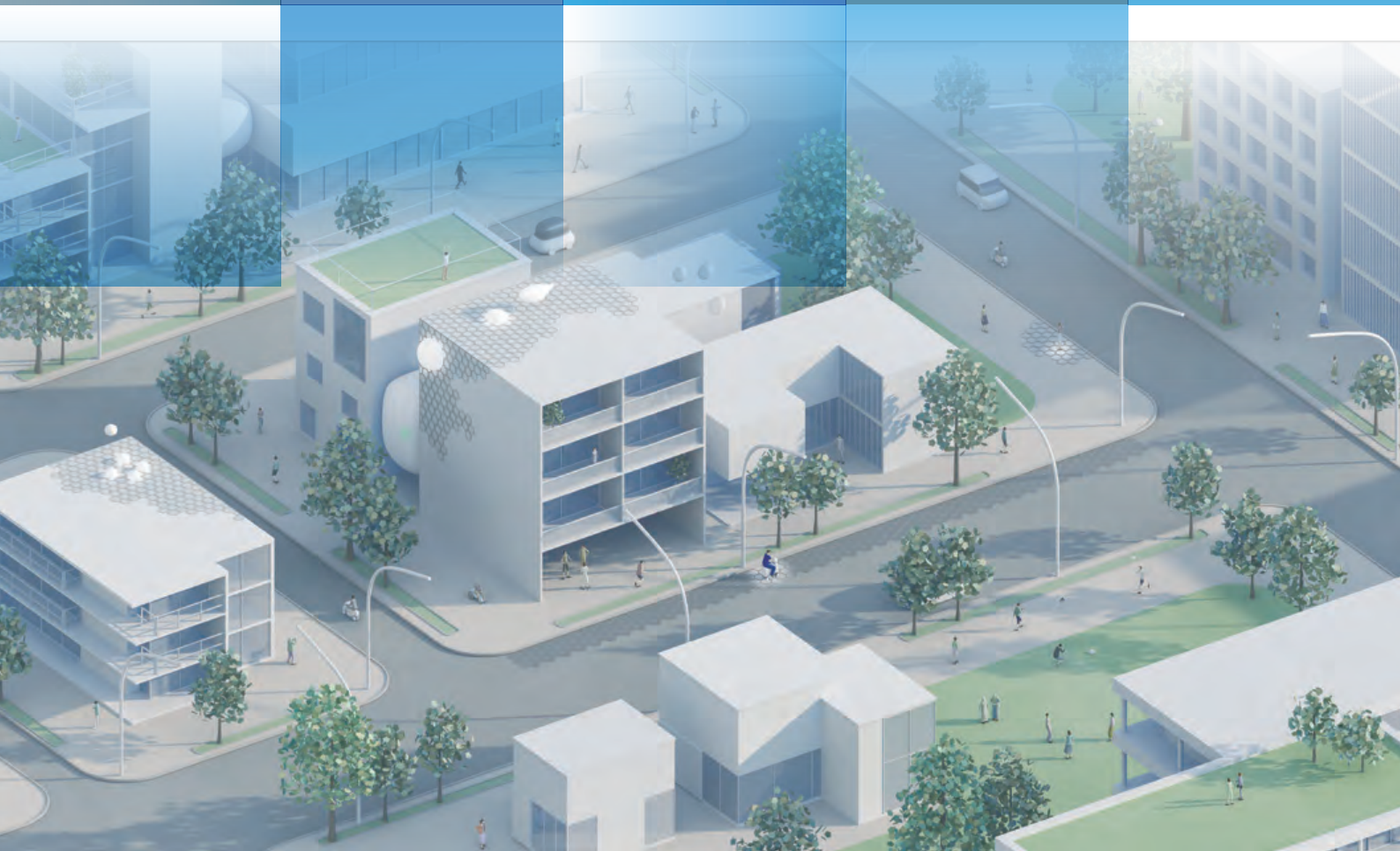


人とテクノロジーの新たな関係性を構築 ちょうど良い「道具」が価値を生み出す

近年、テクノロジーの発達により快適な生活が実現する一方、環境負荷が増大し持続可能な社会への転換を迫られている。東京大学大学院工学系研究科の川原圭博教授が率いる「ERATO川原万有情報網プロジェクト」は、次世代の「道具」に求められる基盤技術の構築とアイデアの具現化を目指し、使う人にとって「ちょうど良い」デザインや性能を持つ、環境に調和した道具から新たな共生への可能性を生み出そうとしている。



