成分を処理する「垂直方向」の情報伝達経路と空間成分を処理する「水平方向」の情報伝達経路のモデル化を実現します。北野グループでは、光信号を視細胞で神経信号に変換し、視細胞から双極細胞を経て神経節細胞へとつながる経路などの信号

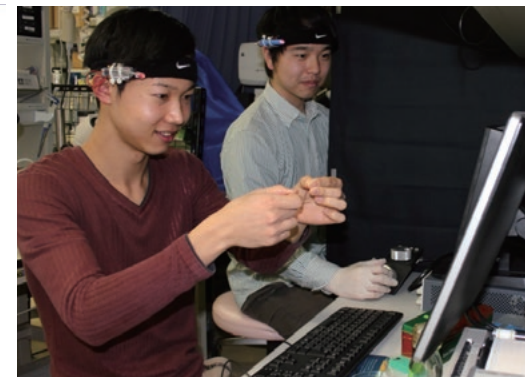
伝達特性を記述できる数理モデルを構築し、コンピュータ上に網膜神経回路シミュレーションモデルを確立します。さらに認知レベルでは、健常者あるいは眼疾患患者を対象に、視覚情報(光)の物理的特性と実際に人がどのように視覚情報を認識しているかといった認知レベルの特性の差異を定量化し、視環境評価指標を策定します。

網膜だけでなく、脳神経の再構築の足がかりに
将来は脳神経系の再生医療にも貢献したい

網膜機能を数理的に明らかにし、網膜神経回路のシミュレーションモデルを構築するということは、「網膜の設計図」を手に入れることを意味します。加えてiPS細胞によってリアルな網膜神経回路組織を再生する術を得ることで、将来は機能とコストの両面を鑑みた実用可能な再生網膜を開発し、眼疾患治療に役立つことができると期待しています。

加えて網膜機能の数理モデルは、網膜のみならず、脳を理解する大きな足がかりになります。脳などの中枢神経系はシナプスを介した「回路」を形成して初めて機能します。たとえiPS細胞によって各細胞を再生できたとしても、各細胞・組織間のつながりを理解し、正しく回路を形成できなければ、脳を再生することはできません。現在、世界で脳のメカニズムを解明しようとする研究が進んでいますが、日本はその先端から後れを取っているのが実情です。本研究プロジェクトは、その進展を後押しするとともに、脳神経系の損傷や疾患に向けた再生医療にも貢献するパイロットケースになり得ると考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



網膜内の電気生理応答をパッチクランプ法により解析

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

次世代人工知能と記号学の国際融合研究拠点



プロジェクトリーダー

情報理工学部情報理工学科 教授

谷口 忠大 (写真 右3人目)

グループリーダー

テクノロジー・マネジメント研究科 教授

青山 敦 (写真 左1人目)

情報理工学部情報理工学科 教授

西浦 敬信 (写真 左2人目)

先端総合学術研究科 教授

吉田 寛 (写真 左3人目)

情報理工学部情報理工学科 教授

島田 伸敬 (写真 右2人目)

情報理工学部情報理工学科 教授

和田 隆広 (写真 右1人目)

人とのコミュニケーションを通じて 自ら知識を拡張する次世代人工知能を開発する

「記号創発システム論」の視点から

人間との相互作用を通じて学習する人工知能の開発に挑む

この10年間で人工知能は飛躍的に進化を遂げ、家庭から産業界まで幅広い分野で活用されるようになりましたが、いまだ解決しなければならない多くの課題を残しています。

人手によってラベルデータと呼ばれる正解情報を付与したビッグデータをあらかじめ与え、ディープラーニングをはじめとする機械学習によって「グローバルな知識」を獲得することが出来るようになりました。しかし、それだけでは限界があります。家庭やオフィスといった生活空間はその場所に関係する「ローカルな知識」に満ちており、それらに人手によってラベルデータをつと与えていくことは現実的に困難です。家庭やオフィスに進出したロボットは人間を含んだ環境との自然なインタラクションを通して「ローカルな知識」を獲得していく必要があります。本研究プロジェクトでは、こうした課題を解決し得る次世代人工知能として、人間とのコミュニケーション・相互作用を通じて自ら知識を拡張していくことのできる革新的な人工知能の開発に挑みます。

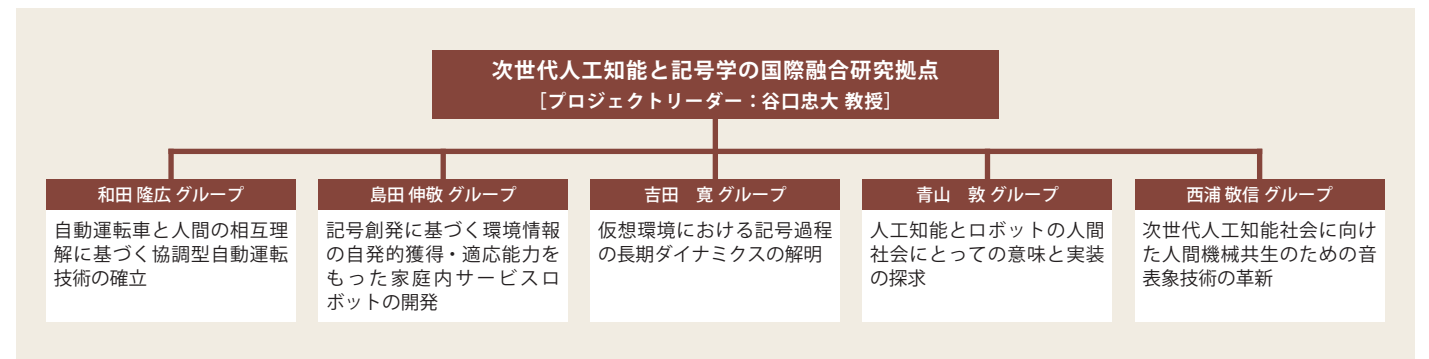
そのカギとなるのが、人間のコミュニケーションの媒体である「記号」への理解です。プロジェクトリーダーである谷口は約10年前より情報科学と記号学をつなぐ学術理論として「記号創発システム論」を展開してきました。本研究プロジェクトではこの「記号創発」を軸に、「記号」を媒介に人間との長期的なコミュニケーションや環境との相互作用を通じて学習し、協調し、調和する次世代人工知能の実現を目指します。

