

NTT

技術ジャーナル

人と環境が調和した スマートな世界を実現する ICTの研究開発の取り組み

Point of Atmosphere
Activity support
Lifelog-based sensing and modeling
Information and communication technology
Behavioural design
Optimal behavior interaction
Inclusive design
Alternative sports viewing
Sports translation
Usability
Artificial intelligence
Cross-modal
Ambient feedback
Spatio-temporal data analysis
Behavior simulation
Haptics
Tactile sense
Ambient assist
Intelligence amplification
Natural experience
Zero-latency media
Image and space data generation
Ambient sensing
Human behavior modeling
Internet of things
Web accessibility
Well-being life
Digital signage
Interoperability

■トップインタビュー
上原 一郎 NTT西日本 代表取締役副社長

12₂₀₁₉
Vol.31 No.12

トップインタビュー



上原 一郎 NTT西日本 代表取締役副社長

表面的事象に惑わされることなく、本質に迫る
—— 西日本スピリッツで新たな価値創造 4

特集

人と環境が調和したスマートな世界を
実現するICTの研究開発の取り組み 8



人と環境が調和するスマートな世界の実現に向けて——人知を
増幅し人の能力を最大限に活かす研究開発の取り組み 10

人の本来の活動を邪魔しない自然なやり取りによる情報提供を
実現するナチュラルコミュニケーション技術 14

人と環境の関係をとらえ、自然な働きかけで
人の行動を支援するアンビエントアシスト技術 19

人の理解を深め、行動をデザインし変化させるUX技術 24

スポーツ・ソーシャル・ビュー ——スポーツの本質を抽出し
身体感覚で共有するインクルーシブなスポーツ観戦 29



主役登場 大川 真耶 (NTTサービスエボリューション研究所) 33

NTT技術ジャーナル

from ★ NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

5Gプレサービス概要 34

挑戦する研究者たち



渡邊 淳司 NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上席特別研究員
人と人のあいだの想像力が私たちの
ウェルビーイングを創造する 39

Event Reports



「CEATEC 2019」出展報告 43

グローバルスタンダード最前線

- 第4回 ITU-T TSAG会合報告 47
- Focus on the News 49
- NEWS 57
- 特許紹介 58
- イベント 59
- 読者の声 60
- 1月号予定
- 編集後記
- 年間総目次 61

本誌掲載内容についてのご意見、ご要望、お問い合わせ先	本誌ご購入のお申し込み、お問い合わせ先
一般社団法人電気通信協会内 NTT技術誌事務局	一般社団法人電気通信協会 ブックセンター
TEL (03) 3288-0608	TEL (03) 3288-0611
FAX (03) 3288-0615	FAX (03) 3288-0615
E-mail jimukyoku2008@tta.or.jp	ホームページ http://www.tta.or.jp/

■企画編集 日本電信電話株式会社
〒100-8116 東京都千代田区大手町1-5-1
大手町ファーストスクエア イーストタワー
NTTホームページ URL <http://www.ntt.co.jp/>

■発行 一般社団法人電気通信協会
〒101-0003 東京都千代田区一ツ橋2-1-1
如水会ビルディング6階
TEL (03)3288-0608 FAX (03)3288-0615
URL <http://www.tta.or.jp/>

©日本電信電話株式会社 2019
●本誌掲載記事の無断転載を禁じます●
※本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェアなどの名称は、各社の商標または登録商標です。

■表紙デザイン：高橋デザインルーム

トップインタビュー

上原 一郎 NTT西日本 代表取締役副社長



◆PROFILE：1988年NTTに入社。2013年NTTネオメイト代表取締役社長、2017年NTT西日本取締役ビジネス営業本部長、NTTビジネスソリューションズ代表取締役社長を経て、2019年7月より現職。

表面的事象に惑わされることなく、本質に迫る ——西日本スピリッツで 新たな価値創造

IoT、ビッグデータ、AIをはじめとするデータ活用に関するICTは、我が国の持続的な発展の鍵を握ります。地域経済への貢献、地域課題の解決や地域の魅力向上をかんがみるとき、多種多様なマーケットを擁するNTT西日本の知見はどのように活かされるのか、各地で展開する革新的な取り組みと展望を上原一郎NTT西日本代表取締役副社長に伺いました。

多種多様な地域の魅力を引き出し、地域の課題解決に取り組む

◆NTT西日本グループの現状をお聞かせ願えますか。

昨年度来、台風をはじめとした自然災害に見舞われることが多く、NTT東日本・西日本ともに対応に追われることが続いています。これに全力で取り組んできた関係各位のご尽力に感謝申し上げます。NTT西日本グループではこうした災害対応にかかる経費は増加していますが、社員の皆さんの頑張りによって2018年度は計画を上

回る1183億円の利益を確保できました。しかし、残念ながら売上は前年比317億円の減収となりました。NTT西日本は今年で設立20周年になりましたが、設立当初から減収が続いています。これを増収基調に転換を図るべく2018年秋に中期経営計画を立て、2025年には売上1.5兆円、利益率10%を実現することをめざしています。

ビジネス営業などの成長分野の収入をいかに伸ばしていくことができるか、ということが増収転換のための大きなポイントとなるのですが、これを支えているのが、これまで私たちが培ってきた財産ともいえる地域のお客さまとのつながりです。「地域密着」「ICTソリューション

ン」といったキーワードを基盤として、新たなサービスやビジネスモデルの創造にチャレンジしていきます。

NTT西日本エリアの特徴として、府県が30、政令指定都市が12あり、これらが6つのブロックに分散して経済圏を形成しています。また、それぞれのブロックにおいて電力系会社をはじめとした各地域の企業と競争を強いられるといった厳しい環境にあります。こうした市場環境、競争環境に対応していくために、30府県域の支店長にしっかりとエリアに向き合ってもらい、それぞれの地域の特徴にマッチした活性化に取り組んでいます。このような営みを加速するための初の試みとして、30支店の支店長それぞれが考える地域の活性化プランやアイデアを持ち寄り、ディスカッションを行う「地域活性化推進ミーティング」を9月に開催しました。観光資源の活用や人口減少といった共通の課題についての議論に加え、宅配業へのドローン活用、eスポーツの振興、農業や林業のデジタルトランスフォーメーションの推進等、特色のあるアイデアも提起され、活発な意見交換が行われました。すでに具体的に動き始めている取り組みもあります。例えば京都エリアでは、龍谷大学様にNTT西日本が「地域創生クラウド」というクラウドサービス基盤の提供を開始しておりますが、この基盤を活用し、業務改革や学生サービスの向上などの課題の解決と一緒に進めています。また、熊本エリアでは、震災後の街づくり、2050年の都市デザインをめざす、くまもと都市戦略会議および地域活性化推進WGに参画し、観光振興や地域社会の活性化、働き方改革の推進等、ICTによる社会課題解決に取り組んでいます。私たちの強みである「地域密着」「ICTソリューション」を活かし、お客さまとともに社会課題の解決に取り組んでいくことに引き続き力を入れていきたいです。

また、お客さまの課題は多様化してきており、「ICTソリューション」だけでは解決できないことも増えてきています。そこでICTソリューションやBPO（Business Process Outsourcing）ビジネスを組み合わせるソリューションとして提供することにも力を入れています。例えばグループ会社の「NTTマーケティングアクト」は以前からコンタクトセンタビジネスに力を入れています。単にお客さまのテレフォンオペレータ業務をアウトソースいただくことにとどまらず、テレフォンオペレータ業務を通じてお客さまの声を収集し、AI（人工知能）技術を用いたVOC（Voice of Customer）分析を行うサービスを組み合わせ提供します。これによりお客さまの商品開発や経営改善に必要なナレッジとしてフィードバックすることができます。このようにICTソリューションやAI技術、BPOサービスを組み合わせ、トータ

ルの価値として提供していくことで地域やお客さまのより本質的な課題解決につなげていきたいです。

◆2019年、2020年とスポーツ

のビッグイベントが続けて開催される中、ICTへの期待も高まっているように思います。NTT西日本でも準備されていることがありますでしょうか。

スポーツイベントの期間中、国外からのお客さまが西日本に立ち寄られる機会も多いですから、お客さまが立ち寄られる場所でのサイネージ等による情報提供という基本的な環境整備に加えて、お客さまの観光をお手伝いするような取り組みを進めています。例えば、大阪ならナイトスポット、京都、奈良であれば観光名所めぐりを多言語でご案内するという各地域の特色を活かした取り組みを進めています。また、今後は大阪・関西万博や統合型リゾート（IR）誘致など西日本エリアでも国際イベントが控えており、それに向けた自治体や経済界のお客さまからNTTグループへの期待感の高まりを感じています。5Gのプレサービスが提供されたように、国際イベントをフィールドに、IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）などの新たな技術やサービスの実証実験にチャレンジしていきたいです。私たちだけでは課題解決にも限界がありますので、さまざまなパートナーと協力して、それぞれの強みを組み合わせる新しいビジネスモデルを生み出し、提供することが大切になると思います。



コミュニケーションとリアリティの追求を使命とする

◆お客さまからの期待にこたえていく取り組みの中で大切にされていることは何でしょうか。

私は仕事をするうえで、「西日本スピリッツ」というNTT西日本グループの企業理念に掲げる行動指針を大切にしています。この行動指針は、「『姿勢』はお客さま第一」、「『原点』は「個」の自立」、「『使うべき』は知恵」、「『推進力』はコミュニケーション」、「『成長』は日々革新」、「『めざす』はプロフェッショナル」という6つから成り、中でも私は「『原点』は「個」の自立」、「『推進力』はコミュニケーション」の2つを特に大切にしています。

1999年のNTTの再編成によって設立されたNTT西日本ですが、設立当初から赤字で、黒字化が大きな課題となっていました。こうした環境の中で頑張る実績を積み上げていくには、社員が「個」をしっかりと持って自立する姿勢を基盤にして、コミュニケーションを図り、同じ方向に進んでいこうという思いが込められた言葉、それが「原点は個の自立」「推進力はコミュニケーション」です。お客さまに頼られ、ご期待にこたえていくという観点でも、この2つの言葉はとても大事だと思います。仕事柄、社外のお客さまと接する機会は非常に多いのですが、このような場合は世の中の常識やリベラルアーツに触れられる機会であり、さまざまな気づきを得られる場でもあると実感していますので積極的に臨んでいます。こちらが一方的に勉強するだけではなく、こちらからもお客さまの役に立つ情報や興味を持っていただける情報を発信して、お互いのコミュニケーションを深めることでお付き合いが続き、それがビジネスの種となっていくと考えています。このようにお客さまとの良好な関係を築き、お客さまのご期待にこたえていくためには『原点』は「個」の自立，“『推進力』はコミュニケーション”など、「西日本スピリッツ」の理念を体現、実行していくことが必要だと考えています。

◆「西日本スピリッツ」をご自身が率先して実践されているんですね。

昨今、自然災害が相次いで発生していますが、お客さまへの対応の場面のみならず、こうした災害への対応においても、「西日本スピリッツ」で謳われていることは活かしています。

私が仕事上、最初に経験した大規模災害への対応は阪神淡路大震災です。当時、東京にいた私は復興計画を作成するメンバーとして震災直後に現地へ向かいました。ビルの倒壊や被害のひどかった街で情報通信をどう復旧しようかと考えているとき、電話がつかないのなら蓄積すれば良いという発想から災害用伝言ダイヤルサービスが生まれました。時を経て、東日本大震災のときは

東日本対策本部にリエゾンとして派遣されました。最初に経験した阪神淡路大震災のときは異なり、津波ですべてが破壊されてしまった被災の教訓として、置局やケーブルルートの見直し、防水対策がなされました。さらに、阪神淡路大震災のときは電話復旧への対策でしたが東日本大震災では電話はもちろんですが



Wi-Fi復旧への対応というようにサービス内容が変化していました。そして、九州エリアの責任者として熊本地震を経験したのですが、今度は地下に埋設すれば大丈夫だと思っていたケーブルが、地震によって断裂してしまっただけです。阪神淡路大震災からは20年あまりが経過し、サービスや技術が進展していても自然を前に私たちの無力感を感じることがあります。こうした災害対策時には、災害対策本部長の下に、それぞれの役割分担を明確にしたチームを構成しますが、全体の情報共有はもちろん、各チーム相互間のコミュニケーションも重要になります。一方で、それぞれの対応現場では、一刻を争うような事態も発生しており、最前線の判断（“個”の自立）と他との“コミュニケーション”も重要となります。このような経験を通して、“『原点』は「個」の自立”，“『推進力』はコミュニケーション”に基づく行動が培われてきたのだと思います。

「NTTとなら何か新しいチャレンジができそうだ」をめざそう

◆それでは、技術者・研究者の皆さんにエールを送っていただいてよろしいですか。また、今技術者・研究者にどんなことが求められているか、ご意見をお聞かせください。

お客さまとお付き合いをしていく中で、どのようなサービスを提供するか、どうICTをご活用いただくか考える機会が多くあります。地域活性化やBPOといったビジネスでは、今まで以上にお客さまや地域社会に寄り添い、マーケット目線でのサービスや商品の提供が必要になります。こうした思いからマーケットを意識した研究開発をしていただきたいと思います。

私たちは、マーケットのニーズを収集し、掘り起こしながら、お客さまと一体的に地域の課題解決をしていきます。技術者・研究者の皆さんにはそれらをしっかりと受け止めて、技術の目利きや研究開発に取り組んでいただきたいと思います。そして、私たちフロントとしっかりとタッグを組んでマーケットに響くサービスや商品をつくり上げていきましょう。

NTTグループに対する社会からの期待は大きく、多様だと思います。IOWNやスマートシティを創造する技術を発信し、「さすがNTTだ」と感じていただき、「NTTとなら何か新しいチャレンジができそうだ」とお客さまに実感していただきたいです。お客さまとビジネスパートナーとして連携していくことで、私たちの可能性も広がっていくでしょう。

◆今後、NTT西日本ではどのような取り組みを進めていきますか。

「お客さまのデジタルトランスフォーメーションのサポート」に注力していきます。これには2つの観点があり、1つはお客さま事業としてビジネスやサービスを創造いただくにあたって、デジタルデータの分析や活用のお手伝いをするということです。お客さまには必ずしもデジタルデータを活用したビジネスを推進するための技術に精通した人材がいらっしゃるわけではありません。お困りごとは分かっているけどどう解決すれば良いのかが分からないこともあります。このような状況を踏まえて、デジタルデータを活用したお客さまのビジネスをトータルコーディネートし、さらにICTソリューションの実証実験に必要な環境を整えた「LINKSPARK」という共創ラボを2019年8月に設立しました。ここでは、新規ビジネスを検討するためのハードウェアやデータセンタ、クラウドなどのアセットを提供し、常駐しているデータサイエンティスト、AIコンサルタントがデザイン思考をベースとしたデータ分析をサポートします。すでに、引越しまりのお客さまとは引越しまり配送計画策定業務の標準化やスキルの継承、そして災害保険業のお客さまとはAIを活用した災害発生時の受付人員配置予測等、幅広いテーマに取り組んでいます。常にお客さまの価値を高めていくことを念頭に置き、これからもこのような展開を拡大・推進していくつもりです。

もう1つの観点がお客さま事業の業務プロセスのデジ

タル化を進めるお手伝いをするという観点です。今年8月に「おまかせAI働き方みえ〜る」というサービスをリリースしました。お客さまの事業所のPCに専用ソフトウェアをインストールしていただくことで、AIが自動的にPCのログを収集・分析し、お客さまの業務内容を視える化し、経営改善や危機管理につなげていただけるレポートとして提供するというものです。例えば、レポート分析の結果、お客さま業務に繰り返し作業に膨大な時間がかかっているということが分かれば、「WinActor®」などのRPA（Robotic Process Automation）の導入により業務効率化の大幅アップを実現していただけます。あるいは、プリントアウト作業を伴う業務が多く発生していることが分かれば、AI OCRという手書きの伝票を読み取り電子データ化するサービスをお勧めします。このようにお客さまの業務プロセスに寄り添い最適なデジタルトランスフォーメーションの提案、コンサルティングをすることで、お客さまのビジネスを支えていきたいです。

（インタビュー：外川智恵）



インタビューを終えて

細身のスーツに身を包み、さわやかな風をまとって登場された上原副社長。週末は大阪城の周りをランニングするのがご趣味で、10年近く続けていらっしゃるそうです。走ることを趣味とするメンバーが何人かいらして、「仕事が終わった後に走るか?!」という話をきっかけにレースにも挑戦することになったと言います。九州地区に勤務したときは那覇マラソンや指宿マラソンにも出場し、フルマラソンで4時間を切るスコアを記録する実力の持ち主です。健康的に日焼けしたお姿からは休暇はほとんどスポーツを楽しまれているのかと思いきや、奥様と映画鑑賞をするお時間もしっかりとつくられて、最近では『記憶にごぞいません!』（監督：三谷幸喜）、『ワンス・アポン・ア・タイム・イン・ハリウッド』（監督：クエンティン・タランティーノ）等の最新作もご覧になられたそうです。「50歳を超えると夫婦で料金が安くなりますからね。利用して楽しんでますよ」と冗談まじりに微笑まれましたが、「相手の気持ちを慮って対応くださる方です」と社員の方々に伺ったとおり、奥様のお気持ちも汲み取られ一緒にされたのかもしれないと推測しました。どんな方のお気持ちにも繊細に温かく向き合われるお姿に学ばせていただいたひと時でした。



人と環境が調和した 実現するICTの研究

Point of Atmosphere (PoA)

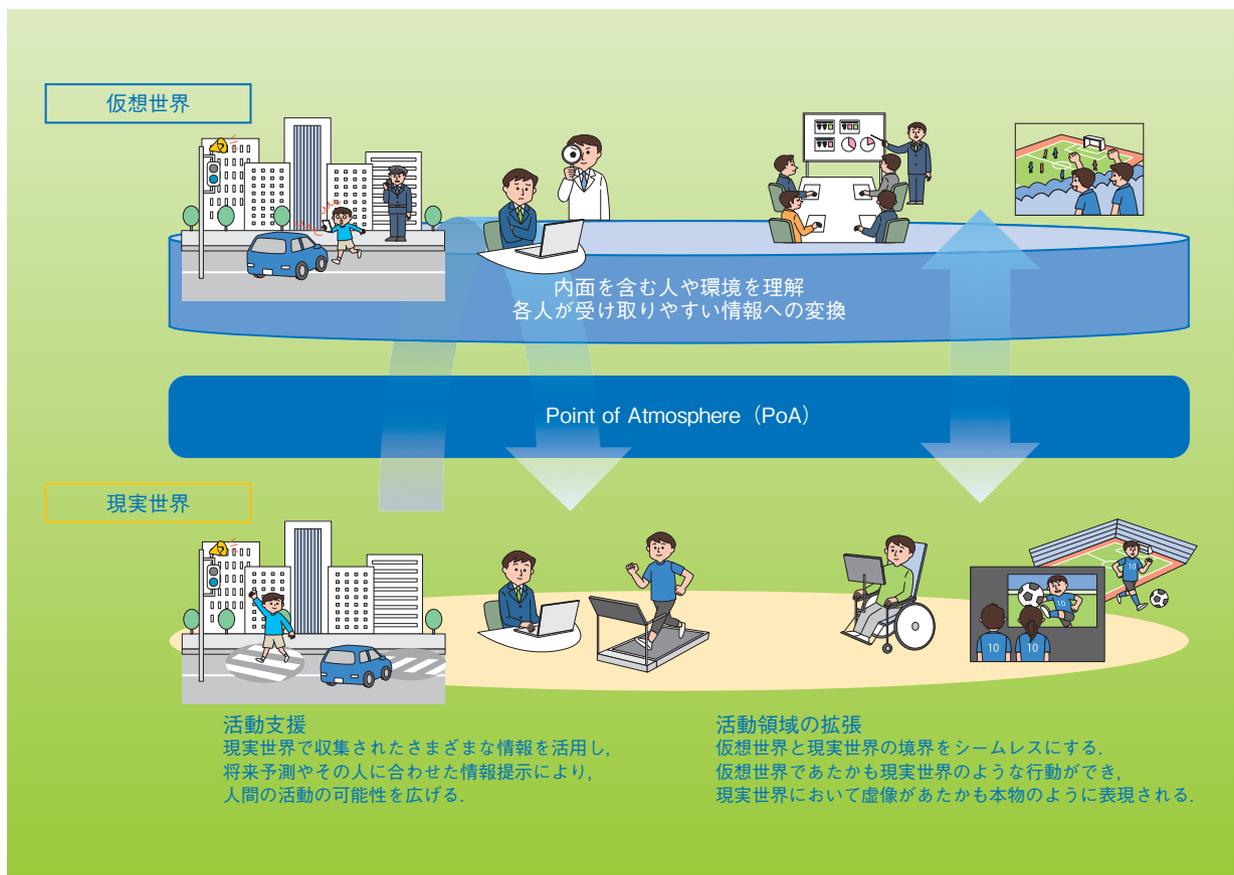
アンビエント

行動デザイン

ゼロ・レイテンシ

インクルーシブデザイン

本特集では、ICTリテラシーによらず、誰もが情報通信技術の恩恵を享受できるようにするため、人と環境の調和により人の本来の活動を邪魔しないやり取りで、ナチュラルな感覚・気付きを提供する、スマートな世界の実現をめざす研究開発の取り組みについて紹介する。



スマートな世界を 開発の取り組み

■ 人と環境が調和するスマートな世界の実現に向けて——人知を増幅し人の能力を最大限に活かす研究開発の取り組み

NTTサービスエボリューション研究所における、人と環境が調和したスマートな世界を実現するICTの研究開発の取り組みについて紹介する。

10

■ 人の本来の活動を邪魔しない自然なやり取りによる情報提供を実現するナチュラルコミュニケーション技術

遅延を感じさせない自然なインタラクションを通じてこれらを現実世界とシームレスにつなぐことで、自然な体験をユーザに価値として提供するためのナチュラルコミュニケーション技術を紹介する。

