



# R-GIRO Quarterly Report

[立命館グローバル・イノベーション研究機構四季報]

vol. 11  
Autumn 2012

## R-GIRO 新研究プログラムの開始にあたって

### R-GIROの活動報告

久保 幹 教授 [生命科学部]

科学的な土壌診断で有機農業の生産性・安全性を飛躍的に高める

野間 昭典 教授 [生命科学部]

生体機能をコンピュータ上に再現し、機能を数学解析する革新的な技術

吉原 福全 教授 [理工学部]

電気化学反応で生まれるエネルギーを環境デバイスに活用

### R-GIROの若手研究者紹介

堀井 幸江 ポストドクトラルフェロー

共生・循環型社会基盤に立脚した環境・食料生産システム (代表者: 生命科学部 教授 久保 幹)

竹田 有加里 ポストドクトラルフェロー

生体機能シミュレータと解析ツールの研究開発 (代表者: 生命科学部 教授 野間昭典)

青木 千帆子 研究員

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 (代表者: 先端総合学術研究科 教授 松原洋子)

山崎 優子 ポストドクトラルフェロー

「法と心理学」研究拠点の創成 (代表者: 文学部 教授 サトウタツヤ)

### Topics・Event Guide

### 編集後記

本誌でも取り上げましたが、2012年10月から「拠点形成型R-GIRO研究プログラム」をスタートしました。研究者が自身の分野を超えて共同で研究に取り組むスタイルは立命館の特色であり、他大学にない強みだと思います。今回、採択を受けた4拠点5プロジェクトはいずれもこうした特長を活かした提案となっており、これに本学のもうひとつの長所である教職協働を合わせることで、他に類を見ない研究拠点に成長するものと信じています。2008年の設立から5年目の節目を迎える今年、新たな取組みに挑戦するR-GIROの活動にご期待ください。(廣)

## R-GIRO Quarterly Report



[立命館グローバル・イノベーション研究機構四季報] vol.11 2012年11月1日発行

編集・発行=立命館グローバル・イノベーション研究機構 (R-GIRO)

http://www.ritsumeai.ac.jp/research/r-giro/

r-giro@st.ritsumeai.ac.jp

[自然科学系] 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス R-GIRO事務局

〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1 TEL 077-561-2655 FAX 077-561-2633

[人文社会科学系] 立命館大学 衣笠キャンパス R-GIRO事務局

〒603-8577 京都市北区等持院北町56-1 TEL 075-465-8224 FAX 075-465-8371

R-GIROは、立命館の中核研究組織として2008年に設立された分野横断型の研究組織です。21世紀における地球が直面している諸問題の解決に向け、早急に取り組むべき10の研究領域において「持続可能で豊かな社会」の実現に向けた活動に取り組んでいます。



# R-GIRO新研究プログラムの 開始にあたって

立命館グローバル・イノベーション研究機構(R-GIRO)は、2008年4月に立命館大学の研究高度化施策の一つとして設立されました。その理念は、「21世紀に住む人類の責務として「持続可能で豊かな社会の構築」であり、日本が緊急に解決すべき研究領域に特化した研究を推進し、世界に誇れるサステナビリティを追求する最先端の研究拠点を形成するとともに、それを通して世界に活躍できる若手研究者の育成を目的としています。そしてこの目的の達成には2段階のフェーズで臨むことを予定しています。

第1フェーズの研究プログラム「特定領域型R-GIRO研究プログラム」では、2008年10月より「環境」「エネルギー」「食料」「材料・資源」「医療・健康」「安全・安心」「人・生き方」「平和・ガバナンス」「日本研究・地域研究」「融合新研究」の10分野を重点研究領域と定め、4年間を懸けて学内より研究プロジェクトの公募・採択を行いました。現在32の研究プロジェクト(採択数は33プロジェクトで1プロジェクトは終了済み)

が進行中です。途中経過ではありますが、このプログラムの推進により、若手研究者育成、学術論文、産学官連携等において多くの実績を挙げることができました。

しかしこの第1フェーズも開始して5年目となり、本年度を以て一部のプロジェクトが終了することになります。そこでこれを契機に、これまでの第1フェーズの実績を基に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、分野統合力による「特色ある異分野融合型研究拠点」の形成に向けた第2フェーズ「拠点形成型R-GIRO研究プログラム」を開始いたしました。

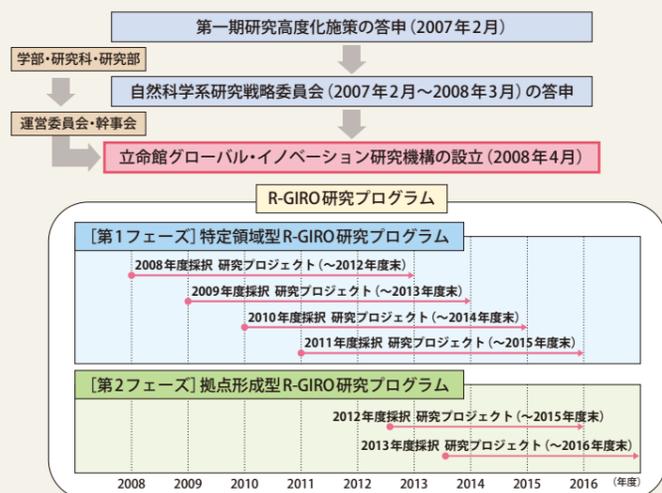
本プログラムでは、第1フェーズと同様に10領域(「融合新研究領域」は「基盤・融合新研究領域」に改称)を研究対象とし、学内から幅広く文理融合など特色ある異分野融合が可能な研究プロジェクトを公募いたします。公募は2012年度、2013年度の2年間にわたり行うこととし、計8研究拠点程度を採択する予定です。

一つの研究プロジェクトには、代表者である拠点リーダーの下に3~7名のグループリーダーを配し、各グループリーダーが学内外からの複数のチームリーダーを統括する体制を基本としています。