「記号学」への理解を深め

人工知能への応用可能性を模索する

本研究プロジェクトでは5つのグループに分かれて研究を進めます。まず和田グループは、自動運転車を対象として「人間と自動運転車が相互作用を通じて学習する機能」を開発し、より安全で快適な知的自動車の実現を目指します。自動運転システムが機能限界に陥った場合に、システムに代わって人間が運転操作を引き継ぐこと（権限移譲）が求められる場合があります。また乗員にとって安心であり快適と感じる自動運転を実現することが重要です。そこで本グループでは、人間と自動運転車の関わりについて研究しています。その基盤技術として、自動運転車と人間とのコミュニケーションを可能とするインターフェースを開発。具体的には権限移譲の前段階で人間と自動化システムが共に運転に関わる運転共有技術を開発中です。これによって安全な権限委譲や、互いの情報伝達に基づく相互理解を目指します。一方で、安心感や快適性を考慮した自動運転車の制御手法の開発も進めています。人間の運転行動や自己運動に関する快適性を数理モデル化すると共に、その情報をもとに安全で、かつ人間が安心したり、快適に感じる運転を制御する手法の構築に取り組んでいます。また運転共有技術により、人間が安心、快適と感じる運転行動を教え込むことも可能になります。

続く島田グループでは、記号創発システム論の視点から環境情報を自発的に獲得し、適応する能力を持った家庭内サービスロボットの開発に取り組んでいます。人間の行動を経時的に観察（センシング）して道具を使う「プロセス」をモデリングし、多様な道具に共通する形状要素と操作の組み合わせから道具使いを概念として学習する手法を構築。それを転写して人と同じような手順で道具を操る能力を獲得していけるロボットを目指します。また人間観察に基づく学習や適応の技術を生かし、個別の人のメンタル



をモデリングし、個々人に最適なケアを行うパートナーロボットの開発も進めます。加えて本研究プロジェクトの中核である「人間とのコミュニケーションから新たな語彙（記号）を獲得しうる人工知能」の開発にも力を注ぎます。ロボットと人間のコミュニケーションを阻む最大の壁は、コミュニケーションの媒体である「言葉（記号）」の意味が文化や文脈によって異なることです。本グループでの研究を通じて人間の持つ文化的・文脈的コミュニケーションを人工知能で取り扱うための理論の確立に挑みます。

一方「記号創発システム論」に人文科学系の立ち位置から理論的肉づけを行うのが吉田グループです。先に述べた通り、既存の機械学習は物理的ふれあいや人間とのコミュニケーションを経ないという点で、人間にとっての記号や概念と人工知能のそれとの間には大きな隔たりがあります。本グループでは、人間が現実世界との物理的・身体的関わりを通して記号や概念を生成する仕組みを解き明かし、次世代人工知能に応用可能な記号理論を探究します。具体的には記号の中でも画像に焦点を当て、人間が知覚・経験している世界を平面上に転写したもののとしての像（画像）を信号システムとして解析し、人間にとっての像の意味を明らかにします。もう一つには、ゲームやシミュレーターなどの仮想環境での人間の認知や行動を記号論の枠組みで捉えます。こうした研究から「記号」への理解を深め、人工知能への応用可能性を探ります。

次に青山グループは、次世代人工知能やロボットを受け止める「社会」に着目し、人工知能とロボットの社会実装のあり方を模索しています。人工知能やロボットの発展は大きなビジネスチャンスであるだけでなく、人間の働き方や生き方、マネジメントを否応なく変質させる可能性を持っています。そこで次世代人工知能およびロボットの企業活動や社会への実装のあり方を分析・予測するとともに、それらが普及した際の人間の生きがいや

ケイパビリティ、幸福感への影響を評価します。これらを通じて人工知能とロボットがよりよい社会構築につながるための条件を明らかにし、社会実装へのロードマップを示したいと考えています。

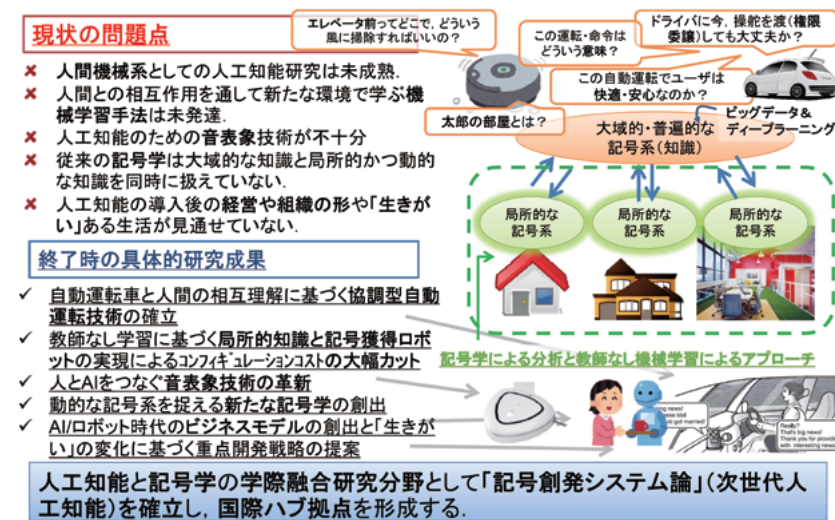
最後に西浦グループは、記号創発システム論の具体化を念頭に各研究を技術的に補完し、プロジェクト全体を加速させるブースターの役割を担います。人間と機械の「記号的」なコミュニケーションの主な媒体は「音表像」であることから、次世代人工知能の実現には人間の音声を的確に感知し、知覚し、認識する技術が欠かせません。本グループの持つ音声認識、音声合成、音響信号処理技術を自動運転自動車や家庭内ロボット研究に生かすことに加え、記号論の人文的研究にも情報理工学的視点から音表像に関する知見を提供します。また連携を通じて各グループからもフィードバックを受けることで新たな社会課題を発見し、音表像にまつわるさらなる技術開発につなげていきます。

少子高齢社会で活躍する介護・生活支援ロボットに

欠かせない次世代人工知能の開発でインパクトを与える

少子高齢化が進む社会においては、介護や生活をサポートするロボットなど人間とコミュニケーションを取りながらローカルやパーソナルな知識を自律的に獲得していく次世代人工知能の必要性はますます高まっていくと予想されます。人間と機械の両方を含んだこれまでにない人工知能の開発は、きっと社会に大きなインパクトを与えるものになるはずです。加えて、本研究プロジェクトでは情報学、工学、人文科学にまたがる学際的な組織体制で「記号創発ロボティクス」という新しい学術分野を盛り上げていくとともに、情報工学や記号学などに学術貢献する国際的なハブ拠点に育てていきます。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



コミュニケーションを通じてロボットに家庭での知識を教えていく

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

感覚統合をコアとした健康行動継続学の創成

プロジェクトリーダー

スポーツ健康科学部スポーツ健康科学科 准教授

塩澤 成弘 (写真 中央)

グループリーダー

情報理工学部情報理工学科 教授

李 周浩 (写真 左)

スポーツ健康科学部スポーツ健康科学科 教授

家光 素行 (写真 左中)

スポーツ健康科学部スポーツ健康科学科 教授

伊坂 忠夫 (写真 右中)

経営学部経営学科 教授

善本 哲夫 (写真 右)



