

NTT

技術ジャーナル

NTT R&Dフォーラム2019 基調講演/特別セッション

Umwelt **IOWN** Orbital angular momentum
Multiple-input and Multiple-output
All-photonics network

Self-evolving **Photonics-electronics convergence**
Digital twin computing
Coherent optical subassembly **Cyber world**

Digital to natural **Cognitive foundation**
Optical metasurfaces **Heart-warming elderly care**

Smart agriculture **Smart world** **Cradio** **Beyond the Internet**
Electronics to photonics

■グループ企業探訪

NTTコム マーケティング
ドコモ・サポート

■from NTT東日本

IoTを活用した通信ビルのスマート化——設備保全業務のデジタルトランスフォーメーション推進

■from NTTコムウェア

プロセスマイニングの活用による新たな業務改善の取り組み

1 2020
Vol.32 No.1

特集

NTT R&Dフォーラム2019 基調講演



IOWNの時代へ

澤田 純 NTT代表取締役社長 4



What's IOWN? - Change the World

川添 雄彦 NTT取締役 研究企画部門長 9

特集

NTT R&Dフォーラム2019 特別セッション

ヒトと社会のデジタル化世界 —デジタルツインコンピューティング—	17
2030 (Beyond2020) を見据えた革新的ネットワーク	22
オールフォトニクス・ネットワークを支える基礎技術	26
Upgrade Reality~Reality in IOWN Concept~	30

特集

IOWN構想実現に向けた取り組み

IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想実現に向けた取り組み	34
--	----

from ★NTT DOCOMO テクニカル・ジャーナル

音声とタッチに対応したインタラクティブな多言語AI案内板 「おしゃべり案内板」の開発	38
---	----

挑戦する研究者たち



小林 哲生 NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上席特別研究員
人生、何一つ無駄なことはない。
すべての人が生き生きと暮らせる社会を築きたい…………… 48

グループ企業探訪



NTTコム マーケティング株式会社…………… 52
NTT Comを中堅企業層向け営業で支えるグループ企業



ドコモ・サポート株式会社…………… 56
NTTドコモの五感としてお客さまと向き合い、
時代やニーズの変化と共に新たな価値を創出

from◆NTT東日本

IoTを活用した通信ビルのスマート化
——設備保全業務のデジタルトランスフォーメーション推進…………… 64

from◆NTTコムウェア

プロセスマイニングの活用による新たな業務改善の取り組み…………… 60

Event Reports

「NTT R&Dフォーラム2019」開催報告…………… 67

グローバルスタンダード最前線

■W3C TPAC2019@FUKUOKAでの活動…………… 72

テクニカルソリューション

■VPNサービスにおける通信状況の見える化…………… 75

Focus on the News…………… 78

NEWS…………… 81

特許紹介…………… 82

イベント…………… 85

読者の声…………… 86

2月号予定

編集後記

本誌掲載内容についてのご意見、ご要望、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
TEL (03) 3288-0608
FAX (03) 3288-0615
E-mail jimukyoku2008@tta.or.jp

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
ブックセンター
TEL (03) 3288-0611
FAX (03) 3288-0615
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 2020

●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

IOWNの時代へ

さわだ じゅん
澤田 純

NTT代表取締役社長



本稿では、2019年にNTTグループが公表した「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想」について紹介します。本記事は、2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」での、澤田純NTT代表取締役社長の講演を基に構成したものです。

歴史にみる日本の特徴

今回の講演ではIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) という、新しい情報通信基盤について話をします。この新しい構想を紹介するにあたり、まずは歴史を振り返りたいと思います。また、今日は海外の方もたくさん来ておりますので、日本がどのような国かということも理解いただきたく、3世紀にまでさかのぼって説明します。

■古代（3世紀頃）の日本

図1は中国の三国時代の魏志倭人伝に出てくる日本の紹介部分です。当時日本は倭と呼ばれており、「倭は真珠、青玉を産出し、倭の山では丹が採れる」という記載があります。真珠はパール、青玉はサファイアです。サファイアは富山と奈良でよく採れたといわ

れています。丹は硫化水銀のことで朱(しゆ)とも言い、猛毒ですが防腐剤に使用したり、当時はいろいろな薬剤、塗料に用いられたりしていました。硫化水銀については、奈良の産出量が多かったのですが、大分や徳島などでも採れています。このように中国の歴史

書から日本が豊かな資源産出国であったことがうかがえます。

■江戸時代（17～19世紀）の日本
時代は17世紀、日本は鎖国をしていましたが、実はオランダを通じてかなり貿易を行っていました。例えば、オランダの画家であるフェルメールが描

魏志倭人伝（東夷伝倭人条）によると当時の日本は豊かな資源国

出真珠 (しんじゆ)	青玉 (せいぎよく)	其山有丹 (に)
パール	サファイア	水銀(硫化水銀)

出典：魏志倭人伝と色料 (https://www.jstage.jst.go.jp/article/shikizai1937/75/7/75_330/_pdf) より作成

図1 古代（3世紀頃）の日本

いた絵の中で、地理学者や天文学者がヤボンスロックと呼ばれる着物を着ています。着物は欧州で非常に珍重されたといわれています⁽¹⁾。

また、世界の流通の主流であった銀の3割が日本産だったことが現在までの研究で分かっています。産出量が多かったのは南米のポトシ銀山で、そこをスペインが植民地としていたことから、オランダは長崎の出島を通じて日本からかなりの量の銀を輸入していました。

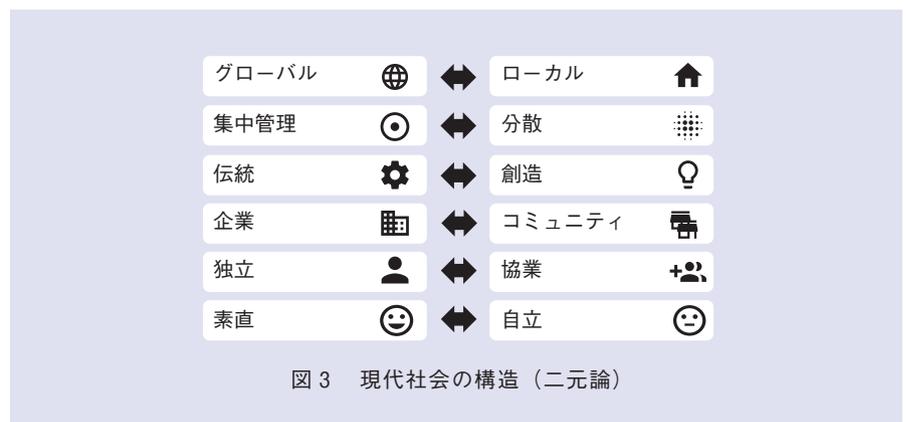
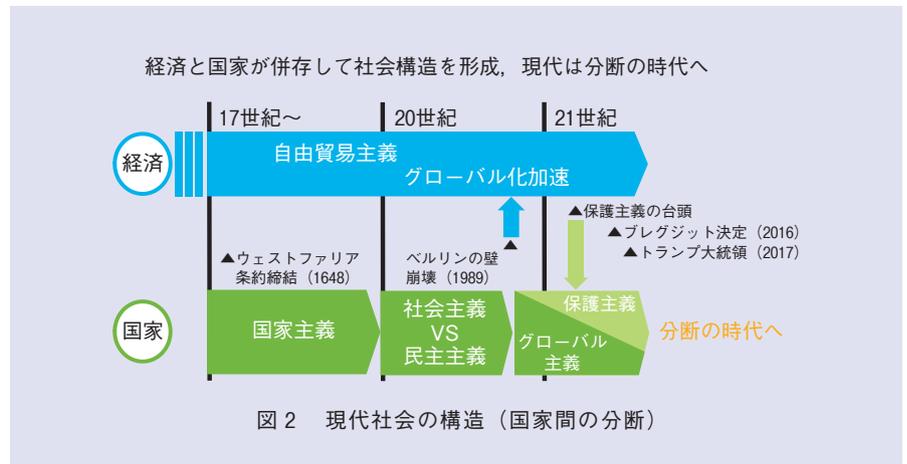
さらに、網野善彦先生の『「日本」とは何か』によると、百姓（ひゃくせい）の4割は農民以外の多様な職人が占めており、彼らの優れた技術によってつくられた工芸品などが欧州に向けて輸出されていたようです。

こうした江戸社会を産業革命時代の欧州社会と比較してみます。産業革命はエネルギー革命であり、ロンドンでは労働を節約して、資本を集約しながらエネルギーを投下して経済成長を図っていました。一方、江戸は労働を集約し、資本を節約することで、下水道の完備など循環型のエコな構造を持つ、人口100万人の都市となりました。両者を対比すると正反対の構造となっていることがよく分かります。

これまで歴史を振り返ってきましたが、日本は、「豊かな資源産出国であった」「輸出を通じ、世界に影響を与えてきた」「江戸は有数のエコ大都市（100万人）であった」とまとめることができます。

■現代社会の構造

現代社会の構造を経済と国家という観点でみてみます（図2）。経済の観点では、前述の銀や着物の例にあるように、我々が認識する前から自由貿易が存在していました。国家レベルでは、ウェストファリア条約以降、国家とい



う概念が生まれ、その後社会主義と民主主義の対立などを経て、現在では米中貿易戦争など保護主義の台頭による国家間の分断が拡大しています。加えて、ビッグデータなどによる情報の氾濫とAI（人工知能）などを活用した情報フィルタリングにより、個人の嗜好に偏った情報ばかりがもたらされることで、個人間の分断も顕在化しているように思います。

次に、現代社会を二元論的にとらえると、「グローバル対ローカル」「集中対分散」など、いろいろな対比概念が存在しています（図3）。情報通信産業において、通信はアナログの世界からデジタル化により大きく社会を変えていきました。それはサービスやいろいろな情報を統合していく流れでした。近年エッジという概念が出現した

ことで、統合しながら分散もする状況が生まれてきています。コンピュータもメインフレームからダウンサイジングして分散に至りましたが、クラウドによって再度集中になり、エッジによりまた分散となります。つまり現在は、集中と分散が同時に存在している状態ではないかと考えます。

これまでは集中か分散かというような課題設定が多かったように思いますが、現代においては、このような二律背反する概念に対し、矛盾を許容しつつも双方をつなぐことでパラコンシテントな世界を実現し、多様な価値観を認め合う社会を築くことが求められているのではないのでしょうか（図4）。具体的には、欧州社会の経済拡大と江戸社会の循環型社会のそれぞれの特徴を両立させることで、持続可能な成長

を実現できないかと思っており、そのために新たなイノベーションが必要となると考えています (図5)。

■エレクトロニクスからフォトニクスへ

近年、欧州の猛暑や日本の台風など、異常気象が日本だけではなく世界で多発しています。これは温暖化によるものといわれていますが、持続可能な成長を実現するためには技術的な課題があると考えています。まず、IoT (Internet of Things), ビッグデータ, AIなどの活用が進み、大量のデータ処理に伴って消費電力がますます増大する傾向にあります。加えて、ムーアの法則の限界といわれる半導体進化の終焉も取りざたされています。こうした課題の解決に向けて、NTTは従来の電

子技術による信号処理から、光技術をチップ内に導入する光電融合型の処理に関する研究に取り組んでおり、2019年4月に世界最小の消費エネルギーで動く光トランジスタについて発表しました。

また、インテル、ソニー、NTTの3社がパイオニアとなって、光電融合技術を活用したフォトニクス関連の研究開発を推進する国際的な取り組みとして「IOWN Global Forum」を米国で設立することを公表しました。

光電融合技術を活用した光半導体はIOWNの基本となるものであり、その活用により端末やデバイス、ネットワークが支えるアプリケーションの能力を拡大していきたいと考えています。

What's IOWN?

IOWNはネットワークから端末まですべてにフォトニクスの技術を導入した「オールフォトニクス・ネットワーク (APN)」, 実世界とデジタル世界の掛け合わせによる未来予測等を実現する「デジタルツインコンピューティング (DTC)」, あらゆるものをつないで制御を実現する「コグニティブ・ファウンデーション (CF)」の3つの要素で構成されます。

■オールフォトニクス・ネットワーク (APN)

現在のネットワークは、ルータなどを介して光信号と電気信号の変換を行う必要がありますが、APNでは、光ファイバから伝送装置・半導体、ネットワークから端末までのすべてにフォトニクススペースの技術を導入することにより、低消費電力、高品質・大容量、低遅延をめざします (図6)。

IOWNにおける無線技術については、伝送容量の大容量化をめざし、議論を始めています。また、JAXAとの共同研究を発表し、低軌道衛星と地上局間通信の大容量化に向けた衛星MIMO (Multiple-Input and Multiple-Output) 技術の適用など、宇宙空間の利用拡大に向けた取り組みを開始したところです。さらに、ユーザにとって最適な無線周波数を動的に割り当てる無線接続技術の開発も進めていきたいと考えています。

APNの実現で光伝送可能な範囲がエンドーエンドに拡大することによって、量子もつれ状態の伝送による量子通信が可能となり、盗聴不可能な量子暗号を実現する基盤を構築していきたいと思っています。

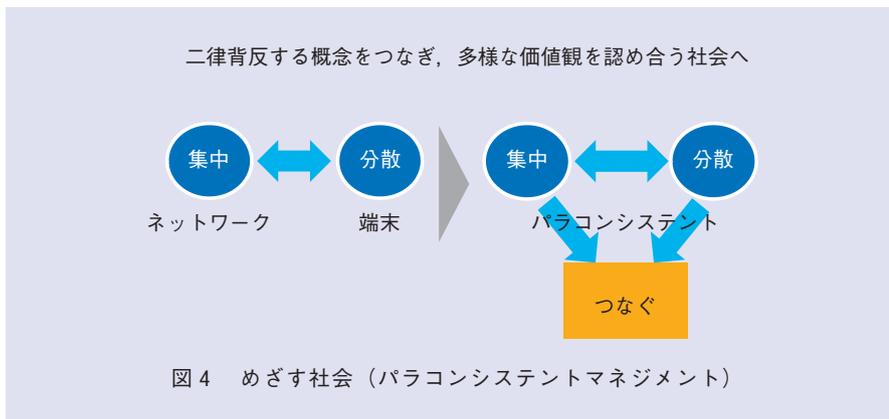


図4 めざす社会 (パラコンシステントマネジメント)

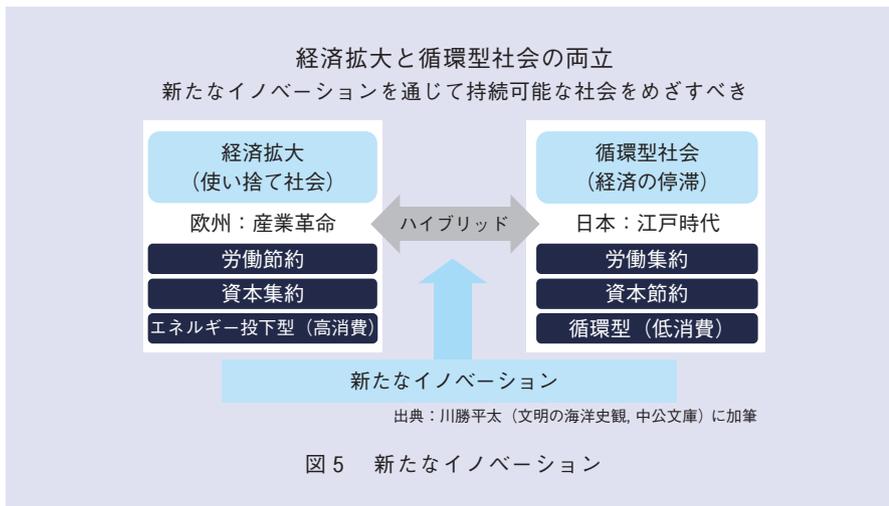


図5 新たなイノベーション

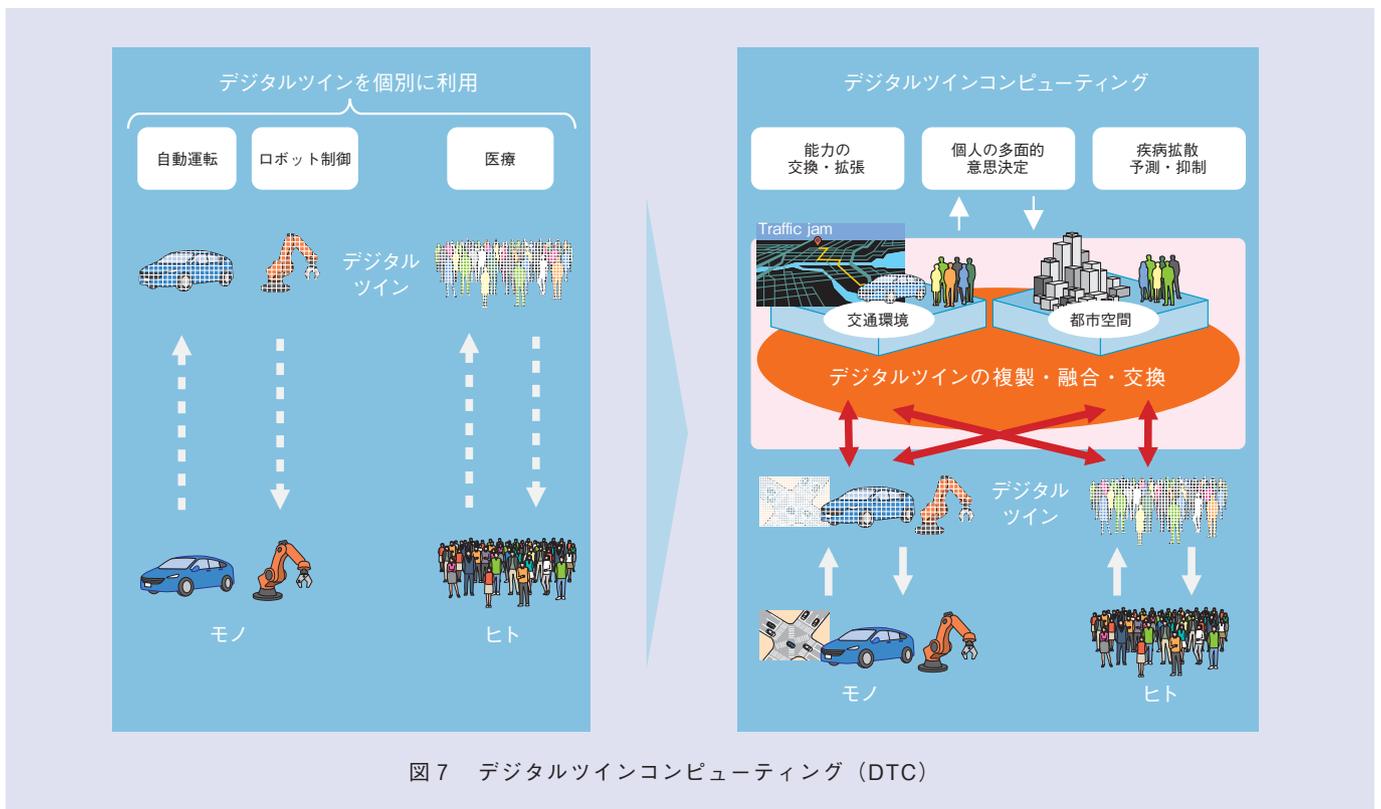
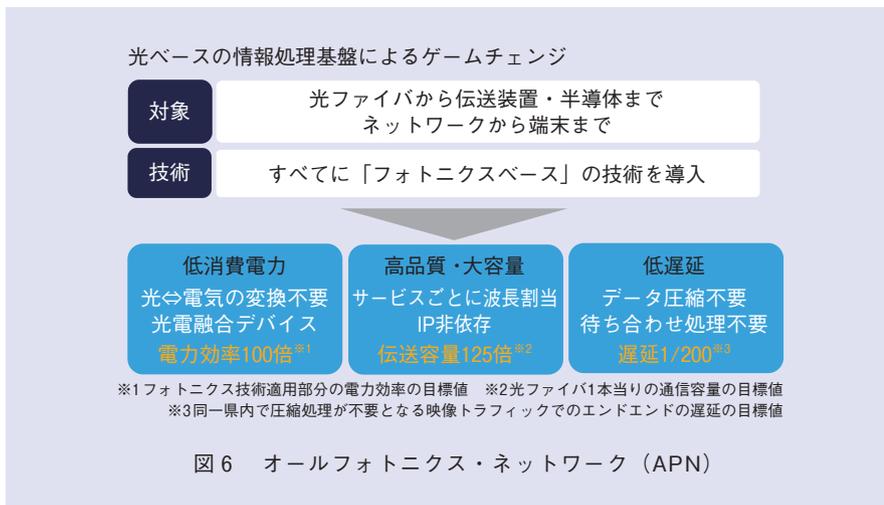
■デジタルツインコンピューティング (DTC)

デジタルツインは、現実世界を構成するモノやヒトなどをサイバー空間上に正確に表現し、予測を行ったり最適な提案をしったりする概念です (図7)。

IOWNのDTCはこれまでのデジタルツインの概念を発展させたもので、多様なデジタルツインを掛け合わせる

ことによって、実世界の再現を超えた新たな世界が実現できるのではないかととらえています。感情や価値観など人の内面までもデジタル化したデジタルツインの複製・融合・交換によって、サイバー空間内に新たな世界を構築し、その世界におけるシミュレーション結果を実世界にフィードバックすることが可能となるでしょう。

一方、DTCの実現に向けては、デジタルツインの構造・表現、実世界とのインタラクション、デジタルツインによる高精度な未来予測、新たな世界観の構築 (社会科学的な考察) などを具体的にどうしていくかという課題が顕在化してきます。課題の中には、技術論だけでは対応できない、人間が考えていく社会科学的な問題なども含まれてくると思います。そこで、京都大学の出口康夫教授を中心としたグループと共創プロジェクトを開始しました。このプロジェクトでは、東洋的自己観の哲学を基にリアル・デジタルの新たな視点として、「包摂的なパラレルワールド観」を検討していきます。具体的には、デジタル技術によって生まれる世界を現実世界と並行的かつ包摂的にとらえ、その世界での人の生きがいや倫理、社会制度について研究していく考えです。



■コグニティブ・ファウンデーション (CF)

CFは、ユーザのICTリソースを含めた構築・設定および管理・運用を一元的に実施することができる仕組みです(図8)。CFによって、マルチドメイン、マルチレイヤ、マルチサービス/ベンダ環境における迅速なICTリソースの配備とICTリソース構成の最適化を実現することができます。また、CFは今後、完全自動化、そして自律的・自己進化型のオペレーションへと進化していきます。

現状版のCFはすでにラスベガス市で商用導入されています。これはデルテクノロジーズと共同開発をし、VM Wareの仮想化ソフトウェアをベースに、UBiqubeのソフトウェアを実装したNTTコムウェアのオーケストレーション機能を活用しています。これによって、さまざまなシステムから形式にとらわれることなくデータを収集して、そこからリアクティブな対応とプロアクティブな予測を実現するソリューションを同市に提供しており、今後もさらに拡張していきたいと思っています。

■IOWN構想のロードマップ

IOWNは最終的には10年以上を見据えた議論になりますが、3つの構成要素のロードマップについてそれぞれ説明します。APNについては、ここ数年の間に光電融合技術を組み込んだデバイスとして、光送受信機の小型化から始めて、中期的にチップ間光伝送の実現をはかり、長期的にはチップ内光伝送の実現をめざしていきます。また、サービスごとに波長を割り当てる技術の確立、衛星通信の高速化なども中期的に実現していきます。

DTCでは、短期的に即時的な相互作用を実現するゼロレイテンシメディ

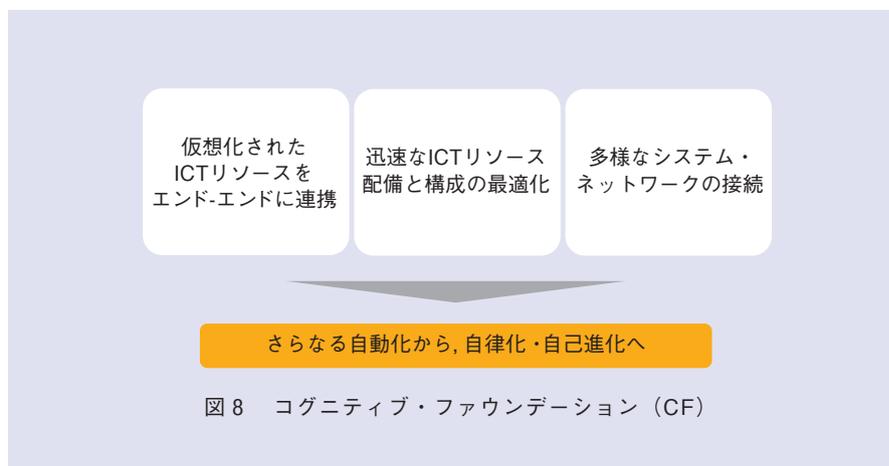


図8 コグニティブ・ファウンデーション (CF)

ア技術を確立し、その後社会科学的な考察をベースにした新たな世界観の構築やヒトのデジタルツイン化(ヒトの内面モデル化)、そして最終的にはそれらを踏まえて仮想社会を駆動するための超高速未来予測技術の実現をめざしています。

CFについては、ディープラーニングに基づく異常検知といった単体システムでの予知保全のレベルから、マルチ無線制御技術による最適な無線接続、複数システムの自動運用、最終的には協調的自律制御技術を活用した自律化への進化を図っていきたいと思っています。

こうした技術開発と並行して5G(第5世代移動通信システム)も高度化していく中で、無線アクセス区間ではORAN(Open Radio Access Network)による検討で基地局のソフトウェア化が進んでいくでしょう。また、コアネットワークでは、TIP(Telecom Infra Project)などにより、ハードウェアのホワイトボックス化が推進されるのではないかと考えています。

先ほどお話しした、「IOWN Global Forum」は、設立メンバーのインテル、ソニー、NTTを中心として、現在Orange、ベライゾン、マイクロソフト、中華電信など65社が参加を検討して

います。本フォーラムでは今後も多くの方からの応募を期待していますが、技術分野だけではなく、人文・社会科学的な知見のある方にも入っていただき、新しい世界と一緒に検討していきたいと考えています。

おわりに

今回のNTT R&DフォーラムではIOWNというキーワードで展示などを紹介していますが、IOWNは進化の途中にあり、時間軸の中でもその都度変化してくる可能性があります。現在、NTTはSmart Worldの実現を支援するビジネスモデル「B2B2X」を推進していますが、主体はセンターBのお客さまで、NTTはイネーブラー(触媒、支援者)としてお客さまの変革をサポートしていきます。Smart Worldの実現に向けた取り組みも強化しながら、将来の新しい基盤の開発も同時に行っていきたいと考えています。

■参考文献

- (1) 田中：“誰も語らなかった フェルメールと日本。” 勉誠出版, 2019.

What's IOWN? - Change the World

かわぞえ かつひこ
川添 雄彦

NTT取締役 研究企画部門長

本記事では2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」での、川添雄彦NTT取締役 研究企画部門長の講演を基に、NTT R&Dの最新の取り組みを紹介します。



多様な価値観と環世界

本日の講演題目はWhat's IOWN? - Change the worldであります。昨年は「世界をスマートに、技術をナチュラルに」と題してお話をさせていただきましたが、今年はその具体的な実行内容を紹介したいと思います。それはIOWN (Innovative Optical and Wireless Network)。私からはまずはじめにIOWNの意義について少し違った視点からご説明します。

■生物に学ぶイノベーション

突然ですが、今私は、都会の喧騒を離れ、自然豊かな緑美しい野原へとやってきました。一面に咲き誇る美しい花々、目をつむるとさまざまな花の香りまでも感じられます。もう少し近寄ってみましょう。この黄色い花をご覧ください。きれいな花ですね (図1

(a)。では、こちらの画像はどうでしょう (図1 (b))。これは、ノルウェーの科学者ビョルン・ロスレット氏が別の生物の目を想定して撮影した同じ花の画像です。先ほどの人間が見ている黄色い花が、その生物にはこの写真のようになっています。

それはミツバチです。ミツバチは人が見ることができない、紫外線を見る

ことができます。人の眼には黄色く見える花でも紫外線で見ると花びらの中央、花粉や蜜のある場所が良く分かるようになっていきます。ミツバチにとっては花が美しく見えることが価値ではありません。どこに行けば蜜や花粉を集めることができるのか、それがミツバチにとっての価値なのです。

今度は海の中に潜ってみましょう。



図1 ミツバチの見る花の世界

あの物陰に何かいますね。よく見るとシャコのようなです。シャコは、生物界最強の視覚システムを持つともいわれていますが、なんと12色を検知する受容体を持っています。人が、赤青緑の3種類の受容体と脳による処理でさまざまな中間色を見分けているのに対し、シャコは12色の受容体と最低限の情報処理によって、非常に速い反応速度で知覚を行っています(図2)。水中で動く獲物を素早く捕らえるための反応速度、それがシャコにとっての価値なのです。蜂の例では、人間には見えないものが見えるところがポイントでしたが、このシャコの例では情報をダイレクトに処理するメカニズムが注目ポイントです。

生物に学ぶイノベーションは古く、生物模倣技術として注目されてきました。例えばジェット機や列車のデザインなどはそれにあたりますが、それをもう一步先に進めたいと思います。すなわち、さまざまな生物はそれぞれ、種特有の知覚世界を持って生きており、その主体として行動しています。そういった考え方をドイツの生物学者ヤーコプ・フォン・ユクスキュル博士は、環世界、ドイツ語を用いてUmwelt(ウンヴェルト)と命名しました。つまり、見る者によって、物の見え方は

さまざまで、それぞれの価値観に応じて、伝えるべき情報も処理の仕方も変わってくることを意味しています。

■多様な価値観をとらえる技術

多様な価値観、実は最近のスマートフォンの進展にもみることができます。例えば、焦点距離や露出の異なる複数のカメラセンサが搭載され、ユーザのニーズに合ったベストショットを撮ることができるような技術も採用されています。

今回展示をしている中にも、ナノスケールの微細構造を持たせることで、光のさまざまな波長、偏光、そして位相を、自在に操る光メタサーフェスという基礎研究があります。まさに、先ほどの蜂の眼のセンサをつくることのできるのではないかと期待している研究です。

このように、世界を多様な価値観が広がるものととらえて、従来は価値を見出されずに取得されていなかったさまざまな情報を活用することができれば、これまで想像もできなかった価値を生み出すことができるのではないのでしょうか。コネクティッドカーの例でいえば、「この道路は安全に走行できるか」を瞬時に、そして正確に確認できることが価値になります。すなわち、4Kや8Kで道路を高精細に綺麗に撮る

よりも、道路が凍結していないか障害物がないかなど、さまざまな安全性を判断できる情報を網羅して撮ることが重要となります。

IOWN

■IOWNがめざすもの

これまで情報通信技術は、主にデジタル信号処理による高速化大容量化高効率化に向けて進歩してきました。例えばインターネットは、共通プロトコルに従い、ベストエフォートで安価なネットワークを提供することで多くのサービスやビジネスに役立ってきました。しかし、さまざまな価値観に同時にこたえられるように技術を進展していくためには、新たな技術領域に突入していくことが必要と考えます。ミツバチの環世界、シャコの環世界は、いずれもこの世界に実際に存在するものですが、今のIPの世界、デジタルの世界では欠落してしまっているものです。さまざまな価値観に応じた情報を余すことなく伝え、そして処理することで、人々に「ナチュラル」に価値を享受していただく。これがIOWNによる新たなイノベーションです(図3)。

そのためにIOWNがめざすのは、今まで以上に膨大な情報処理を支え、従来技術の限界、主には消費電力の壁を超える変革をもたらす、革新的な情報処理基盤です。皆さんは最近、インターネットがすべての前提になっていると感じませんか。例えばIoT(Internet of Things)も、必ずしもインターネットにつながる必要はないのに、皆IoTになっています。インターネットでなければならないという、ある意味、数の論理になっているところを、価値の論理に変えていく。勇気を振り絞って、その世界に踏み出していきたい。それ

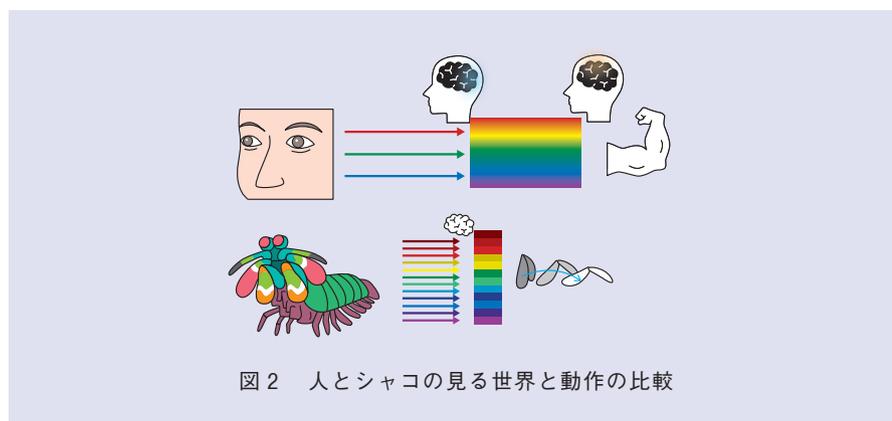


図2 人とシャコの見る世界と動作の比較

がIOWNなのです。そのためのDigital to Naturalの変革、そして、もう1つ重要なものが技術の制約の壁を越えるためのElectronics to Photonicsの変革です。この2つの変革により、究極の安心・安全と信頼の提供、環境に優しい持続的な成長、多様性に寛容な個と全体の最適化をめざします。

