



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. 16
Winter 2013

Topics

Event Guide

立命館グローバル・イノベーション研究機構 (R-GIRO) シンポジウム
「立命館大学の農業・食料研究拠点がめざす産・学・官・地連携」

■日時 2014年2月21日 (金) 13:30～17:20 (交流会 17:30～19:00) ■会場 立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 立命館大学ローム記念館 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) ■参加費 無料 (交流会 2,000円)

プログラム

第一部 農林水産業による地域活性化の経験と R-GIRO 食料研究拠点の活動
第二部 食と農のスロー＆ローカルイノベーションー産・学・官・地連携でめざすものー

※イベントの詳細は決まり次第、R-GIRO ホームページでお知らせいたします。 <http://www.ritsumei.ac.jp/rgiro/events/>

R-GIRO プロジェクトリーダー 北岡 明佳の

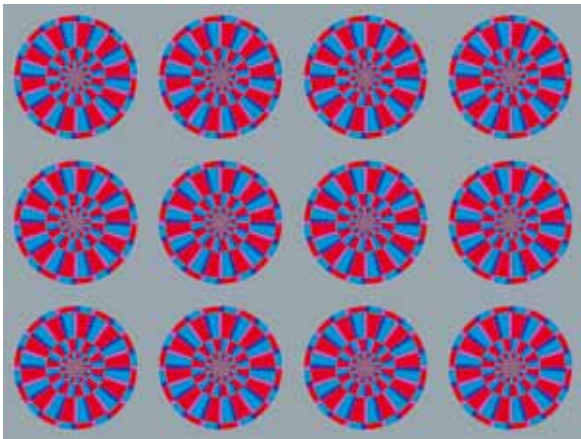
トリック・アイズ メカニズム

vol. 3

浜松方面に行くと、「夜のお菓子」というキャッチフレーズのお菓子がある。臆面もなく真似をするならば、錯視は「昼の現象」である。錯視として知られる現象のほとんどは明るいうちで観察できるものだからである。ここでは暗いところで働く錯視を紹介してみたい。図を暗いところで観察すると、それぞれの円盤が反時計回りに回転して見える。「色依存のフレーザー・ウィルコックス錯視」と筆者が呼んでいる「夜の」錯視である。なお、印刷がうまくいけば「昼の」錯視も見えるかもしれないが、その場合は円盤は時計回りに回転して見える。この円盤を衣類にプリントして暗い夜道を歩けば、立ち止まっても動いて見える刺激となるためドライバーから発見されやすくなり、結果として交通事故防止に役立つことが期待できる。

【プロジェクト】応用錯視学のフロンティア (代表者：文学部教授 北岡明佳)

TRICK EYES MECHANISM



編集後記

新たな年を迎えました。2014年もR-GIROは「持続可能で豊かな社会」の実現に向けて研究活動に取り組みます。2012年度からスタートした拠点形成型R-GIRO研究プログラムに加え、COIトライアル拠点としての研究活動も本格化いたします。本年も様々な研究活動の最前線をご紹介しますまいりたいと思います。(田)

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.16 2014年1月20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)

URL <http://www.ritsumei.ac.jp/rgiro/> e-mail r-giro@st.ritsumei.ac.jp

立命館大学 R-GIRO 事務局

〒604-8520 京都市中京区西ノ京朱雀町1 TEL:075-813-8199 FAX:075-813-8202

[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:075-465-8245

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の活動報告

福井 正博 教授 [理工学部]

再生可能エネルギーの有効活用の切り札になる知的蓄電システム

天野 耕二 教授 [理工学部]

人と環境にやさしい持続可能な食システムの構築

藤田 卓也 教授 [薬学部]

新薬開発に貢献する高効率・高精度な生体評価システム

李 周浩 教授 [情報理工学部]

手術の質の向上に役立つ最先端の手術プロセスモデル

R-GIROの若手研究者紹介

松本 和晃 専門研究員

都市における生産者・消費者協調型食システムの構築 (グループリーダー：理工学部教授 天野耕二)

木戸 彩恵 専門研究員

法心理の原理探求と新領域展開 (グループリーダー：文学部教授 サトウタツヤ)

Topics・Event Guide

[連載企画] トリック・アイズ メカニズム

R-GIROの活動報告

拠点形成型 R-GIRO 研究プログラム (2012年度採択研究プロジェクト)

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 (旧称：太陽光発電マルチスケール研究拠点)

Group Theme 知的自律分散エネルギー・マネジメントシステムの研究開発

再生可能エネルギーの有効活用の切り札になる知的蓄電システム

再生可能エネルギーの有効活用には リチウムイオン蓄電池の性能向上が不可欠です。

近年、化石燃料や原子力など既存のエネルギーに代わって再生可能エネルギーを活用し、地域で電力を効率的に使う「スマートコミュニティ」を構築していこうとする動きが活発になっています。リチウムイオン蓄電池は、こうした電力ネットワークシステムの基幹をなすデバイスの一つです。今後、スマートコミュニティが現実のものになっていけば、家庭据え置き用や電気自動車 (EV) 用、系統安定用など、リチウムイオン蓄電池の需要は急激に高まります。また病院やデータセンターなど連続運転が求められる場所や、宇宙空間など長期間安全・安定な機能を確保しなければならない特殊な環境などでもリチウムイオン電池の使用は広まっており、早晚大普及時代を迎えるだろうと見込まれています。

しかし現状のリチウムイオン蓄電池は、性能にバラつきが大きく、劣化の度合いや温度による変動なども製品によって大きく異なるため、蓄電池としての性能を十分に生かし切ることができていません。とりわけ新エネルギーや再生可能エネルギーを有効に活用し、スマートコミュニティを実現するためには、リチウムイオン蓄電池の性能や安全性の向上、低コスト化、高効率化が不可欠です。