視・聴・嗅覚を刺激して 創り出す「運動したくなる」環境

自発的な運動の開始・継続を促すモデルを構築し
社会システムへの実装を目指す

少子高齢化が進展する現代、介護や医療にかかる負担増加を抑えるために健康寿命の延伸が喫緊の課題であることは多くの人が知るところです。こうした健康の維持・増進において運動や身体活動が重要であることもまた周知の通りですが、「運動は健康に良い」と多くの人が理解しているに関わらず、実行に移せない人は少なくありません。しかし現代社会にはそうした人々の行動を変容させるプログラムや仕組みが十分整えられているとはいえないのが現状です。本研究プロジェクトでは、運動を強制することなく自発的に運動「したくなる」よう個人・小集団・コミュニティに意識・行動変容をもたらすというこれまでにないアプローチで、この現状を打開しようとしています。

人の「運動を始めたい」「続けたい」という感覚は個人の内部（体内）環境と外部（知覚）環境との相互作用に起因します。本研究プロジェクトでは、体内環境と知覚環境の制御による自発的な運動開始・継続のリファレンス・モデルを構築。健康行動としての運動の開始・継続を個人からコミュニティレベルまで各レベルで最適化し、最終的に社会システムとして実装することを目指しています。

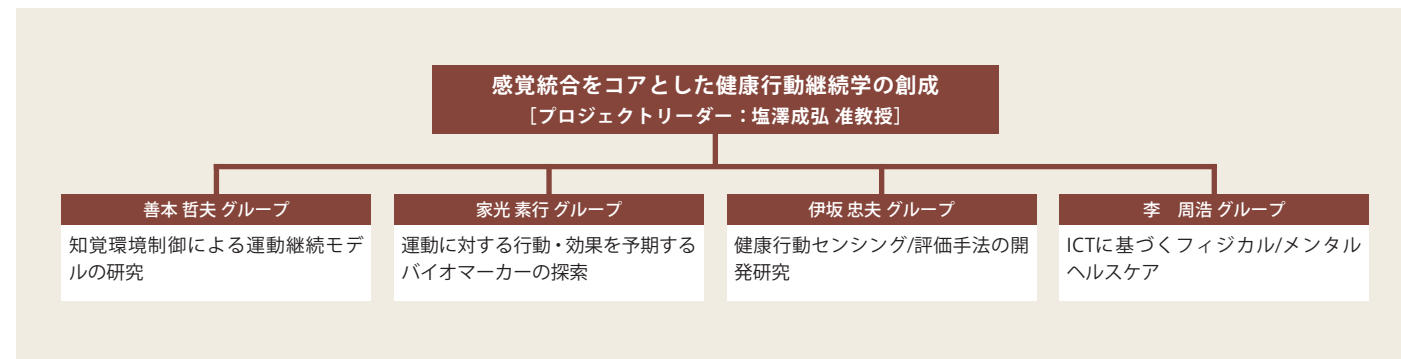
知覚環境、身体環境、行動センシング、ICTの4グループで
運動開始・継続のメカニズムと誘起方法を探索する

研究にあたっては知覚環境、身体環境、行動センシング、そしてICTを用いたフィジカル・メンタルケアの4つのグループに分かれ、運動の開始・継続のメカニズムを解明するとともにその誘起方法や評価方法の確立に

取り組みます。

まず知覚環境に焦点を当てる善本グループでは、視覚、聴覚、嗅覚に関わる知覚環境を制御し、この3つの感覚刺激によって自発的な運動と継続を実現しようとしています。グループメンバーはこれまでに嗅覚をセンシングして見える化する「嗅覚ディスプレイ技術」、音響を制御し「音のスポット」を作り出す音像技術、さらには光制御技術を用いた「メディア・エクスペリエンス」などの技術を蓄積してきました。本グループではこれらの技術を統合し、「知覚環境制御システム」について研究。光や音、香りなどの知覚環境を制御し、人の目・耳・鼻にマルチモーダルに働きかけて継続的な運動を誘導する非接触型のバーチャルリアリティ（VR）の開発を進めています。目標は個人・グループ単位の運動目的によって最適な感覚刺激を与えることのできる局所的な知覚統合VR環境、すなわち「運動を楽しむ固有スポット」を創造することです。さらに3つの感覚に加えて触覚（風）や温覚・冷覚（温度）、味覚などにも対象を広げ、非接触型VR技術の研究を進めます。最終的には空間デザインなどと統合し、社会実装することまでを視野に入れています。

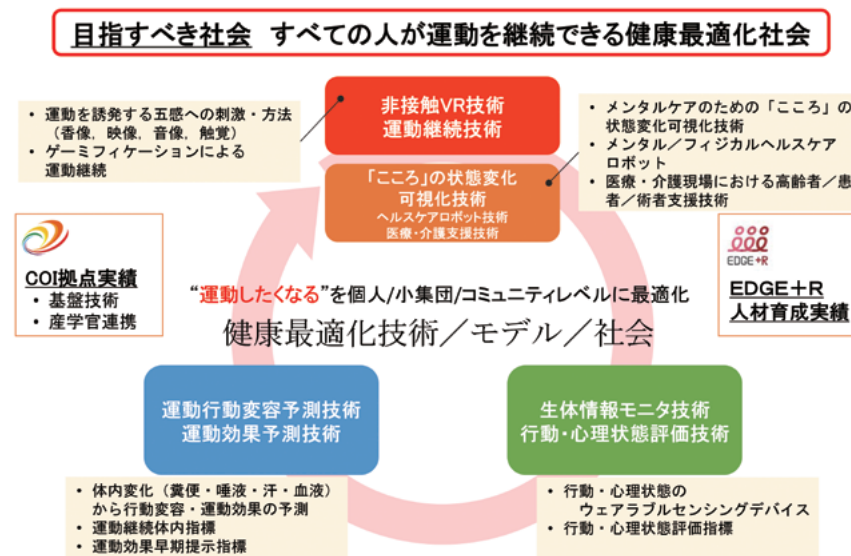
続いて身体環境に着目する家光グループは、運動継続に関係する脳内ホルモンやサイトカインなどの生理活性物質を対象に分子生物学的な視座から運動継続を促進・評価する手法を研究しています。多くの人が運動を持続できない理由の一つとして、運動効果を得るのに時間がかかることが挙げられます。体外に見えるかたちで運動効果を実感するには数か月以上に及ぶ長期間の運動継続が必要ですが、多くの人はそれまでにモチベーションが低下し、ドロップアウトしてしまいます。もしより短期間・あるいは即時に現れる「体内で起こっている運動効果」を把握できれば、運動に対するモチベーションを維持しやすくなるはずです。また脳内で褒賞・報酬作用に関わる刺激を働かせることでも運動の実施・継続を