隷属の「ぶんずいれい分水嶺」を乗り越え 3つの観点で社会実装を検討

テクノロジーの発達と共に、人の価値観や産業構造はこれまでに変化してきた。センサーネットワークやIoT機器が普及した現代は、以前と比べれば格段に便利で快適だ。一方で使いこなせないほど複雑な機能や、過剰な情報に振り回されることも珍し

くない。すべての情報が集約されているスマートフォンも、ひとたび紛失すると物理的な被害だけでなく、心理的にも大きな不安をもたらす。これではまるで道具に人が支配されているかのようだ。

東京大学大学院工学系研究科の川原圭博教授は、人とテクノロジーのよりよい関係を改めて定義し、次世代のテクノロジーを生み出すために

「ERATO川原万有情報網プロジェクト」を打ち立てた。「このプロジェクトでは、誰にとっても使いやすい、環境になじむテクノロジーを生み出すことで、社会に新しい価値をもたらし、私たちの暮らしをよりよいものにすることを目指してきました」と語る。テクノロジーは1つの発明が多くの分野に波及して、一気に段階が変わるような発展を遂げてきた。使う場所や知識と



かわはら よしひろ
川原 圭博
東京大学 大学院工学系研究科 教授
2015年よりERATO研究総括

いった現在の道具を取り巻く制約を解消できれば、おのずと新たな可能性が生まれるはずだと語る。

一方、デザインエンジニアとしてプロジェクトに参画するTakramの緒方壽人ディレクターは、現代のテクノロジーの問題を考える手がかりとして、1970年代に活躍した哲学者、イヴァン・イリイチの言葉を挙げる。文明批評家でもあるイリイチは道具が人間の

能力や創造性を最大限に引き出している状態と、テクノロジーの進化が人間の主体性を奪い、依存させ、隷属させる状態があると指摘し、この2つを「分水嶺」だと述べている。「半世紀前の人の言葉ではありますが、現代のテクノロジーの抱える問題を的確に指摘しています。ERATOでも、不足でも過剰でもない、ちょうどいい道具とは何かを考えることが重要です」と語る。

プロジェクトでは、これからの時代に求められる道具の要素を「ユニバーサル」、「サステナブル」、「エンボディ」、「自立共生」の4点にまとめ、既存のIoT研究の単なる延長ではない、挑戦的・創造的・融合的な研究を進めている（図1）。具体的にはセンサーやコンピューターを動作させるための「エネルギー」、それらを実際に動かす機構の「アクチュエーション」、センサーやコンピューター、あるいはそれらを組み込んだ試作品を自在に作るための「ファブリケーション」の3つの観点に着目し、技術開発を進めるとともにそれを横断する形で社会実装の手法を検討している。

どこでもワイヤレス充電 「電池切れ」のない世界へ

センサーやコンピューターを使おうとすると、最初に電源をどこから取るのかを決めなければならず、それによって使用する場所が限定されてきた。大きな装置はそれでも良いが、今やパソコンを持ち歩いてどこでも仕事ができる時代だ。どこでも電気の供給を受けられれば、さまざまな装置が場所の制約を受けずに使うことが

できる。「その回答の1つが無線給電です。コンセントや充電コードが無くても、充電ができるシステムを構築しました」と川原さんは説明する。

壁や床に送電機構を埋め込み、3メートル四方の部屋の中、どこにいても数十ワット程度の電力を送信できる空間を実現した（図2）。「部屋中でワイヤレス充電できるというと、電磁波の影響を心配する人もいますが、この技術では電磁波を形作る電場と磁場のうち、比較的人体との干渉の制限が少ない磁場のみを利用しています。国際ガイドラインに従って安全な設計を実現し、広範囲で高効率な電力伝送を実現しています」と安全性にも配慮された設計だ。部屋にはコンセントもなく、機器に対応したコード類もなくなるならば、レイアウトの自由度が広がることは想像に難くない。

さらには外出先でもワイヤレス充電を可能にするシートも開発した。このシートは無線電力伝送に使うコイルを組み込んでおり、家具・鞆・衣服などの形に合わせてユーザーが自由に切り取って使うことができる（図3）。このシートを使えば、身の回りのあらゆるものをワイヤレス充電可能な製品にすることが可能だ。万有情報網が