本プロジェクトでは、リチウムイオン蓄電池の性能を最大限引き出すための制御技術の確立を目指しています。蓄電池に知的センサを搭載して残

量や異常を高精度に検知し、その状態に合わせて自律的に充放電を制御することで、劣化を抑制しながら効率よく蓄電するための知的充放電システムを開発しようとしています。

蓄電池の残量を高精度に推定する技術を構築し 知的蓄電システムを開発しました。

蓄電池の電流、電圧、温度などから電力の残量 (SOC: State of Charger) や異常な状態を検知し、閾値を超えないよう制御するシステムはすでに存在しますが、未だ十分な性能を確保しているとはいえません。劣化の状態や異常を正確に検知できないことに加え、蓄電池が劣化すると、残量推定の精度も下がってしまいます。その上、検知に必要な事前の特性評価には大規模な機械と膨大な時間を要することも、性能向上を阻む要因になっています。

それに対して私たちは、蓄電池の状態をリアルタイムで検知する新しい技術を構築し、蓄電池に搭載可能な小型センサを開発することに成功しました。コアとなるのが、蓄電池の残量を高精度に推定する技術です。蓄電池の残量は、温度や自己放電、蓄電池の劣化などの影響を受けるため、検知するのは容易ではありません。私たちは、蓄電池残量と相関性の高い内部抵抗や開放電圧の安定点を高精度に予測する技術に、カルマンフィルタと呼ばれる統計的手法を加える方法を考案。ノイズをうまく除去し、主成

分である蓄電池の残量、さらに内部抵抗や開放電圧を高精度に測定する技術を構築しました。実証実験で、実際に575回のフィルタリングステップで蓄電池残量を測定した結果と、私たちの見出した技術で推定した蓄電池残量を比較したところ、誤差をわずか3.9%に抑えることができました。従来技術を用いた場合の誤差が5～10%であることを考えると、格段に推定精度を高めたといえます。

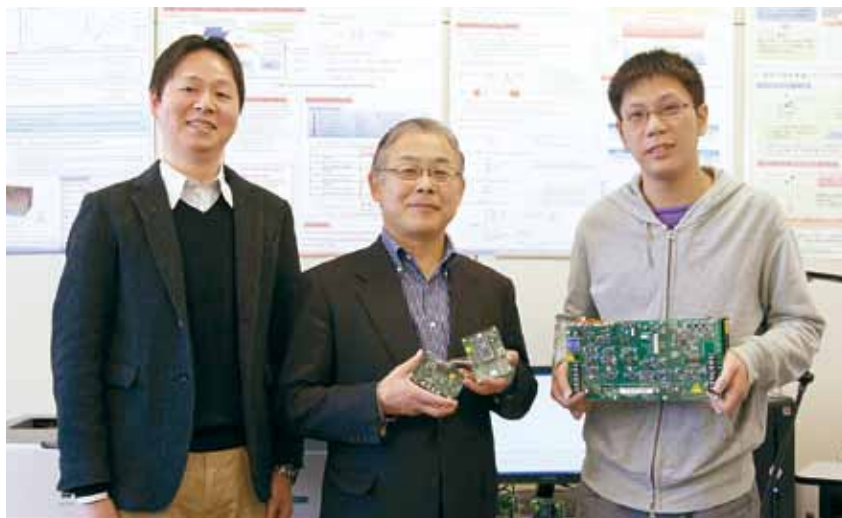
続いて、蓄電池の残量推定技術を活用し、蓄電池の充放電を自律的に最適制御する知的蓄電システムの構築にも成功しました。蓄電池の熱特性が残量に依存して変化する点に着目。残量に応じて最適な充電電流を設定することで、温度上昇を抑えながら最適な速度で充電する手法を開発しました。蓄電池を大電流で充電すると、負荷が高すぎて劣化も加速します。最適な電流値で充電を行うことで、蓄電池の劣化を抑制しながら、可能な限り高速で充電することが可能になります。この知的蓄電システムを実用化すれば、変動の大きい再生可能エネルギーの有効活用を大きく前進させる革新的な成果となります。

残されたもう一つの重要な課題は、蓄電池の安全性の向上です。私たちは、蓄電池の安全性を確保する上で不可欠な温度管理の技術を開発しました。蓄電池の内部温度が高くなりすぎると、熱暴走による発火など事故の原因になります。それを防ぐためには、蓄電池内部の温度を正確に測定する必要がありますが、蓄電池内部に温度計やセンサを組み込むことはできません。そこで私たちは、周囲の環境温度と蓄電池の表面温度から内部の

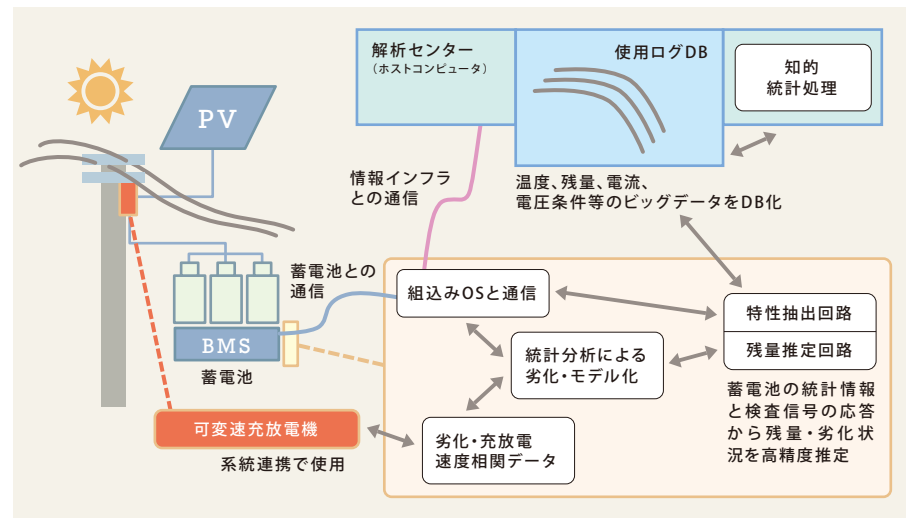
温度を推定する画期的な方法を見出しました。検証を試みた結果、私たちが導き出した推定値と実測値との誤差はわずか0.3℃に留まり、精度の高さが確かめられました。