促すことが可能です。そこで本グループでは、血液や唾液、糞尿といった人から比較的容易に採取できるサンプルから運動に対する行動変容をもたらしたり、運動効果を測るマーカーになり得るホルモンやペプチド、代謝産物、腸内細菌を網羅的に解析し、同定します。さらにこれらの成果をもとに体内の変化を指標として運動の誘導・継続の効果をモニタリングし、運動の誘導・継続を実現する効果的なシステムの確立につなげます。3つめの健康行動センシングを研究する伊坂グループでは、ウェアラブルセンシング技術を用いて日常生活の行動・心理の変容を捉え、それを個人、小集団、コミュニティの各レベルで評価する方法を探索しています。健康行動をセンシングするデバイスとして、「文部科学省・革新的イノベーション創出プログラム事業」において立命館大学で開発中のスマートウェアをベースに、心拍数などの生体情報を計測するセンサを実装したスマートウェアの開発を進めています。このスマートウェアで計測した生体信号から行動や心理状態を定量的に評価するための計測項目を検討し、評価手法を確立。それを用いて生体信号と健康行動変容との関係を解明し、健康行動の最適化モデルの構築に生かします。

最後のフィジカル・メンタルヘルスケアを研究する李グループでは、ICTを駆使して「こころ」と「身体」の両面から健康をケアする手法と技術を開発しています。一つには、カウンセリングの電子カルテや近赤外線脳機能イメージング装置から得たデータをもとに「こころ」の状態変化を可視化する技術を開発し、ロボットとのインタラクションによって人のこころをケアするロボットセラピーシステムに生かすことを目指しています。もう一方では「身体」のヘルスケアに着目。コンピュータビジョンを

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



立命館大学スポーツ健康コモンズで行われたスマートウェアと超音波スピーカーを活用した産官学地多世代交流運動イベントの様子。

Contact

立命館大学 研究部 BKCリサーチオフィス
077-561-3412 (平日9:00～17:30)

修復的司法観による少子高齢化社会に寄り添う 法・社会システムの再構築

プロジェクトリーダー

総合心理学部総合心理学科 准教授

若林 宏輔 (写真 左)

グループリーダー

政策科学部政策科学科 教授

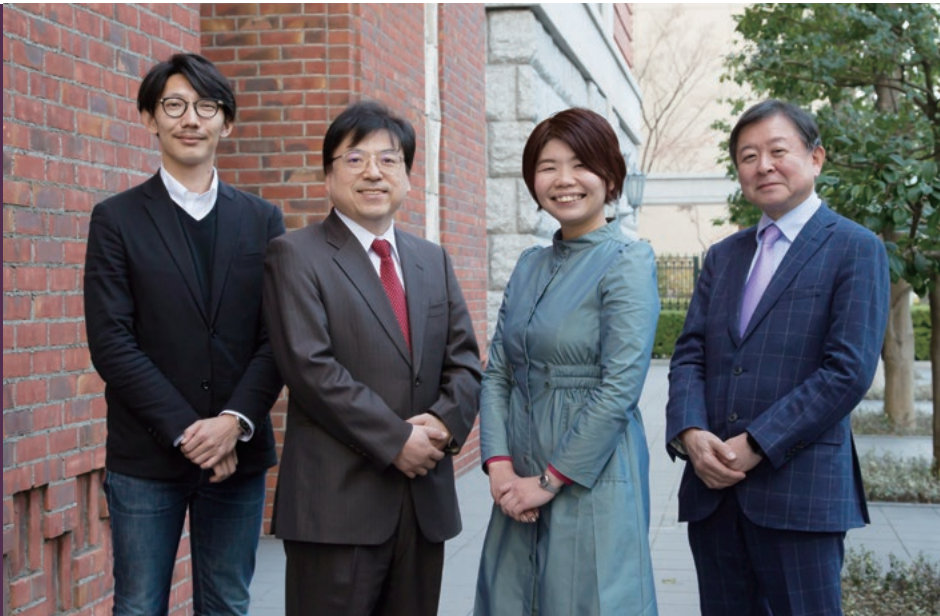
稲葉 光行 (写真 左中)

法学部法学科 教授

森久 智江 (写真 右中)

法務研究科 (法科大学院) 教授

松本 克美 (写真 右)



人・社会との関係の「修復」を通じて 更生・犯罪抑止・回復の道を探る

「修復的司法」の考え方を旗印に少子高齢社会に寄り添う
新たな司法・社会システムを創造する

少子高齢化の進展に伴って家族形態やライフスタイルはますます多様化する現代、これまで「当たり前」とされてきた一般的な人間像に基づく理論に支えられた社会基盤は大きく揺らごうとしています。しかし現行の司法・社会制度はそうした社会の急激な変化に追いついていないのが現状で、少子高齢社会のいわばマジョリティである高齢者とマイノリティである子どもの両方に適切に対応する新たな制度設計が急務となっています。本研究プロジェクトでは司法(法学・実務)を中心として心理学、政策科学、社会学、情報工学、医学、社会福祉学といった異なるディシプリンが融合し、現代の司法上の問題を解決し、公正な司法・社会システムの構築に貢献することを目標に掲げています。

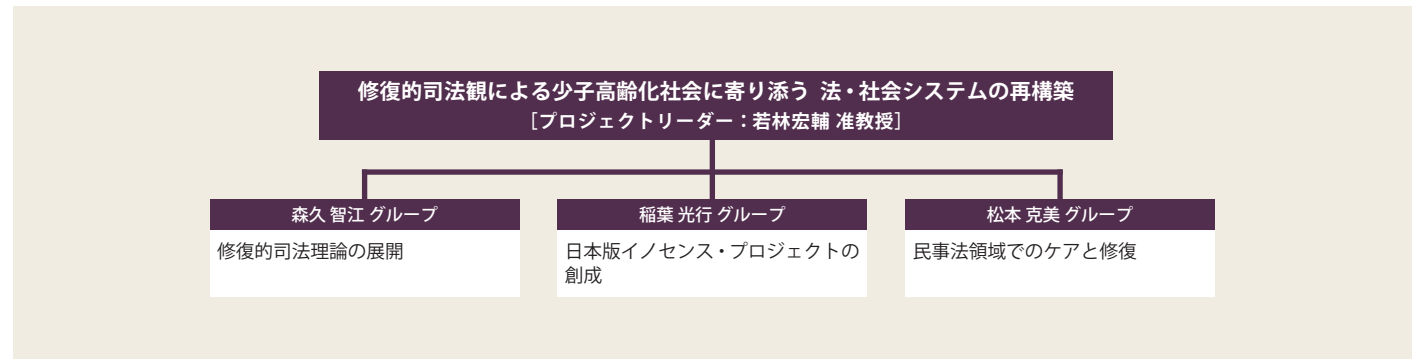
異分野融合で取り組む本研究プロジェクトにおいて共通基盤としているのが「修復的司法」という考え方です。修復的司法とは、犯罪によって引き起こされた被害に関して、(犯罪)行為者(＝犯罪等の加害行為をした人)、被害者とその他の人やコミュニティとの間の関係修復を通して、行為者・被害者をはじめとする関係者回復と、行為者の更生や犯罪の抑止を促すという考え方です。従来の刑事司法手続は、犯罪に対して罰を与えるといった一時的かつ限定的な方法で対応してきました。この背景には「個人の行動に対する責任はすべて個人に帰す」という司法の人間観があり、行為者が精神的、社会的に、あるいは人間関係に問題を抱えているために罪を犯した場合、刑罰を科すだけでは必ずしも更生や再犯防止につながりません。福祉的な支援や周囲との人間関係の修復によって犯罪を未然に防いだり、行為者の再犯を防止できれば、結果的に被害の低減や被害