14

■ 人と環境の関係をとらえ、自然な働きかけで人の行動を支援するアンビエントアシスト技術

行動する人を取り巻く環境に着目し、環境から人への自然な働きかけにより、人の最適な行動選択を支援するアンビエントアシスト技術を紹介する。

19

■ 人の理解を深め、行動をデザインし変化させるUX技術

次の行動をデザインするユーザ理解技術と、気付きや達成感を生み出すインタラクション技術により、人々が自然により早く自身の理想に近づける世界について紹介する。

24

■ スポーツ・ソーシャル・ビュー ——スポーツの本質を抽出し身体感覚で共有するインクルーシブなスポーツ観戦

障がい者を含む多様な身体性を持つ人々がスポーツ観戦を一緒に楽しむためのスポーツ・ソーシャル・ビューの取り組みについて紹介する。

29

主役登場

大川 真耶 (NTTサービスエボリューション研究所)
移動予測技術の構築をめざして

33

人と環境が調和するスマートな世界の実現に向けて ——人知を増幅し人の能力を最大限に活かす研究開発の取り組み

人と環境が調和し、人の本来の活動に溶け込む自然なやり取りで、人の活動支援や能力補完、人にとってのナチュラルな感覚・気付きを提供し、人の能力を最大限に活かすためのICT技術がこの先求められます。本稿ではNTTサービスエボリューション研究所における、人と環境が調和したスマートな世界を実現するICTの研究開発の取り組みについて紹介します。

はじめに

ICTのめざましい進捗により、スマートフォンやPCからいつでもどこでもインターネットを介して必要な情報へアクセスすることが可能となり、今や私たちの生活においてSNSやオンラインショップ、地図やルート案内などのナビゲーションサービス等のインターネットサービスの利用は欠かせないものとなっています。現在のインターネットサービスは主にWebブラウザを介して提供されていますが、コンテンツの魅力の向上だけでなく、使いやすさ（ユーザビリティ、Webアクセシビリティ、ファインダビリティ）の向上や、運用面（インターオペラビリティ）の改善により、多くのユーザがその恩恵を受けることができるようになってきました。

一方で、現在のインターネットで提供されるサービスは、利用者が必要な知識と目的を持って情報へアクセスすることが前提であり、高度なサービスの恩恵を享受するためには、相応のICTリテラシーが必要です。誰もがリテラシーやユーザが置かれた状況によらず、ICTサービスの恩恵を受けられる世界を実現するためには、ユーザが

能動的に情報へアクセスすることだけでなく、ユーザを取り巻く環境がそのユーザを理解し、ユーザの負荷なく、ユーザの能力の範囲で認知できるかたちで、環境から情報が提供される世界の実現が必要です。

その課題に対する1つのアプローチが「アンビエントコンピューティング⁽¹⁾」です。アンビエントとは、英語で「周囲の」「環境の」「取り巻く」という意味であり、アンビエントコンピューティングとは、従来どおり人からの操作、指示による情報提供に加え、操作や指示がなくとも、コンピュータが人の代わりに必要な情報収集や操作を行うことができる世界の概念です。近年のIoT（Internet of Things）やAI（人工知能）の発展により、人や環境の情報が多く収集できるようになり、その人のこれまでの行動パターンを認識し、収集した情報をベースにした予測結果による必要な情報提示を行うことが可能となってきました。環境が人を理解し、環境から人に対して必要な情報提供や提案を行うことが可能となるスマートな社会の到来はそう遠い未来ではないと考えます。

しかし、情報の提示や提案が人の活動を阻害するものであったり、それに

あ く つ あきひと^{†1} みなみ けんいち^{†2}

阿久津 明人 /南 憲一

かわた ひろあき^{†2} こんどう しげくに^{†2}

河田 博昭 /近藤 重邦

NTTサービスエボリューション研究所 所長^{†1}
NTTサービスエボリューション研究所^{†2}

より人へストレスがかかったりするものではあってはなりません。人と環境が調和し、人の本来の活動に溶け込む自然なやり取りで、人の活動支援や能力補完、人にとってのナチュラルな感覚・気付きを提供し、人の能力を最大限に活かすためのICTが必要であると考えます。

本特集では、NTTサービスエボリューション研究所における、人と環境が調和したスマートな世界を実現するICTの研究開発の取り組みについて紹介します。

Point of Atmosphere (PoA)

NTT R&Dフォーラム2018（秋）において、NTTはPoint of Atmosphere (PoA) プロジェクトの発足を発表しました⁽²⁾。本プロジェクトでは、身の回りの個々のデバイスを意識せずに、環境を通じてさまざまな場面・状況における人の行動や意図、気持ちを理解し、周囲の環境が能動的に働きかけることにより人の思考や判断の支援を可能にすることで、人と環境が調和して自然なやり取りができるスマートな世界を実現することをめざしています。例えば、家に存在するさまざまなICT機器が人や環境から取得した情報と連

動し、壁に掛けたレインコートが揺れたり、床が濡れていたりするように錯覚で見せ、「今日は雨が降る」ということを自然に伝えるなどです。

NTTサービスエボリューション研究所では、この世界を実現に向けて、PoAを以下の要件を満たす、現実世界と仮想世界をシームレスに結びつけるインタフェースと定義しました。

- ・現実世界の人や環境の情報を、収集対象に負荷がかからないかたちで収集すること。
- ・収集した情報を処理し、仮想世界において現実世界の人や環境を精

緻に再現、理解すること。

- ・人の活動の中でその人にとって自然な感覚で情報を認知することが可能であり、新たな気づきを人へ与えることができること。

ここで定義したインタフェースは、いわゆるユーザインタフェースの範疇にとどまらず、人や環境に関する情報処理まで含む広い意味でのインタフェースです。

これまでのインターネットを利用した情報提示では、提示される情報は主に視覚情報や聴覚情報をベースとした情報であり、人から能動的に情報へア

クセスすることが主でした。PoAではそれに加えて、五感や人間の感覚能力ではとらえられない情報（人の価値観など）までも活用し、周囲の環境からその人にとって自然なかたちでその情報を認知してもらうことを実現します（図1）。これにより、現実世界で収集されたさまざまな情報を活用し、仮想世界で将来予測やその人にとって自然に必要な情報を認知してもらうための処理を行い、環境から人へその情報をフィードバックすることで、仮想世界であたかも現実世界のような行動を可能として人の活動領域を拡張すること

実現される世界	現在	めざす世界
	<p>Webを介した コミュニケーション・インタラクション</p>	<p>仮想世界を介した コミュニケーション・インタラクション</p>
アクセスされる世界	インターネット (Web)	現実世界が精緻に再現・ 情報処理された仮想世界
提示される主な情報	視覚情報や聴覚情報を ベースとした情報	五感や人間の認知能力ではとらえられ ない人の価値観等をベースとした情報
特長・要件	能動的な情報へのアクセス ユーザビリティ・アクセシビリティ ファインダビリティ インターオペラビリティ	受動的な情報へのアクセス ダイバーシティ アンビエントインテリジェンス

図1 PoAがめざす世界

や、人の能力の拡張、失われた能力の補完、自発的な行動改善の支援等を実現することで、人の活動の可能性を広げることをめざします (図2)。

ユースケース

■未来予測による活動支援

健康分野において、見かけ上は健康な人でも、健康リスクが潜んでいる人をいち早く察知し、鏡にやつれた姿を映し出すなどして注意を促し、意識を

高めることや、周りにあるさまざまな物から、役に立つ情報が伝わってくることで、自然に健康的な行動が取れる生活を送ることができるようになります。

また、交通分野では、電車の時刻表を見ることなく出発の時刻を知ることができたり、自動車が近づいている気配を感じたりすることで、危険を察知することができます。現実世界から得られた多くの情報から、仮想世界にお

いて、激甚災害などの不測事態の発生を予測し、現実世界での被害を最小限にとどめる対応ができるようになります。

■時空間を超えた活動支援

現地でのスポーツ観戦をしたくても、物理的な制約など、さまざまな理由で現地での観戦が難しい場合があります。そのような状況でも、PoAが実現する世界ではあたかもスポーツ会場にいるかのような感覚で、周囲の観客



とのリアルなコミュニケーションを取りながらの競技観戦が可能となります。さらに、自分が選手や監督になったかのような状況で、その選手のこれまでの苦勞、価値観、喜びなども感じながらの観戦体験が提供できます。また、過去と現在の有名な選手どうしの時空間を超えた試合なども楽しむことができるかもしれません。

支える技術

PoAを実現するためには、人や環境のセンシング技術、センシングで得られた情報の伝送・処理技術、人や環境へのフィードバック技術が求められます。

人や環境のセンシング技術では、人にとって負担なく、直接もしくは周囲の環境から、人の感覚（五感）や生体情報、人の行動や周囲の環境の情報だけでなく、人の知覚能力ではとらえられない情報も収集し、人の活動を自然に補完・支援に利用します。

センシングで得られた情報の伝送・処理技術では、収集した情報を仮想世界で処理を行い、人へ提示する際に伝送や処理の遅延を感じさせることなく、情報を提供するためのゼロ・レイテンシメディア伝送や、人の行動・思考メカニズムの解明による人の感情や価値観、思想等の内面の構造化を実現します。これにより、時空間を超えたコミュニケーション・インタラクションや、人の本能に訴えかけることでよ

り良い生活を送れるよう人を導くことが可能になります。

人や環境へのフィードバック技術では、人の感覚（五感）を最大限に活用した情報の認知や、人の能力ではとらえられない情報を人が認知可能なかたちにして提供することで、人の活動の可能性を広げます。また、人の周囲の環境が賢くなり、その人の能力や状況を理解して必要なインタラクションを行うことや、現実空間と仮想空間の境界を感じさせないコミュニケーションを実現することにより、元々人に備わっていない能力や失われてしまった機能を、その人が扱えるように支援することができます。

これらの技術により、収集された人と環境の情報を仮想空間で処理し、精緻に現実世界を再現することで、現実世界の拡張や、現実世界での人の活動支援や能力拡張・補完を行い、人々の活躍の場を広げます。

おわりに

本稿では、人と環境が調和したスマートな世界の実現に向けた取り組みについて述べてきました。より多くの人がICTの恩恵を受け、能力を最大限に活かしてその人の活動領域を広げるためには、これまでのような情報をどのように提示するかという観点ではなく、人が情報をどうとらえているのかを理解し、どのようにフィードバックを行うと、そのときその状況に必要な

情報をより自然にその人が認知できるのかを追求する必要があります。NTTサービスエボリューション研究所では人を中心としたコミュニケーション・インタラクションサービスに資する技術の研究開発を推進します。

参考文献

- (1) 村田：“アンビエント情報社会の実現に向けた取組み,” 信学誌, Vol.93, No.3, pp.233-238, 2010.
- (2) <https://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181128b.html>



(後列左から)河田 博昭/ 近藤 重邦
(前列左から)南 憲一/ 阿久津 明人

人を中心としたコミュニケーション・インタラクションサービスに資する技術の研究開発を推進します。

◆問い合わせ先

NTTサービスエボリューション研究所
企画担当
TEL 046-859-2236
E-mail ev-journal-pb-ml@hco.ntt.co.jp

人の本来の活動を邪魔しない自然なやり取りによる情報提供を実現するナチュラルコミュニケーション技術

NTTサービスエボリューション研究所では、バーチャルな人やモノに命がふきこまれ、本当に目の前に存在するかのように感じられる、高い臨場感体験の提供をめざし研究を進めています。本稿では、現実と見まがうほどの存在感を放つ人やモノ、あるいは空間そのものを創出し、遅延を感じさせない自然なインタラクションを通じてこれらを現実世界とシームレスにつなぐことで、自然な体験をユーザに価値として提供するためのナチュラルコミュニケーション技術の取り組みを紹介します。

さが た あつし さの たかし ひだか こうた
嵯峨田 淳 / 佐野 卓 / 日高 浩太

さとう たかし ふかつ しんじ むこうち たかふみ
佐藤 隆 / 深津 真二 / 向内 隆文

なが た ひでのぶ
長田 秀信

NTTサービスエボリューション研究所

現実空間と仮想空間の交差が生み出す「ナチュラル」な体験創出に向けて

私たちはこれまでに、離れた場所にいる人やモノの情報を伝送し、それらをまるごと遠隔地で再現することで、あたかも被写体が私たちの目の前に存在しているかのような体験の提供をめざしてきました^{(1),(2)}。高度に智能化されたアプリケーションやサービスが人々の生活に浸透し、VR (Virtual Reality)/AR (Augmented Reality) がより身近になりつつある現在、私たちは視聴者に提供する体験の幅をさらに広げ、また、より自然 (ナチュラル) な体験を提供したいと考えています。このとき、どこかにある人やモノの情報を忠実に再現する、というだけにとどまらず、投影される映像や音声を通じて実物と見まがう存在感までもが感じられ、いわば命が吹き込まれたかのような被写体をつくり出し、現実を超越した体験を価値として創出することをめざします。

このような体験を提供するために、どのような観点が重要となるのかを考察します。対象を正確に表現すること

は大変価値のあることですが、あえて変形や誇張を加えることで、よりインパクトある表現となる場合があります。例えば、葛飾北斎は、富嶽三十六景「神奈川沖浪裏」において、波がまさに動いている様を静止画で表現しています。波に動きを与えた独自の表現によって、写実的な絵画や写真で見えるものよりも、波の力を感じる方もいらっしゃるのではないのでしょうか。ある人が頭でイメージする大波の情景が、写真で見える波のそれよりも遥かに力強いものであったならば、北斎の絵画は現実を超越したリアルな体験をもたらしていると考えられます。

■Society 5.0

情報社会の到来は、現実空間のさまざまなものをデジタル化して利活用することを可能にし、本物を電子的に精緻に表現する取り組みを一般化しました。一方、内閣府では、狩猟社会 (Society 1.0)、農耕社会 (Society 2.0)、工業社会 (Society 3.0)、情報社会 (Society 4.0) に続く、新たな社会 Society 5.0 を、サイバー空間 (仮想空間) とフィジカル空間 (現実空間) を高度に融合させたシステムにより、

経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会、と定義しています⁽³⁾。すなわち、Society 5.0にかんがみれば、現実空間に存在する実物を精緻に模倣することに加え、現実と仮想との融合によって、現実を超越することが期待されているといえます。

■敵対的生成ネットワークGAN

現実と見まがう存在感を視聴者が感じ取ることができるような被写体映像の創出、あるいは本物を超越したような被写体を表現する、という観点においてポイントとなる技術としては、近年研究が進んでいる敵対的生成ネットワークGAN (Generative Adversarial Networks) が挙げられます⁽⁴⁾。この技術により、実写と見まがうような品質のCG画像の生成が現実になりつつあるほか、特徴を変換する処理により、1つの入力画像の特徴を反映した、全く別の画像を生成することができるようになりつつあります。これらの技術によれば、例えば人をセンシングして、動物の姿を生成するようなタスクの処理が可能となります。歌舞伎の演目の1つである「連獅子」では、谷を駆け上がる子獅子と見守る親獅子の演技を

通して、親子の情愛が表現される場面がありますが、ここで歌舞伎役者の動きをセンシングし、その結果から真の獅子の姿を描き出すことができれば、舞台を見ている視聴者が想像するイメージを描き出すことができます。このとき、獅子を写實的にライオンで表現しても効果的ですが、歌川広重の描いた「獅子の児落し」が現実にも目の前で起こったことのように体感することができれば、それは現実を超えた体験といえるかもしれません。

また、画像処理技術によって生成した情報を提示した際に、それらに命がふきこまれているかのように視聴者が感じるためには、生成物がセンシング対象を模倣したものではないと、ユーザに体感いただくことが重要です。模倣だと認識されると、生成された被写体への感情移入が困難となります。大変チャレンジングな課題ですが、生成された被写体が自律的に動作しているような視聴体感につなげるための技術が必要です。現在、骨格に基づいて人の姿勢を予測する研究が始まっており、あらかじめ学習された動作や、ある程度形の決まった、再現性のある動作を対象に、少し未来の姿勢を推測することができます。私たちは、センシング対象の被写体を自然かつ自律的に動作させ、例えば実在の人物とのインタラクションにおいて、処理の遅れなどを全く気にすることのない自然なやり取りの実現をめざします。

■ ナチュラルコミュニケーション技術

これらの実現に向け、私たちはナチュラルコミュニケーション技術の研究開発を推進します。ナチュラルコ

ミュニケーション技術は、次の5つから構成されています。

- ① 現実とみまがう空間・被写体などを自在に創出し、現実を超越し人間がイメージしているものを生み出す「空間創出技術」
- ② 伝送や処理等における物理的遅延を減らすだけでなく、人が感じる遅延による違和感といった感覚的遅延までもゼロにする「ゼロ・レイテンシメディア技術」
- ③ 2Dと3D表示をどちらも自然に見ることができる「2D・3D映像表示技術」
- ④ 現実と仮想空間の自然なインタラクションを実現する「ナチュラルインタラクションのための提示技術」
- ⑤ 人への直接的かつ自然に働きかける、五感+ α を伝送・提示するための新たな取り組み

空間創出技術

空間創出技術は、得られたセンシングデータ以上のデータを過去の同様のシーンや人物の形状を考慮することで

推定する技術です。私たちはこれまでに、深層学習を用いて2D映像から3D空間情報（CGモデル）をリアルタイムに生成する技術を開発してきました（図1）。本技術は、ニコニコ超会議2019「超歌舞伎 Supported by NTT 今昔饗宴千本桜」⁽⁵⁾で実際に利用しており、2D映像には3D情報は内包されていませんが、過去の同様のシーンを基にしてリアルタイムに3D情報を生成し、超歌舞伎の登場人物を別のCGキャラクタへと“変身”させることで、超歌舞伎ならではの新たな演出を可能としました。

今後は、3D空間情報（CGモデル）と被写体抽出技術等を組み合わせることで、別の実写映像へと“変容”することにも取り組んでいくことを考えています。

ゼロ・レイテンシメディア技術

遠隔地への通信や、VR/ARなどによる仮想世界とのインタラクションにおいて、伝送や処理等における物理的遅延は自然なインタラクション実現における大きな課題となっています。こ



図1 リアルタイム3D情報生成

れまで、この物理的遅延を減らす努力を行い、ある程度実用化が進んでいますが、光の速さをもってしても遅延を物理的にゼロにすることはできません。そこで私たちは、自然なインタラクションを実現するために、物理的遅延をゼロにするだけでなく、人が感じる遅延による違和感をなくし、感覚的遅延までもゼロにする技術が必要になると考え、「ゼロ・レイテンシメディア技術」の研究に取り組んでいます。

具体的には、周囲の状況や行動パターンなど、さまざまな情報から感覚的遅延のメカニズムを解明し、遅延から生じる違和感を感じさせない、より自然な予測技術の構築、並びに、人の脳内予測のメカニズムを解明し、人の脳の内部で予測している世界との感覚的遅延の解消に向けた研究開発を進めていきます。

2D・3D映像表示技術

NTTは人の視覚特性を利用し、メガネをかけると3D画像を、メガネを外すと鮮明な2D画像を楽しめるステレオ映像生成技術「HiddenStereo」を開発しました⁽⁶⁾。本技術では、左右での視差を生み出す“視差誘導パターン”を1枚の2D画像に加算・減算することで左右画像を生成します。この視差誘導パターンは合成すると互いに打ち消し合い、裸眼で見ると元の2D画像しか見えなくなります。

視差誘導パターンを生成するためには、2D画像の奥行き情報が必要になります。例えば、ステレオ画像の場合はエピポーラ幾何等により奥行き情報が得られますが、撮影には多大な稼働と工夫が必要になります。一方で、単

眼カメラで撮影された通常の2D画像の場合は各画素の奥行き情報は得られないため、3次元CG空間に写像することで、奥行き情報を手動で作成するなどに対応しています。

私たちは、単眼カメラで撮影された2D映像を対象に、深層学習モデルを用いた奥行き推定、背景差分・フレーム間差分によるオブジェクト抽出、深層学習モデルを用いたインスタンスセグメンテーションにより、「HiddenStereo」の自動生成化、およびシステム化に取り組んでいます。

ナチュラルインタラクションのための情報提示技術

ナチュラルで臨場感のある情報提示技術として、360度テーブルトップ型裸眼3D映像表示技術（裸眼3D）（図2）と波面合成音響技術（波面合成）の研究開発を進めています。

裸眼3Dは、円形に配置された複数のプロジェクタと「空間結像アイリス面型光学スクリーン」という特殊なスクリーンを組み合わせることで、3Dメガネを使わずに、テーブル上のスクリーン上に立体像を見せることができる技術です⁽⁷⁾。直径120 cmの大型スクリーンの実現と、光学リニアブレンディングによって、従来技術より4分の1～10分の1の少ないプロジェクタ数であっても、滑らかな視点移動が可能なことを特徴としています。

波面合成は、複数のスピーカを用いて、単なる音の強弱や方向のみならず音場そのものを再現する技術です。これまでに直線状に並べたスピーカによって、歌舞伎の観客席まで音が飛び出す演出や、ゴルフ競技のコー

ト上での音の再現などを行ってきました⁽⁸⁾。最近では、多重極スピーカアレイという複数の小型スピーカを格子状に密に並べた構成を採用することで、音の放射方向の制御を従来より小さなスピーカアレイで実現しました^{(9),(10)}。

これらの技術では、HMDや3Dメガネ、サラウンドヘッドホンなどの特別な装置を身につけなくても臨場感を享受できることが、ナチュラルなコミュニケーションを実現するうえで重要です。つまり、ユーザを取り巻く環境が高度化することで、ユーザに負担をかけずに自然な臨場感再生が可能になるのです。

応用分野として、スポーツやコンサートをよりリアルに体験するといったエンタテインメント分野は当然考えられます。それ以外にも、ビジネス分野においては、遠隔会議を「画面と音声の共有」から「空間の共有」に進化させるのに役立つでしょう。会議の隣席に、デジタルツインが投影された遠隔参加者がいて、ヒソヒソ話や筆談ができるようになるのも、夢でなくなるかもしれません。

家庭内においても、高齢者の方向にだけ音量や周波数特性を最適化した音声を再生するTVを実現できるでしょう。いわば部屋やTVが補聴器代わりとなり、家族そろってTVを見ても高齢者に合わせて音量を大きくする必要がなくなります。ヘッドホンを使わなくても、子ども部屋の方向には音が漏れないように制御して、こっそりTVを見ることも可能になるでしょう。