■IOWN Global Forum

NTT、インテルコーポレーション（インテル）、ソニー株式会社（ソニー）の3社は、IOWNの研究開発を世界中のパートナーと連携し推進するため、新たな業界フォーラムであるIOWN Global Forumの設立を2019年10月31日に発表しました。本講演の中では、インテル、ソニーの両社からこのプロジェクトを牽引するリーダーとして、それぞれAsha Keddy氏、服部雅之氏にご登壇いただき、IOWNに期待する想いを語っていただきました。

■IOWNの構成要素

IOWNは次の3つの要素から構成されます。

- ・オールフォトニクス・ネットワーク、これは情報処理基盤のポテンシャルの大幅な向上のために。
- ・デジタルツインコンピューティング、これはサービス、アプリケーションの新しい世界のために。
- ・コグニティブ・ファウンデーション、これはすべてのICTリソースを最適に調和させるために。

この3つの要素について詳しく紹介したいと思います。そしてIOWNのW、無線については最後にまとめて説明します。

オールフォトニクス・ネットワーク

1番目はオールフォトニクス・ネットワークです。これは、電気をすべて

光に置き換えるという意味ではなく、あらゆる場所で光を利用するということです。

■光電融合技術

光の技術は、まずは長距離の情報伝送から使われ始めました。日本が世界に冠たるブロードバンド、FTTHの普及国となったのもNTTの光技術が貢献しています。一方で、CPUなどの情報処理はCMOS（Complementary Metal Oxide Semiconductor）という電子の技術でつくられています。

IOWNでは、ネットワークだけでなく端末やサーバなど半導体の内部に至るまで、すべてに光の技術、つまりフォトニクススペースの技術の導入拡大を図ります。その根本となるのが光と電気の処理を1つのチップ上で動作可能とする光電融合技術です。実は、ネット

ワークのインターフェース部分では、すでにこの光電融合の技術が使われ始めています。COISA（コサ：Coherent Optical Subassembly）と言いますが、シリコンフォトニクスという技術を用いて、シリコンチップ上に小型の光送受信デバイス、光と電気の変換機能を実現しています。図4の左の写真は光電融合技術を用いていない初期の40 Gbit/s光伝送装置ですが右側のCOISA技術と比べると、その差は歴然です⁽¹⁾。

これをさらに情報処理部分に適用します（図5）。はじめは、チップのすぐ近くまで光の機能を近づける、コパッケージ実装、そしてチップ間の通信も光化していきます。将来IOWNでは、右端の図のように、CMOSのチップの上層に光の入出力機能を直接実装し、光の処理と電気の処理を融合した

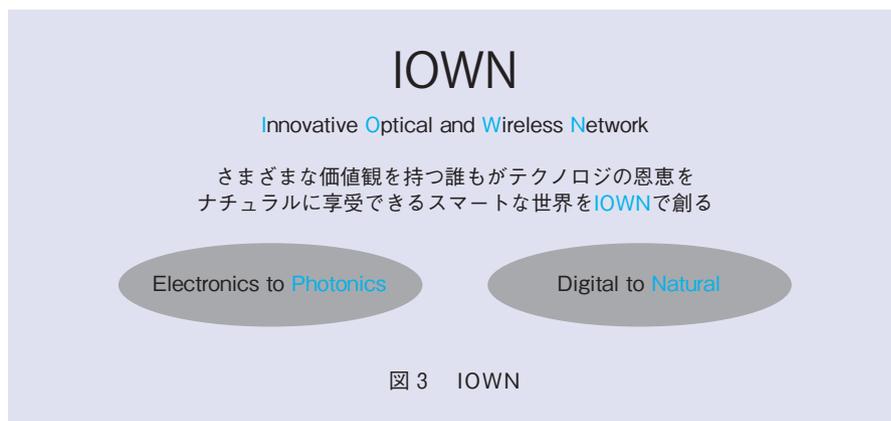


図3 IOWN

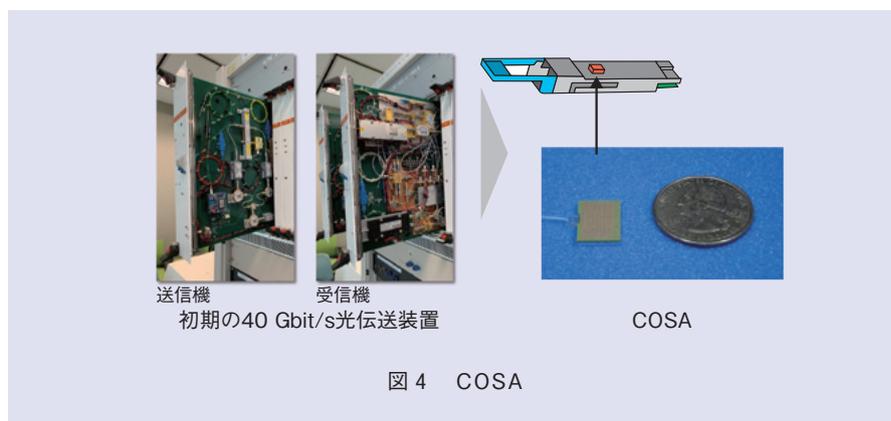


図4 COISA

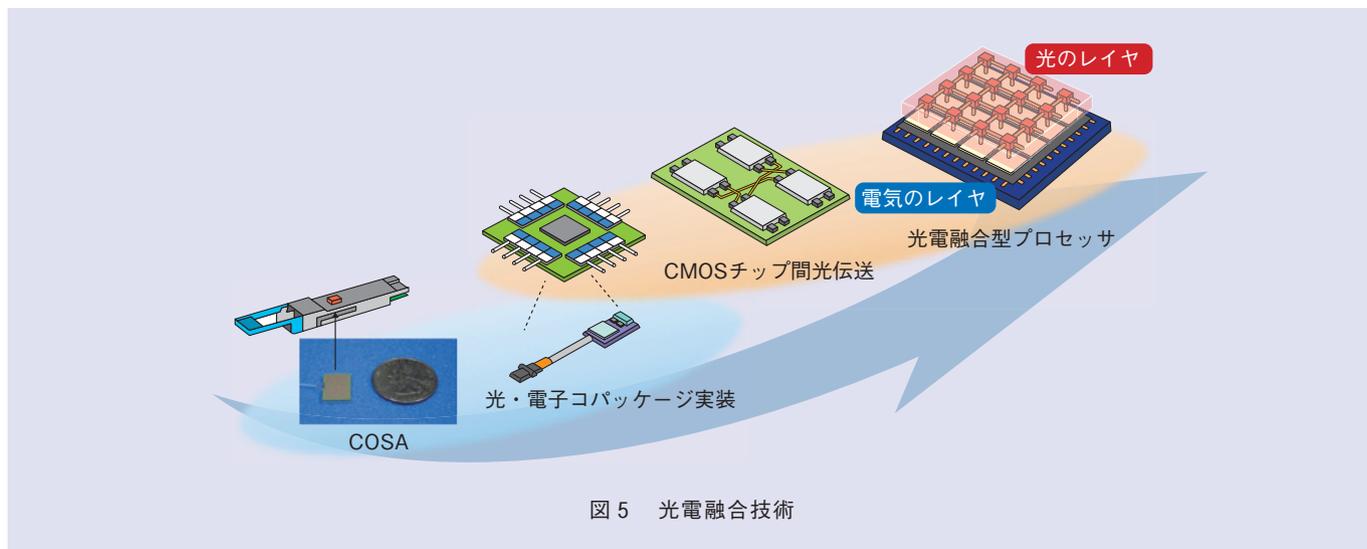


図5 光電融合技術

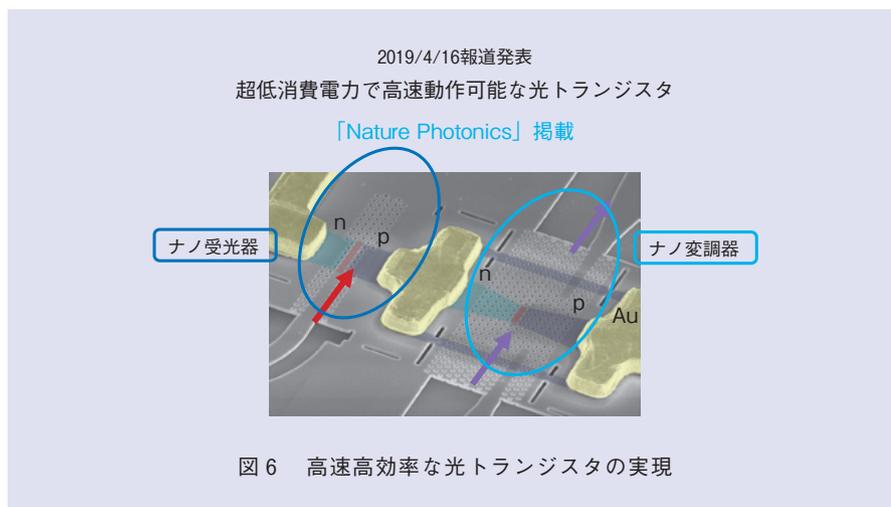


図6 高速高効率な光トランジスタの実現

光電融合型プロセッサの実現により大幅な低消費電力化をめざします。

NTTでは、超低消費電力で高速動作可能な光電融合型の光トランジスタを世界に先駆けて実現しました(図6)。今年4月、英国科学誌「Nature Photonics」にその論文が掲載されました。この発明により、消費エネルギーは従来の光電融合技術と比べて約2桁削減されます。この世界最小エネルギーで動作する光トランジスタの発明がIOWN構想の源です。

■ オールフォトニクス・ネットワークの価値

オールフォトニクス・ネットワークでは、波長ごとに機能・サービスを割り当てることも考えられます。例えば自動運転や遠隔手術など、クリティカルなサービスを考えてみましょう。ベストエフォートのインターネット回線では安全性の不安を払拭することは難しいと思います。IOWNはサービスに応じて、場合によってはIPパケットへの変換すらせず、大容量の波長で、帯域保証された超低遅延な機能別の専用ネットワークを提供することが可能

となります。まさに、先ほどのシャコが、12種類の受容体によってわずかな情報処理で高速な反応速度を実現しているかのようにです。

光ネットワークがあるとほかにどのようなことができると思いますか。現在、NTTでは、東京大学 香取秀俊教授と連携し、教授の発明した光格子時計をNTTの光ネットワークでつなぐ共同研究を進めています。光格子時計というのは、従来のセシウムを用いた原子時計の1000倍以上も高い、 10^{-18} 秒という精度で時間を測ることができる時計です。300億年たっても1秒も狂わないという高い精度です。こんな時計は、いったい何に使えるのでしょうか。例えば皆さん、富士山山頂と東京湾2カ所の時間の進み方は同じだと思いますか？ 実は、アインシュタインの一般相対性理論では高度が高くなると時間の進み方が早くなります。2カ所の光格子時計を光ネットワークでつなぎ比較することで標高差をセンチメートル精度でリアルタイムにセンシングすることも可能になります。これにより例えば火山活動や地殻変動を観測し、安心・安全のための情報提

供やインフラ管理に役立てることが可能になると考えています。

デジタルツインコンピューティング

次にデジタルツインコンピューティングについて説明します。そのポイントは大きく2つ。冒頭に説明した環世界、さまざまな価値観に基づく、世界のすべてをとらえた大規模で多様なサイバー世界の創生と、そこに幸福に生きるための自己観です。

■世界のすべてをとらえるサイバー世界

現在、さまざまな産業領域においてデジタルツイン技術が注目されています。しかし、ほとんどがサイバー世界に単一環世界をとらえた単純コピーです。しかし、この世の中には先ほどの蜂やシャコの環世界の例でもご覧いただいたように、人にはとらえられないさまざまな情報が満ち溢れています。人類は技術革新によって、私たちの環世界からあらゆる環世界にアプローチすることができるようになります。現実世界のすべてをとらえサイバー世界に写し取り、そこから人類がこれまで手にしたことがない新たな価値を創造することをめざします(図7)。

■幸福に生きるための自己観

しかし、ここには技術では解決できない課題があると、私たちは考えています。それは倫理の問題です。人々の生活がリアルだけでなく、サイバー世界にまで大きく広がっていったときに、従来の価値観では計れない新たな価値観や倫理観、道徳といった課題が出てくるのではないかと考えています。今でもすでに、インターネットの掲示板で匿名であるがゆえに倫理感のない発言が許されてしまう現状や、TVゲームなどの世界では簡単に相手

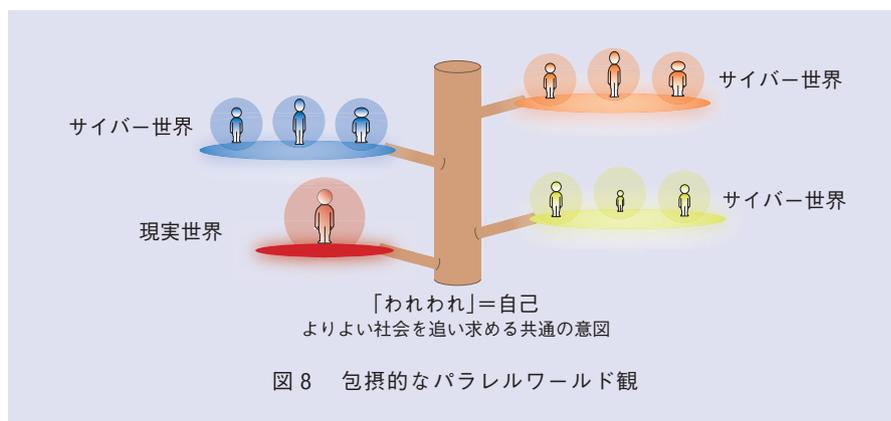
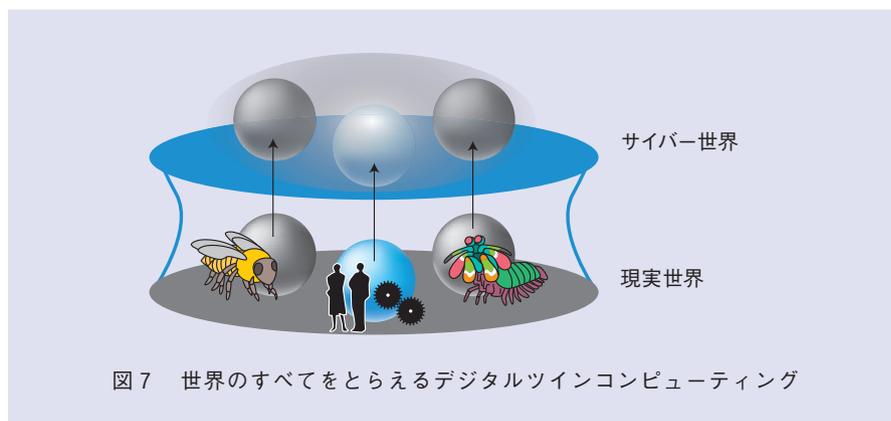
のキャラクターの命を奪うようなこともできているわけですが、人々の生活がサイバー世界でも広く行われ、生活の一部となったときに、倫理の問題は今のままで良いのでしょうか。

ここで、澤田が紹介した京都大学出口康夫教授との共同研究を説明します。哲学者である出口教授は「われわれ」としての自己観という哲学の概念を提唱しておられます。自分個人は、自分1人ではなく関係する全体として、1つの目的や意図に沿って存在するものなのだ、という考え方です。例えば、より良い社会を追い求める心、これを共通の物として、現実世界とサイバー世界を結ぶことができれば、より幸福な社会の実現につながるのではないかと考えています。すなわち、IOWNが実現する世界においては、現

実世界とサイバー世界とを、独立した世界でありつつも、めざすところは同じであるとして、それを自己と定義します。これが包摂的なパラレルワールド観の考え方です(図8)。

■自分自身の分身、デジタルツイン

少し抽象的な話になってしまいましたが、次はもう少し具体的に、私自身のシミュレーションを例にご説明します。例えばとても単純な例ですが、今、私を映しているカメラから私だけを切り出して分身をつくることができます。しかしこれはあくまで今の私のコピーでしかありません。将来IOWNが実現すれば、私の分身であり私と同じ価値観を共有するツインをつくることができるでしょう。見た目や声は私のそっくりに合成することができますし、ただのコピーではなく、自分で考



え話すこともできます。

私の分身でもあるツインは、私の代わりにさまざまなことをしてくれるでしょう。例えば、講演中の私に電話がかかってきたとすれば、私の話すヒソヒソ声を聞きとって代わりに答えたり、講演の残り時間を推測して電話を受けられる時刻を伝えるなど新たな情報を提供したりもしてくれるでしょう。

また、私のツインは、サイバー世界を通じて社会と密につながっていますので、私が認知できていない情報、例えば今の講演の聴講者の皆さんの興奮度を探り、プレゼンの仕方や視野を広げるアドバイスをしたり、さまざまな人々の医療データや、医療だけにとどまらない世界のさまざまな技術や産業の動向を踏まえて、私の未来の健康状態を予測したりすることもできるでしょう。また、リアルな私にはできないようなチャレンジを仮想的に体験し、その感動をフィードバックすることで、私自身に何らかの幸福感をもたらすこともできるかもしれません。

いくつかの要素技術はすでに開発が進んでいます。ヒソヒソ声を音声認識する技術や、私の声で音声合成して話す技術などは、ほぼ実用的なレベルです。またNTTグループ社員の過去の健康診断データを用いて、数年後の生活習慣病の発症リスクを予測することもできています。NTTデータが提供するヘルスデータバンクのサービスを通じて利用いただいております。生命保険会社様とのコラボも進めています。

このように、現実世界とサイバー世界がより良い関係を持つことができれば、より良い未来がやってくるのではないかと考えています。そのような世界がくれば、人々の生活はこんなふうに変わっていくでしょう。例えば自分

自身はプライベートを過ごしながらも、サイバー世界のツインが他者のツインと議論をし、自身の考え方や知識を反映して業務を進めていく。リアルな自分は重要な判断が必要な個所だけかわっていく。リアルとツインの間で、それぞれが大事にしている思いを共有していることが重要なポイントです。

コグニティブ・ファウンデーション

次にコグニティブ・ファウンデーションについて説明します。ICTリソースすべてを柔軟に制御し、調和させるコグニティブ・ファウンデーション。ポイントは「自己進化」と「最適化」です。

■自己進化型サービスライフサイクルマネジメント

例えば、つい先日も台風15号や19号により大きな災害となり、通信サービスにも大きな影響がありました。被災された皆様には心よりお見舞いを申し上げます。NTTが通信基盤を提供していく中で、すでに機器が発するログから障害をAI（人工知能）が予測して自律的に対処する技術の研究開発に取り組んできましたが、これをもう一歩進めます。例えば、台風の勢力や

進路といった気象情報、イベント開催情報など、ネットワーク機器を監視するだけでは分からない情報など、先ほど説明したさまざまな環世界の情報もIOWNのコグニティブ・ファウンデーションに取り入れていきます。新たに収集した情報を基に、システムが自ら考え最適化していくことで、災害発生前に対策立案し実行します。未来予測を用い、システム自体が進化していく、自己進化型のサービスライフサイクルマネジメントをめざします（図9）。

■Cradio（クレイディオ）

IOWNのW、無線についても、新たな研究開発を進めていきます。今、世の中にはさまざまな無線の方式があります。従来の4G/LTEはもちろん、衛星通信、Wi-Fi、WiMAX、IoT向けのLPWA（Low Power, Wide Area）、そして5G、Local 5Gなど、大変複雑になってきました。NTTは、お客さまのさまざまな利用シーンにおいて、その種類や使い方、ネットワークサービスを意識させない、無線アクセスを最適化する技術の研究開発に取り組んでいます。それがCradioです。Cradioでは、場所だけでなく混雑や品質の予測に基づいて、プロアクティブに無線接続を最適化します。



図9 自己進化型サービスライフサイクルマネジメント

例えば、通信相手がWi-Fiのスループットが低い東京駅にいる私に、急いで情報を送りたい、といった場合にネットワークの側から最適な無線アクセスを選択し、接続を制御することもできるようになるでしょう。場所、アプリケーション、環境などに応じて、方式や事業者を意識せず、無線アクセスを利用できるような無線制御技術をコグニティブ・ファウンデーションに取り入れていきます。

■無線ネットワークの発展

さらに、IOWNにおける無線ネットワークの技術は、オールフォトニクス・ネットワークとともにもっと先、さまざまなエリアへと広がっていきます。海、空、そして宇宙。まさに、Connected everywhere。あらゆる場所において、IOWNでつながる世界が待っています。

そのための研究開発も進めています。例えば、OAM (Orbital Angular Momentum：軌道角運動量) という、本来は量子力学における物理量に、複数のアンテナを用いる空間多重技術であるMIMO (Multiple-Input and Multiple-Output) 技術を組み合わせ、世界最高レベルの大容量無線伝送に取り組んでいます。現在、200 Gbit/sの無線伝送まで成功しています。今後、5Gの100倍のテラビット級の無線伝送をめざし研究開発を進めています。

また、海中で動作する重機や海中ドローンなどに利用される海中無線通信にも取り組んでいます。水が濁ると通信距離が大きく損なわれてしまう従来の可視光通信に代わり、超音波を用いた音響通信にMIMO技術を適用することで、従来の音響通信より2桁高速な多重伝送技術の開発に成功しました。これを用いればHDの高精細映像の伝

送も可能になると考えています。

そして宇宙です。NTTはJAXAと、宇宙空間と地上をシームレスにつなぐ超高速大容量で、セキュアな光・無線通信インフラの実現をめざしたビジョン共有型の共同研究を進めることを合意しました。JAXAの宇宙品質のシステム構築技術と、NTTの光・無線ネットワーク技術、そして、IOWN構想との掛け合わせにより、新たな宇宙社会インフラの実現をめざします。まずは世界初の低軌道衛星-地上局間での衛星MIMO通信技術の実現をめざし、共同研究を開始します。これが実現すれば超高速大容量な通信を宇宙空間にまで広げる宇宙通信インフラの実現に貢献することでしょう。

IOWNが創る世界

ここまではIOWNの3つの要素について説明しましたが、ここからはIOWNを産業に役立てていく例を紹介します。

■スマート農業

NTTグループは、北海道大学、岩見沢市とともに最先端の農業ロボット技術と情報通信技術の活用による世界トップレベルのスマート農業の実現に向けた産官学連携協定を締結しました。このたびNTTグループとご一緒いただくことになりました、北海道大学の野口伸教授にお越しいただきました。

川添：野口先生、現在の農業の課題はどのようなところにあるとお考えでしょうか。

野口教授：今の日本の農業の課題はやはり労働力不足。農家戸数が過去5年間で15%も減少し、平均年齢67歳、65歳以上が65%と、高齢化も進んでいることが大きな課題です。

川添：この6月からのスマート農業に向けた取り組みにおいてNTTの技術、そしてIOWNはお役に立てそうでしょうか。

野口教授：協定を結んで以来、内閣官房、関係省庁をはじめ、ドイツの議員団の視察や海外メディアの取材など非常に大きな反響があります。NTTグループと一緒に世界トップレベルのスマート農業を推進できるということは非常に光栄です。連携の中ではNTTドコモの基地局を利用した高精度な測位サービスや5Gを用いた遠隔監視の実験を進めています(図10)。日本政府は2020年に遠隔監視と自動走行によるロボット農業をめざしていますが、その実現に向けて一番進んでいるのが我々のチームだと思います。またフルHDの監視画像の解像度は地上分解能で2mm、4Kになれば1mmです。これだけ詳細な画像が得られれば、単なる監視にとどまらず、生育情報や病害の発生なども見極められる可能性がある、非常に可能性のある技術でしょう。

川添：それから最後に1つ。先ほどご覧いただいた蜂やシャコのような知覚を実現する技術。これが実は一番農業の分野に役立つのではないのでしょうか。

野口教授：そのとおりだと思います。今、生物多様性維持のために農薬の使用量を減らすことも重要となっていますが、そのためには生物学的防除、つまり天敵が害虫を捕食する仕組みを昆虫ロボットで実現することができれば、大きな可能性が期待できるのではないかと思います。

川添：ありがとうございます。これからも一緒にスマート農業の実現に向けて取り組んでいきましょう。本日はお

忙しいところ大変ありがとうございました。

■高齢者ケア

最後にもう1つ、認知症患者の方のための取り組みについてご覧いただこうと思います。今、認知症を予防するための研究はさまざまな取り組みがありますが、認知症になってしまった患者さんの役に立つ取り組みや研究はなかなかありません。認知症の方々も、どうしたら幸せに暮らしていくことができるのかということを検討しています。コンセプト映像⁽²⁾をご覧ください(図11)。

この方は認知症が発症して、息子さんの名前も忘れてしまっているようです。息子さんがキューブ型のデバイスを持ってきました。女性が記憶を思い出せるよう、デジタルツインが子どものころの息子さんの映像を見せています。映像を見た女性は何かを必死に思い出そうとしています。ペンダント型のデバイスが女性の感情、意識をセンシングして、きっかけになる音楽を見つけてきました。何か記憶が蘇ってきたようです。

やってきたお孫さん、今日はお孫さんの誕生日だったようです。デジタルツインが新たな記憶としてお孫さんの情報を記録していきます。記憶をつなげる、人がつながる。心身の健康がもたらす幸福を誰もが享受できる未来をめざし、私たちは研究開発を進めていきます。

IOWN for the future

IOWNがめざす2030年、そしてその先。異常気象、医療や高齢化、食の安全などの現在危ぶまれている社会課題。さらに時代とともに、人類がこれまで経験したことのないような新たな



図10 北海道大学・岩見沢市と連携したスマート農業の実証実験

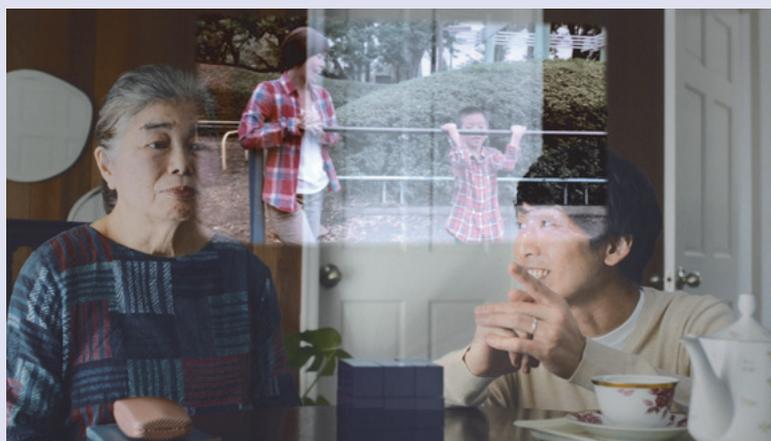


図11 高齢者ケアのコンセプト映像

リスクも生まれてくるでしょう。その解決のために、人類が絶え間ない技術革新を続けていく中では、既成概念やリスクを恐れることなく高い壁を越えていく必要があります。

地球環境を守り、持続的な発展を続けていくために、1カ所にとどまることなく積極的に新たな技術革新をもって人類の福祉と繁栄をめざす。IOWN構想は、そのような人類の未来を多くの人とともに考え、創り出そうという覚悟でもあるのです。

IOWN for the future. 本日紹介したIOWNは、まだ、NTTが思い描いた小さな始まりにすぎません。今後、たくさんの皆様とともに考え推進していきたいと思います。

本日はご清聴、大変ありがとうございました。

■参考文献

- (1) <http://www.qsfp-dd.com/wp-content/uploads/2019/07/QSFP-DD-Hardware-rev5p0.pdf>
- (2) https://www.youtube.com/watch?v=rHzgX_kgtHo

ヒトと社会のデジタル化世界 —デジタルツインコンピューティング—

かわむら りゅうたろう

川村 龍太郎

NTTサービスイノベーション総合研究所 所長

本稿では、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想におけるNTTサービスイノベーション総合研究所の取り組みと最新の研究事例を紹介し、本記事は、2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」における、川村龍太郎NTTサービスイノベーション総合研究所所長の特別セッションを基に構成したものです。



人類は今後、デジタル技術の威力を何に使うだろうか

これからの10年、20年を考えたとき、私たち人類はデジタル技術の発展の威力を何に使うのでしょうか。ご存じのとおりSociety 5.0を代表例として、世界のシステムに大きな転換期が訪れることが予測されており、長く続いた資本主義社会も終焉する可能性も議論されています。モノとヒトに関するデジタル化について、最近の30年から40年の歴史を振り返ってみましょう。1985年ころに電子メールが登場し、コミュニケーションに使われ始めました。このことは、ヒトを中心にデジタル化が発展した、ととらえることができます。その後、1995年ごろよりインターネットが登場し、同時に商品、時刻表、地図のような生活やサービスの向上に直結するモノ情報のデジタル化が加速します。次に2005年ごろよりSNSによるヒトの新たなコミュニケーションの時代が到来し、現在は2015年ごろより、IoT (Internet

of Things) とAI (人工知能) によるモノのデジタル化の時代です。このようにデジタル化の近年の歴史を振り返ると、私たちはヒトとモノのデジタル化を交互に繰り返すようなかたちで活用してきたようにみることが出来ます。このような繰り返しから、また最近のIoTの発展状況を見ると、今後は、おそらく再度ヒトのデジタル化の順番が到来するものと考えています。また、重要なのは、価値というのは直線・比

例的に増加するのではなく、あるところで爆発・非連続的に増える傾向にあるという点で、そろそろその「時」がやってくるのではないかと予測をしています (図1)。最近、デジタルツインという言葉が使われています。ツインとは双子のことで、モノやヒトをデジタル表現することによって、デジタルの威力である、複製、融合・交換、保存・記録を利用することが可能となります。一方で、いわゆるサイロ化と

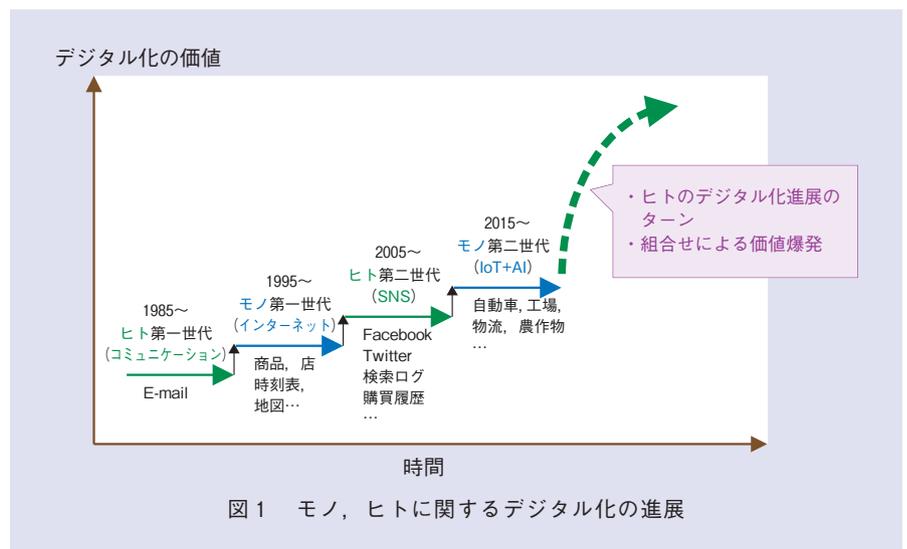


図1 モノ、ヒトに関するデジタル化の進展

いわれるように、これまでのデジタルツインは産業ドメインごとに進展しており、相互の互換性がないことも実情です。

デジタルツインコンピューティング構想

これまでのデジタルツインの枠組みは、例えば自動車やロボットなどに代表される実世界の個々の対象をサイバー空間上に写像し、それに対して分析・予測などを行うものでした。また、その分析・予測などの結果を実世界に逆写像することで活用してきました。

この従来のデジタルツインに対し、私たちは、「デジタルツインコンピューティング (DTC)」を提唱し、この実現をめざして取り組みを始めています⁽¹⁾(図2)。DTCは、これまでのデジタルツインの概念を発展させて、多様な産業やモノとヒトのデジタルツイ

ンを自在に掛け合わせて演算を行うことにより、都市におけるヒトと自動車など、これまで総合的に扱うことができなかつた組合せを高精度に再現し、さらに未来の予測ができるようになります。また、実世界の物理的な再現を超えた、ヒトの内面をも含む相互作用をサイバー空間上で実現することを可能とする新たな計算パラダイムです。

これは、多様なデジタルツインから成る仮想社会をサイバー空間に構成したり、実世界では単一である実体のデジタルツインをサイバー空間上で複製し、あるいは、異なるデジタルツイン間で構成要素の一部を交換、融合し、実空間には存在しないデジタルツインの生成を可能にするという挑戦です。

もう1つ、DTCの大きな特長として、ヒト、特に個人の内面のデジタル表現に挑戦することがあげられます。ヒトの外表面だけでなく内面、例えば意

識や思考を表現することによって、ヒトの行動やコミュニケーションなどの社会的側面についても高度な相互作用を行うことができると考えています。また、ヒトそれぞれの個性を表現することで、平均として統計的に丸められた無個性な個体間の相互作用ではなく、個々人の特徴を踏まえた多様性に基づく相互作用が可能となるでしょう。

これらの特長により、多様なモノやヒトどうしが、実世界の制約を超えて高度な相互作用を行える仮想社会を創生できると考えています。

ヒトのデジタル表現

DTCにおけるヒトのデジタルツインは、身体的・生理学的な特徴といったヒトの外表面に関するデジタル表現だけでなく、意識や思考といった内面のデジタル表現ができることが重要で

