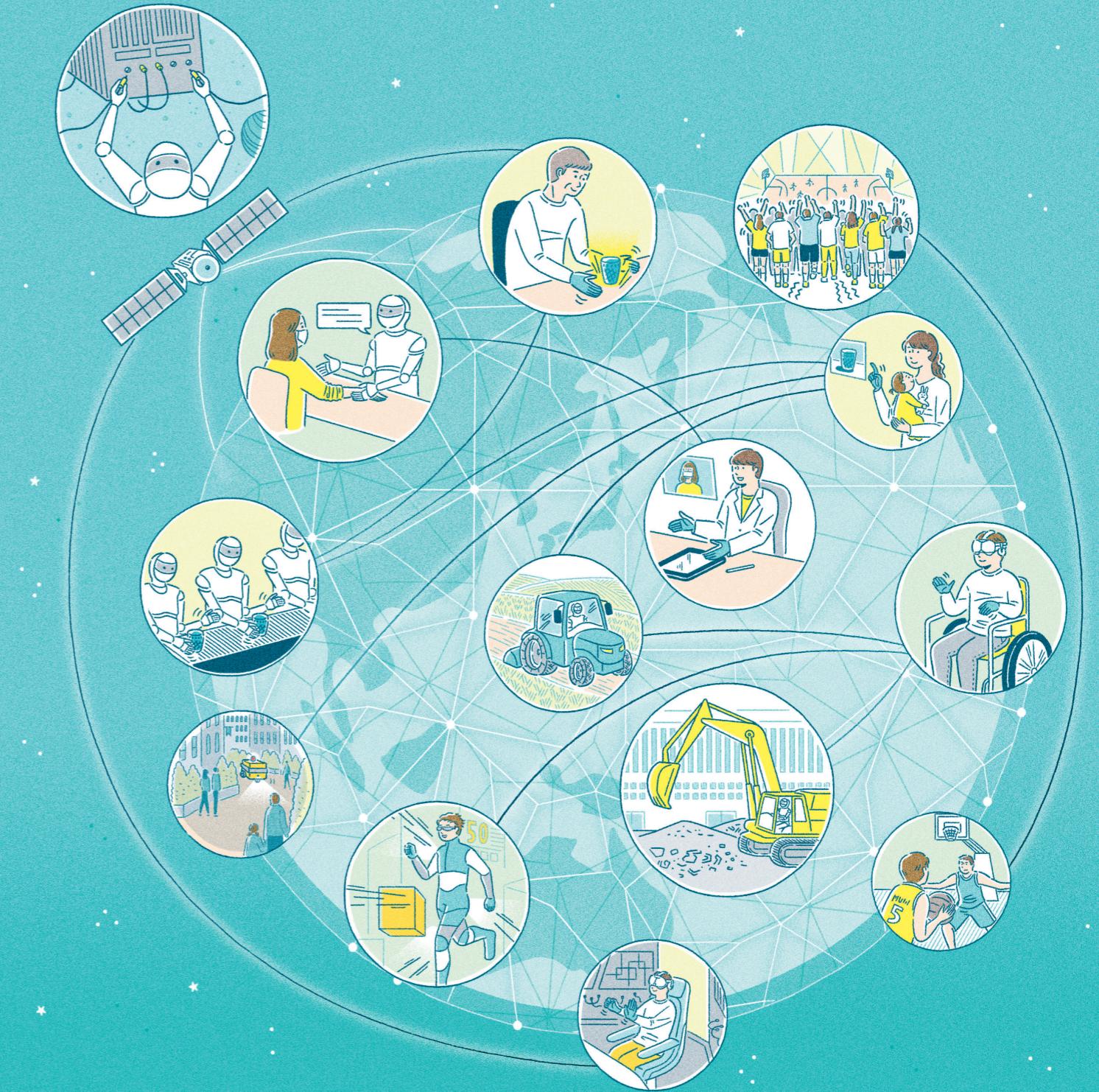


JST ACCEL  
**EMBODIED  
MEDIA  
PROJECT**

©JST ACCEL EMBODIED MEDIA PROJECT

JST ACCEL  
**EMBODIED MEDIA PROJECT**  
FACTBOOK 2014-2019



JST ACCEL「触原色に立脚した身体性メディア技術の基盤構築と応用展開」研究成果集

# 人間が人間らしく生きるために

たち すすむ  
館 瞳

(東京大学 名誉教授)

身体性メディアの好例は、バーチャルリアリティとテレイングジスタンスです。前者ではコンピュータの創成するバーチャル世界にバーチャルアバターを自分の身体として入り込み、後者では離れたところにある実際の世界にフィジカルアバターを自分自身の新しい身体として入り込んで、人間が現前する世界以外の世界に存在することを可能とするのです。

インターネットなどのネットワークが進展し、文字、音声、画像、映像などの情報はメディア化されユビキタスになりました。最近のIoT (Internet of Things)は、モノを情報化して、ネットで繋げることで、モノのユビキタス化を実現しようとしています。その先にあるのが、身体性メディアです。人間の身体が情報化され、ネットを行き交い、人間そのものがユビキタスになるための技術です。

その技術が拓く世界はどのようなものでしょうか。世界中のあらゆる場所にアバターが置かれネットワークに繋がっていて、誰もが空いているアバターにログインして利用できます。いつでも自由にログオフできます。コンピュータの生成したさまざまなバーチャル世界も、ネットワークに繋がっていて、誰もが利用可能です。じつは、使う側の人からすれば、自分が訪れる世界が実世界でもバーチャル世界でもかわりはありません。アバターを自分の新しい身体としてその世界に存在し、情報を得たり、体験をしたり、楽しんだり、また仕事をしたりすることができます。

身体機能を瞬時に移動できるテレイングジスタンス社会が実現すれば、人と産業との関わりや社会のありかたが根幹から変革します。労働環境の問題が解消され、悪環境で働くことなく済みます。どんな場所に工場を置いても、仕事をする人を全国、あるいは全世界から集められるため、いままでとは工場の立地条件が革命的にかわり、大都市への集中が避けられるのです。国外の労働者も遠隔から就労できるため、移民問題を解消できます。さらに時差を利用して24時間の労働力を時差のある複数の国外拠点から確保でき夜勤が不要となるのです。男女問わず育児や介護をしながらの労働参加が可能となり、子育てや介護がしやすい社会となります。

グローバルなビジネスにおける移動による時間的コストを解消するという点もメリットです。通勤に伴う移動が不要となり、交通問題を緩和できます。職住近接が必ずしも必要ではなくなり、都市への人口集中が緩和され地域の活性化が実現します。ワーク・ライフ・バランスを改善し、本人が住みたい場所に住んで、浮いた時間を活用し、生きがいのある生活を行えるようになると予測されます。

また義体である分身ロボットにより身体機能を補綴したり拡張したりすることで、高齢者や障害者でも若者や健常者と遜色なく、豊富な経

験を活かした労働参加が可能となり、労働の質が格段に向上し社会の活力がよみがえるのです。

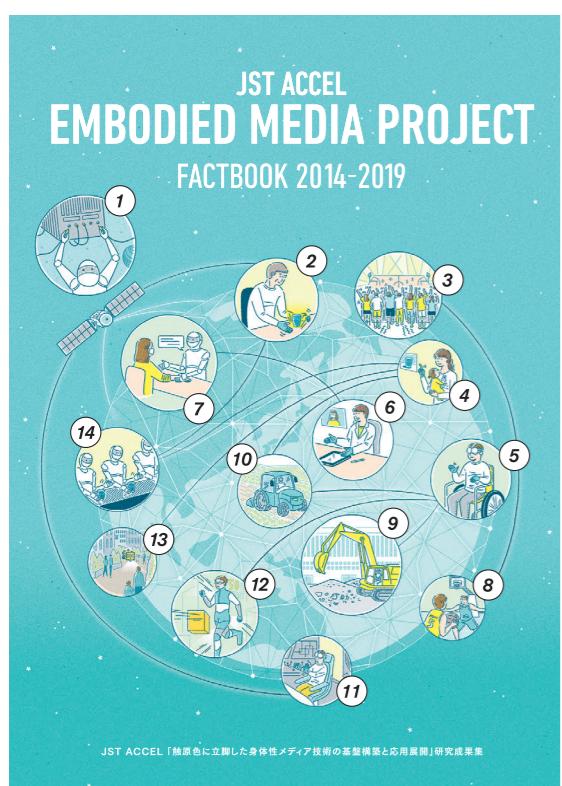
世界的に一流のスキルを有する技術者・医師等の専門家の招聘も容易になり、職能に応じた人材の最適配置が行えます。逆に、医師や専門家の過疎地や海外への派遣も容易になります。災害時や非常時の緊急対応を安全な場所から瞬時に行うこともできるわけです。もちろん、観光や旅行やショッピングまたはレジャー、教育などに利用できることは言うに及びません。