人への直接的かつ自然に働きかける、五感+αを伝送・提示する技術の確立に向けた新たな取り組み

情報を提示する手段としての映像や音の進化はめざましく、精細さの向上だけでなく、立体感なども体験することができるようになってきています。しかし、それ以外の感覚の活用は進んでいるとはいえません。さまざまな情報提示や体験を自然に行うには視覚、聴覚以外の感覚も積極的に活用する必要があります。臨場感の高い体験を生み出すサービスを実現するためには、視覚と聴覚だけでなく、触覚、嗅覚、さらには味覚にも訴える必要があります。また、情報提示という観点で考えた場合、視覚、聴覚といった重要な感覚器官を占有する手段は、必ずしもさ

りげない、自然な情報の伝達手段とはいえません。そのような意味でも、視覚、聴覚以外の手段、さらにはそれらを複合的に組み合わせた手段で情報を伝達できると、いついかなる場所でも自然に情報を受け取ることができるようになります。

現在は、皮膚感覚に情報を提示する研究開発に取り組んでいます(図3)。温度を利用した、視聴覚を邪魔しない情報提示技術「Thermal Bit Display」は、熱電素子を埋め込んだ指輪を唇に押し当てたときだけ情報を得ることができるデバイスです。プッシュ型通知と異なり、知りたいときにだけ情報を確認することができ、しかも視覚や聴覚を利用しないため、さりげなく情報を確認することができるという特徴が

あります。

また、渦輪(いわゆる空気砲で発生させることができる空気の動き)を利用した刺激による新しいリアリティの表現にも取り組んでいます。刺激の時間差を制御することによって、何かが自分の近くを通過していくかのような感覚を疑似的に生み出す技術の研究にも取り組んでいます。刺激の場所を含めた制御により通過以外の感覚を生み出したり、他の感覚、例えば音と組み合わせた刺激の提示により、音源の移動のリアリティをさらに向上させることができると考えています。

これからも、視覚、聴覚以外の感覚の伝送により、よりナチュラルに体験や情報を受け取ることができる技術の

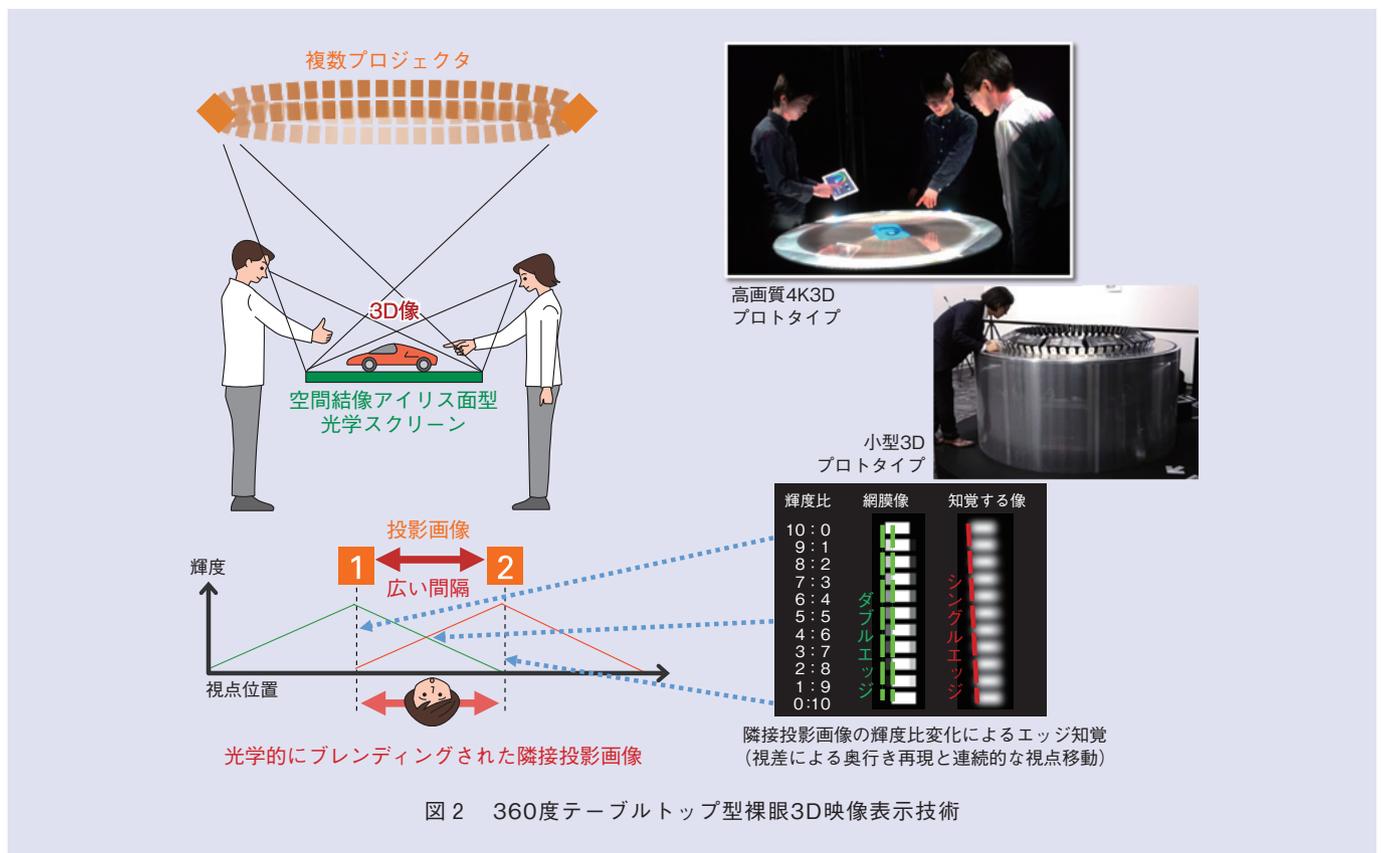




図3 皮膚感覚への情報提示技術

確立に向け、研究開発を進めていきます。

おわりに

現実空間と仮想空間の間で、情報のやり取りを含む自在なインタラクションを実現させ、現実と仮想空間を自在に交差するためのナチュラルコミュニケーション技術の研究開発内容について述べました。仮想空間はミラーワールド⁽¹¹⁾として述べられることがありますが、単に電子化された世界ではなく、現実空間と“交差”することで、もう一つの世界“パラレルワールド”のような役割を果たすと考えています。理想的には、上手に歌えることや魅力的に踊れるなど、それぞれのユーザがなりたいた姿をパラレルワールドで

体感することのみならず、現実世界にフィードバックすることが望ましいと考えます。この“交差”をテーマの1つとして、私たちは研究開発を進めていきます。

■参考文献

- (1) 長田・宮下・柿沼・山口：“任意背景リアルタイム被写体抽出技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.29, No.10, pp.33-37, 2017.
- (2) 長尾・宮下・佐野・長谷川・井阪：“Kirari! for Arena：奥行感のある4方向イベント観覧体験の創造,” 日本画像学会誌, Vol. 58, No. 3, pp. 306-315, 2019.
- (3) https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- (4) I. J. Goodfellow, J. P. Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. W. Farley, S. Ozair, A. Courville, and Y. Bengio: “Generative Adversarial Networks,” Proc. of NIPS2014, pp. 2672-2680, Motreal, Canada, Dec. 2014.
- (5) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1903/190325b.html>
- (6) T. Fukiage, T. Kawabe, and S. Nishida: “Hiding of Phase-Based Stereo Disparity for Ghost-Free Viewing Without Glasses,” ACM Transactions on Graphics, Vol.36, No.4,

pp.147: 1-17, Los Angeles, U.S.A., July 2017.

- (7) 巻口・高田：“360度テーブルトップ型裸眼3D映像表示技術,” NTT技術ジャーナル, Vol. 30, No.10, pp.25-29, 2018.
- (8) 堤・高田：“客席まで飛び出す音響を実現する波面合成音響技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.29, No.10, pp.24-28, 2017.
- (9) K. Tsutsumi, K. Imaizumi, A. Nakadaira, and Y. Haneda: “Analytical Method to Convert Circular Harmonic Expansion Coefficients for Sound Field Synthesis by Using Multipole Loudspeaker Array,” Proc. of EUSIPCO 2019, A Coruña, Spain, Sept. 2019.
- (10) K. Imaizumi, K. Tsutsumi, A. Nakadaira, and Y. Haneda: “Analytical Method of 2.5 D Exterior Sound Field Synthesis by Using Multipole Loudspeaker Array,” Proc. Of WASPAA 2019, New York, U.S.A., Oct. 2019.
- (11) <https://wired.jp/special/2019/mirrorworld-next-big-platform>



(後列左から) 長田 秀信/ 嵯峨田 淳/
日高 浩太
(前列左から) 深津 真二/ 佐藤 隆/
向内 隆文/ 佐野 卓

視覚・聴覚のみならず五感のすべてを活用し、仮想世界のヒト・モノとシームレスにつながることで、これまでできなかった新たな体験を提供する。そんなナチュラルコミュニケーションの実現に向けこれからも研究開発に取り組んでいきます。

◆問い合わせ先

NTTサービスエボリューション研究所
ナチュラルコミュニケーションプロジェクト
TEL 046-859-3901
E-mail ev-journal-pb-ml@hco.ntt.co.jp

人と環境の関係をとらえ、自然な働きかけで人の行動を支援するアンビエントアシスト技術

私たちが社会生活の中で行う行動の多くは、私たち自身の能力や心情に基づくだけでなく、私たちを取り巻く実世界の環境に広く影響を受けています。私たちは行動する人を取り巻く環境に着目し、人の知覚や身体の状態と掛け合わせたモデルのもと、環境から人への自然な働きかけにより、人の最適な行動選択を支援するアンビエントアシスト技術の確立をめざしています。

せしも ひとし にしかわ よしき くらはし たかお
 瀬下 仁志 /西川 嘉樹 /倉橋 孝雄
 こいけ ゆきお まつだ おさむ えいとく しんいちろう
 小池 幸生 /松田 治 /永徳 真一郎
 わたなべ ともき さとう たえ さきがわ まな
 渡部 智樹 /佐藤 妙 /笹川 真奈

NTTサービスエボリューション研究所

はじめに

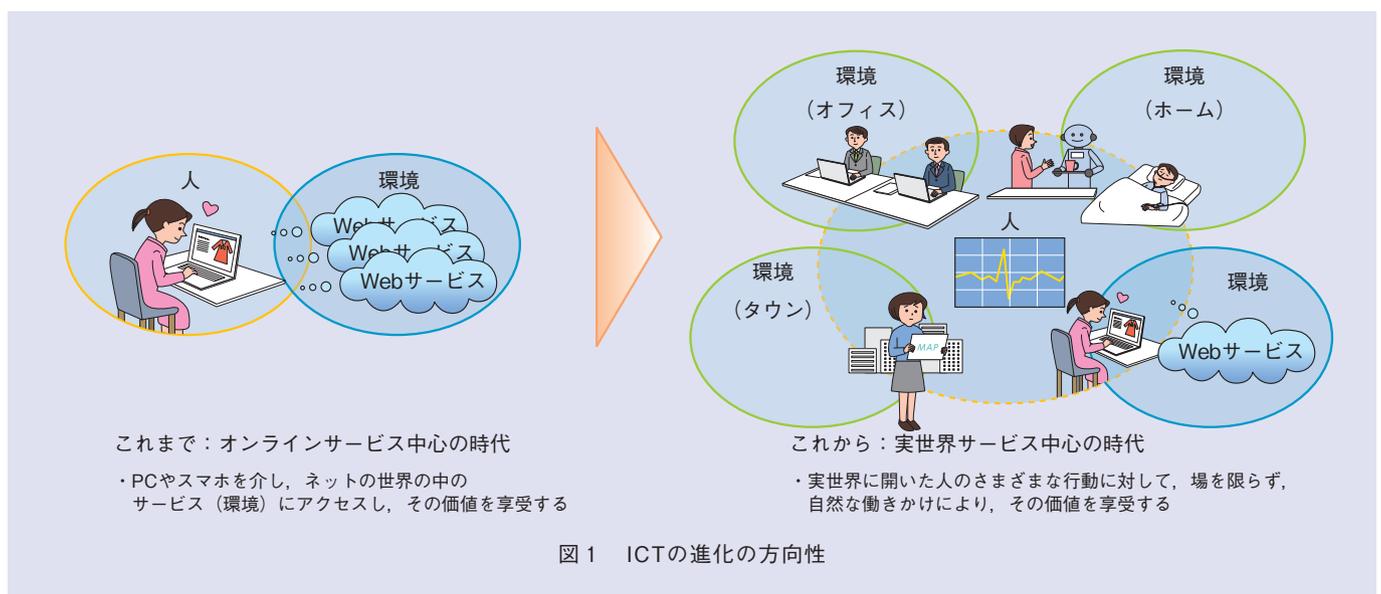
人と環境が調和した自然なやり取りの実現をめざす「Point of Atmosphere (PoA)」の世界では、日常生活のさまざまな場面において、その人の行動や意図、気持ちを理解するだけでなく、その人の置かれた状況、周囲にあるモノや他者の関係を正しく把握したうえで、人の最適な行動をアシストするICTが求められます。このことは、ICTがオンラインサービスの枠を越え、実世界での人のさまざまな活動に直接関与して価値提供する方向に進

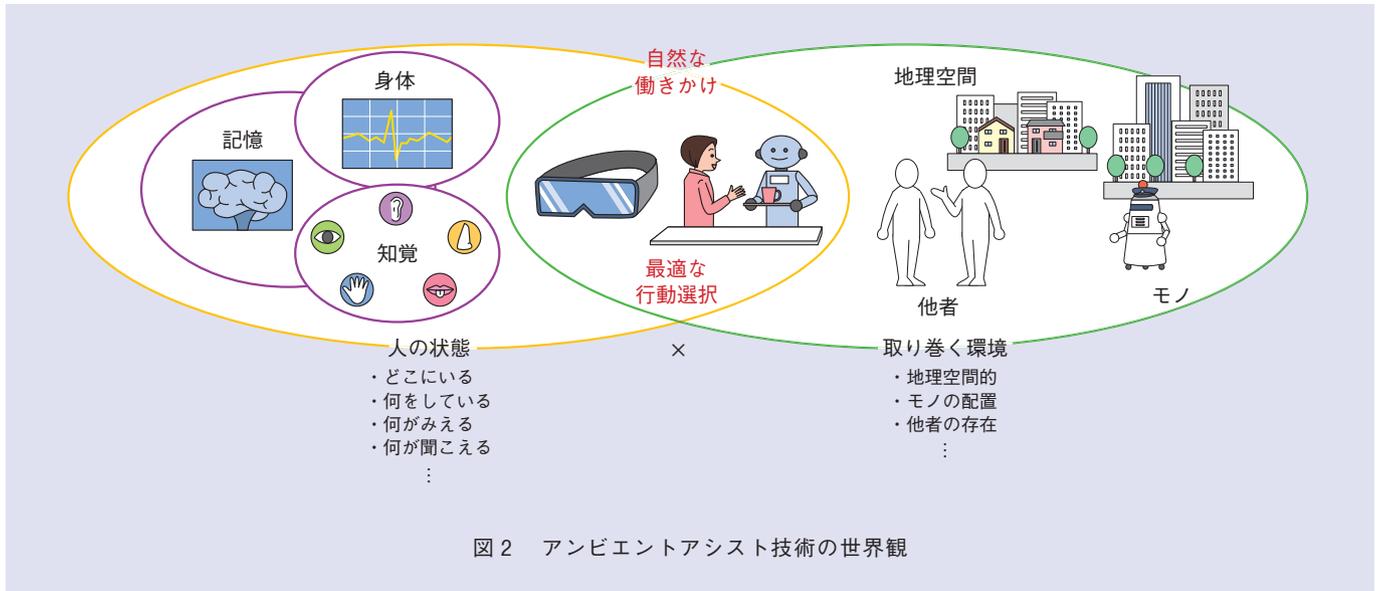
化していくことを示しています(図1)。

このようなICTの進化の方向性をとらえ、私たちは、行動する人を取り巻く実世界の環境(空間・モノ・他者)をモデル化し、人の知覚や心身の状態のモデルと掛け合わせることで、その人のその場における最適な行動選択を、人と環境の接点となるデバイスを駆使した自然な働きかけによりアシストすることをめざし、アンビエントアシスト技術の研究開発を推進しています(図2)。

アンビエントアシスト技術から生まれる新たな世界

アンビエントアシスト技術が実現し活用されることで、私たちの生活には、どのような利便性が新たに生まれるでしょうか。例えば街中においては、その人の視界からは認識できない、死角から現れる危険運転の車に衝突してしまう可能性を、その人自身や周囲の人のモデルと、道路や交通流など環境のモデルを使ったシミュレーションから即時に導き出し、事前に、周囲にあるデジタルサイネージや人が身につけて





いるウェアラブルデバイスなどを通じて、今すぐそばの建物へ避難するといった回避行動を取らせることができるようになります。

ダイエットしたいと思う人には、活動量が自然と増えるよう、目的地への到着時間に影響が出ない範囲で地図アプリが少し遠回りでも適切な負荷のかかる経路を案内したり、AI（人工知能）エージェントがその人に最適なエクササイズを、受け入れやすい内容の伝え方、タイミングで提示したりすることで、運動の習慣化につながるモチベーションを喚起してくれるでしょう。

さらにオフィス内においても、そこで働く人々の行動のモード（デスクワーク、会議・打合せ、プレスト、プレゼンなど）と周辺状況（部屋割りや

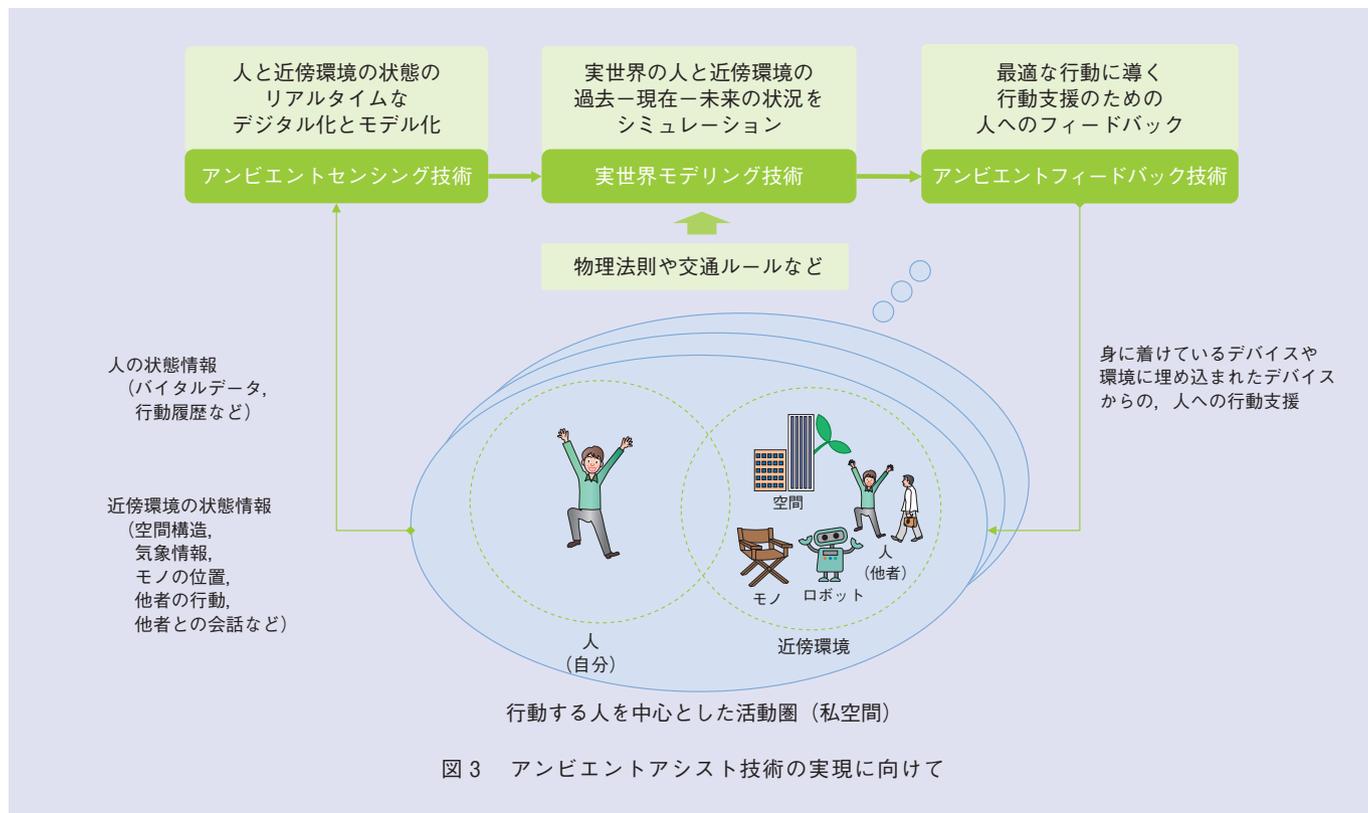
机の並び、人の集散やオフィス機器の配置など）を基に、快適な室温、集中やリラックスを促す照明（明るさ・色）、機密を高めることや反対に情報を行き交わせる音場など、環境の側から働きかけ、それぞれの行動モードにおける生産性を高め、共創を産むことが期待できます。

このように、自分の能力だけでは気付けないことにさりげなく気付けるようになったり、人の目的達成のための行動変容が無理なく実現されたり、環境からの働きかけで働き方が自然と変わり、生産性向上、共創が促進されるなど、人にとって最適な行動が自然に促されます。

アンビエントアシスト技術の実現に向けて

私たちは、前述した世界を提供するために、人の最適な行動を支援するアンビエントアシスト技術の実現をめざします。この技術の実現には、以下の技術要素が必要になります（図3）。

1番目は、アンビエントセンシング技術です。人の行動は、身体能力や心理的能力など相互に影響するさまざまな能力を駆使することで実現されます。加えて、置かれた場所や状況、他者との関係性など、行動する人を取り巻く環境も、能力の発揮に影響するものと考えられます。このような、行動する人を中心とした活動圏の状態情報を、本来の行動を妨げることなく継続



的に収集・デジタル化し、自分自身のモデルや近傍環境のモデルを生成可能にすることをめざすのが、アンビエントセンシング技術です。

2番目は、実世界モデリング技術です。アンビエントセンシング技術によって、行動する人自身と、その人を取り巻く環境の状態情報が収集され、人の能力や物理空間の状態変化の仕組み(モデル)が明らかになります。こうした人と環境のデジタルモデルを統合し、実世界の過去-現在-未来の状況を再現(シミュレーション)可能に