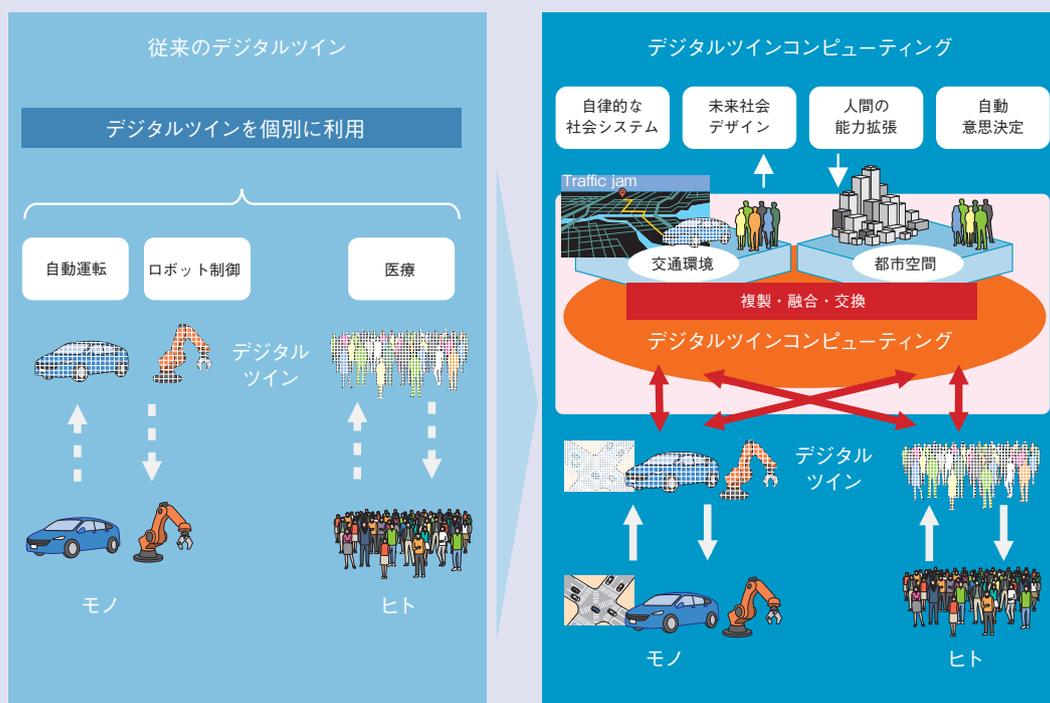


図2 デジタルツインコンピューティング構想

す。この難しい目標を達成する手段として大きく2つのアプローチがあると考えています。1番目の方法は計算機を用いてに私たち人間の能力を模倣し、それを繰り返しながら「より人間に近づけていく」方法です。例えば音や声を認識する技術や会話によりコミュニケーションする技術がこの方法で進展している代表例です。2番目の方法はいわば究極的な方法で、私たち人の脳や身体を生理学的に解明し、その結果を計算機に転写する手法です。近年脳神経科学を代表するこの分野は大きく進展しており、工学的に利用可能な研究成果も生まれています。私たちはこれら2つのアプローチのそれぞれ優れた部分を利用し、ヒトのデジタル化の目標に向かうことを考えています(図3)。

次に、NTT研究所がこれまで取り組んできた1番目のアプローチについて、いくつかの技術を紹介します(図

4)。

■音声認識

聞く技術としては、ヒトの声をいかに精度良く認識するか、というもので、NTT研究所では半世紀にわたって研究を進めてきました⁽²⁾。最初は単語レベルや明朗に読み上げた文章の認識から始まり、2010年ごろからはヒトの

自然な発話を精度良く認識できるようになり、コンタクトセンタでの活用が進んできました。現在では、最新のニューラルネットワークを導入して、いよいよヒトの音声認識の能力に近づいてきました。

■音声合成

発話する技術としては、文字情報を、

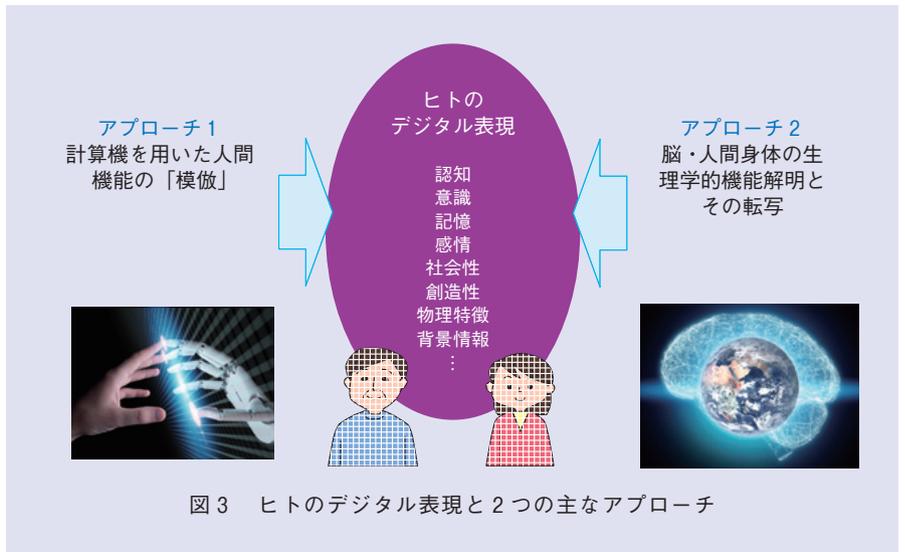


図3 ヒトのデジタル表現と2つの主なアプローチ

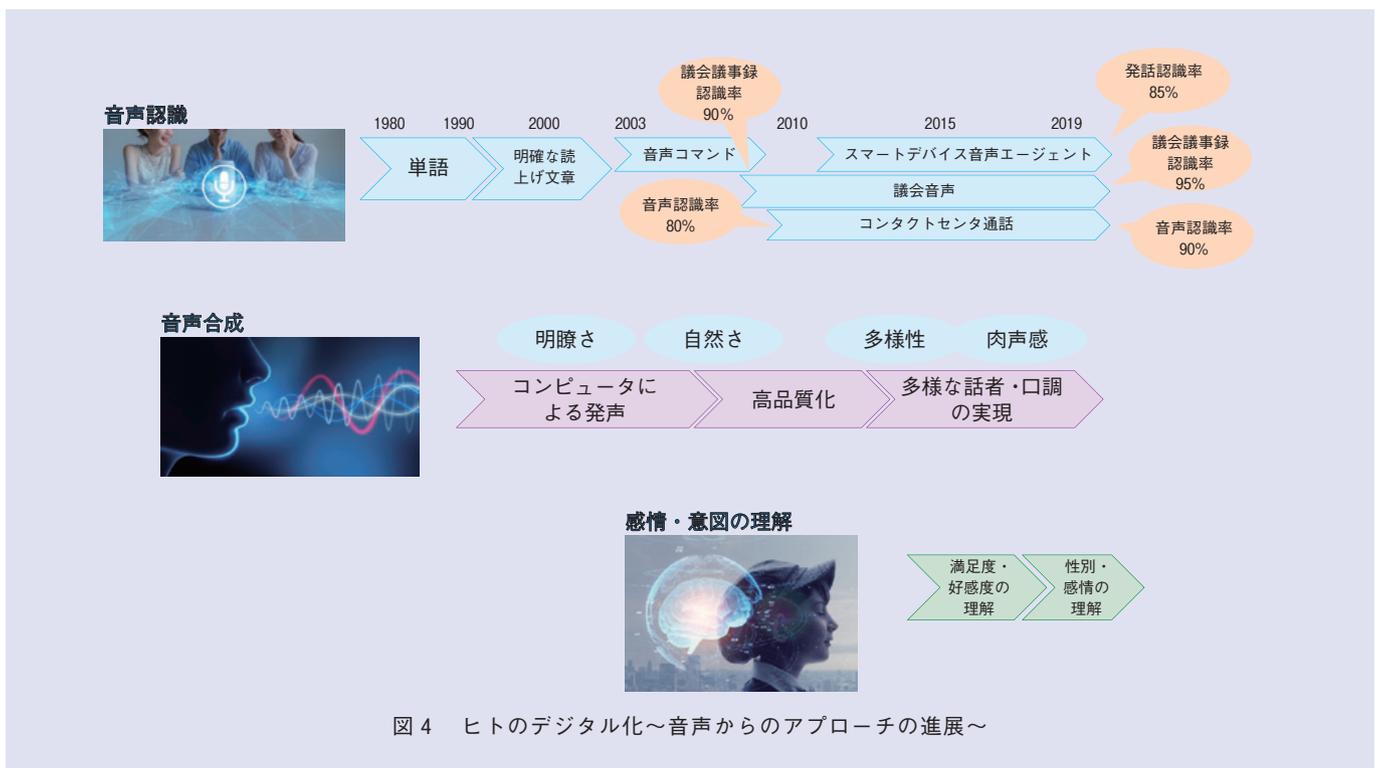


図4 ヒトのデジタル化～音声からのアプローチの進展～

どれだけヒトの声らしく自然な音声に変換するか、というものです。これには文脈に沿って漢字の読み方を判別するテキスト解析処理や声の高低・スピードを適切に付与して音声信号を合成する処理などが含まれます。1990年ごろから電話の自動応答などで活用され、キャラクターやロボットの発話にも使われています。現在では、話者の音声データからディープラーニングによって自然かつ多様で、肉声感のある声の合成を実現しています。

■感情・意図の理解

相手を理解する技術としては、例えばコンタクトセンターのオペレータと顧客との通話から、顧客が不満を持っているかどうか、怒っているかどうか、の検知から、顧客の性別、感情、緊急度を識別することまで、さまざまな取り組みを行っています。現在では、声の大きさや高さだけでなく会話のリズ

ムや言葉遣いなどの情報から、一般には推定が困難なコールドアンガー（静かで冷静な怒り方）の検知や、不満よりも特徴が現れにくい満足感情の高精度な認識を実現しています。

レイヤ構造と「砂時計」構造

DTCの技術やアーキテクチャの検討を進めていくうえで、レイヤ構造に「砂時計」の構造を追加できるか、ということが重要になります（図5）。レイヤ構造の中間に「共通層」を設けることで、イノベーション機能を高めることができます。その代表例としてインターネットがあげられ、IP層を共通層に据えることで下部のネットワーク層と上部のアプリケーション層がうまく融合して機能しています。私たちは、DTCにも、この共通層である、くびれの部分が必要と考えています。これは、DTCのアーキテクチャにお

けるデジタルツイン層が担う部分になります。デジタルツイン層は、実空間からさまざまなセンシングしたデータから生成されるデジタルツインや、デジタルツイン間の演算を通して生成される派生デジタルツインを保持します。これらの保持されたデジタルツインは、さまざまな仮想社会を構築するための基本的な構成要素になります。

大量の演算を支える技術

サイバー空間上で多くのヒトのデジタルツインが議論をした結果を実空間にフィードバックして意思決定に反映するには、これまでの計算機の能力をはるかに超えるコンピューティング技術が求められます。この大量のコンピューティングを支える技術の一例として、光イジングングマシン LASOLV®の研究開発を進めています。LASOLV®は、特殊な光パルスを

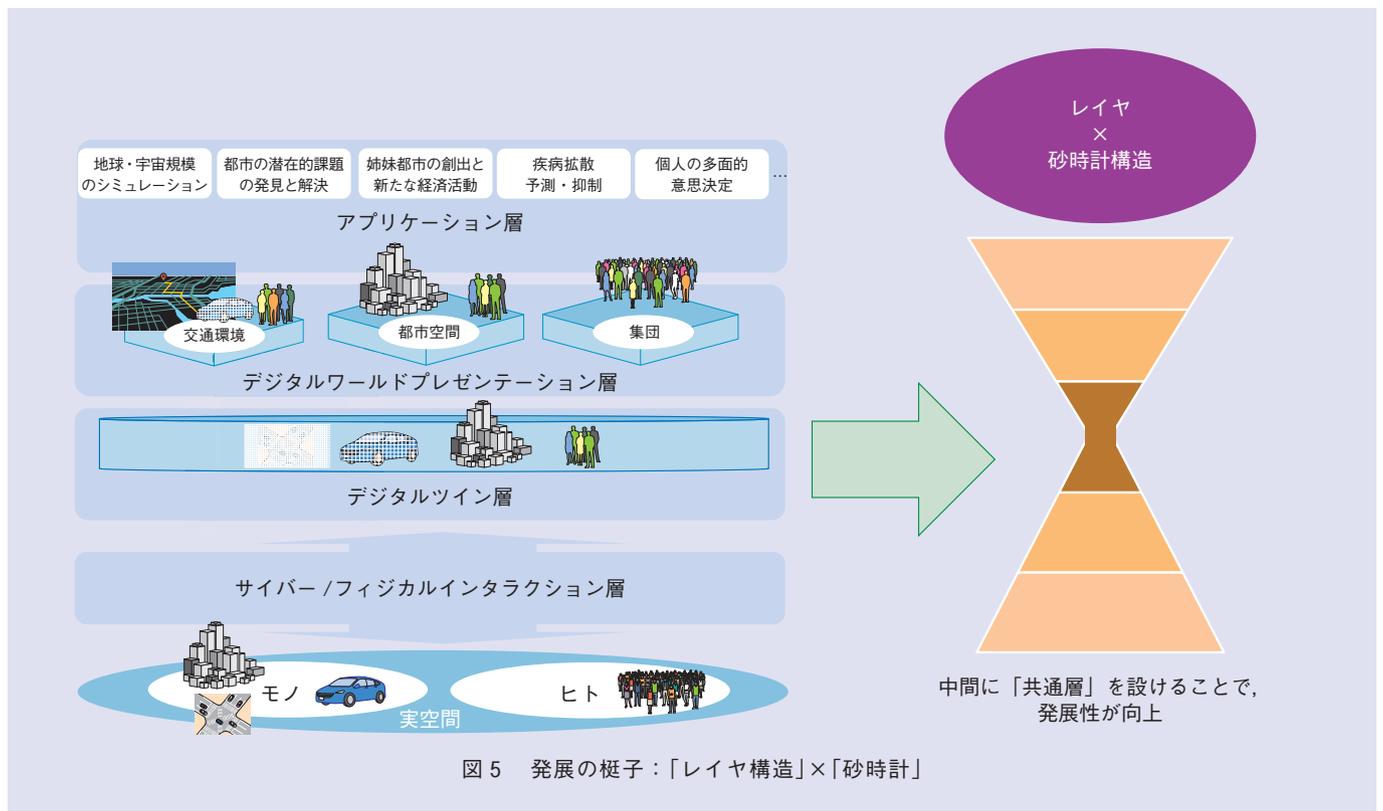
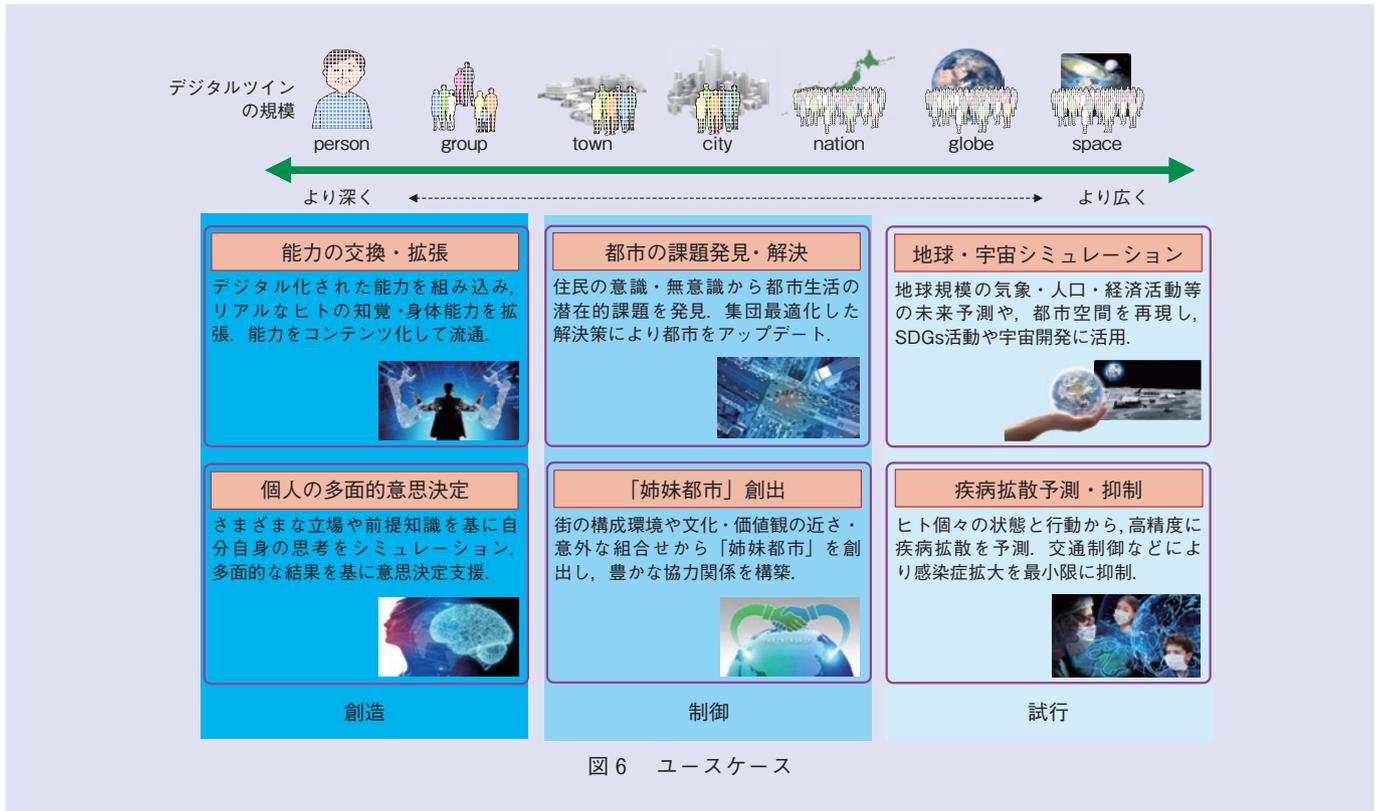


図5 発展の梃子：「レイヤ構造」×「砂時計」



用い、それらパルスどうしが相互作用によって物理的な安定状態となることで、組み合わせ最適化などの解を得ようとするものです。この技術は、従来の計算機に比べて桁違いの高速処理が期待できます。私たちは、LASOLV[®]をPython言語で簡単に使えるミドルウェアの開発も進めています⁽³⁾。

デジタルツインコンピューティングのユースケース

デジタルツインコンピューティングは図6のようにさまざまなスケールで活用できます。具体的には、以下の活用が期待されます。

- ① ヒトのデジタルツインによる高速・並列の議論・意思決定
- ② 危機克服の経験ある過去のリーダーによる国家的難題解決
- ③ 交通など社会インフラとヒトのデジタルツインの統合による都

市の精緻なデジタル化

デジタルツインの掛け合わせによる価値爆発に向けて

私たちは、社会科学、人文科学などを含めた幅広い学際的なパートナーとともに、DTCを真に有用なものにしていこうと考えています。さらに、DTC構想の実現に向けては、多様な産業界とのコラボレーションも重要です。今後、私たちはパートナーを開拓するとともに、多くの知恵を集めながらこの未踏の分野における研究開発を進め、未来社会を切り拓いていきます。

■参考文献

- (1) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1906/190610a.html>
- (2) 大庭・田中・増村：“進化を続ける音声認識エンジン「VoiceRex[®]」,” NTT技術ジャーナル, Vol. 31, No. 7, pp. 9-11, 2019.
- (3) 新井・八木・内山・富田・宮原・巴・堀川：“イジング型計算機による組合せ最適化のためのハイブリッド計算基盤,” NTT技術ジャーナル, Vol. 31, No. 11, pp. 27-31, 2019.

◆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
TEL 046-859-5007
FAX 046-855-1112
E-mail randd-ml@hco.ntt.co.jp

2030 (Beyond2020) を見据えた 革新的ネットワーク

いとう あらた
伊藤 新

NTT情報ネットワーク総合研究所 所長

私たちは、IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想によりトランスポートネットワークのオールフォトニクス化を進めてポテンシャルを最大化するとともに、迅速なサービス提供とバリューチェーン最適化を図るための研究開発を推進しています。本稿では、IOWN構想におけるNTT情報ネットワーク総合研究所の取り組みと最新の研究事例を紹介し、本記事は、2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」における、伊藤新NTT情報ネットワーク総合研究所所長の特別セッションを基に構成したものです。



Smart World実現に向けた 課題と解決の方向性

NTTグループは、パートナーとコラボレーションしながら社会課題を解決し、Smart Worldの実現をめざしています。これまでにさまざまなパートナーとのトライアル・実証実験を通して、課題の洗い出しやソリューションの具体化を進めています。

その中で、持続可能な成長に向けた課題がみえてきました。現在のネットワークインフラは、本格的なコネクティッドカーや映像配信、遠隔医療などの低遅延サービスを全国規模で展開するには必ずしも十分ではなく、今後ネットワークの大幅なポテンシャル向上が望まれるという点です。

課題解決の1つの方向性が、端末間のIP/non-IPトラフィックを光のまま転送する新しい革新的なネットワークの実現です。フォトニクス技術をベースとした、大容量・低遅延かつ柔軟で低消費電力なネットワークであるIOWN (Innovative Optical and

Wireless Network) が課題解決の大きなカギとなります。

以下、IOWNの構成要素であるオールフォトニクス・ネットワーク (APN: All Photonics Network) とコグニティブ・ファウンデーション (CF: Cognitive Foundation) に関する主な取り組みを紹介します。

APNにおける主要要素技術

APNの特徴は、光の広帯域性・柔軟性を十分に活用し、端末・ユーザーサービスごとに、多地点間にフルメッシュ接続された光パスを波長単位で提供し、最適な機能別ネットワークを実現することです。私たちはAPNを構成する基本機能を4つに整理しています。

第1は、エンドエンドで高速・高品質のデータ転送を行うための光フルメッシュネットワーク、および無線アクセスネットワークを実現する「ネットワークトランスポート構成機能」です (機能1)。

第2は、それらのネットワークを構

築・運用する際に必要となる膨大な数の波長や周波数を効率的に収容するための「ネットワーク設計・制御機能」です (機能2)。

第3は、ネットワークリソースやコンピューティングリソースなどのICTリソースを最適に組み合わせ、さまざまなサービス要件をにこたえる「機能別ネットワーク機能」です (機能3)。

第4は、データ量当りの低消費電力化・低遅延化を実現する光電融合デバイス技術が適用された「端末機能」です (機能4)。

以上の基本機能のうち、ここでは機能1～3の代表的な要素技術について紹介します (機能4については本特集記事『オールフォトニクス・ネットワークを支える基礎技術』を参照)。

■光フルメッシュネットワーク構成技術 (機能1)

エンドエンドで光フルメッシュネットワークを実現するためのキー技術として、ペタビット級大容量波長パス技術とPhotonic Exchange (EX)/Gateway (GW) 構成技術があります

(図1).

ペタビット級大容量波長パス技術としては、1波当たり最大1 Tbit/sを達成する超高速光信号送受信技術(超高速デジタル信号処理技術+超高速光フロントエンド回路技術)の確立に加え、マルチコア・マルチモード技術や伝送波長領域の拡大技術(C+L帯での伝送)といった1ファイバ当りの伝送容量拡大を図る技術の研究開発を推進します。

また、スケーラビリティ確保のためにドメイン分割したローカルフルメッシュ面の小容量パスをコアフルメッシュ面の大容量パスに光のまま載せ替えるPhotonic EX機能やアクセス面からの信号を光のまま折り返したり、ローカルフルメッシュ面へスルーさせるPhotonic GW機能の研究開発にも取り組みます。これらにより、パケット処理することなく波長パスをダイナミックに振り分けることで低遅延化と低消費電力化を実現します。

■空間データサイエンスに基づく 収容設計技術(機能2)

前述したように、APNは端末・ユーザ・サービスごとに波長を割り当て、エンドエンドで波長パス接続を行います。つまり、IoT(Internet of Things)やMaaS(Mobility as a Service)などの普及による通信端末の爆発的な増加とその通信相手の組み合わせを考えると、膨大な数の光パスと波長が必要になります。そこで、大量の光パスに対し有限の波長を効率的に割り当てる収容設計技術が重要となります(図2)。

収容設計技術のポイントは3点あります。

1点目は、前述のPhotonic EX/GWによる波長変換技術を活用したドメイン分割です。ローカル面を複数のドメインに分割し、ドメインの境界で波長変換を行うことで、ドメインごとに同一波長を再利用できることから波長リソースの使用効率向上が図れます。さらに、ドメイン分割することで光パスへの波長割り当て数が削減され

ます。発着需要の多い拠点などを中心に分割するなど、その分割方法および分割単位の最適化がカギとなります。

2点目は、トポロジ最適化です。ドメイン内の最適経路・トポロジを導出し、波長収容効率を向上させるとともに、光ファイバの追い張りや渡り新設などの効果的なプロビジョニングを可能とします。

3点目は、マルチレート波長群最適化です。ドメイン内での経路が同じ光パスをグループ化し、波長群として波長割り当ておよび管理することで、波長収容効率の向上と波長割り当て問題の規模削減を図ることができます。波長割り当て問題の規模を適正化することで、コヒーレントイジングマシンであるLASOLV®およびLCS/SDK(LASOLV® Computing System/Software Development Kit)*を用いて最適な波長割り当てを導出できるようになります。

* LCS/SDK : LASOLV®イジングマシンで組合せ最適化問題を解くためのミドルウェア。

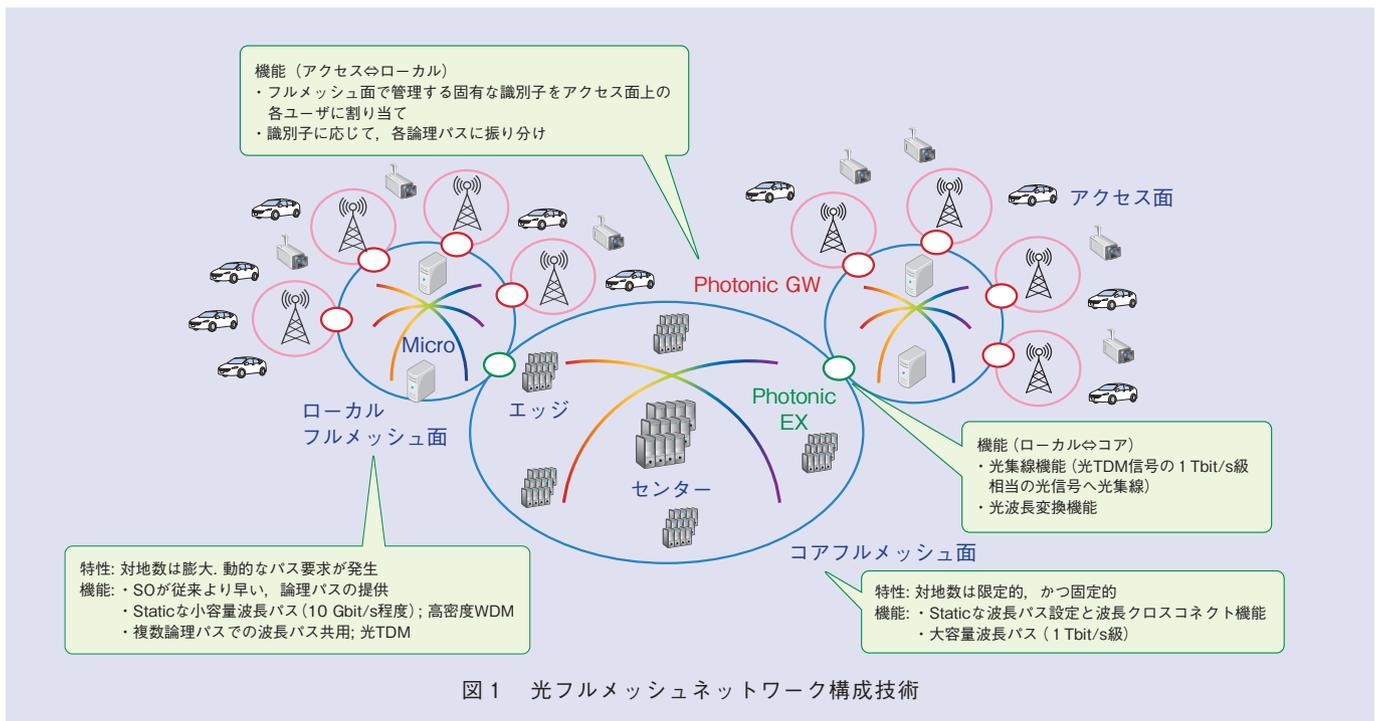


図1 光フルメッシュネットワーク構成技術

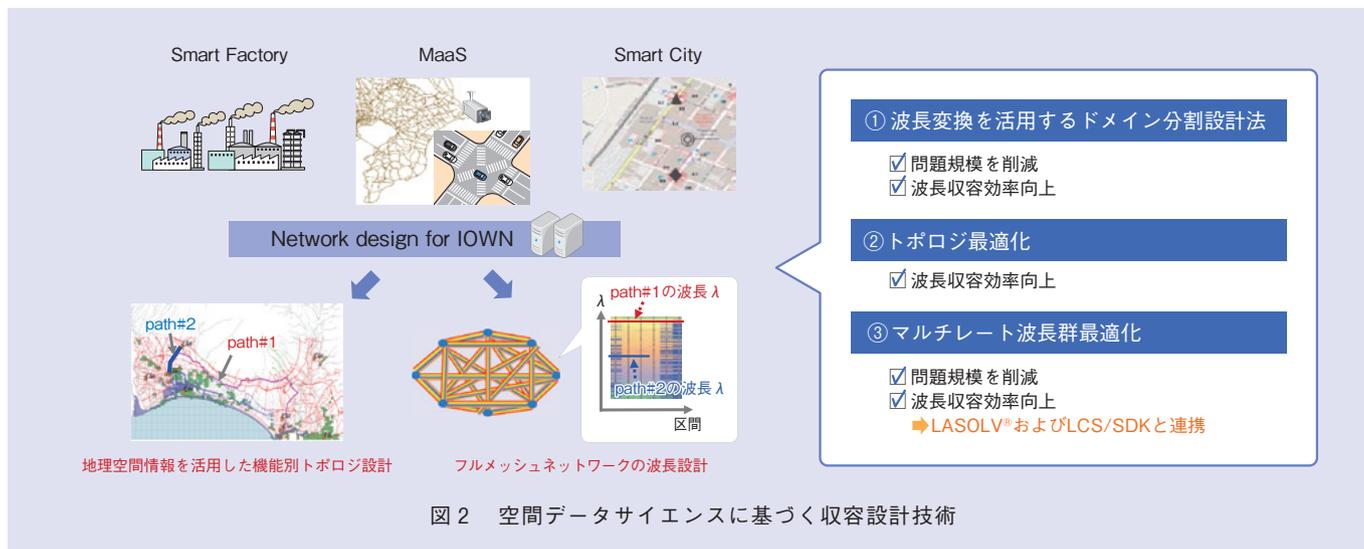


図2 空間データサイエンスに基づく収容設計技術

これらの設計技術を組み合わせることにより、1ファイバ当りの必要波長数を1000程度に削減可能となり、マルチコアファイバで対応可能な領域に入ってきます。

■光分散コンピューティング基盤技術（機能3）

さまざまなサービス要件に合わせ、光フルメッシュネットワークに接続された多種・多様なデバイスからの大量データを高度に処理し、安心・安全なデータ流通を実現する光分散処理技術の検討を行っています（図3）。

ポイントは、光フルメッシュネットワークの大容量・低遅延性を活かし、広域に分散したコンピューティングリソースを光で動的かつ高密度に協調動作させる点です。それにより、遠距離に存在するコンピューティングリソースをあたかも同一地点にあるかのように動作させ、時々刻々と変化するリソース要求に柔軟に対応できるようになります。この技術により、コンピューティングリソースの高効率利用と高度なデータ処理の両立を図ることが可能となります。

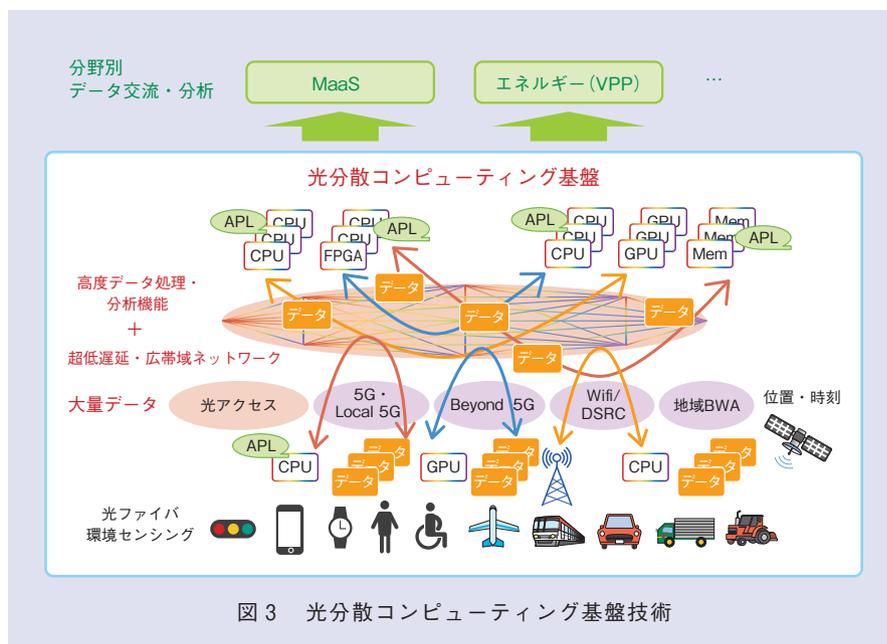


図3 光分散コンピューティング基盤技術

CFにおける主要要素技術

CFは、クラウド、ネットワークサービス、ユーザ設備などレイヤの異なるICTリソースの配備・設定・連携および管理・運用を一元的に実施する仕組みです。

ミドルB事業者の業務効率化や自らの業務のデジタルトランスフォーメーションに加え、エンドユーザへの迅速なサービス提供等の利便性向上が可能となります。

CFの実現に向けて不可欠な技術として、ユーザにネットワークを意識させず各種リソースの自動設計・自律運用を実現するユーザフレンドリーなオペレーション技術や有線・無線含めたシステム全体を高度化・最適化する技術などがあります。