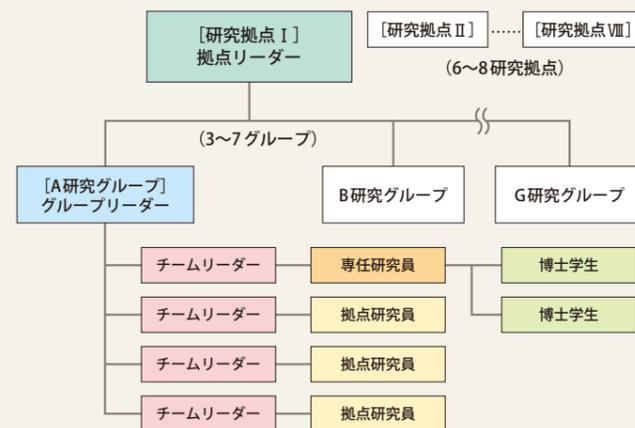
2012年度は5月より学内公募を開始し、申請されたプロジェクトに対して約2か月に及ぶ審査(①学内審査委員による書類審査、②学内書類審査結果に対する学外審査委員への意見聴取と採択候補プロジェクトの選定、③学内外審査委員によるヒアリング審査)を行い、このたび4研究拠点(5プロジェクト)を採択いたしました。これらのプロジェクトに対して、2015年度まで年度ごとにその実績を評価しながら政策的・戦略的・計画的な支援を行っていきます。

なお、これら各プロジェクトの詳細につきましては、本年11月29日に開催予定の「立命館イノベーションフェア2012」にて発表させていただきますとともに、来年の本誌「R-GIRO Quarterly Report」にて順次掲載していく予定です。

〈R-GIRO研究プログラムの経緯〉



〈拠点形成型研究プログラムの組織体制イメージ図〉



## [プロジェクト紹介]

### エネルギー研究拠点

#### 太陽光発電マルチスケール研究拠点

拠点リーダー:理工学部准教授 峯元 高志

昨年の東日本大震災による福島第一原発の事故以来、エネルギーセキュリティの確保が緊急の課題となっており、特にクリーンエネルギー転換への要求は日増しに高まりを見せています。本研究拠点では、太陽光発電や風力発電に代表されるクリーンエネルギーを高効率でしかも安価に生産できる技術開発から、そのエネルギーを効率よく利用する仕組みの開発まで、具体的には材料科学や制御技術といった自然科学研究から社会システム、エネルギー政策といった人文社会科学研究まで総合的に取り組むことでエネルギー利用の最適解を導き出し、それを実社会に展開することを目指します。



### 食料研究拠点

#### 農水産業の6次産業化(総合産業化)による新しい食料生産システム研究拠点

##### —食農連携モデルの創出と地域における実証—

拠点リーダー:経済学部教授 松原 豊彦

日本の食料生産システムが直面する課題、①低い食料自給率と食料確保、②増加する安全で質の高い食料へのニーズ、③環境を配慮した持続的・循環型食料生産システムの構築など、に対し従来から個別分野ごとに解決に向けた検討がなされてきたものの、国の農業政策との絡みもあり然したる効果は上がっていません。本研究拠点はこれらの課題に対し、農水産業の「6次産業化」をキーワードに、自然科学と人文社会科学の枠を超え、個別科学の成果を総合化、体系化する学際的アプローチで解決に臨みます。具体的には草津市・守山市等を対象に、本学が有する食料生産技術を中心に食農連携モデル(生産者、加工・流通業者、消費者が連携する仕組み)を構築し、日本の食料の量的・質的な立て直しに貢献します。



### 先端医療研究拠点

#### ものづくり科学技術で興す医療・健康イノベーション拠点

拠点リーダー:理工学部教授 小西 聡

本研究拠点では、人類の絶え間なく高度化する社会を創り上げそして支えてきた、日本のお家芸でもあるものづくり技術を、人そのものへ貢献できる「もの」、つまり生体をターゲットとしたものづくりを主眼に技術開発を行います。具体的には、本学の特色であるマイクロ・ナノテクノロジーやロボティクスに象徴される先端的なものづくり科学技術と医療・健康に関わるライフサイエンス研究との融合による学際連携メカニズムを構築し、融合でしか生み出せない新規で独創的な医療・健康機器およびデバイスを創り上げます。そして個別医療促進、疾病予防、新薬開発の高効率化・迅速化など、現在の医療現場が最も待ち望んでいる多くの課題解決に貢献することを目標とします。



#### ITと医療の融合による次世代e-Healthの研究

拠点リーダー:情報理工学部教授 陳 延偉

急速な少子高齢化の進展に伴い、医師・看護師不足や医療費高騰等が原因となり、地域間、所得間の医療サービス格差が増大しています。そのため、無医村や看護師不足の地域でも、また所得の低い者でも質の高い高度医療が得られる、「いつでも、どこでも、だれでも質の高い医療サービス」の実現は21世紀の日本にとって緊急に解決すべき課題となっています。本研究拠点では、IT技術と医療とを融合させることで新しい医療技術を創成し、医療格差という20世紀の負の遺産の解消に貢献することで、生涯にわたって安心して健康に過ごせる医療環境を実現します。



### 人・生き方研究拠点

#### 法心理・司法臨床センター

拠点リーダー:政策科学部教授 稲葉 光行

平成21年に裁判員裁判が開始されて以来、市民にとって司法がより身近なものになりつつある一方で、様々な課題が浮上しています。裁判が実際に市民にとってわかりやすい形で進行しているか、判断における心理的バイアスのチェックが十分であるかなど、裁判員が可能なかぎり間違いなく公正な裁判を行うためには、法心理の専門家が関わった上で、心理メカニズムの制約を補正する仕組みが必要です。また、犯罪被害者支援のための適切な法制度・心理ケア体制などの環境整備も課題です。本研究拠点は、日本で初めての法心理・司法臨床センターを創設し、人文・社会科学・工学・自然科学にいたる異分野の融合によって、公正・公平な社会の基盤となる社会的技術や概念を創造することを目指します。



Project Theme 共生・循環型社会基盤に立脚した環境・食料生産システム

# 科学的な土壌診断で有機農業の生産性・安全性を飛躍的に高める

科学に基づく有機農業で「食の安全・安心」を実現し 食料自給率の向上に貢献したい。

自然の物質循環に即した農業による真に安全・安心な食料生産を実現し、それをビジネスとして確立することを私たちのプロジェクトは目指しています。消費者と生産者の両方にメリットをもたらす、究極的な目標として日本の食糧自給率向上への貢献を掲げています。