知的蓄電システムのさらなる高効率化、低コスト化、 高寿命化をめざす。

本プロジェクトでは、構築した知的蓄電池システムを電力マネジメントシステムの開発に役立てようとしています。本プロジェクトが所属する「太陽光発電によるエネルギー創成・利用研究拠点」では、太陽光をはじめとした再生可能エネルギーを地産地消によって高効率に利用するための枠組みとして、自律分散型の電力ネットワークを構築しています。それには、蓄電池の残量や電力の発電・消費量を監視し、再生可能エネルギーによる電力の過不足や各拠点での使用状況に応じて、マイクログリッド内の拠点間で電力を融通し合うシステムの構築が必要です。その根幹をなすのが、知的蓄電池システムです。今後は、知的蓄電システムの性能を向上し、今以上に高効率化、低コスト化、高寿命化を図っていきます。一方で、各機器やネットワークを組み合わせ、実際に動作する小規模モデルで検証し、デバイスの最適化にも取り組んでいきます。



[写真 中央]
立命館大学理工学部 教授
福井 正博 グループリーダー
[写真 左]
立命館大学理工学部 助教
谷口 一徹
[写真 右]
理工学研究科 博士課程後期課程1回生
林 磊



無線機能付き可変速充電器

ネットワークでの
統計的電池管理システムの実現

●参考文献／**1** Y. Yamamoto, K. Kato, L. Lin, and M. Fukui, "A thermal management system for lithium-ion battery in mobile systems," in Proc. 21st European Conference on Circuit Theory and Design, Dresden, Germany, Sep. 2013. **2** 加藤, 山本, 林, 福井, "リチウムイオン蓄電池の熱特性解析モデルの構築と内部温度推定手法," 第54回電池討論会, 大阪国際会議場, 大阪, 2013年10月. **3** 小島, 大西, 福井: "キャリブレーション機能を有する高精度リチウムイオン蓄電池シミュレータ," 電気学会論文誌C, vol. 132, no.4, 2012年4月.
●連絡先／立命館大学 びわこ・くさつキャンパス VLSI最適化学研究室 (福井研究室) 電話：077-561-5131 <http://www.bkc.ritsume.ac.jp/se/re/fukuilab/>

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(旧称: 農業の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—)

Group Theme 都市における生産者・消費者協調型システムの構築

人と環境にやさしい持続可能な食システムの構築

情報共有とコミュニケーションの活発化によって 新しい食料生産・流通・消費システムを実現します。

食料自給率の低下や食の安全・安心に対する懸念、さらに食料生産を脅かす気候変動などの地球環境の変化といった、食に関わる課題が山積する現代、これまでとは異なる循環型で持続可能な食の生産・消費のあり方が求められています。本プロジェクトでは、食に関わるあらゆるステークホルダー、すなわち消費者、生産者、流通・販売業者の間の情報共有やコミュニケーションを活発にすることによって、地産地消で、かつ低炭素型の食料生産・流通・消費システムを構築することを目指しています。生産者や流通業者と消費者の間を本プロジェクトがつなげる「産学連携」によって、各ステークホルダーのニーズを満たしつつ、地域の活性化など社会にもメリットをもたらし、さらには環境負荷の低減にも寄与するような新しい食システムをつくることが目標です。

食や環境に関する情報をステークホルダーで共有するとともに、農水産業者、消費者双方にメリットをもたらす情報を有効に活用する仕組みをつくるためには、まずその前提となる基礎情報を収集する必要があります。そこで本プロジェクトでは、消費者の買い物行動や食品リサイクルに対して持っている顕在的・潜在的ニーズを調査・把握することから着手しました。食産業が近代化し、食に関わる市場が大きくなるにつれて生産者と消費者の距離は離れていき、互いに何を必要としているのか、わからなく

なっているのが現状です。そこで消費者が何を考え、どのような判断基準で、どのような買い物行動をとるのかを明らかにします。具体的には、立命館大学のある草津市周辺域の消費者を対象に、買い物行動について実際に調査を行うことで、価格や量、鮮度、産地など消費者の購入行動を規定する因子を探り出すことを計画しています。

また消費者に関わる情報として、消費者の買い物形態、モビリティの変化にも着目しています。かつては地域の店舗やスーパーに足を運び、買い物するのが当たり前でしたが、モータリゼーションによって自動車で郊外型の大型店舗に赴き、まとめ買いするという買い物形態が急速に普及しました。ところが近年、高齢化に伴って自動車を使えない高齢世帯が増え、買い物が困難になる状況が生まれています。そうした買い物難を補うものとして、インターネット通信販売のような新しい流通・販売形態が登場してきました。こうした消費者のモビリティに関わる情報も収集し、消費者と流通・販売業者、生産者の情報共有とコミュニケーションの活性化につなげていきたいと考えています。

温室効果ガスの排出削減につながる 買い物行動を促す因子を探求しています。

加えて、環境負荷の低減、とりわけ温室効果ガスの排出削減に寄与する消費行動についても調査・分析を行います。かつての公害対策などは企業

や産業界に改善行動を求めるのが一般的でしたが、温暖化といった地球規模の課題が続出する現代では、消費者一人ひとりの行動の結果が解決に影響するという認識が普及しています。調査では、例えばカーボンフットプリントなど温室効果ガスの削減につながるさまざまな情報の浸透度を明らかにするとともに、どのような情報をどのように活用すれば、消費者の行動に変容をもたらし、社会全体の食の安全・安心や環境負荷の低減に貢献できるのかを見出します。

こうした消費行動の把握に関しては、これまで特定の地域に限った調査は行われてきたものの、地球環境問題の解決といった人類共通のテーマを視野に入れ、食に関する消費者の普遍的な意識や行動を分析した例はありません。プロジェクトを通じてこれまでにない視座を得られると期待を寄せています。

食料廃棄物の有効活用を促進する リサイクルシステムの構築に取り組みます。

食に関わる環境問題を考える上で、温室効果ガスの排出削減に加えて重要なのが、廃棄物の有効利用です。食料生産から消費までの過程では、生産現場における余剰野菜、流通・販売過程での賞味期限切れや損傷、さらに消費者のもとでも生ごみや食べ残しなどが発生し、その多くが廃棄されています。これらの食品残渣を堆肥やバイオマスエネルギーとして再利用