無線リソースに関する最適化技術としては、ナチュラルな無線アクセス基盤技術の研究開発を行っています。利用状況に合わせた最適な無線エリアの実現や複数無線間での連携を行うこと

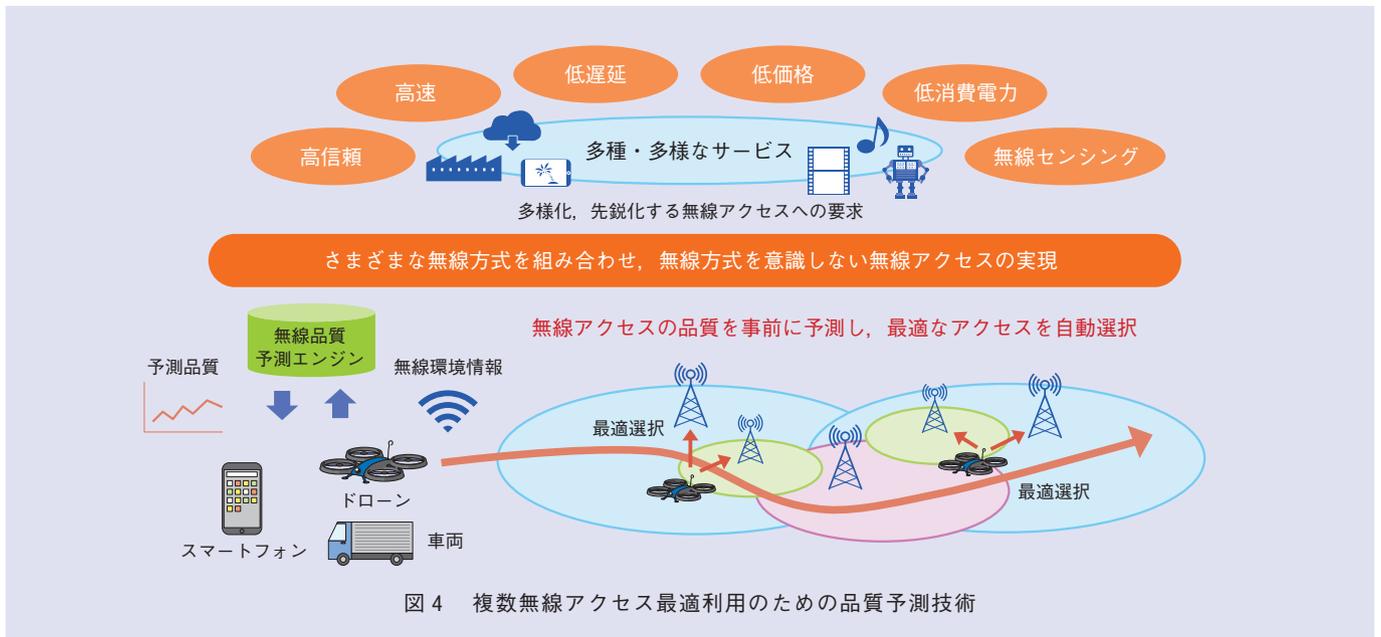


図4 複数無線アクセス最適利用のための品質予測技術

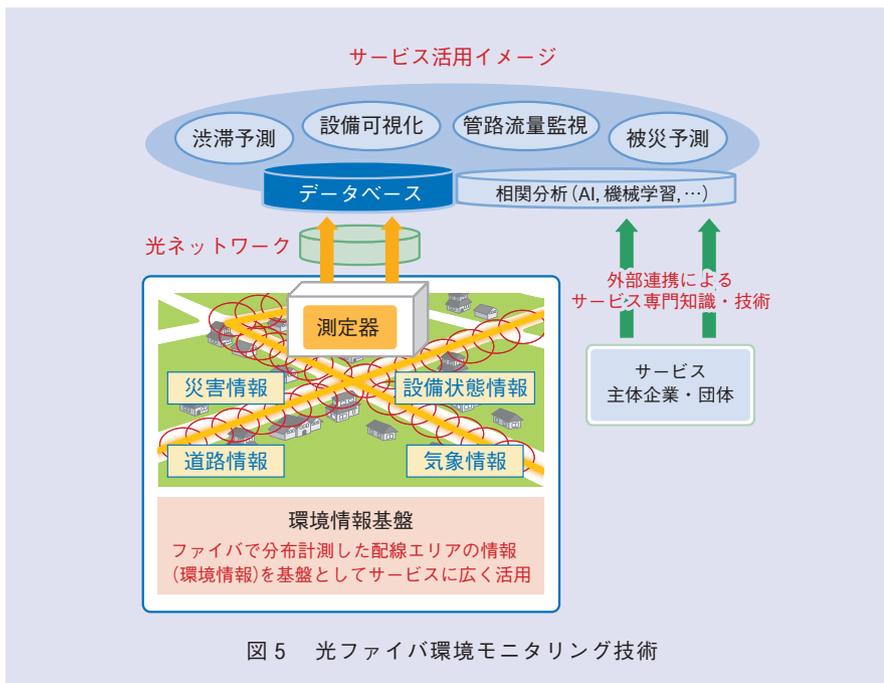


図5 光ファイバ環境モニタリング技術

で、ユーザーに無線種別を意識させることなく快適な無線接続を提供可能になります。NTTでは、このような無線制御技術の総称を「Cradio（クレイディオ）」と名付けて研究開発を推進しています。Cradioの要素技術の1つに複数無線アクセスを最適利用するための品質予測技術があります(図4)。

ドローンや自動運転車両、スマートフォン端末の移動などに伴う無線通信品質の動的な変化をAI（人工知能）で事前予測し、アプリケーションの要件に応じて最適な無線環境を自動選択・設定することで、多種・多様なサービスの快適な提供をめざします。

新たな価値創造に向けて

全国に敷設された光ファイバの価値向上をめざし、光ファイバを通信領域だけではなく非通信領域まで幅広く活用する研究開発にも取り組んでいます。

一例として、光ファイバで伝送する微小エネルギーを有効活用して災害時の通信を確保する光エネルギー高効率利用技術や、光ファイバセンシングにより環境情報を取得・可視化し地域における環境情報基盤としてサービス展開する光ファイバ環境モニタリング技術(図5)などがあります。

私たちは通信のみならず非通信領域をも含めた新たな価値創造に向け、IOWN Global Forumなどを通してさまざまなパートナーと連携しながら研究開発を進めていきます。

◆問い合わせ先

NTT情報ネットワーク総合研究所
企画部
TEL 0422-59-2030
FAX 0422-59-5600
E-mail kensui-s-pb@hco.ntt.co.jp

オールフォトンクス・ネットワークを支える基礎技術

そうがわ てつおみ

寒川 哲臣

NTT先端技術総合研究所 所長

本稿ではIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想の構成要素であるオールフォトンクス・ネットワークを実現するうえで重要性が増している光技術を中心に、NTT先端技術総合研究所が取り組む基礎研究 (大容量光伝送システム・デバイス技術, 光電融合技術, 光イジングマシンLASOLV[®], 光格子時計ネットワーク) について紹介します。本記事は、2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」における、寒川哲臣NTT先端技術総合研究所所長の特別セッションを基に構成したものです。



はじめに

インターネットのトラフィックは急速に増え続けており、それに伴い多くのデータを処理するIT機器の消費電力は増大し続けています。一方で、半導体集積回路 (LSI) の進化に関する、ムーアの法則、スケーリング則は限界に近づいてきました。半導体デバイスを微細化することによりリーク電流や熱が発生し、性能を制限しているのです。このように処理すべきデータ量が増え続けているのに、コンピューティング能力が従来のペースで伸びないというのが根本的な課題だと考えています。

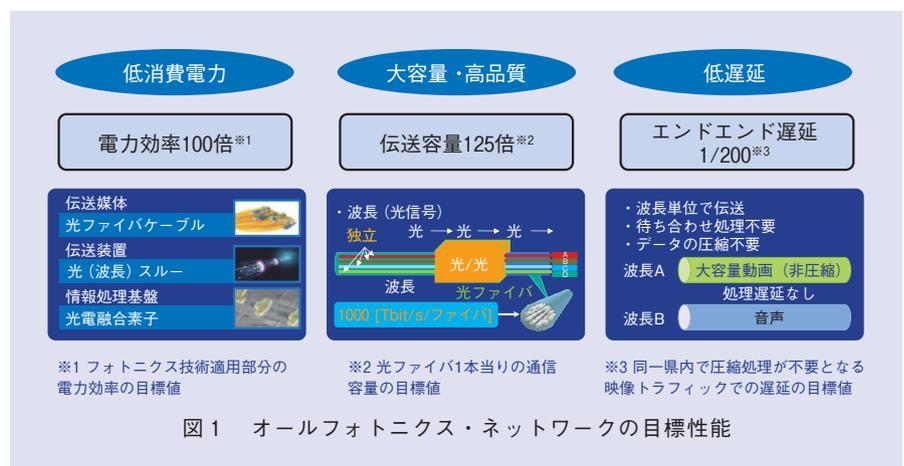
オールフォトンクス・ネットワークとは

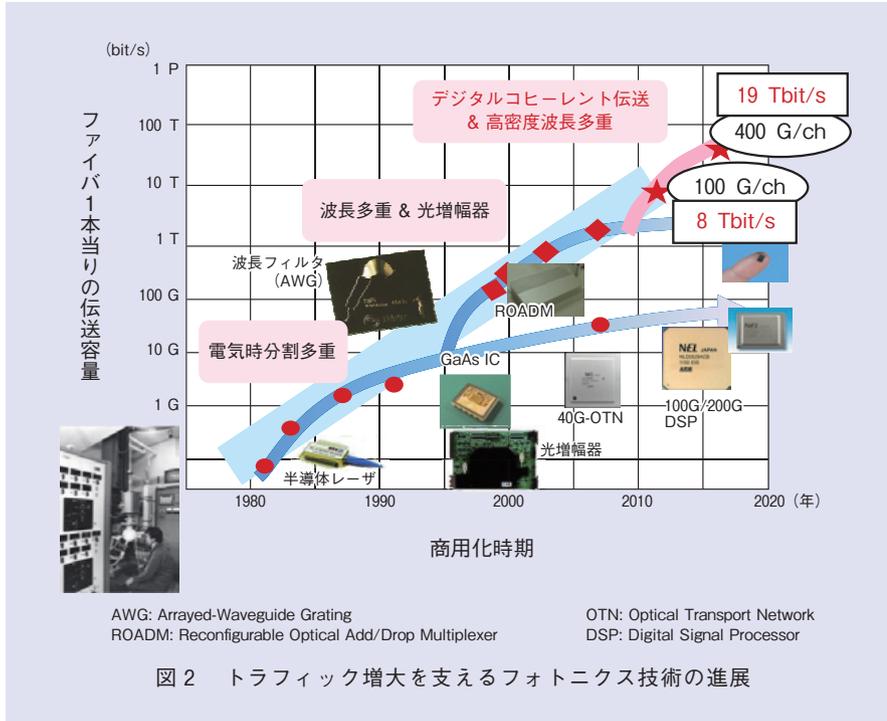
IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) の構成要素であるオールフォトンクス・ネットワークでは、電力効率を100倍に高めることを目標としています (図1)。そのためにネットワークから端末まで、でき

るだけ光のままに伝送する技術や、光電融合素子という新しいデバイスの導入を検討しています。同時に伝送容量を125倍に高めることをめざしていますが、これはマルチコアファイバなどの新しい光ファイバを用いた大容量光伝送システム・デバイス技術の導入を含めて検討しています。さらに、エンド・ツー・エンドで遅延を200分の1に減らすために、あるいは遅延が許されない通信では、情報を圧縮することなく伝送するなど、さまざまな新技術の導入を検討しています。

重要性を増す光技術の役割

コンピュータでさまざまな演算を行うチップには、これまで、使い勝手の良い電子技術が活用されてきました。しかし、近年の高集積化に伴い、チップ内における配線の発熱量が増加し、性能を制限しつつあります。そこで、チップ内の配線部分に光通信技術を導入して低消費電力化を行い、さらには光技術ならではの高速演算技術を組み込んだ、新しい光と電子が融合したチップを実現することを目標に掲げて





います。ネットワークの光化と合わせてエンド・ツー・エンドでの光技術の活用が、IOWN構想を実現するうえで重要な役割を果たします。

本稿では、オールフォトニクス・ネットワークを支える4つの研究テーマに焦点を当て、紹介します。

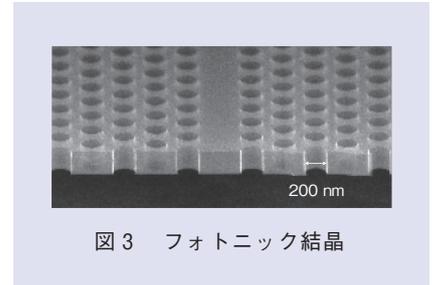
大容量光伝送システム・デバイス技術

光通信が始まった1980年代と比べると、この40年間で光ファイバによる通信速度は実に6桁も高速化しました(図2)。これは半導体レーザー、平面光回路、ファイバンプに代表される重要な発明により支えられており、近年ではさらに、デジタルコヒーレント通信用信号処理回路(DSP)の開発により一層の大容量化が進んでい

ます。

2019年度のニュースリリースでは、実験室レベルで1波長当り1 Tbit/s、これを35波、波長多重して伝送する実験に成功しています⁽¹⁾。また、敷設光ファイバを用いた商用環境下で、実用段階の1 Tbit/sの信号を、1000 km以上伝送することにも成功しています⁽²⁾。現在、マルチコアファイバという、1本のファイバ中に多くのコアを並べた新たな構造のファイバなどを活用して、ファイバ当り1 Pbit/s級の伝送も見据えています。

コア、メトロ、アクセスネットワーク、それぞれに適したデバイスを、着実に進化させることが必要であり、今後は、需要が急激に伸びているデータセンタ間接続用デバイスも重要になると考えています。データセンタ間を含



めたエンド・ツー・エンドを可能なかぎり光のまま接続すること、まさにIOWNで実現しようとしていることが求められています。

光電融合技術

従来、光は取り扱いが非常に難しいものですが、屈折率が周期的に変化するフォトニック結晶と呼ばれる構造(図3)により、光を小さな領域に閉じ込め、光と物質の相互作用を高めることができるようになってきました。このフォトニック結晶により、光スイッチ、レーザー、光メモリ、光RAMといったさまざまな光デバイスにおいて、低消費電力での基本動作を確認しています。

光電融合技術のロードマップを図4に示します。まずStep1にて、シリコンフォトニクスにより実装された回路とファイバ、アナログICなどを集積した構造を実現し、チップ外部との接続速度を高速化します。Step2ではチップ間を超短距離の光配線により直接接続し、Step3ではチップ内のコア間を光配線で接続し、超低消費電力化を図る予定です。

Step3では、さらに光独特の演算処理を組み込みチップの性能を向上させ

ます。私たちが光パスゲートと呼ぶこの論理回路では、通常N段の論理ゲートを通過する際にN段分の遅延が生じることを、光スイッチを活用することにより、光回路の通過時間のみで瞬時に計算結果を得ることができます⁽³⁾。まだビット数が少ない基礎評価段階ですが、この光パスゲートや、ほかにも光トランジスタ⁽⁴⁾の活用を検討しています。

光イジングマシンLASOLV[®]

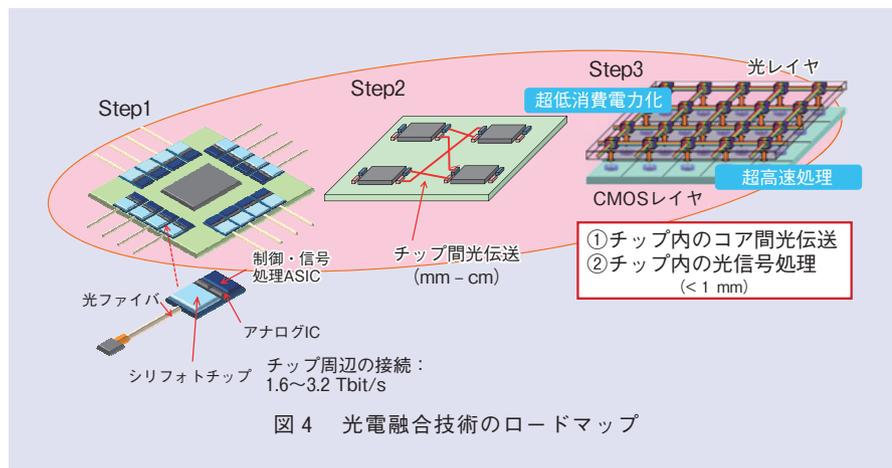
近年、相次いで発表されている次世

代コンピュータは、従来の計算機では困難であった、複雑で多量の計算を必要とする問題を解くことが期待されています⁽⁵⁾、⁽⁶⁾。私たちは、NTTが強みを持つ光技術を活かした光イジングマシンLASOLV[®]により、このような問題の1つである組み合わせ最適化問題を解く研究を進めています。組み合わせ最適化問題は実世界に多く存在しており、選択肢の数が増えると、組み合わせ数が膨大となり、現代のコンピュータでは解くことが難しくなります。

組み合わせ最適化問題はグラフ問題へと変換できることが分かっていますが、このグラフ問題に対して物理的な実験を行って答えを出すのがイジングマシンという新しい概念のコンピュータです。例えばグラフの各ノードに、制約条件に合わせてS極・N極の向きを設定した磁石を並べ、一気に手を離すと、磁石が一番安定な向きになったときに全体のエネルギーがもっとも低くなり、グラフ問題の答えが導かれます。

LASOLV[®]では、この磁石の実験と同等なことを光技術により実現しています。1 kmの光ファイバに2000の光パルスを入力し、特殊な光アンプを何度も通過させて増幅を繰り返すと、光の位相がゼロか π (パイ) に状態が定まってきます。これは、光の波の振動をブランコの揺れで例えると「ブランコが前にいるか後ろにいるか」の状態が定まってくるということです。さらに、光ファイバからパルス光を少し取り出して位相状態を測定し、グラフ問題における制約条件を光の相互作用として設定し、元の光に重ねて戻します。このようなことを繰り返し、1000周ほど光ファイバを周回すると答えが導き出されます (図5)。

LASOLV[®]を他社の量子アニーリングと比較した結果、比較的小さいサイズの問題であっても、グラフ構造が複雑になるほどLASOLV[®]に性能優位性があることが確認されました。さらにLASOLV[®]には、よりサイズの大きな問題も解けるという有用性があることが最近の研究で分かってきました⁽⁷⁾。



オールフォトニクス・ ネットワークの実現に向けて

これからも、私たちは「世界一・世界初、驚きの創出」を目標に研究開発を進めていきます。オールフォトニクス・ネットワークを実現するうえでキーとなる光電融合技術についても、さらに研究開発を推進していきます。

また、2019年10月31日に報道発表したIOWN Global Forumを通じて、さまざまな企業・大学の皆様と議論しながら、幅広い研究・技術分野の専門家とともにIOWN構想の実現に向けて取り組んでいきますので、どうぞよろしくをお願いします。

■参考文献

- (1) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1903/190307a.html>
- (2) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1906/190619a.html>
- (3) 新家・石原・井上・野崎・納富：“光パステート論理に基づく超低遅延光回路,” NTT技術ジャーナル, Vol. 30, No. 5, pp.28-31, 2018.
- (4) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1904/190416a.html>
- (5) <https://ai.google/research/teams/applied-science/quantum/>
- (6) <http://dwavejapan.com/>
- (7) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1905/190525a.html>

◆問い合わせ先

NTT先端技術総合研究所
企画部
TEL 046-240-5157
FAX 046-240-2222
E-mail science_coretech-pr-ml@hco.ntt.co.jp



図6 光格子時計ネットワークの実証実験

IOWNでは、オールフォトニクス・ネットワークにおける複雑な光の波長割り当て問題や、機械学習の高負荷な処理にLASOLV®を活用することを考えています。

光格子時計ネットワーク

300億年に1秒しか狂わない光格子時計は、東京大学の香取秀俊教授が発明されたもので、最先端のセシウム原子時計に比べて3桁精度が高く、さらにレーザで時計を読み取るので、光ファイバによるクロック伝送が可能になるといったメリットがあります。これを、NTTの保有する多くの局舎に設置して光格子時計ネットワークを構築したら、どのようなことが可能になるかを検討しています。

一般相対性理論が示唆しているように高い場所ほど時間が早く進むため、18桁の時間精度を持つ光格子時計で、遠隔地間を比較することにより、

1 cmの高低差を測定することができるようになります。地震の多い我が国では、微細な地殻の動きや、マグマのような巨大な重力の動きをとらえることができるようになり、非常に有効な安心・安全インフラを構築できるのではないかと期待しています。

しかし、光ファイバでこのような超高精度の信号を運ぶ際には、光ファイバの揺らぎによる精度低下を抑制することが必要となります。現在、私たちは、光ファイバの揺らぎを相殺して高い精度を維持しながら中継できる装置をNTT局舎（中継局）に設置し、NTT東日本の光ファイバを用いて接続された拠点間で、光格子時計ネットワークを実証する実験を進めています（図6）。将来は、IOWNにも導入し、新たなタイムビジネスにつなげたいと考えています。

Upgrade Reality ～Reality in IOWN Concept～

こみ かずひろ

五味 和洋

NTT Research, Inc. 代表取締役社長



本稿では、2019年7月より事業を開始したNTT Research, Inc. のビジョンと3研究所の取り組みを紹介します。本記事は、2019年11月14～15日に開催された「NTT R&Dフォーラム2019」での、五味和洋NTT Research, Inc. 代表取締役社長の特別セッションを基に構成したものです。

私たちを取り巻く状況と NTT Research, Inc. の発足

2019年7月より事業を開始したNTT Research, Inc. のビジョンと3研究所の取り組みを紹介します。まず、私たちを取り巻く最近のICT分野の動向をみると、世界の大きな流れをつくっているIoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI (人工知能)、オートメーションといった技術革新が、誰でも安価に利用することが可能となっています。このような状況のもとでデジタルトランスフォーメーション (DX) が進展しています。この流れはしばらく続くと思われませんが、永遠に続くかといういくつかの制限要因があります。それは、エネルギー消費量の増大、ムーアの法則の限界、セキュリティ (あるいはプライバシー) の問題があります (図1)。情報がつながりやすく便利な時代になればなるほど逆にセキュリティやプライバシーが問題視されることになります。技術の進展を20年先まで続けていくためには、何ら

かのゲームチェンジが必要であり、それがNTT R&DではまさにIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) であると認識しています。IOWNにより長期的な解決策を考えていこうとNTT R&Dの姿勢を示しています。

NTT Research, Inc. は2019年7月に発足し、米国シリコンバレーを拠点としています。ここで、なぜシリコンバレーかということを説明します。今

後NTTのR&Dを加速化していくためにもグローバルな研究開発チームが重要です。シリコンバレーではグローバル人材が容易に獲得できること、グローバルなパートナーを見つけやすいことがポイントです。加えて日本でNTTが長年培ってきた技術、この3つを融合、進化させていくことがNTT Research, Inc. のビジョンです (図2)。NTT R&Dのグローバル化をめざし、これからも研究開発を推進し

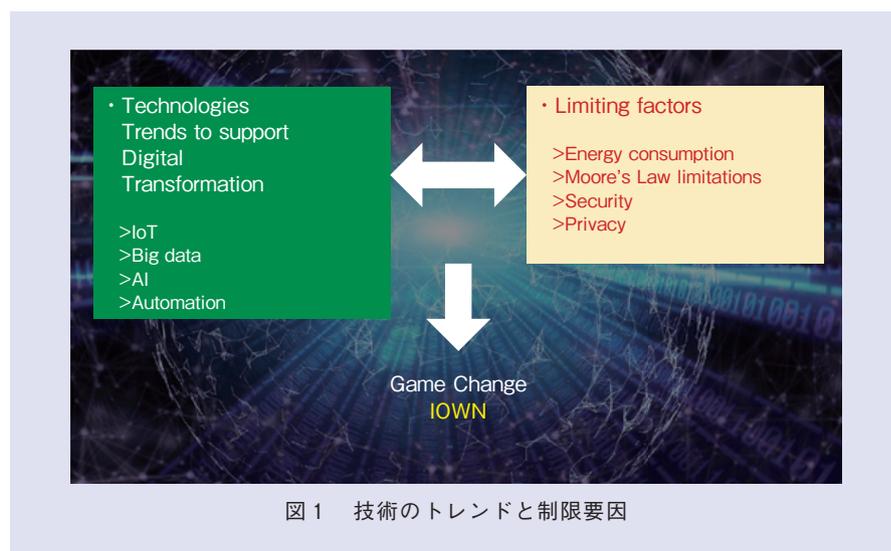


図1 技術のトレンドと制限要因

ていきます。

各研究所の取り組み内容について

現在は、図3に示すとおり3つの研究領域に研究所を組織しました。それは、量子計算科学研究所（PHI研）、暗号情報理論研究所（CIS研）、および生体情報処理研究所（MEI研）です。

■量子計算科学研究所（PHI研）

PHI研では光を使ったコヒーレントイジングマシンという全く新しい計算機の研究を行っています。コヒーレントイジングマシンの特長は、組み合わせ最適化問題を効率良く解くことをめざした計算機です。例えば、1人のセールスマンで多数のお客さまを効率良く訪問するとき、経路を最適化する

にはどうすれば良いか（巡回セールスマン問題）では、お客さまの数とともに組合せ数が増えてきます。従来の計算機では計算時間が指数爆発し何年もかかる場合があります。

NTTでは、光を用いたコヒーレントイジングマシンを用いて、このような組合せ最適問題を解決するために取り組んできました。PHI研では、この技術を基盤として、量子力学の原理と脳型情報処理の原理を、光で融合することをめざします。報道発表した米国の8つの研究機関（米国の6つの大学とNASA、およびソフトベンチャー会社）と共同研究を進める予定です。ねらいはどのような分野にコヒーレントイジングマシンを適用すべきか、グローバルなパートナーの意見を聞くことにあります。

■暗号情報理論研究所（CIS研）

次にCIS研です。ここでは、暗号技術の研究を実施します。スマート社会を構築するうえで新しい暗号システムによるセキュリティは必須なものであり、柔軟な利用方法や情報流通を盛んにする新しい暗号手法を研究します。さらに、ブロックチェーンのセキュリティについても研究を進めます。ブロックチェーンについては、Fintechでパスワード的になっており、適用されるアプリケーションはよく議論され

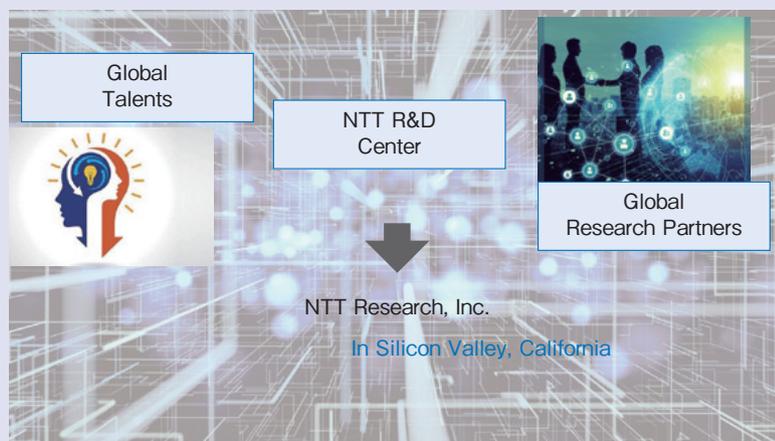


図2 NTT Research, Inc. をシリコンバレーに設立した理由

Physics and Informatics (PHI Lab)

Cryptography and Information Security (CIS Lab)

Medical and Health Informatics (MEI Lab)

図3 NTT Research, Inc. 傘下の3つの研究所

るものの、その安全性については研究があまりなされていません。私たちはどういう条件のときにブロックチェーンが破られるかなどのブロックチェーンの安全性の証明について研究をしていきます。上述のように、基礎的理論研究を行うこととし、暗号分野での世界一の研究をめざし、研究チームはドリームチームを構成し基礎研究のトップ人材を雇っていきます。スタンフォード大学を主とした人材の宝庫から活発な研究者を求め、暗号分野70%、ブロックチェーン30%の比率で研究を行います。暗号グループでは、暗号理論のもっとも重要な理論研究を行い、暗号システムの一般化と拡張の可能性を追求するとともに、セキュリティとその性能の理論境界についても研究します。ブロックチェーングループでは、セキュリティのモデリングと構造解明を研究し、テストベッドでの実験を検討します。研究員の人材は、テキサス大学、ノースイースタン大学、プリンストン大学、コーネル大学等から採用し、1つの暗号に関する国際会議の15%弱を占める数の研究員をそろえています。

■生体情報処理研究所 (MEI研)

次にMEI研です。ここでは、IOWNのデジタルツインコンピューティング(DTC)につながる医療と健康科学を

研究の分野としました。医療は次善の策とともに最適解が常に希求されているので、DTCのアプリケーションとして最適と思われます。例えば、デジタルツイン(双子の分身)をサイバー世界に構築し、これに投薬してみます。うまくいかない場合には他のやり方を試みるということも可能です。今、医療分野では情報のデジタル化に伴いAI、ロボティクス、ビッグデータなどで革新的な進展を見せています。かつてカルテは検査や画像所見も含めてすべて手書きのアナログ世界でしたが、これらのデジタル化が一気に進んでいます。データに基づいた知見を基にハードとソフトのイノベーションで得られた情報をReal Worldのデータと共有できるユニークな環境は整いつつありますので、IOWN構想をベースに、医療と健康科学が個々人に還元される世界の実現が望まれます。

医療・健康科学分野と理数・工学分野はこれまでコラボレーションの必要があると多くの識者が指摘してきました。情報技術の進歩が加速するこれからの時代は、医療と健康科学の分野もさまざまな革新が呼び起こされます。また、倫理や個人の尊厳が基本にある世界とデジタル世界がシナジー効果を発揮できる環境が望まれます。そのための条件の1つは、研究に携わる人々

の誠実さであると思われます。シリコンバレーでは大学、医療施設、スタートアップ企業群がそれぞれの特徴を活かして、コラボレーションをしながら日々激しい競争が展開しています。そこで鎬を削っているのは20代後半から30代の若い方が多く、一方、日本では留学を希望する若者が少ないといわれています。このような日本の状況を打破するためには、ドライに割り切って新天地に踏み込みやすい環境の整備も必要と考えます。MEI研はやる気のある人材を採用するので、日本人の理数・工学に興味のある若者には入りやすい環境でないかと思います。世界的な競争の垣塙であるシリコンバレーにNTT Research, Inc. をつくったことの意義を活かしていきます。

NTT Research, Inc. の研究者たち

現在約20人の研究員(人材)を採用しました。そのうち、Ph.D所有者が20名、教授資格の保有者が10名であり、出身は北米が10名弱、欧州が1名、アジアが10名弱です。暗号分野で著名な研究者である元テキサス大学のBrent Waters教授もメンバーであり、このたび計算機工学の分野で顕著な業績を上げた人に贈られるSimons Investigatorより表彰されています。

- Universities
- ▶ California Institute of Technologies
 - ▶ Cornell University
 - ▶ Massachusetts Institute of Technologies
 - ▶ Princeton University
 - ▶ Rutgers University
 - ▶ Stanford University
 - ▶ Swinburne University of Technology (Australia)
 - ▶ Technical University of Munich (Germany)
 - ▶ University of California, Berkeley
 - ▶ University of California, Los Angeles
- Other research institutions
- ▶ NASA Ames Research Center in Silicon Valley
 - ▶ 1Qbit (Canada)

図4 研究パートナー

とで、これをUpgradeするということです。常に現状をより抜本的に良くすることを意識において進めています。

研究パートナーは、米国とそれ以外の組織があり、大学が多い状況です。これら多くの研究機関とともに共同研究を進めていきます(図4)。

NTT Research, Inc. では、IOWNを支えていくための基礎研究を進めています。さらにNTTのグローバルビジネスの発展に寄与するために、今何をすべきかが極めて重要になります。直近のグローバルビジネスに寄与するためのイノベーション活動として、NTT DisruptionとNTT Venture Capitalの2つの会社があり、NTT Research, Inc. はこれらの会社と連携して進みます。旬なDX技術で近未来に何ができるかをショーケース化するといったところをNTT Disruptionが

担当します。ここでは、ヘルスケア、バンキング、自動運転、スポーツ&エンタテインメントなどのパーティカルについての具体的なソリューションの見える化をしていきます。中期的な将来については、NTT Venture Capitalが担当し、将来性のあるスタートアップに投資をしていきます。その先の将来についてはNTT Research, Inc. が担当し、基礎的研究を進めることになります。

おわりに

NTT Research, Inc. はUpgrade Realityをキーワードとしています。Realityというのは、私たちの考えている現実世界いわゆる標準、常識のこ