2011年に日本の食糧自給率は40%を下回りました。国内生産においては、多くの農作物の安定的な収穫を支えている化学肥料の原料の大部分を外国からの輸入に頼っており、それも含めると純粋に国内でまかなわれる食料はほんの一握りにすぎません。その一方で近年「食の安全・安心」に対する関心が高まり、化学肥料に依存した食料生産のあり方に対する疑問の声も大きくなってきました。

自然の循環に依拠した有機農業を実践する上で大きな壁となるのが経済性の問題です。現状では、有機農業をビジネスとして成立させるのは極めて難しいと言わざるをえません。20世紀の化学肥料の台頭は、農作物の大量生産および安定供給を可能にしました。農耕が始まってから現在に至るまで、過去の経験に基づいた栽培方法で行われている有機農業は、生産性、安定性のどちらにおいても化学肥料を用いた農法には遠く及びません。しかし私たちは科学的な根拠に基づく有機農業を実践することで、この課題を克服する道を見出しました。そのカギとなるのが土壌中の微生物と有機物の存在です。

土壌の肥沃度を診断する指標SOFIXを開発。 土壌改良によって有機農業の生産性を飛躍的に高めました。

自然の状態では、土中の微生物が落ち葉や動物の糞尿といった有機物を分解しそれを肥料として植物が育ちます。しかし化学肥料が長い間使用された土壌では、エサとなる有機物が少ないために微生物も死滅してしまっています。こうした土壌で有機農法をいきなり始めてもうまくいきません。まずは農地土壌を改善し、土壌微生物による物質循環が可能な状態にコントロールする必要があります。そこで、私たちは土壌を科学的に診断し適切な改良につなげるための独自の指標である土壌肥沃度指標(SOFIX: Soil Fertile Index)を開発しました。

これまでに、環境遺伝子(eDNA)を抽出・解析して土壌中の細菌数を短時間で把握する独自の技術に加え、窒素やリン酸の循環系における律速物質を推定する技術を開発してきました。これらを活用し、土中の総細菌数や炭素、窒素、リン酸、カリウムといった元素量を指標として土壌の肥沃度を科学的に診断・点数化することで診断結果の「見える化」を可能にしました。全国の200以上におよぶ土壌サンプルをSOFIXによって分析し、データベースの構築も進めています。

有機農業の生産性・安全性を高めるには、土壌だけでなく投入する有機肥料や収穫した農産物についても診断する必要があります。そこで私たちのプロジェクトではSOFIXの他、堆肥品質指標(MQI: Manure Quality Index)、有機資材品質指標(OQI: Organic Quality Index)の技術も開発

しました。今後はMQI、OQIについても指標のさらなる精緻化を図り、農産物の有機指標確立と併せて、有機認証制度として確立・普及させることを目指しています。

現在、SOFIX、MQI、OQIの信頼性を確かめる実証実験を試みています。研究棟内に約50㎡の植物工場を設置し、化学肥料、およびSOFIXによる土壌診断結果に基づき適切に成分配合した有機肥料を用いて小松菜とホウレン草を栽培したところ、SOFIXに基づく有機農法でも、化学肥料を用いた農法とほぼ同等あるいはそれ以上の生産量を確保できることがわかりました。経験に基づく有機農法での生産量が、化学肥料を用いた場合と比べて6~7割程度にとどまることからすると革新的な成果といえます。加えて注目すべきは、収穫された農産物の含有成分です。栽培した小松菜、ホウレン草の植物の体内物質を解析したところ、硝酸態窒素、可溶性リンの成分量に顕著な違いが見られ、味・色などの差異を科学的データで示すことができました。

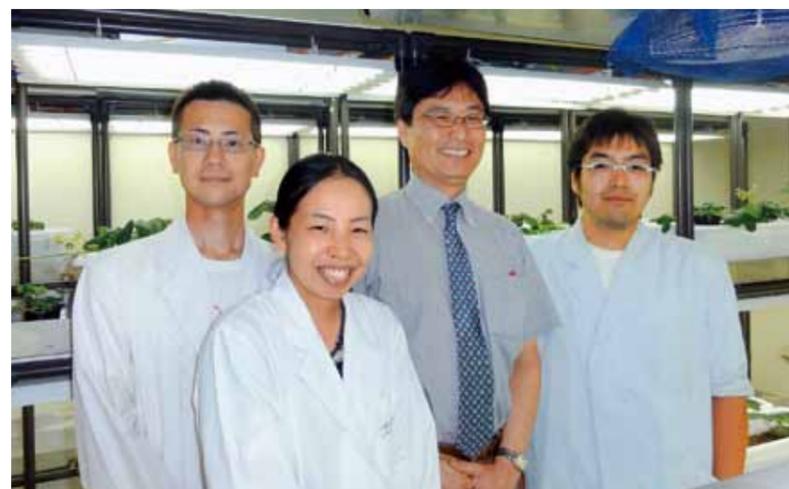
また、野外の圃場でも有機農産物の栽培試験を実施しています。トマトをはじめ5品種の野菜をSOFIXに基づく有機農法で栽培した結果、植物工場の場合と同様に、化学肥料を用いた農法と同等あるいはそれ以上の生産量が得られることが確認できました。化学肥料を用いない農法であっても科学的な土壌診断によって適切な有機肥料を投入することで、十分な生産量を得られる上、より安全・安心で栄養価に優れた農産物を作れることが実証実験によっても明らかになったのです。

食と農に関わる滋賀県下の企業、団体と連携し 有機農業を用いたビジネスモデルの創出を模索しています。

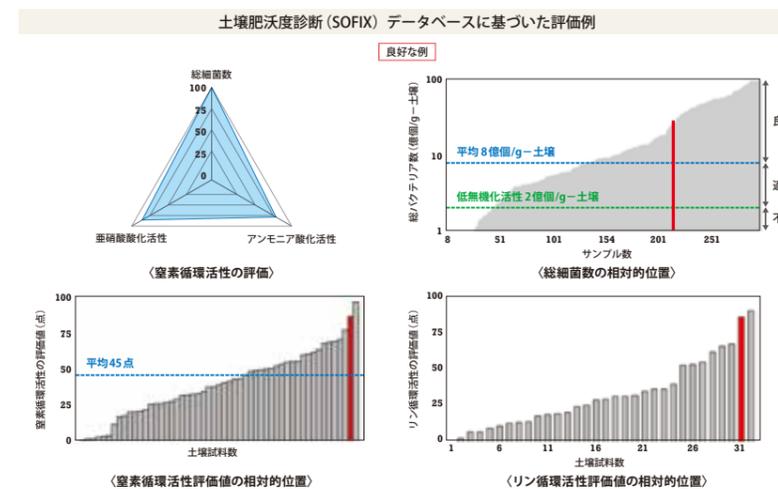
プロジェクトでは、研究と並行して農業をビジネスとして確立することにも尽力しています。農林水産省が農山漁村の六次産業化を推進しているように、第一次産業の生き残りにとっては生産と加工・販売の一体化や新たな産業の創出が極めて重要となっています。農業の振興なしには食料自給率の向上もありません。そこで本プロジェクトでは、立命館大学の位置する滋賀県内の農業や農産物、食に関わりのある企業や団体と連携し、「明日の食と農を考える研究会」を設立しました。