おがた ひさと
緒方 壽人
株式会社Takram ディレクター デザインエンジニア
2018年よりERATOアプリケーション デザイングループ メンバー

実現した世界では「電池切れ」という概念がなくなるのだ。

柔らかいロボットを開発 試作品で何度も試行錯誤

万有情報網の社会ではセンサーが移動し、ロボットが環境に積極的に働きかけることを想定している。人間の日常的な生活空間で使われるため、人

間と触れ合っても怪我をしない工夫が必要だ。「軟らかい素材を使うソフトロボットは、現在のロボット開発の潮流になっています。私たちは素材だけでなく、柔らかい動きも研究しています」と語る。わずかな力でも自在に変形する素材や電気や磁力、空気圧などを使った機械的な動作を生み出す装置の開発にも取り組んでいる。その1つが、「ポンプレスアクチュ

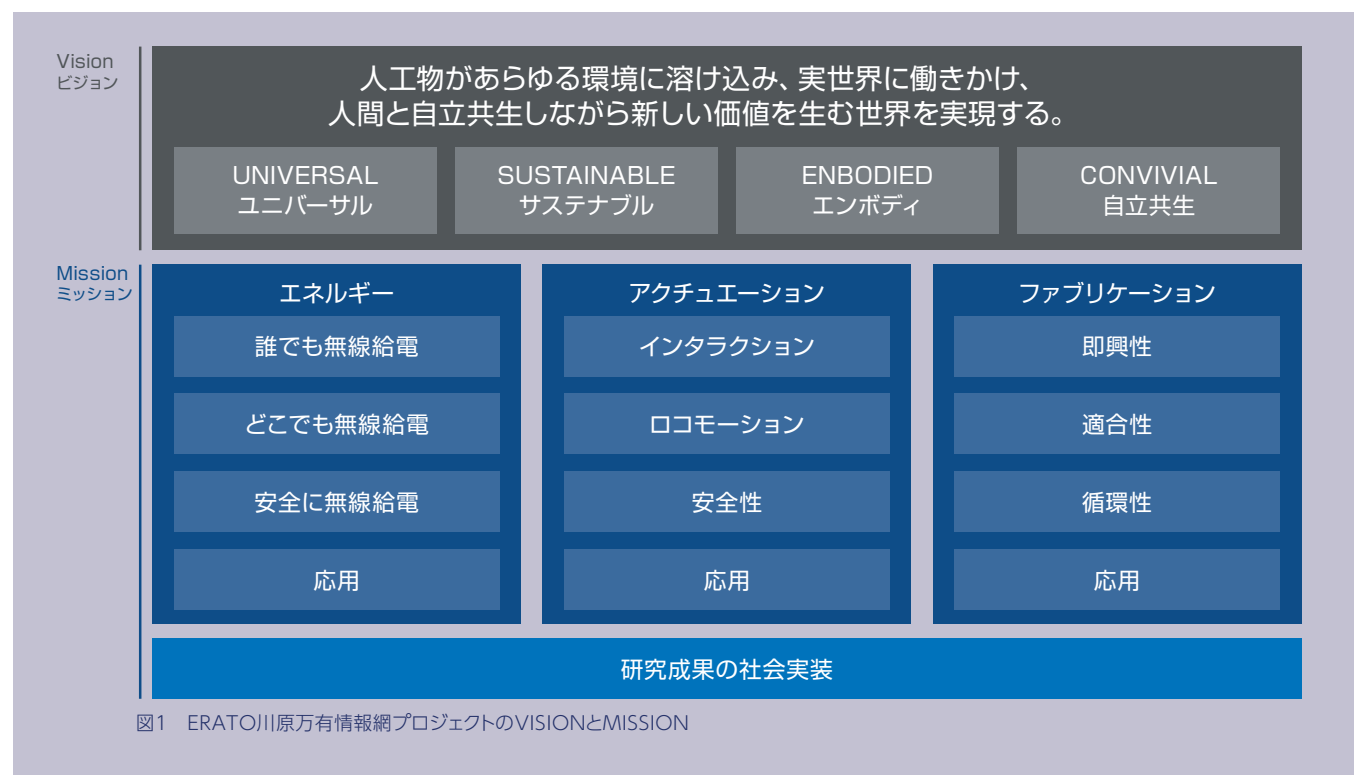


図2 部屋中どこでもワイヤレス充電

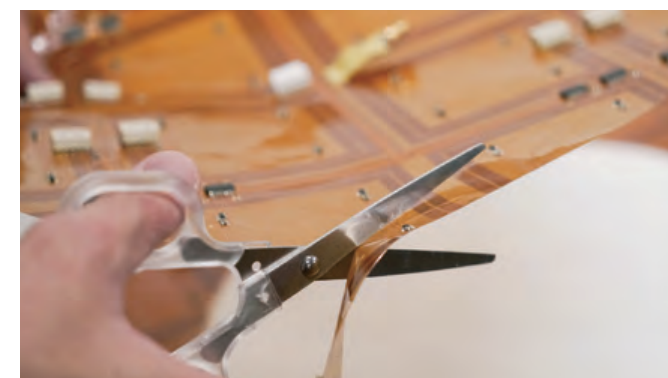


図3 切り取るワイヤレス充電シート

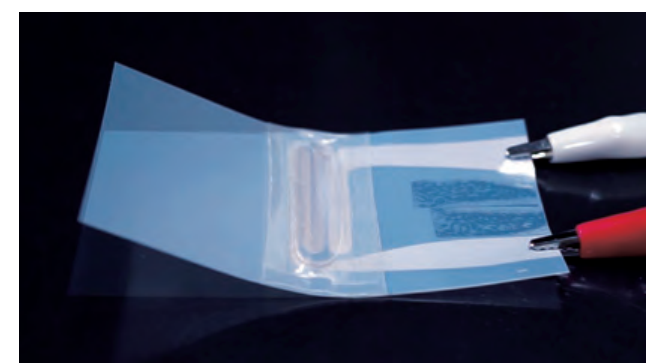


図4 ポンプレスアクチュエーター

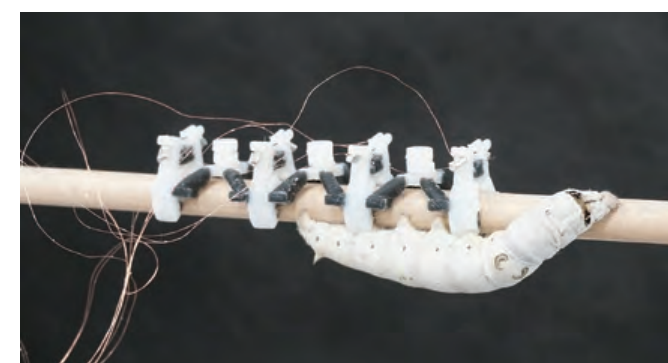


図5 イモムシ型ソフトロボット

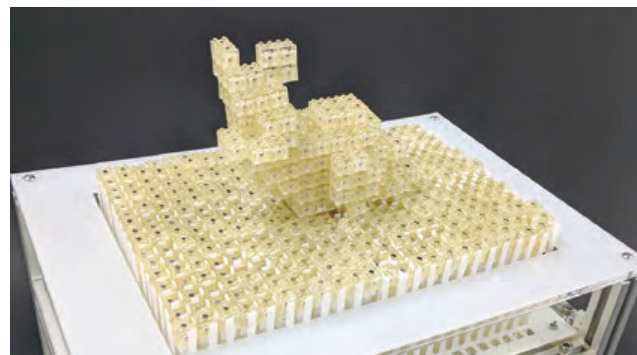


図6 「Dynablock」で作ったウサギ