◆問い合わせ先

NTT Research, Inc.
Corporate Strategy Office
E-mail info@ntt-research.com

IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想実現に向けた取り組み

NTTは、革新的な技術によってスマートな世界を実現するIOWN (アイオン: Innovative Optical and Wireless Network) 構想を提唱しました。これは、スマートな世界を実現する、最先端の光関連技術、および情報処理技術を活用した未来のコミュニケーション基盤であり、これまでのインフラの限界を超え、多様性を受容できる豊かな社会の実現をめざすものです。また、さまざまな業界から広範な知識・見識を有する参加パートナーを募り、協力してIOWN構想の実現・普及をめざすIOWN Global Forumを、インテル、ソニーとともに設立しました。NTTは、多様なパートナーと連携してIOWN構想実現に向けて研究開発を推進していきます。

いわしな しげる†1 あらがね ようすけ†1

岩科 滋 / 荒金 陽助

みなみはた くにひこ†1 しんどう かつし†1

南端 邦彦 / 進藤 勝志

ふじわら まさかつ†2

藤原 正勝

NTT研究企画部門†1

NTTネットワーク基盤技術研究所†2

新たな世界の実現に向けて

インターネットやスマートフォンといった近年の重要なイノベーションにより社会のあり方は大きく変わってきました。それに伴い、「所有から利用へ」などの人々の価値観の変化も現れてきています。さらに今後は社会の情報化がますます加速し、ICTの活用による新たな金融サービスやAI (人工知能) による自動運転など、AIやIoT (Internet of Things) 技術が生活シーンに取り入れられていくことで、私たちの暮らしは大きく変わるとともに、多種多様な価値観が出てくるのが考えられます⁽¹⁾。

■多様性への対応

このような多様性に満ちた新たな世界を可能とするのは、他者への理解であり、理解を深めるためには、自分とは違う他者の立場に立った情報や感覚、他者の目線を通じた情報を得ることが大きな助けになるでしょう。この世界を技術で実現するためには、より高精細で高感度なセンサを開発してより多くの情報を得ることはもちろん、他者の感覚、さらには主観にまでも踏み込んだ情報処理が要求されます。科

学技術のみならず、人文科学、社会科学の知見をも取り入れる必要があります。このような技術によって実現した結果を人間がストレスを感じることなく自然に享受し、その結果として得られる心地良い状態を「ナチュラル」、人と環境が調和した世界を「ナチュラルハーモニック」と名づけ、これを追求していきます。

■インターネットの限界の超越

このような世界では、膨大な量の情報処理が必要で、既存の情報通信システムでは、伝送能力と処理能力の双方に限界が訪れると考えています。日本国内のインターネット内の1秒当りの通信量が2006年から約20年間で190倍 (637 Gbit/sから121 Tbit/sへ) になるという推計や、世界全体のデータ量が2010年から15年間で90倍 (2 ZBから175 ZBへ) に増加するという推計があります (図1)。

このような状況を既存の情報通信システムのみで解決しようとしたならば、通信量のさらなる増加、ネットワークのさらなる複雑化、輻輳などによる遅延の増加などの重大な課題に直面することになるでしょう。

■消費電力の増加の克服

IoTの進展によるネットワーク接続デバイスの爆発的な増加は、ネットワークの負荷を高めるだけでなく、エネルギー消費の面でも大きな懸念になっています (図2)。また、クラウドサービスなどの提供に欠かせないデータセンターの電力消費量の増加も世界的な問題となっています。

さらに、集積回路の集積度の限界が見え始めています。nm (ナノメートル) 単位という物理的限界に近いレベルまで小さくなってきた集積度は、消費電力の増加とともに発熱量が増加することによる集積回路の温度上昇が顕著になり、動作周波数の限界も見え始めています。

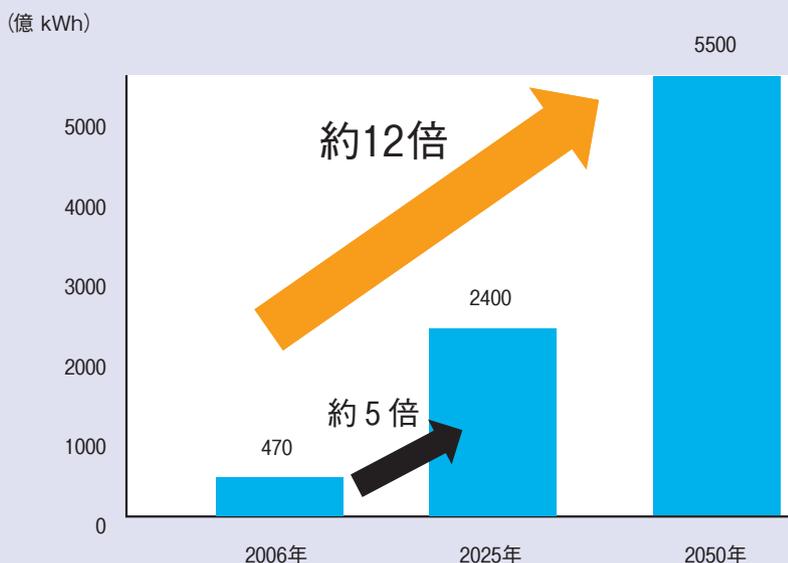
IOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想

そこでNTTでは、革新的な技術によりこれまでのインフラの限界を超え、あらゆる情報を基に個と全体との最適化を図り、多様性を受容できる豊かな社会を創るため、光を中心とした革新的技術を活用した高速大容量通信、膨大な計算リソース等を提供可能な、端末を含むネットワーク・情報処



出典：IDC [November 2018 The Digitization of the World From Edge to Core] より作成

図1 データ量の増加の推計



出典：経済産業省「グリーンITイニシアティブ」(2007.12) より作成

図2 IT機器の消費電力量の推計

理基盤であるIOWN (Innovative Optical and Wireless Network) 構想を打ち出し、その実現に向けて研究開発を始めています。IOWNでは、「オールフォトニクス・ネットワーク」「デジタルツインコンピューティング」「コグニティブ・ファウンデーション」の3つの要素によって、以下のようなスマートな世界を実現していきます(図3)。

- ・消費電力の大幅な削減、通信の広帯域化によって、爆発的に増大する計算量にも対応した莫大な処理能力を提供可能
- ・通信の大容量化・低遅延化によって、さまざまなセンサが収集した五感を超える膨大な情報をリアルタイムに共有可能
- ・光波長専有によって機密性や安定性を高度なレベルで提供可能になり、ミッションクリティカルサービスでも利用可能
- ・さまざまなリソースを一元管理するマルチオーケストレーション機能によって、業界や地域ドメインを超えたりソース活用が可能
- ・さまざまなデジタルツインやヒトのモデルを組み合わせる実世界を再現し拡張するサイバー空間の創造が可能

■オールフォトニクス・ネットワーク

ネットワークにつながるヒトやモノの増加に伴うAI等の高度かつ複雑、大量な情報処理に必要な電力消費の抑制とミッションクリティカルなサービス要件を達成するために、フォトニク

ス技術をエンド＝エンドに適用して従来技術の限界を超え、超低消費電力、大容量、低遅延なネットワークの実現をめざします。例えば、波長を制御する伝送装置や光電融合素子の開発などにより、100倍の電力効率をめざすとともに、光ファイバにおけるより多くの多重化およびマルチコアファイバの拡充により125倍の伝送容量の拡張をめざします(図4)。

■デジタルツインコンピューティング

デジタルツインとは、例えば工場における生産機械、航空機のエンジン、自動車などの実世界の対象について、形状、状態、機能などをサイバー空間上へ写像し、正確に表現したものです。デジタルツインを用いることで、

サイバー空間内で対象物に関する現状分析、将来予測、可能性のシミュレーションなどを行うことが可能となります。

デジタルツインコンピューティングは、実世界を表す多くのデジタルツインに対して交換・融合・複製・合成等の演算を行うことにより、モノ・ヒトのインタラクションをサイバー空間上で自由自在に再現・試行可能とする新たな計算パラダイムです⁽²⁾。

■コグニティブ・ファウンデーション

このような、低消費電力・大容量・高品質のコミュニケーションや、大規模なモノ・ヒトのインタラクションを実現するためには、さまざまなリソースを適切に選択・利用することが必要

となります。コグニティブ・ファウンデーションは、さまざまな拠点到に散在するデータを収集、処理、記憶、通信する手段を連携させて、サービスの構築や運用に必要な機能群を提供する基盤です。

IOWN Global Forum設立

IOWN構想を実現するためには、数多くの革新的な技術を創造し、組み合わせることが必要となります。さらに、それを広く使ってもらうための活動も必要となります。これは情報処理、コミュニケーション、ネットワーク基盤の大きな転換が求められることであり、広範にわたる知識・見識が必要となります。NTTグループのみで実現できることではありません。

What's IOWN?

Innovative Optical and Wireless Network (**IOWN**:アイオン) 構想

オールフォトニクス・ネットワーク、デジタルツインコンピューティング、コグニティブ・ファウンデーションの3つの要素でスマートな社会を実現していく

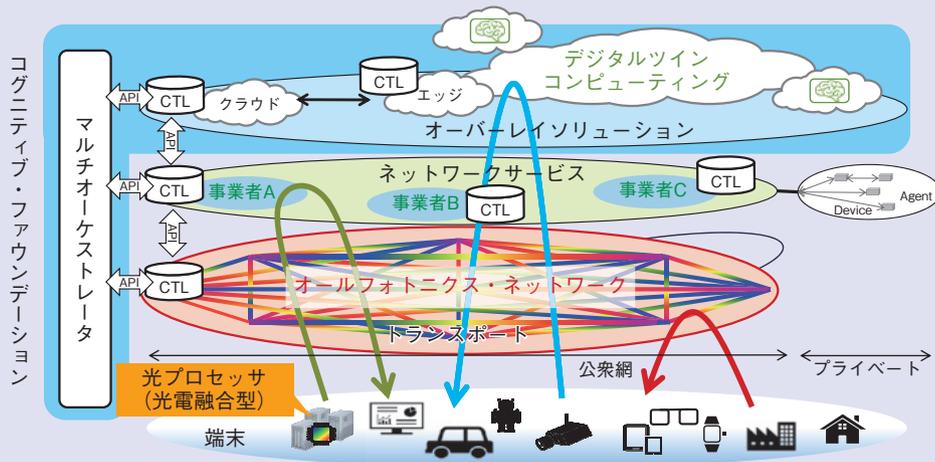
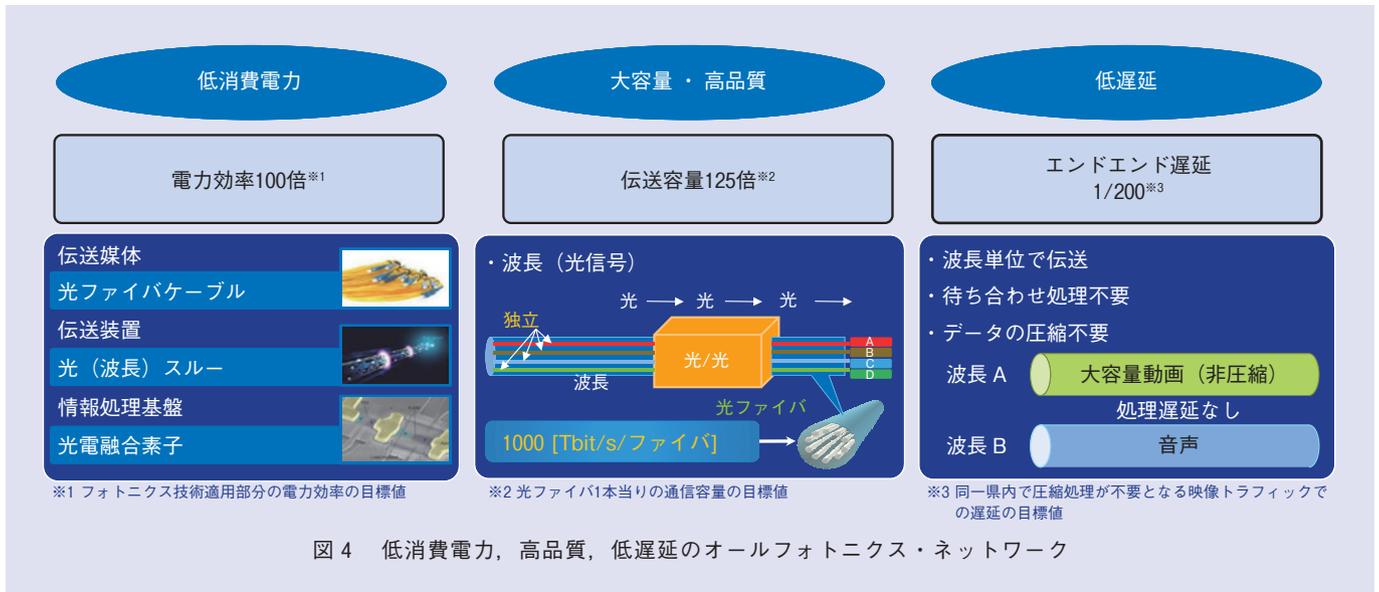


図3 IOWNの機能構成イメージ



そこで、NTT、インテル、ソニーの3社は、さまざまな業界から広範な知識・見識を有する参加パートナーを募り、協力してIOWN構想の実現・普及をめざすIOWN Global Forumの設立について発表しました⁽³⁾。本フォーラムは以下に示すような分野等において、新しい技術の仕様やフレームワーク、リファレンスデザインなどの検討を通じて、IOWN構想の実現・普及を促進することを目的とします。

- ・先進的な光電融合技術を活用したフォトニクス関連研究開発
- ・分散コンピューティング関連研究開発
- ・スマートな世界をつくるユースケース・ベストプラクティスとそれを実現する研究開発

今後、NTT、インテル、ソニーの3社は、本フォーラムを共同で運営する設立時のボードメンバーを選定するとともに、Working Groupを設置し

て幅広いパートナーと連携し、IOWN構想実現に向けて活動を進めていきます。

■参考文献

- (1) 澤田・井伊・川添：“IOWN構想—インターネットの先へ,” NTT出版, 2019.
- (2) <https://www.ntt.co.jp/svlab/DTC/whitepaper.html>
- (3) <https://www.ntt.co.jp/news2019/1910/191031a.html>



(左から) 南端 邦彦/ 進藤 勝志
岩科 滋/ 藤原 正勝
荒金 陽助

NTT研究所のIOWN構想実現に向けての取り組みと、パートナーと連携して推進するIOWN Global Forumの取り組みについて紹介しました。NTT研究所が培ってきた革新的な技術とさまざまなパートナーの技術・知見を融合することで、新しいスマートな世界を創っていきます。

◆問い合わせ先

NTT研究企画部門
R&Dビジョン担当
E-mail iown-pr@hco.ntt.co.jp

小林 哲生

NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上席特別研究員



人生、何一つ無駄なことはない。 すべての人が生き生きと暮らせる社会を 築きたい

The World Literacy Foundationの2015年8月の報告では、非識字による経済・社会的損失は日本では年間約951億円と推計しています。日本は義務教育により識字率は99.8%に達しているといわれていますが、平成28年に実施された国立情報学研究所の調査によれば、主語と述語の関係等、文章の基本的な構造を理解できていない中高生が多く存在することが明らかになっています。社会参加にとって重要な役割を担う「読み書き」の習得を研究する小林哲生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、現在取り組んでいる研究と研究者としての姿勢を伺いました。



エビデンスに基づいた教育支援をめざす

●現在の研究の内容などから教えていただいてよろしいでしょうか。

私は言語習得メカニズムの解明とそれを活用した教育支援の研究を行っています。簡単にいえば子どもが自然に言葉を覚えていくメカニズムを解き明かして、それを子どもの発達に向けた支援として活かしていく研究です。子どもは、おおむね0~3歳くらいまでの間に母語の基礎を習得していきますが、そのプロセスにおける音声の知覚、発話、語彙、文法、文字の習得あたりまでのメカニズムを対象に研究を進めています。最近では小学校で第二言語としての英語も学習範囲に含まれるようになり、この部分についても研究対象を広げてきています。

それから同時に、社会的な認知能力も研究しています。子どもは3~5歳ころから徐々に他者の気持ちや心の状態を推測できるようになっていきますが、それが発達していく仕組みについても、言語能力との関連から調査を進めています。現在は言語習得、認知能力いずれも定型発達の子どもの対象にしていますが、このメカニズムが分かると非定型発達の子どもの言語習得のつまずきポイントなども分かるのではないかと考えています。これらについて、病院などの医療機関と連携して研究し、エビデンスに基づいた教育支援につなげることを目標としています。

●皆さんの英知と愛情の結集ですね。子どもの成長を助けるための研究に助けられる保護者も多そうですね。では具体的にどのような研究をしているかお聞かせいただけますか。

手掛けている研究の1つである日本語の語彙の習得メカニズムの場合、基本的なデータはあまりなかったため、0~4歳くらいの子どもの母親から現時点でどんな言葉を話せるかというチェックをしてもらい、統計モデル化し、言語習得の初期発達を把握しようとしています。収集データから、月齢と言語習得の関係をみると、約50%の子どもが「ワンワン」という言葉を発話できるのは15.5カ月なのに対して、「犬」は26.1カ月です。また、最初に理解できる言葉は「自分の名前」で、約50%のお子さんが約7カ月で理解できます。次の段階で、「バイバイ」「いないいないばー」などの社会的なコミュニケーションに使う言葉を理解し、おおむね1歳の誕生日までに平均で15語くらい理解したうえで発話できるようになることを確認しました。こういったデータをデータベース化し、子どもの月齢・年齢に合わせた言葉の検索や、月齢・年齢に合わせた幼児用のコンテンツの作成に活用することができたら、有益ではないかと考えて実現しました(図1)。こうした科学的な知見なども踏まえてNHK教育の「いないいないばあっ！」という番組の監修を10年以上担当させていただいています。長年の経験とノウハウに基づいて行われてきた番組制作に、エビデンスに基づく指針というものを付け加えることができるようになりました。

・1500名規模の語彙チェックリスト調査から、子どもがいつどんな語を習得するかに関する**幼児語彙発達データベース**を構築

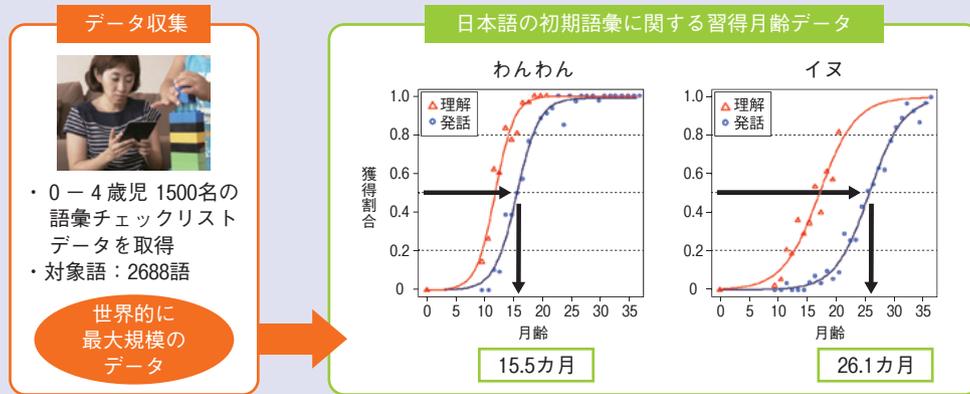


図1 幼児語彙発達データベース

また、これらのデータに基づいて絵本も作成しており、これが非常に好評を博して、2年ほどの間に、5冊のシリーズ累計で約30万部の発行部数となっております。言語習得のパターンを考慮して、より初期の段階で習得する言葉だけで絵本を作成しましたが、言語習得の速さに個人差があることから、個々の子どもに合わせた「パーソナル知育絵本」を作成する実証実験を進めてきました。母親に子どもの言語習得状況をチェックしていただいて、子どもの発達に合わせて習得した単語を組み入れた絵本を作成します。この絵本がモニターから大変好評だったので、2019年12月からNTT印刷で事業化し、パーソナル知育絵本4冊のテスト販売を開始しています。絵本は言語習得に大きく寄与するので、まさに言語習得を支援する取り組みになります。一般に、自治体がブックスタート事業などで、乳幼児検診に合わせて1冊の絵本を配布しているのですが、残念ながら1冊の配布だけでは絵本を読む習慣を身につけるのは難しいと思います。

そこで、絵本を読むことを習慣化することで言語の習得を促すために、親子を図書館へ誘導することが重要だと考えました。これについて、2020年1月から沖縄県恩納村と協力して、検診に来た親子に、パーソナル知育絵本を作成してもらうことをきっかけに子どもを図書館に誘導することを始めています。パーソナル知育絵本は10日ほどで完成するので、それを再度図書館に取りに来るという仕組みです。そのうえで、図書館に何度も足を運んでもらえるようになったら、次は自分の子どもに合った絵本を蔵書の中から見つけて読み、それを繰り返すことで絵本を読むことを習慣化させようとする試みです。自分の子どもに合った絵本を検索するために「ぴたりえ」という絵本検索システムを開発しました(図2)。絵本には対象年齢が記載さ

れているのですが、とても幅広い年齢が対象にされています。そこで、作品に提示されている対象年齢と、絵本に登場する単語や文章データを分析し、学術的なデータと言語処理の技術で文章の複雑さを推定することで、もっと絞り込んだ対象年齢や難易度順で絵本を検索することができるようにしました。「ぴたりえ」のデータにはタイトルだけではなく、絵本の中で使われていた言葉も整理されていますが、絵本は、フォントが定型ではなく、絵の上に文字が重なっている場合もあり、OCR等で機械的に読みこなすことはできないため、6000冊の絵本を1冊ずつ手で入力しました。ただ、子どもの発達の状況によっては、絞り込まれた対象年齢と実際の子どもの言語習得状況には誤差が生じますから、あくまでも目安としての対象年齢となりますが、現実には即した絵本選びができるようになり、図書館通いや絵本を読むことの習慣化へつなげていくことができると思います。

「ぴたりえ」はNTTデータ九州で事業化し、2019年4月から福井県立図書館に正式に導入し、現場である図書館で絵本検索システムをお使いいただいています。その後、品川区の保育園にも正式に導入され、保育関係者からも大変好評でした。さらに、福岡市で夏休みに開催する「絵本ミュージアム」というイベントで、ロボットと対話しながら、好みの絵本を推薦するデモを実施し、2018年と2019年の2年にわたり2万人の方に体験してもらいました(図3)。日常とは少し異なる体験なので子どもにとっては楽しいようです。これによって色や柄の好みの形成過程などを解析しています。例えば、表紙の人物の絵の場合、子どもは漫画のような目の大きな顔が好きなので、大人の読ませたいアーティスティックな顔のものとは違うことが分かりました。今後は、成長記録の解析にも取り組みた



図2 ぴたりえ

と思っています。保育園と協力して、覚えた言葉等の成長記録をアプリに入れてもらって、成長にふさわしい絵本を推薦するというものです。ノウハウはもうありますが保育士に負担をかけないで実現する方法を検討しています。ちなみに、発達心理学の分野の話ですが、子どもが1、2歳のころに親が読み聞かせをしてくれた頻度が高いほど、小学校3、4年生の文章読解力や理解する語彙数が有意に増えるという研究結果があります。私たちの研究がこうした学習基盤を支える一助になれば良いという思いのもと、各地でこのような話をさせていただいています。



最終的には熱意とやる気が道を拓く

●この研究はどのようなきっかけで取り組みを始められたのでしょうか。

科学は世の中の現象を解明するもので、工学は科学で解明されたものなどを参考にしながら世の中で使えるものをつくることだと思っています。人間は言葉を使いますが、動物はしゃべらない。しかも、自然に話し出すのはなぜだろう解明してみたいという思い、つまり科学が研究のきっかけでした。大学時代は心理学を専攻し、人の存在に興味を持ち、大学院時代はチンパンジー、ゾウ、ネズミの心理学研究にまで対象を広げ、ヒトの特徴である言語に至る前の思考や認知のメカニズムを哺乳類と比較することで解明する研究をしてきました。こうした経験から人類は言語を有することを含んでとても特殊な存在であることを知り、進化的、発達の観点から探るようになりました。言語の研究のアプローチは多岐にわたりますが、乳児を対象にすると何も無いところから言葉を習得するまでのプロセスを



※Sota（ソータ）はヴイストン株式会社の登録商標です。

図3 絵本ミュージアムでのデモの様子

追うことができますから、発達・進化の変遷をみるができる存在として重要だと思い興味を持ちました。

難問だといわれていることにチャレンジすること、解き明かされていないものを解くことはとても面白いという思いは科学者の多くは持っているのではないのでしょうか。私も同じ思いであり、ごく当たり前のことをしてただけだという感覚です。解けない問題に直面したときや、分析データが仮説どおりに説明できないとき、また、手掛かりがつかめないうときこそ、やりがいのあるチャレンジだと思って研究を進めてきました。

一般に科学分野の基礎研究は、自然の摂理や世の中の仕組みを解明しながら成果を出して論文を書いて世界に挑んでいるのですが、現在の私の置かれた環境では、その成果を現場と喧々諤々しながら実用化につなげていくことにまで拡大してきました。NTTグループの事業としては小規模ではありますが、この過程をすべて担当できる面白さを最近とても感じています。これはおそらく大学などの研究機関ではできないことだと思います。私はもともと心理学や生物学を専門とした科学者でしたから、世の中への貢献にまで意識を持たずに研究を進めていました。しかし、企業にいるからこそ、「ぴたりえ」のように研究成果を多くの仲間やパートナーとともに具体的な事業としていくことは、とてもやりがいのある営みだと思います。

●研究活動を支える、モチベーションはどのようなものですか。

2つあります。1番目は分からなかったことが少しでも分かるようになった瞬間の気持ち、分かるということの喜びですね。そして、2番目は研究した成果を誰かに使ってもらい、貢献できるものにつなげるという喜びです。どちらの喜びも大きく、確実にモチベーションにつながっています。分からないことにどのようなアプローチで対応する

かというのは研究者が各々決めることですし、どの問題をテーマにして解くのかもセンスによるものだと思います。私の場合はヒトの言語習得の問題がテーマであり、それをどのように解くかがまさにセンスの部分です。これを磨いていきたいし、磨かないといけないと考えており、そのために辛抱強くチャレンジすることが大事だと思います。

ところが、「こんなの意味があるの？」など、チャレンジしている最中に言われることもあります。研究過程でも事業化でもさまざまなプロセスで、いろいろな立場の人がそれぞれいろいろなことを言ってきます。こうした周囲の意見は的を射たものが多く、リスクを指摘されて、まさにそのとおりだと思い、思わず立ち止まってしまうこともありました。新しいことを手掛けているため、人にそれを理解してもらうには並々ならぬ努力を必要とします。しかし、いかなる状況にあっても本当に自分が良いと思ったことに対して熱意と自信を持って推し進めることが重要だと思います。誰かが何かしてくれるのを期待するのではなく、自身がしっかりと責任を持って最後までやるという意欲が大切であり、その源泉がモチベーションなのです。



人生に無駄なことは何一つない。周囲を巻き込んで突き進もう

●研究者の皆さんに一言お願いいたします。

NTTに入社以降、学生時代に携わってきた専門分野以外への強制的なテーマ変更もありました。自分の専門分野をそのままできることは結構な幸せだと思うのですが、そうではなかったとき、実はこれが多いのですが、今手掛けていることを自分の好きなことにできると良いと思います。私の今の研究は入社当時とは全く異なるものになっていますが、新しい専門分野が面白く感じられ、また工学的な領域や事業的な領域にまで踏み込んでいくことで、自分の手掛けた成果が目に見えるかたちで世の中に活かされるようになり、まさに自分の好きなことをやっているような状態です。

自分のしたいことができなかつた時期は、日々悶々となんともなくもがきながらやっていたのですが、当時の研究所長が、「人生に無駄なことは何一つない」とおっしゃってくれたのが印象に残っています。当時は慰めの言葉だと思っていましたが、今になってそのとおりだと実感しています。一見無駄に思えることでも、真摯に取り組んで経験を重ねてきたことが、今のプロジェクトの活動の中で非常に役立っています。

それから、先ほども言いましたが、自分の研究の価値、意義について、周囲の理解者、賛同者を得ることが重要だと思います。研究開発は新しいモノ、コトを生み出すこと

であり、新しいがゆえに周囲にはなかなか理解してもらいにくいと思います。しかし、説明を辛抱強く繰り返していくことによって、理解者や賛同者が徐々に増え、そのうえで後押ししてくれる人たちが出てくるので、こうした人たちと連携しながら進めることで、成果をかたちのあるものにしていくことができます。

●今後はどのように進んでいけますでしょうか。

具体的な目標を立てて、それに向かって一歩ずつ進んで、着実にかたちにしていくのが自分のスタイルだと思っています。今、チームで進めているのが、言葉や感情能力を育てるための研究です。感情の知識、つまり相手がどんな気持ちかを考える、読み取るというのは子どもたちの社会生活にとってとても重要だと考えており、こうした能力を測定し、それをどのようにして子どもの発達の支援に役立てるか、ということがこのテーマです。

近々、小学生500人くらいを対象とした調査をしようと考えています。例えば、「もしもし？」という言葉に感情を乗せることにより表現もさまざまになりますよね。こうした言葉を子どもたちがどれくらい理解できるかを測定します。音声の把握が難しい子どもが多いという知見が海外を中心に寄せられていますが、日本の実態を把握してこの能力向上に向けてどう支援するかを考えたいです。

それから、ひらがなを自然に覚えて、書いたり読んだりするプロセスについては、まだ分かっていないところがあります。これについて大規模調査としては50年前の研究しかないので、私たち自身が最新のデータを集めようと考えています。以前は紙に書いてビデオで撮影して解析していましたが、今回はタブレット上に書いてもらうことで、書き順やスピードなども測定することができます。定型発達の子どもの分析することによって、読み書き障害（ディスレクシア）などの子どもの支援にもつなげていけそうです。発達の研究をしていると、発達の途中段階のちょっとしたつまずきが後に響いてくることがあります。早い時期にこれを見つけてあげて、支援や訓練をすることで、根本的な解決には至らないまでも社会生活をスムーズに送ることができるのではないかと思います。子どもたち皆が生き生きと社会生活を送れる後押しを続けていけたら良いなと思っています。

■参考文献

- (1) <https://www.literacyhow.org/wp-content/uploads/2016/02/WLF-FINAL-ECONOMIC-REPORT.pdf>
- (2) <https://www.nii.ac.jp/news/release/2016/0726.html>

NTTコミュニケーションズグループ
NTTコム マーケティング株式会社

NTT Comを中堅企業層向け
営業で支えるグループ企業

NTTコム マーケティングは、NTT コミュニケーションズグループの営業系バリューチェーン会社として、中堅企業を対象にさまざまな営業活動を展開している。時代とお客さまのニーズに合わせたソリューション提供やOne NTTに向けての取り組み、今後の戦略について風見健史社長に話を伺った。



NTTコム マーケティング 風見健史社長

NTT Comグループとして
中堅企業層を中心とした営業を行う会社

◆設立の背景と目的、事業概要について教えてください。

NTTコム マーケティングは、NTTコミュニケーションズにおける中堅企業向けの営業、フリーダイヤルやナビダイヤルといった音声系サービスの提案営業支援・バックヤード処理支援、NTT東日本・西日本や多店舗系代理店等の販売支援の各業務を、より機動的、効率的に行うための会社として2012年に設立されました。33拠点にいる約1400名の営業のエキスパートが、日本全国のお客さまをカバーしています。

当社の事業は、その業務形態ごとに3つの営業部により対応しています。

1番目は、ビジネスカスタマ営業部です。VA (Value Advisor)と呼ばれる営業担当が中堅企業(メインターゲット顧客層は年商50億円から100億円規模)を対象に直接営業を行っています。VAとともにお客さま向けのソリューションを検討するプレセールスエンジニア機能と、お客さまからの申し込み等の各種オーダーを処理するバックヤード機能もあり、チーム一丸となってお客さまの対応を行っています。

2番目はボイス営業部です。NTTコミュニケーションズ等の各営業フロント部門と協力し、フリーダイヤルやナビダイヤル、IP Voiceなど、音声系サービスの販売支援を行っています。音声系サービスに関するお客さまへのコンサルやソリューションから各種オーダー処理まで一括して

対応しています。ボイス営業部は、音声系サービスの専門スキルを持った部隊として、NTTコミュニケーションズの法人営業、関係部門、各代理店から高い評価をいただいています。

3番目は代理店営業部です。もともとはドコモショップ、量販店などのNTTコミュニケーションズの販売代理店に対しOCNやOCNモバイルONEなどのコンシューマー向けサービスの販売支援が主軸でしたが、昨年度からは、NTT東日本・西日本や 地場Sierといったパートナーを通じた法人のお客さま向けサービスの販売支援にシフトしています。

中堅企業層へのフォーカス

◆事業環境の変化が激しそうですが、いかがでしょうか。

今日クラウドサービスやIoT (Internet of Things)、ビッグデータ、AI (人工知能) などの新しいテクノロジーが次々と登場しています。一方、中堅企業のお客さまの経営課題も、グローバル化、人材不足や競争環境の変化によって、より複雑になっています。デジタル経済が発展する中での企業の成長は、有効なICTの活用にかかっているといっても過言ではありません。当社は、お客さまの経営課題を事業の成長へと結びつけるために、既存のサービスのみならず、これらを新しいICTのトレンドも活用したデジタルトランスフォーメーション (DX) 推進を意識して営業活動を行っています。