者の救済にもつながります。そこで本研究プロジェクトでは、人間の行為責任を「関係」の中で捉え、「修復」という概念を旗印に「少子高齢社会に寄り添う新たな司法・社会システム」の創造を目指しています。

刑事、民事司法、および冤罪防止の取り組みに
修復的司法を適用する研究と実践を進める

研究は、日本での修復的司法理論の構築・展開を狙うグループと、刑事司法、民事司法の両領域から修復的なアプローチを検討する2つのグループとの3つに分かれて進めています。

まず森久グループでは、日本の司法領域に修復的司法理論を適用・展開していくことに取り組んでいます。森久はこれまで知的、精神、身体に障がいを持つ「処遇困難者」に対する修復的司法の有効性について検討し、日本の司法制度に修復的司法を適用するための理論的研究を深めてきました。本グループでは、これまでの理論研究の成果を裏付けに、修復的司法の日本社会への実装に挑んでいます。とくに少年犯罪に焦点を当て、非行少年の更生と社会復帰の支援に取り組むとともに、現在の日本の司法手続にどのように修復的司法を浸透させていくかを具体的に検討しています。また司法手続き段階のみならず、犯罪に繋がらないための福祉の在り方、さらには犯罪を起こした後の刑務所での処遇段階などにおいても行為者臨床と司法福祉の連携のあり方を模索します。将来的には修復的司法に基づいて社会実践に取り組む実務家や支援者の育成を支援するための方法論も確立したいと考えています。グループには犯罪学の専門家である森久をリーダーに、心理学、社会学などの研究者、さらには弁護士や保護観察官といった実務者も加わり、常に社会実装を見据えて研究に取り組めます。



続いて松本グループでは、もともと刑事司法領域で生まれた修復的司法を民事司法領域に展開しようとしています。少子高齢化という社会背景を鑑みて子どもと高齢者に力点を置き、主に「児童期の性的虐待被害の防止と回復」と「離婚後の子の福祉」、および「高齢者の消費者被害の防止と回復」をテーマに「被害の回復」を主眼としたケアと修復について検討し、具体的な提言を出すことを目標に据えています。民事司法領域ではこれまで修復的司法という考え方が取り上げられることはほとんどありませんでした。しかし児童期に受けた性的虐待被害に対し、後年加害者の損害賠償責任が認められるなどの判例が出てくるにあたって、従来のように性的虐待被害という一時的、限定的な一点のみを取り上げて損害賠償責任の有無を議論するのではなく、「時間的な流れ」の中でケアと修復を考えていく必要性が議論されるようになってきました。松本は、これまでPTSD被害などについて「時効の除斥期間」に関する研究を行ってきました。こうした研究を踏まえつつ、本グループでは被害を受けた人が「真に回復」するためには何が必要かを探ります。具体的には修復的司法の民事司法への展開が進んでいる韓国やドイツなどの先進事例を調査し、日本への応用可能性を考えます。また高齢者の消費者被害についても現実の事例を調査し、その効果と対策について検討を深めます。

3つ目の稲葉グループでは、より包括的な視点で現在の日本の刑事司法制度の根源的な問題を問い直そうとしています。具体的には冤罪被害に焦点を絞り、刑事司法の捜査手法や司法過程での意思決定のバイアス(偏り)を検討し、冤罪被害の原因を究明するとともに、冤罪を防ぐ司法・社会システムの開発を目指します。稲葉を中心に情報学の視点から取り調

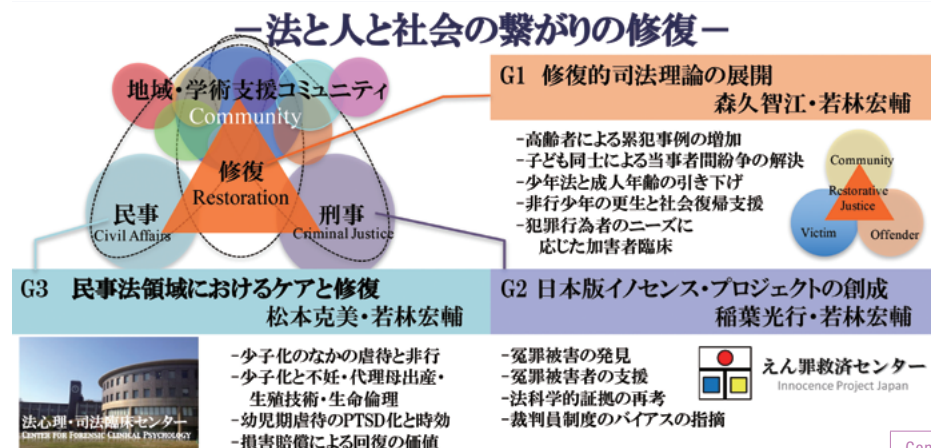
べ過程でのバイアス低減による冤罪防止の方策について探求するのその一つです。取り調べでの供述の全体をコンピュータで俯瞰することにより、長期間に及ぶ取り調べ過程での「供述の不自然な変遷」を見つけ出し、強要による自白などを発見するシステムの開発を進めています。情報技術をはじめさまざまな手法を用いて冤罪被害を防ぐ科学的な鑑定や取調べの技術の向上にも貢献します。

またグループリーダーの稲葉が代表となって設立された「えん罪救済センター」は、冤罪救済と冤罪被害者支援の実践をスタートさせており、同センターの活動の一部は本プロジェクトの活動と連携しています。今後は、アメリカを中心に世界的な広がりを見せている「イノセンス・プロジェクト」とそのネットワークを通じて、各国の冤罪防止の取り組みの事例について調査を進めます。

新しい司法・社会システムを実践する
若い研究者・実務家の育成にも貢献したい

本研究プロジェクトの最終目標は、実際に司法や社会に実装することを通じて日本の司法・社会システムの改革を実現することです。そのためには司法・社会制度への実装、その後の実践を担う研究者や実務家の育成が欠かせません。複数のディシプリンが融合し、司法上の多様な問題に取り組む本研究プロジェクトは、これからの新しい司法を実践する若手人材の育成にも大きく貢献できると考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