ーター」だ（前ページ図4）。厚さが1ミリメートル以下のシートに印刷された回路に電気が流れるとシートがゆっくりと収縮し、小指で曲げるくらいの力が出る。また高所の細い枝や電線の上など、人間が行けないような場所でも自在に動き回るイモムシをモデルにしたイモムシ型ソフトロボットも開発した（前ページ図5）。従来の重く、堅い素材のロボットでは再現できなかったしなやかな動きが可能になった。「一見おもちゃのように見えるかもしれませんが、この動きを再現するためには新しい発想や技術が必要です。これらの作品を見ていただくことで、また新たなアイデアが広がります」と語る。

これらを自在に作る技術であるファブリケーションも同時に開発してきた。従来、ものづくりには専門性や専用の設備が必要とされてきたが、デジタルデータを活用することで安価で大量に作ることができるようになって



図7 熱可塑性材料で繰り返し利用できる「ProtoMold」

きた。プロジェクトでは、このファブリケーションを環境に配慮した素材を使い、専門知識のいらない直感的なレベルにまで洗練しようと試みている。「ものづくりではまずは作ってみて、試行錯誤を繰り返すことが非常に重要です」と強調する。

例えば、3次元物体造形装置の「ダイナブロック Dynablock」は3次元形状を数秒から数十秒で自由に出力できる（図6）。無数に積み重ねられた9ミリメートルサイズのブロックを、下から必要な箇所だけを押し出して、3次元の形を作っていく。「ブロックには磁石が入っており、造形した後でも手で組み替え、微修正できます。ブロックを小さくすれば、本物の製品デザインにも応用できるようになるでしょう」と緒方さんは語る。他にも、繰り返し使用できる熱可塑性の樹脂を吸引して型に定着・硬化させる「プロトモールド ProtoMold」では、梱包材への応用も期待される（図7）。今後、次世代の3Dものづく