このような「時空間瞬間移動産業」の創出によるテレイングジスタンス社会を実現することで、国民の利便性と生きがいが飛躍的に向上し、クリーンで省エネルギーな社会と、そこでの健やかで快適な生活が実現されると見込まれています。

私たちにとって何よりも大切なことは、人間が人間らしく生きることです。私たちだけではなく世界各国の人たちも、皆が人間らしく生きるために手助けとしてテレイングジスタンスやバーチャルリアリティがあるのではないかでしょうか。それによって人間の能力を拡張したり、補ったりできます。体が不自由でも、テレイングジスタンスの身体を自分の身体として使うことによって、究極のサイボーグとなります。自分の体に不具合があっても、新しい体が手に入る所以、その体でさまざまな作業ができますし、そのインターフェースによって、失った手が動くようになったりするわけです。人間の失われた機能を回復したりさらにそれを強めたりすることで人間の能力を拡張し、人が一番やりたいことに専念できる状態が理想です。それが人間らしく生きるということかと思います。何が人間らしいかは、一人一人によって違うでしょうが、そういった個々の願いを叶えるためにこそ、科学技術を使っていくべきです。

世界には、貧困や紛争などで大変な暮らしを余儀なくされている人が多数います。その現実を知るということを例にとっても、テレイングジスタンスで直接難民キャンプや現地を訪れて、その事態を目の当たりにし直接話を聞くことと、ただニュースを見ていることでは、その理解に天と地ほどの差があります。さらに、テレイングジスタンスを使って、自分の使える時間だけボランティア活動をすることもできます。専門家であれば、各種のコンサルティングや医療や介護などもテレイングジスタンスで容易に行えます。多くの人が、自国のテレイングジスタンス社会を享受することで自由になった時間を利用して、実際の移動を伴わずに、世界中の困っている人を助けることができるようになるのです。

人間に新しい身体を義体として与え、時空の瞬間移動をバーチャル(実質的)に可能とするテレイングジスタンスは、人間がより人間らしく生きてゆくことに、今後大きく貢献してゆくことでしょう。



身体性メディアに基づく  
新産業の創出を目指して

## JST ACCEL H26年度 採択課題 触原色に立脚した身体性メディア技術の 基盤構築と応用展開

触原色原理に基づき「触覚」の伝送技術を実用化し、視聴覚と同様に情報メディアとして扱えるようにすることで、人の能動的な身体的経験を時間・空間を超えて伝える「身体性メディア」の技術的基盤を構築し、産業展開に向けたコンセプト実証を行うことを目的として、2014年12月より5年間の研究プロジェクトが始動しました。研究開発成果をシームレスに社会実装へと繋げるため、産学の「共創」を重視し、基礎研究・コンテンツデザイン・ビジネスが一体となったコミュニティを構築しました。



# バーチャルの力によって 立ち上がる現実こそが本質

Research Director  
**SUSUMU TACHI**

ACCEL研究代表者  
館 嘉（東京大学名誉教授）

—ACCELとは、どのようなことを見据えた試みだったのでしょうか。

ACCELというのはJST(日本科学技術振興機構)の研究開発プログラムです。これまで戦略的創造研究開発事業(CREST、さきがけ、ERATOなど)で創出された先進的な研究成果のうち、有望ではあるもののすぐに企業などで実装することが難しい成果を抽出し、プログラムマネジャー(PM)がイノベーション指向の研究開発マネジメントをすることによって、技術的成立性の証明・提示と適切な権利化を推進し、企業やベンチャー、他事業などに研究開発の流れを繋げることを目指すものです。ACCELの趣旨である「研究開発された技術を展開し、社会実装への橋渡し」としては、大きく二つの成果がありました。ひとつは、コンソーシアムを作ったことで、その中で研究コンセプトや技術を共有し、多くの人に理解できるものにしつつ、多数の共同研究を通じて社会に実装する状況を生み出せたこと。もうひとつは、開発した技術を中心に、事業化していくためのベンチャー企業「テレイグジスタンス株式会社」を立ち上げたことです。その

うえで、テレイグジスタンスを活用しながら、今後どんな社会を作るのかを考えないといけないわけです。

テレイグジスタンスが描く世界を今後大きく発展させていく種ができるという意味で、ACCELのこの5年間は有意義なプロジェクトだったと言えます。この活動を起点に、新たな社会づくりの動きが世界的に始まろうとしています。

—そもそも、VRやテレイグジスタンスといった概念はこれまでどのような発展を見せてきたのでしょうか。

身体性のあるメディア表現の構築に向けて、データの3D化とVR化という検討は従来からなされてきましたが、それらはおよそ30年周期で交互に変革が起こっています。最近になってVRのテクノロジーが第二次興隆期を迎えるその以前は、VRとはどちらかと言うと「忘れられた存在」でした。それが現在は、当時に比べてデバイスの価格は100分の1になり、性能は100倍から10万倍になりました。コンピューターの性能も向上したこと、必然的にOculus Riftのような性能の良いVRデバイスが誕生し、2020年を目前に、

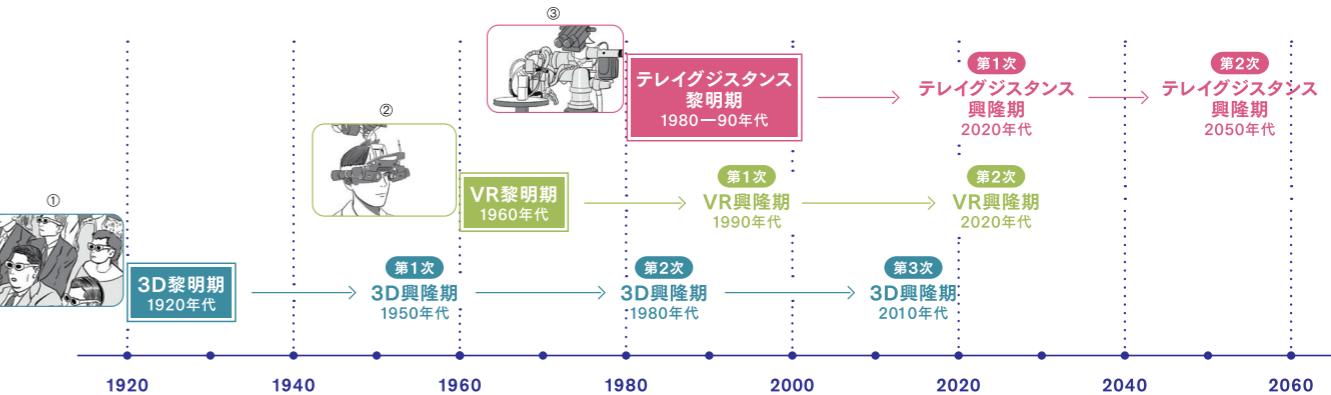
今ではVRは当たり前の技術になりつつあります。

5Gという通信技術の開発にともない、触覚の通信データ化も検討されています。通信環境が5Gになると、遅延が1ms(1/1000秒)程度に收まります(注:4G通信の場合は10~数十msの遅延)。その速度での通信環境が整うと、人の触覚のデータのやりとりが可能になり、遅延なく感覚を共有することが可能になります。基本的に人間は、50Hzぐらいの周波数帯域にあるものは連続したものとして捉えます。視覚メインの通信の場合は、50Hzの周波数帯域の中で20msぐらいをワンフレームとして捉えるので、少しぐらいテンポが遅れてもあまり問題になりません。しかし触覚の場合、ちょっとした遅れが生じると「触った」という感覚が生じません。そこに5Gの通信環境が実現されることで、初めていろいろな作業ができるようになります。そんな背景もあって、電気通信事業者は今、5Gを活用した新しいテレイグジスタンスなどの身体性技術を盛んに求め出しているのです。

身体性メディアプロジェクトが働きかけ、IEC(国際電気標準会議)の中のTC100

## 30年周期で革新する3D・VR・テレイグジスタンス

① 1922年にHarry K. Fairallにより上映された3D映画「The Power of Love」  
② 1968年にIvan Sutherlandが開発したHMD「The Sword of Damocles」  
③ 1989年に鎌倉が開発したテレイグジスタンスロボット「TELESAR」



(マルチメディア部門)のTA4(プロトコル部会)およびTA20(オーディオ部会)を中心とした、触覚情報の国際標準化に向けての活動が本格化しています。こういった状況の変化によって世界のあらゆる触覚情報が記録されるようになると、VRとハブティクスとロボティクスが掛け合わさって、テレイグジスタンスの環境がやっと実現されることになります。