この研究会では、本プロジェクトが主体となり有機系・自然循環系の農業・食料生産についての科学的知見を共有し、SOFIXに基づく安全で安心な付加価値の高い農作物の栽培を実践するほか、高品質堆肥や人工土壌の開発にも取り組んでいます。

また、生産した農作物を使って清酒を醸造するなど加工品の製造・販売にも乗り出すことで農業の六次産業化や地域ブランドの形成を図りつつあります。いずれはSOFIXに基づく有機農業の普及につながる新たなビジネスモデルを創出していきたいと考えています。



[写真 右中] 生命科学部 教授 **久保 幹** プロジェクトリーダー  
 [写真 左] 立命館グローバル・イノベーション研究機構 ポストドクトラルフェロー **松野 敏英**  
 [写真 左中] 立命館グローバル・イノベーション研究機構 ポストドクトラルフェロー **堀井 幸江**  
 [写真 右] 立命館グローバル・イノベーション研究機構 ポストドクトラルフェロー **福原 優樹**



●参考文献 / 1 Analysis of peptide uptake and location of root hair-promoting peptide accumulation in plant roots. 18, 177-82, J. Pept. Sci. (2012) 2 環境微生物学、化学同人、(2012) 3 農地窒素循環のみえる化—物質循環系を考えた土づくり—、44, 50-55、(2012)  
 ●連絡先 / 立命館大学びわこ・くさつキャンパス久保研究室 電話: 077-561-3901 http://www.ritsumeai.ac.jp/lifescience/skbiot/kubo/LAB.html

Project Theme 生体機能シミュレータと解析ツールの研究開発

# 生体機能をコンピュータ上に再現し、機能を数学解析する革新的な技術

## 生体機能に関わる膨大なパラメータを数式化しコンピュータの数理時空間上に再現する技術を開発しました。

生体のもつ様々な機能は、これまで実験や観察結果によって説明するのが一般的でした。しかし、こうした方法では全体を見た普遍的な理解を得るのは容易ではありません。数多くの実験を繰り返し、統計データを積み重ねても、あくまで確率でしか言及できないところが実験を主体とした研究の限界ともいえます。

私たちのプロジェクトが目指すのは、生体機能をコンピュータの数理時空間上に実現し、それに基づいて定量的、包括的な解析を可能にすることです。抽象的、概念的な数式化ではなく、これまでに蓄積されてきた科学的実験データを用いることで、分子レベルの実験事実即したシミュレーションを実現しようとしています。

生体を構成する細胞、組織、器官は膨大な数の分子で構成されており、さらにそうした分子同士が常に互いに影響し合い、相互作用することで機能しています。私たちはこれら個々の相互作用を数式で表し、多岐にわたるパラメータを総合的に組み込んだモデルを構築しています。更に、この細胞モデル全体の働きを数学的に解析する技術を独自に開発しました。これは世界的にも大きなインパクトを与える革新的な成果です。これによって、細胞の「振る舞い」を追うことができ、病気の進行や生体機能の正常なメカニズムの解明にもつながります。また病態や治療、薬物応答など

のシミュレーションが可能になれば、新しい治療法の開発や医療技術の向上、創薬などに計り知れない恩恵をもたらすことでしょう。

## 心室筋細胞モデルを完成させるとともにすい臓の血糖値制御のモデルの構築を進めています。

プロジェクトではまずヒトの心室筋細胞のモデルの構築に着手しました。細胞の収縮、心拍リズムの形成、エネルギー代謝、細胞容積調節、自律神経による制御など心筋の生理学機能は非常に複雑です。このモデルを構築できれば、他のさまざまな生体機能についてもモデルを作っていくことができると考えたのです。心筋基本モデルを作成した後も精緻化を重ね、モデルをほぼ完成させることができました。

次に、この心室筋細胞モデルを用いて不整脈を起こす原因の一つである早期脱分極のメカニズムの解析を試みました。心臓の筋肉は、興奮(脱分極)して収縮し、次いで興奮から回復(再分極)するという脱分極と再分極を繰り返すことで脈打っていますが、心室筋の一部で正常より早く脱分極が発生すると(早期脱分極)、不整脈を起こすリスクが高まるといわれています。この脱分極に寄与するものとして、心室筋の細胞膜の電位を変えるNaチャンネルがあります。私たちは心室筋細胞モデルを用いて早期脱分極の過程を再現し、Naチャンネルの遅延(電位を変える)成分が早期脱分極を発生させるに到る機序を数学的に解明することに成功しました。加えて

Naチャンネルの遅延成分の寄与を定量的に見積り、不整脈の発生を呼び起こす膜興奮性変化も数学的に明らかにしました。こうした早期脱分極のメカニズムの解明やシミュレーションモデルは、いずれ不整脈の治療技術の向上や薬剤の開発に役立つはずで。