すれば、資源の有効活用になるだけでなく、焼却処分に伴うエネルギーの消費やCO₂の排出を抑えることにもつながります。

現状は食品製造業では約90%が再利用されているものの、食品卸売業・小売業・外食産業では50%、さらに一般家庭でのリサイクル率は全国平均でわずか5%にとどまっています。理由は、一般家庭の食品廃棄物の場合、分別収集が難しいので、箸や紙、プラスチック等の異物混入が飼料化や堆肥化といったリサイクルを困難なものにしているためです。しかし、全国を見渡せば分別収集の方法を工夫しリサイクルに成功している地域は存在するので、私たちはそうした成功事例に着目しています。他地域の食品有機系廃棄物の発生量、最終処分量、有効利用方法の実態を比較研究し、有効な再資源化の方策を探っているところです。重要なのは、堆肥などのリサイクル品を生産者が実際に使い、かつその製品を用いて生産された食料を消費者が購入し、さらに生産者のニーズに応える分別・廃棄を行うといった、再資源化をめぐる循環を成立させることです。そのための情報因子を探索し、生産者、流通・販売業者、消費者がいずれもメリットを享受しつつ、食品残渣を有効利用できるコミュニケーションの枠組みを設計していきます。

こうした各調査、分析を総合し、地産地消・低炭素型食料生産・流通システムの構築のための実証モデルの基本設計を行います。さらに草津市周辺域を含む地域に試験的に導入し、適用可能性や環境負荷の削減効果を検証することで地産地消・低炭素型食料生産・流通システムを現実のものにしていきます。



〔写真 左中〕
立命館大学理工学部 教授

天野 耕二

グループリーダー

〔写真 左〕
立命館グローバル・イノベーション研究機構 専門研究員

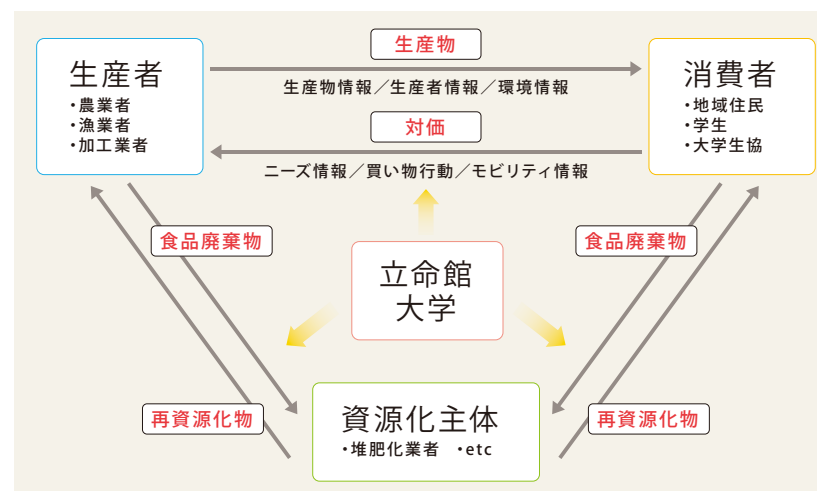
松本 和晃

〔写真 右中〕
理工学部 特任助教

吉川 直樹

〔写真 右〕
理工学部 講師

石森 洋行



生産者・消費者協調型システムのイメージ

- 参考文献／食品循環資源の再生利用等実態調査(平成22年度), 農林水産省統計部.
- 連絡先／立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 天野研究室 電話: 077-561-2742 <http://www.ritsumei.ac.jp/se/rv/amano/>

R-GIROの活動報告

拠点形成型 R-GIRO 研究プログラム (2012年度採択研究プロジェクト)

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 (旧称: 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)

Group Theme 医療バイオイノベーション研究 (創薬開発支援研究、組織モデル研究)

新薬開発に貢献する高効率・高精度な生体評価システム

新薬開発の時間と費用の削減に貢献する高効率・高精度の候補薬の評価システムの開発を目指しています。

バイオテクノロジーの著しい進展によって、特に2000年以降、医薬品開発はドラスティックな変化を遂げました。それまでの低分子化合物の化学合成による創薬に加え、抗体や細胞といった生体由来の物質をそのまま薬として利用することが可能になり、抗体医薬や細胞製剤が登場してきました。こうした新しい概念の医薬品を効果的に活用するためには、患部に直接薬剤を届けるドラッグデリバリーのシステムやデバイスが必要です。いまや最先端の医療を臨床に応用するためには、医薬工の連携が不可欠なのです。

本プロジェクトでは、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) と呼ばれるマイクロマシンやバイオチップなどのナノデバイスの開発を手がける「ものづくり科学技術研究チーム」と一体となり、医薬品の迅速な開発に役立つ「生体評価システムデバイス」の実現を目指しています。

膨大な時間と数千億円ともいわれる費用がかけられる新薬開発において、開発期間の短縮とコスト削減は重大な課題です。創薬の初期段階では30万を超える化合物がスクリーニングにかけられますが、体内への吸収性や薬効、毒性などが評価された結果、そのほとんどが何らかの不具合によって開発中止に追い込まれます。新薬として上市されるのは、そのうちのわずかに年間50余り。確率は0.017%にすぎません。そのため、一刻も早い創薬プロセスの効率化が待たれています。

本プロジェクトは、新薬候補物質の有効性を迅速かつ高い精度で予測・評価するシステムの開発を通じて、新薬開発のスピードアップに貢献したいと考えています。臨床試験以前に創薬の障壁となる薬物動態や薬理効果、吸収性や分解速度、副作用の有無などを迅速、かつ定量的に予測することができれば、臨床試験の成功率を高めることにもつながり、開発コストを大幅に削減することが可能になります。

システムに適した細胞・組織を培養し
試作品の開発が進んでいます。

まず「ものづくり科学技術研究グループ」との共同で取り組んでいるのが、ヒトの組織を模した生体評価系の開発です。1cm四方のチップ上に、細胞・組織レベルの肝臓、がん、腎臓、さらに血管内皮や消化管を配置し、人の体内を細胞・組織レベルで再現した模擬生体を作成します。これを評価系として用い、様々な化合物を投与して、薬効はもちろん、吸収性や副作用の有無、肝臓での代謝などを評価するという仕組みです。ヒトの生体反応に則して薬物動態を追うことで、従来は別々に行われる薬効や吸収性、副作用、分解などに対する評価を一度に行うことができるだけでなく、予測・評価の精度も高いものになります。