することをめざすのが実世界モデリング技術です。

3番目はアンビエントフィードバック技術です。実世界モデリング技術により、ある環境・状況における人の行動や心理的能力がシミュレーションできることを踏まえ、その状況におけるユーザの最適な行動を導出し、身に着けているデバイスや周囲の環境に埋め込まれたデバイスからの人への介入によって、その行動を支援することをめざすのが、アンビエントフィードバック技術です。

アンビエントセンシング技術

実世界の人の行動とその近傍環境の状態に着目し、これを即時にデジタル化する技術がアンビエントセンシング技術です。具体的には、①行動する人を中心とした活動圏(私空間)の状態情報を人へのストレスなく継続的に収集しデジタルデータ化する私空間ライフログ技術、②デジタル化された私空間ライフログに基づいて自分自身のモデル(行動・体動、知覚、感情、生理、生態等)や、近傍環境のモデル(物理

空間、環境状態、周囲物認識、コミュニケーションなど)を生成する私空間ライフモデリング技術について、人や環境のセンシング対象を定めながら、①②を対として検討を進めています。

例えば、人のセンシング・モデリングに向けては、シャツや靴下、帽子などのかたちで直接身につけるウェアラブルデバイスを活用した、心拍・筋電をはじめとする生体データの収集と解析、解析結果に基づく状態推定(中枢性疲労推定⁽¹⁾、⁽²⁾や筋活動パターン⁽³⁾)の状態遷移推定⁽³⁾)などに取り組んできました。

また、環境のセンシング・モデリングに向けては、携帯するスマートフォンから得られる人の体動から、今歩いている路面の状態(傾斜や段差、階段など)を推定する技術⁽⁴⁾や、多数の人々からのセンシング情報を物理空間にマッピングし、広域での環境の状態変化を信頼度とともに検出する技術⁽⁵⁾などに取り組んできました。

今後は、これまで個別に取得してきた人と環境の情報を同時に記録するデバイスの検討を起点に、環境に現れる人の能力発揮の様態や、人の行動に現れる環境の状態変化など、人×環境による新たなセンシング・モデリングのアプローチ検討を進め、アンビエントセンシング技術の研究開発を深化させていく予定です。

実世界モデリング技術

アンビエントセンシング技術から得られる人と環境の私空間ライフモデル(パーソナルツイン)を集積し、私空間と対照的な鳥瞰的実世界モデルである高精度空間情報や環境モニタリングなどを重ね合わせたうえで、物理法則や交通ルールなどを取り込むことで、常時アップデートされる自律的な実世界モデルを実現する技術が実世界モデリング技術です。

実世界モデルにおいては、人と人、人と環境などの関係性再現から、より高次な状況(コンテキスト)がモデルとして明らかになることが期待できます。例えば、人が自らの置かれた場所を地理空間的にどう認知しているかを表す「認知地図」は、その人の空間認知能力や方向感覚、空間的知識に依拠し、人ごとに異なっているといわれます。また、ある場所に対する親近感や利用目的の魅力度によって、実際の地理的な距離よりも相対的に短く感じられるともいわれます⁽⁶⁾、⁽⁷⁾。このような、人ごとに異なり歪んで見える実世界の写像を人の空間認知モデルと高精度空間情報から再現し、「道に迷いやすい」人が実際どのような状況で何を目にし、どんな意図を持った結果として迷ったのかを明らかにし、それを避ける自然な支援へとつなげます。

加えて、実世界モデルの蓄積から、

過去ー現在ー未来の時間軸をシミュレートすることで、実世界における人と環境の間の情報授受を再現し、時間変化する記憶のモデルを再現することも考えられます。このように、実世界モデリング技術では、個別のセンサ、モデルでは直接測り取れないものをデジタル化する研究開発に取り組む予定です。

アンビエントフィードバック技術

実世界モデリング技術により、私空間の状況を把握でき、人の行動の意図や目的が分かるようになった際に、私空間における人の最適な行動を導き出し、人が最適な行動を行えるように支援する技術がアンビエントフィードバック技術です。

アンビエントフィードバック技術の実現には、人の行動をシミュレーションし、その結果を基に、最適な行動を選択する方法が必要になります。そのため私たちは、自分以外の他者のモデルを活用することを検討しています。実世界モデルでは、自分自身がモデル化されているだけではなく、自分以外の他者もモデル化されます。この他者モデルを活用することで、自分と同じ状況や行動の目的を、他者モデルに当てはめたときに、他者が行う行動をシミュレーションし、自分の行動と比較することで最適な行動を導き出せるようにすることをめざします。例えば、

スポーツ等においてプロの行動と自分の行動を比較すれば、より具体的なトレーニング方法を導出できるかもしれません。

また、最適な行動を導き出した後には、人にその行動を実行してもらうように支援する必要があります。現状では、スマートフォンのイベント通知機能がよく使われていますが、私たちは、ICTリテラシーにかかわらず誰でも恩恵が受けられるように、より自然でさりげない方法を検討していきます。例えば、現在、デジタルサイネージが普及してきていますが、この技術がもっと進めば、街中のありとあらゆるモノがサイネージデバイスになり、視覚・聴覚だけではなく五感を使って、適切なタイミングでその人にとって受け入れやすい方法でメッセージを提供してくれるようになるかもしれません。また、ウェアラブルデバイスが進化すれば、身に着けるだけで、意識せずに最適な行動が取れるようになるかもしれません。

これまで私たちは、人の行動の比較という観点では、プロと素人の運動の特徴を抽出・比較する研究⁽³⁾に取り組んできました。また、ウェアラブルデバイスという観点では、硬さや形状が変わる靴のインソールにより足裏に接触刺激を与えることで筋活動や歩行の自然な変化を誘導する研究⁽⁸⁾、人が自然と最適な行動を実行できるように促

すという観点では、行動変容モデルに基づいた、人にとって受け入れやすいメッセージ生成方法の研究⁽⁹⁾などに取り組んできました。今後はこれからの取り組みを深化、拡大させ、アンビエントフィードバック技術を実現していきます。

おわりに

アンビエントアシスト技術の実現に向けた取り組みは始まったばかりですが、ICTリテラシーによらず、誰もがその恩恵を受けられる世界をめざし、実世界の人と環境を深く理解しモデル化したうえで、人の最適な行動をシミュレーションから導き出し、人がその行動を自然に行えるように支援するというチャレンジングな目標の達成に向けて着実かつスピーディに取り組んでいきます。

■参考文献

- (1) 近藤・山登・中山・千葉・坂口・西口・増田・吉田：“hitoe[®]によるナチュラル・センシングとその活用に向けた取り組み,” NTT技術ジャーナル, Vol.29, No.7, pp.13-18, 2017.
- (2) 江口・青木・島内・千葉・麻野間：“健康支援サービスの実現に向けた生体信号解析技術,” NTT技術ジャーナル, Vol.30, No.6, pp.24-29, 2018.
- (3) T. Isezaki, R. Aoki, T. Indo, S. Deshpande, and L. Tamir: “Transition Characteristics Analysis of Muscle Activity Patterns for Firefighters,” EMBC 2019, pp.23-27, Berlin, Germany, July 2019.
- (4) Y. Kurauchi, N. Abe, H. Konishi, and H. Sehimo: “Barrier Detection Using Sensor Data From Multiple Modes of Transportation With Data Augmentation,” COMPSAC 2019, pp.15-19, Milwaukee, U.S.A., July 2019.
- (5) <https://www.ntt.co.jp/news2018/1811/181122b.html>

- (6) 若林：“地図の進化論,” 創元社, 2018.
- (7) 若林：“認知地図の空間分析,” 地人書房, 1999.
- (8) M. Sasagawa, A. Nijima, K. Eguchi, R. Aoki, T. Isezaki, T. Kimura, and T. Watanabe: “Lower Limb Muscle Activity Control by using Jamming Footwear,” EMBC 2019, pp.3302-3305, Berlin, Germany, Oct. 2019.
- (9) 佐藤・青木・子安・篠崎・大島・武川・渡部・大童：“行動変容のための「認知的不協和」におけるメッセージ提示方法,” マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム, pp.670-675, 2019.



(上段後列左から)西川 嘉樹/ 松田 治/
瀬下 仁志

(上段前列左から)笹川 真奈/ 佐藤 妙/
小池 幸生

(下段左から) 永徳 真一郎/ 渡部 智樹

「Point of Atmosphere (PoA)」の世界の実現に向け、身体能力や心理的能力などの人の特徴とその人を取り巻く環境を理解することで、人が最適な行動を行えるように支援する技術の研究開発を進めています。

◆問い合わせ先

NTTサービスエボリューション研究所
ネットワークロボット&ガジェットプロジェクト
TEL 046-859-8822
E-mail ev-journal-pb-ml@hco.ntt.co.jp

人の理解を深め、行動をデザインし変化させるUX技術

技術の発展により人の生活範囲は広がり、自分らしく快適な生活を送るための行動は多様な価値観とともに複雑化しています。本稿では、多様な価値観の理想を指標化し、日常やインターネットなどでの人の行動を解析、次の行動をデザインするユーザ理解技術と、人の心理や行動が変化するメカニズムを解明することで、気付きや達成感を生み出すインタラクション技術により、人々が自然により早く自身の理想に近づける世界について紹介します。

まつうら ゆみこ とだ ひろゆき
松浦 由美子 / 戸田 浩之

なかたに ももこ くらしま たけし
中谷 桃子 / 倉島 健

さいとう はるみ
齋藤 晴美

NTTサービスエボリューション研究所

ウェルビーイングな生活を実現する行動デザイン

昨今のIoT (Internet of Things) の普及により、すべてのモノが通信でつながり、そこから得られる人の処理能力をはるかに超える多次元・大量なデータを基にして、今何が起きているのか、これからどうなるのか、それに向けてそれぞれのモノはどう動くべきなのか等を計算可能な世界が近づいてきています。今後の技術の進化により、あいまいで複雑な人の行動についてもAI (人工知能) を駆使して読み解くことができれば、モノだけでなく人もどう動くべきなのか等も分かるようになるでしょう。常に人が良い行動を自然に起こすようにできれば、その行動をAIが学び、それを基に次の行動を起こさせる、というサイクルが回り、持続的に良い行動を続ける、ウェルビーイングな生活⁽¹⁾を実現することができると考えています (図1)。

そこで私たちは、サービスデザインのプロセス研究や時空間行動の分析・モデル化の知見を背景として、人が追い求める理想となる、経済的指標だけでないあいまいで多様な「価値観の指標化」と、その理想に向けて人がどの

ように行動しているのか観察して「モデル化」し、そのモデルにより予測、達成度を測ることを可能とすることで、良い方向に進むための次の行動を意識せず自然に選択できるように人の認知に働きかける「インタラクション」技術の実現をめざしています。

IoT機器を通じてさまざまな人のデータが取得できると、その観察データや、人が抱いている理想や日常行動に関するヒアリングを通して、どのような価値観の種類があるか、またそのレベルはどのように表せるか等をユー

ザ価値観モデルとして扱うことができるようになります。また、実際に行動したデータを通して、なぜ人はその行動をとるのか、どういった原理で人はその行動をとるに至るのか、を説明する行動モデルへの理解を深めることもできるようになります。モデル化されると、今の状況をモデルに当てはめ、この後どうなるのかを予想し、どのように動くと結果がどう変わるのか、までが分かるようになり、理想に向けて動いた結果を予測できるようになります。そして、人が情報をどう見て、対

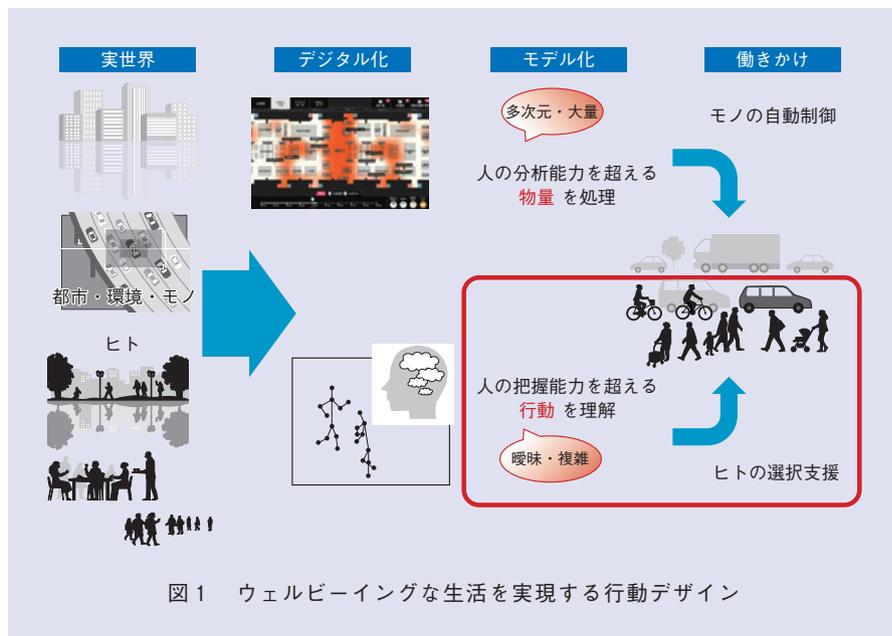


図1 ウェルビーイングな生活を実現する行動デザイン

話等をどう感じているのかを解明し、気付きを与える手段を提供することで、個人や全体が理想に近づく予測結果へ人々を導く行動をデザインし、人をアシストする環境が出来上がります(図2)。

これらが日々統合的に作用することで、個人や集団での最適な行動が必要な場、例えば移動時にとにかく最短で、混雑を避けたい、いろいろなどところに寄ってみたいなど個人それぞれの事情にあった行動を促し、全体として混雑の少ない社会に導くことや、あるいは、窓口や店頭でのスタッフと、近所の人たちとの対話を通して、個人の満足だけでなく関係する人たちも満足するような方向へ人々を導くことができます。そのとき、あたかも自分の意志で動いているのと同様に意識せずに良い行動を起こすことができるように、ほんの少し体が動くときにサポートしてみる、ふと気付くのに必要な情報を提供する、低下している身体能力を補うなど、スムーズで無理なく自分が拡張される、そのようなナチュラルな行動支援の実現をめざしています。

今後、実世界だけでなくバーチャルな世界での生活も実現すると、それぞれの世界で人格を持つことも可能になるかもしれません。1人が複数の人格を持ち、行動範囲が拡大し、価値観がさらに多様化したとしても、私たちの技術でより良い行動に進めるように自然に誘導できることで、人の経験や一生がより豊かになっていく、そのような世界を期待して研究開発を進めていきます。

行動デザインを実現する技術

■ウェルビーイングな生活に向けた行動理解

人をウェルビーイングな状態に導くには、対象となる人の行動や状態、その周辺環境の理解が重要です。前述のとおり、近年のIoTの普及によるデータの収集も急速に進んでおり、私たちは、人をウェルビーイングな状態に導くためにデータを活用する世界をめざし、図3のような枠組みに基づき研究開発を進めています。この中で、私たちが一番のポイントと考えているの

は、観測データの分析を行い、その観測データに記録されたことを単に理解するだけでなく、そこから得られた人の行動に関する知見を基にモデル化を行い、データのない状況でも人の行動を理解可能とする点です。これにより、観測データがない状況でどうなっているのかという人の行動の把握、さらに将来どうなるのか、といった人の行動を予測することができ、未来をより良い方向に変える方策の決定がしやすくなると考えています。

それを実現する技術として、データから得られた傾向を知見として活用す

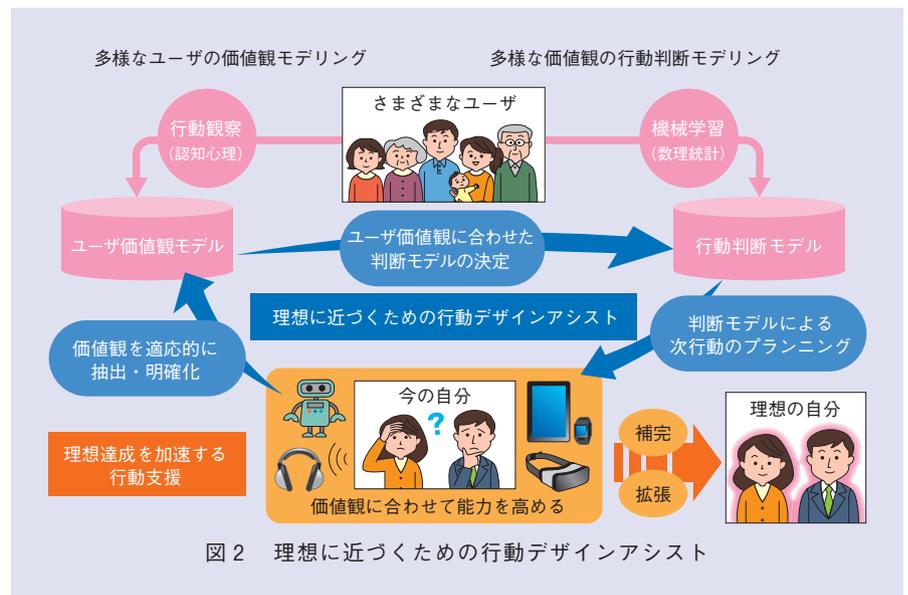


図2 理想に近づくための行動デザインアシスト

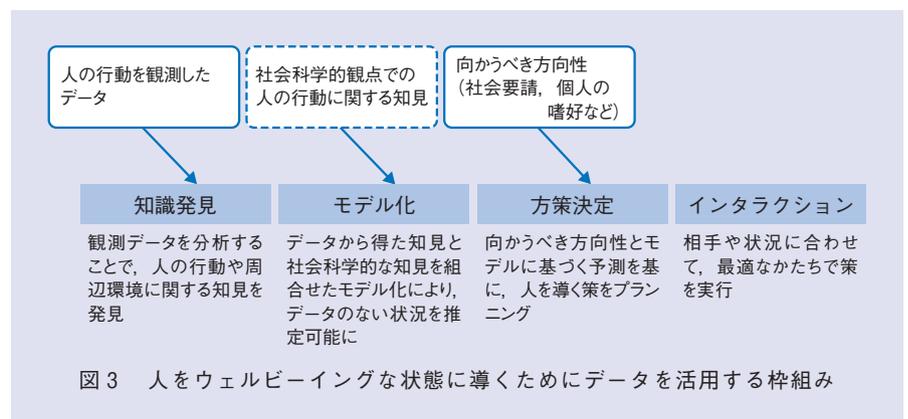


図3 人をウェルビーイングな状態に導くためにデータを活用する枠組み

のしやすさ)

以上で示したのは、データがないなど、観測ができていない人の動きをより正確に推定するためにデータ分析で得た知見をモデルに組み込んだ例です。今後は、データ分析で得た知見に加えて、社会科学的知見も考慮して人の行動をモデル化することに取り組み、必ずしも合理的なだけではない、多様な人の行動を理解し、その行動を適切に変容させることをめざして研究を行う予定です。

■ウェルビーイングな生活に向けた
価値観理解とインタラクション

人のウェルビーイングな状態を解き明かす、という目標を実現することは、当然ながら一朝一夕ではいきません。それぞれの人にとっての理想の状態は大きく異なり、さらに、その理想状態は周囲の環境や状況によって変化しているからです。また、人の思考・判断は、合理的なものではないことはよく知られた事実です。

こうしたつかみどころのない人の心理に対し、私たちは、心理学や工学、デザインといった幅広い分野の知見を横断的に活用しながら、人の多様な価値観を深く理解する研究(価値観理解の研究)、支援方法を探る研究(インタラクションの研究)の両側面から取り組んでいます。

価値観理解研究については、闇雲に人間をモデル化することはできないため、対象を明確に定め、その価値観を定量・定性の両面から深く研究するアプローチを行っています。具体例として、子育て中の親を対象に質問紙調査、インタビュー調査を行い、子育て中の親が子育て行動の背景にどのような価値観を持つかを調べました⁽³⁾。その結果、子育て中の親は、短期的な目標と長期的な目標を持ち、さらに、長期的目標となる子どもの将来像には複数のタイプが存在することが明らかになりました。その全体像を図6に示します。親は、目の前の子どもを楽しませ

たり、落ち着かせたり(図中の「情緒を穏やかに満たされた気持ちにする」)、という短期的な目標と、将来に向けて「やりたいことをやりながら生きる人(将来像1)」になってほしい、「自分の人生を主体的に生きる人(将来像2)」になってほしい、といった長期的な目標を併せ持ちます。長期目標、短期目標の両方を持っているからこそ、親の心の状態や周囲の状況、子どもの状態に応じてその時々で優先させる事項が異なり、一見ばらばらな子育て行動につながると考えられます。また、図6に示すとおり、親が持つ将来像は6種類存在し、それぞれをどの程度重視しているかは親によって異なります。長期目標のさらに上位に位置する「良い人生像」もまた複数のタイプが存在します。こうした人の行動の背景を、インタビューなどの質的調査の分析といった定性的なアプローチで体系化し、大規模アンケートなどによって収集したデータを定量的に分