心室筋細胞モデルの構築に続いて、京都大学との共同研究により、すい臓の血糖制御機構の数理モデルの構築とその定量的解析も進めています。

血糖値の制御を担うのは、すい臓内に点在する膵(すい)島という組織です。膵島は、 $\alpha$ 細胞と $\beta$ 細胞という相反する機能を持つ細胞の集合体組織で、血糖値の上昇を感受すると、 $\beta$ 細胞がインスリンを分泌して血糖値を下げ、反対に血糖値が低下しすぎた時には $\alpha$ 細胞が血糖値を上昇させるグルカゴンを分泌することで血糖値は正常に保たれます。私たちはすでに $\beta$ 細胞の機能のモデルを作成しており、現在は、 $\alpha$ 細胞モデルの構築をすすめています。この二つの単一細胞モデルを統合して膵島という多細胞集合体モデルを構築し、血糖値制御のシミュレーションの完成を目指します。糖尿病の治療の一つに人工膵島を移植し、機能を失ったすい臓の代わりを果たすというものが、血糖値制御をシミュレートできれば、こうした人工膵島の機能の検証に活用できます。このモデルの完成後は、京都大学の協力を得て人為的に構成した細胞群を用いて多細胞集合体モデルを検証し、さらには人工膵島を小動物に移植してモデルの有効性と展開性を評価する予定です。

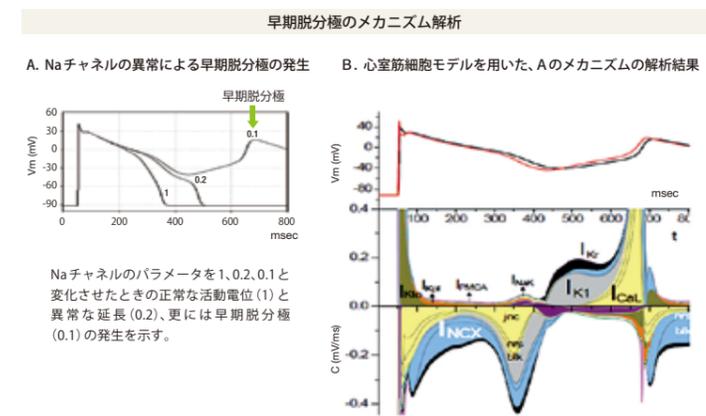
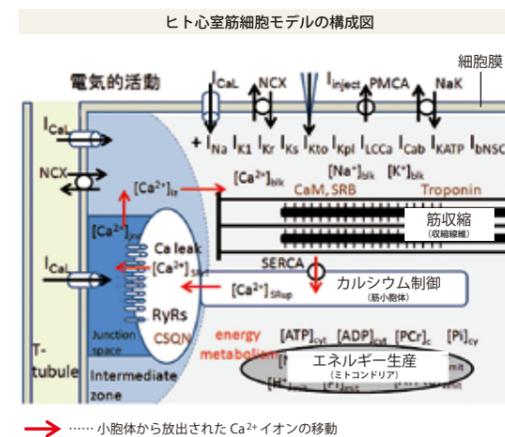
## 医療・医学に関わる人材育成に貢献するため生体機能コンピュータモデルを用いた教材の開発を目指します。

生体機能コンピュータモデルが寄与するのは、医療・医学の発展だけではありません。とりわけ期待されているのが教育での役割です。私たちは医療・医学領域に関わる人材育成のための画期的な教材の開発を進めています。実習形式の学びで問題解決能力を養えるところが従来の医療領域の教育、教材と大きく異なり、この教材の強みです。

シミュレータを使うことで、これまで解剖や実験でしか見ることができなかったさまざまな生体機能や、現実には検証することのできないような病態や治療過程、薬物応答などもコンピュータ上で確かめることができます。コンピュータでシミュレートしながら人体やその機能について学び、自ら課題を見つけ、問題解決を考え、試行錯誤しながら知識や技術を深めていくことができるのです。医師や看護師、パラメディカルといった医療の専門家を志す大学生や医療研究者の教育に役立つことはもちろん、コンピュータグラフィックスなどを用いてより視覚的な効果を高めれば、小中高生や一般市民など多様な人々が「医への理解を深める」ためのツールとして本モデルの活用できる可能性が広がります。いずれは開発した教材を日本のみならず開発途上国等の医療技術の向上や医療教育に役立てる事業へと育てていくことが目標です。こうして医療・医学の発展、そして人材育成のいずれにも貢献していきたいと考えています。



[写真 後列右] 生命科学部 教授 野間 昭典 (プロジェクトリーダー)  
 [写真 後列左] 生命科学部 教授 天野 晃  
 [写真 前列左] 独立行政法人日本学術振興会 特別研究員-PD 姫野 友紀子  
 [写真 前列右] 立命館グローバル・イノベーション研究機構 ポストドクトラルフェロー 竹田 有加里



●参考文献 / 1 Systems analysis of GLP-1 receptor signaling in pancreatic  $\beta$ -cells. Am J Physiol Cell Physiol. 2011;301(4):C792-803. 2 Time-dependent changes in membrane excitability during glucose-induced bursting activity in pancreatic  $\beta$  cells. J Gen Physiol. 2011;138(1):39-47 3 Ionic mechanisms and  $Ca^{2+}$  dynamics underlying the glucose response of pancreatic  $\beta$  cells: a simulation study J Gen Physiol. 2011;138(1):21-37.  
 ●連絡先 / 立命館大学びわこ・くさつキャンパス 野間研究室 電話: 077-561-2586 <http://research-db.ritsumeai.ac.jp/Profiles/44/0004330/profile.html>

Project Theme 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応

# 電気化学反応で生まれるエネルギーを環境デバイスに活用

## 多孔質構造のガス透過性固体電解質セルを用いて燃料電池をはじめとした環境デバイスを開発しています。

私たちのプロジェクトでは、電気化学反応で得られる現象や効果を、従来の環境・エネルギー変換デバイスに応用あるいは付加することにより、全く新しい、あるいはより高効率なデバイスの開発を目指しています。例えば、そのためには電気化学反応と燃焼反応などを併存させるための技術や燃焼によって発生した熱エネルギーの制御などが求められます。

これまで、私たちは多孔質構造を持つガス透過性固体電解質セルの開発に世界に先駆けて成功しました。通常、固体電解質セルの稼働には600℃以上の高温が必要ですが、多孔質なガス透過性の電解質セルによって、電気化学反応場で一部の熱エネルギーを燃焼反応により取り出し、稼働温度を保持することを編み出したのです。

このガス透過性固体電解質セルを用い、現在、固体酸化物型燃料電池(SOFC: Solid Oxide Fuel Cell)の開発を進めています。空気極(カソード側)のガスを気孔から透過させて燃焼極(アノード側)で燃焼し、その燃焼で発生した熱エネルギーをSOFCの起動に利用しようというものです。これによってこれまでスタートアップの遅さが課題だったSOFCを極めて短時間で起動させることが可能になりました。新たな検証実験の結果、700℃の稼働で1.23 W/cm<sup>2</sup>という世界トップレベルの出力密度を達成し、火災形成からわずか30秒で発電することを明らかにしました。