私たちは、iPS細胞を用いてこのデバイスの条件に適した細胞・組織を培養しようとしています。腸管などの消化管や、血管の細胞、肝臓や腎臓の

細胞、筋細胞などの組織分化誘導を試みています。

現在、培養した腸管細胞、血管細胞をデバイスに組み込んだ試作品の作製が進んでいます。実際に評価系として使えるかを検討しつつ、改良を加えているところです。

薬物消化管の吸収性を予測する
システムの構築にも取り組んでいます。

デバイス開発の一方で、薬効などの評価方法の開発も進めており、ヒトにおける薬物消化管吸収性を予測するシステムの構築に取り組んでいます。その一環として、消化管上皮細胞に発現するトランスポーターが薬物吸収性にどのような影響を及ぼすかを評価しています。

トランスポーターは生体膜に存在する膜タンパク質の一種で、生理活性物質を細胞内外に輸送する役割を果たしています。近年このトランスポーターが、体内に入ってきた薬剤を生理活性物質と誤認し、細胞内外へ吸収したり、排出してしまうことがわかってきました。小腸上皮細胞膜にもトランスポーターが発現し、選択的な吸収などに影響を及ぼすことがわかっています。こうしたトランスポーターが、消化管での薬剤の吸収性を低下させるなどの不具合を引き起こすことがあります。薬物動態に関連するタンパク質と薬剤の関わりを測定できれば、臨床試験段階になるまでの候補物質の選定効率を高めることが可能になります。

私たちは、こうしたトランスポーターが消化管での薬剤の吸収過程でどのように働いているかを探究するとともに、最終的に吸収への影響を予測できる評価系を樹立しようと試みています。薬物の吸収性の評価については、さまざまな方法が開発されてきましたが、どの評価方法が医薬品開発に最も有効かについては、現時点で統一見解は得られていません。私たちの研究が、その答えを提示できると考えています。

その他、低分子化合物を用いたデュシェンヌ型筋ジストロフィーの遺伝子化学療法の実現も、研究課題の一つです。筋ジストロフィーは、ジストロフィン遺伝子に変異し、本来必要な機能を持たない不完全なタンパク質がつくられることで起こる遺伝性・進行性の筋萎縮症で、現在まで回復につながる抜本的な治療法は見出されていません。現在主流なのは、遺伝子療法です。突然変異によってできた不完全なタンパク質を産生する遺伝子中途終止コドンを読み飛ばし、本来の終止コドンまで翻訳する性質を持った化合物を「リードスルー薬」といいますが、これを投与することで、完全な機能を持つタンパク質を発現させるというものです。こうしたリードスルー薬の実用化を可能にするには、当然薬物動態や吸収性の評価が必要になります。それらの評価にも、いずれ私たちの開発する生体評価モデルを活用したいと考えています。

さらには、脳などの中枢においても同様の評価系を活用することを目指しています。多様な評価に役立ち、創薬の効率とスピードの向上に貢献できるデバイスの開発に、今後さらなる力を注いでいくつもりです。



[写真 前列左]

立命館大学薬学部 教授

藤田 卓也

グループリーダー

[写真 前列右]

立命館大学薬学部5年生

西 貴弘

[写真 後列左]

立命館大学薬学部6年生

阿久津 誠

[写真 後列中央]

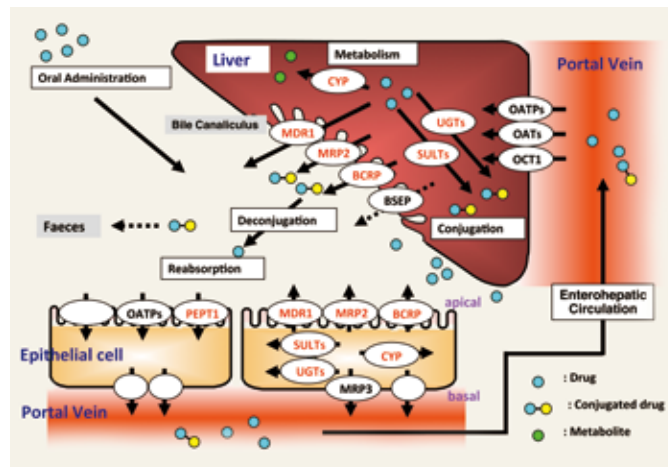
立命館大学薬学部5年生

樋口 恵

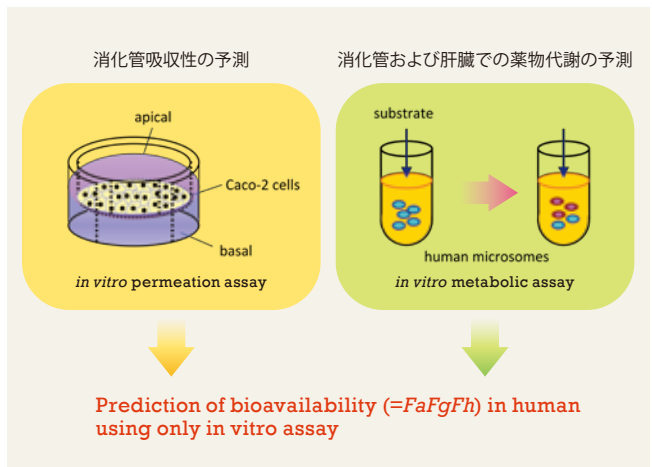
[写真 後列右]

立命館大学薬学部5年生

田澤 晃太郎



消化管・肝臓に発現するトランスポーターと代謝酵素の発現解析



In vitro での実験からヒトでの薬物吸収性を予測する

- 参考文献／**1** Studies on the intestinal absorption characteristics of sulfasalazine, a breast cancer resistance protein (BCRP) substrate. Drug Metab Pharmacokinet. 28, 71-74 (2013). Epub 2012 Jul 3. **2** Pharmacokinetic interaction study of sulphasalazine in healthy subjects and the impact of curcumin as an in vivo inhibitor of BCRP. Br. J. Pharmacol. 166, 1793-1803 (2012). **3** Extra-renal elimination of uric acid via intestinal efflux transporter BCRP/ABCG2. PLoS One. 7, e30456 (2012).
- 連絡先／立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 藤田卓也研究室 電話：077-561-5974 <http://www.ritsumeit.ac.jp/pharmacy/fujita-t/home.html>