りの風景が大きく変わることは間違いないだろう。

次世代の乗り物「poimo」 軽量で持ち歩きも可能

「エネルギー」、「アクチュエーション」、「ファブリケーション」の3つのテーマを体現した成果といえるのがパーソナルモビリティ「ポイモ poimo」だ（図8）。公共交通機関から目的地までのわずかな距離をつなぐ、次世代の乗り物だ。ボディは空気で膨らんでおり、空気を抜けば畳んで鞆にしまって持ち運ぶこともできる。またユーザーが乗るポーズをとるだけで自分のサイズに合った乗り物を作ることができる。

誰もが自分に合った安全な移動手段を選択することができると、周囲の期待も高い。「ボディが柔らかいので、もし人にぶつかっても大きな事故にはなりません。試乗した方からはソファ型が好評でした。コロナ禍という

こともあって、海外からも問い合わせを多くいただきました」と反響の大きさを語る。

実用化には検討課題も残るが、完成品ではなく、あえて改良できる「余白」のある状態で発表したと川原さんは打ち明ける。外部の人から意見をもらったことがきっかけで、新しい研究テーマや、共同研究につながることもあるからだ。現場と理論の間を柔軟に行き来しながら、本質を見極めてきた川原さん自身の経験が生きている。

理屈で説明されるのと、実物を目の前にするのでは人の反応はまるで違うと川原さんは指摘する。実際に試乗会などの体験者からは、poimoと共に過ごす未来像が次々に飛び出てきた。「今は自動運転やレンタルサービスの可能性も検討が進んでいます」と語る。現在フリマアプリの運営会社であるメルカリ（東京都港区）などと連携し、実用化に向けた研究が進められている。

混成チームでチャレンジ 1+1=3になる共同研究を

多方面に拡張を続けるプロジェクトには、機械工学や情報通信、LSI技術、デザインなど多岐にわたる分野の人材が集まっており、学生だけでも100人以上が参画する。海外との交流も積極的に行っている。海外に派遣したり、海外から受け入れた研究者は10人以上だ。「エンジニア、科学者、アーティスト、デザイナーの混成チームがエネルギー、アクチュエーション、



図9 研究成果を紹介するポストカード

ファブリケーションの3つのテーマを軸にして、さまざまな基盤技術の開発にチャレンジしています」と語る。

研究テーマはそれぞれ異なるが、プロジェクトの目指す方向はその時々に応じて確認し、そろえてきた。作品ができたならポストカードや動画を作成し、自分のアイデアを発表している（図9）。写真や映像は研究者自らが撮影し、見た人に的確に技術内容と核となるアイデアを伝えるメッセージを添えている。「コロナ以前には週に1回の定例ミーティングや合宿も毎年していました。同じ場所に集まって、各チームがアイデアを披露し、語り合うことで出てくるものがあります」と緒方さんは語る。

現在はWebコミュニケーション

ツールを活用しているが、大人数でもこれまでより個別に丁寧な対応ができるようになったという。「研究テーマが重複することもあります。1+1=3になる共同研究を考えるように話しています。2チームで3本論文を出せば、お互いにメリットがあります」と指導方針を語る。

プロジェクトの活動は2021年度末で終了するが、そのノウハウや研究の一部は20年に設立された東京大学インクルーシブ工学連携研究機構（RIISE）で継続し、大学で生まれたシーズを企業連携につなげていく。川原さんと緒方さんは人とテクノロジーのよりよい関係の構築を目指し、これからも次世代の「ちょうど良い道具」を生み出し続ける。



図8 poimoに乗る様子(左)。バイク型とソファ型のpoimo(右)。

ERATO川原万有情報網プロジェクト展示会開催

プロジェクトで開発したさまざまなプロトタイプが多数展示される他、開催日前日の9月17日(金)にはグループリーダーを交えたトークセッション(YouTube Liveによるライブ配信)も予定しています。ぜひご参加ください。

開催日：2021年9月18日(土)～10月1日(金)
詳細は、下記川原研究室HPにて近日公開予定です。
<https://www.akg.t.u-tokyo.ac.jp/erato-exhibition>



作品の動画集もぜひご覧ください。
JST ERATO 川原万有情報網プロジェクト / 東京大学川原研究室
<https://www.youtube.com/channel/UCadwOCbDMAh1qd1tK96ubRQ>