えん罪救済センター

子どもと高齢者。**裁き、罰するだけではない、人の「生き直し」を支える制度構築を目指す。**

Contact

立命館大学 研究部 OICリサーチオフィス
072-665-2570 (平日9:00～17:30)

長期的人口分析に基づく持続型社会モデルの研究拠点



プロジェクトリーダー

文学部日本史研究学域 教授

矢野 健一 (写真 右中)

グループリーダー

文学部地域研究学域 教授

高橋 学 (写真 左)

衣笠総合研究機構 教授

安田 喜憲 (写真 左中)

先端総合学術研究科 教授

渡辺 公三 (写真 右)

1万年を超える歴史から現代の人口問題に迫る

1万年以上の長期におよぶ人口動態を捉え 人口が安定化する今後の世界の社会モデルを構築する

今世界は少子高齢化という過去に経験したことのない事態にあって、さまざまな問題に直面しています。その中でも特筆すべきものの一つが人口問題です。少子高齢化に伴って日本ではかつてないほど人口減少が進んでいる一方で、地球レベルでは人口爆発が問題となっています。この圧倒的なずれを前に今後世界はどのように人口にまつわる問題を解決していけばいいのか、いまだ答えは見えていません。こうした問いに対し、歴史の中にそのヒントを見出そうとするのが本研究プロジェクトです。

現代の人口問題は科学の発展に依拠してきた近代そのものの行き詰まりともいえます。それに対し、本研究プロジェクトでは今こそ近代的な思考を超えた解決方法が必要だと考え、人口増加が急速に進む以前の社会に視線を向けています。文明論的視点から1万年以上にわたる長期におよぶ人口動態を捉え、人口変動に伴う生活や社会の変化を分析し、環境や災害との関係を考察。その成果から今後世界で人口が増加せずに減少化・安定化していく中で、将来にわたって持続し得る社会モデルを構築しようとしています。

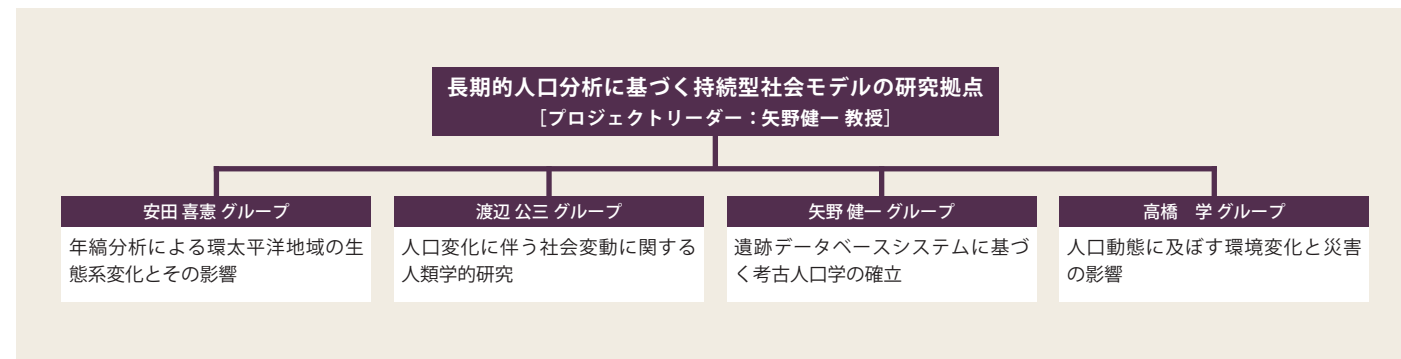
考古学から文化人類学、地理学まで分野をまたぐ 総合的な研究で日本・世界の人口動態の歴史をひも解く

この研究は環境考古学・文化人類学・考古学・災害地理学の各分野からアプローチし、4分野にまたがる総合的な学術研究を行います。

環境考古学的研究を担う安田グループでは、日本各地や中南米を中心とする環太平洋地域で採取した年縞堆積物の分析から生態系の変化とその影響を明らかにします。安田を中心としたメンバーは、福井県の水月湖

の湖底からミクロン単位で積み重なった堆積層「年縞」を発見しました。この年縞の各層に含まれる花粉や珪藻などの微小な残存物を分析することで、過去の気候変動や地震・洪水などの災害を含めた環境変化を年単位・季節単位で捉えることが可能になりました。本グループでは水月湖の他、秋田県の目渕、青森県小田原湖、さらにフィールドを環太平洋地域に広げ、コロンビアのグアタピータ湖、グアテマラのセイバル遺跡の湖沼、ポリビア・ペルー、バリ島などで年縞を採取。コア断面の高解像度デジタル画像を用いて微細堆積物の構造解析を行い、環境変動の指標となるデータを同定するとともに、堆積物中の残存DNAを解析することで水域に生息していた生物を推定し、動植物の繁栄と衰退も詳らかにします。こうした解析から環境変動が日本の人口変動や、環太平洋地域の文明の興亡、生物の繁栄・全滅にどのような影響を与えたかを解明します。こうした研究成果をもとに自然を一方的に収奪することで繁栄してきた欧米型文明に疑義を投げかけ、生物多様性を維持しながら人間と自然が共存し得る「持続型社会モデル」の構築を目指します。

次いで渡辺グループでは、文化人類学の視角から人口の変化が社会に及ぼす影響を検討しています。その際、重要な指針としているのが20世紀の人類学者レヴィ＝ストロースの研究成果です。レヴィ＝ストロースはすでに1950年代から人口増幅とそれに伴う諸問題の発生に対して問題意識を持ち、婚姻形態の研究を通じて人口動態が人間の社会関係にもたらす影響などについて議論していました。本グループでは、こうしたレヴィ＝ストロースの婚姻や親族関係をめぐる構造分析の成果を検討します。またフィールド調査を実施し、非都市小規模社会において社会的要因や気候変動によって社会生活がどのように変化し、また居住地の移動など人口動態がどのように変容するかも明らかにします。中南米地域の先住民やカナダ先住民など小規模社会の民族誌から記述を集め、現代社会とは異なる価値観で文明を維持していた社会からマクロな世界文明の在り様