手術の質の向上に役立つ最先端の手術プロセスモデル

**ITを活用して医療の質の向上に貢献したい。
手術プロセスモデルの構築を目指しています。**

少子高齢化に伴う医師や看護師の不足、過疎地や地方都市における医療や福祉の不足など、現代の日本において、地域間医療格差はますます深刻になっています。こうした課題に対し、解決の糸口となるのが情報・通信技術です。「ITと医療の融合による次世代e-ヘルス研究拠点」では、医療と最先端のIT技術を融合することで医療格差を克服し、だれもが質の高い医療サービスを受けられる社会の実現を目指しています。

その中でも本プロジェクトでは、「手術」をキーワードに、ITを活用して医療の質の向上に貢献する「グローバルプロセス・モデル」を構築しようとしています。手術のシミュレーションやリハーサルにおける術者の立ち位置や動きを記録・分析し、さらに別グループで開発を進める手技プロセスモデルも組み合わせ、総合的な手術プロセスモデルの基盤をつくり上げるのが目標です。

これまで医療に関わるモデル化の研究においては、そのほとんどが臓器そのもののモデル化に限られており、手順が重視される手術のワークフローを時系列に沿ってモデル化する研究は少ないのが現状です。本プロジェクトでは、他に先駆けて手術プロセス全体のモデル化を実現し、世界に発信するとともに、医療の質の向上に貢献したいと考えています。

**いつでも最適な位置で手術を捉える
手術モニタリング手法を開発しています。**

手術プロセスモデルは、医療のさまざまな現場で役立ちます。例えば、手術の様子をモニタリングしてプロセスモデルと比較し、手術の効率や安全性を向上させるのに役立てたり、あるいは手術評価の定量モデルとして手術のトレーニングやシミュレーションに活用することも可能です。しかし現実には、患者の病状や身体の状態に差があることに加えて、手術執刀者によって手術中の行動も多種多様なため、手術プロセスをモデル化するのは、容易なことではありません。

本プロジェクトでは、グローバルプロセス・モデリングのための要素技術の一つとして、まず空間知能化技術を用いた手術のモニタリング手法の開発に取り組んでいます。

手術プロセスのモデルを構築するには、膨大な量の手術データを必要とします。私たちは手術の施術者をはじめ、手術室内にいる人々に特別な作業や負担を強いることなく、室内に設置したカメラで必要なデータを記録しようとしています。しかし手術室に固定カメラを設置するだけでは、人の動きによって撮影したい箇所が死角になり、必要な映像を記録できない可能性があります。そこで私たちはこれまでに開発してきた、壁や天井を自由に移動できる移動モジュールを活用。この移動モジュールにセンサを取り付け、状況に応じて最適な位置から手術をモニタリングする手法を研究しています。

あらかじめ撮影する人物の最適な立ち位置や向きを設定し、センシング技術によって、その状態を最も捉えやすい視点からカメラを向けられるよう、カメラを移動させるというのがその仕組みです。これによって死角や認識精度のムラなく、正確に行動を捉えることができます。こうしたモニタリング技術を使って最適な位置から執刀者や手術協力者の行動をモニタリングしたデータを手術プロセスの開発に役立てます。

**手術中の作業をコンピュータが自動で認識する
手術フェイズの自動推定に取り組んでいます。**

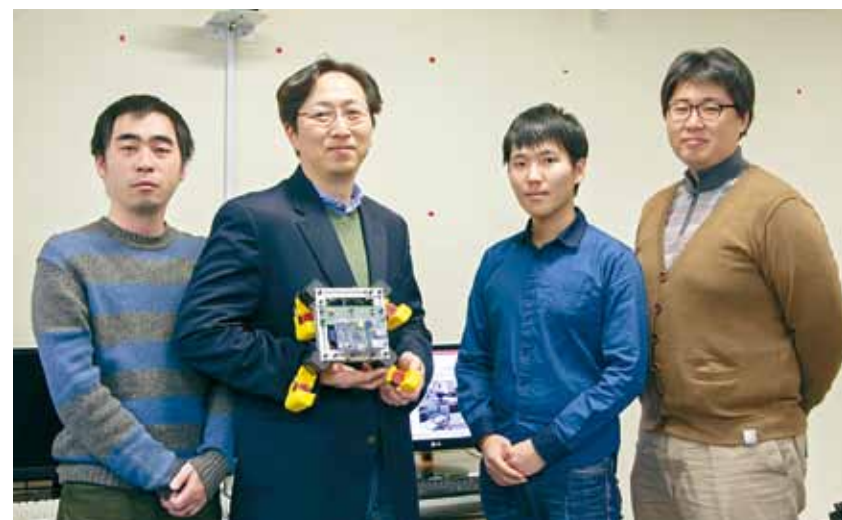
続いて進めているのが、手術フェイズの自動推定に関する研究です。手術には、特定の作業を決まった手順で行うワークフローがあります。私たちは、一連のワークフローの中で、今行われているのが何の作業（フェイズ）かを画像からコンピュータが自動で推定する技術を開発しようとしています。一連の行動を一つの塊として扱うのは非常に困難です。検索、比較が容易なプロセスモデリングのためにはプロセスを内容によって細かく区切る必要があります。また、その作業を自動化しなければなりません。そこで研究室内に実験環境をつくり、複数のカメラを設置して疑似腹腔鏡手術を行った後、撮影で得られたデジタルデータをもとに手術フェイズの自動推定を試みました。