ビジネスカスタマ営業部は、発足時に音声サービスの単

品売りから活動を開始していますが、お客さま層のシフトに伴い、取り扱うサービス、営業スタイルも変化しているところでは、

お客さま層に関しては、NTTコミュニケーションズがより大規模なお客さまへの対応にシフトしていくことに合わせ、当社も、中小企業から年商50億円から100億円規模の中堅法人企業のお客さまにターゲットをシフトしています。お客さまの規模が大きくなるに従い、そのニーズも多岐にわたるようになり、提供サービスもNTTコミュニケーションズグループのサービスを幅広く扱うようになっていきます。具体的には全国型のMPLS(Multi-Protocol Label Switching)ネットワークや、クラウドサービス、コンタクトセンター向けの音声系ソリューションなどを、お客さまの経営課題に合わせて提案していくスタイルになってきています。

ボイス営業部が中心サービスとして位置付けているフリーダイヤル(0120)やナビダイヤル(0570)は、さまざまな便利な付加機能を持っています。ボイス営業部では、単なる機能の説明ではなく、どのような使い方がお客さまにとって最適解を示し、導入から運用までのコンサルティングを行っています。また、昨今各企業のコンタクトセンターは、電話以外にSNS、チャット、Webといったさまざまな受付形態の「オムニチャンネル化」によるお客さま接点拡大のニーズが高まっています。そのため、音声系サービス以外にも、自然対話ツールである「COTOHA[®]」によるチャットボットやSMSによるWebへの誘導などの新しいコンタクトセンターソリューションの提案も行っています。また、コンタクトセンター以外にも、多店舗系企業やリモートオフィス向けの音声系コミュニケーションソリューションの提供なども積極的に行っているところです。

代理店営業部では、法人のお客さまをターゲットにシフトしていくことに伴い、扱うサービスも法人のお客さま向けサービスにシフトしています。そのため、代理店営業の営業力強化を図っているところです。

前述のとおり、NTT東日本・西日本は当社の重要なパートナーです。NTT東日本・西日本は、地方自治体や地方の金融機関、大学、総合病院などの優良顧客を抱えています。具体的には、住民やお客さまからのお問合せの効率化、サービス向上のためのナビダイヤルの利用、グローバル化が進む大学・研究機関のお客さま向けの国際回線の提供等

のビジネスチャンスが想定されます。NTTコミュニケーションズのサービスの代理店として、One NTTの中で当社が貢献できる余地はたくさんあると考えています。

◆今後の展望について教えてください。

当社はNTTコミュニケーションズグループの中堅法人市場をターゲットとした販売会社です。中堅法人市場はまだ開拓の余地は大きいと考えており、同時に当社の仕事のやり方、工夫にも大きな伸びしろがあると考えています。

現在、自社の営業力を高めるためのさまざまな活動を行っています。これまでの単品サービス販売型から複合提案型へと営業アプローチを転換するさまざまな営業研修を推進しているとともに、2年ほど前にはNTTコミュニケーションズと同じCRMシステムを導入し、営業見込み案件(パイプライン)管理や受注管理といった営業管理業務の効率化を行っています。また、離れた地点でのミーティングにもさまざまな会議ツールを積極的に利用しており、総務関連の問合せではCOTOHA[®] Chat & FAQというチャットボットなどのシステムも活用しています。このように自らのDXを推進し効率化を進め、お客さまにもDXの実例として示し、「サービス」として売っていきたいと考えています。

また、NTTコミュニケーションズグループはもちろんのこと、NTT東日本・西日本をはじめとするNTTグループ会社とのwin-winな連携により中堅法人層との顧客接点を広げることも当社のこれから取り組むべき分野だと考えています。

営業力強化のため、中堅企業向けに新たなサービスを組み合わせて提供する「新規事業開発部門」も今年度新設しました。この機能は、お客さまに近いところにいる当社自身が、マーケット分析からサービスの組み合わせやパッケージ化までを一貫して取り組むことで、より中堅企業のお客さまのニーズに合致したサービスを充実させていくものです。現在は、NTTコミュニケーションズグループや、NTT東日本・西日本、NTTテクノクロス、NTTアドバンステクノロジーなどのNTTグループのサービスをベースにビジネス検討を行っています。将来的には、先進的なNTTグループのサービスを組み合わせ、日本の中堅企業向けのDXの推進に貢献し、One NTTを体現できるといいな、と考えています。

ビジネスのブルーオーシャンをねらう 少数精鋭の新組織

ビジネスカスタマ営業部
新規事業開発部門
部門長 鈴木 郁太郎さん
担当部長 小林 博章さん

◆業務内容について教えてください

鈴木：新規事業開発部門は2019年10月1日にできた新しい組織です。当社はNTTコミュニケーションズのサービスを中心に、これまで中堅法人市場をターゲットに実績を積み上げてきま



（左から）鈴木郁太郎さん、小林博章さん

したが、お客様のニーズが多様化するとともに、DXが加速してくる中で、これに対応していくための商材が不足してくることが予想されます。こうした環境の変化の中で今後の展望を考え、お客様に寄り添った商品を、自分たちから発案してつくっていかうということで、新規事業開発部門が新たに設立され、2つのアプローチで動き出しました。1番目のアプローチは、既存のNTTコミュニケーションズの商品、NTT PCコミュニケーションズ、NTTビズリンクなどの商品、もう少し広げて、例えばNTTテクノクロス、NTTアドバンステクノロジーなどのNTTグループ会社の商品をお客様のニーズに合わせて、単品あるいは組み合わせた新たな商品として商品ラインアップに入れて、販売していきます。

もう1つは、これまで社内でもプロジェクトとして対応してきたものの継続として、NTT PCコミュニケーションズがつくったSD-WANの商品である「CloudWAN」や、NTTアドバンステクノロジーのセキュリティサービスをインテグレーションしたソリューションとして販売してい

きます。今年度中の目標はさらに2つくらいソリューションをつくって、営業が売りやすい商品化を行い、収益の底上げをしていく予定です。

中期的には3年を目安に5GやAI、IoTなど新しいテクノロジーにも対応していかなければならないと思います。さらにお客様が将来的に何を求めているのか、研修やセミナーなどを使って情報収集しながら、お客様のご要望にマッチした商品を開発していこうと考えています。短期的な話と中期的な話をチームごとに分けると、タイムラグによる商品系列の分断が発生するので、チーム（2人1組）ごとに短期的なものの中期的なもの両方を並行して検討するようにしております。

◆ご苦労されている点を伺えますか。

小林：新しいことを始めようとしても、どこから手を付けて良いのか分からない、次に何をすれば良いのか分からない、といったことがよくあります。これは当社に限った話ではなく、ほかの会社でも同様であると伺ったことがあります。幸いにも当部門には新しいことを始めた経験のある社員が何人かいるので、これらの社員を中心に、新しいことを始めるための雰囲気やノウハウを醸成して、少しずつ経験を重ねていくことで人材を育て自信をつけていこうにしたいと思います。

鈴木：私と小林も新しいことを始めてきた経験者なのでこのあたりのところはすぐに理解できるのですが、当部門の社員のほとんどは既存商品ベースの営業エキスパートなので、新しいことを始めるにあたっての考え方や雰囲気を醸成するには若干時間がかかると思います。さらに、手掛けたものがすべて成功するわけではなく、リスクも伴います。ただし、これに二の足を踏んでいては何もできませんので、トライ&エラーの繰り返しで経験を積んでいくこととなります。とにかく一歩踏み出てトライ&エラーを繰り返す雰囲気も大切にしていきたいと思います。その中で成功事例が1つでも多く出て、事業へ貢献していくことがこの組織のミッションであり、また、こうした経験を通して個々の社員が成長し、将来的に中核の社員として育成していくこともミッションと考えています。

◆今後の展望について教えてください。

小林：現在の商品ラインアップは音声系やネットワーク系

など従来からのレガシー系サービスが中心です。今後、音声系をはじめとしたレガシー系サービスも全部なくなるわけではないですが、その比率が下がっていく傾向にある中で、それを新しい商品、ソリューションでカバーしていかなければなりません。昨今、ICTを取り巻く環境の変化が激しくなっている中で、お客さまのご要望も変化しています。短期的なものから中期的、場合によっては長期的なものまで、切れ目なくお客さまのニーズにこたえていくために、プロアクティブにお客さまのニーズを把握して、それを商品、ソリューションとして提供していくことが重要となります。それだけに新規事業開発への期待が大きく、それにしっかりとこたえていくつもりです。

鈴木：新規事業開発といっても、すべて私たちだけでできるわけではなく、また、それをなし得る人材も現在育成中

です。お客さまに頼りにされる人材になれるよう、私たち自身が成長していくとともに、NTTコミュニケーションズグループ商材を軸にしながら、NTTグループの各社と太いきずなで協力し、One NTTとしてお客さまの期待にこたえられるよう、努力していきます。

NTTコム マーケティング ア・ラ・カルト

■里山保全活動

企業として自然環境保護に貢献することを目的として、毎年春夏秋の計3回、千葉県白井市の「平塚の里」において、NTTコムソリューションズと合同で里山保全活動を実施しています。主な活動は森林の整備、田植え、自然観察などです。今年度は家族を含め延べ200名ほどが活動に参加しており、参加人数は年々増えています（写真）。

■みんなで育てる「あおいちゃん」

総務・人事など共通業務等に関する社内問い合わせをタイムリーに解決するため、COTOHA® Chat & FAQというチャットボットを全社で導入。アバターを「あおいちゃん」と名付け、利用者である社員の声を聞きながら、試行錯誤を繰り返す事数カ月。完成度を高めた結果、運用側の業務効率化も飛躍的にアップし、まさに社員全員で「あおいちゃん」を育てています（図）。



写真



図



ドコモ・サポート株式会社

NTTドコモの五感として お客さまと向き合い、時代やニーズの変化と共に新たな価値を創出

ドコモ・サポートは、お客さまからの問い合わせ対応を中心としたカスタマーサポートを行い、NTTドコモの五感としてお客さまの声を受け止めて顧客満足度（CS）向上に貢献している。その最前線である、カスタマーサポートの現状や環境、時代の変化への対応などを含め、今後の展望について古川浩司社長に話を伺った。

NTTドコモへお客さまの声をつなぐ お客さま第一主義のサポートを行う会社

◆設立の背景と事業概要について教えてください。

ドコモ・サポートは、1997年にドコモショップ等の営業窓口業務中心の会社として設立されました。その後、電話受付業務、代理店サポート業務等、順次業務拡大・変更していく中で、現在はNTTドコモのカスタマーサポート業務を一元的に行う会社となっています。

カスタマーサポート業務においては、お客さまからのお問合せ、ご要望、ご意見などが直接寄せられており、まさにお客さまとの接点です。この接点を通して得られるお客さまの声を、五感を研ぎ澄ませて聞きとり、それをNTTドコモのサービスや顧客満足度（CS）向上につなげていくこと、それが当社の最大の付加価値です。つまり、私たちがNTTドコモの五感としての役割を担い、お客さまとドコモをつないでいるのです。

こうしたお客さまの声は、電話、メール、チャット等さまざまな手段により寄せられます。これらの声を、コールセンターによる電話受付・支援をベースとしたコール事業本部と、NTTドコモHPでの情報提供、オンラインによる受付・支援をベースとしたWebコミュニケーション事業部の2本柱で対応しています。

コールセンター事業は、設立当時から、当社の基幹となる事業です。こちらは、NTTドコモのサービス・製品を中心としたお客さまからの各種ご注文・お問合せ対応をメインに行っています。オペレータについては、マルチスキルで対応してきたところですが、問合せ対象が増えて、細分化してきたことに伴い、専門的なスキルのチームも構成されてきました。また、オペレータの対応品質向上や業務



ドコモ・サポート 古川浩司社長

効率化のためのツールの導入やセンターを支援するチームもいますが、NTTドコモの五感としてお客さまに向き合っていくために、支援チームも自ら対応現場に入っていくことで、お客さまに向き合う感覚を研ぎ澄まして業務に取り組むような工夫もしています。

Web、メール、チャットといったオンラインでの受付は近年、お客さまのWebシフト化とともに、着実に増加しています。それらのニーズに対応できるようNTTドコモ公式HP等の見直しも提案しています。

お客さまとの接点であるチャネルとしては、電話なのかオンラインなのかといった区別がありますが、対応を支えるFAQ等のツールやナレッジについては共通的な部分も多く、これらの充実・強化を図り、コンタクトチャネルがそれぞれシームレスに連携していくことが理想であると考えています。

社内からの改善 事業を取り巻く環境の変化へプロアクティブに取り組む

◆コールセンターへのAI（人工知能）の導入をはじめ、事業を取り巻く環境の変化が大きくなってきています。こうした変化への取り組みについて教えてください。

オンライン受付が拡大基調にあるとはいえ、コールセンターがなくなるわけではなく、顧客対応接点としてのオペレータの重要性も変わるものではありません。一方、当社に限った話ではなく、世の中のコールセンター一般として人材不足に直面しています。単なる人数の問題のみではなく、短期間の離職に伴い、スキル向上を図ることができないといった問題も内在しています。

そこで、コールセンターの立地や、オペレータの労働環境や処遇の見直しのほか、ソーシャルスタイル診断（コ

コミュニケーションの傾向診断)をし、それぞれの個性、向き不向きから、個人に合わせた指導育成方針を打ち出すといった人材育成に関する取り組みも行っており、こちらは現在特許申請中でもあります。

また、AIを活用したチャットボットやFAQツールを導入し、受付支援を行うことで、お客さま自身の「自己解決率の向上」や「自動回答」の促進とともに、必要稼働を削減する取り組みを進めています。このAI活用による支援については、電話、オンラインといった受付チャンネルにとられない共通部分であるため、全社横断プロジェクトとして取り組み、デジタルトランスフォーメーション(DX)の推進を図ることで、NTTドコモのビジネスモデルの変革に貢献し、新たなビジネスの創出をしていきたいと考えています。

◆お客さま対応や全社プロジェクトなど、社員の活躍がその成否に直結しそうですが、貴社の雰囲気はいかがでしょうか。

NTTグループでよくいわれている真面目さ、真剣で期待を裏切らない姿勢は当社も当てはまります。別の言い方をすると、何事にも一生懸命取り組む姿勢を感じます。もちろん業務経験等により個々のスキル差は若干ありますが、全員が自分なりに真剣に取り組んでいくところがあり、なおざりにはしないという点が強いと思います。その中で、さまざまな組織から集まって半日間かけてしっかりと議論するような社員どうしでコミュニケーションを取る仕掛けづくりや、スタッフ・社員を最大限に尊重した働きやすい職場環境づくりなどは、当社として力を入れている部分です。これらの取り組みは、それぞれの部署でも同様であり、社長である私自身も社員に対するメッセージを出したり、さまざまなイベントなどを通じて、社員とのコミュニケーションをしっかりとるよう心掛けています。こうした環境の中で社員自らが考えて取り組んでいると思います。

◆第5世代移動通信システム(5G)が導入されてくると、お客さまとの会話も変わってくると思います。今後の展開について教えてください。

5Gは高速・大容量、低遅延、多端末同時接続が特徴で、その特徴を利用してパートナー企業がさまざまなサービスを提供する、B2B2Xの形態が多くなると考えられます。そのため、パートナー企業からサービス提供に関するお問合せがくるのが新たに想定されます。パートナー企業からの問合せに当社が対応することで、当社の持つポテン

シャルと、付加価値としての五感を最大限発揮し、パートナーのサービスにチューンしていくことで対応し、パートナー企業とともに新たな価値創造の提供をサポートしていきたいと思います。

パートナー企業といっても、お客さまという点には違いありません。これまでにお客さま対応で培った五感をしっかりと活かし、パートナー企業のビジネススタイルに合わせて、対応内容やスキームを整理することで新たな関係を築いていきたいと考えています。

こうした新しい概念、サービスへの対応や、さらなるCS向上をめざして、DXを推進していきたいと思います。これまで行ってきたAIを活用したチャットボットやFAQによるサポートなどに加えて、先述の自然対話技術による自動応答の導入、さらにはお客さまの感情を把握した対応にも取り組む予定です。お客さまの感情について、対面であれば顔の表情や雰囲気である程度はお客さまの感情を想像できますが、電話による対応の場合、例えば声のトーンは冷静であるにもかかわらず実際にはお客さまがお怒りの場合があり、オペレータがお客さまの感情を把握するのは困難な状況です。そこで、AIを活用し、声のトーンや発話内容などからお客さまの感情を推測し、それに応じた対応を行うことができれば、お客さまの満足度向上に役立てることができそうです。

こうしたDXの推進により、効率化のみならず五感のさらなる先鋭化が期待でき、その先の顧客満足度の向上につながっていくものと思います。

前例のない取り組みへ AIを活用した音声認識IVR運用事例

<ナレッジセンター>

業務企画担当課長 山本 智寛さん

業務推進担当主査 池田 沙織さん

◆担当されている業務について教えてください。

山本：NTTドコモのフリーダイヤルにおいて、AIを活用したお客様の発話による音声認識IVR（Interactive Voice Response）の運用を行っています。



（左から）山本智寛さん、池田沙織さん

池田：コールセンター

において音声認識機能付きのIVRは一般的に普及してはいますが、私たちは、自然対話技術を活用した自動音声応答機能により、お客様の発話から問合せ内容を自動的に判断し、最適なセンターへ接続するというを実現しています。本サービスは2017年9月から開始し、2019年6月からはシナリオ対話機能とFAQボット機能を追加して、聞き返しによるスキル別オペレータ接続の精度向上や自動回答によるお問合せ解決の推進を図り、同時にコールセンターの稼働削減に取り組んでいます。この取り組みは、国内のコールセンターでは前例のない取り組みと聞いています。

山本：NTTドコモが開発したAIエンジンを導入し、都度発生した運用課題について技術支援をいただきながら、シナリオ作成・チューニングなどを実施してきました。

◆ご苦労されている点を伺えますか。

池田：新機能の自動回答に向けた準備に苦労しました。Web問合せであれば、テキスト以外に図や表を活用して回答することもできますが、電話の場合は音声で回答することから、説明が長すぎても短すぎても理解いただくことが難しくなります。そこで、試行錯誤を繰り返しながら、最適な文字数や説明時間を設定し、その範囲内で自動応答の回答データを作成しました。これに限らず、辞書登録などの細かいチューニング作業や、AIMLによるプログラミングなど、毎日が試行錯誤の連続です。

◆今後の展望について教えてください。

山本：音声認識IVRの課題として、基本的な部分ではありますが、お客様に発話していただけないと接続先の判断ができないという点があげられます。本当に話すだけで大丈夫なのかという不安をどう解消するか。最初の第一発話を引き出すために、1つひとつのコールをより詳細に分析することが重要だと考えています。また、新たな取り組み

として、回答メールの配信により、お客様ご自身で解決できる方法を検討中です。将来的には、本人確認機能の追加などにより、対応時間のさらなる短縮が期待できると考えています。そして、私は、DX推進に関する全社プロジェクトのメンバーでもあります。その活動を通して、当社にはさまざまなコンタクトチャンネルがあり、その業務を分析していくと共通的な業務・ノウハウが意外と多くあることを再確認しました。DXを推進していく中で、こうしたチャンネルをうまく融合させていくことでお客様対応や、NTTドコモに対して付加価値を出していけると考えています。

my daiz™（マイデイズ）パートナー企業への効果的な運用支援により、サービス拡大に貢献

<スマートライフサポートセンタ>

AI支援担当主査 柏葉 幸恵さん

AI支援担当 金森 剛さん

◆担当されている業務について教えてください。

柏葉：2018年5月30日に提供開始したmy daiz™*のパートナー企業向けの運用支援をメインに行っています。my daiz™はお客様接点の1つとして、現在NTT



（左から）金森剛さん、柏葉幸恵さん

ドコモで力を入れているサービスの1つとなり、端末の位置情報や登録したスケジュールなど、さまざまな情報を基に、お客様1人ひとりの生活リズムや好みを学習。暮らしに合った幅広い情報を、お客様に合ったタイミングでお伝えするサービスです。

お客様1人ひとりのニーズにあったより良い情報を提供するためには、パートナー企業の拡大と情報配信の促進が必要となります。全体的には主に下記の運用支援を行っています。

- ① パートナー企業参画時の申請受付、審査、各種問合せ対応などの「申込・運用支援業務」
- ② パートナー企業へ、対話・雑談シナリオ改善提案や情報配信などのサポートを行う「開拓支援業務」
- ③ 対話形式で回答するためのチャットボット作成、チューニング、ログ分析など

金森：私は主に「FAQチャットボット作成・運用業務」

* 「my daiz™」は、株式会社NTTドコモの商標です。

を担当しています。昨今のトピックスとして、お客さまとの接触ポイントとしてチャットベースのコミュニケーションが拡大していますが、my daiz™パートナー企業からのご要望によるFAQチャットボットの新規作成はもちろん、利用動向をアクセスログから分析し、お客さまへ適切な回答ができるよう日々改善に取り組んでいます。

また、2019年4月にFAQチャットボットシステムが新しくなり、今までより安価にFAQチャットボットを導入できるようになりました。そのため、企業からの作成依頼も来るようになり、企業向けのFAQチャットボット作成対応も行うようになりました。

◆ご苦労されている点を伺えますか。

柏葉：サービスの提供元である、NTTドコモ コンシューマービジネス推進部より業務を受託した際に、my daiz™立ち上げのプロジェクトが短期間であったため、運用フロー検討からシステム投入まで、質と量をどちらも落とさず業務を遂行するのが大変でした。

FAQチャットボット作成業務についていうと、サービスイン直前まで商用のFAQシステムは出来上がらないため、当時は、私たちにもまだノウハウがあまりなく、そのような状況の中FAQチャットボット作成や確認をしていくことはとても大変でしたが、サービス提供元と協力しな

がら、何とかリリース日までに満足できる性能のFAQチャットボットをつくり上げることができました。

金森：4月のFAQチャットボットシステム更改時の話ですが、お客さまへ提供していた17サービスのFAQチャットボットの基盤の仕様変更があり、すべてのFAQチャットボットを新しいシステムに合わせた仕様につくり替える作業を約2カ月半という短い期間で行いました。期日が決まっている中で、FAQ担当スタッフのスキルに合わせて効率良く業務を割り振るなどの工夫とスケジュール管理の徹底により、無事に移行作業を成し遂げることができました。

◆今後の展望について教えてください。

金森：お客さまの生活に役立つためにも、今後はパートナー開拓の販売主管であるNTTドコモ法人営業部門と連携し、引き続き、パートナー企業の拡大支援をしていきたいと思っています。また、FAQチャットボットを通じ、お客さまの接触ポイントの多様化にも対応していきたいと思っています。

柏葉：一方でNTTドコモ自体も今後DXを推進していく状況にあるので、それに貢献できるように、「NTTドコモのサービスについてはmy daiz™に聞けば、何でもこたえてくれる」サービスをめざします。

ドコモ・サポート ア・ラ・カルト

■ドコモ・サポート業務改善大会

年に1度、日々取り組んでいる品質向上や効率化の取り組みを発表するドコモ・サポート業務改善大会を開催しています。ドコモ・サポートならではの特征として、発表にも力を入れているようで、発表者どうしで掛け合いをしたり、コールセンターの対応模様を劇仕立てでプレゼンテーションすること。

実業務の内容や困りごとを分かりやすく表現しているだけでなく、プレゼンを見ているだけでも楽しめそうですね（写真1）。

■ファミリーデー

ドコモ・サポートの業務を社員の家族により理解してもらうため、職場見学を開催しました（写真2）。内容は、携わっている業務の仕事体験や、社内見学です。会議室で子どもたちがPCを使って名前を入れるといった会議資料作成体験、Webカメラ越しにご両親に向けてその資料を発表するというWeb会議の模擬体験をしてもらいました。また、チャットボットや、my daiz™への話しかけによる利用体験、ヘッドセットをつけて話をしてみるというコールセンター体験の時間も設ける等により、楽しみながら子どもがご両親の仕事に対する理解が深まったそうです。



写真1



写真2

プロセスマイニングの活用による 新たな業務改善の取り組み

NTTコムウェアでは、チャットボット等を活用して業務効率化を推進する業務支援AI（人工知能）の開発・事業化に取り組んでいます。そのユースケースの1つとして、営業担当者がSFA（営業支援システム）への業務報告を支援・効率化する営業支援BOTがあります。今回、営業支援BOTと業務プロセスを可視化・分析する手法であるプロセスマイニングを組み合わせた業務改善の取り組みについて紹介します。

デジタルトランスフォーメーションを進めるために解決すべき課題の根源

現在NTTグループを含む多くの企業でデジタルトランスフォーメーション（DX）への取り組みが活発化しています。今後日本は人口減少社会を迎え、労働力不足が課題となる中、データやデジタル技術を利用することで業務プロセスを改革し、業務の自動化・効率化を図る必要があります。近年、働き方改革の意識の高まりにより具体的な施策が求められる中、RPA（Robotic Process Automation）やチャットボットの導入により業務の自動化・効率化を図る例が増えており、すでにデジタル技術が業務を変える時代が始まっています。

しかし、それらの導入を検討する場合においても、その業務自体が本当に必要かどうか、また、業務自体の見直しをしたほうが良いのではないかなどの考慮をせず、ただ単に現状の業務プロセスをRPAに置き換えるだけというケースもみられます。デジタルトランスフォーメーションの実現に向けて真の業務効率化を進めるためには、事前に自動化すべき業務プロセスの選別と、選別した業務プロセスの定型化が必要になります。このような状況において、現状の業務プロセスを可視化し確認する手法として、「プロセスマイニング」が注目されています。

プロセスマイニングとは

プロセスマイニングとは、情報システムに蓄積されたイベントログなどを収集し、業務プロセスを網羅的に可視化・分析する手法です。2010年ごろより主にヨーロッパの研究者・開発者が取り組み始めた手法であり、昨今では「Celonis^{*1}」や「myInvenio^{*2}」といった商用製品が提供されています。日本でも2018年ごろからIT関連のWeb記事やセミナー等でプロセスマイニングが紹介されるよう

になり、注目度が上がっている状況です。

プロセスマイニングが有効な業務の場面として、例えばITサービスマネジメントやコンプライアンス、マニュアルに従った保守作業など従うべき標準プロセスがあり、そこからの逸脱をチェック、改善するような活動があります。また別の場面の例としては、営業活動のような従うべき標準プロセスはないものの、継続的にベストプラクティスなどと比較しながら行動の改善が必要な活動があります。このような活動においては、その活動中の場面場面において「行動」と「状態」を把握することが重要になります。プロセスマイニングでは、「行動」と「状態」が時系列で記録されたログ情報（イベントログ）を活用し、業務プロセスを可視化します。現状の業務プロセスを可視化することにより、業務のボトルネックや非効率プロセスの発見、標準化手順からの逸脱プロセス・不正プロセスの評価、既存業務プロセスの改善などに役立てることが可能となります。

営業支援BOTによる業務改善の取り組み

NTTコムウェアでは、プロセスマイニングの将来性と有効性に着目し、業務プロセスの可視化や改善につなげられないかといった検証の取り組みを進めています。ここでは、NTTコミュニケーションズとの営業報告入力支援用のチャットボットとプロセスマイニングを組み合わせた業務改善の取り組みを紹介します。

NTTコムウェアでは2017年度より、営業担当者がSFA（営業支援システム）への業務報告を支援・効率化するシナリオが描けないか、検討を進めてきました。SFA

*1 Celonisは独Celonis SE社の商標または登録商標です。

*2 myInvenioは伊Cognitive Technology Ltd社の製品であり、商標または登録商標である可能性があります。

は営業情報のリアルタイム把握や売上・生産性向上のために導入をされますが、営業担当者が営業日報等の情報をその都度手入力する必要があり、必要な情報が蓄積されづらく、十分な活用が難しいという課題があります。営業支援BOTは、これまで営業担当者が外出先からSFAのフォームにノートPCなどから手入力する代わりに、スマートフォンを用いて自然文で音声入力することにより自然言語処理により文字に変換した後、自動的にSFAへの入力項目を抽出し登録することができます。これにより、営業担当者が移動中でも簡単に顧客訪問の状況や次回に予定等をSFAに登録することができるようになり、営業担当者のSFA入力促進と稼働削減につながります（図1）。

営業支援BOTで得られるデータによるプロセスマイニングの活用

営業活動については見積り提示や契約締結等の一連の業

務プロセスがあるものの、細かい行動に関しては顧客や商材ごとに営業担当者独自のノウハウが存在しています。そのため、成績の良い営業担当者の行動をベストプラクティスとし、他の担当者へ横展開できることが好ましいのですが、これまでは営業担当者の行動を定量的に抽出・可視化することが難しいという課題がありました。今回、営業担当者がSFAへの報告のための活動報告を実施する際に、行動の可視化に必要なデータもチャットボットとの自然な会話により取得することとしました。これにより、担当者の営業活動のボトルネックとなっている行動の確認や担当者どうしの営業活動の比較を実施しようとしています。具体的には、営業活動での各イベントの発生頻度やループが発生している個所の確認、活動が長時間対流している個所を確認し、そこから得られる気付きを基に課題を特定し、具体的な改善アクションにつなげることが可能ではないかと考えています。

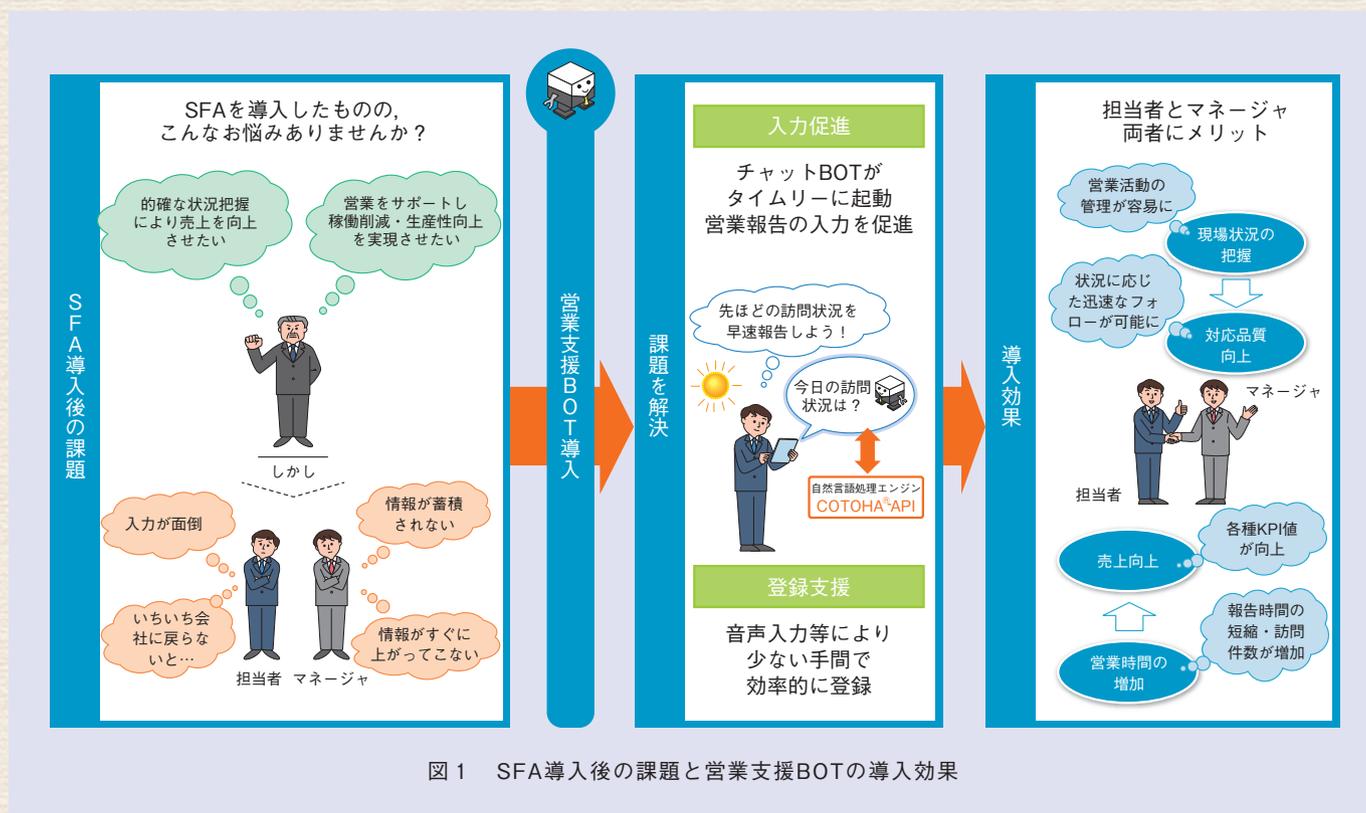


図1 SFA導入後の課題と営業支援BOTの導入効果

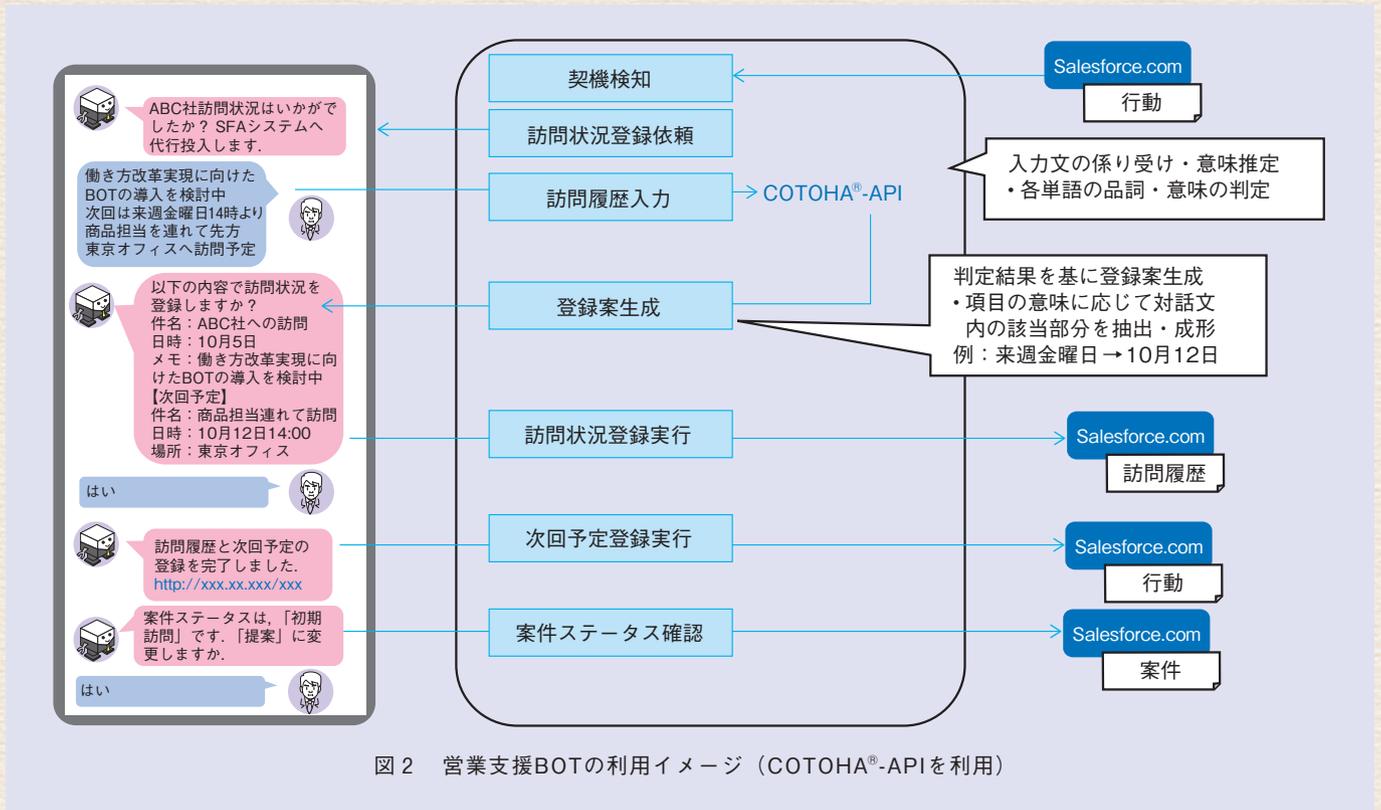


図2 営業支援BOTの利用イメージ (COTOHA®-APIを利用)