を読み解き、人口安定型社会の構築に寄与するヒントを見出したいと考えています。

続いて考古学の視点で研究を行う矢野グループでは、矢野の保有する「遺跡データベース」を軸に長期的な人口安定社会の人口動態を分析します。矢野は縄文時代の遺跡数などをまとめた「遺跡データベース」の構築を進めており、これまでに近畿2府4県と三重・愛知・岐阜・福井の4県あわせて10府県の縄文遺跡データベースを完成させています。この遺跡データベースを拡張して日本列島の人口の変動期と安定期の居住形態や資源利用、祭祀儀礼などを比較し、人口変動と資源量や社会組織との関係性を明らかにします。中でも1万年以上も基本的に同一文化を維持した縄文時代から弥生時代までに焦点を当て、日本列島の人口とその増減、および人口移動の実態を分析します。これほど長きにわたって同一文化が継続する例は世界的にも皆無であり、稀有な研究データを得られると期待しています。加えて、1万年を超える人口変化を把握する試みそのものが他に例を見ません。世界的にも貴重な人口動態研究として、考古学のみならず人口学および人口に関係する諸分野にも大きな影響を与える学術的成果になるはずで、「遺跡データベース」の拡充も進め、旧石器時代から弥生時代までの約3万年に及ぶ日本列島の人口変動の解明も目指します。

最後に高橋グループは、災害地理学から人口動態に及ぼす環境変化と災害の影響について研究しています。安田・矢野両グループの年縞分析結果や遺跡データベースを活用して過去1万年間の気候変動および地震・津波、火山噴火、洪水などによる自然災害の歴史をたどるとともに、それが

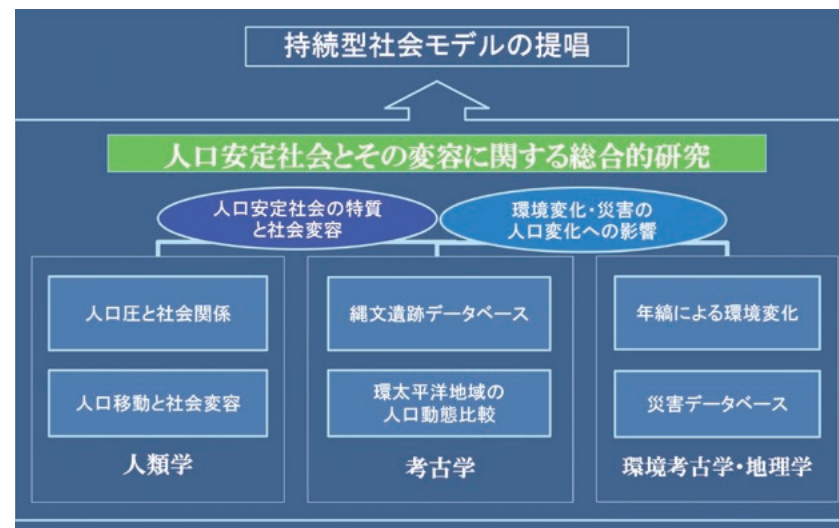
人口動態に及ぼした影響を明らかにします。もう一方で、日本および環太平洋地域における災害発生メカニズムを解明し、被害を減じる方策を探究しています。これまでに高橋は、自然変動がもたらす災害の大小には居住場所や生活人口が関係することを突き止めています。すなわち人口増加に伴って、自然変動に対して脆弱な場所にも人が住むようになり、それが災害時の被害を大きくしているということです。本グループでは、自然災害の多い日本各地や環太平洋地域に残されている自然変動に対する「民族知」を再考し、現代の土地利用形態や生活人口などとの関わりを分析することで、自然変動を災害にしない、あるいは被害を減じる手だてを検討し、情報発信していきます。

現代の人口問題に新たな切り口で迫り 今後の社会のあるべきモデルを構築・提唱したい

4分野の研究を通じて現代の人口問題に新たな切り口で迫ることで、今後の世界にとって根本指針となり得る「持続型社会」の優位性と危険性を明らかにし、今後の社会のあるべき理念型モデルを構築・提唱することが最終目標です。

それに加え、1万年以上にわたる長期的な視点から「今」を捉える画期的な研究を通じて、人文社会学的分野、自然科学的分野の両方に寄与する大きな学術的な成果を生み出したいと考えています。

■本研究プロジェクトが目指す成果イメージ図



ペルーでの土器調査研究

Contact

立命館大学 研究部 衣笠リサーチオフィス
075-465-8224 (平日9:00～17:30)

第1期 R-GIRO

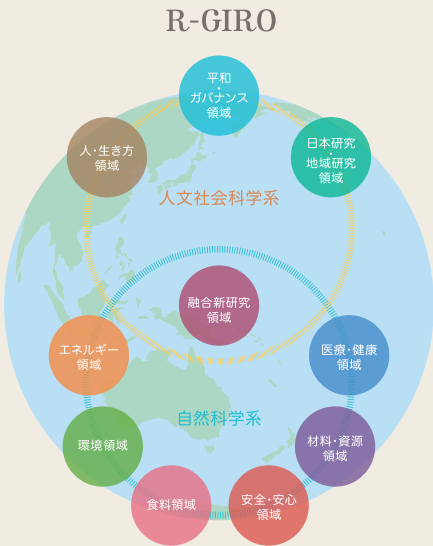
第1フェーズの研究プログラムである「第1期特定領域型R-GIRO研究プログラム」は、緊急に解決すべき課題がある「環境」「エネルギー」「食料」「材料・資源」「医療・健康」「安全・安心」の自然科学系分野6領域を研究対象として2008年4月からスタートしました。

2009年からは、「人・生き方」「平和・ガバナンス」「日本研究・地域研究」の人文社会科学系分野3領域、自然科学系および人文社会科学系の融合による「基盤・融合新研究」を加えた10領域を重点研究領域と定め、2008年10月より4年間かけ、学内より研究プロジェクトの公募・採択を行いました。また、2013年には、東日本大震災の復興支援にかかる研究を今後も推進するため、「安心・安全」領域において、新たに2つの研究プロジェクトを採択しました。

※本プログラムは2015年度で終了しました。

第1期 R-GIRO研究プログラム プロジェクト一覧

研究領域	プロジェクトテーマ	プロジェクトリーダー	職名	所 属	研究期間
環境領域	琵琶湖固有魚貝類の細胞株樹立とバイオセンサーへの応用	高田達之	教 授	薬学部	2010年度～2014年度
	極限二次利用学による循環型社会（琵琶湖モデル）の構築	今中忠行	教 授	生命科学部	2009年度～2013年度
	窒化物半導体をもちいた環境エレクトロニクスの構築	青柳克信	教 授	R-GIRO	2008年度～2011年度
	低炭素社会実現のための基盤技術開発と戦略的イノベーション	周 瑋生	教 授	政策科学部	2008年度～2012年度
エネルギー領域	セラミック系固体電解質のエネルギー・環境デバイスへの適用	吉原福全	教 授	理工学部	2008年度～2012年度
	エネルギーセキュリティ確保のための高効率多接合薄膜太陽電池の開発	高倉秀行	教 授	理工学部	2009年度～2013年度
食料領域	共生・循環型社会基盤に立脚した環境・食料生産システム	久保 幹	教 授	生命科学部	2008年度～2012年度
	微生物を活用した次世代の育種・栽培・防除技術開発による農作物生産向上	三原久明	准教授	生命科学部	2010年度～2014年度
材料・資源領域	天然テトラピロール分子を基盤とした環境調和型光応答材料の創製	民秋 均	教 授	薬学部	2009年度～2013年度
	元素資源を基盤とした機能性ソフトマテリアルの創製	前田大光	准教授	薬学部	2008年度～2012年度
	ナノスケールで組織構造を精密制御できる有機・無機ハイブリッドナノ微粒子の創製	堤 治	准教授	生命科学部	2008年度～2012年度
	自然共生型機械材料システム創成プロジェクト	鮎山 恵	教 授	理工学部	2008年度～2012年度