これまでたびたび言い続けていることなのですが、このときに重要なのが、「バーチャル=仮想」という考え方から抜け出さなければいけないということです。「バーチャル=実質」です。つまり、「見かけ上は現実ではないが、実質的には現実である」ということがバーチャルの意味です。実際と同じ効果を与えたり、現実のエッセンスを持ったものこそが「VR」と呼ばれるべきものなのです。

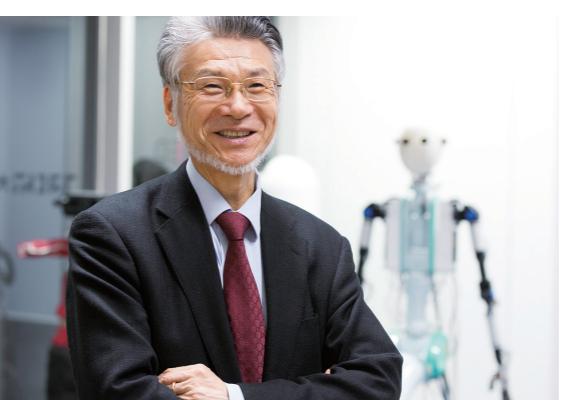
バーチャルな情報が、現実の感覚と比べて遅延なく再現できるのであれば、もうそれは現実と同じです。ただ、それは現実とまったく同じ方法で再現するわけではない。バーチャルの中で実質的に現れてくる世界こそが、その本質を捉えた世界であると言えるわけです。例えば、VRやテレイグジスタンス上で災害時の避難シ

タが集まり、その業務をロボットに置き換えることが可能となってゆくのです。作業の深層学習でも、テレイグジスタンスは重要な役割を果たします。

—テレイグジスタンスの強みを教えてください。

テレイグジスタンスの利点は、自律した知能ロボットに人間自ら入り込めることにあります。つまり、知能ロボットを管理制御して、ロボットができるることはロボットに遂行させ、人にしかできない部分を人が行うこと、一人の人が、多数のロボットを使うことが可能になります。また、ロボットにテレイグジスタンスして普段はできない体験をするときでも、好きなときに、ロボットからログオフできます。その後は、ロボット自らが元の場所に戻って行ってくれるのです。さらに、テレイグジスタンスでの遠隔就労が進めば、人が身体を利用して作業する際に、人がどこを見ながら手にどのような力を加えて作業しているかまでわかるデータが数多く集まります。つまり、テレイグジスタンスにより世界中で労働者が業務を行っているうちに必要なデータ

テレイグジスタンスは究極のサイボーグといえます。自らの身体を改変することなしに、失われた身体機能を取り戻したり、増強したりできるからです。このテレイグジスタンスにより、環境、距離、年齢、身体能力などのさまざまな制限にかかわらず、皆が自在に瞬時に移動すること可能とする時空間瞬間移動産業が生まれ育つと予測されています。テレイグジスタンスを基軸とした社会の実現は、遠隔就労やレジャーはもとより、例えば医師、教員、熟練技術者が不足している地域や、人間の立ち入りが困難な災害現場などのアバターの活用などを通じて、国際社会が直面している多くの課題の解決が図れ、かつ人間性を尊重しつつ経済発展してゆくことを可能にする社会の実現に貢献すると期待されています。



館 嘉(たち・すすむ)

東京大学名誉教授、工学博士。日本バーチャルリアリティ学会初代会長。専門はロボット学とバーチャルリアリティ学。1980年、世界で初めてテレイグジスタンスの概念を提唱、以来その実現のための研究を行なう。テレイグジスタンスのほかにも、盲導犬ロボット、再帰性投影技術、触覚、裸眼立体VRなどの独創的な研究で世界に知られる。IEEE Virtual Reality Career Award、通商産業大臣賞、文部科学大臣賞をはじめ各賞を受賞。また、1993年には、国際学生対抗バーチャルリアリティコンテスト(IVRC)を創始した。『バーチャルリアリティ入門』『ロボット入門』『つかう知恵』『Telexistence』など、著書多数。

# 触覚が当たり前のように記録・再生できる 未来を実現するために

「力(電気)」「振動」「温度」という三つの刺激(=三原触)を記録し、組み合わせて提示する一体型触覚伝送モジュール。共創により生み出される新しいテクノロジーの開発プロセスを辿ります。

## —ACCELにおいて、一体型触覚伝送モジュール開発チームの役割とはどのようなものだったのですか。

**梶本**: 我々は触原色原理(図1)の考えに基づいて、触覚を記録して再生する触覚モジュール(図2)とソフトウェアを開発しました。これまで要素技術として、私は電気触覚を研究していました。佐藤先生は温度提示や発熱を最低限に抑える世界初の研究などもされていました。またメクトロンさんは圧倒的な数の触覚センサをロボットハンドの表面に貼るというインパクトのあることを過去にやっていたし、アルプスアルパインさんは言わずもがな、高品質の小型振動フィードバックデバイスを作り、高品位な振動提示を商品に組み込むということを長年やられていました。それらを「組み合わせる」ということに挑戦しました。

**吉原**: モジュールを配置するためにはフレキシブルな基板(FPC:Flexible Printed Circuits)が必要だということで、我々のノウハウを用いて曲面にフィットして切れにくい配線構造を開発しました。

**萩原**: 我々アルプスアルパインでは得意分野のひとつである小型化技術を生かし

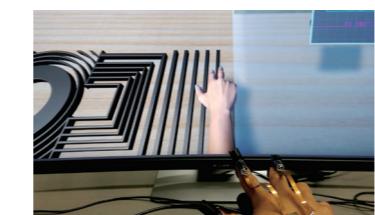
て、振動と温度提示を組み合わせた二原触提示モジュールを小型化しながら、それでもしっかりと放熱できる構造にするという点で貢献しました。

**梶本**: モジュール開発において、触原色原理における「振動」では人の触知覚特性に合わせて幅広い周波数帯域をカバーするHiFi振動の開発を行いました。「力」においては、電気刺激における痛覚の削減と、多点圧感提示の安定化を実現しました。当初から量産化を見据えた研究・開発を行ってきたので、実装面での知見も数多く貯めることができました。

## —プロジェクトを進めていく中でどのような苦労がありましたか。

**梶本**: 一番大変だったのは、振動と温度の二原触提示モジュールの上に電気刺激提示モジュールを乗せることでした。温度提示の上に電気刺激フィルムを乗せる

のがなかなか解決しなくて、設計要件をどんどん変えてきました。また、多数が複数回使用しても安定するかなどの試行をひたすら行いました。あとはソフトウェアの開発です。



触覚レンダリングアプリケーション

このソフトウェア開発というのは、たしか数百行の、ハードウェアの中に組み込むソフトウェアのことです。その中で何が難しいかというと、レンダリングアルゴリズムなんですね。つまり、ある触感を出したいときにどう提示装置を動かせばいいのか。それは、ソフトウェアとしてはたった1行程度のものかもしれないですが、その1行を見つけ出すのに実に多くの実験を積み重ねなければならなかったというわけです。実は、それでもまだ、すべてを見出しきれてはいません。

**佐藤**: 振動に関しては、振動の波形をそのまま流せば思った通りに出力されるのですが、そこに力(電気)刺激や温度刺

## Team Members

電気通信大学  
梶本裕之奈良女子大学  
佐藤克成日本メクトロン株式会社  
吉原秀和アルプスアルパイン株式会社  
萩原康嗣

激を足して出することで、振動単体では今まで表現できなかった多くの触感が表現できるようになりました。しかし、三つの刺激をどのように組み合わされば、どのような触感が表現できるかについての詳細は、まだあまり明確になっていません。これからは、そのあたりを整備していくことが必要かなと思っています。

萩原

: 温度刺激を提示する装置

のグローブを作ることで、それが世に出たことで、大きな話題になったかと思います。しかし、反面まだ課題がいっぱいあります。例えば、人による感じ方の違いや安全性など。そういったところのノウハウをこれから積み重ねていく必要があると思っています。

## —産学共創はプロジェクトにおいてどのように役立ちましたか。

**佐藤**: やはり実装上のアイデアと一緒に議論できたことが大きかったです。それから個人的に大事にしたこととしては、物理的なパフォーマンスと人の感覚の間の妥協点を探すという姿勢です。「その人が感

じることこそがリアル」というVRの考え方とも重なりますが、人にとってリアルな環境をうまく再現できていれば、装置の物理的なパフォーマンスは落ちても問題ないという考え方に基づいて、いろいろと技術を組み合わせました。