営業支援BOTのトライアル利用プロジェクト

営業支援BOTを利用したSFA登録の効率化の取り組みに関して、今回NTTコミュニケーションズより共同検証のお声掛けをいただき、営業担当の業務効率化について検証を進めることとなりました。NTTコミュニケーションズでは、SFAにSalesforce.com^{*3}を利用しており、その入力支援にNTTコムウェアが営業支援BOTを提供し、入力支援の付加価値を提供することとなりました(図2)。

なお、入力した音声を文字に変換する部分はスマートフォンの音声認識機能を利用、ビジネスチャットアプリはNTTコムウェアのシャナイン[®]*4TALKを利用し、文字情報からSFAへの入力項目を抽出する機能はNTTコミュニケーションズのCOTOHA[®]*5-API (Application Programming Interface) を利用しています。NTTコミュニケーションズとの共同検証は2019年7月より開始し、営

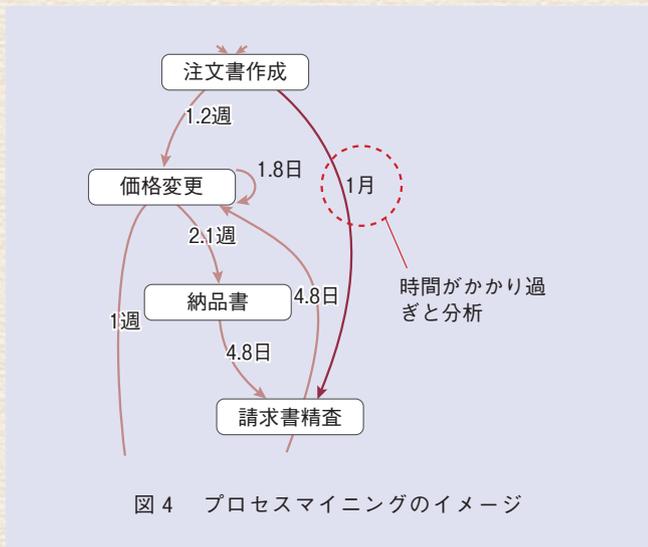
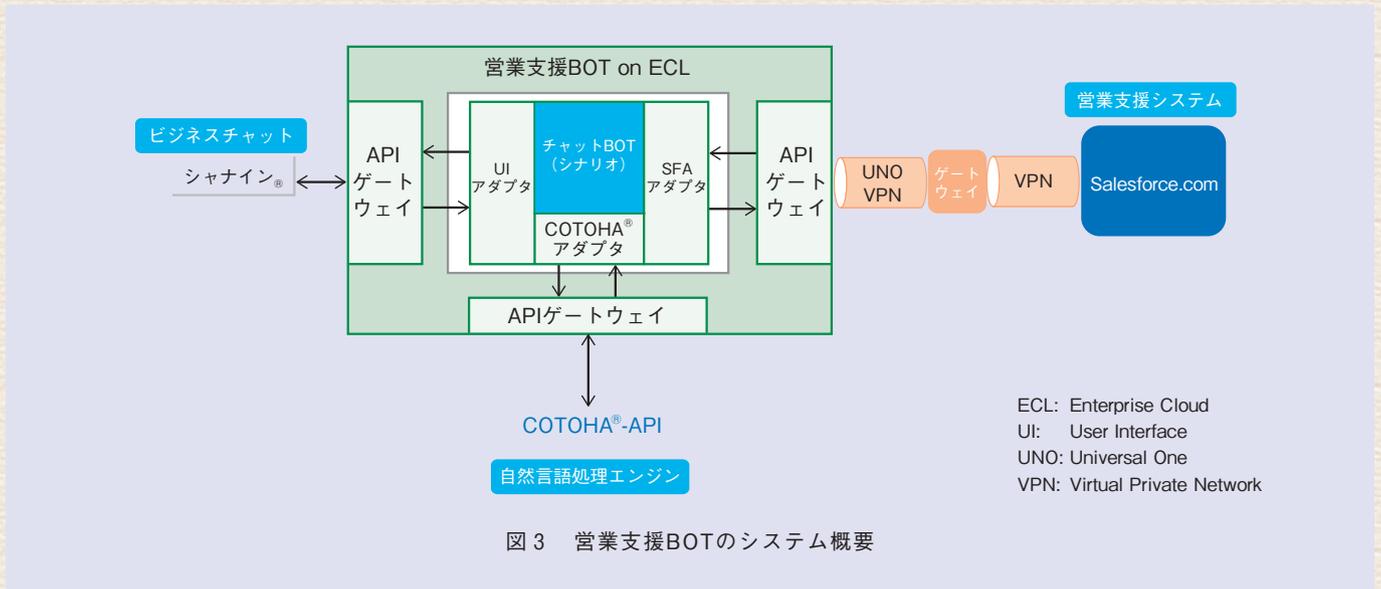
業担当者に利用していただき効果を確認しつつ進めています(図3)。

営業支援BOTがさらなる付加価値を提供するために、単に営業担当者のSFAへの入力支援をするだけでなく、入力内容を基に営業担当者に有用なフィードバックをできるようにすることを考えました。そこで、プロセスマイニングを活用し、営業プロセスの可視化・改善につなげる取り組みを行うこととしました。現在トライアル実施中ですが、今後の成果が期待できる有効な取り組みと考えています(図4)。

*3 Salesforce.comは米Salesforce.com, Inc.社の商標または登録商標です。

*4 シャナイン[®]はNTTコムウェア株式会社の登録商標です。

*5 COTOHA[®]はNTTコミュニケーションズ株式会社の登録商標です。



営業支援BOTとプロセスマイニングの今後について

現場の人材不足が深刻化する中、業務の品質を落とさずいかに人手による作業を省力化・効率化するのが重要になってきます。AI（人工知能）やRPAやチャットボットの導入のような人間の代替、プロセスマイニングのような

業務プロセス改善のためのツールの導入は多くの業務現場で必須となってきます。営業支援BOTとプロセスマイニングを活用したトライアルは、何がプロセス改善のカギとなるのか、実際の行動を分析しながら抽出していく必要があるため、行動の継続的なモニタリングが必要となります。そのため、営業担当者の日々の活動報告データとツールの組合せにより、お客さまとの継続的な関係構築とデータ分析力の向上には適しているサービスになっていくと想定しています。

NTTコムウェアでは今後も社内外と連携し、これらのツールの有効性をさまざまな場で検証しつつ、お客さまのデジタルトランスフォーメーションの実現に貢献できるよう取り組みを進めていきます。

◆問い合わせ先

NTTコムウェア
 ビジネスインキュベーション本部 AIビジネス推進室
 TEL 03-5796-4118
 FAX 03-5796-0103
 E-mail support-ai-ml@srv.cc.nttcom.co.jp

IoTを活用した通信ビルのスマート化——設備保全業務のデジタルトランスフォーメーション推進

NTT東日本では、災害に強い設備づくりや有事に備えた人材育成など、サービス品質を向上するための取り組みをこれまで行ってきました。近年、さらに業務を高品質かつ効率的に行えるよう、IoT (Internet of Things)、AI (人工知能)、RPA (Robotic Process Automation) などの最新技術を取り入れ、「デジタルトランスフォーメーション (DX)」の推進に取り組んでいます。これまで社内業務へのDXの取り組みとして、RPAを用いたオペレーション業務の自動化やAIの画像識別を用いた点検業務の効率化などに取り組んできました。ここではIoTデバイスを活用した通信ビルのスマート化による設備保全業務へのDX実現に向けた取り組みを紹介します。

背景

NTT東日本では、東日本エリア（17都道県域）に約3000の通信ビルを所有しており、各通信ビルに設置した通信設備により広域にわたりサービスを提供しています。通信ビルのうち無人ビル（保守作業員が常駐していないビル）（図1）が大部分を占めています。そのため、設備保全業務が発生するたびに現地の通信ビルへ保守作業員を派遣し業務を実施していました。台風などの自然災害が発生した際は、通信設備への影響を確認するために、被災エリアすべての無人ビルへ保守作業員を派遣し設備の点検を行っており、大きな負担となっていました。

このような課題を踏まえ、遠隔地から無人ビルの状況をIoT (Internet of Things) デバイスにより把握し、設備の状況確認や点検の優先度を判断する取り組みを、2018年9月から開始しました（図2）。



図1 無人ビル（BOXタイプ）の外観

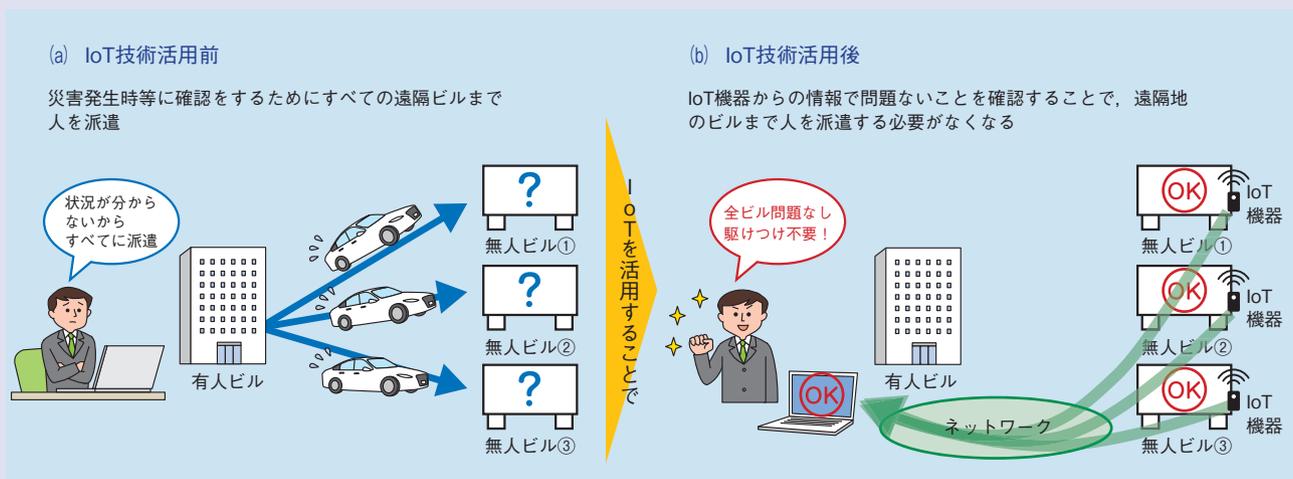


図2 IoTを活用した設備保全業務のDXイメージ

2019年4月からは東北エリアで運用を開始しており、現在、東北4県の40ビルへ配備が完了しています。また、2020年度より導入拠点を東日本全体で約300ビルまで拡大する予定です。

IoTを活用した設備保全業務

通信ビルにおける設備保全業務は主に下記の3つがあります。

- ① 建物管理系業務：通信ビル自体の定期点検、メンテナンス

- ② 通信設備系業務：通信設備の増設、減設、故障修理
- ③ 災害発生時等の緊急対応業務：被害状況の確認や浸水対策、停電時の対応、復旧対応

これらの業務に対し、IoTセンサデバイス（浸水検知、温湿度検知）やカメラを用いてリアルタイムに遠隔地の状況を確認できるだけでなく、空調、照明、施錠の遠隔操作を実施することにより現地へ駆けつけることなく作業を完結させる仕組みの実現をめざしています（図3）。

例えば、定期点検業務では、主に目視による点検と空調、照明設備の点検を実施します。これは、屋内外に設置したカメラ映像による確認と、空調、照明設備の遠隔操作によ

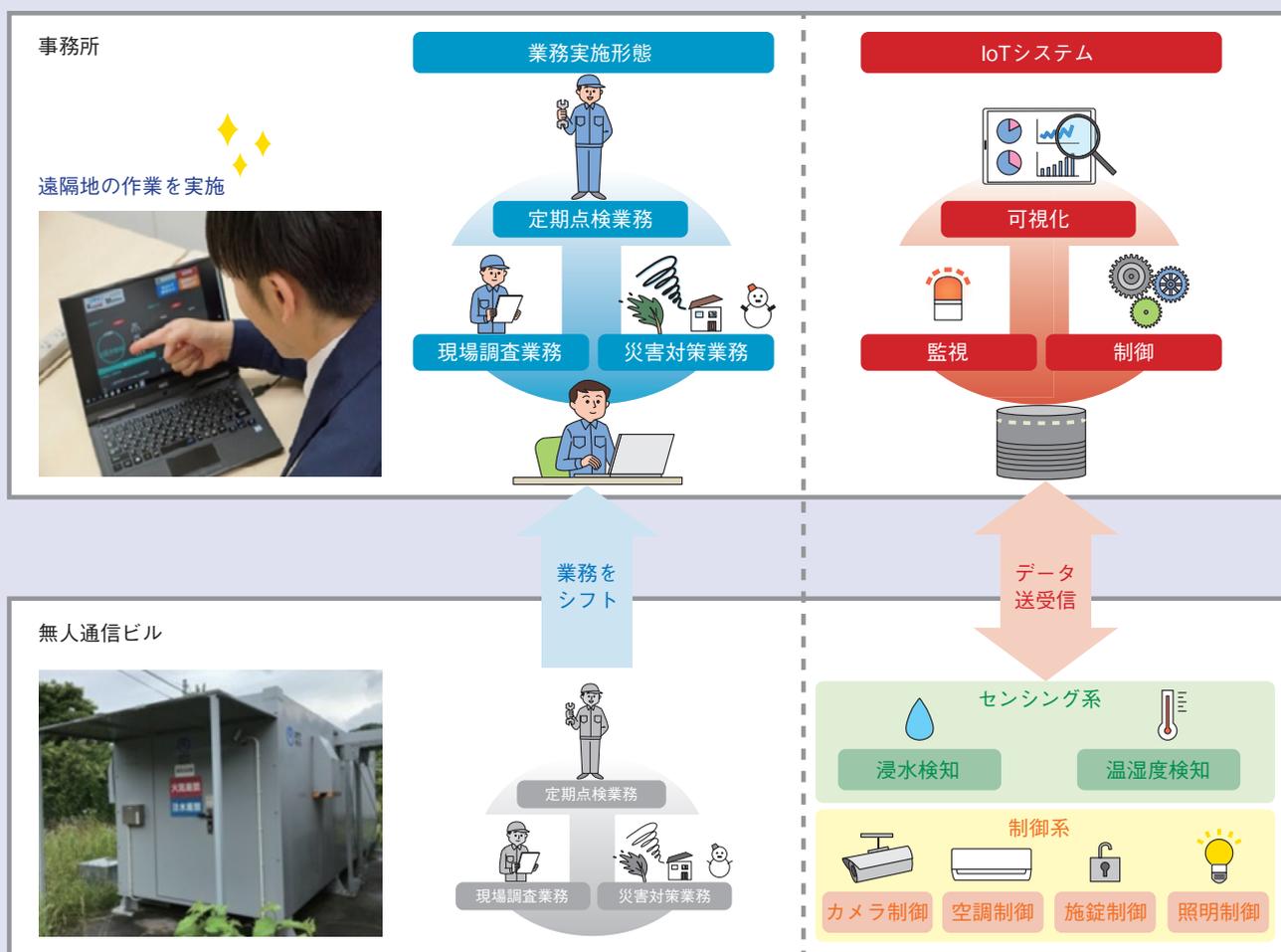


図3 無人ビル（BOXタイプ）の実例

る動作確認により遠隔地から点検を行うことが可能になります。

通信ビルによっては保全業務従事者が常駐しているビルから片道2～3時間かけて移動が必要となるビルも一部存在します。これまでの業務形態で課題となっていた現地への駆けつけ時間を大幅に減らすことで、サービス品質の向上や災害時の作業効率化へとつながっていきます。

システム開発について

通信ビルに配備したIoTデバイスからの情報の可視化および制御を実現するシステムはすべて内製で作成しています（図4）。

IoTデバイスは多種多様な製品が市場に存在するため、さまざまな要望に対応するには汎用的にデバイス接続が可能である点がポイントとなります。本システムは内製にて開発を実施することにより、ベンダロックインを回避し、汎用的にデバイス接続を可能としています。

一方、内製でシステム開発を行った場合、システム設定変更や維持管理を社内で行っていく必要があり、技術継承の課題や開発を行った技術者に稼働が集中し運用が困難になることが懸念されます。

そのため、システムの設定変更（新規拠点へのIoTデバイス導入時の設定等）をシステム利用者がGUI（Graphical User Interface）操作で設定内容を変更可能な機能を備えており、極力スキルレスで維持管理を行えるような工夫を行いました。

今後の展開

2020年度よりIoTデバイス導入ビルを約300ビルまで拡大し、効果検証と運用面での課題を抽出していき、最終的には東日本全域への展開をめざしています。

今後は通信ビルに対する保全業務だけでなく、電柱、マンホール、とう道など、NTT東日本が所有しているあらゆる設備の保全業務へ拡大を検討しています。

IoTデバイスによって収集したデータに対しビッグデータ解析を行い、故障の予知や監視自動化をめざし、さらなる品質向上および業務効率化をめざしていきたいと考えています。

最終的には社内業務へIoT技術の適用で得られたノウハ



図4 センサ情報可視化画面



図5 システム開発メンバ

ウを活かし、開発メンバ（図5）を中心に社外向けサービス開発も検討しており、NTT東日本がめざす地域創生ビジネスへと展開していきたいと考えています。

◆問い合わせ先

NTT東日本

ネットワーク事業推進本部

高度化推進部 技術戦略部門 技術戦略担当

TEL 03-5359-5115

E-mail snm-usb-nwexp-wireless-p-gm@east.ntt.co.jp

R&Dフォーラム

IOWN

Smart World

「NTT R&Dフォーラム2019」 開催報告

ほそだ ともひさ^{†1} まつの やすし^{†1} もちづき たかよし^{†1} かとう ひでお^{†1} いえやす ともた^{†1}
 細田 智久 / 松野 恭士 / 望月 崇由 / 加藤 英男 / 家保 具太 /
 ひさだ まさき^{†2} ほった けんたろう^{†3} さかい だ のりお^{†4}
 久田 正樹 / 堀田 健太郎 / 坂井田 規夫

NTT研究企画部門^{†1} / NTTサービスイノベーション総合研究所^{†2} /
 NTT情報ネットワーク総合研究所^{†3} / NTT先端技術総合研究所^{†4}

NTTは、2019年11月11～15日の5日間にわたり、NTT武蔵野研究開発センターにて「NTT R&Dフォーラム2019」を開催しました（11日、12日はプレスおよびNTTグループ社員向け内覧会）。ここでは本フォーラムの開催模様を紹介します。

フォーラム概要

NTTグループは、お客さまに選ばれ続ける“バリューパートナー”として、社会的課題解決に向け取り組んでいます。本年5月にフォトニクス技術をベースとし大容量、低遅延、低消費電力により持続的成長を支える情報流通基盤をめざす「IOWN (Innovative Optical and Wireless Network)」構想を発表しました。その構想の下、日々取り組んできた最新の研究成果について、本年度は「What's IOWN? - Change the World」をコンセプトに講演、展示を通じて分かりやすく紹介しました。

講演・ワークショップ

11月13日の基調講演では、澤田純

NTT代表取締役社長が、「IOWNの時代へ」と題して、欧州で確立した経済拡大型の社会に対する江戸時代の循環型の社会を一例として提示し、現代社会で顕在化している文明や思想の違いによる社会の分断を新たなイノベーションでつないでいくということが、NTTのめざす社会であるという考えを示しました。今後、持続可能な成長を続けていくためには消費電力の増大が技術的な課題となるとし、NTTが開発を進めている超低消費エネルギーの光電融合技術をIOWNの技術的な基本として「オールフォトニクス・ネットワーク」の研究開発を進め、将来的には量子通信や量子暗号の実現といった究極のネットワークの実現に向けた基盤となるとの考えを述べました。また、「デジタルツインコンピューティング」の進展に伴いサイバー世界の中でのインタラクションを実現し、さらに新たなサイバー空間とリアルな空間が連動する中で、社会制度や、生きがい・喜び、倫理や責任がどのように実現されていくのかという、新たな世界観の構築に向けた京都大学との共同検討を推進していくと述べました。また、

ICTリソースを自動的に連携し、自律化・自己進化をめざす「コグニティブ・ファウンデーション」について、ラスベガス市でのSmart Cityでの取り組みを紹介しました。

最後に、コミュニケーションの未来をめざし、NTT、インテル、ソニーの3社で設立を表明した、光電融合技術を活用したフォトニクス関連研究開発などを推進する国際的なフォーラム「IOWN Global Forum」を紹介し、すでに海外を中心に65社からの応募があることを示し、「スマートワールド」の実現に向けた事業での取り組みを含めて、パートナーの皆様に向けて参加を呼びかけ、講演を終えました（写真1）。

続いて、川添雄彦 NTT 取締役

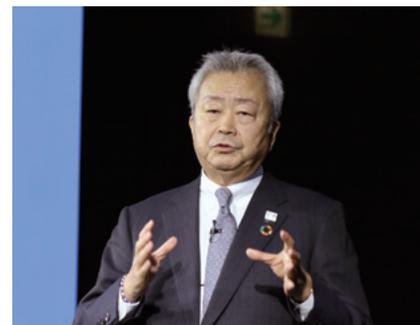


写真1 澤田純社長講演

研究企画部門長により、「What's IOWN? - Change the World」と題して、これまで以上に膨大な情報処理を支え、従来技術の限界、主には消費電力の壁を超える変革をもたらす、革新的な情報処理基盤をめざすというIOWNのビジョンを示しました。IOWNの構成要素として、情報処理基盤のポテンシャルの大幅な向上を実現する「オールフォトニクス・ネットワーク」、サービス、アプリケーションの新しい世界を切り拓く「デジタルツインコンピューティング」、ICTリソースの最適な調和を可能とする「コグニティブ・ファウンデーション」とし、さらに、IOWNにおける無線ネットワーク技術について、陸、海、空、そして宇宙と、あらゆる場所においてIOWNの無線ネットワークでつながる世界「Connected everywhere」をめざし、世界最高レベルの大容量無線伝送技術や海中での無線通信技術、NTTとJAXAの共同研究による宇宙通信技術の取り組みを紹介しました。また、「IOWNが創る世界」として、北海道大学、岩見沢市とともに最先端の農業ロボット技術と情報通信技術の活用による世界トップレベルのスマート農業の実現に向けた産官学連携での具体的な取り組みを紹介しました。講演の締めくくりに、地球環境を守り、持続的な発展を続けていくために、1カ所にとどまらず積極的に新たな技術革新をもって人類の福祉と繁栄をめざすというNTT R&Dの決意を表明しました。

2019年度は、11月14日に2つ、11月15日に4つの特別セッションを開催しました。14日には、まず、五味和洋 NTT Research, Inc. 代表取締役社長が「Upgrade Reality ~Reality

in IOWN Concept～」と題し、NTTの研究開発のグローバル化を担うNTT Research, Inc. が考えるイノベーション戦略とIOWN構想におけるポジショニングを紹介しました。続けて、各研究所の概要説明として、暗号情報理論研究所 (CIS Labs) の岡本龍明所長から、世界一の暗号研究所をつくるという目標に向け、暗号理論とブロックチェーンの領域でのドリームチームの実現をめざし、トップの研究者が集まっていると報告し、NTTセキュアプラットフォーム研究所とのコラボレーションを進めていくことを表明しました。次に、生体情報処理研究所 (MEI Labs) の友池仁暢所長からは、個人の特性に即した診断やヘルスケアを実現する精密医療の実現に向けて、患者を中心としながら、情報学的な観点からAI (人工知能) やIoT (Internet of Things)、Data科学を健康や疾患の研究に応用していくことを示しました。次に、量子計算科学研究所 (PHI Labs) の山本喜久所長から、量子力学の原理と脳型情報処理の原理を光で融合することをめざした取り組みを紹介しました。2つの原理の関連性を解明していくことにより、認識、意識、決断といった人間の高度な情報処理を明

らかにしていくと述べました。最後に、五味社長をモデレータに、CIS Labsの岡本所長、MEI Labsの友池所長、PHI Labsの加古敏副所長をパネリストにパネルディスカッションを実施しました (写真2)。パネルディスカッションでは、トップレベルの人材、学際的な環境、意欲の高い人材といったシリコンバレーならではの優位点やNTTの伝統を踏まえて、米国でさらに高いレベルに引き上げていくという議論をしました。

翌日には、北海道大学大学院 農学研究院 基盤研究部門 生物環境工学分野の野口伸教授より、「Society 5.0に向けたスマート農業」と題し、NTTグループ、北海道大学、岩見沢市と締結したスマート農業の実現に向けた産官学連携協定における、最先端の農業ロボット技術と情報通信技術の活用によるスマート農業の実現に向けた取り組みを紹介しました (写真3)。続いて、川村龍太郎 NTTサービスイノベーション総合研究所所長より、「ヒトと社会のデジタル化世界ーデジタルツインコンピューティングー」と題し、モノやヒトを取り巻くデジタル化の加速によって、今後の世界がどう変化していくのかを想像し、それがどのよう



写真2 パネルディスカッション



写真3 野口伸氏講演

な重要技術によって可能となるかについて講演しました。伊藤新 NTT 情報ネットワーク総合研究所所長からは、「2030 (Beyond2020) を見据えた革新的ネットワーク」と題して、IOWN構想における情報ネットワーク総合研究所の取り組みと最新の研究事例を紹介しました。最後に寒川哲臣 NTT 先端技術総合研究所所長は、「オールフォトニクス・ネットワークを支える基礎研究」と題し、超低消費電力で高速動作を可能とする光電融合素子、大容量光伝送を支える革新的フォトニックデバイス、光通信技術を用いた新型物理コンピュータ [LASOLV[®]]、次世代周波数・時間基準インフラ「光格子時計ネットワーク」の紹介を行いました。

これらの講演の詳細は、本号に掲載された特集記事をご参照ください。

以上の講演によりNTT R&DやNTTグループの取り組みを紹介し、聴講されたお客さまからは好評をいただきました。

研究成果展示

今回は、7つの展示テーマ〔「特別カテゴリ」IOWN for Smart World〕「メディア・デバイス／ロボティクス」「ネットワーク」「AI」「データ活用・管理」「セキュリティ」「基礎研究」を掲げ、106件の最新の研究開発成果を紹介しました。また、NTTグループで取り組んでいる技術やパートナー企業とのコラボレーション成果、さらには「Action for 2020 and Beyond」や「ICTソリューションサービスのSDGs関連付け評価」など展示テーマを超えた取り組みも展示し、基礎

研究分野から商用化に至った技術まで幅広く紹介しました。

各研究開発の成果を効果的に見ていただくために、展示テーマを主体とした展示会場だけでなく、内容により個室や屋外での展示に加え、特別カテゴリとして「IOWN for Smart World」の取り組みを紹介する展示会場も設置しました。これらの会場を中心に、趣向を凝らしたデモンストレーションや展示を来場者の方にご覧いただきました（写真4）。

■IOWN for Smart World

(1) IOWNのユースケース

能力が異なる複数の自分（デジタルツイン）と相談することで意思決定を支援するデモを展示した「デジタルツインコンピューティング」、完全自動運転技術が普及した時代のヒト・クルマ・道路が高度に協調した世界のコンセプトを示した「高度協調型モビリティ社会」、IOWN for Smart Worldとして、IOWNが実現した世界を描いたユースケースを紹介しました。

(2) IOWNの要素技術

IOWN実現に向けた最新の研究開発成果をPost Moore, All-Photonics Network/Beyond 5G, Advanced Research, Point of Atmosphereに分けて紹介しました。具体的には、高性能・低消費電力を実現する光電融合型情報処理技術の1つである「ナノフォトニックアクセラレーション」「ボード／チップ上の光ネットワーク」、IOWNの大容量ネットワークの実現をめざした「テラビット級伝送技術」、アンテナ・RFと信号処理に分けて、無線エリア展開の自由度を向上させる「高周波数帯アナログRoF技術」等、今後のIOWNの実

現に資する要素技術を紹介しました。

■メディア・デバイス／ロボティクス

(1) 時空間を越えた新たな体験を提供するメディア技術

リアルとバーチャルの融合による超越体験を創出する「IOWN×Entertainment」の実現する未来のコンセプトを提示するシアター型の展示に加えて、要素技術として、自由に2D/3Dで視聴できる3D映像表示技術、360°から3D映像が見られる裸眼3D技術、特定のエリアにだけ音を届ける音場制御技術、予測表現で時空間をも超えたコミュニケーションを実現するゼロレイテンシメディア技術、温度や空気を操ることで実現するリアルなUX技術を展示しました。

(2) 人間の可能性を広げるヒューマンマシンインタフェース技術

視覚や聴覚の情報を触覚で感じられるようにする触覚化技術として、スケートボードを映像とともに振動で体感する展示を行いました。また、ハンズフリー・ストレスフリー・フォーカスフリーの新たな視覚デバイス、AI技術を活用し多面的に人を理解し人の理想「Well-being」に近付くための行動

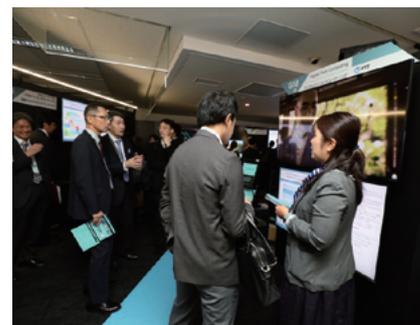


写真4 IOWN for Smart World

デザイン技術、周囲のデバイスを通じてプロのとらえ方を伝え、なりたい自分への変化を促す自己変容インタラクション技術を展示しました(写真5)。

■ネットワーク

(1) 革新的ネットワークにつながる光・無線技術

アプリケーション品質に応じたネットワーク制御技術や、海中エリアのカバー技術など、多様・複雑化するニーズにこたえ、スマートな社会基盤を実現する、革新的ネットワークにつながる光・無線による機能別専用ネットワーク技術などを幅広く紹介しました。

(2) 柔軟かつ高度なネットワーク制御・運用技術

AI活用による高度なオペレーション技術や、故障・障害個所の検知・要因特定・早期復旧技術、仮想環境のトラフィックのリアルタイム化技術など、多彩なネットワーク制御・運用技術を紹介しました。

(3) ネットワークの特徴を生かしたユースケース

4K映像の低遅延ライブ配信技術、配信事業者との連携による映像ストーリーミングアーキテクチャ、MaaS (Mobility as a Service) 提供に必要な情報を効率的に収集・処理・配信

するためのネットワーク情報基盤技術にかかわるユースケースを紹介しました(写真6)。

■AI

人と共存・共創することによって生活を豊かにし、新たな価値創造を実現するNTTグループのAI関連技術「corevo[®]」について、「人を支えるAI」「社会を支えるAI」「AI基盤技術」の3つのサブカテゴリに分けて紹介しました。

(1) 人を支えるAI

系列変換モデルに基づきあなたの音声を好みの話者の声質・韻律へ変換する技術、個性的なキャラクターとの雑談対話技術、発話からのイベント理解で文脈に沿った対話をする技術、聴覚フィードバックを利用した英語発音訓練技術、コネクティッドカーを進化させる音声響感情処理技術、地図高度化に向けた路上表示物位置推定技術、言葉にのらない気持ちを読み取って意思疎通の質を高める技術、音声・映像による来訪者対応の自動化を実現する来訪者受付自動化ソリューションなどを紹介しました。