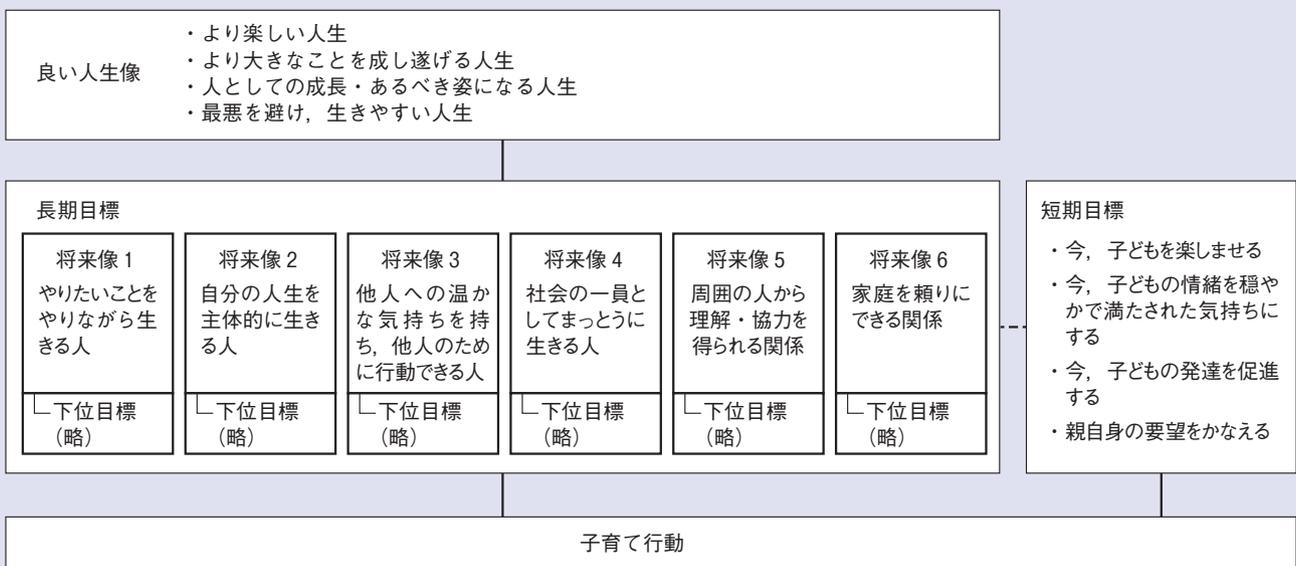


図6 親の子育て行動の背景に持つ価値観モデル

析、モデル化したうえで、価値観のタイプを簡易に測定できる尺度の開発や、親の価値観にあった子育てを支援する研究なども行っています。

一方、人は周囲の環境と相互作用をしながら生活しており、とりわけ、人は社会的な生き物であることから、他者とのインタラクションが人のウェルビーイングに大きな影響を与えます。そこで私たちは、人々のウェルビーイングを実現するための手段、支援方法の研究として、複数の人のインタラクションによる作用に着目しています。

複数の人のどのようなインタラクションが人の動機や思考にどのような変化をもたらすのかはとても大きな問いですが、なるべく自然な状況を観測するため、対象や場面を限定した実フィールドを活用し、一歩ずつ研究を進めています。

現在、研究対象としてもっとも注力しているのは、昨今トレンドの「リビングラボ」と呼ばれるサービスをデザインするための方法論における対話やツールです。リビングラボとは、サービスや製品をデザインする際、その利用者である生活者を長期にわたり巻き込み、実生活に近い場（リビング）でテストを繰り返しながらサービスや商品をともにつくり上げていく、複数の人がかかわり多くの思考を繰り返していく方法論です。リビングラボはサービス創出だけでなく、地域活性化などまちづくりにも役立つ方法論としても着目されており、その活動自体も人のウェルビーイングに寄与すると考えられます。地域にリビングラボの活動自体を組み込むことで、より良い意識で人々が生活できるよう、私たちは、大牟田市や東北地方、横浜市など、複数

のフィールドを舞台に、それぞれのフィールドにおいて、生活者と企業や行政、大学など多様な価値観を持つメンバーで対話を重ね、リビングラボを実践しています。例えば、横浜市のたまプラザでは、行政、企業とともに、地域住民自らが主体となり、まちの課題解決に向けた取り組みを行うことを支援・加速する仕組みを研究しています。また、大牟田市では、周りの人とのつながりの中で「その人らしい暮らし」を統合的にとらえる「パーソンセンタード」という人間観を重要視し、その人間観を持ちながら暮らせるようなまちにするには何が必要なのか、を解明するため、行政や地域団体、企業と連携して研究に取り組んでいます。

このようなフィールドでの実践を通し、人どうしが互いにインタラクションしながら良い思考へ向かううえで本質的に重要な視点や枠組みや支援は何かを解き明かすため、実直に研究を積み重ねています。

今後の展開

人の価値観や行動は多様であり、時に合理的ではないこともあります。それらを深く理解し、モデル化を行い、より良い状態に変容させていくことは、とても難しい挑戦であるといえます。私たちは、心理学、データ分析、デザインなど幅広い分野の知見を活用し、人々のウェルビーイングな生活の実現や社会課題の解決をめざして、今後も研究開発に取り組みます。

■参考文献

- (1) 渡邊・大石・熊野・Hernandez・佐藤・村田・妻谷：“ウェルビーイングを測る、知る、育む,” NTT技術ジャーナル, Vol.30, No.9, pp.29-32, 2018.
- (2) Y. Akagi, T. Nishimura, T. Kurashima, and H. Toda: “A Fast and Accurate Method for

Estimating People Flow from Spatiotemporal Population Data,” Proc. of IJCAI-ECAI 2018, Stockholm, Sweden, July 2018.

- (3) 中根・渡邊・渡辺・片桐・小林：“母親のもつ子育て目標の構造・特徴の抽出—インタビュー分析から得た「将来像」—,” 信学論(A), Vol.J102, No.2, pp.48-58, 2019.



(後列左から) 戸田 浩之/ 倉島 健
(前列左から) 齋藤 晴美/ 松浦 由美子/
中谷 桃子

人の思いや行動を機械で理解する研究において、学術的にも評価の高い研究成果を生み出し、実生活の中で達成感や満足感を感じていただけるサービスにつなげていきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTサービスエボリューション研究所
ユニバーサルUXデザインプロジェクト
TEL 046-859-8701
E-mail ev-journal-pb-ml@hco.ntt.co.jp

スポーツ・ソーシャル・ビュー——スポーツの本質を抽出し身体感覚で共有するインクルーシブなスポーツ観戦

NTTサービスエボリューション研究所では、障がい者を含む多様な身体性を持つ人々がスポーツ観戦を一緒に楽しむための研究を東京工業大学と共同で行っています。本稿では視聴覚に限らず、触覚を活用した情報提示について紹介します。競技の質感をとらえ、身体的に表現し、体験を共有するという新たなスポーツ観戦手法です。

はやし あきこ†1 わたなべ じゅんじ†1, 2

林 阿希子 / 渡邊 淳司

しみず けんたろう†1

清水 健太郎

NTTサービスエボリューション研究所^{†1}
NTTコミュニケーション科学基礎研究所^{†2}

インクルーシブなスポーツ観戦をめざして

障がい者を含む多様な身体性を持つ人々が一緒にスポーツ観戦を楽しむには、どうすれば良いでしょうか。2020年のビッグイベントの大会ビジョンに「多様性と調和」が掲げられたように、近年多様性への理解がますます重要性を帯びています。NTTサービスエボリューション研究所では、東京工業大学の伊藤亜紗准教授と共同で、視覚障がい者とのスポーツ観戦の研究に取り組んでいます。当初研究所では、スポーツ観戦に関する障がい者支援の取り組みとしてスタートしましたが、共同研究を進めていく中で、支援というより、違いを受け入れる、違いがあるからこそ新たな価値が生まれる点を意識するようになりました。

言葉による説明の限界

視覚障がい者のスポーツ観戦の仕方として、もっとも一般的なものは音声解説でしょう。実際、野球やサッカーを音声解説で楽しむ方もいらっしゃいます。しかし、ある中途失明者の方は、見えていたころは「見たままエキサイティングな情景を楽しめた」ものが、

失明後は「音声解説により試合の流れを理解し、俯瞰的に文脈を楽しむ」ものへと観戦行動が変容したと言います。つまり卓越したプレーをそのまま楽しめなくなっているのです。また、競技によってはそもそも言葉による説明に限界があります。野球のように攻守が順番に入れ替わる競技は、音声解説によって理解ができたとしても、テニスや柔道のように目まぐるしくラリーや攻防が展開される競技は、動きの迫力やリズムといった細かなディテールを伝えるのは難しいでしょう。

そして、スポーツ観戦における満足度に影響を与える要因の1つとして、「共鳴・一体感」が重要だといわれています⁽¹⁾。隣の観客が盛り上がったときに、同じタイミングで盛り上がるということです。しかし、隣の人の様子を見ることができない視覚障がい者が周囲の観客と一体感を感じるのは難しいでしょう。

このように、現在一般的な音声解説には、スポーツの動きをうまく表現できないという問題や、視覚障がい者が周囲の盛り上がりから取り残されるという問題がありました。

スポーツの身体的翻訳

そこで、私たちが生み出したのが、スポーツで起きていることを言語ではなく身体的に表現し直し（＝翻訳）、それを視覚障がい者と共有するという観戦方法です。これにより、言語化しにくい動きの迫力やリズムを表現しようとなりました。

■テニスの場合

例えば、テニスの場合は、翻訳者（一緒に観戦する晴眼者）と視覚障がい者が向き合って座り、膝の上に円形のボードを渡して叩きながら観戦します（図1）。テニスコートに見立てた円形のダンボールのボードを視覚障がい者と翻訳者の膝の上に渡して置き、翻訳者がテニスの試合を見ながら、そこの打球の位置と強さを反映してボードを叩きます。ラリーが続くと、視覚障がい者の左右の位置でボードがリズムを持って順番に叩かれ、視覚障がい者（全盲の方）は、まるでラリーが見えているかのように、首を左右に振ってボールを追う動きが見られました。また、滞空時間が長い打球では「これは大きい……」というつぶやきが聞かれたりと、縦横無尽に動くラリーの空間性を楽しむ様子が見られました。

また、この翻訳では、サーブを打つという物理的な動作だけではなく、サーブの前に選手がリズムを取っている様子も、トントンとボードを叩いて表現しました。このようなリズムを取っている様子は実際の動作としては表れていませんが、それを翻訳者が選手の中で起きている緊張やリズムも含めて翻訳することで、視覚障がい者が選手の様子を深く理解することの助けになります。このスポーツの翻訳でも、翻訳にうまい下手があり、視覚障がい者の評価の高かった翻訳（感動することができた翻訳と言い換えることができるかもしれませんが）では、たびたび「緊迫感が感じられた」という表現がなされました。感動とは、喜びや驚きといった複数の感情を伴う強い情動とされており、感動生起のプロセスの1つとして「緊張からの緩和」が挙げられています⁽²⁾。スポーツ観戦においても、応援するチームや選手への期待が不安や緊張につながり、緊張状況からどちらかの得点に至るといった解放までのプロセスが、強い感情を生起させることが考えられます。よって、翻訳者と視覚障がい者が盛り上がり同期させるためには、得点などの山場だけを伝えるのでは不十分で、そこに至るまでの状況を連続的に翻訳することが重要であるといえます。

■柔道の場合

柔道の翻訳の場合は、手ぬぐいを使って技の掛け合いやフェイントを表現しました。翻訳者2人が手ぬぐいの両端を持ち、視覚障がい者がその真ん中を持ちます（図2）。翻訳者は競技者になりきって手ぬぐいを引っ張り合い、上下左右の動きや強さや、力の駆け引き、重心を崩すためのフェイントなども表現します。体験した視覚障がい者（全盲、中途失明者の方）からは、



図1 テニスの「翻訳」の様子



図2 柔道の「翻訳」の様子

「布の上でもう1つの柔道の試合が行われていた。TVで見ていたときより柔道を感じた」との感想を得ました。

翻訳においては、ある種の変換や解釈が起こるため、競技を模倣しながらも別の「出来事」が発生します。翻訳者が感じる不安や緊張、また驚きや喜びが翻訳表現に反映されるからです。つまり体験者は、視覚情報を単に触覚表現に変換された情報を伝えられているのではなく、翻訳者の解釈を通じたもう1つの「出来事」を一緒に体験しているのです。これが先の柔道における「布の上でもう1つの柔道の試合が

行われていた」という感想につながったと考えられます。

実は、このような取り組みは、美術鑑賞の分野で行われているミュージアム・ソーシャル・ビューにヒントを得ています。美術鑑賞の場合は、美術作品を前に視覚障がい者と晴眼者が対話を行うことによってその作品の理解を深めます。美術鑑賞とスポーツ観戦という違いはありますが、両者は他者の身体性・解釈を通して対象を深く理解するという点で同様になります。私たちはこの取り組みを「スポーツ・ソーシャル・ビュー」と名付けました。

翻訳における「質感」と「実況中継要素」

私たちは、いくつかの競技のスポーツ翻訳をしていく中で、翻訳の表現には、2つの要素があることに気が付きました。1つは、テニスのラリーのリズムやインパクト、柔道の重心の崩し合いといった、その種目ならではの「質感」です。もう1つは、「実況中継要素」です。これは、ボールの位置や勝ち負けなど、競技の状況を伝える情報です。翻訳の大枠の構造としては、実況中継要素の上に質感を乗せるイメージになります。テニスでは「実況中継要素」として、ラリーでボールの打たれる位置を叩く位置として表現しながら、「質感」として叩く強弱や叩き方によって選手が球を打つインパクトが表現されます。さらに、それは競技によっても似ているもの、似ていないものがあります。テニスとバドミントンでは、ラリーの空間性といった実況中継要素は近いですが、テニスボールが跳ねる感じと、バドミントンのシャトルが風を切る質感が異なります。

このように、スポーツを質感と実況中継要素という視点から見直すと、別の視点でスポーツを新しく分類し直すことができると考えられます。そこで、現在、スポーツを専門とする研究者にその競技の質感、その競技を構成する不可欠な要素を伺いながら、さらに翻訳を深化する作業を進めています。この取り組みは「見えないスポーツ図鑑⁽³⁾」というWebサイトで公開しており、現在ラグビー、卓球、セーリングの3競技について紹介しています。卓球であれば、打ち合うスピードや迫力も大事なのですが、研究者視点では「ボールの回転の読み合い」が重要であることから、打球時に円盤を用いて

回転を表現しました(図3)。また、サッカーとラグビーは同じような広い場所で、ボールをめぐる展開する競技ですが、観戦時に何が違うのかというと、サッカーはどちらかといえば俯瞰視点による戦術の展開こそ魅力であり、一方、ラグビーはぶつかり合いの中のボールの争奪戦と展開戦で成り立ち、力が生み出す迫力が見どころとなります。ボールを取り合う競技といっても本質を追求するとかなり違いがあります。このように、翻訳とは、スポーツの質感を取り出して新たにとらえ直す作業ということができます。

そして、競技の質感に着目すると、晴眼者であってもある意味、「スポーツは見えない」といえるのではないのでしょうか。上記のような質感を追求した翻訳表現によるスポーツ観戦は、視覚障がい者のみならず、晴眼者にとっても有効である可能性があります。

テクノロジーとインクルーシブな観戦体験

このようなスポーツ翻訳を通して、視覚障がい者と晴眼者が一緒にスポーツ観戦を楽しむ原理がおおよそ確立されてくると、さらに時間、空間を超えてより多くの人とスポーツ翻訳の体験を共有したいと考えようになりました。そのときに利用したのが、触覚の記録・再生に関するテクノロジーです。

特に、これまでテニスのスポーツ翻訳に着目し、振動の記録・再生によっていつでも、どこでもスポーツ翻訳を体験できる「暗闇で感じるテニス」と「手のひらで感じるテニス」の展示を制作しました。

■暗闇で感じるテニス

「暗闇で感じるテニス」は、1800mm×900mmサイズのテニスコートを模したテーブルを用意し、テニスの映像に合わせたスポーツ翻訳をそのテーブルの上で行います(図4)。翻訳者はテーブルをテニスのラリーに合わせて叩くのですが、テーブルの裏には4カ所振動マイクを取り付けて、その振動を記録します。そうして、今度はテーブルの裏面のマイクがあった位置に振動スピーカーを取り付け、映像と振動を再生します。この展示の体験者は、テーブルの上に手のひらを置き、テーブルが叩かれた振動を感じます。

体験としては、小部屋に振動スピー



図3 卓球の「翻訳」の様子
(撮影：西田香織)



図4 「暗闇で感じるテニス」の体験の様子

カー付きのテーブルと大画面があり、以下の流れでテニス観戦を行います。

- ① 映像、環境音、振動すべての情報がある状態でテニス観戦をする（晴眼者の状態）。
- ② 映像が消えて、環境音と振動のみでテニス観戦をする（視覚を引き算）。
- ③ 映像と音が消えて、振動のみでテニス観戦をする（視覚・聴覚を引き算）。

このように異なる身体状況をつくり出し、身体翻訳によるスポーツ観戦を体験してもらいます。

体験後のインタビューでは、視覚障がい者からは、「テニスで打ったボールがどこに飛んでいくのか、初めて分かった」といった試合状況の理解に関するものや、「誰かと一緒に見ている気がした」など一体感に関する感想が得られました。一方、晴眼者からは、体験者の半数以上から、映像・音なしの観戦体験に関して観戦の仕方がいつもと「変わった」と回答がありました。その中には、「感覚が研ぎ澄まされ、ラリーのリズムやどこでプレーしているかを、より感じる」といったテニスの質感、つまり打球のインパクトやラリーの空間性の要素をより強く感じるものもあり、晴眼者にとっても身体的翻訳によるスポーツ観戦が効果的であることが示唆されました。

■手のひらで感じるテニス

「手のひらで感じるテニス」は、450mm×300mmサイズのテニスコートを模したテーブルを用意し、「暗闇で感じるテニス」同様、テニスの映像に合わせたスポーツ翻訳をテーブルの裏4カ所に配置した振動スピーカーで再生します(図5)。体験者はスマートフォンの画面でテニスの映像を見て、ヘッドフォンから流れる音を聞き、また



図5 「手のひらで感じるテニス」の体験の様子

テーブルに置いた手のひらで競技者が球を打つ様子を感じます。映像と音声の再生、また電力供給はスマートフォンが担います。これは「暗闇テニス」のミニチュア版といえるもので、スタジアムやパブリックビューイングサイトなど、外部電源が供給できない場所や狭い場所でもスポーツ翻訳を体験できるものになります。

以上のように、視覚障がい者との観戦体験を模索することにより、晴眼者にとっても新たな観戦方法を生み出すことができ、インクルーシブな観戦スタイルへの可能性が拓けました。

今後の展開

私たちのプロジェクトは、スポーツを新しい視点で体系化し、新たな楽しみ方を共有したいという考えが根本にあります。さまざまな身体的状況の人が世の中には存在し、それらの人々が一緒にスポーツを見るときという行為をどう考えていくのか。視聴覚に限らず感覚のチャンネルを変えることによって、これまでとは異なるスポーツ体験や面白さを提供できます。スポーツの世界で新たな観戦方法を追求することはもちろん、この取り組みに社会的な価値をどうつくっていくのかも併せて考えていきたいと思っています。

■参考文献

- (1) 押尾・原田：“スポーツ観戦における感動場面尺度,” スポーツマネジメント研究, Vol.2, No.2, pp.163-178, 2010.
- (2) 戸梶：“『感動』喚起のメカニズムについて,” 認知科学, Vol.8, No.4, pp.360-368, 2001.
- (3) <http://mienaisports.com>



(左から) 林 阿希子/ 渡邊 淳司/
清水 健太郎 (右上)

本取り組みを行うようになってから、ラグビーのフィジカルコンタクトについてより身近な感覚に置き換えて楽しむようになったと思います。皆様もぜひ一度身体感覚によるスポーツ観戦を体験してみてください。

◆問い合わせ先

NTTサービスエボリューション研究所
2020エポックメイキングプロジェクト
TEL 046-859-2886
E-mail ev-journal-pb-ml@hco.ntt.co.jp

主役登場

移動予測技術の構築を めざして

大川 真耶

NTTサービスエボリューション研究所
研究員



私たちが取り組んでいる人の移動行動の理解・予測は、機械学習・データマイニング分野において近年注目を集めているテーマの1つです。近年、計測技術・通信技術の発展により、大規模な人の移動データが自動で取得できるようになりつつあります。このような背景から、人の移動行動の理解・予測をテーマとする研究が、大規模データからの知識獲得をめざす機械学習・データマイニング分野において中心的なテーマの1つになっています。

人の移動行動の理解・予測を研究テーマとして選んだのは、応用分野が幅広く、社会的意義が大きいと感じたためです。人の移動情報の理解・予測は、都市計画や交通の最適化、防犯・防災、観光、感染症予防等、幅広い応用分野で重要な役割を持っています。例えば、都市の各エリアにおける近未来の混雑度を正確に予測することができれば、混雑予測情報の配信による自律的な交通分散の促進、交通機関の運行スケジュールの最適化、警備配置の最適化による犯罪防止に役立てることができそうです。私自身は元々、NTTに入社する前は、物理学分野で素粒子に関する基礎研究をしていましたが、その際に培った数理的素養を混雑緩和・防犯対策など身近な社会的課題の解決に役立てることができるといふ点に大きな魅力を感じ、入社から6年間、継続して本テーマに取り組んでいます。

この分野は、技術トレンドの変化のスピードが予想以上に早く、ハイスピードな国際競争の中で存在感を出すためには、技術の最新動向を常に把握し、その最先端を走る

必要があります。元々基礎研究分野にいたこともあって、短期間で研究のサイクルを回さなければならないということに初めは戸惑いもありましたが、戦略的に技術領域を選ぶことでそれが実現できるようになりつつあると感じています。直近の研究では、最近のトレンドの技術を伝統的な確率モデルの枠組みの中に取り入れ、国際的な評価を受けることができました。これは、画像や文章等の複雑な形式で表されるデータから人の移動行動に影響を与える因子（道路ネットワーク、コンサート等のソーシャルイベントなど）を自動で抽出することで、高精度な人の移動予測を実現するものです。このような学術的・実用的価値を両立した技術を一人称でつくるということに、今は大きなやりがいを感じています。

機械学習・データマイニング技術を用いた人の移動行動の予測・理解は近年活発に研究が進展している分野ではありますが、あらゆる条件下において常に高精度な予測ができる手法はなく、まだ技術発展の余地があります。また、移動行動において蓄積されてきた人の行動に関する知見や確率モデリング技術は、医療や金融など、幅広い応用分野にも適用できる可能性が高いと考えられますが、他の応用分野への展開については道半ばというのが現状です。今後もこれまでの取り組みの中で培った知見や技術を活用しながら、学術的・実用的価値の高い技術を確立し、創出した新規技術の実用化によりNTTグループのさまざまな事業へ貢献できるよう、着実な努力を続けたいと考えています。

渡邊 淳 司

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上席特別研究員



人と人のあいだの想像力が私たちのウェルビーイングを創造する

AIやVR等、急速な技術革新によって、働き方をはじめ社会のあり方の変容を実感する昨今、これらの劇的な変化はライフスタイルを多様化させています。また、超高齢社会である日本では、2040年には1億1000万人程度に人口が減少し、65歳以上の人口は約3割に達するといわれ、かつてない人口構造が予想されています。こうした中、テクノロジーは私たちの生活にどのような影響を与えるのでしょうか。触覚通信や身体的コミュニケーションの研究を行う、渡邊淳司NTTコミュニケーション科学基礎研究所上席特別研究員に、私たちのウェルビーイングとそれを支える取り組みを伺いました。