職名・所属は採択当時のもの

研究領域	プロジェクトテーマ	プロジェクトリーダー	職名	所 属	研究期間
医療・健康領域	創薬ならびに有用機能性有機分子創生を志向するサステイナブル精密合成研究	北 泰行	教 授	薬学部	2009年度～2013年度
	蛋白質のフォールディングおよびフォールディング病発症機構の解明のための統合研究	加藤 稔	教 授	薬学部	2009年度～2013年度
	アンチセンス転写物による発現調節機構を用いた創薬の研究	西澤幹雄	教 授	生命科学部	2008年度～2012年度
	糖鎖工学による再生医学新領域の開拓	豊田英尚	教 授	薬学部	2008年度～2012年度
	MEMSとBME (bio medical eng.) のマルチスケールフュージョン研究	小西 聡	教 授	理工学部	2008年度～2012年度
	IRTが拓く超臨場感遠隔協働環境の研究	田中弘美	教 授	情報理工学部	2009年度～2013年度
	多次元医用データの統計モデリングと診断補助支援（CAD）システムの開発	陳 延偉	教 授	情報理工学部	2008年度～2012年度
	生体機能シミュレータと解析ツールの研究開発	野間昭典	教 授	生命科学部	2008年度～2012年度
安全・安心領域	統合型スポーツ健康イノベーション研究	伊坂忠夫	教 授	スポーツ健康科学部	2010年度～2014年度
	暮らしを支える安全・安心のインビジブル・セキュア・プラットフォーム	毛利公一	准教授	情報理工学部	2009年度～2013年度
	琵琶湖を対象とした災害軽減のための短期予報システムの開発	John C. WELLS	教 授	理工学部	2013年度～2015年度
人・生き方領域	ホワイトスペースを活用したエリア限定ワンセグ放送による防災情報共有システム	細井浩一	教 授	映像学部	2013年度～2015年度
	対人援助学の展開としての学習学の創造	望月 昭	教 授	文学部	2010年度～2014年度
	応用錯視学のフロンティア	北岡明佳	教 授	文学部	2009年度～2013年度
	「法と心理学」研究拠点の創成	佐藤達哉	教 授	文学部	2009年度～2013年度
平和・ガバナンス領域	電子書籍普及に伴う読書アクセシビリティの総合的研究	松原洋子 ^{*1}	教 授	先端総合学術研究科	2011年度～2015年度
	新しい平和学にむけた学際的研究拠点の形成：ポスト紛争地域における和解志向ガバナンスと持続可能な平和構築の研究	本名 純	教 授	国際関係学部	2010年度～2014年度
	東北アジア・朝鮮半島と日本の疎通と協働－平和構築の視点から	勝村 誠 ^{*2}	教 授	政策科学部	2009年度～2013年度
	アスベスト被害と救済・補償・予防制度の政策科学	森 裕之	教 授	政策科学部	2009年度～2013年度
日本研究・地域研究領域	デジタルアーカイブによる日本文化・芸術資料の世界共有化研究	赤間 亮	教 授	文学部	2009年度～2013年度
	第二次世界大戦による在外日本人の強制退去・収容・送還と戦後日本の社会再建に関する研究	米山 裕	教 授	文学部	2010年度～2014年度
	歴史都市京都のデジタル・ミュージアム	矢野桂司	教 授	文学部	2009年度～2013年度
融合新研究領域	農山村におけるクールベジタブル農法を核とした炭素隔離による地域活性化と地球環境変動緩和方策に関する人間・社会次元における社会実験研究	鐘ヶ江秀彦	教 授	政策科学部	2010年度～2014年度

※1：2012年度より、プロジェクトリーダーを立岩真也教授（先端総合学術研究科）から松原洋子教授（先端総合学術研究科）に交代しました。

※2：2012年度より、プロジェクトリーダーを桂島宣弘教授（文学部）から勝村誠教授（政策科学部）に交代しました。

第2期 R-GIRO

第2フェーズ「第2期拠点形成型R-GIRO研究プログラム」は、第1フェーズである「第1期特定領域型R-GIRO研究プログラム」の実績をもとに、R-GIROの理念および目的の実現に向けその進捗をさらに加速させるため、立命館大学の強みである分野横断力および分野統合力による「特色ある異分野融合型研究拠点」の形成に向けて2012年より開始されました。第2期拠点形成型R-GIRO研究プログラムでは、第1フェーズと同様に10領域を研究対象として、立命館大学内から幅広く文理融合など特色ある異分野融合が可能な研究プロジェクトを公募し、7研究拠点9プロジェクトを採択しました。

※本プログラムは2016年度で終了しました。



第2期 R-GIRO研究プログラム プロジェクト一覧

研究拠点	プロジェクトテーマ	プロジェクトリーダー	職名	所 属	研究期間
環境拠点	水再生循環によるアジアの水資源開発研究拠点	中島 淳	教 授	理工学部	2013年度～2016年度
エネルギー研究拠点	太陽光発電によるエネルギー創成・利用研究拠点	峯元高志	准教授	理工学部	2012年度～2015年度
食料研究拠点	農水産業の6次産業化による新食料研究拠点	松原豊彦	教 授	経済学部	2012年度～2015年度
先端医療研究拠点	ものづくりによる医療健康技術革新研究拠点	小西 聡	教 授	理工学部	2012年度～2015年度
	ITと医療の融合による次世代e-ヘルス研究拠点	陳 延偉	教 授	情報理工学部	2012年度～2015年度
	多世代交流型運動空間による健康増進研究拠点	伊坂忠夫	教 授	スポーツ健康科学部	2013年度～2016年度
人・生き方研究拠点	文理融合による法心理・司法臨床研究拠点	稲葉光行	教 授	政策科学部	2012年度～2015年度
平和・ガバナンス研究拠点	オール立命館による学際統合型平和研究拠点	本名 純	教 授	国際関係学部	2013年度～2016年度
日本研究・地域研究拠点	年縞を軸とした環太平洋文明研究拠点	高橋 学	教 授	文学部	2013年度～2016年度

職名・所属は採択当時のもの