SOFCの強みはセラミック系の比較的安価な材料で高い発電効率を実現できるところです。実用化できれば、白金など高価な触媒を必要とする従来の燃料電池を凌駕する画期的な製品となるに違いありません。

## 多孔質電解質セルを使ってNOxとPMの大幅な低減に成功。ディーゼル排ガス浄化装置の実用化を目指しています。

プロジェクトではまた、多孔質固体電解質セルを使ったディーゼル排ガス浄化装置の開発にも取り組んでいます。ディーゼルエンジンはガソリンと比べて経済性に優れている反面、窒素化合物(NOx)や煤などの粒子状物質(PM: Particulate Matter)が排出され、環境に負荷を与えることが問題視されます。日本ではトラックなど大型のディーゼル車には尿素を利用する排ガス浄化技術(尿素SCRシステム: Selective Catalytic Reduction)が採用されていますが、これは大きなスペースを要するため乗用車などに搭載するには不向きです。私たちは多孔質固体電解質セルを応用してより小型で高効率なディーゼル排ガス浄化装置を開発し、こうした課題を克服することを考えました。それがディーゼル排気中のNOxとPMを同時に低減するECR (Electro-Chemical Reduction) 法です。

多孔質固体電解質セルのカソード側にバリウムなどのNOx吸蔵材を担持して、アノード側からカソード側に排ガスを通過させると、アノード上にPMが捕集され、カソード側でNOxが吸蔵されます。両電極間に電圧を

かけ、電解質を介してカソード側からアノード側に酸素イオンを移動させることで、アノードでPMの酸化を促進するとともに、カソードでNOxの還元(分解)が可能になります。こうして排ガス温度程度の低温でもNOxとPMの両方を同時に低減することができるというわけです。平板多孔質の固体電解質セルを用いて検証した結果、400℃でPMを95%以上、NOxを80%以上低減させることを確かめました。

しかしECRシステムを実用化につなげるには、イオン電導性、ガス透過性のいずれもまだ不十分な状況です。続く研究では、セルに用いている電解質と銀(Ag)のサーメット電極の電解質とAgの割合を変えて傾斜電極を採用した結果、イオン電導性をこれまで以上に高めることに成功しました。これにより350℃でも80%のNOxの低減率を実現できるようになりました。さらに、反応面積を増やすため、ハニカム状の電気化学セルの開発を進めています。企業の協力を得て、樹脂成形による高精度のハニカムセルの製造に取り組み、実用化に必要な壁厚300 μm、格子のピッチ1.3mm程度のハニカムの製造に目途をつけることができました。実用化に向け、今後いっそう性能向上に努めていく予定です。

## 電気化学反応の応用として電気二重層によるイオン除去の可能性を探っています。

プロジェクトではさらに、活性炭電極を用いた電気二重層によるイオン

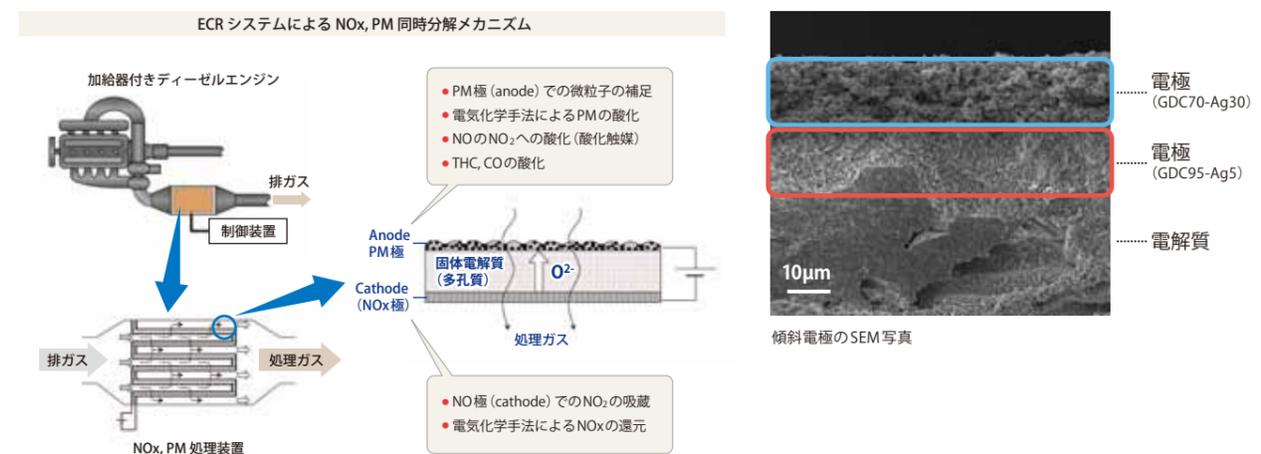
除去技術(CDI: Capacitive Deionization)を活用してゴミの焼却灰洗浄廃水の高度処理技術を開発しようとしています。

都市ゴミを焼却した後に残る灰を水で洗浄して脱塩化し、その灰をセメント材などに混ぜて有効利用しようという試みが進んでいます。この際、問題になるのが、脱塩洗浄後の塩素を含んだ廃水の処理です。現状は、既存技術である逆浸透膜(RO: Reverse Osmosis)法で塩素を取り除くのが一般的です。私たちは、RO法に比べエネルギーコスト、メンテナンスコストに優れた新たな方法として、電気二重層を用いて溶液中のイオンを除去し、洗浄廃液を処理しようと考えています。

CDIでは活性炭電極に電気分解が起こるよりも低い電圧を印加することで、電極の表面に電気二重層を形成し、電解溶液中の塩素イオンなどの陰イオンとナトリウムイオンなどの陽イオンをそれぞれの電極に吸着させることで除去します。また、電極にイオンが吸着した状態はコンデンサーで言う「充電された状態」であり、この充電されたエネルギーを再び活用することで、RO法よりエネルギー損失の少ないシステムを構築することが可能になります。今後、セルの性能の向上やエネルギー回生システムの最適化を進めていく予定です。CDIは廃水処理だけでなく、海水の淡水化など多様な用途へ応用できる可能性を有しており、そうした他の用途への展開も図っていく予定です。