まず模擬手術のワークフローとして、1) 手術室への入場、2) 手術の準備

備、そして体の3) 切開、4) 手術、5) 縫合、さらに6) 片づけ、7) 退場までの7つの作業（フェイズ）を想定しました。マルチカメラでこのワークフローを撮影し、得られた画像に一定間隔でサンプリングポイントを設置します。次にこのポイントからどの方向へのベクトルが何回出現したかを計算し、物体の動きをベクトルで表したオプティカルフローの頻出パターンを導き出します。このパターンの中からLDA (Latent Dirichlet Allocation) という手法を用いて特徴的な動き（トピック）を自動的に抽出します。次いで、Left-to-Right HMM (Hidden Markov Model) という確率モデルを使ってあらかじめ定めたフェイズ分をラベリングし、各フェイズにおけるトピックの出現確率分布や、各フェイズでの遷移確率（次の作業への移行）を導き出します。最終的に、このトピック出現パターンから現在のフェイズを推定することができます。

実証実験を行った結果、全プロセスのフェイズ推定の精度は約90%に及びました。これによって、疑似腹腔鏡手術におけるフェイズの推移を自動推定できることを確かめました。

しかし、実際の手術には疑似手術とは比べものにならないほど多くのフェイズが複雑に存在します。今後は、実用化に近づけるべく、実際の手術データを用いて、より細かいフェイズの自動推定を可能にしていこうつもりです。いずれはこうしたプロセスのモデル化技術を手術だけでなく、看護や介護など多様な医療現場へも適応し、医療全体の質の向上に役立てたいと考えています。



〔写真 左中〕
立命館大学情報理工学部 教授

李 周浩 グループリーダー

〔写真 左〕
助手

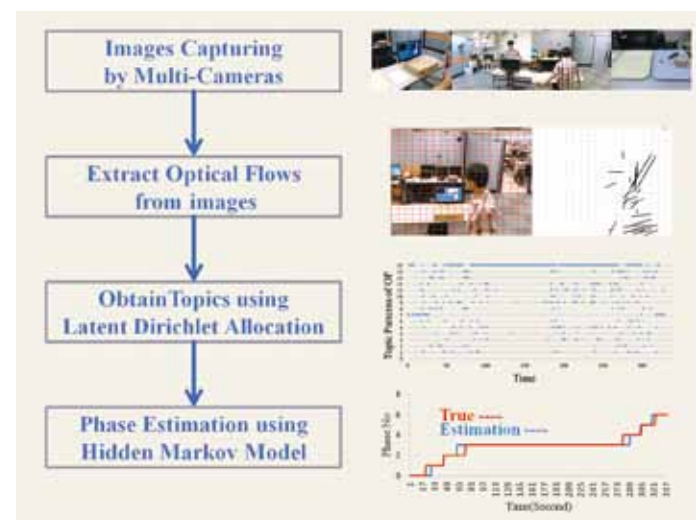
櫻井 隆平

〔写真 右中〕
情報理工学研究科 博士課程前期課程2回生

吉村 晃

〔写真 右〕
情報理工学研究科 博士課程後期課程2回生

朴 鍾承



最適モニタリングのためのカメラを搭載した移動モジュール

フェイズ自動推定の流れ

- 参考文献／**1** JongSeung Park, Toshitake Nunogaki, Joo-Ho Lee, "The optimal position of mobile modules in the reconfigurable intelligent space", 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI2013), pp.274~279, 2013. **2** JongSeung Park, Toshitake Nunogaki, Joo-Ho Lee, "The research on the algorithm for the optimal position and path for MoMo", 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON2013), pp.7841~7846, 2013. **3** Akira Yoshimura, Joo-Ho Lee, "A Phase Estimation Method for Workflow based on Optical Flow and Hidden Markov Model", IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2013), 2013.
- 連絡先／立命館大学 びわこ・くさつキャンパス 李研究室 電話：077-561-5238 <http://www.ais.ics.ritsumeai.ac.jp>

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。



専門研究員

松本 和晃

Kazuaki Matsumoto

プロジェクト	農水産業の6次産業化による新食料研究拠点 (拠点リーダー：経済学部教授 松原豊彦)
グループ	都市における生産者・消費者協調型食システムの構築 (グループリーダー：理工学部教授 天野耕二)
研究テーマ	地元産農水産物に対する消費者の選好特性および購買行動
研究分野	社会学

【今後の抱負・展望】

持続可能な食システムを構築するには、農水産物を消費者に安定的に購入・消費してもらう必要があり、そのためには、農水産物を購入する際にどのような点を重視し、どのようなものを購入しているかを把握することが重要です。私は、様々な調査手法を用いて、人々の食料購入行動に影響を与える要因、それらの重要度を明らかにすることを目指しています。人々の選好特性や購買行動が明らかになれば、地元産農水産物への評価が高い消費者へ、優先的にアプローチすることが可能になります。また、消費者のニーズを生産者に届けることで、より消費者に受け入れられやすい農水産物の生産も可能となり、持続可能な食システムに有益な知見が提供できると考えています。



専門研究員

木戸 彩恵

Ayae Kido

プロジェクト	文理融合による法心理・司法臨床研究拠点 (拠点リーダー：政策科学部教授 稲葉光行)
グループ	法心理の原理探求と新領域展開 (グループリーダー：文学部教授 サトウタツヤ)
研究テーマ	マイノリティの生活再建 (Quality of life) を考慮に入れた 災害準備の研究
研究分野	発達心理学・文化心理学

【今後の抱負・展望】

3.11から3年を経て、関西では日常から東日本大震災が忘れられかけています。一方、被災地では十分な復興・復旧が実現していない現状があります。私は福島県でのフィールド・ワークを2年間に渡って続けてきました。現在は、フィールドから得た知識を関西に届ける情報発信活動、および、次の震災へのそなえとして水平性のあるガバナンスを実現させるべく研究活動に取り組んでいます。今後は、拠点の若手研究者たちとの協働を進めるとともに、グループ課題である「法心理の原理探求と新領域展開」を意識し、これまで専門としてきた発達心理学および文化心理学のアプローチを法心理学に展開していけるよう試みていきたいと考えています。

Topics

特定領域型R-GIRO研究プログラム「安心・安全」領域において新たに2件のプロジェクトを採択。
東日本大震災の復興支援に係る研究を今後も推進

東日本大震災の発生直後から本学は災害復興支援室を立ち上げ、全学園をあげて教育・研究を通じた復興支援に取り組み、2011年度・2012年度に「東日本大震災に関わる研究推進プログラム」を進めてきました。本プログラムに採択された研究テーマの多くがR-GIROのミッションと合致し、社会的要請として災害復興に係るこれまでの研究および研究サポートを継続することが求められていることから、以下のプロジェクトを新たに特定領域型R-GIRO研究プログラムとして採択しました。今後は、異分野が結集した新学術領域の創成や新技術開発などを積極的に支援していきます。