「伝わる/伝わらない」を超えて人と人のあいだに生まれる「何か」を求めて

●現在、行っている研究について教えてください。

私は主に、触覚とコミュニケーションに関する研究開発、そのほかにも、人間のウェルビーイングについてのワークショップベースの取り組みを行っています。最近、身体的な感覚が生み出すコミュニケーションについて、そしてそれがどうウェルビーイングにつながるのかが気になっています。現在行われている感覚の研究の多くは「AからBへ刺激を伝える」という感覚伝達が中心になっています。しかし、私は「伝わる/伝わらない」を超えて、人と人のあいだで「何か」が生まれる、特に身体的な体験によって「何か」が生まれる共同的身体性に興味を持っています。

例えば、スポーツ中継であれば、パブリックビューイングなど、スポーツの観戦者が集まる「場」が興味深いです。「場」の研究はこれまでもたくさんありますが、それをスポーツ観戦という文脈でもう一度とらえ直したいと考えていました。別の言い方をすれば、スポーツを人と人を結び付ける手段だと考えたときにいったい何ができるのかということです。素晴らしいプレーを共に目撃した高揚感、盛り上がるポイントが一致したときの一体感、誰かと一緒

に見られて良かったという感傷的な気持ちなど、そこから「他者と共にある」ということをもう一度考え直したいなど。

スポーツ観戦の研究活動の1つの例として、NTTサービスイノベーション研究所の林阿希子研究主任、東京工業大学の伊藤亜紗准教授と共同で行っているスポーツ・ソーシャル・ビュー (Sports Social View) というプロジェクトがあります⁽¹⁾。このプロジェクトは、スポーツの競技の質感を抽出し、それを身体的な別の体験に変換し、目の見えない方と共有するというものです。具体例を挙げると、柔道の場合、晴眼者2名が柔道の選手役として1枚の布の両端を持って道着を引くように引っ張り合い、目の見えない方が布の中心付近を握ることで、目の見えない方は柔道の試合で起きている力の駆け引きといったものを感じるというものです。この取り組みの面白いところは、観戦者が完全な受け身ではないということです。晴眼者は選手の動きを見ながら身体感覚への変換を行い、目の見えない方も激しく引っ張られながら、布を離さないように手で追いかけるという、能動的な側面があります。晴眼者、目の見えない方が一体となって試合を再現している、もしくは新たに試合をつくり出しているといったほうが正しいかもしれません。このことをプロジェクトでは「生成的な観戦体験」(Generative Viewing)と呼んでいます。

ほかにも、最近始めた研究の中で、食の場のあり方につ



いて考えるようになりました。誰かと一緒にご飯を食べるということは、毎日行う共同的な身体体験だといえます。外食でも、例えば、すき焼きを食べに行くと、食べる側だけではなく、焼き手と呼ばれる方がいて、匠の技で肉を美味しく調理し、絶妙なタイミングで提供してくれます。焼き手の方は、ただ食事を提供するだけではなく、食べに来た方とインタラクションしながら、うまく食体験の場をつくり出します。スポーツ観戦も食体験も、試合の流れや食事の内容など大まかな流れは決まっていますが、ただそれを音声で観戦したり、ただ食事が配られるのを待つ、というように受動的にかかわるのではなく、仲介者を介して主体的にかかわり、共にありながら自律的な満足につながる場を一緒にすることが重要だと考えています。

情報通信技術の研究へ広げて考えることも可能で、通信によって遠くの人と人を結んで、遠隔で一緒にスポーツ観戦をしたり、誰かがご飯を食べている感覚やその存在を実感できる仕組みをつくることで、新しいかたちの「共にある場」を実現することができます。もちろん、それはヒト・モノ・コトがデータ化された、サイバー空間の中の誰かと共にあることも含むことになるでしょう。

●人とかわかることは研究を進める中でどんな意味を持つのでしょうか。

2019年4月に「情報環世界」⁽²⁾というテーマに関して、研究者、アーティスト、デザイナーなど多様な分野の専門家が17名集まって、5カ月間ひたすらそのことについて議論したり、ワークショップを行った結果をまとめた、『情報環世界』という本を上梓しました(図1)。この情報環世界に関する研究会は、東京都新宿区初台にあるNTTインターコミュニケーション・センター [ICC] のトークイベントに登壇した5人がコアメンバーとなって、一緒に探求の時間を過ごしたら興味深いであろうメンバーをそれぞれが誘い合い、固定メンバーで5カ月、計10回の会を行いました。その中でさまざまなワークショップを行いました。例えば、参加者どうしの価値観の違いを認識し、共感したり、その違いを実感するワークショップは以下のようなものでした。各参加者が自分のウェルビーイングに関する要因を3つずつ書いた紙を抽選箱に入れます。参加者は1人ずつ登壇して、抽選箱から紙を引き、引き当てた紙に書かれた内容に従って、その人になりきってウェルビーイングの3要因の話をする。すると、登壇者は自分では思いもよらない価値観が口から出てくるという体験をします



図1 情報環世界

し、自分のウェルビーイングを代弁してもらった人はまた別の解釈を得ることになります。こうしたワークショップも含め、1冊の本にまとめました。本のタイトルとした「情報環世界」という言葉は造語ですが、環世界というのはすでに存在する言葉で、ある生物が経験している特有の知覚・運動の世界のことを指します。例えば、ダニを例に挙げれば、ダニには視覚も聴覚もほとんどなくて、嗅覚と温度感覚のみで自分にとって大切なものを選び取って生きています。そこでの知覚と運動の連関でつくられるのがダニの環世界です。人間どうしであってもそれぞれ異なる環世界の中で生きていますが、異なるからこそ、そのあいだに新しい「何か」を生み出せるのだと思います。



主観と客観のバランス感覚を磨く

●人の心のあり方とか人そのものに着目されて研究を進めていっしょなのですね。

実験をして論文を書くという、いわゆる科学技術の研究は、その成果の活用も分かりやすいものになります。一方、現在の私の取り組みの多くは、外から見るとその成果は分かりづらいかもしれません。そのため、社会の基準、外的規範から意味付けをする以外にも、できるだけ客観性を保

ながらも自身の内的な規範から価値を表明する必要が生じます。自らが研究のコミュニケーターとなりつつ、価値を説得する。この内外の規範をバランスよく取り入れることは大切なことだと思います。

ウェルビーイングの研究においても同じような側面があります。主観的な満足感と外部から見たときのデータや評価をバランスよく取り扱うことが重要です。そもそもウェルビーイングとは何かということがありますが、それについては私がかかわっている科学技術振興機構 社会技術研究開発センター「人と情報のエコシステム」研究領域の「日本的Wellbeingを推進する情報技術のためのガイドライン策定と普及」プロジェクトでまとめた「ウェルビーイングな暮らしのためのワークショップマニュアル」をご覧くださいと分かりやすいかもしれません⁽³⁾。プロジェクトでは西洋的な個の主観的幸福に着目したウェルビーイングの設計だけではなく、日本特有の価値体系に着目し、それに情報技術をどのように取り入れるか、また、日本特有のウェルビーイングの問題に情報技術がどうアプローチできるか模索してきました。

このマニュアルに掲載しているデータに興味深いものがあります。自身のウェルビーイングを決定する3つの要因は何か？ 1300人の学生を対象に調査をしたものです。私たちがウェルビーイングを感じる際の要因は、主に次

の3つに分類することができます。個人に関すること「I」、他者との関係に関すること「We/Society」、それらを超越した「Universe」です。「I」の要因は例えば、自分で決定し行動できていると感じる自律性や、自分の能力の認知に関する有能感や達成感といったものです。「We/Society」の要因は、思いやりや感謝のほか、組織や会社などにおける良好な人間関係といったものです。そして、特定の関係性を越えた全体的視野で見たときの世界のあり方、平和や意義、社会的責任などが「Universe」の要因です。学生1300人が3つずつ挙げた要因を「I」「We/Society」「Universe」のカテゴリの組み合わせとして分けてまとめてみたところ、すべて「I」の人（I/I/I）は全体の37%で、残りの約6割の人は「We/Society」の要因を1つ以上挙げました。このような結果は、日本の学生にとっても他者とのかかわりはウェルビーイングの重要な要因であることを示唆しています。

●他者とのかかわりがウェルビーイングにつながるとすれば、人とのかかわり方は重要ですね。

上記の冊子では、私たちの暮らしの中でウェルビーイングについて考え、ウェルビーイングという基準から問題解決を志向するワークショップについても書かれています(図2)。これは家庭内での摩擦から製品開発の現場まで、さまざまなシーンを想定しています。ワークショップでは、そ



図2 ウェルビーイングワークショップの流れ



の場にいる人たちの緊張を解く、比喩的にいうと、その場を耕すワークとして、お互いの鼓動を手の上の触感として感じる「心臓ピクニック」というワークを行います。これはよし悪しの判断ではなく、身体の感覚を通じて、今ここで起きていることに目を向けることを目的としています。次に「偏愛マップ・ペインマップ」というワークを行い、自分の内に感じている好きなことや痛みを言語化します。同時に、他者の価値観に耳を傾けて、その場にいる人の多様さを感じます。次に前述した「3つのウェルビーイング」のワークでは、自分の感じていることを3つの因子に抽象化していきます。

そして、今度は、自身の中から外在化された因子を起点に問題に取り組みます。「ビジョンブートキャンプ」では、短時間に何度もフィードバックを繰り返し、アイデアの方向性を具体化し、「4コマストーリーボード」では4人で各コマを描くことで思いがけないストーリーが生まれることを目の当たりにします。「未来の世界寄せ鍋」では、メンバーを入れ替えながら議論を行うことで、多角的な視点からアイデアの実現可能性を追究します。この一連のワークショップの手順は、一度、各人のウェルビーイングや心が感じているものに立ち戻り、その場に素材として共有したうえで、問題を解決していくというものです。これは、問題にフォーカスし、それを効率的に解決しようとするアプローチとは大きく異なるものです。今後は、日本だけではなく、文化や価値観の違う海外での実験的な実施、そのための人材開発やツールの開発、そして、ウェルビーイングを軸とした社会デザインのためのコミュニティ拠点の構想などを予定しています。



「何か」を生み出すためには？

●このような発想はどこから生まれてくるのでしょうか。

自分に強いはっきりとした動機があるというよりは、なんとなく「これはやるべきではないか」と内なる誰かから仄めかされている感覚です。最初はやるつもりがなかったとしても、取り組んでいるうちに気が付くこともあります。例えば、食体験の研究は、特にかかわるつもりはなかったのですが、さまざまな状況からやらざるを得なくなった、というのが実際のきっかけですが、やり始めると、自

分がやってきた触覚やウェルビーイングとも深くかかわるものだということが気が付きました。私の場合、明示的なゴールありきで研究を始めているわけではなく、研究対象と向き合ったときに少しでも「何か」が生まれると感じたならば、それを仮定して対象にかかわり、事後的に、最初に感じた「何か」とはどのようなものであったかを考えます。

●後進の研究者の皆さんに一言お願いします。

何より、良い仲間を持てるといいですね。先にお話しした本、『情報環世界』を上梓できたのは、共著者の4人がいたからです。途方もなく大きなことも、この人とだったら一緒にできるとか、この人のためだったらできる、と考えられることがありますよね。それに、大きな課題に挑むのであれば、研究分野は近くなくても良いし、むしろ遠いほうが良いと思います。それから、仲間が外の人に説明しやすい人になることも、時には必要かもしれません。外部の人にきちんと研究内容を伝えるには時間がかかります。そうだったとしても、誰かが「うまく説明ができないけれど、重要なことをやっている人」ということが間接的にも伝われば、また別の可能性が広がります。しゃべるのが難しければ印刷物を作成しても良いかもしれません。

最後にですが、被害者意識を持たずに研究や仕事に臨むことが大切だと思います。誰かから何かをやらされているとか、何かしてあげたのに見返りが無いとか、自分と他人を制御・被制御、投資・見返りという視点で見てしまうと、そのあいだに「何か」が生まれることはありません。研究とは、もちろん、個人の能力を基盤にしながらも、他の研究者や異分野の友人、そして社会とのあいだで新しい「何か」を生み出していくことだと思います。そのための態度を忘れないことです。

■参考文献

- (1) 林・渡邊・清水：“スポーツ・ソーシャル・ビュー——スポーツの本質を抽出し身体感覚で共有するインクルーシブなスポーツ観戦,” NTT技術ジャーナル, Vol.31, No.12, pp.29-32, 2019.
- (2) 渡邊・伊藤・チェン・緒方・塚田：“情報環世界——身体とAIの間であそぶガイドブック,” NTT出版, 2019.
- (3) <http://wellbeing-technology.jp/>

「CEATEC2019」 出展報告

ほそだ ともひさ まつの やすし もちづき たかよし
細田 智久 / 松野 恭士 / 望月 崇由
NTT研究企画部門

NTTは、2019年10月15～18日に幕張メッセで開催された「CEATEC 2019」に3回目の出展となるNTTブースを出展しました。ここでは、本ブースの出展内容について紹介します。

出展コンセプト

「CEATEC 2019」は、あらゆる産業・業種による「CPS/IoT」と「共創」をテーマとしたビジネス創出のための、人と技術・情報が一堂に会する場とし、経済発展と社会的課題の解決を両立する「超スマート社会(Society 5.0)」の実現をめざす国内最大級のIT系イベントです。今年度は「つながる社会、共創する未来」をテーマに2019年10月15～18日の4日間開催され787社が出展し、約14万5000人が来場されました。

NTTグループは、NTT東日本、NTT西日本、NTTコミュニケーションズ、NTTデータ、NTTドコモ、NTT持株の6社共同で2017年、2018年に引き続き3年連続で出展しました。今年度のテーマは「Start Your Smart World」とし「あなたのSmart World」を始めてみよう・触れてみようをコンセプトにグループ

会社の商材・研究成果を展示しました(写真1, 2)。

展示の紹介

■スマート・シティ

(1) 深層学習を用いた地震計の異常検知(NTTコミュニケーションズ)

全国に設置された地震計のデータを利用して故障判定の難しい地震計の障害を検知するデモを実施しました。案件ごとに適したAI(人工知能)を、簡単に開発するためのIoT(Internet of Things)向けAI開発支援ツールとしてNode-AIを紹介するとともに、低遅延、高信頼の大きく2つの特徴を有する地震津波火山観測データ伝送基盤サービスである「Ether LAN」について、全国約

1300拠点ある地震・火山観測点から、観測データを収集・蓄積・配信を行っている実績のあるネットワークサービスを紹介しました。

(2) AI運行バス[®]: オンデマンド～公共交通システムのさらなる高度化～(NTTドコモ)

オンデマンドにAIが最適配車を行う乗合型の交通システムを紹介しました。特徴として交通機能だけでなく、地域の施設やサービスとの連携ができ、乗車需要予測AIによる車両運行の最適化が可能なシステムを紹介しました。

(3) 地域活性化の取り組み～地域の文化芸術伝承への挑戦～(NTT東日本)

地域活性化に向けた取り組みについて各種ユースケースの概要やデモを行い紹介しました。



写真1 会場の様子

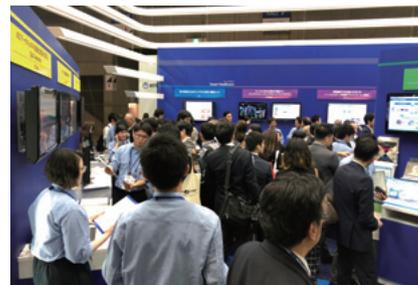


写真2 ブース展示の様子

- ・地域文化芸術の伝承（「北斎デジタルミュージアム」）：セキュアなNTTの通信ビル、高速な通信回線を活用し、デジタル化した地域の文化芸術を世界に発信する取り組み第一弾として山梨県等と連携し、葛飾北斎の「富嶽三十六景」のデジタルデータをVR (Virtual Reality)、サイネージ、プロジェクションマッピング等にて配信。
- ・HACCP導入義務化への対応：温度データの自動記録から衛生管理のペーパーレス化による効率化と正確性の向上、衛生教育支援、一元的なシステムサポートといった食品衛生管理ソリューション。
- ・e-Sports：高品質で安定した通信ネットワークや東日本エリア全域に保有する通信ビルのスペース等を活用し、e-Sportsイベントを推進し地域活性化へ貢献。
- ・鳥獣害対策：鳥獣被害に悩む木更津市にて、IoTソリューションによる鳥獣害対策。
- ・作業員の熱中症対策：全農とNTTグループ初の農業×ICT専業会社NTTアグリテクノロジーが協業し、ウェアラブルデバイスや労務管理アプリを組み合わせることで健康状態や作業状況を可視化。遠隔地でも把握することが可能になる取り組み。
- ・次世代施設園芸：NTTグループ初の農業生産法人を2019年7月1日に設立し、農業を起点に

周辺産業（物流、加工等）を集積させる街づくり、ICTを活用した次世代施設園芸の推進をコンセプトとした活動を紹介。

■スマート・ワーク

- (1) VOCデータからのFAQ自動生成技術を活用した「Q&A Generator」（NTT西日本）

NTT西日本グループのNTTマーケティングアクトのコンタクトセンタ運営事業、FAQコンサルティング事業で利用中であり、VOC (Voice of the Customer) データを活用した問合せ内容における主要キーワード抽出機能、Q&A自動抽出機能、FAQ関連付け機能等によりFAQのメンテナンス稼働軽減が可能な「Q&A Generator」を紹介しました。

- (2) AIを用いた映像編集作業の効率化（NTT西日本）

放送系事業者とともに、NTT西日本において実用化・事業化に向け、検討中であるデモを紹介しました。corevo[®]等AI技術により、映像に含まれる情報（キーワード、人物等）をメタデータとして付与し、メタデータの類似に基づき映像をシーンに分割、所望のシーン（ロケシーンや、インタビューシーン等）の検索を効率化することができます。また、映像コンテンツの内容をテキスト化し、映像の内容確認や字幕作成を支援することが可能です。

- (3) COTOHA[®] Meeting Assist（NTTコミュニケーションズ）

「COTOHA[®] Meeting Assist」はAIを活用して会議をサポートするクラウド型サービスです。PC、

iPhoneのブラウザで利用可能で専用アプリは不要であり、AIエンジンが会話の内容からタスクや重要な単語を自動的に抽出し、議事メモとして作成・保存ができます。また、AIの自動ラベル付けにより発話内容を決定・宿題事項に分類可能であり、日本語、英語、中国語を含む10言語に翻訳可能なサービスです。働き方改革を支援する役割として効果の発揮を期待しています。

■スマート・ヘルスケア

- (1) 暑さ対策のためのウェアラブル生体・環境センサ（NTT持株）

近年の地球温暖化の影響等もあり、特に夏期の工事作業においては熱中症や体調不良による事故が多く発生しています。NTT研究所では大学機関等と連携し、熱中症との因果関係があるとされる深部体温を温湿度情報、心拍情報から推定する研究に取り組んでおり、同情報をリアルタイムに収集可能なウェアラブル生体・環境センサの研究開発の状況を紹介しました。

■スマート・インフラ

- (1) ローカル5Gの活用も見据えたエッジコンピューティングのシェアリングモデル（NTT東日本）

5Gのメリットである「高速・大容量、低遅延、多接続」と自営（ローカル）のメリットである「高セキュリティ、柔軟な設計・制御、ルーラルエリアでの展開」を掛け合わせたローカル5G、NTT東日本の対応状況や今後の展開について紹介しました。

また、NTT東日本通信ビルに設

置したGPUサーバと、お客さま拠点に設置されたネットワークカメラを接続するプラットフォームを介して映像解析AIを手軽にオンデマンドで使えるサービスの展望について紹介しました。

(2) 情報銀行の仕組みを支える パーソナルデータ流通プラットフォーム (仮称) (NTTデータ)

NTTデータは2018年より、パーソナルデータ流通に関する同意の仕組みや、認証・認可、流通履歴等の機能を提供するプラットフォームを検討しました。個人の意志により、情報銀行に登録したパーソナルデータを活用事業者へ提供することを可能とするプラットフォームです。個人情報 (パーソナルデータ) の流通に関する実証モデルとして、仮想パーソナルデータストア (PDS) に転居情報等を登録し、仮想データ活用事業者への連携同意までの一連の流れを、映像を用いてわかりやすく紹介しました。

(3) AW3D[®]全世界デジタル3D地図 (NTTデータ)

「AW3D[®]全世界デジタル3D地図」は、世界で初めて、5 m解像度という細かさで全世界の地形を網羅した3D地図です。JAXAの衛星画像や都市部では、米国の民間衛星会社の衛星画像を活用し、50 cm解像度まで向上させた高精細版3D地図も提供しています。50 cm解像度では「建物」や「樹木の1本1本」レベルの細かな起伏の表現が可能です。AW3D[®]は、AI・ビッグデータ・マルチビューステレオ処理 (画像処理

技術) を活用することで短納期・低コストを実現し、通信・地図・防災・建設・資源・電力・交通等、世界120カ国以上・1100プロジェクト以上で利用されています。地形データ、衛星画像、建物3Dデータ等により緻密に再現された映像を紹介しました。

■トピックス

(1) 次世代移動通信技術“5G” (NTTドコモ)

NTTドコモは2019年9月20日から5Gのプレサービスを開始しました。本展示会では可搬型基地局を設置しプレサービスのエリア化を行い以下のコンテンツを紹介しました。

- ・5G時代の新たなスポーツ観戦
～RWCマルチアングル視聴～：
試合の多視点映像や解説、スタッツなどの付加情報を、5Gネットワークを通して5G端末に配信します。大容量・低遅延の5Gネットワークにより、多くの映像や情報をスタジアムでの試合観戦と同時に手元で自由に選択して確認できるため、試合観戦をより楽しめます。
- ・5G時代の音楽ライブ体験～新体感ライブ (5G×MUSIC) ～：
5G 2画面端末ならではのライブの一体感や臨場感を体験していただきました。2019年4月28日に横浜スタジアムで行われたコンサートの映像を用いて、あたかも生配信で視聴しているかのようなライブ体験をしていただきました。
- ・5G時代の新たな観光スタイル