梶本

: 触覚モジュール開発を通して初め

て、「リアルな感触をどうやって作り出すかは実はまだ誰もわかつてないんじゃないか」ということがわかつてきて、私はどちらかというと、触覚の基礎の部分に戻らなきゃいけないなという、ある種の原理主義者になってしまったかもしれません。リアルな感覚を作るというのをひとつの目標にするならば、少なくともこのチームも含めた触覚研究者全員が、より深く取り組む必要があるかなと。そういったことを思い知らてくれるようなプロジェクトだったかなと思っています。

吉原

: 「触原色」という言葉自体も含め

て、この研究開発の認知度は正直まだまだです。VRゴーグルと触覚デバイス越しにいろいろな物を触って「どこでもドア」のような世界を体験する技術の実装はもう目の前まで来ているので、その基本となる「触原色原理」を広めていきたいものですね。



三原触計測グローブ 三原触提示グローブ

振動だけ、力だけを記録・再生するものはあったのですが、いまだ、「指先の触覚をすべて記録し再生する装置」は存在しませんでした。

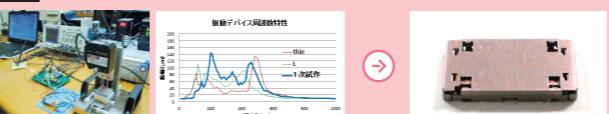
**吉原**: 5年前は、それこそビニールの手袋みたいなところからスタートしています。

## 一体型触覚伝送モジュールの設計・量産試作

触原色原理に基づき、振動／温度／力の提示の要素技術開発・モジュール試作を経て、量産試作型モジュールの開発を実施。

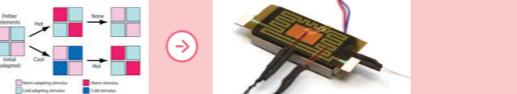
## ①要素技術開発

**振動**: 人の触知覚特性に合わせ広い周波数帯域をカバーするHiFi振動



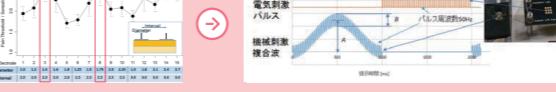
人の触知覚に最適な振動特性の探索 新型ハapticlick®リアクタ

**温度**: 温冷並列提示による高速な温度感覚制御 + 新設計による低価格化



温度感知子による温冷並列提示による温度感覚制御 新設計による低価格化

**力**: 電気刺激における痛覚の削減と、多点圧感提示の安定化



電気刺激による痛覚の削減と、多点圧感提示の安定化 新設計による低価格化

## ②量産試作型触覚伝送モジュール

量産化に向けて各種モジュールを開発したほか、SDKソフトウェアの開発も行った。



三原触(振動+温度+力)提示モジュール 多点三原触計測モジュール



二原触(振動+温度)提示モジュール 1点三原触計測モジュール



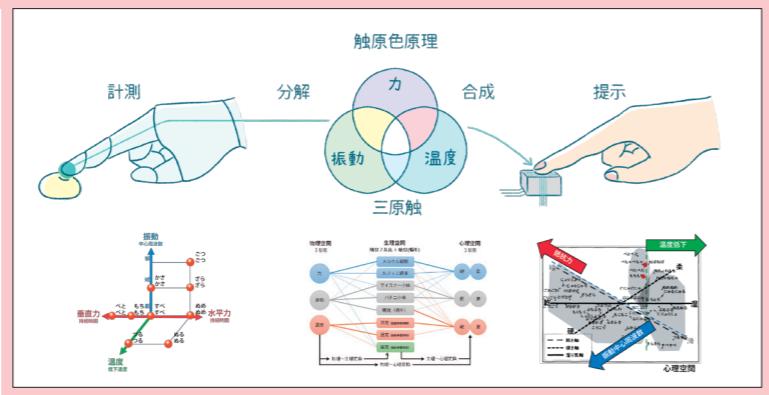
单原触(振動)提示モジュール

## 触原色原理とは何か

生理学的知見に基づき、触覚を分解・伝送・提示しようとする技術概念のことを触原色原理と呼びます。視覚の三原色(赤色・緑色・青色)が眼球の錐体細胞の波長特性に紐付いていることと同様に、触原色では、皮膚感覚の受容器の特性をもとに学理を究明し、「力」「振動」「温度」という三つの物理刺激を触原色と定義しています。このプロジェクトでは、触原色と触感の対応関係(マッピング)を、我々の触感を表現するこ

とができるオノマトペを用いて実験的に解明し、その対応関係を用いて、オノマトペで表現される触感を生じさせるための三原触の提示方法を明らかにしました。

この技術の研究開発がさらに進めば、触覚を汎用的な方式で計測・記録し、伝送して、再生・提示することができるようになります。それともない、撮像モジュール(CCDなど)や提示モジュール(LCDなど)に匹敵するセンシングと提示のモジュールや素子を作製することが可能になり、産業応用も進むことが期待されます。触覚が、視覚や聴覚に匹敵する情報メディアとなる未来を見据えた技術概念が触原色原理なのです。



URL  
<https://tachilab.org/jp/about/hpc.html>

# 人の身体的な経験を記録・創造・伝達する

## 身体性コンテンツプラットフォームの構築

人の触覚を記録再生する技術が確立され、インターネットを介して身体感覚が流通するような近未来では、触覚技術は新たにどのような体験をもたらすのでしょうか。ACCELの「身体性コンテンツプラットフォームチーム」では、通信放送分野やエンタテインメント分野における触覚の活用を目指し、視聴覚と全身の触覚が融合した体験を提供するコンテンツプラットフォームの研究開発を行ってきました。

### 要素技術を統合し、豊かな体験を創り出す

**南澤：**人の触覚・身体感覚の知覚原理の解明や、その計測技術・提示技術の開発といった要素技術が具体的にどのように使われ、どのような体験を創出し、人々の生活や社会のあり方を変えるのか。これを実際に体験できるかたちで示すのが、ACCELにおける身体性コンテンツプラットフォームの役割です。テレビやスマートフォンなど既存の情報メディアに触覚が加わると何ができるか、ウェアラブルな触覚インターフェースによって人々の日々の触体

験を記録しインターネット越しに共有できたらどんなサービスが生まれるか、身体性メディア技術が生み出す未来のエンタテインメントはどういう人間の触覚は、深部感覚と皮膚感覚という2種類の感覚が合成されたものです。深部感覚とは、おもに筋肉で知覚される力の感覚です。これを完全再現するために、強い力まで提示しようとすると、がっしりとしたメカが必要になってしまいます。それに対して皮膚感覚の方は、ウェアラブルなデバイスでも十分に提示できる。これで触覚体験が強く制限されるのかというと、そうでもないんですね。皮膚感覚への刺激をしっかり与えることができれば、多くの触覚体験が再現できることが近年わかってきています。

# 触覚のデザインを通じて、“触業”を生み出す

## 「HAPTIC DESIGN PROJECT」

私たちは、日々の生活の中で、さまざまな人やモノと触れ合い、私たちの身体に遍在する「触覚」を通じて関係性を築いています。ビジュアルデザイン、サウンドデザインなど、私たちの生活を取り囲む「視覚」「聴覚」のデザインと同様に、「触覚(Haptic)」をデザインすることで、素材の触り心地や、情報の伝達にとどまらず、人やモノとの身体を通じた関係性をデザインすることができる——このような触覚を含む身体感覚のデザイン領域を「HAPTIC DESIGN」と名付け、多様な侧面からデザイン価値の探求に取り組んでいます。

<http://hapticdesign.org>

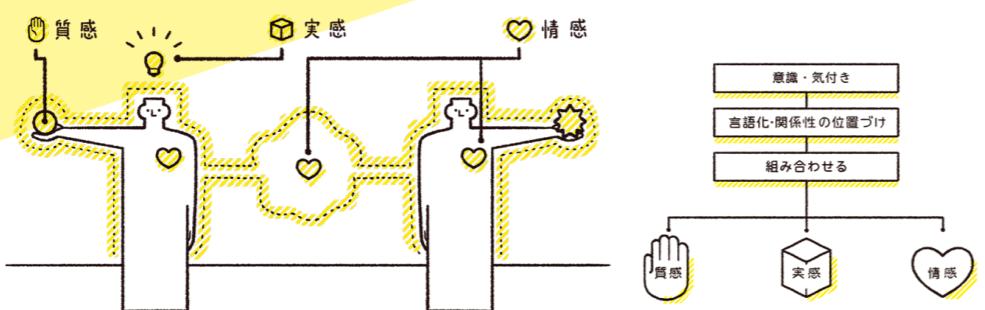
### ホビーから仕事、仕事から職業へ

「コミュニティ」を起点とし、触覚技術への興味を引き、事業の創出へと繋げる活動を展開。具体的には触覚フィードバックを生み出すセンサデバイスを活用し、触覚体験を作るハッカソンやワークショップ、多様な参加者で議論するミートアップなどを開催しました。一連の活動では、新しい価値を生み出す「ひと」を作ることを目指し、日々の業務に取り入れられる触覚技術の活用方法を具体的に検討します。参加者同士にも自発的な繋がりが生まれ、共創を通じた新たなプロダクト、サービス、事業が生み出されようとしています。