■研究領域	
安心・安全	
■プロジェクトテーマ	
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	
■プロジェクトリーダー	■研究期間
John C. WELLS 理工学部教授	2013年度～2015年度
■研究概要	

数値解析による天気予報技術を基にして、琵琶湖における「還流」などの大規模な流れ場の短期予報システムを開発することにより、災害発生予測手法および被害軽減法の確立に貢献します。また、平常時においては、このシステムを活用した教育・啓発活動を通じて地域の防災能力の強化に寄与します。

■研究領域	
安心・安全	
■プロジェクトテーマ	
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	
■プロジェクトリーダー	■研究期間
細井 浩一 映像学部教授	2013年度～2015年度
■研究概要	

地域における公共施設、特に学校が、マスメディア全体の輻輳崩壊のような緊急時においても、周辺エリアに限定された効果的な防災情報を映像を通じて配信、共有するハブとして機能することを目指し、ワンセグ放送に関する課題の解決、防災・災害対応コンテンツの研究、防災情報共有システムのメディアデザインとコンテンツデザインの研究に取り組みます。

Topics

文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM) 拠点」に2件採択

文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM) 拠点」(以下、COI) の事業において、下記2件の拠点がCOIトライアル拠点として採択されました。COIは、企業や大学だけでは実現できない革新的なイノベーションを産学連携で実現するとともに、革新的なイノベーションを初出するプラットフォームを整備することを目的としています。

【採択された研究拠点の概要】

■拠点名
「食と農のスロー&ローカル・イノベーション地域拠点モデルの構築」
■プロジェクトリーダー
後藤千尋：イオンリテール (株) 西近畿カンパニー 営業企画部長
■研究リーダー
久保幹 生命科学部教授、R-GIRO食料拠点グループリーダー
■参画機関
イオンリテール (株) 西近畿カンパニー、立命館大学、パナソニック (株)、もりやま食のまちづくりプロジェクト、もくもくファーム、立命館生協、草津市総合政策部草津未来研究所、(株) たねや、イタリア食科学大学、コンゴ民主共和国キンシャサ大学、丸紅 (株)

■研究概要
食と農のファースト・グローバル化の潮流を見直し、スロー&ローカル・イノベーションを行うことを最終目標とします。①土壌の診断法の確立、②有機農法による「新規有機栽培システム」の構築と限界の確定、③この限界を打破するために融合すべき化学農法の最小限界値を決定します。次の段階では、有機農法と科学農法を組み合わせたハイブリッド農法を確立し、「ICT農業技術継承システム」の構築や6次産業による地域活性化への貢献に向けた検討を行います。

■拠点名
「運動を生活カルチャー化する健康イノベーション」
■プロジェクトリーダー
石丸園子・東洋紡 (株) コーポレート研究所快適性工学センター部長
■研究リーダー
伊坂忠夫 スポーツ健康科学部教授、R-GIRO先端医療研究拠点 拠点リーダー
■参画機関
東洋紡 (株)、立命館大学、オムロンヘルスケア (株)、パナソニック (株)、大和ハウス工業 (株)、(株) 東大阪スタジアム、近畿大学、滋賀医科大学

■研究概要
健康寿命の延伸により、少子高齢化の日本において「持続可能な社会実現モデル」を構築し、世界に最先端モデルを発信するための検討を行います。まず、スマートウェアテクノロジーによる肌着の開発を行い、「運動の生活カルチャー化」を実現させます。それを受け、近接コミュニケーション・ツールとなる空間シェアリング技術を開発し、さらに「スポーツ健康コミュニティ」の創造を通じて社会に貢献することを目指します。

たべものが教えてくれる地域の恵み 食の源
イタリア食科学大学特別講義in立命館大学を開催

■日時	2013年12月19日
■会場	立命館大学びわこ・くさつキャンパス エポック立命21K310
■主催	立命館グローバル・イノベーション研究機構 (R-GIRO) 食料研究拠点 立命館生活協同組合
■協賛	明日の農と食を考える研究会

食料提供の場を活用した食育実践活動事業の一環として、スローフードの研究・教育に早くから取り組むイタリア食科学大学 (University of Gastronomic Sciences) の研究者をお招きし、伝統的な食品やその生産者を守り、味覚を大事にすることの意義について、講義を行いました。イタリア食科学大学は、スローフード協会主導のもと2004年に創設された世界で初めての食科学を専門とする大学です。講義は、『味わいの科学 “UMAMI”はなぜ「おいしい」と感じるのか』『極上のチョコレートは何か 食べて知る、身近な食の壮大な歴史と偉大な生産方法』『歩き知る、植物学的地域の発見 滋賀県の食とイタリアの共通点、自然を活かした先人の知恵を知る』『スローフードと教育 なぜ今わたしたちは食を学ぶのか』の4つのテーマで行われました。チョコレートやドライ製の試食会なども行われ、会場には多数の参加者が訪れ、盛況の内に幕を閉じました。



北岡明佳文学部教授、
R-GIRO研究プログラムプロジェクトリーダーが作成した
「錯視」のアート作品がレディー・ガガの新作アルバム盤面に

北岡明佳・文学部教授、R-GIRO研究プログラムプロジェクトリーダーが作成した「錯視」のアート作品が、11月6日に日本で先行発売されたレディー・ガガさんの新アルバム『アートポップ』の盤面やトレイ下部分に採用され、全世界に作品が発信されました。
今回採用された錯視の作品は、2008年に北岡教授が考えたガンガゼというもので、放射状に描かれたウニの刺のような静止画が、錯視の効果で浮き出てくるようにガクガクと動いて見えるのが特徴です。作品を提供した北岡教授は、「錯視のデザインに注目してもらえて光栄に感じている。錯視はまだあまり知られていない分野。これを機に、錯視の面白さが世界中の多くの人々に伝わるといい」とコメントしました。