(2) 社会を支えるAI

ヒトの五感をデジタル化、生産性・稼働率を向上する「スマートプラント」、人流予測・誘導により大

規模イベントの混雑を緩和するリアルタイム人流データ同化技術、AI技術を活用した故障受付対応の自動化技術、画像認識で多様な商品を認識し、店舗の省人化を実現するユーザ操作で賢くなるアングルフリー物体検索技術、救急車の現場到着・病院搬送時間を短縮するAIと都市データの活用による救急隊運用最適化技術などを紹介しました。

(3) AI基盤技術

TOEIC960点超レベルで高精度に翻訳する技術、チャットボットのシナリオ作成コストを削減する技術、空間情報データを圧縮して読み込み速度を高速化することで大量の人物活動データを扱いやすくする技術、エンド・ツー・エンドで安全を確保し、メディア処理セキュアスパス演算を用いたパターン認識技術などを紹介しました(写真7)。

■データ活用・管理

(1) システムの構築・運用業務を革新する技術

システムのセキュリティテストを変更個所に絞って高速・正確に自動実施する技術、複数システムの障害ログを解析して得られた知見を活用して障害対応を迅速化する技術、国際標準に準拠したIoTデータ交流基盤などを紹介しました。



写真5 メディア・デバイス/ロボティクス



写真6 ネットワーク



写真7 AI



写真8 データ活用・管理

(2) カメラ・センサ情報のリアルタイム解析技術

AI作成コストを抑えた画像認識サービス、公共エリアのインシデントやセンサの情報を活用して実現する公共安全ソリューション、多数のカメラ映像をリアルタイムにAI解析するひかりディープラーニング推論基盤技術などを紹介しました。

(3) 将来のコネクティッドカーを支える基盤技術

大量の車両から大規模なデータを収集しクラウド上に実空間を再現する技術、クラウド処理でセンチメートル級測位が可能なGNSS (Global Navigation Satellite System) 測位技術などを紹介しました (写真8)。

■セキュリティ

(1) Smart World を守るセキュリティ

大量のセンサを含む社会システムに対する攻撃に対処する虚偽センサデータ検知技術、サプライチェーン全体を通じてOT/IoT機器の改ざんを検知するSociety 5.0のためのセキュリティ技術、心理的な弱みに付け込むソーシャルエンジニアリング攻撃の収集技術等、巧妙化・高度化するサイバー攻撃への対抗技術を紹介しました。

(2) Smart World を創るセキュ

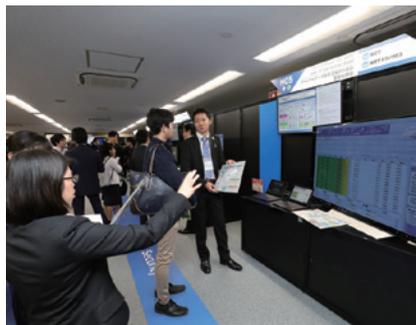


写真9 セキュリティ

リティ

利用価値の高い「匿名加工情報」の作成を支援し、パーソナルデータ安全活用を実現する匿名化技術やプライバシーや企業秘密を保護したまま高度な分析を可能とするセキュアなデータ流通基盤といった、暗号技術の応用や最先端のセキュリティ技術による新たな価値創造を実現する技術を紹介しました (写真9)。

■基礎研究

ポストムーア時代の革新的情報処理技術、医療の高度化や先端素材に関する研究開発など、社会に変革をもたらす基礎研究を紹介しました。

印刷物が錯覚で動いて見える「ダンシングペーパー」、存在を意識させないデバイスをめざしている「透ける電池」、人の眼には見えない光の情報をAIにとどける「光メタサーフェイス」、難問を桁違いの性能で解く「LASOLV®向けミドルウェア技術」など、未来を見据え新原理・新概念の創出をめざした最先端の基礎研究を紹介しました (写真10)。

フォーラムを終えて

本年は海外からのお客さまも含め1万7000名を超えるお客さまをお迎えすることができました。IOWN構想



写真10 基礎研究

発表後、初めてのNTT R&Dフォーラムとしてグループ社員の皆様、お客さまからの期待感の高まりがあるものと考えています。フォーラムの現場やアンケート、実施後のお問合せなど、NTT R&Dに対する多くの期待の言葉をいただきました。皆様からいただいたNTT R&Dに対する強く、大きなご期待にこたえられるよう、基礎研究並びに新技術の開発や展開により一層努力していきます。



(左から) 坂井田 規夫/ 家保 具太/
加藤 英男/ 望月 崇由/
細田 智久/ 松野 恭士/
堀田 健太郎/ 久田 正樹

◆問い合わせ先

NTT R&Dフォーラム事務局
E-mail rdforum-info-ml@hco.ntt.co.jp



W3C TPAC2019@FUKUOKAでの活動

まつうら ゆみ こ†1 たなか きよし†1 ふじむら しげる†1 もりやま こういち†2
 松浦 由美子 / 田中 清 / 藤村 滋 / 森山 光一
 NTTサービスエボリューション研究所^{†1}/NTTドコモ^{†2}

日本で2度目のW3C TPAC2019 (World Wide Web Consortium Technical Plenary/Advisory Committee Meetings Week 2019) が2019年9月16~20日にかけて、福岡で開催されました。Web技術の進展をめざすTPACにおけるNTTグループの標準化活動を中心に紹介します。



W3CはWeb技術の標準化と推進を目的とした国際的な会員制の産学共同コンソーシアムであり、年1回の技術総会をTPAC (Technical Plenary/Advisory Committee Meetings Week) として開催しています。TPACは水曜日の全体会合を挟んで、1週間にわたり技術的検討を議論するWG (Working Group) やビジネスの観点からの技術の活用を議論するBG (Business Group) などの対面会合や、技術を採用したデモンストレーションなど、標準化にかかわるさまざまな活動が行われます。TPAC2019はヒルトン福岡シーホークにて640名を超える参加者、100を超えるミーティングやセッションなど、過去最大規模での開催となりました。

本総会での主要なトピックをいくつか紹介します。

まず、WWWの考案者およびW3Cの創設者であり、W3Cにおける求心力としての役割を果たしてきたTim Berners-Lee氏がディレクター等の主

要な役職を退任する意向を示したことが挙げられます。それに伴い、過去数回の代表者会議ではW3Cの安定的な運営を実現するため、2021年1月に法人格を取得することが提案されてきており、今回の会議ではその準備状況等の報告がなされ、各会員組織においても組織内で準備をするよう依頼がありました。

また、標準化プロセスにおける知財の扱いについて、現状では勧告の際に各組織にロイヤリティフリーの実装を許諾することの確認を求めているものを、WGでの議論の手戻りを防ぐために確認を早める方針の提案も示されました。



NTTグループでは、本総会の開催に関し、NTTコミュニケーションズおよびNTT西日本により会期中の安定的なネットワーク環境を提供しました。会合開催中は海外からも多くの関係者が来場し、インターネットを介してWeb会議やGitHub等、メンバー間のコミュニケーションを取ることから、非常に頑健で高速なネットワーク環境が必要となりましたが、会合中の監視や会合終了後の設備点検など、日々の運用業務を着実にを行い、会合の高い評価にもつながる貢献を果たしました。



Web Authentication (WebAuthn)

WGでは、シンプルで堅牢な認証の実現をめざすFIDO (ファイド) 認証モデルをWebブラウザで提供するためにJavaScript API (Web認証) を標準化しています^{(1),(2)}。

W3CでのWeb認証の標準化は、2015年11月にFIDOアライアンスからWeb部分の基本仕様(案)をW3Cに貢献するカタチで始まりました。FIDO認証モデルをOS・ブラウザ等のプラットフォームに対応させ、2019年3月にLevel 1として正式勧告とし、現在Level 2の策定を進めています。

NTTドコモとNTT研究所は、FIDOアライアンスにボードメンバー、スポンサーメンバーとして加入し、Consumer Deployment WG、およびFIDO Japan WGの座長をNTTドコモが務め、FIDO仕様の商用導入に際しての課題とフィードバックのとりまとめ、仕様改善等、FIDO認証の仕様策定と普及に貢献してきています。

今回のW3C TPACでは、Webにおけるセキュリティと認証に携わるキーパーソンが一同に介する貴重な機会ととらえ、Web認証を含むFIDO認証モデルを適用したシンプルで堅牢な認証をさらに商用サービスで広く利用できるよう推進すべく、日本からの発信として3つの取り組みを行いました。

■デモンストレーションブース

NTTグループが旗を振って、会期中Web認証に関するデモンストレーションブースを設置しました。FIDO Japan WGと国内のFIDOアライアンスメンバー企業にも加わっていただ



き、スマートフォン上でのWeb認証、PCとセキュリティキーを使ったWeb認証、そして手のひら静脈を使った認証器の動作をデモしました。国内におけるFIDO認証の普及と世界に先駆けての新しい取り組みの紹介を通じて、国内外からの出席者に今後のパスワードレス認証の方向性をアピールすることができました (写真1)。

■ランチョンスピーチ

“Contributions from NTT and Japan Teams for Simpler, Stronger Authentication” と題して会期2日目に30分のプレゼンテーションを行い、NTTドコモが2015年5月以来いち早く対応しているdアカウントのログインと本人確認でのFIDO仕様を活用した生体認証の取り組み⁽³⁾、NTTグループと国内企業によるWeb認証への取り組み、そして各社が世界に先駆けて商用導入しながら得られた知見と仕様改善に向けたフィードバック、その進め方についての構想を紹介しました。久しぶりに日本で開催されたW3C TPACにおいて、ランチョンスピーチはTPACとしても初めての試みであり、日本からの発信として貴重な取り組みとしてできただけでなく、数は多くないものの聴衆の一部からの強い関心を確認することができ、貴重なディスカッションにつなげることができました (写真2)。

■WebAuthn WG

WebAuthn WGでは、より具体的なフィードバックを行い、Level 2策定



写真1 デモンストレーションブース



写真2 ランチョンスピーチ



に向けたディスカッションを行いました。主たるポイントは、①現時点で存在しているブラウザ実装のばらつき、②フリクションレスな認証体験を提供するための仕様上の課題、③パスワード認証を実現するための多くのオプションを有効に活用するためのベストプラクティスが不足していると思われることの3点です。これらの取り組みを通じて、オンラインパスワードを起因とする不正アクセスのリスクを軽減していくための標準化活動にさらに弾みがついたものと思います。

Web-based Signage BG

Webベースサイネージ⁽⁴⁾はWeb技術を活用したデジタルサイネージのことで、端末にWebブラウザが搭載されるだけでサービスを実現できることが特徴として挙げられます。W3CではNTTも共同議長を務めるWeb-based Signage BGが、ユースケースの分析からWebベースサイネージの実現に向けた検討を行うかたちで始まり、サービスに必要となるブラウザのAPIの実現方法とサービスの普及について議論してきました。TPAC2019では約2年ぶりにBG会合を持ち、これまでの活動の歴史を振り返るとともに、Webベースサイネージがすでに商用展開されており、世の中に浸透してきていることを確認しました。当初目的としていたWebベースサイネージの普及が十分に達成できたことから、本

会合をもって活動を停止することをメンバー間で合意し、実質上、2012年4月に活動を開始したBGに幕が下ろされました。

Breakout Sessions でのトピック

TPACの特色の1つに全体会合の中で行われるアンカンファレンス形式のBreakout Sessionsがあります。参加者の中から有志を募り、議論のテーマ設定からセッション運営までも有志自らが行います。議論テーマは、WGで意見が割れている点について広く聴衆の見解を求めるものや、今後W3Cで議論の対象とすべき新規テーマの提案など、非常に多岐にわたります。今年度は最大同時12セッション並列のかたちで、計59のセッションが開催され活発な議論が交わされました。

本会合で特に印象的であった点を紹介します。具体的には、ブラウザにおけるプライバシーに関し、セキュリティ面での脅威の高まりや新たなセキュリティモデルの提案など関連する6件のセッションがGoogle社およびApple社より提起されました。この背景には、GDPR (General Data Protection Regulation)*においては、現状のWebでのマネタイズに関し主流となっている広告モデルに関し、パーソナライズのために重要となるIPアドレスやCookieも個人情報に該当するといわれ、より慎重な取り扱いが必要となることが挙げられます。また、ブラウザ

フィンガープリンティング⁽⁵⁾により、Cookieを用いず、かつ、ユーザによる回避がより困難なかたちでユーザを追跡する手法が発展してきていることも同様に背景に挙げられます。

言うまでもなく、プライバシー保護は重要な要素です。今後、これらのセッションでの議論を基に、ブラウザベンダからの具体的な仕様の提案につながってくるものと考えられます。

参考文献

- (1) <https://fidoalliance.org/>
- (2) <https://www.w3.org/TR/webauthn/>
- (3) 森山：“パスワードのいらぬ世界へ：NTTドコモにおけるFIDO（ファイド）標準を活用したdアカウント生体認証の取組みと将来展望。”電気通信, Vol. 80, No. 840, pp. 13-19, 2017.
- (4) 田中・中村・鈴木・竹上：“Webベースサイネージの標準化動向。”NTT技術ジャーナル, Vol. 15, No. 6, pp. 56-59, 2017.
- (5) N. Nikiforakis, A. Kapravelos, W. Joosen, C. Kruegel, F. Piessens, and G. Vigna：“Cookieless Monster: Exploring the Ecosystem of Web-Based Device Fingerprinting.”Proc. of the 2013 IEEE Symposium on Security and Privacy, pp. 541-555, Berkeley, U. S. A., May 2013.

* GDPR：EU一般データ保護規則。欧州議会・欧州理事会および欧州委員会が欧州連合（EU）内のすべての個人のためにデータ保護を強化し統合することを意図している規則のこと。

VPN サービスにおける通信状況の見える化

最近、VPN (Virtual Private Network) サービスをご利用のお客さまが増えてきたことに伴い、時々通信ができなくなる、通信が非常に遅くなるなどの故障申告を受けることが多くなっています。お客さまの宅内ネットワーク側 (お客さま側)、もしくはサービスを提供しているネットワーク側 (ネットワーク側) のどちらに要因があるのか、パケットをキャプチャして解析することが有効ですが、高いスキルが必要となり難しい切り分けとなります。そこでNTT東日本技術協力センタでは、2つのVPN拠点において、お客さまが普段どおり利用している状況で、トラフィックを印加・制御すると同時にお客さま通信の全パケットをキャプチャして要因となる個所を効率的に切り分けるツールを開発しました。

開発の背景

IP系通信では多種多様なサービスをお客さまにご利用いただいております。最近ではVPN (Virtual Private Network) サービスをご利用のお客さまが増えてきました。それに伴い、時々通信ができなくなる、または通信が遅くなり業務に支障が出ている、といった故障申告が増えてきました。故障申告に対して、お客さま側とネットワーク側のどちらに要因があるのか切り分けていきます。原因究明には故障発生時の通信を含むパケットをキャプチャして解析することが有効な手段です。しかし、パケットキャプチャデータの解析にはIPの通信に対する幅広い知識や高いスキルが必要になるとともに、短時間でも大量なデータであるため時間を要す難しい作業になります。そこでデータの解析を効率的に行えるように、NTT東日本技術協力センタ ネットインタフェース技術担当ではお客さま側とネットワーク側のどちらに起因して発生しているのか切り分けるため、「ネットワーク帯域アクティブ測定ツール」を開発しました。

「ネットワーク帯域アクティブ測定ツール」の機能と利用方法

本ツールは汎用PC上で利用することが可能なソフトウェアです。主な機能として、①トラフィックを印加・制御/受信する機能、②パケットをキャプチャする機能、③トラフィックを可視化する機能を具備しています。①ではVPNサービスの中にトラフィックを加えるためサイズや量などを制御しながらツール間でIPパケットを送受信します。②ではVPNサービスを含めた

お客さまの全パケットを収集します。③では①と②の測定結果を可視化します。

本ツールでの測定時におけるネットワーク構成概要を図1に示します。VPNサービスでは2つの拠点間を接続する場合もありますが、複数の拠点間を接続する構成のほうが多くみられます。本ツールではVPNサービスで接続されている拠点のうち2拠点を選択して、お客さまに通常どおりVPNサービスを利用していただいている状況で測定を行います。ONU (Optical Network Unit) とVPNを終端しているルータ間に割り入れをしてパケットをキャプチャし、VPNを終端しているルータの先に接続された端末等からトラフィックを印加・制御/受信します。お客さまから申告されている現象の発生するタイミングは状況により異なっています。そのため、現象が発生したときをねらって測定するのは現実的ではないことから、現象の発生するであろう時間帯が含まれるように長時間のスケジュールを組んで測定することを可能としています。また、スケジュールを利用しない測定も可能となっています。実際の利用シーンにおいては離れた2拠点間で測定すること考慮し、任意の片方の拠点でトラフィック印加・制御などを具備しているGUI (Graphical User Interface) により容易に操作可能にするなど利便性の向上も図っています。測定結果の例を図2に示します。

グラフの赤部分はお客さまの利用しているトラフィックを、青い部分がツールでトラフィックを印加したトラフィックでVPNの利用可能帯域を示しています。トラフィックの印加によるお客さま通信への影響を最小限にするようツールにて制御しています。お客さま申告時間

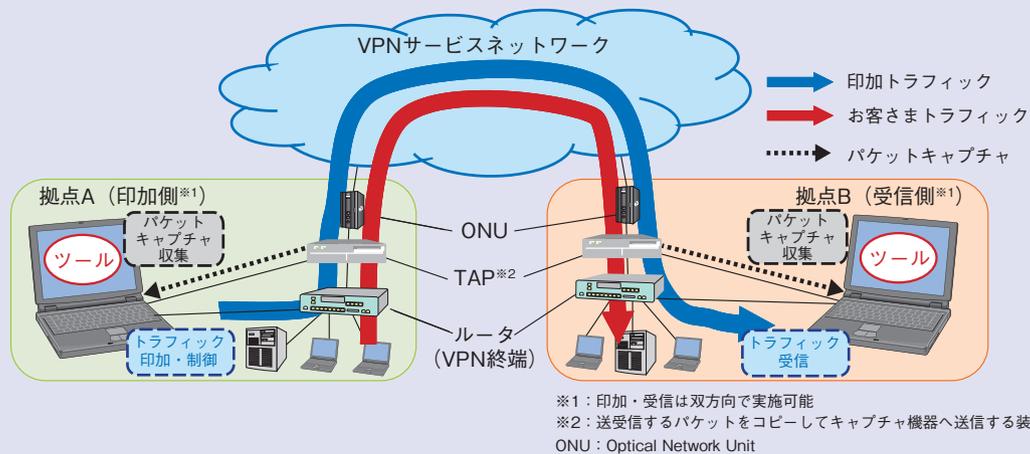
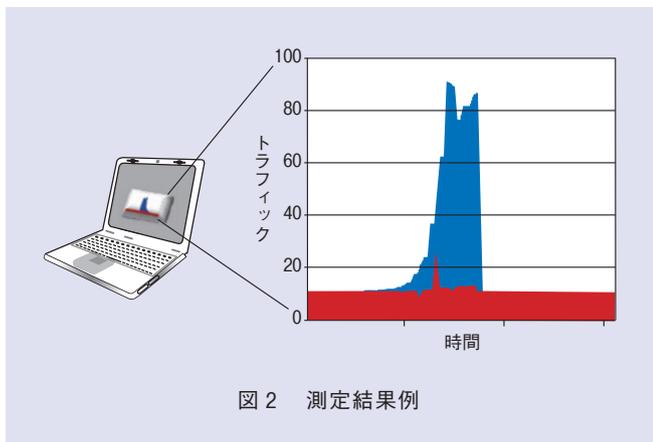
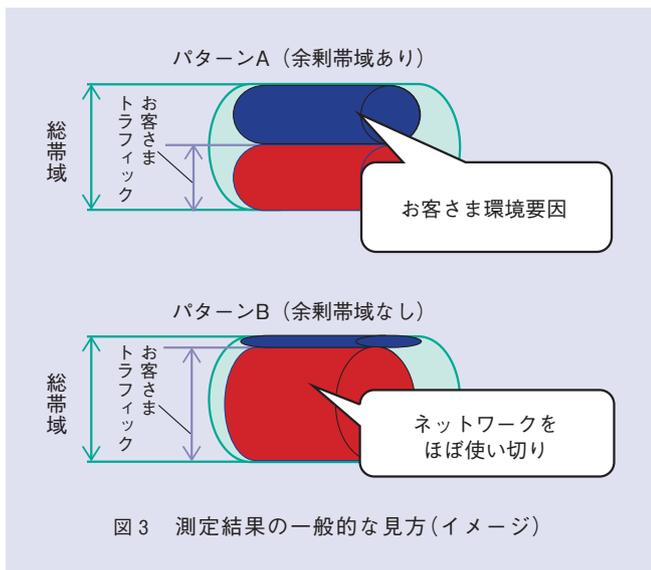


図1 ネットワーク構成の概要



帯を含めるよう長期間のスケジュールを組んで測定した場合、申告時とそれ以外の時間における利用状況を確認することも可能です。

測定結果の一般的な見方のイメージを図3に示します。パターンAの場合では、利用可能なVPNサービスの総帯域に対してお客さまトラフィックにまだ利用可能な帯域があるため、お客さま環境に申告の要因があると考えられます。さらに切り分けとして、お客さま環境のより端末に近いネットワーク側にて測定を実施して申告の原因となるボトルネックの個所を切り分けていくことになります。



パターンBの場合では、利用可能なVPNサービスの総帯域に対してお客さまトラフィックが大部分を占めており、利用可能な帯域がほとんどないため、利用状況とサービスがあっていないと考えられます。この場合には、回線の増強やお客さまの利用方法の見直しなどの改善方法を検討することが考えられます。これらのようにお客さまの通信がどのような利用状況であるかを明らかにして切り分けを実施します。

今後の予定

現在は実際のお客さま環境において本ツールによる切り分けを行っています。引き続き、VPNサービスにお

ける切り分けツールとして活用していくため、並行してツールの改善の検討を実施していきます。また、これまで培ってきたパケットキャプチャデータの解析手法、スキルを活用して効率化に資するような新たなツール開発の検討についても併せて実施していきたいと思いを。

技術協力センターでは、引き続き現場の課題解決に向けた技術協力活動を推進し、通信設備の品質向上・信頼性向上に貢献していきます。

◆問い合わせ先

NTT東日本
 ネットワーク事業推進本部 サービス運営部
 技術協力センター ネットインタフェース技術担当
 TEL 03-5480-3702
 E-mail nif-ml@east.ntt.co.jp

IoT向けメッセージ認証技術LightMACがISO標準に採択

NTTは、ルーベンカトリック大学およびデンマーク工科大学と共同で、農業分野やヘルスケア分野およびスマートハウスなどにおける小型機器向けのメッセージ認証技術「LightMAC」を開発して標準化を推進してきました。このたび、LightMACが軽量暗号技術に関する国際標準規格ISO (International Organization for Standardization)/IEC (International Electrotechnical Commission) 29192-6 に採録され出版されました。本技術をIoTシステムの小型機器であるセンサや制御装置に適用することにより、例えば農業分野における栽培管理や収穫予測などを実現するIoTプラットフォーム全体の安全性を向上させたり、またスマートハウス全体のセキュリティを堅牢にしたりすることができます。

■背景

IoT機器がインターネットに接続されることで利便性が向上する一方で、IoT機器のなりすましによるセキュリティリスクが増大します。IoTシステムを安全に運用するには、機器を制御する命令や、その判断の材料となるセンサ情報が改ざんされていないことが特に重要で

す。そこでNTTは、軽量暗号技術の1つとして、制御信号やセンサデータが改ざんされていないことを保証するメッセージ認証技術の開発に取り組んできました。軽量暗号技術とは、従来の暗号技術に比べ、メモリやCPUなどの情報処理リソースが限られた環境により適している暗号アルゴリズムのことです。

■LightMACの特長

従来のメッセージ認証技術では、ブロック長の短い軽量ブロック暗号を利用した場合、大きなデータを処理すると安全性が低下してしまうという課題がありました。LightMACは、ブロック暗号に対して独特の繰り返し方法を用いることにより、この課題を解決しました。これによりLightMACは既存の軽量ブロック暗号の実装を有効活用しつつ必要な安全性を確保することができます。

◆問い合わせ先

NTTサービスイノベーション総合研究所

企画広報担当

TEL 046-859-2032 E-mail randd-ml@hco.ntt.co.jp

URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1910/191004a.html>

暗号の基礎研究では国際標準化と国際コラボレーションが重要

安田 幹

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 セキュリティ基盤研究グループ

私は入社して以来、共通鍵暗号技術の研究開発に携わってきました。共通鍵暗号技術が達成する機能には、大きく「暗号」と「認証」の2つがあります。今回の技術は後者の「認証」にあたるもので、省リソース環境においても、データが改ざんされていないか、データは正しい相手が作成したのか、安全性レベルを落とさずに検証することができます。今後、IoT機器の爆発的な増加が見込まれる中、今回の標準規格化をきっかけに本技術が普及し、安心・安全なネットワークとなっていくことを期待しています。暗号の基礎研究では、良いアルゴリズムを開発しただけでは、世の中で広く使ってもらえるようにはなりません。コンテストで勝利したり、国際標準に採録されたりすることが必要です。これらの活動はアルゴリズムを開発した研究者本人が行うことが多く、基礎研究とはまた違った面白さがあります。

また、暗号アルゴリズムの研究開発もグローバル化が進み、国際的なコラボレーションが不可欠になってきました。本アルゴリズムもベルギーのルーベンカトリック大学とデンマーク工科大学との共同開発によるものです。私がルーベンカトリック大学に留学し、そのときに出会った大学院生が、その後NTT研究所にインターンとして来日し、彼の滞在期間中に本アルゴリズムが開発されました。このような共同研究の形態がどんどん増えつつあり、NTT研究所における暗号の基礎研究は、ますます活気付いています。今後も次々に新しい暗号アルゴリズムを世に出していき、安心・安全な社会の実現に貢献したいと考えています。

研究者 紹介



米国で初めてUltra Reality Viewing技術を活用した ライブビューイング実証実験に成功

2019年10月8日（日本時間）、Major League Baseball（MLB）とNTTは、MLBのポストシーズンゲームにおいてNTTのUltra Reality Viewing（URV）技術を活用した実証実験を行い、ワイド映像合成・伝送による高臨場感ライブビューイングに米国において初めて成功しました。

■概要

MLBとNTTは2019年9月4日にパートナーシップ契約締結を発表し、デジタル時代の新たなファン体験としてNTTのURV技術を活用したライブビューイングを実施するとしていました。今回、2019年10月7日（現地時間）にトロピカーナ・フィールドで行われたタンパベイ・レイズ対ヒューストン・アストロズのアメリカンリーグ地区シリーズにおいて実証実験を行い、球場に設置された複数台のカメラで撮影された球場全体の高視野角、高画質（12Kワイド）の映像を、ニュージャージー州にあるMLBスタジオに設営された大スクリーン（タテ2.3 m×ヨコ11.9 m）にリアルタイムで映し出すとともに、独自の收音音源を含む6チャンネルの現地音声を伝送し、あたかも球場にいるかのような空間創出を実現しました（図）。

なお、今回の実証実験は将来の展開に向けて一部メディアやパートナー企業を対象に公開されました。

MLBとNTTでは本実証実験を皮切りにURVの活用による新たな観戦体験提供の商用化に向け取り組んでいきます。

■参考

URV技術は、複数の4Kカメラ映像をリアルタイムで12Kなどの超ワイド映像に結合し、それらを遠隔地にリアルタイムに伝送するNTTの超高臨場感メディア同期技術です。通常のカメラでは撮影できない広視野角、高精細の映像やロスレス音声をリアルタイムに生成・伝送する技術、会場中に任意の音場をつくり出す高度な音響再生技術などによって、観客はスポーツコンテンツをスタジアムやフィールドで観戦しているかのような臨場感で視聴することができます。URVはNTT独自のR&D技術「Kirari!®⁽¹⁾」をもとに開発されています。

■参考文献

(1) <https://www.ntt.co.jp/activity/jp/innovation/kirari/>

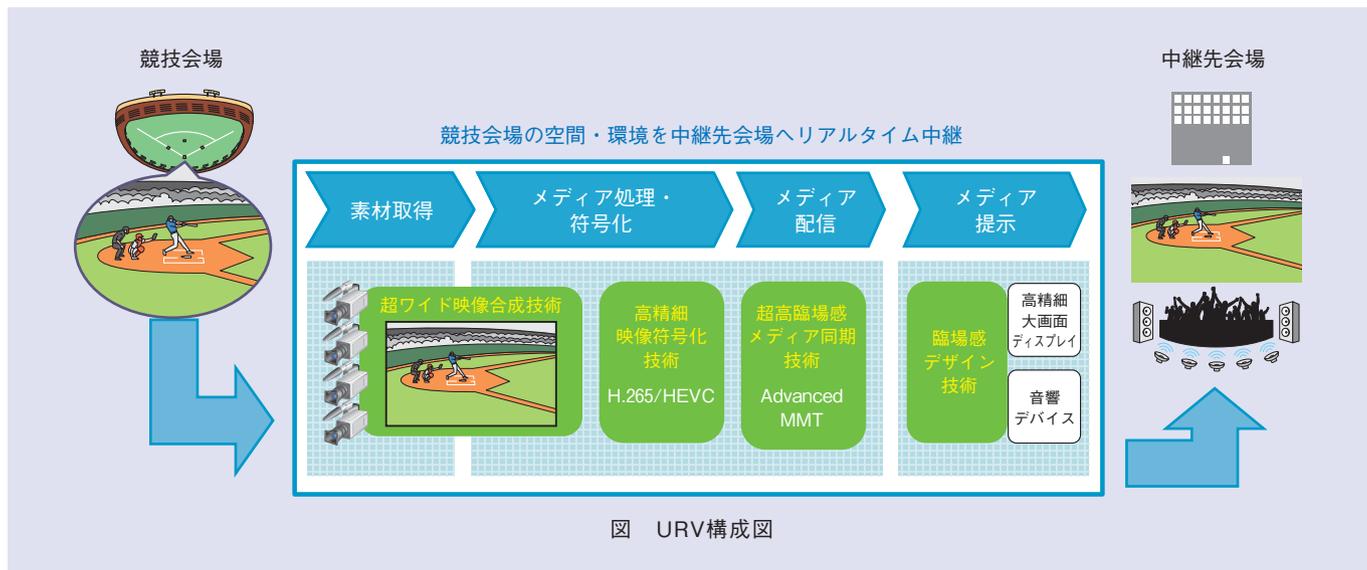
◆問い合わせ先

NTT広報室

TEL 03-5205-5550

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

URL <https://www.ntt.co.jp/news2019/1910/191008a.html>



次世代のスポーツ観戦体験の実現に向けて

担当者 紹介

田治 輝

NTTグローバルビジネス推進室 担当課長

NTTグローバルビジネス推進室ではSmart Worldの実現に向けて、Smart CityやSmart Plant、Smart Sportsのグローバルにおける事業の拡大に取り組んでいます。

本件ではSmart Sports事業の拡大をめざし、MLBとテクノロジーパートナーシップ契約を締結し、NTTの先端技術を活かした野球観戦の新しいかたちの実現に取り組みました。URVはMLBとともに作り出した次世代のスポーツ観戦体験の第1弾となります。

URVはNTTの超高臨場感通信技術である「Kirari!®」を使うことで、離れた場所の人や空間を、距離を超えてリアルタイムに伝送することができます。これはまさに「空間の壁を超える」技術で、世界中の人々が、米国の球場に足を運ぶことなく、MLBの生の臨場感を体験することができます。

今回の実証実験は海外での技術実証と合わせて、グローバルでのビジネス展開を目的として実施しました。ライブビューイングにはビジネスパートナーを招待し、実際にURVをご覧いただき、ビジネスの可能性と今後について議論しました。MLBの関係者からは「海外など遠方にいる方も球場にいるかのように野球を楽しめる」といったコメントをいただき、また、多数のビジネスパートナーからもビジネス化に向けた大変前向きなご意見をいただくことができました。今後もMLBやパートナーと密に連携し、Smart Sports事業のさらなる拡大に取り組めます。



超高臨場感通信技術「Kirari!®」のビジネス化に向けた挑戦

研究者 紹介

中川 督之

NTTサービスエボリューション研究所
主任研究員

NTTサービスエボリューション研究所では、スポーツの競技場やライブ会場における音や映像の情報を丸ごと遠隔地に伝送し、空間や環境全体を高臨場に再現する超高臨場感通信技術「Kirari!®」の研究開発を、2015年から進めてきました。Kirari!®を使うことで、開催地の選手・出演者と遠隔地の観客とが距離を超えて一体となり、感動をリアルタイムに共有できる高臨場感ライブビューイングサービスの提供をめざしています。

今回のURVは、Kirari!®の技術群のうち、複数のカメラの映像から4K・8Kを超える高解像度・広視野角の超ワイド映像をリアルタイムで合成・同期伝送する「サラウンド映像合成・伝送技術」の改良により可能となりました。限られたスペースに設置するためのシステムのコンパクト化、TV中継映像に合わせるための低遅延同期伝送といった課題に取り組み、新たにGPU活用による高速処理手法を開発したことにより、野球スタジアムからの超ワイド映像によるURVが実現しました。

今回のPoCでは、地区リーグ出場チームが決まらない中での候補スタジアムにおける最適なカメラ設置位置の検討や、大容量の映像ストリームを伝送するネットワークなど、難しい課題をMLB様とともに1つひとつ解決し、貴重なノウハウ蓄積ができました。今後は、本技術を幅広くお使いいただけるよう経済化の取り組みやデリバリ体制の構築を進め、より多くの人々がライブの感動を共有できる社会の実現に向けて取り組んでいきます。