### 「触業」としての HAPTIC DESIGNER

触覚技術を用いたプロダクト、サービス、事業が生まれる状況が増えると、職業として触覚を扱うひとの存在が重要になります。「視覚」を扱うビジュアルデザイナーや、「聴覚」を扱うサウンドデザイナーのように、「触覚」を扱う専門家をハapticディザイナーと名付けました。ハapticディザイナーの登場により、素材のさわり心地そのものの設計や、触覚情報を伝達することにとどまらず、身体を通じた、人やモノとの関係性をデザインすることができるようになります。

### 触覚のデザインに必要な3つの要素 「質感、実感、情感」



HAPTIC DESIGNでは、日頃意識することのない「触覚」に気付くところからはじまります。まずは「質感」「実感」「情感」といった、人の「こころ」に訴える要素を手がかりに、触覚について観察します。次に、観察した触覚を言葉にし(言語化)、意味の関係性を位置づけ、分類(体系化)することで、触覚をデザインするためのベースを作ります。それらの情報を組み合わせることで、モノやコトの体験を触覚の観点からデザインします。



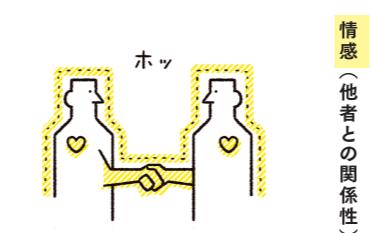
### 触覚のテクスチャーデザイン

「質感」とは、モノの材質や触り心地、またそこから人が感じる手応えのことです。暮らしの中のありとあらゆるプロダクトに存在します。さまざまなテクスチャーを「ざらざら」「ふわふわ」「ねばねば」などのオノマトペに分類し、空間的に表した相関図(カラーチャートの触覚版)を用いれば、「質感」を色彩のようにデザインの一要素として考えることができます。



### 触覚のリアリティデザイン

ボールをミートする感覚を覚えると、頭より先に身体が動く……。テニス、野球、ゴルフほかスポーツにおける、身体で記憶、記録する感覚は「実感」のわかりやすい例です。リアリティのある感覚的情報である「実感」のデザインは、体験のデザインの必要性が叫ばれるプロダクト、サービス設計だけでなく、個人と社会の関係性のデザインにおいてますます重要ななるでしょう。



### 触覚のコミュニケーションデザイン

好きな人を抱きしめれば安らぐし、握手を交わせば信頼感が増す。言葉以上に、身体の接触や感覚の共有は他者との関係性において重要です。ライブやスポーツなど“生”が醍醐味のエンタテインメントを見て起こる興奮。これも「情感」の働きによるものです。触覚に基づく他者との「情感」(共感)のデザインは、まだまだ未開拓の分野ながら、ユニークなコミュニケーションを生み出す可能性があります。



### 触覚分野最大のハッカソン「ショッカソン」

身体性メディアコンソーシアム参画企業による共同プロジェクト。2014~2018年の5年間、毎年夏に開催し、多くの触覚研究者も協力。毎回60人~ときには100人を超えるエンジニアやクリエイターが集い触覚技術を使った作品を制作しました。東京から始まり、現在は全国各地に展開しています。



## ユーザーコミュニティの創出



### HAPTIC DESIGN AWARD

視聴覚メディアの次の時代を創造する価値として注目が集まる「身体/感性/触覚のデザイン」にフォーカスをあてたグローバルアワード。これまでに世界20ヶ国以上からアート、VR、映像、プロダクトやワークショップなど多様な分野から200を超える作品の応募がありました。



- ①HAPTIC DESIGN AWARD2016  
GRAND PRIZE  
「稜線ユーザインターフェース」(安井 重哉)
- ②FIRST PRIZE  
「積み紙」(川崎 美波)
- ③HAPTIC DESIGN AWARD2017  
GRAND PRIZE  
「The Third Thumb」(Dani Clode)
- ④JUDGE'S SELECT  
「いしのこえ」(MATHRAX)



### HAPTIC DESIGN MEETUP

触覚をデザインするハapticディザイナー人材の育成とコミュニティ形成を目的としたミートアップを開催。従来、触覚研究では扱われなかったような領域における「HAPTIC DESIGN」の可能性を議論しました。

2016年11月から2019年3月までの間に合計11回のミートアップを開催。  
HAPTIC x ( ) Design をテーマに、毎回異なる分野との掛け合わせを設定。  
1. Sound / 2. Body / 3. Entertainment / 4. Emotion / 5. Social /  
6. Costume / 7. Kids / 8. Material / 9. Skill

# 人間の存在拡張を実現する総合技術

## 「テレインスタンス」の現在形

バーチャルリアリティ、ハapticス、ロボティクス、AI、ネットワークなどの技術を統合し、世界中のアバターを自己の分身として人間の存在を拡張する総合技術「テレインスタンス」。ACCELでは研究開発活動を通じて、2017年1月に、この技術の产业化を実現し、個人、企業、社会の生産性や利便性を飛躍的に向上させ、より生き生きと豊かで、かつ持続可能な社会づくりに貢献するためのベンチャー企業「テレインスタンス株式会社(TX inc.)」を立ち上げるに至りました。ここではテレインスタンスを実現する技術革新への40年の道のりを概観し、その将来を展望します。

東京大学名誉教授  
館暲テレインスタンス株式会社  
チャリス・フェルナンド

### テレインスタンス: telexistenceとは

「人間が現存する場所とは異なった場所に実質的に存在し、その場所で自在に行動する」という人間の存在拡張の概念と、それを可能にする技術体系を「テレインスタンス」と呼びます。この技術によって、自分自身の分身ロボットであるアバターを用いて遠隔地に存在したり、コンピュータが創成した身体をアバターとして情報空間に存在したり、情報空間を介して実空間に存在したりすることができます。この概念を1980年に提唱したのがACCELの研究代表者で

もある館暲で、日本では40年にわたりこの分野で世界をリードしています。ACCELの5年間は、これまでの研究成果を統合したテレインスタンスロボットのバージョンアップに並行して、これまでの実践が世界的に脚光を浴び始める機会となりました。大きは二つ、AVATAR XPRIZEと、テレインスタンス株式会社の設立です。現在では、通信業界・航空業界・自動車業界をはじめとした大企業、ベンチャー企業も参入し、新しい産業領域が形成されつつあります。

tele- or tel- = Distance; distant, 離れて  
existence = The fact or state of existing; being, 存在  
telexistence = tel- + existence 離れて存在すること、あるいは、そのように感じること



URL  
<https://tachilab.org/jp/about/telexistence.html>

### XPRIZE Visioneers Summitでのテレインスタンス(AVATAR)の採択

2016年10月、イノベーション界のカリスマと呼ばれるピーター・ディアマンデス氏が1995年に創立した非営利組織「XPRIZE財団」が主催するコンペ「Visioneers Summit」が開催されました。それに際して日本に調査に訪れたXPRIZE財団のAvatarチームから、「世界でもっとも進んでいるAvatarであるTELESAR Vの実演をVisioneers Summitで行ってほしい」旨の要請を受け、館暲を始めとした館研究室のメンバーで実演をしました。次期のXPRIZEの対象テーマを複数候補の中から選ぶこのコンペでは、テレインスタンスが他のテーマ候

補を押さえ選出されました。世界中から参加者が集まる2022年のAVATAR XPRIZEの最終審査に向けて競争が開始されたことを契機に、テレインスタンスに関する研究開発は大きな飛躍を見せることになりました。



XPRIZE Visioneers Summit でのデモンストレーション

### テレインスタンス株式会社(TX inc.)の設立

ACCELのもう一つの大きな成果として、テレインスタンスで未来を創るロボティクス開発ベンチャー「テレインスタンス株式会社(TX inc.)」の設立があります。会長には館暲が就任し、富岡仁CEO(最高経営責任者)とチャリス・フェルナンドCTO(最高技術責任者)のもと、南澤孝太を技術顧問として、テレインスタンスの実現を支えるアバターロボットの設計・製造・オペレーションなどを中心とした事業を立ち上げました。チャリスは起業への思いを、どのように語ります。「私はもともと研究開発だけではなく、開発したロボットを社会に出したいという想い