～新体感観光サービス～：5Gならではのリッチな観光情報をインタラクティブに提供し、これまでにない高臨場感な観光体験が可能です。また、5Gの高速・大容量、低遅延の特徴を活かし、移動中のモビリティ内でも車窓の風景に合った観光情報を最適なタイミングでお届けします。360度パノラマ映像のような大容量コンテンツにより、最高のコンディションでの絶景や上空からの景色などを、時間や視点を超えて体験することができます。実端末でデモを行い多くのお客さまに体感いただきました。

- ・AceReal：熟練技術者の高齢化、不足の対策として、遠隔地から複数の作業者の作業指示ができるソリューションを用意しました。リアルタイムに映像を伝送することで、その場面にあった指示を送ることができ、両手を使うような作業の際でも、AR (Augmented Reality) グラスを用いることで、作業に支障なく、指示を受けたり、マニュアルを確認したりすることが可能です。
- ・Magic Leap × docomo：Magic Leap Oneは空間コンピューティング技術により、デジタルコンテンツをインタラクティブに体験できる軽量ウェアラブルデバイスです。Magic Leap Oneにはライトウェア (ヘッドマウントデバイス)、ライトパック (プロ

セッサ)、コントローラが含まれ、Lumin OSという世界初の空間OSによって稼動します。装着しても環境を遮断せず、周りが見え、聞こえる状態で、アプリケーションを楽しむことができます。Magic Leap端末を用いて、没入型ゲーム(Dr. GRORDBORT'S Invaders)を体感いただき、期間中50分待ちの行列が常時できるほど多くの方に体感いただきました。

(2) 超ワイド映像合成・伝送技術 (NTT持株)

実際の観客席にいるような臨場感の高い観戦体験を感じていただくことが可能な技術です。複数の4Kカメラ映像をリアルタイムに合成し、あたかも現地スタジアムにいるような視野での観戦が可能です。超ワイド映像を野球・陸上・サッカー・テニス等さまざまなスポーツでの映像を基にデモを実施することで多くのお客さまに新たなスポーツ観戦スタイルを体感いただきました。

セミナー

各社から出展したサービスを中心に旬なテーマを選定し、セミナーステージにて実施しました(写真3)。用意した座席だけでなく通路まで1500名を超える多くの来場者に参加いただきました。

- (1) NTT東日本
 - ・ HACCP導入に向けたIoT活用事例
 - ・ 押さえておきたい“e-Sports”

の可能性

- ・ 「地域の伝統文化芸術プラットフォーム」による文化資源の存続・承継を通じた地域創生の取り組み
- (2) NTTコミュニケーションズ
 - ・ いつもの会議に頼れるパートナー「COTOHA[®] Meeting Assist」
 - ・ Smart Factoryを実現するためのAI開発事例の紹介と今後の展開
 - ・ Cloud/AIを活用した大規模データ分析基盤の構築とその裏側
- (3) NTTデータ
 - ・ 情報銀行ビジネスの今と将来
 - ・ 衛星で実世界をデジタル化する高精細3D地図「AW3D[®]」のご紹介
- (4) NTTドコモ
 - ・ ドコモの二次交通の充実による移動課題解決の取り組み
 - ・ 5Gのリアルとフューチャー
- (5) NTT
 - ・ NTT研究所の「暑さ対策」への取り組み
 - ・ IOWN構想について

出展を終えて

「CEATEC 2019」の出展にあたりグループ6社のご協力の下、50名を超えるVIP視察や4万人(推定)の来場者にブースを訪問していただきました。今回得られたお客さまの声を各社のサービス開発や研究開発につなげていきたいと考えています。

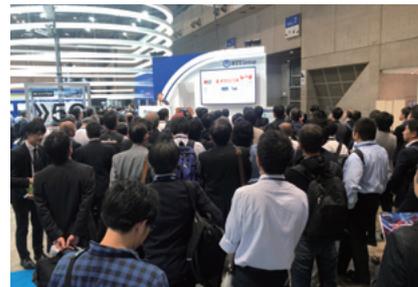


写真3 セミナーステージの様子



(左から) 松野 恭士/ 細田 智久/ 望月 崇由

「CEATEC」等各種展示会は、NTT R&Dの日頃の研究成果をかたちにしたり、グループ各社サービスを分かりやすく紹介し、普段リーチする層に限らず多くのお客さまに体験いただくことで、貴重なフィードバックを得ることができる数少ない機会となっています。言葉だけでは伝えられない最先端の技術を体験することができるNTT R&Dのイベントには是非お越しください。

◆問い合わせ先
 NTT研究企画部門
 R&D推進担当
 E-mail rdexpo@hco.ntt.co.jp



第4回ITU-T TSAG会合報告

いわた ひでゆき

岩田 秀行

NTT研究企画部門

2019年9月22～26日まで、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) のTSAG (Telecommunication Standardization Advisory Group: 電気通信標準化諮問会議) の第4回会合が38カ国から約140名の参加のもと、ジュネーブのITU本部で開催されました。ここでは、第4回ITU-T TSAGの会合について紹介します。

はじめに

2019年9月22～26日まで、ITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector) のTSAG (Telecommunication Standardization Advisory Group: 電気通信標準化諮問会議) の第4回会合が38カ国から約140名の参加のもと、ジュネーブのITU本部で開催されました。日本からは、総務省国際戦略局通信規格課を日本団団長として、国内各社・団体 (NICT, NTT, NEC, 富士通, 日立, 三菱電機) から8名の現地参加者で対応しました。今回のTSAG会合では、日本から標準化課題とSDGs (Sustainable Development Goals) との関係の明確化の手法と、SG (Study Group) の標準化活動評価のための指標追加を提案しました。また、“Quantum Information Technology for Networks (QIT4N)”と“AI and Data Commons”に関する2つの新しいフォー

カスグループ (FG) の設立提案についての審議を行いました。

ラポータグループ会合

各ラポータグループでの審議概要は以下のとおりです。

■標準化戦略RG (Standardization Strategy)

今会合のRG議長はDidier Berthoumieux氏 (フィンランド, ノキア) が務めました。日本寄書として、ITU-T SG (Study Group) の課題 (Question) とSDGs (Sustainable Development Goals: 持続可能な開発目標) の17のゴールとの対応のマッピングと各SGの新規作業項目を決定する際に、どのSDGsに貢献できるかを明確にすることが標準化戦略上重要であることを提案しました。継続課題として、次会合までに中間電子会議を開催して検討を推進することになりました。標準化活動の指標として日本から各SGの課題レベルでの参加者数や寄書数などのデータ指標の追加を提案し、多くの支持が得られました。今後、ITU-T事務局TSB担当者と連携して、次回TSAGまでに、評価指標追加の実現に向けた詳細検討を行うことになりました。次回第5回のRG議長はRim Belhassine-Cherif氏 (チュニジア, チュニジテレコム) が担当する予定です。

■作業計画・体制RG (Work Programme and structure)

ラポータはReiner Liebler氏 (ドイ

ツ, 連邦ネットワーク規制庁) が務めました。今会合では、Q.A/SG9の新設, Q.6/SG9の修正, Q.18/SG12のQ.12/SG12への課題統合, Q.12/SG16の新設, Q.2/SG17の修正が認められました。標準化戦略での重点課題をSG再編に反映させるため、今会合では標準化戦略RGとの合同会合も開催しました。

■作業方法RG (Working Methods)

ラポータはSteve Trowbridge氏 (米国, ノキア) が務めました。今会合では、SGの作業方法を規定する勧告A.1 “Working methods for study groups of the ITU Telecommunication Standardization Sector”と補助文書の規定を行う勧告A.13 “Non-normative ITU-T publications, including Supplements to ITU-T Recommendations”の改訂を検討し、今会合で勧告改訂案を承認しました。作業方法RGの今後の課題としては、FGに関する勧告A.7とAAP承認手続きに関する勧告A.8の改訂の審議が継続される予定です。

■標準化協調強化RG (Strengthening Cooperation/Collaboration)

ラポータはGlenn Parsons氏 (カナダ, エリクソン) が務めました。今会合では、他の標準化機関の仕様を参照引用するための手順 (勧告A.5 “Generic procedures for including references to documents of other organizations in ITU-T Recommendations”) と、他の標準化機関の文書の一部を組み込むための手続き (勧告



A.25 “Generic procedures for incorporating text between ITU-T and other organizations”) の改訂を検討しており、今会合で勧告改訂案を承認しました。

■地域グループRG (Rapporteur Group on Creation, Participation and Termination of Regional Groups)

レポートはKwame Baah-Acheamfuor氏(ガーナ, 国家通信局)が務めました。全権会議PP-18で承認された勧告8に関する課題で、各SGが設立するRegional Groups(地域グループ)の設立, 参加, 解散にかかわる基準の明確化の検討を行いました。

■WTSA決議レビューRG (WTSA Resolutions Review)

レポートはVladimir Minkin氏(ロシア, 国立無線通信研究所)が務めました。WTSAの決議の進捗検証を行いました。

標準化新規課題

新規課題の提案として、量子情報技術, AI(人工知能), 新IP将来ネットワークの3つの課題について議論しました。

■量子情報技術

前回会合で、中国より「ネットワークのための量子情報技術」(QIT4N)に関するFGの設立提案がなされましたが、時期尚早ということでFG設立は見送られていました。今回、改めて中国からFG設立の提案があり、FGの検討スコープを絞り込むことでFG設立を議論しました。

当初、米国、英国、カナダは量子通信課題は時期尚早である、としてFG設立に反対しました。ITU-Tでの量子通信関連の課題については、QKD(Quantum Key Distribution: 量子鍵配送)に関するネットワークアーキテ

クチャとセキュリティに関して、すでにSG13とSG17で標準化が進展していることから、今会合では、ITU-Tや他の標準化機関との検討の重複について指摘しましたが、検討対象を既存のQKD課題検討との重複をしないことを明確化、QKDではカバーされていない量子通信、量子コンピュータ、量子センサなどを含む量子情報処理のための幅広い概念となるQIT(Quantum Information Technologies)を対象とすることで1年間限定の活動として、QITに関する用語やユースケースの検討を優先する条件でFGの設立を合意しました。量子通信に関連する標準化団体との連携については、ETSI ISG-QKD, ETSI TC Cyber, IEEE, ISO/IEC JTC1 SC27/WG3, ISO/IEC JTC1 AG4, IETF, IRTFなどとの連携の必要性と、これらの団体とITU-Tが連携を行うためのグローバルな場をFGが提供する重要性が認識されました。

■AI Commons

ITUではジュネーブで2017年からAI Good Global Summit(本年は2019年5月28~31日)を開催しています。AIサミットでのAI専門家の情報交換の中で、安全で透明なAIソリューションの開発のためには、AIがいかに問題解決に役立つかを評価する標準化された手法が必要であり、AI専門家が問題解決のための経験や知識を共有し、グローバルに協調連携できる共通の場である「Commons」の必要性が唱えられました。AIサミットでの関心の高まりを背景として、将来の国際標準化活動の基盤となる事前標準化の取り組みとして、今回のTSAG会合で、「AI Commons」のFG設立が提案されました。提案は、グローバルサミットのプログラム委員長(米国)やAI研究の第一人者でモンリオール大学AI研究機関(カナダ)らが中心となっ

て行われ、FG設立に関心のある組織として、Google, Facebook, Intel, Symantec, Element AI(Toronto), China Telecomなどの名前が紹介されました。今回のTSAGでは、AI Commonsに関するチュートリアル講演を行った後に、アドホック会合でFGの設置について議論しました。アドホック会合では、FGの設立に関して多くの支持が表明されましたが、米国、カナダ、英国の政府代表からは、FGのスコープが広すぎる点と趣旨の理解に時間が必要であり、今会合での合意については時期尚早で反対であることが示され、審議の時間切れでFG設立は見送られました。

■新IP将来ネットワーク

中国(Huawei Technologies, China Mobile, China Unicom, CAICT(China Academy of Information and Communications Technology))から寄書で、「新しいIP, 将来ネットワークの形成」と題して、戦略的変革のための将来ネットワーク課題が提案されました。IoTやインダストリー・インターネットなどさまざまなEサービスの実現や、ホログラム伝送のための超大容量で低遅延なネットワークを実現するために、従来のTCP/IPに代わる新IPプロトコルの開発を含む将来ネットワークの戦略的検討が提案されました。関連SGリエゾンを送り、次回会合以降でフィードバックを行います。

今後の展開

今回の第5回TSAG会合は2020年2月24~28日にジュネーブで開催する予定です。また、日本提案のSDGs関連等の課題を2019年11月、2020年1月に開催予定の標準化戦略RGの中間電子会合で議論していきます。

Focus on the News

地域と企業が新しいかたちでかかわり合う パーソンセンタードリビングラボによる社会課題解決の共同実験を開始

超高齢社会の先進都市である福岡県大牟田市、(一社)大牟田未来共創センター、NTT西日本、NTTは、2019年8月30日より、地域と企業が新しいかたちでかかわり合う「パーソンセンタードリビングラボ」による社会課題解決の共同実験を開始しました。

大牟田市では周りの人とのつながりの中で「その人らしい暮らし」を統合的にとらえる「パーソンセンタード」という人間観に基づいて20年近くにわたり、福祉・医療現場で「本人がどうしたいのか」を常に模索し、向き合い続けてきました。地域の未来をこの人間観に基づいてとらえ直すパーソンセンタードリビングラボという仕組みによって、本共同実験では、誰もが潜在能力を活かし、生きがいを持ってつながり合う社会を見据え、健康や予防に関心のある住民が、「その人らしい暮らし(=ウェルビーイング)」のあり方の検討やその暮らしを支えるIoT(Internet of Things)テクノロジーや地域資源等を活用したプロトタイプングを行いながら、それぞれの住民のウェルビーイングな暮らしを実現するプロジェクトを実施します。

■背景・経緯

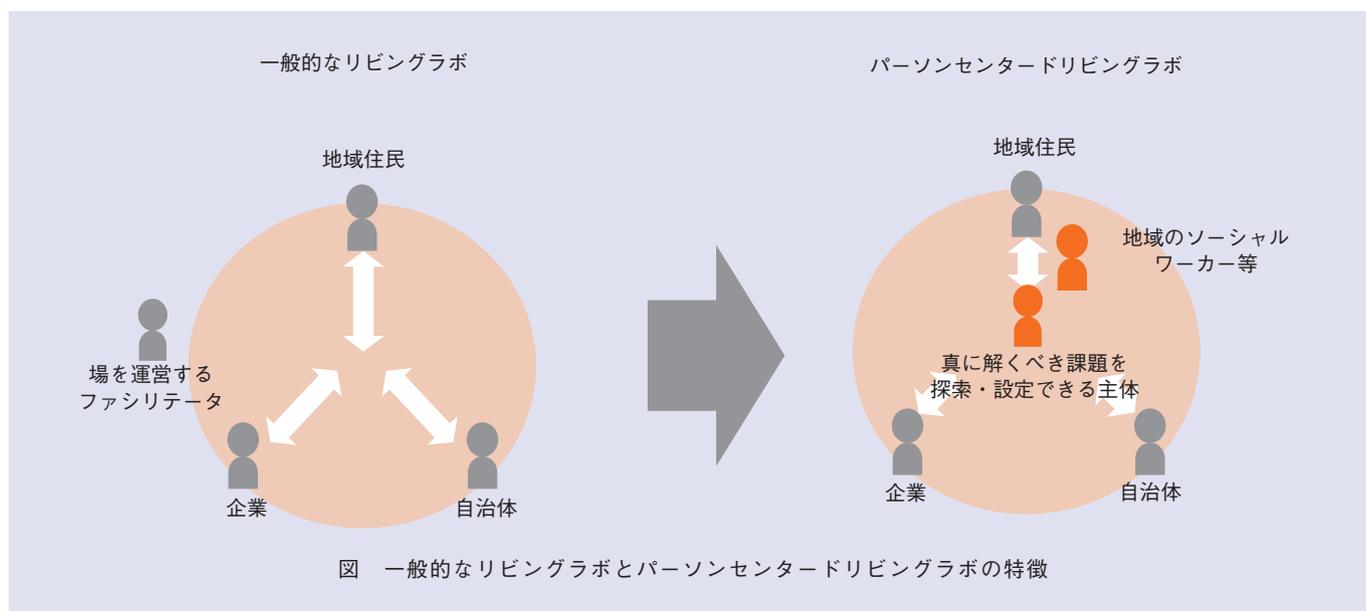
日本では、近年の人口減少・高齢化・過疎化等に伴い、

自治体職員数が減少する中、多様化・複雑化する課題に対して、既存の行政サービスだけでは対応が困難になってきています。大牟田市をはじめ多くの自治体では、住民どうしの互助や、テクノロジーの活用、縦割りを乗り越えた企業や関係団体との連携等により地域の社会課題を解決していくことが求められています。また、企業においても、生活者の本質的な課題や潜在ニーズを追い求める中で、経済的価値だけでなく社会的価値を生み出す事業の創出に注目が集まっています。

そのような背景から、近年日本でも、企業や自治体が住民との共創関係を築き、住民とともに課題の発見やプロトタイプの開発・検証を行う「リビングラボ」の手法が増えてきていますが、地域と企業が持続的にかかわり合い、地域の未来を志向した真の課題の探索と設定の難しさが課題となっています。そこで大牟田市とNTT西日本、NTTの3者は、上記の課題を解決する新たな共創の仕組みについて検証するため、2018年2月よりリビングラボ共同実験を開始しました。

■パーソンセンタードリビングラボとは

従来のリビングラボにおける課題設定は、住民の顕在化している生活課題や、縦割り組織となっている自治体



の各部署の持つ行政課題、企業が持ち込む仮説やテクノロジーなど、いずれかの組織の課題に偏って設定されることが多く、生活者の統合的な暮らしや地域の持続可能性をめざした真の課題を設定できないため、結果として大きな成果を生みだすににくいという難しさを抱えていました。この問題の本質は、企業と地域が直接的にかかわり開発を共同で進めるリビングラボにおけるパートナーシップ形成の難しさにあります。

そこで、企業と地域の間で、双方のニーズを踏まえ日々の暮らしに根差した課題設定やサービス開発の全体をファシリテーションできるリビングラボ運営組織が必要との仮説に基づいて、2018年に最初の共同実験を実施しました。その共同実験の中で、大牟田市で20年近くにわたり取り組まれてきた、周りの人とのつながりの中で「その人らしい暮らし」を統合的に捉える「パーソンセンタード」という人間観が、前述の偏った課題設定に陥らないために重要であり、その人間観を持つ、「生活者の生活課題に日々向き合い続けるソーシャルワーカーなどの福祉・医療従事者」と、「地域において真に解くべき課題を探索・設定できる組織」が地域に常に存在し、互いに連携していることが大切だと分かりました(図)。例えば、これまでの取り組みとしては、パーソンセンタードな人間観に基づく理念を共有して共感した地域や企業のメンバと協働体制をつくりつつ、認知症ご本人の人生史(ナラティブ)を丁寧に集めて「その人らし

い暮らし」をめざし、福祉施設の利用者に対して地場企業が働く場を提供する事例があります。

このような地域と企業が新しいかたちでかかわり合い、社会課題解決に取り組む仕組みである「パーソンセンタードリビングラボ」では、ソーシャルワーカーなどの連携と課題探索・設定できる組織が地域に常に存在している体制づくりが不可欠であるため、地域側の主体として社会課題解決やサービス開発に深くかかわる組織として、大牟田未来共創センターが2019年4月に設立されました。

■今後の展開

今後、大牟田市、大牟田未来共創センター、NTT西日本では、大牟田市内外のさまざまなパートナーとともにパーソンセンタードリビングラボを活用し、あらゆる社会課題の解決およびサービス開発の推進に取り組んでいきます。また、NTTは、本共同実験で活用される社会課題解決プロセスやパーソンセンタードリビングラボを含めた社会課題解決に関する展開可能な手法の確立をめざしていきます。

◆問い合わせ先

NTTサービスイノベーション総合研究所

企画部広報担当

E-mail radnd-ml@hco.ntt.co.jp

URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1908/190830a.html>

地域の社会課題解決に取り組むパーソンセンタードリビングラボ

梅本 政隆

大牟田市 保健福祉部 健康福祉推進室 福祉課 総務企画担当

大牟田市は、かつて国内最大の出炭量を誇る産炭地として、日本のエネルギー産業を支えてきました。1960年には20万人を超えた人口は、2019年4月には11万4496人にまで減少しています。高齢化率も36.3%と高く、全国平均の20年先を迎えている状況です。つまり、本市が抱える課題は、これから日本全体が直面する課題でもあるということです。

行政運営の面からみると、財源および人材ともに限られている中、地域や住民が抱える課題は複雑化・多様化しています。例えば、社会保障の分野では、周りからみたら支援が必要な状況でも本人が支援を拒否するケースや、長年「ひきこもり」の状態にあり社会から孤立しているケースなど、これまでのやり方では対応が難しくなっています。これらの課題は、行政だけでは解決が難しく、地域住民や事業者等のさまざまな主体と協働する必要があります。

本市では、認知症の人や家族を地域で支えるための取り組みを、官民協働により20年近く続けてきました。この取り組みをコミュニティケアや産業開発に展開するために、新たな中間支援組織として「大牟田未来共創センター」が設立され、本市の取り組みが次のステージに向かおうとしています。

今回の共同実験で取り組む「パーソンセンタードリビングラボ」は、これまで本市が取り組んできた官民協働の取り組みを加速し、直面する社会課題の解決につながるものと期待しています。これまで20年近くにわたり、「パーソンセンタード」という考え方に向き合い続けてきた大牟田市だからこそ、新たな社会のあり方について発信することができると信じています。

パートナ
紹介



地域経営にリビングラボを位置付け、地域や住民と企業に信頼関係を構築する

パートナー 紹介

原口 悠

一般社団法人 大牟田未来共創センター
理事

私たち大牟田未来共創センターは、2019年4月に官民が協働し、立ち上がりました。大牟田が認知症ケアにおいて培ってきた「パーソンセンタード」という人間観を法人の理念として位置付け、共創を軸に展開する次の時代の地域経営の一翼を担うことをめざしています。