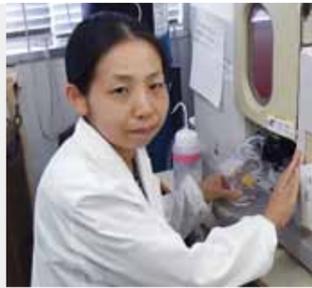
[写真 前列左] 理工学部 教授 **吉原 福全** [プロジェクトリーダー]  
 [写真 後列左中] 立命館大学大学院理工学研究科 博士課程前期課程 **坂井 聡之**  
 [写真 後列右] **富永 啓太** [写真 前列右] **矢野 伸幸**  
 立命館大学理工学部機械工学科  
 [写真 後列中央] **池田 賢史** [写真 後列右中] **高松 憲史** [写真 後列左] **本田 太一**



●参考文献 / 1 Simultaneous Reduction of NOx and PM in Diesel Exhaust Based on Electrochemical Reaction, SAE Int. J. Fuels Lubr. 3(1): 50-60, 2010. 2 Development of ECR (Electro-Chemical Reduction) System for Simultaneous Reduction of NOx and PM in Diesel Exhaust, Workshop in Catalytic and Electro-Catalytic Flue Gas Purification, Denmark, 2011. 3 Development of Carbon Electrode for the Desalination of Seawater by means of Capacitive Deionization (CDI), The 4th IWA Asia-Pacific Young Water Professionals Conference(in press)  
 ●連絡先 / 立命館大学びわこ・さつキャンパス 吉原研究室 電話: 077-561-2748 http://www.comb.ritsumei.ac.jp/combust/index.html

## R-GIROの若手研究者紹介

R-GIROに所属している若手研究者に、今後の抱負を語っていただきました。



ポストドクトラルフェロー  
**堀井 幸江**  
Sachie Horii

**プロジェクト** 共生・循環型社会基盤に立脚した環境・食料生産システム  
(代表者: 生命科学部 教授 久保幹)

**研究テーマ** 物質循環に着目した土壌評価法の確立

**研究分野** 土壌微生物

[今後の抱負・展望]

土壌微生物に起因するバイオマスの物質循環に関する研究に取り組んでいます。植物は生育過程において主に無機物を吸収・利用しています。土壌中で動物の死骸や落ち葉などの有機物を分解して、植物が吸収しやすい無機物を生み出しているのは微生物です。微生物は、自然界の物質循環において重要な役割を果たしています。土壌中の微生物数や、これらの微生物に起因する窒素やリン酸の循環を明らかにすることで、土壌環境を定量的に評価したいと考えています。土壌を評価するだけでなく、物質循環が円滑な土壌の特徴を明らかにし、物質循環を改善し植物の生長に適した土壌環境を維持する方法を提案していきたいです。



研究員  
**青木 千帆子**  
Chihoko Aoki

**プロジェクト** 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  
(代表者: 先端総合学術研究科 教授 松原洋子)

**研究テーマ** 書籍のアクセシビリティとデータ提供システムの国際比較

**研究分野** 障害学、心理学

[今後の抱負・展望]

視覚障害者が書籍にアクセスするために有効な支援技術は、既に存在しています。しかし、技術が開発されたとしても、それがどのように活用されるのかは社会、文化、制度的側面に委ねられています。そこで私は、支援技術そのものではなく、技術を生み出し支える側面に注目し、各国の出版社、図書館や教育機関、視覚障害者団体がどのような活動を展開しているのかを調査しています。このような研究を通し日本の状況を相対化して試みること、支援技術が十分に活用されるためのあり方を構想し、実現のための端緒をとらえ、読書に困難を持つ人々の読書環境の改善に結びつけることをめざしています。



ポストドクトラルフェロー  
**竹田 有加里**  
Yukari Takeda

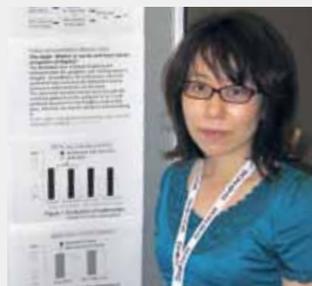
**プロジェクト** 生体機能シミュレータと解析ツールの研究開発  
(代表者: 生命科学部 教授 野間昭典)

**研究テーマ** バイオシミュレーションによる膵β細胞機能の統合的理解

**研究分野** 生命情報学

[今後の抱負・展望]

近年の目覚ましい医学生物学研究の発展により、これまでゲノム解析をはじめ、生命現象を司る分子間の化学反応に至るまでの膨大な知見が蓄積されてきました。ポストゲノム時代にある今、医学、工学、情報学の異分野融合によって、一つ一つの分子反応を数式化し生体機能を数理時空間に表現することや、また各分子機能を数学的に解析することで生体機能の総合的な解明をめざす研究が進められています。このような研究の発展は、病態シミュレーション、更には治療薬応答の数値解析なども可能とし、医療を飛躍的に向上させることと期待される中、創薬、再生医療などへの応用展開へも繋がるような生命情報学的研究を積み重ねていきたいと考えています。



ポストドクトラルフェロー  
**山崎 優子**  
Yuko Yamasaki

**プロジェクト** 「法と心理学」研究拠点の創成  
(代表者: 文学部 教授 サトウタツヤ)

**研究テーマ** 市民の司法判断を規定する要因についての心理学的研究

**研究分野** 法心理学、認知心理学

[今後の抱負・展望]

司法判断に対する市民の認識は、さまざまな要因(例えば、事件報道の参照や裁判と関連する知識の有無)によって影響を受けることが、陪審裁判の歴史の長い欧米の研究で明らかにされてきました。こうした陪審研究で得られた知見を踏まえつつ、日本の法制度や文化的背景を考慮した課題設定を行い、上記の問題について検討を行っています。現在はとくに、死刑の判断に影響する複数の要因を個人の特性に起因する内的要因(例えば他者に対する攻撃性)と個人の特性に起因しない外的要因(例えば犯罪報道の参照)とに分け、判断に至る心的メカニズムの検討を行なっています。今後は、国内外の研究機関や法の実務家と連携して研究をすすめ、研究成果を社会に還元していきたいと考えています。