が強くありました。単純作業などはどんどんロボットに代替していく、人がクリエイティブなことに専念できる環境をつくっていけたらと思います」。

### 人のさまざまな行動と感覚を相互伝送できる 身体性テレインスタンスプラットフォームの構築

40年近いテレインスタンスの研究開発は、身体性テレインスタンスプラットフォーム TELESARシリーズの開発の進化(下記年表)に見て取ることができます。特にACCELにおいては、CRESTの研究成果で生まれた「TELESAR V」のシステムに、触原色伝送モジュールの活用、手の運動機能の高度化、脚部・移動機能の付与を行い、触覚情報の伝送や身体的動作の拡張を可能にした「TELESAR VI」を開

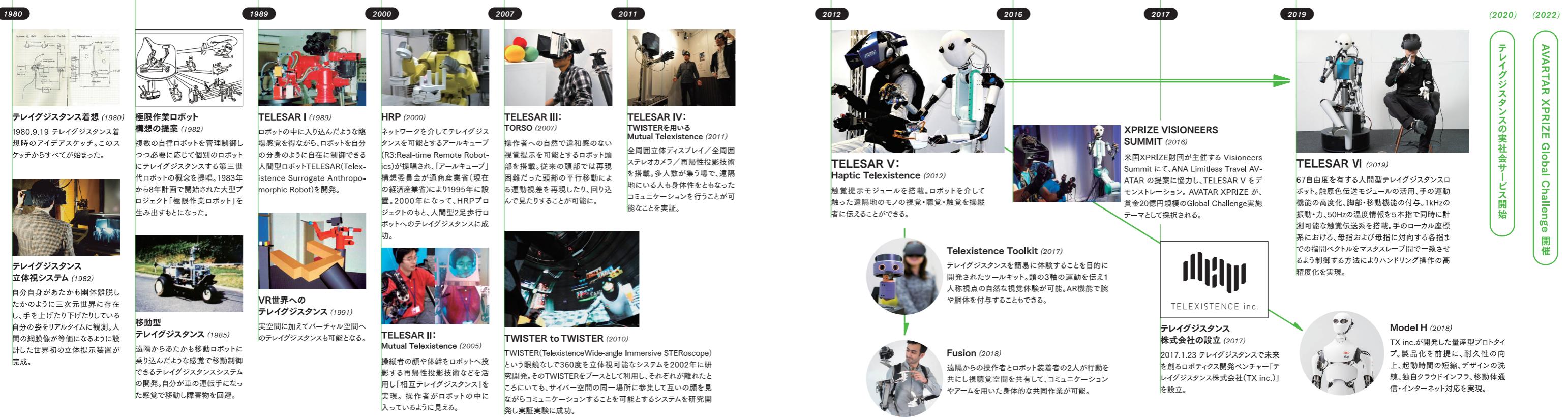
発しました。また、テレインスタンスのより手軽な実証実験を可能にするツールキットの開発なども行い、テレインスタンスプラットフォームのさらなる応用展開も進みました。

### 時空間瞬間移動産業という、現在の自動車産業に匹敵する新産業時代の幕開け

この5年間の研究成果やAVATAR XPRIZEへの採択、大企業やベンチャー企業の参入によって、いよいよ「テレインスタンス社会」の実現が現実味を帯びてきました。テレインスタンス社会では、世界中にアバター(義体)を配置し、ユーザーが自分の代理として義体を在宅で自由に利用することで時間と空間の制約を解除し、ユーザーの未知の体験を可能

としつつ、人の能力を自在に活用可能にして、かつ省エネルギーにも貢献することが可能になります。また日常においては、製造業やサービス業での利用はもとより、清掃作業、土木建築作業、農林水産業、工場のプラント内の危険劣悪環境内での点検/修理作業、警察、探検、レジャー、テストパイロットやテストドライバーの代替など広い分野で利用が想定されています。その一方で緊急時は、捜索、人命救助、復旧作業等での利用が可能となり、日常的な運用と緊急対応のデュアルユースということも、テレインスタンスだからこそ可能となるのです。このような「時空間瞬間移動産業」時代の幕開けは、もう目前に近づいているのです。

### テレインスタンスの歴史



# アイデアを社会実装へ繋げるために

Program Manager

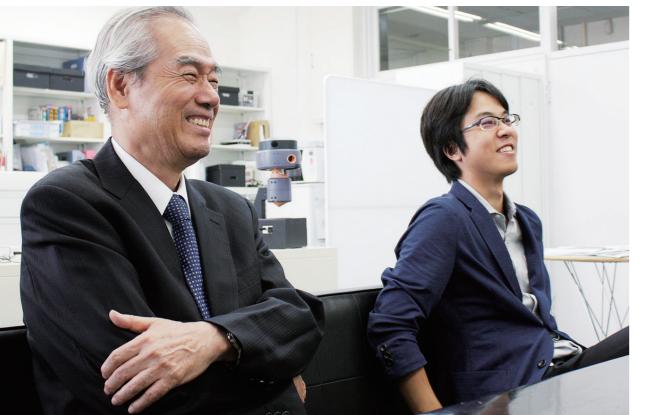
JUNJI NOMURA

プログラムマネージャー  
野村淳二

Associate Program Manager

KOUTA MINAMIZAWA

プログラムマネージャー補佐  
南澤孝太



——このACCELというプログラムで当初見据えていたものとは何だったのでしょうか。

南澤：純粹に大学のプロジェクトとして、CREST（「さわれる情報環境」プロジェクト）ではある程度実用化が見えるような段階まで来ていたので、あと5年、もう一度ブーストをかけて社会実装に繋げていこうというのがACCELのそもそものコンセプトです。CRESTでも大学の研究としての成果はあったけれど、それは「学会の周辺で面白いものができた」というレベルで、それを実際のビジネスに繋げたり、新しい産業を生むところに橋渡しをするのがACCELの役割もあります。もっとも初期の頃から産業界におけるVRの活用をされていた野村さんに入っていただき、実際にVRという概念を立ち上げた館先生とのペアというかたちで、ACCELをチームアップしたという経緯です。

野村：私たちにとって技術とは、学術での成果をベースにして産業応用をするものであって、商品化技術だけでは（商品は）出来上がらないんですよね。「その技術は本来どうあるべきか」という原理原則の部分を探求するのは大学の役目です。

産業界においては、技術研究から商品化

まで10年かかるというのは常識です。パナソニックの場合、事業部に所属する部署での商品開発は2~3年のスパンで回しますが、一方で研究所では通常は5年、基礎研究は10年やっていいことになっています。独自の発想で構わないし、ペーパーワークでも構わないので、10年先を考えほしい。「こんなことをやったら、技術開発に繋がります。そのための基礎研究の種はここにあるんです」と社員から言われたら「人件費のことは気にせず挑戦しろ」と言います。そのかわり、基礎研究計画書を書きなさいと伝えます。先のことはわからないので、それを100%は達成できなくともいいですが、書くと責任感が湧くので。産業界で独自に研究を進めることもできるんですが、学術機関と一緒に基礎的な概念を固めて「この技術をこういうかたちの商品に活かしましょう」とするのが、本来の意味で企業の研究所と呼ばれるところの役目であり、存在価値であろうと思います。時間がかかるかもしれないということも踏まえて、基礎的なところから大学と一緒にやらせていただくというのは、こういったACCELのような仕組みの中しかできないだろうと思います。

南澤：大学のあり方も変わりつつあるなかで、どうしたら産業界と密に繋がりながら、新しいものを生み出せるか。こうした全体のミッションを考えたときに、野村さんのような方から、産業界側でのノウハウや知見を伺ったりしながら進めていけるというのが、今回非常に大きかったという気がします。大学側だけでも、研究者の個人的な想いを原動力にすればある程度研究は

——実際に行ったコラボレーションを振り返っていかがでしたか。

南澤：近年はオープンイノベーションとか共創といったことがよく言われていますが、産業界における研究所でも、大学の巻き込み方の成功ノウハウはおそらくそれぞれに持っている。ですが、実は大学側からしたら、企業さんの方から「一緒にやりましょう」と言われたからやっているというケースがおそらくほとんどです。大学の方も主体的に、産業界との関わり方を覚えて考えて、それによって生まれる価値を自覚的に再設計するというのが、今回の大いなミッションのひとつでした。