私たちの特徴は、まず、「パーソンセンタード」という人間観です。誰もが持つ潜在能力（capability）に価値をおき、その発揮にはナラティブやつながりが欠かせないと考えます。これは、行政や企業が住民や消費者を客体とし、価値を「提供する」という考え方を180度転換します。

次に、包括的で統合的な課題設定にこだわります。行政資源に限られていくことはもちろんですが、それ以上に、政策や制度が縦割りであったために見落とされていたこと、アプローチが断片的であったことを乗り越えます。この「新たな課題設定」は、行政はもちろん企業においても、新たなサービスコンセプトや市場を見出す契機となり、イノベーションを誘発すると考えます。

最後に、リビングラボを地域経営に位置付けます。これまで、リビングラボが企業の商品・サービス開発の手法として展開されてきたため、地域や住民が「手段化」され、持続的な関係や真のニーズの探索に欠かせない信頼関係を構築できないことが多く見られてきました。そこで、私たちは、地域の側に立つことで課題と日常的に接し、地域が課題の主体者として企業と向き合い、真の協働を実現することをめざします。

ユーザに使われ続けるサービスの創出をめざしたリビングラボ研究

研究者 紹介

木村 篤信

NTTサービスエボリューション研究所
主任研究員

新しいサービスやビジネスを企画する人にとって、ユーザに使われ続ける状況を生み出すことは非常に難しいことです。これまで私たちが支援したNTTグループの自社サービス企画や、パートナー企業との事業開発プロジェクトでも、さまざまな難しさの要因がありましたが、もっとも大きな要因は、本当の意味でユーザを生活者としてとらえて動くことができていなかったことだと考えています。

ユーザに使われ続けるサービスの創出をめざして、本当の意味でユーザに価値のあることを探索する1つのアプローチとして、ユーザのことを第一義に考える住民組織や自治体などの組織との連携の中で、対等な関係でバランスを取りながらサービスの設計や開発をする考え方があります。この考え方が、研究所が近年研究テーマとして取り組んでいる、地域住民とサービス企画を共創するリビングラボというものです。

NTT研究所では、リビングラボの先進地域といわれる北欧のデンマーク工科大学や、東北大学、横浜市と連携してリビングラボの研究を行ってきました。その中でも、今回紹介する福岡県大牟田市との取り組みは、SDGs（Sustainable Development Goals）も含めた地域・企業の持続可能性を意識したリビングラボをめざしています。そして、2019年4月に大牟田未来共創センターが立ち上がったことにより、案件ごとに組成されるのではなく、常時リビングラボが実践可能な状態になっています。

企業が生み出すサービスやテクノロジーは、未来の社会の一部になるため、子供や孫たちの暮らし方に大きな影響を与えます。企業の研究・事業活動に携わる人は、そのような未来の社会に対する責任を持つ必要があります。そのことを意識して、NTTグループやアライアンスパートナーの皆さんがより良いサービス・テクノロジーを生み出せるよう、リビングラボやデザイン研究の知見をこれからも提供できればと思います。



暗号化したままディープラーニングの標準的な学習処理ができる秘密計算技術を世界で初めて実現

NTTは、データを暗号化したまま一度も元データに戻さずに、ソフトマックス関数やAdam (adaptive moment estimation) と呼ばれる最適化処理を含む標準的なディープラーニングの学習処理を行う技術を、世界で初めて実現しました。

通常、データを利活用するためには、通信時や保管時に暗号化していたとしても、処理を行う際には元データに戻して処理する必要があります。このことは、データ所有者からすると情報漏洩のリスクを感じることから、企業秘密や個人のプライバシーにかかわるデータの利活用に抵抗感を持つユーザーや組織が少なくありません。特に所有者から他者、または同一組織内であっても、データ提供して積極的に利活用したい場合には、このことは大きな障害だと考えられます。

今回開発した技術を用いることで、企業秘密や個人のプライバシーにかかわるデータをディープラーニングで活用する際に、サーバではデータを暗号化したまま一度も元データに戻さずに処理することが可能となります。つまり、ディープラーニングでのデータ活用に必要な①データ提供、②データの保管、③学習処理、④予測処理、のすべてのステップを暗号化した状態で行えます。サーバでは常にデータは暗号化されたままであり一度も元データに戻すことがないため、従来よりもユーザーや組織が安心してデータを提供でき、学習に利用できるデータ量や種類が増え、精度の高いAIの実現が可能になると考えています。

■背景

昨今、さまざまな分野のデジタルトランスフォーメーションが進んでおり、分野横断的なデータの蓄積やAIなどの高度分析がイノベーションを促進し、さまざまな産業・サービスが発展すると期待されています。その一方で、情報漏洩や不正利用の懸念がデータの提供・利活用促進を阻害する要因となっています。

NTTはそのような要因の解消に貢献するため、データを暗号化したまま一度も元データに戻さずに処理ができる秘密計算技術の研究開発を世界に先駆けて取り組んできました。NTTが取り組む秘密計算技術はISO国際標

準である秘密分散技術を利用して暗号化されたデータを、一度も元データに戻さずに分析を行うため、企業の秘密情報や個人のプライバシーにかかわる情報などの情報を安全に、安心して提供し利活用できる社会の実現に貢献すると期待されています。

今回、NTTはAIの中でも活用が進み始めているディープラーニングの標準的なアルゴリズムについて、暗号化したまま一度も元データに戻さずに処理できる技術を世界で初めて実現しました。この技術によって、企業秘密や個人のプライバシーにかかわるさまざまな情報を活用する際、データ所有者からのデータ提供の安心感を高めることができ、データの量や種類の増加や、これに伴う精度向上・高度分析の実現につながると考えます。例えば、個人の位置情報やスケジュールを暗号化したまま、天気や企業のイベント情報などと併せて学習することで、最適な飲食店の仕入れや人員リソースの配備を予測することが考えられます。また、さらにこの技術を応用すれば、レントゲン写真、MRI、CTスキャン、顕微鏡写真などの医療データを秘匿しつつ学習し、検査結果に悪性腫瘍があるかなどを高速かつ精度良く判定することが可能になると期待されます。

■技術のポイント・特徴

秘密計算ではデータを暗号化したまま一度も元データに戻すことなく処理を行うため、その処理方法は通常の処理方法とは大きく異なります。そのため、暗号化していないデータでは簡単に処理できても秘密計算では実現が難しいという、不得手な処理がありました。秘密計算でこのような処理を行うには新しい技術や工夫が必要となります。

一般にディープラーニングの学習では、訓練データを入力として、複数の層を順番に処理して学習の途中結果を得て、その途中結果が十分に学習されたものであればそれを最終結果として出力し、そうでなければ途中結果を更新する処理（最適化処理）を行い、もう一度最初の層の処理から一連の処理を繰り返します。複数の層のうち最後の層は出力層と呼ばれ、標準的にはソフトマックス関数と呼ばれる数式を計算します。また、最適化処理ではSGD (Stochastic Gradient Descent) が原始的な手

法として知られていますが、繰り返しの回数が多いため、SGDを改善したAdamなどが主に用いられています。これらディープラーニングの標準的な学習処理で用いられるソフトマックス関数やAdamでは、割り算、指数、逆数、平方根を組み合わせた処理を行います(図)。

ディープラーニングの学習を秘密計算で行うとき、従来技術では上にあげた割り算、指数、逆数、平方根が秘密計算にとって不得手な処理なため、秘密計算でソフトマックス関数やAdamを計算することは困難でした。そのため、多くの先行研究は学習・予測のうちこれらを計算しなくても良い予測のみに絞ったものでした。また、いくつかは学習に取り組んだ先行研究もあるものの、ソフトマックス関数を非常に粗い精度で近似し、かつ最適化処理は原始的なSGDしか使用できませんでした。

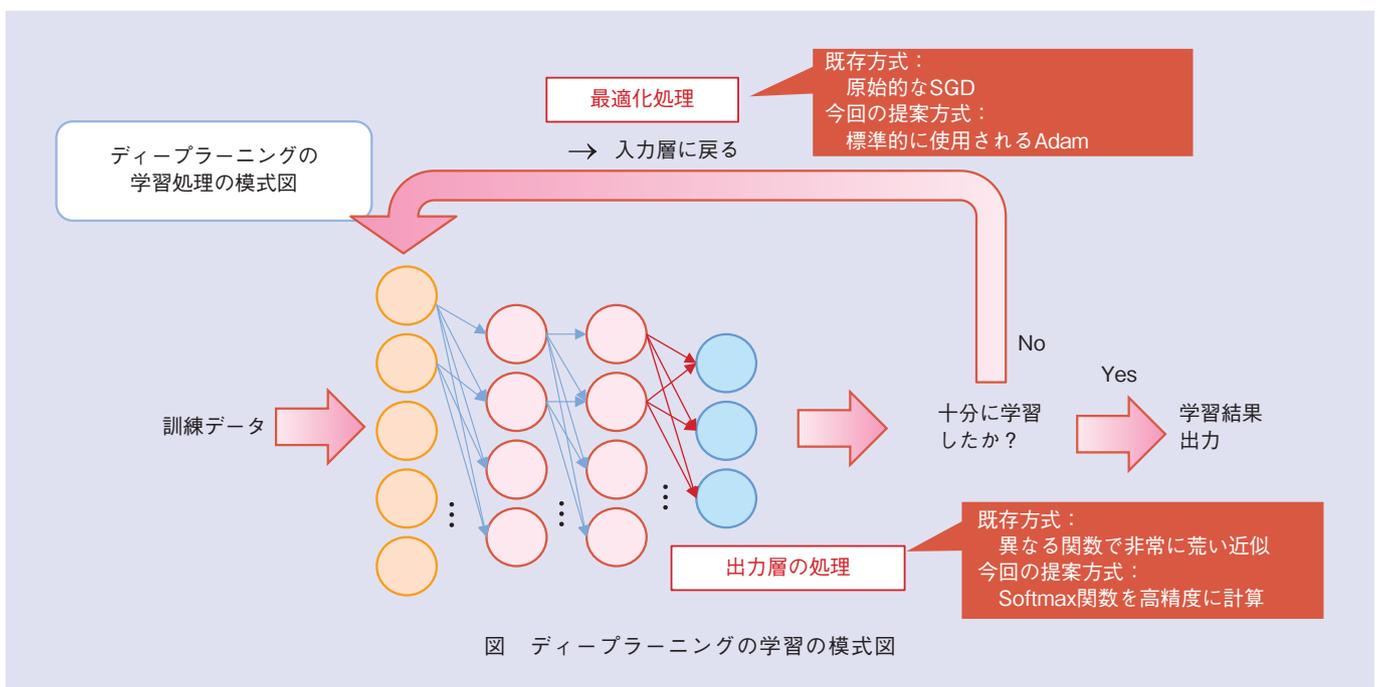
今回、NTTは従来では計算が困難であったソフトマックス関数を高速かつ精度良く計算し、さらに主要な最適化処理であるAdamを利用できる秘密計算技術を開発しました。実現方法には2つの異なるアプローチがあり、それぞれの開発を行いました。1つはソフトマックス

関数やAdamを計算するために、あらかじめ入出力の組を並べた対応表を用意し、入力と対応表を暗号化しつつ、入力に対応する出力が得られる秘匿写像と呼ばれる独自技術を利用するアプローチです。もう1つはソフトマックス関数やAdamを構成する割り算、指数、逆数、平方根それぞれについて専用の高速アルゴリズムを開発するアプローチです。

この技術を用いることで、データを暗号化したまま、標準的なディープラーニングのアルゴリズムを用いて学習することが可能となりました。例えば今回開発した割り算・指数・逆数・平方根の専用アルゴリズムを用いる行う方法では、6万件の手書き文字を判別するモデル学習において、1エポックの学習を2分程度で実行することができます。

■今後の展開

今後はAIの知見を持つパートナーと連携して実証実験等を行うことで、秘密計算を使ったディープラーニングの効果を実証していきたいと考えています。最終的には誰もが安心してデータの提供と利活用ができる環境を



提供していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTTサービスイノベーション総合研究所
企画部広報担当
TEL 046-859-2032
E-mail radnd-ml@hco.ntt.co.jp
URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1909/190902a.html>

データを暗号化したままAI分析を行う「秘密計算AI」の研究

研究者 紹介

三品 気吹

NTTセキュアプラットフォーム研究所
データセキュリティプロジェクト

私は昨年度NTTに入社し、「あらゆるデータ分析を秘密計算でもできるようにする」という野望を持ちながら、「秘密計算AI」の研究に取り組んでいます。

学生時代は生命情報科学を専門とし、ゲノム解析などに興味を持つうちに、究極の個人情報ともいわれるゲノムを安全に分析する技術として秘密計算に出会いました。もともと暗号理論は全くの専門外でしたが、「暗号化したまま計算ができるって、どういう仕組みだろう?」という好奇心や、「秘密計算でいろいろな分析をできるようにしたい!」という探求心の赴くまま、秘密計算で世界トップ技術を持つNTTの門をくぐり、現在に至ります。

秘密計算AIの研究は、無数に存在するAI手法のアルゴリズムを理解し、1つずつ秘密計算用アルゴリズムを設計・実装するという大掛かりなテーマです。通常のAIでは、すでに便利なライブラリが多数ありますが、秘密計算では四則演算など基本的な関数を組み合わせて実装しており、そこが苦勞する部分であると同時に、「私が秘密計算AIライブラリを、世界で初めてつくるんだ!」と感じるやりがいでもあります。

まだ秘密計算AIの研究は始まったばかりですが、今回のように世界初の成果を出すことができ、着々と手ごたえを感じています。誰もが秘密計算によって今よりもっと自由に、そして安心してデータ活用できる社会の実現をめざして、これからも研究に取り組んでいきます。



光ファイバ通信普及に貢献したNTT技術史料館所蔵の「VAD法光ファイバ母材製造装置」および「F-32M-1形端局中継装置」が国立科学博物館「未来技術遺産」に登録

NTTが運営する「NTT技術史料館」所蔵の「VAD (Vapor-phase Axial Deposition) 法光ファイバ母材製造装置」および「F-32M-1形端局中継装置」が、9月3日に国立科学博物館の「重要科学技術史資料 (愛称: 未来技術遺産)」に登録されました。

日本独自の光ファイバ量産製法確立に大きく貢献した「VAD法光ファイバ母材製造装置」および光ファイバを用いた伝送路にて世界で初めて商用化された中継機「F-32M-1形端局中継装置」が、日本の科学技術の発展を示す貴重な技術史資料であると評価されています。

1970年代、国内で本格的な研究開発が始まった光ファイバ通信は、実現に向けてさまざまな分野の研究開発が進められました。その中でも、今回注目されましたVAD法は光ファイバを量産するための技術で、NTT (当時 日本電信電話公社) および古河電気工業(株) (古河電気)、住友電気工業(株) (住友電気)、(株)フジクラ (当時 藤倉電線(株)) の技術を結集し考案され1977年に発表されました。VAD法により、光ファイバの基となる光ファイバ母材を安定的・効率的・経済的に製造することが可能となり、1つの母材から1000~2000 km分の光ファイバを作製できるまでに高められていきました。

また、F-32M-1形端局中継装置は、光ファイバ伝送路に初めて商用導入された中継機として、国内の光ファイバ通信網形成の基盤になるとともに、伝送方式の分野で世界をリードしていきました。どちらも光ファイバ通信時代の幕開けを示す貴重な史料といえます。

■VAD法光ファイバ母材製造装置

現在、光ファイバ通信に多く用いられている光ファイバは、光が通る中心部分のコア・外側のクラッドという2層構造となっています。VAD法とは、石英ガラスを原料として光ファイバの基となる「母材」を製造する方法の1つで、ガラスの原料ガスから生成されるガラス微粒子 (コア用・クラッド用) それぞれをバーナーで吹き付けて、2層構造を持つ円柱状の多孔質母材を作製、その多孔質母材に高温の加熱処理を施し透明化するという方法です。この母材を高熱で細く引き伸ばしたものが光ファイバとなります。

1960年代後半から通信用の伝送媒体としての実現可能性が提示されていたガラス製光ファイバについて世界で研究開発が始まる中、1970年代初頭、NTTが光ファイバ製造技術の研究を開始します。米国で考案されていたMCVD (Modified Chemical Vapor Deposition) 法・OVD (Outside Vapor Deposition) 法などに接し、NTTは古河電気、住友電気、フジクラとの共同研究体制を立ち上げ、MCVD法の改良を行う一方、量産に適した日本独自の光ファイバ製造方法の考案をめざし研究開発を行いました。

1977年には、国際会議「IOOC '77」で量産性に優れた日本独自の光ファイバ製造方法としてVAD法を発表し、高く評価されました。NTT技術史料館所蔵の実験装置「VAD法光ファイバ母材製造装置」(図1) から得られた実験データがこの発表のベースとなったことも、本装置が貴重な史料である理由の1つとされています。

1977年以降もさらなる研究開発を推し進め、VAD法を用いた光ファイバ量産工程の確立、VAD法による超低損失光ファイバの製造方法確立などを実現していきました。VAD法が持つ、光ファイバ母材の大型化・低損失化がしやすいなどの特長に加え、継続的な研究開発により、極めて伝送損失の少ない光ファイバを無接続かつ長尺で作製

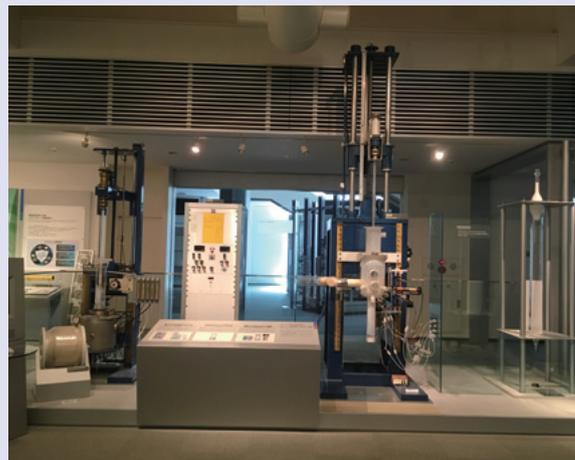


図1 VAD法光ファイバ母材製造装置

することが可能になり、光ファイバの量産化・経済化に大きく貢献しました。

2015年には、「高品質光ファイバ量産製法として用いられるVAD法（1977～1983年）」の功績が、世界規模での急速な光通信ネットワーク構築に貢献したとして、電気・電子・情報・通信の技術分野において世界的に権威のある「IEEEマイルストーン」に認定されました。今日でも、世界の光ファイバ通信を支えています。

■F-32M-1形端局中継装置

1970年代に光ファイバ通信実現に向けさまざまな分野の研究開発が行われる中、光ファイバ通信の最初の実用化

を見据え、NTTは1978～1979年に電話局間を光ファイバで結ぶ現場実験を行いました。その成功を経て1981年、世界で初めて中継用の伝送方式F-32Mで商用試験を行い、「F-32M-1形端局中継装置」（**図2**）を導入し、世界に先駆けて光ファイバケーブルを用いた中継伝送路の大容量化実現に大きく近づきました。F-32M方式は、都市の電話局間の中継線や比較的短い距離の市外回線に用いられ、県内中継伝送など中距離には同年に商用化されたF-100M方式が用いられました。伝送方式の分野で日本が世界をリードしてきたことを示すとともに、光ファイバ通信網形成の始まりを伝える貴重な史料の1つです。

1983年には伝送容量・中継距離を大幅に伸ばしたF-400M方式が商用開始となり、1985年には旭川－鹿児島間約3400 kmの日本縦貫回線が完成しました。その後も光ファイバ通信に関する研究開発・技術革新を経て、さらなる伝送容量の拡大やFTTH（Fiber To The Home）に代表される加入者系の光化推進につながることとなります。

■NTT技術史料館について

NTT技術史料館は、日本の通信事業のルーツから日本電信電話公社発足以降の半世紀を中心に、NTTグループの電気通信に関する研究・技術開発の歴史的資産を集大成した施設です。見学も可能です。1500点以上のうち、以下の技術史料が「未来技術遺産」に登録されています。

NTT技術史料館ホームページ <http://www.hct.ecl.ntt.co.jp/>

2010年度登録	内航船舶無線電話装置 NS-1号 JAA-333 ワイヤレステレホン（大阪万博の携帯電話） 自動車電話 TZ803A
2011年度登録	マイクロ波 4 GHz帯用進行波管 4W75A ポケットベル B型 RC11 2点
2012年度登録	D10形自動交換機
2014年度登録	ポケットベル送信装置（TC-11形送信装置、TC-15形送信装置、CE-15形A符号化装置）
2016年度登録	D60形デジタル交換機
2017年度登録	C400形クロスバ交換機
2018年度登録	磁石式手動交換機

◆問い合わせ先

NTT情報ネットワーク総合研究所
 企画部 広報担当
 TEL 0422-59-3663
 E-mail inlg-pr-pb-ml@hco.ntt.co.jp
 URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1909/190903a.html>

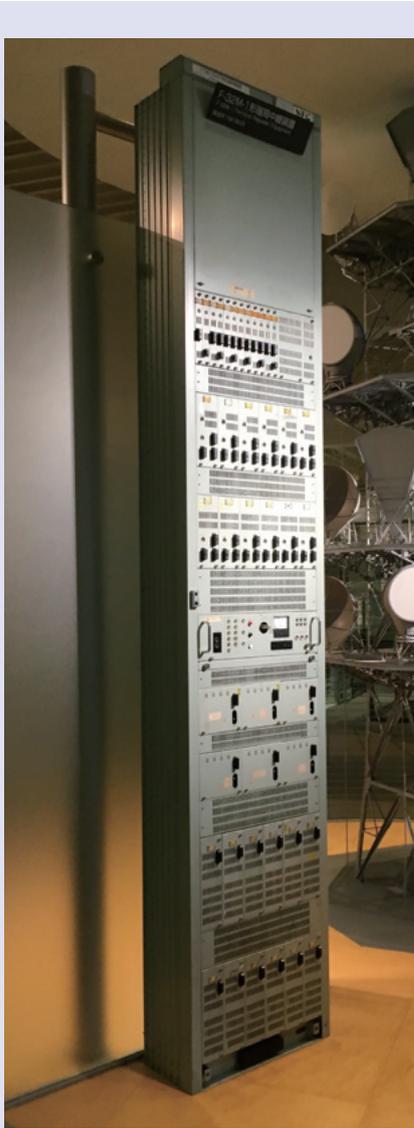


図2 F-32M-1形端局中継装置