## Topics

2012年10月5日  
立命館グローバル・イノベーション研究機構(R-GIRO)先端医療研究拠点シンポジウム「ITと医療の融合」を開催

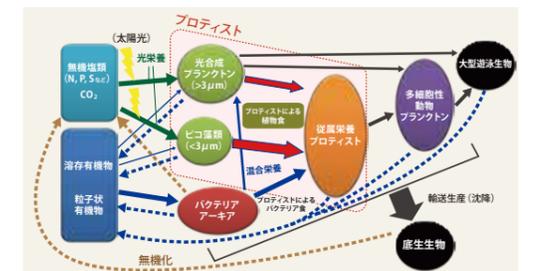
- 場所 立命館大学びわこ・さつキャンパス ローム記念館5階大会議室
- 主催 立命館グローバル・イノベーション研究機構(R-GIRO)
- 協賛 岐阜大学、滋賀医科大学、東京女子医科大学先端生命科学研究所、一般社団法人関西経済同友会、公益社団法人関西経済連合会、京都環境ナノクラスター(中核機関:財団法人京都高度技術研究所)、滋賀銀行、公益財団法人滋賀県産業支援プラザ、一般社団法人ネオマテリアル創成研究会、立命館科学技術振興会
- 後援 近畿経済産業局、滋賀県



シンポジウムは、村上正紀R-GIRO機構長代理(立命館副総長)による開会挨拶で始まり、第一部は藤田広志氏(岐阜大学大学院医学系研究科主任教授)が「コンピュータ支援画像診断の最先端」と題した基調講演を行い、続けて山本裕之氏(キャノン株式会社医用画像情報システム開発推進プロジェクトチーフ)が「医用イメージングへの取り組み〜画像診断支援を中心に〜」と題した特別講演を行いました。第二部では、立命館大学の若手研究者による最新の研究成果紹介発表とポスターセッションを実施。第三部では、立命館大学情報理工学部陳延偉教授がコーディネーターを務めるパネルディスカッションが開催され、「ITが拓く医療の将来の展望」をテーマに5名のパネリストと130名を超える来場者とともに活発な意見交換が行われました。

立命館グローバル・イノベーション研究機構元ポストドクトラルフェロー 柏山祐一郎氏と立命館大学薬学部民秋均教授の研究グループが水中の微生物がクロロフィルの光毒性を無くす仕組みを発見

R-GIRO元ポストドクトラルフェロー 柏山祐一郎氏 [JST 戦略的創造研究推進事業(さきがけ) 研究者(専任)]と薬学部の民秋均教授の研究グループは、藻類を食べる「プロティスト」と呼ばれる水中の微生物がクロロフィル(葉緑素)の「光により有害な活性酸素を発生させる能力」をどのように無くしているのかという、これまで全く知られていなかった自然界の基本的な仕組みを世界で初めて解明し、米科学アカデミー紀要(PNAS誌)で発表、同誌にFeature Article(特別論文)として掲載されました。本研究は、プロティストがクロロフィルをどのように無害な物質に変化させ「安全に」藻類を消化しているかを解明しました。さらに、微細な藻類を食べる生き物として、プロティストが生態系の基本的で重要な構成要素であることが分かりました。これらの成果により今後、多くの謎が存在する「地球温暖化や環境汚染の海洋や湖沼の生態系への影響」や「生態系の進化過程」の解明に大きく前進することが期待されます。なお、本研究は筑波大学、京都大学、滋賀県琵琶湖環境科学センター、三重大学、海洋研究開発機構との共同研究です。



海洋や湖沼の食物網(食べる-食べられるの関係)の概念図

立命館大学が2012 Esri International User Conferenceにて、SAG賞(Special Achievement in GIS Award)を受賞

特定領域型R-GIRO研究プログラムのプロジェクトリーダー 矢野桂司教授が率いる、立命館大学文学部地理学専攻の研究グループが、2012 Esri International User Conferenceにて、SAG賞(Special Achievement in GIS Award)を受賞しました。SAG賞は、世界各地約10万を超えるESRIユーザサイトの中から、GIS(地理情報システム)分野において特に顕著な功績を取ったユーザに授与される国際的な賞となります。2003年に賞が創設されて、毎年世界各国から約150の企業、団体が受賞しており、立命館大学の受賞は初の快挙となります。研究グループを中心とする以下のGIS(Geographic Information System: 地理情報システム)を用いた活動や功績が世界的に認められ、日本からは2012年度において唯一の受賞となりました。



SAG賞の記念撮影(米国Esri社社長ジャック・デンジャモンド氏・ESRIジャパン株式会社社長正木千陽氏と共に)

※GIS(Geographic Information System: 地理情報システム): 地球上にある事物の位置や形状の情報と、文字や数値の属性情報から構成される地図(地理情報)を、視覚化、分析、管理するための情報システム。  
※ESRI(Environmental Systems Research Institute, Inc.)社: 地理情報システム(GIS)のソフトウェア、データ、出版、提供を行なっている企業。米国のカリフォルニア州レッドランズ市に所在し、GIS関連では世界有数の企業。

平成24年度  
スーパーサイエンスハイスクール生徒研究発表会にて  
R-GIRO Juniorメンバーが奨励賞を受賞

R-GIROで取り組んでいるR-GIRO Juniorの支援メンバーの一人である立命館高等学校3年木下侑里香さんが、8月8日、9日にパシフィコ横浜で開催されたSSH生徒研究発表会で「鏡像を用いた多面体の作成」(数学分野)において奨励賞を受賞しました。



### Event Guide

立命館イノベーションフェア2012

- 日時 2012年11月29日(木)10:00~17:15、30日(金)9:30~17:00
- 会場 立命館大学びわこ・さつキャンパス ローム記念館
- 主催 立命館科学技術振興会(ASTER)、総合科学技術研究機構、立命館グローバル・イノベーション研究機構(R-GIRO)、理工学研究科
- 参加費 無料

本フェアは産学官連携活動および研究者・学生に対する研究支援活動の一環として毎年行っているイベントです。今回R-GIROは、若手研究者による成果発表や、新たに実施する「拠点形成型R-GIRO研究プログラム」で採択した4研究拠点(5プロジェクト)の紹介を予定しています。

※変更の可能性がありますので、詳細が決まり次第R-GIROホームページにてお知らせします。