野村：ACCELのような仕組みがあれば、産業界から来た人間が大学側と常に議論できるようになり、そのことによって何かが結晶化する。それが大切なんです。産業界だけで固まっていると、単なる産業界の中の延長線上の話として「ここにこう書いてあるからやろう」といった計画にとらわ

from research to social deployment

## ACCEL プログラムにおける 産学共創推進の主な軌跡

- 2015.04 お台場に日本科学未来館研究棟 Cyber Living Lab DAIBAを開設  
2015.10 觸覚分野最大のハッカソン『ショッカソン』を開催  
2016.04 身体性メディアコンソーシアムを設立（2019年9月現在50社が参画）  
2016.10 觸覚デザイナーカンファレンス HAPTIC DESIGN PROJECTを始動  
2017.04 渋谷FabCafe MTRLにLiving Lab SHIBUYAを開設  
2018.10 5G通信時代の触覚伝送の実現に向けて、スマートフォンや放送コンテンツにおける触覚伝送プロトコルの策定に向けたIEC（国際電子会議）での日本の産学コミュニティを中心に標準化活動を推進

## 産学共創による社会実装例



れてしまう。それを白紙化して学術的なところと議論することで、頭がリフレッシュされ、いろんなものが生まれてくる。突き詰めると、それが国にとって非常に意味があるということです。

南澤：まさにそういう場ですよね。僕らも、普段いわゆるビジネスの場で活動されている方が、ちょっと長期の視点や“そもそも論”に立ち返って考えたり議論したりする場を提供するというのは、大学の大きな価値だと感じています。それをACCELの枠の中で形にしているのが、ACCELコンソーシアムだったり、HAPTIC DESIGN PROJECTだったり……。それぞれに異なったモチベーションを持ついろいろなジャンルの人たちがやって来て、集まって話をすることによって、新しい分野が生まれる。いわゆる研究者と呼ばれる僕らのような存在がそこにいることによって、そこから生まれてくる種の見ながら、実際の技術開発や基礎研究、サイエンスとテクノロジーといったものを前に進めていく。それぞれが持っている未来へのビジョンに対して、フィジビリティ（実現可能性）とエビデンス（根拠）を付けていくことで、産業界と大学、双方向の両輪がうまく回っていくというのは、僕もこのプロジェクトに関わる中で強く実感した部分です。

野村：商品化も含めて、産業界の評価基準のもとに成果をきちんと出すというのと、産業界の役割ですね。学術的な研究は汎用的なものですから、企業が独占するような話ではないんですけども、それをどこまで高めていくか。いわゆる「世の

中の役に立つかどうか」を評価基準にするというのは良し悪しがありますが、開発したものはどこかで応用しないといけない。

南澤：そういう意味では、「こっちに進むぜ」といったドライビングフォースは、やっぱり大学の研究者の方にあるのかなと思います。研究者たちがそれぞれ目指している方向性があって、「そんなことができるなら、ここに使えるじゃないか」という部分を、その周りにいらっしゃる企業の方が、それぞれの思惑で見立てていく。その思惑と研究者側の意思が一度噛み合うと、ちゃんとそっちの方向に未来が進んでいくというのが、幸い今起きてある状況なのかなと思っています。

僕の中で「うまくいったな」と感じる瞬間って、それぞれの企業の人たちが、ある意味“勝手に”、僕らの言っていたビジョンを自分たちの企業やプロジェクトとして紹介しているという状況です。いわゆる、研究者がビジョンを出して企業の方がそのフォロワーになるというような体制だと、やっぱり絶対にうまくいかない。でも、ACCELでは企業の方それぞれが自分事として「こういう未来を俺たちが作っているんだ」と語っていて、その中に僕らが提案している概念が含まれている。

1人の研究者から始まったアイディアが、社会の想いのようなものに変わっていく、その「想い」を繋いで社会に広げていくのがACCELの役割だったと思いますし、これからも、ここで蒔かれた種をさまざまな領域の方々と一緒に育てて未来を創っていきたいと思います。



野村淳二（のむら・じゅんじ）

科学技術振興機構ACCELプログラムマネージャー。1971年京都大学工学部卒業。1971年に松下電工株式会社入社、1988年に工学博士を取得。1990年に、システムキッチンの使いやすさの検証用途にVRシミュレーションを活用した「システムキッチンVRシステム（VIVA）」の開発を統括。旧松下電工の新宿ショールームに導入し、「つくる前に、設計段階で、あなたのシステムキッチンの使い勝手を確認」することができる環境を整えた。パナソニック株式会社の代表取締役専務や顧問を歴任し、2014年にはIEC（国際電気標準会議）会長などを歴任。



南澤孝太（みなみざわ・こうた）

慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科（KMD）教授、科学技術振興機構ACCELプログラムマネージャー補佐。2010年 東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了、博士（情報理工学）。触覚技術を活用し身体的経験を伝達・拡張・創造する身体性メディアの研究開発と社会実装、Haptic Design Projectを通じた触覚デザインの普及展開、新たなスポーツを創り出す超人スポーツやスポーツ共創の活動を推進。

## 研究組織

東京大学 高齢社会総合研究機構 舘研究室	<a href="https://tachilab.org">https://tachilab.org</a>
慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 Embodied Media Project	<a href="http://embodiedmedia.org">http://embodiedmedia.org</a>
東京大学 大学院新領域創成科学研究科 篠田・牧野研究室	<a href="https://hapislab.org">https://hapislab.org</a>
電気通信大学 梶本研究室	<a href="http://kaji-lab.jp">http://kaji-lab.jp</a>
奈良女子大学 佐藤研究室	<a href="http://katsunari.jp/satolab">http://katsunari.jp/satolab</a>
アルプスアルパイン株式会社	<a href="https://www.alpsalpine.com">https://www.alpsalpine.com</a>
日本メクトロン株式会社	<a href="https://www.mektron.co.jp">https://www.mektron.co.jp</a>

## 研究期間

2014年12月15日～2019年11月30日(5年間)  
JST CREST「さわれる人間調和型情報環境の構築と活用」(2009年10月～2015年3月)の継続発展課題として実施

## 主な論文・特許

### ・触原色原理／一体型触覚伝送モジュールの研究開発

- Vibol Yem, Hiroyuki Kajimoto: "Comparative Evaluation of Tactile Sensation by Electrical and Mechanical Stimulation", *IEEE Transactions on Haptics*, Vol. 10, Issue 1, pp.130-134, IEEE, 2017
- Vibol Yem, Hiroyuki Kajimoto: "Masking of Electrical Vibration Sensation Using Mechanical Vibration for Presentation of Pressure Sensation", *IEEE World Haptics Conference 2017*, IEEE, 2017
- 田島優輝, 井上康之, 加藤史洋, 舘暉: 力・振動・温度を触原色とする触感提示デバイスにおける触感再現手法, *日本バーチャルアリティ学会論文誌*, Vol.24, No.1, pp.125-135, 2019
- 特願2018-510679, WO2017/175867, 触覚情報変換装置、触覚情報変換方法、および触覚情報変換プログラム, 舘暉, 仲谷正史, 佐藤克成, 南澤孝太, 梶本裕之
- 特願2018-510680, WO2017/175868, 触覚情報変換装置、触覚情報変換方法、および触覚情報変換プログラム、ならびに素子配置構造体, 舘暉, 仲谷正史, 佐藤克成, 南澤孝太, 梶本裕之

### ・ウェアラブル触覚インターフェース／身体性コンテンツプラットフォームの研究開発

- Yukari Konishi, Nobuhisa Hanamitsu, Benjamin Outram, Youichi Kamiyama, Kouta Minamizawa, Ayahiko Sato, Tetsuya Mizuguchi: "Synesthesia Suit", In *Haptic Interaction. AsiaHaptics 2016. Lecture Notes in Electrical Engineering*, Vol. 432, pp. 499-503, Springer, Singapore, 2016
- Akihito Noda and Hiroyuki Shinoda: "Frequency-Division-Multiplexed Signal and Power Transfer for Wearable Devices Networked via Conductive Embroideries on a Cloth", In *Proceedings of the 2017 IEEE MTT-S International Microwave Symposium*, pp. 537-540, ACM, 2017
- Tomosuke Maeda, Keitaro Tsuchiya, Roshan Peiris, Yoshihiro Tanaka, Kouta Minamizawa: "HapticAid: Haptic Experiences System Using Mobile Platform", In *Proceedings of the 10th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, pp. 397-402, ACM, 2017
- Roshan Lalitha Peiris, Wei Peng, Zikun Chen, Liwei Chan, and Kouta Minamizawa: "ThermoVR: Exploring Integrated Thermal Haptic Feedback with Head Mounted Displays", In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2017
- 金箱淳一, 柳原一也, 小原和也, 南澤孝太: 触覚をデザインする-Haptic Design Projectの取り組み, *日本シミュレーション学会誌*, Vol.37 No.1, 2018.3
- 特願2017-555171, WO2017/099241, 触覚表示システム、触覚表示方法、および、触覚表示プログラム, 南澤孝太, 田中由浩, 前田智祐, 仲谷正史, ロシャンペリス

### ・身体性テレイジスタンスプラットフォームの研究開発

- Charith Lasantha Fernando, Mhd Yamen Saraiji, Kouta Minamizawa, Susumu Tachi: "Effectiveness of Spatial Coherent Remote Drive Experience with a Telexistence Backhoe for Construction Sites", In *Proceedings of the 25th International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT'15)*, Kyoto, Japan, 2015
- Susumu Tachi: "Telexistence: Enabling Humans to be Virtually Ubiquitous", *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol. 36, No.1, pp.8-14, 2016
- 舘暉: 20年後のテレイジスタンス, *日本バーチャルアリティ学会誌*, Vol.21, No.3, pp.34-37, 2016
- 山崎喬輔, 井上康之, MHD Yamen Saraiji, 加藤史洋, 舘暉: 整合的な視触覚刺激がテレイジスタンスにおける自己位置定位に与える影響, *日本バーチャルアリティ学会論文誌*, Vol.23, No.3, pp.119-127, 2018
- 舘暉: テレイジスタンスの新展開、*日本ロボット学会誌*, Vol.36, No.10, pp.2-6, 2018
- 井上康之, MHD Yamen Saraiji, 加藤史洋, 舘暉: テレイジスタンスロボットにおける身体表現機能のVR拡張, *日本バーチャルアリティ学会論文誌*, Vol.24, No.1, pp.137-140, 2019
- Susumu Tachi: "Forty Years of Telexistence—From Concept to TELESAR VI," In *Proceedings of the International Conference on Artificial Reality and Telexistence and Eurographics Symposium on Virtual Environments (ICAT-EGVE 2019)*, pp 1-8, Tokyo, 2019
- 特願2018-172016, 情報処理装置、ロボットハンド制御システム、及びロボットハンド制御プログラム, 舘暉, 井上康之, 加藤史洋

## 主催イベント

2015年10月23日	第1回公開シンポジウム in DCEXPO 2015「身体性メディアが創る未来」 舘暉 × 野村淳二 × 南澤孝太
2016年10月29日	第2回公開シンポジウム in DCEXPO 2016「身体とエンターテインメントの未来」 舘暉 × 猪子寿之 × 南澤孝太
2016年11月19日	Haptic Design CAMP #1「HAPTIC DESIGNとコミュニケーション、知育/玩具」 川村真司 × 大屋友紀雄 × 高橋晋平 × 渡邊淳司 × 南澤孝太
2016年11月19日	Haptic Design CAMP #2「HAPTIC DESIGNとファッション、空間/インテリア」 泉栄一 × 堀木俊 × 渡邊淳司 × 南澤孝太
2017年6月21日	Haptic Design Meetup vol.1 Haptic × (Sound)Design 本多達也 × 金箱淳一 × 南澤孝太
2017年7月19日	Haptic Design Meetup vol.2 Haptic × (Body)Design 田中由浩 × 倉澤奈津子 × 竹脇美夏 × 南澤孝太
2017年9月4日	Haptic Design Meetup vol.3 Haptic × (Entertainment)Design 梶本裕之 × 川口貴志 × 横山諒 × 南澤孝太
2017年10月4日	Haptic Design Meetup vol.4 Haptic × (Emotion)Design 仲谷正史 × TELYUKA(石川晃之&石川友香) × 南澤孝太
2017年10月29日	第3回公開シンポジウム in DCEXPO 2017「XRIZEへの挑戦が拓く未来」 舘暉 × 笠田武史 × 南澤孝太
2017年11月4日	Haptic Design Meetup vol.5 Haptic × (Social)Design 渡邊淳司 × 太刀川英輔 × 南澤孝太
2017年12月1日	Haptic Design Meetup vol.6 Haptic × (Costume)Design 網盛一郎 × 廣川玉枝 × 小原和也 × 金箱淳一
2018年2月21日	HAPTIC DESIGN AWARD 2017 授賞式, HAPTIC DESIGN MEETUP SPECIAL
2018年2月27日～2018年3月31日	NTT ICC 企画展「距離0から拓くデザインの未来ー見る／聴くから“触れる”へ」
2018年9月7日	Haptic Design Meetup vol.7 Haptic × (KIDS)Design 田中章浩 × 白井隆志 × 小原和也 × 南澤孝太
2018年11月6日	Haptic Design Meetup vol.8 Haptic × (Material)Design 小野正晴 × 上條正義 × 小原和也 × 南澤孝太
2018年11月15日	第4回公開シンポジウム in DCEXPO 2018「テレイジスタンスの今 -時空間瞬間移動産業とテレイジスタンス社会への挑戦 -」 舘暉 × Telexistence Inc. Model H
2018年12月21日	Haptic Design Meetup vol.8 Haptic × (Skill)Design 松井公平 × 吉田和人 × 小原和也 × 南澤孝太
2019年11月26日	JST ACCEL 身体性メディアプロジェクト 成果報告 SYMPOSIUM & EXHIBITION

## 研究参加者

[東京大学] 舘暉、篠田裕之、井上康之、加藤史洋、牧野泰才、長谷川圭介、野田聰人、仲谷正史、  
田島優輝、山崎喬輔、中郁己、付俊凱、青山瑠美子、長田奈緒子、小堺春菜、大井美乃里  
[慶應義塾大学] 南澤孝太、Charith Fernando、Roshan Peiris、Liwei Chan、MHD Yamen Saraiji、神山洋一、金箱淳一、児島絵美理、小原和也、柳原一也、  
黒木帝聰、柴崎美奈、花光宣尚、水晶友佑、早川裕彦、家倉マリーステファニー、田中博和、前田智祐、小西由香理、松園敏志、清水麗子、眞保ありあ、  
Chen Zikun、Feng Yuan Ling、平山あみ花、Tanner Person、中村開、畠山海人、村上崇樹、土屋慧太郎、古川泰地、鍋島純一

[電気通信大学] 梶本裕之、Yem Vibol、中村拓人、岡崎龍太、設楽幸寛、田辺健太

[奈良女子大学] 佐藤克成、柴原舞、喜多萌子、服部愛

[アルプスアルパイン株式会社] 高井大輔、萩原康嗣、稻垣一哉、佐藤邦生、川名謙、不藤平四郎

[日本メクトロン株式会社] 外山敬三、吉原秀和、五十嵐清史、木村泰介、吉田暁生

## 身体性メディアコンソーシアム参画企業各社

レノボ・ジャパン株式会社／株式会社テック技販／テクノロジー・ジョイント株式会社／日揮株式会社／株式会社リクルート・キャリア／Tianma Japan株式会社／MASAMI DESIGN co., ltd／NVIDIA日本法人／メルセデス・ベンツ日本株式会社／株式会社資生堂／株式会社アスク／株式会社ソリッドレイ研究所／ダックリングズ株式会社／ソニー株式会社／株式会社ワントゥーテン／アイスマップ)有限会社／株式会社電通サイエンスジャム／日昌株式会社／一般社団法人T.M.C.N／クラレトレーディング株式会社クラリーノ事業本部／旭光電機株式会社／日本メクトロン株式会社／株式会社スパイスボックス／フィールズ株式会社／アルプスアルパイン株式会社／NTTコミュニケーションズ株式会社／富士ゼロックス株式会社基盤技術研究所／富士通株式会社／フォスター電機株式会社／凸版印刷株式会社／株式会社ピクス／株式会社CRI・ミドルウェア／株式会社NHKエンタープライズ／株式会社電通テック／富士フイルムホールディングス株式会社／ミレトス株式会社／株式会社AOI Pro.／株式会社岡村製作所／Dverse Inc.／帝人株式会社 スマートセンシング事業推進班／テレイジスタンス株式会社／株式会社リコー／ヤマハ株式会社 研究開発統括部／豊田合成株式会社／任天堂株式会社／SMK株式会社TP事業部／ミズノ株式会社グローバルフットウェアプロダクト本部／株式会社タイカ／イクスアール株式会社 (入会順・2019年11月現在)

## FACTBOOK 編集チーム

小原和也 (株式会社ロフトワーク、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科リサーチャー)  
柳原一也 (株式会社ロフトワーク、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科リサーチャー)  
神野真実 (ディレクター)  
後藤知佳

デザイン 本田 篤司(sekilala)

表紙 (イラストレーション) 川添むつみ(StudioSnug)

発行元 科学技術振興機構(JST)ACCEL H26年度採択研究課題

発行日 「触原色に立脚した身体性メディア技術の基盤構築と応用展開」  
2019年11月26日